



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire Canada (2011).

N° de catalogue A125-13/2011F-PDF

ISBN 978-1-100-97982-3

N° AAC 11613F

Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)

Rapport final

Préparé pour :
Agriculture et Agroalimentaire Canada

Le 30 décembre 2008

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Jean Nolet, Président, ÉcoRessources

Téléphone : 418-780-0158

Télécopieur : 418-877-6763

Courriel : jean.nolet@ecoressources.com

ÉcoRessources Consultants, une société de la ville de Québec, soumet le présent rapport en partenariat avec l'Institut international du développement durable (IIDD) et l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

Personnel et collaborateurs



Jean Nolet
Président

Maribel Hernandez
Chargée de projets en agroalimentaire et environnement

Maria Olar
Analyste senior en économie de l'environnement

Jérôme-Antoine Brunelle
Analyste en agroalimentaire

Claude Sauvé
Conseiller économique principal



Henry David Venema
Directeur – Gestion durable des ressources naturelles

Matthew McCandless
Gestionnaire de projet – Gestion durable des ressources naturelles



Lota Dabio Tamini
Économiste de l'environnement

Gilles Gagnée
Chercheur pédologue

Résumé

Objectif :

Le présent rapport se donne pour objectif d'estimer les coûts et les avantages qui découlent de plusieurs politiques qui pourraient accroître la quantité des biens et services écologiques (BSE) provenant des terres agricoles canadiennes. Voici les options qui y ont été analysées : les paiements annuels, les paiements uniques, les enchères inversées et l'échange de crédits de qualité de l'eau. Ces options correspondent à des programmes de BSE canadiens qui font l'objet d'étude actuellement. Le Conservation Reserve Program (CRP), en vigueur aux États-Unis, et le projet des Services de diversification des modes d'occupation des sols (ALUS), en vigueur au Manitoba, recourent aux paiements annuels. Concernant les paiements uniques, ils constituent un outil fondamental du Programme national de gérance agroenvironnementale au Canada. Par ailleurs, on procède actuellement à l'examen de la possibilité de combiner les paiements annuels et les paiements uniques dans le cadre de la politique agricole des programmes *Cultivons l'Avenir*. Pour ce qui est des enchères inversées, appliquées en Australie, elles font l'objet d'essais dans l'Ouest du Canada. Quant à l'échange de crédits de qualité de l'eau, il est appliqué en Ontario et aux États-Unis.

Ces options stratégiques peuvent toutes favoriser une adoption accrue des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) qui permettent d'augmenter les BSE. La présente étude traitera des PGB suivantes : les zones riveraines tampons herbeuses et boisées, les cultures couvre-sol d'hiver, le labour de conservation du sol, la conversion des terres agricoles marginales en terres humides, le retrait de la production des terres inondables, la conservation des forêts et des terres humides existantes et l'entreposage du fumier.

Mise en garde :

Il faut faire preuve de réserve à l'égard de la valeur des services écologiques et de leurs coûts. Les estimations présentées ci-après, et auxquelles s'applique une très grande marge d'erreur, sont très approximatives. Cette marge d'erreur est due à l'incertitude éprouvée à chaque étape du processus d'estimation, notamment en ce qui concerne l'incidence de certaines PGB sur la teneur en éléments nutritifs, les coûts que les producteurs assument à la suite de l'adoption des PGB, la valeur que les résidents de la région d'un bassin hydrographique accordent aux améliorations écologiques, ainsi que l'extrapolation des résultats de deux zones locales à l'échelle provinciale et nationale.

Méthode :

Le présent rapport, en plus d'estimer les frais à la charge de l'État, évalue les coûts que le producteur encourt lorsqu'il adopte certaines pratiques et propose un échéancier de paiement pour les compenser. Pour ce qui est des programmes, ils ont pour objectif d'atteindre un niveau précis concernant deux avantages environnementaux : réduire la teneur en phosphore de l'eau de surface et préserver ou accroître l'habitat faunique. La présente analyse, dont les résultats ont été cumulés à l'échelle provinciale et nationale, traite de deux bassins hydrographiques, le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet au Québec (Est) et le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, au Manitoba. La valeur des avantages découlant de l'adoption des PGB, calculée selon la méthode de « transfert des avantages », est exprimée en dollars. Pour calculer le ratio avantage/coût, on compare les coûts totaux pris en charge par l'État de chaque politique aux bénéfices qu'elle génère.

Principaux résultats :

Les améliorations de l'eau d'une valeur de près de 900 millions de dollars coûteraient entre 500 millions et 2,5 milliards de dollars :

Un programme visant à réduire partout au Canada la charge de l'eau en phosphore de sources agricoles, en vue de le ramener aux niveaux recommandés, pourrait générer aux populations locales des avantages dont la valeur avoisinerait les 900 millions de dollars. Ces avantages correspondent à l'accroissement de la pêche, l'amélioration des loisirs et la réduction des coûts associés au traitement de l'eau. Voici les coûts de réalisation approximatifs d'une telle amélioration :

- 2,5 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de paiement annuel;
- 1,2 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de paiement unique;
- 900 millions de dollars, s'ils sont versés par l'entremise combinaison optimale de paiements uniques et annuels;
- 600 millions de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique d'enchère inversée;
- 500 millions de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'un système d'échange de crédits de qualité de l'eau.

Un programme de BSE visant à accroître l'habitat faunique et à améliorer la qualité de l'eau rapporterait au moins 3,3 milliards de dollars de bénéfices et coûterait entre 1 et 2,8 milliards de dollars :

Le fait d'accroître l'habitat faunique et de réduire la teneur de l'eau en phosphore pour le ramener aux niveaux visés à l'échelle nationale pourrait offrir aux habitants des régions touchées, entre autres avantages publics : des loisirs plus agréables, une meilleure qualité de l'eau potable, la protection contre les inondations et un environnement plus attirant esthétiquement. La réalisation de tels résultats coûterait au Canada, environ :

- 2,8 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de paiement annuel;
- 1,5 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de paiement unique;
- 1,2 milliards, par l'entremise d'une combinaison optimale de paiements uniques et annuels;
- 1 milliard de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une enchère inversée.

L'échange de crédits de qualité de l'eau ne peut être comparé à ces options, car on ne peut y recourir directement pour l'accroissement de l'habitat faunique.

Conséquences :

Les instruments économiques sont beaucoup plus efficaces que les programmes de paiement uniformes. Pour des bénéfices similaires, les coûts des programmes qui recourent à des échéanciers de paiement classiques, tels que les paiements annuels ou uniques, sont deux à cinq fois plus élevés que ceux des instruments économiques, tels que les enchères et l'échange de crédits de qualité de l'eau.

L'échange de crédits de qualité de l'eau se révèle le plus efficace des outils étudiés. Cela dit, alors qu'il convient à la réduction des charges de phosphore, il ne l'est pas pour l'augmentation d'autres services écologiques, tels que l'habitat faunique.

Les paiements uniques conviennent aux actions impliquant un investissement initial et des coûts courants, tels que ceux afférents aux bandes herbeuses tampons, à l'adoption du labour de conservation ou aux installations d'entreposage du fumier. Les paiements continus conviennent aux actions impliquant d'importantes dépenses ordinaires, telles que celles afférentes aux bandes tampons et aux semailles des cultures couvre-sol d'hiver. Les paiements uniques peuvent convenir aux PGB qui sont à même de réduire efficacement la teneur en phosphore. Cela est essentiellement dû au fait que les PGB

appliquées aux « zones riveraines herbeuses », auxquelles conviennent les paiements uniques, reviennent nettement moins cher que celles appliquées aux « zones riveraines boisées », auxquelles les paiements annuels ou continus conviennent mieux.

Certaines PGB sont nettement plus efficaces que d'autres : Par exemple, voici les coûts approximatifs de réduction de la teneur en phosphore dans les régions de l'Est :

- 38 \$/kg pour les cultures couvre-sol;
- 183 \$/kg pour les zones riveraines herbeuses tampons;
- 402 \$/kg pour le labour de conservation du sol et les cultures sans labour;
- 897 \$/kg pour les zones riveraines boisées tampons.

Voici les coûts de réduction de la teneur en phosphore dans les régions de l'Ouest :

- 19 \$/kg pour les zones riveraines herbeuses tampons;
- 41 \$/kg pour l'entreposage de fumier;
- 224 \$/kg pour les zones riveraines boisées tampons;
- 263 \$/kg pour les cultures couvre-sol.

De plus, l'efficacité des PGB sont très variable d'une région à l'autre, compte tenu du fait que les cultures couvre-sol conviennent parfaitement à la réduction efficace de la teneur en phosphore dans les régions de l'Est, alors qu'elles sont totalement inefficaces dans l'Ouest. Ces écarts sont en partie dus aux différences des coûts de renonciation relatifs à certaines PGB d'une région à l'autre.

L'amélioration de la qualité de l'eau revient plus cher que l'accroissement de l'habitat faunique.

Compte tenu des avantages que le public tire de l'amélioration de la qualité de l'eau et de l'accroissement de l'habitat faunique, la réduction de la teneur de l'eau en phosphore est beaucoup plus coûteuse que les accroissements de l'habitat faunique présentant des avantages équivalents.

Résultats de l'amélioration de la qualité de l'eau dans les provinces :

Les avantages générés par la mise en œuvre de la politique de réduction de la teneur en phosphore susmentionnée et les coûts qui en découlent se répartissent comme illustré dans le tableau suivant : (Pour d'autres résultats concernant les provinces, voir le rapport intégral.)

Province	Total des bénéfices (en millions de dollars)	Coûts : (en millions de dollars)					
		Paiements annuels	Paiements uniques	Combinaison : Paiements annuels et uniques	Enchères	Permis échangeables	
Île-du-Prince Édouard	4	18		25	18	14	10
Nouvelle- Écosse	27	10	17	10	5	4	
Nouveau- Brunswick	20	14	20	14	9	7	
Québec	229	210	369	213	152	114	
Ontario	337	426	735	432	297	223	
Terre-Neuve- et-Labrador	14	ND	ND	ND	ND	ND	
Manitoba	32	78	192	27	19	17	
Saskatchewan	28	249	636	69	51	46	
Alberta	93	197	454	96	61	55	
Colombie- Britannique	119	13	23	10	6	5	
Canada	903	2 472	1 213	889	613	481	

Résultats quantitatifs

Le tableau suivant résume les coûts totaux, de toutes les politiques des deux régions du Canada, pris en charge par l'État et répartis par objectif environnemental (qualité de l'eau et habitat faunique). Ces coûts montrent que dans les deux régions, ainsi que dans le reste du pays, le coût de mise en œuvre des politiques en fonction de paiements prédéterminés par le gouvernement est nettement supérieur à celui de la mise en œuvre des politiques fondées sur des instruments économiques. De plus, les coûts nécessaires pour atteindre le niveau ciblé en matière de qualité de l'eau sont nettement supérieurs aux coûts afférents à la préservation de l'habitat faunique.

COÛTS TOTAUX CUMULATIFS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LE CANADA

	Paiements uniques		Paiements annuels		Paiements mixtes (uniques/annuels)		Enchères		Permis échangeables (pour le phosphore uniquement) (en millions de dollars)	
	(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)			
	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	677	536	1 166	1 306	687	202	477	136	358	123
Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat faunique	315	43	317	54	319	61	391	62	-	56
Coûts totaux¹	992	536	1 483	1 306	1 006	202	868	136	358	123
	1 528		2 789		1 208		1 004		481	

Les résultats obtenus sont conformes aux théories économiques et aux documents de recherche portant sur l'efficacité et l'élaboration de politiques. Les politiques fondées sur les instruments économiques (enchères et systèmes de permis échangeables) sont plus efficaces que les politiques de paiement direct (paiements uniques, paiements annuels et politique de paiements mixtes : paiements uniques et annuels). Cela dit, les mécanismes économiques engendrent, par dollar payé, des coûts de transaction à la charge de l'État plus élevés.

¹ Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat faunique. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat faunique qui ne soit pas prise en compte lors du calcul des coûts de l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux coûts d'amélioration de la qualité de l'eau.

Rapport sommaire

Table des matières

1.	INTRODUCTION	I
2.	OPTIONS STRATÉGIQUES	II
2.1.	Paielements uniques :	iii
2.2.	Paielements annuels :	iv
2.3.	Politique de paielements mixtes : paielements uniques et paielements annuels :	iv
2.4.	Le système des enchères.....	iv
2.5.	Régimes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires.....	vi
3.	SÉLECTION DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES PRIORITAIRES	VII
3.1.	Objectifs et critères de sélection.....	vii
4.	SÉLECTION DES BIENS ET SERVICES ÉCOLOGIQUES PRIORITAIRES.....	IX
4.1.	Teneur de l'eau en phosphore	xii
4.2.	Milieus humides.....	xii
4.3.	Zones boisées	xiii
5.	NIVEAUX ACTUELS ET CIBLES DES BSE PRIORITAIRES	XIII
6.	Sélection des Pratiques de gestion bénéfiques (PGB).....	xiv
7.	TAUX D'ADOPTION DES PGB REQUIS POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX....	XVIII
8.	COÛTS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LA MISE EN ŒUVRE DES POLITIQUES	XXII
9.	VALEURS MONÉTAIRES DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX.....	XXIII
10.	ANALYSE DES AVANTAGES ET DES COÛTS DES DIFFÉRENTES POLITIQUES	XXIV
11.	EXTRAPOLATION DES COÛTS ET DES AVANTAGES	XXVIII
11.1.	Extrapolation des coûts	xxviii
11.2.	Paielements uniques	xxxii
11.3.	Mix: Paielements annuels et uniques	xxxii
11.4.	Extrapolation des avantages	xxxii
11.5.	Analyse coûts-avantages des différentes politiques	xxxv
12.	CONCLUSIONS	XXXVIII

1. INTRODUCTION

Les ministères fédéral et provinciaux de l'Agriculture au Canada procèdent actuellement à l'étude des options fondées sur le concept de biens et services écologiques (BSE), également appelé services écosystémiques et multifonctionnalité. La définition que se font les décideurs fédéraux et provinciaux (F et P) des BSE s'inspire du rapport de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire que l'ONU a publié en 2005 :

« Les biens et services écologiques (BSE) sont les avantages environnementaux que les Canadiens tirent des écosystèmes sains, notamment une eau et un air propres et une biodiversité améliorée. Le concept des BSE englobe des biens disponibles sur le marché produits à partir des écosystèmes (p. ex., nourriture, fibre, carburant, eau douce, ressources génériques, produits biochimiques, etc.), les avantages découlant des processus écosystémiques (p. ex. cycle des éléments nutritifs, régulation du climat, purification de l'eau, traitement des déchets, pollinisation, etc.) et des avantages non matériels (p. ex. valeurs esthétiques, loisirs, etc.). L'agriculture est à la fois un bénéficiaire et un fournisseur de BSE. Par exemple, la viabilité de l'agriculture dépend de processus écosystémiques comme le renouvellement du sol, la régulation du climat et les précipitations. En même temps, les terres agricoles bien gérées peuvent fournir des avantages à la société au sens large, comme l'habitat du poisson et de la faune, les scènes panoramiques et la purification de l'air et de l'eau par des processus naturels. »

Les opinions des gouvernements divergent quant à l'efficience et l'efficacité de divers outils stratégiques de BSE qu'il serait envisageable d'intégrer aux futurs programmes agroenvironnementaux. Face aux pressions exercées par certains intervenants du secteur agricole, bénéficiant de l'appui puissant de certaines provinces et décriés par une opposition aussi farouche de certaines autres, qui demandent d'élever le niveau des subventions accordées par l'entremise des programmes environnementaux dans le domaine des BSE, les ministres fédéraux et provinciaux se sont accordés pour effectuer une étude sur les politiques de BSE. Il en découle qu'un groupe de travail a été constitué.

À la fin de l'année 2006, les ministres ont demandé à des cadres d'effectuer une analyse coûts-avantages (ACA) des options de BSE possibles au Canada. Le Groupe de travail fédéral-provincial sur les BSE a constitué, à son tour, un sous-comité composé de cinq représentants d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et de cinq représentants de provinces (Manitoba, Ontario, Alberta, Saskatchewan et

Québec) chargés du processus de communications concernant l'ACA et du suivi qu'elle nécessite. Il en résulte que l'estimation de l'efficacité de plusieurs outils stratégiques de BSE choisis par le Groupe de travail fédéral-provincial a été confiée à ÉcoRessources Consultants et ses partenaires, l'Institut international du développement durable (IIDD) et l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), qui l'effectueront en procédant à l'analyse coûts-avantages.

Le présent rapport procède à l'estimation des coûts et des avantages de cinq programmes de pratiques de gestion bénéfiques (PGB) : Les paiements uniques, les paiements annuels, les paiements mixtes (uniques et annuels), les enchères et les permis échangeables. Ces cinq programmes se donnent pour objectif d'atteindre un niveau précis concernant les avantages environnementaux, c'est-à-dire réduire la teneur en phosphore de l'eau de surface et préserver ou accroître l'habitat faunique. L'analyse a porté sur deux bassins hydrographiques représentatifs : le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) au Québec et le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, au Manitoba.

Pour ce qui est des méthodes d'analyse sur lesquelles la présente étude s'est appuyée, les PGB choisies pour cette analyse diffèrent selon le bassin hydrographique et la politique incitative. Cette tâche s'est fondée sur une méthode impliquant la quantification des coûts privés de certaines pratiques propres aux producteurs; puis de l'établissement d'un échancier de paiement visant à compenser ces coûts. Les coûts totaux de chaque politique sont comparés à la valeur des avantages acquis, exprimée en dollars par l'entremise de la méthode de « transfert des avantages ». Cette méthode permet de classer les cinq politiques selon leurs ratios avantage/coût respectifs. Enfin, les coûts et les avantages ont été extrapolés à l'échelle de deux régions, le Centre et l'Est du Canada, d'une part, et l'Ouest du Canada, d'autre part. Le classement des cinq politiques a été révisé à l'échelle de ces deux régions, afin de tirer des déductions qui seraient utiles pour toutes les provinces canadiennes.

2. OPTIONS STRATÉGIQUES

Le présent rapport consiste en un examen approfondi des divers types de politiques en vue de déterminer leur efficacité quant à la génération de biens et services écologiques à moindre coûts. Ces politiques prennent la forme de paiements uniques, de paiements annuels et de paiements mixtes (uniques et paiements annuels), ou encore d'instruments économiques sous formes de mécanismes d'enchères et de régimes d'échange de droits d'émission.

Les scénarios stratégiques choisis s'inspirent en grande partie des programmes agroenvironnementaux, tels que les programmes du gouvernement fédéral appelés Programme national de gérance

agroenvironnementale et Programme de couverture végétale du Canada, le programme manitobain des Services de diversification des modes d'occupation des sols appelé Alternative Land Use Services (ALUS), et le Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA) du gouvernement du Québec, en plus de plusieurs autres programmes provinciaux de planification environnementale à la ferme. Nous nous sommes également penchés sur les programmes d'autres pays, tels que le Conservation Reserve Program (CRP) des États-Unis, les programmes australiens appelés Australia's BushTender et Australia's EcoTender, ainsi que les Mesures Agri-Environnementales françaises.

Ces politiques visent avant tout à encourager l'adoption des pratiques de gestion bénéfiques qui contribuent à la réalisation des objectifs en matière de biens et services écologiques (BSE). La sélection de l'ensemble des pratiques qui permettent à ceux qui les appliquent d'être admissibles aux paiements constitue ainsi une étape fondamentale du processus d'élaboration des politiques, dont l'efficacité de ces dernières dépendra en grande partie.

2.1. Paiements uniques :

Cette politique vise à encourager la mise en œuvre de certaines PGB en accordant aux agriculteurs qui respectent leurs engagements contractuels des paiements uniques correspondant à leurs pertes nettes. En vertu de cette politique, les agriculteurs entreprennent la mise en œuvre des PGB dans leur exploitation agricole, en échange de compensations financières.

Voici les PGB qui donnent droit au paiement unique : les bandes riveraines herbeuses tampons (sans entretien), les cultures couvre-sol pour les céréales, le labour de conservation du sol et le semis direct, la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles, la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables et l'entreposage du fumier.

Les montants des paiements correspondent à un pourcentage de la quantité d'investissements entrepris, dont le plafond est déterminé à l'avance. Pour ce qui est de la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles, ainsi que la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables, les montants versés correspondent à la valeur capitalisée du coût de renonciation de l'exploitation du terrain. En matière d'aide technique, le paiement unique correspond au coût de l'assistance technique fournie pendant deux années.

2.2. Paiements annuels :

La politique des paiements annuels consiste à octroyer aux participants des programmes des compensations financières pour l'ensemble des dépenses qu'ils ont encourues pendant l'année pour mettre en œuvre les PGB dans leur exploitation agricole. Ainsi, les PGB qui permettent l'admissibilité au programme des paiements annuels comprennent les pratiques nécessitant des dépenses ordinaires; il s'agit en d'autres mots de créer des bandes tampons arborées (avec entretien), des cultures couvre-sol, de la culture intercalaire, de la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles, ainsi que de la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables.

Comme dans le cas des paiements uniques, tous les agriculteurs sont généralement admissibles au programme, qu'ils soient propriétaires ou locataires des terres qu'ils exploitent. Toutefois, dans le cas de certaines pratiques nécessitant un investissement initial, seuls les propriétaires peuvent en bénéficier.

La durée du contrat est de trois ans renouvelable deux fois, ce qui la porte à neuf ans, en tout. En matière de pénalités, les producteurs qui ne respectent pas leurs engagements contractuels ne recevront pas d'aide pour l'année en question, et ceux qui souhaitent résilier leur contrat avant échéance devront rembourser la moitié des montants annuels des années restantes (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada). Tous les participants au programme reçoivent le même montant pour une PGB donnée.

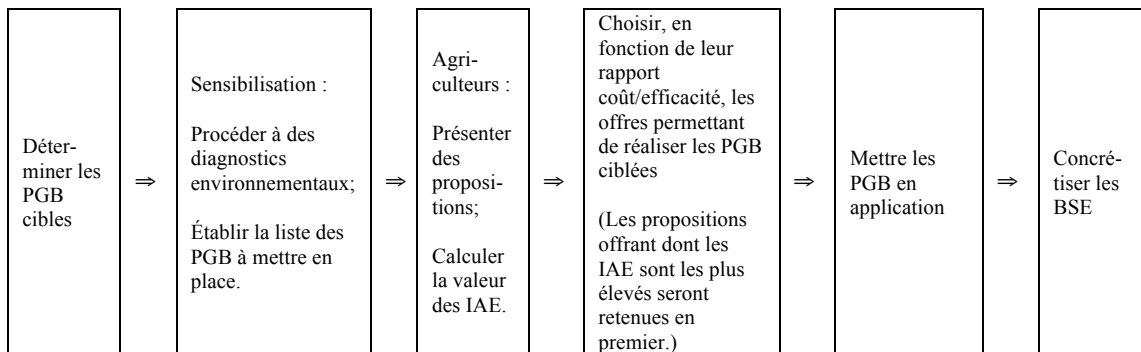
2.3. Politique de paiements mixtes : paiements uniques et paiements annuels :

Dans ce scénario de politique, les pratiques seront rémunérées par l'entremise de paiements uniques ou annuels, selon qu'elles génèrent d'importants investissements initiaux ou des dépenses ordinaires. Les PGB sont classées en fonction de leur efficacité environnementale (coûts/BSE obtenus). Par ailleurs, celles qui seront les plus efficaces seront les premières à être recommandées et mises en application. Enfin, les pratiques seront intégrées au portefeuille de la politique jusqu'à ce que les objectifs environnementaux soient atteints.

2.4. Le système des enchères

Une enchère est une institution du marché avec un ensemble de règles explicites qui déterminent l'allocation de ressources et les prix en fonction des offres des intervenants sur le marché. Voici la manière dont le système d'enchères fonctionne lorsqu'on y recourt pour obtenir des BSE dans le domaine agricole : les producteurs bénéficiant du programme proposent le montant d'argent qu'ils souhaiteraient recevoir et leur permettrait de mettre en œuvre une PGB. Ainsi, seules les propositions offrant le meilleur

ratio avantage/coût environnemental obtenu seront retenues, jusqu'à ce que les objectifs environnementaux soient atteints.



Cette description signifie que les objectifs environnementaux visés et les PGB correspondantes sont clairement définis. Les propositions des producteurs doivent être analysées et classées en fonction des indices des avantages pour l'environnement (IAE) qui sont d'une complexité variable et qui tiennent compte des caractéristiques propres à chaque cas. Ces indices expriment la relation entre l'avantage environnemental obtenu (baisse de la teneur en phosphore de l'eau ou préservation/création d'habitats fauniques) et le coût d'une proposition.

Les systèmes des enchères permettent de combler les lacunes en matière de renseignements qui entravent l'élaboration des politiques agroenvironnementales. Bien que les décideurs du gouvernement connaissent mieux la manière dont les PGB peuvent contribuer à réaliser des BSE, ils ne connaissent pas le véritable coût qui découle de l'application de ces pratiques. En revanche, les agriculteurs connaissent mieux les coûts réels d'application des pratiques, mais ils ignorent l'incidence de ces dernières sur l'environnement. Les enchères permettent aux décideurs d'informer les producteurs sur les conséquences environnementales des PGB. Quant aux agriculteurs, ils se servent de leurs propositions pour indiquer aux décideurs les coûts relatifs à la mise en œuvre de ces pratiques.

Les enchères réduisent les coûts privés, car la concurrence pour obtenir des fonds fait que les producteurs qui prennent part à ces enchères proposent des prix aussi proche que possible des coûts réels qu'ils ont encourus, au lieu d'essayer d'obtenir le plus important paiement possible. Ce système permet aussi aux gouvernements d'atteindre systématiquement un plus grand nombre d'agriculteurs et de conclure des conventions collectives.

2.5. Régimes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires

D'abord conçus et mis en place aux États-Unis pour lutter contre la pollution de l'air, ces régimes se sont multipliés dans le domaine de l'amélioration de la qualité de l'eau. L'étude présente traitera des dispositions permettant d'améliorer la qualité de l'eau en réduisant la teneur en phosphore des eaux résiduaires des exploitations agricoles.

Le processus d'échange de droits en matière d'eaux résiduaires se fonde sur le fait que les coûts de réduction de la pollution en vue de la ramener à un niveau donné ne sont pas les mêmes pour tous les participants du système. Les coûts de réduction de la pollution diffèrent d'une source de pollution à une autre, ce qui explique la nécessité de l'échange de crédits. En fait, ceux pour qui les coûts de lutte contre la pollution sont élevés préfèrent acheter des réductions ou des droits de rejet d'eaux résiduaires auprès d'autres dont les coûts sont inférieurs aux leurs, plutôt que de réduire leurs propres rejets d'eaux résiduaires. De plus, ceux dont les coûts de réduction sont plus faibles sont encouragés à réduire leurs rejets d'eaux résiduaires au-delà du niveau exigé par le permis qui leur a été accordé, puisqu'ils peuvent vendre leurs droits de rejet d'eaux résiduaires à un prix supérieur aux coûts de réduction. Ainsi, la société se retrouve ainsi gagnante, car les forces du marché permettent d'atteindre un objectif environnemental donné en réduisant, dans la mesure du possible, les rejets d'eaux résiduaires à moindre coût.

Malgré les difficultés liées à la mise en œuvre des programmes (p. ex., l'incertitude par rapport aux réductions des rejets d'eaux résiduaires réalisées à l'aide des PBG), la valeur de ces initiatives ne cesse d'augmenter du fait de caractéristiques très attrayantes :

1. Ce type d'instrument est particulier et peut s'adapter aux situations particulières – il s'agit d'un système décentralisé;
2. La démarche se fonde sur des procédés innovants;
3. La participation des agriculteurs et de leurs associations locales constitue un élément fondamental – il s'agit de régimes facultatifs.

Tout compte fait, la mise en place de tels systèmes est justifiée par les grands défis environnementaux que la société doit relever. En effet, cela peut se faire si le niveau cible pour un bassin hydrographique donné est clairement défini. Par ailleurs, la disposition à fournir de l'aide juridique, institutionnelle et financière à de tels initiatives (projets pilotes, entre autres), en plus de la volonté du gouvernement, existe à l'échelle nationale.

La présente étude traite aussi d'un système dit de « plafonnement et échange », fondé sur le fait que le gouvernement établit une limite supérieure absolue d'émissions pour toutes les sources visées par le programme. Cette limite se détermine en fonction de l'objectif environnemental que l'on s'est fixé. Les permis d'émission ou de rejet sont alors accordés à ceux dont la valeur totale des émissions et des rejets correspond à cette limite supérieure. Les participants au programme peuvent échanger les permis entre eux. Cet échange permet à chacun d'adopter la stratégie qui lui convient, en fonction des coûts relatifs de l'option de base qui consiste soit à mettre en place des pratiques ou des technologies qui l'aident à réduire ses rejets d'eaux résiduelles, soit à racheter des droits de rejet auprès d'autres participants au programme. Il en résulte que les participants dont les coûts de réduction des eaux résiduelles sont les plus faibles sont ceux qui permettent d'atteindre le niveau de réduction des émissions ciblé. De tels programmes sont donc plus efficaces et contribuent à la réduction du coût total des mesures entreprises en vue d'atteindre un objectif environnemental donné. Par ailleurs, étant donné que le niveau de pollution est fixé à un seuil limite (ou plafond), ce système est également appelé « système fermé ».

La partie 2 du rapport technique de l'*Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)* contient davantage de précisions sur les choix et les définitions des options de politique.

3. SÉLECTION DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES PRIORITAIRES

3.1. Objectifs et critères de sélection

Pour comparer les coûts et les bénéfices de différentes politiques qui appuient la production de biens et services écologiques et pour déterminer celles qui permettent d'atteindre le niveau de BSE visé à moindre coût, notre analyse a commencé par traiter du cas d'un bassin hydrographique choisi en fonction de critères de sélection prédéterminés.

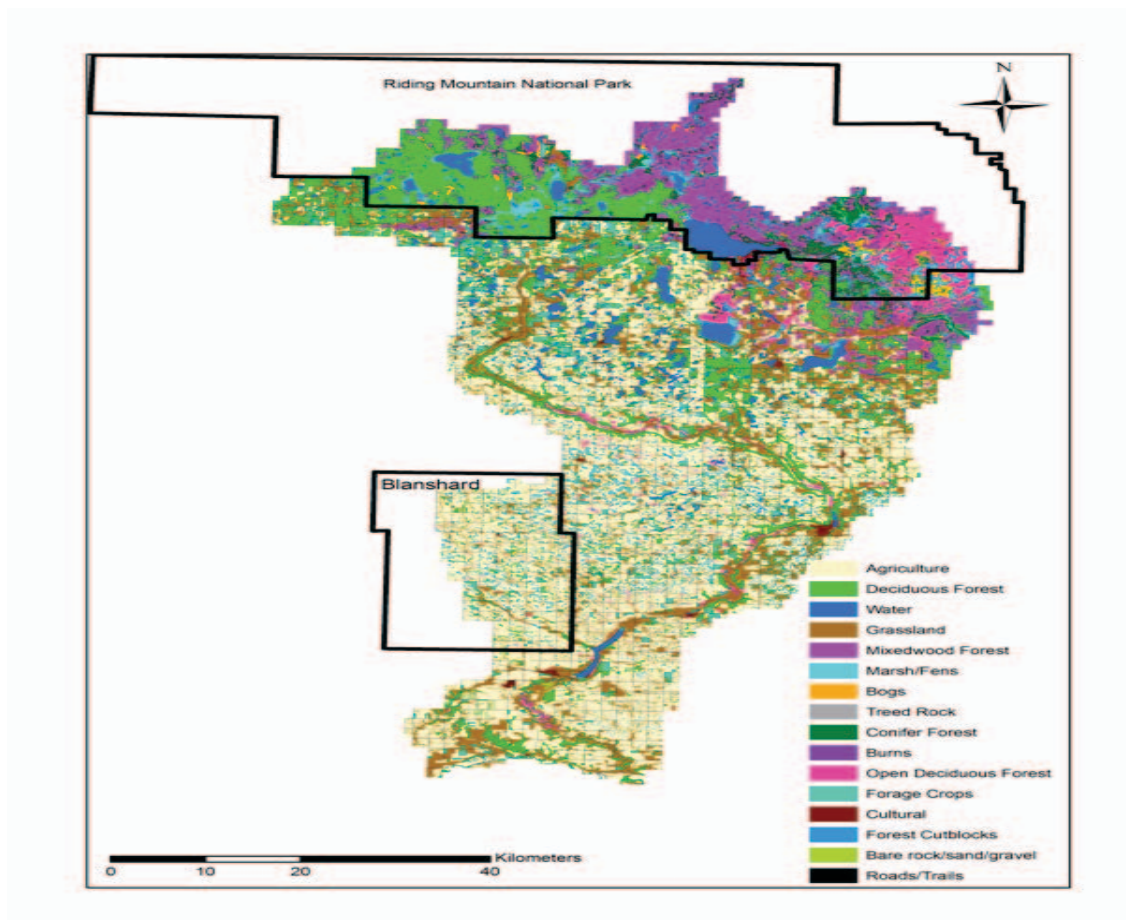
Voici les points dont ces critères tiennent compte :

- L'emplacement du bassin hydrographique;
- Seuls les bassins hydrographiques se trouvant dans d'importantes régions agricoles ont été pris en compte;
- La taille du bassin hydrographique;
- Les bassins hydrographiques dont la superficie est inférieure à 1 500 km² n'ont pas été pris en considération;
- La valeur du bassin hydrographique sur le plan agricole;

- Plus de 30 % des bassins hydrographiques choisis doivent convenir à la culture;
- La diversité des pratiques agricoles;
- Illustrée par la densité faunique du bassin hydrographique;
- La présence de problèmes écologiques de source agricole;
- Pour produire des biens et services écologiques, le bassin hydrographique choisi doit avoir des problèmes écologiques de source agricole;
- Les données disponibles.
- Il est essentiel d'observer ces critères, afin de donner une image précise du terrain et d'en effectuer une analyse fiable.

Cette analyse a permis de conclure que les deux bassins hydrographiques qui serviraient de témoins sont le bassin hydrographique de la **rivière Little Saskatchewan**, au Manitoba (pour représenter la région de l'Ouest du Canada) et le **sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet**, au Québec (pour représenter la région du Centre et de l'Est du Canada).

BASSIN DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN





La partie 1.1 du rapport technique de l'Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE) contient davantage de précisions sur les bassins hydrographiques témoins.

4. SÉLECTION DES BIENS ET SERVICES ÉCOLOGIQUES PRIORITAIRES

La partie présente porte sur une vaste gamme de BSE, dont seuls deux ont été pris en considération par la présente étude : l'amélioration de la qualité de l'eau grâce à la réduction de sa teneur en phosphore et l'habitat faunique.

Le tableau ci-dessous contient une longue liste de BSE cités dans les œuvres de plusieurs auteurs. Elle énumère 27 BSE triés selon les fonctions de l'écosystème qu'ils favorisent. Lorsqu'on y jette un regard, on se rend compte que certains BSE, tels que la pollinisation des cultures et la régulation du climat, bénéficient d'une approbation unanime, alors que d'autres, tels que la résistance de l'écosystème aux espèces envahissantes, ne sont cités que par un ou deux auteurs.

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

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

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

Ce tableau nous permet de déterminer les BSE qui sont les plus susceptibles d’être influencés par les mesures agroenvironnementales. Ces BSE concernent différents éléments de l’environnement naturel et social. Il est clair que les pratiques de gestion bénéfiques génèrent directement ou indirectement un grand nombre de BSE. Il est donc nécessaire de déterminer les BSE prioritaires qui permettront d’atteindre les objectifs de cette étude. Ainsi, voici la liste des BSE sur lesquels porte notre analyse et qui restent après avoir écarté ceux qui ne sont pas considérés comme prioritaires :

- Préservation/rétablissement de la qualité physique de l’eau;
- Préservation/rétablissement de la qualité biochimique de l’eau;
- Préservation/rétablissement de l’équilibre hydrique;
- Préservation/rétablissement de la biodiversité dans les milieux humides et aquatiques;
- Création d’habitats;
- Préservation/rétablissement de milieux adaptés aux loisirs;
- Protection des paysages.

Il va de soi que les BSE susmentionnés sont associés à divers types d’utilisation sociale. Relativement quantifiables, grandement influencés par la mise en place des PGB et perceptibles par le public, ils sont considérés comme étant prioritaires, compte tenu des objectifs que notre analyse s’est fixés.

Les BSE prioritaires que nous avons déterminés sont quantifiables sur le plan physique; par ailleurs, leurs changements biophysiques sont importants et perceptibles par le public. Lorsque les données concernant les BSE considérés comme prioritaires nous faisaient défaut, nous avons reporté notre attention sur la qualité biochimique de l’eau et la création de l’habitat. La qualité de l’eau sur le plan biochimique est alors évaluée en fonction de la concentration (en mg/l) du phosphore total (PT). Quant à la création de l’habitat, elle s’évalue en fonction de la superficie (en hectares) des milieux humides et des boisés. Le tableau ci-dessous résume ces choix :

BSE prioritaires choisis pour la présente étude	Paramètre
Préservation/rétablissement de la qualité biochimique de l’eau;	- Teneur de l’eau en phosphore
Création d’habitats;	- Milieux humides - Zones boisées

4.1. Teneur de l'eau en phosphore

Le phosphore total contenu dans les eaux de surface est depuis longtemps considéré comme un bon indicateur de la richesse de ces milieux en éléments nutritifs. Seule une petite partie du phosphore présent dans le sol est absorbée par les plantes et les autres organismes. Une autre partie est emportée vers les cours d'eau par le ruissellement. Bien qu'il fasse partie du cycle naturel, le phosphore est maintenant présent en excès dans de nombreux milieux aquatiques de par le monde, ce qui entraîne des problèmes d'eutrophisation des eaux de surface (prolifération des algues, foisonnement de plantes aquatiques, manque d'oxygène, mauvaises odeurs, mortalité piscicole, etc.). Au Québec, l'activité agricole est souvent citée comme étant la cause principale de la teneur excessive en phosphore de l'eau; par ailleurs, les préoccupations concernant la qualité de l'eau du lac Winnipeg, à l'Ouest du Canada, laissent entendre qu'on est en présence du même problème.

Prendre en compte ce paramètre (teneur de l'eau en phosphore total), lors de l'analyse des politiques visant la mise en application efficace de certaines PGB en vue d'améliorer la situation globale de l'environnement et des écosystèmes, favorisera probablement la mise en place de politiques à long terme. Étant donné que cet élément est stocké dans le sol, on ne peut en mesurer les réductions et en rendre compte à court terme. De plus, le fait de réduire la teneur de phosphore en eau pourrait éventuellement avoir des effets bénéfiques indirects sur d'autres paramètres de qualité de l'eau, tels que la turbidité et la présence de solides en suspension.

4.2. Milieux humides

Les milieux humides (marécages, marais, étangs saisonniers et les tourbières) attirent une faune diversifiée. Il y a diverses espèces rares ou menacées qui les habitent. La diversité, l'étendue et la profondeur de la flore qui s'y trouve sont des indicateurs de la qualité de l'environnement. Selon Environnement Canada, la détérioration et la disparition de ces milieux entraînent la perte d'écosystèmes et des impacts négatifs sur les êtres humains auxquels ils sont étroitement liés. Il ne fait aucun doute que les milieux humides ont une fonction de filtration de l'eau qu'aucun autre écosystème ne peut assurer. En absorbant le surplus des éléments et des polluants, les milieux humides non seulement améliorent la qualité de l'eau, mais jouent également un rôle dans le processus de recyclage d'éléments, tels que l'azote et le phosphore.

Par ailleurs, les milieux humides offrent de nombreux avantages socio-économiques, étant donné qu'ils peuvent, grâce à l'écotourisme, générer des retombées économiques au profit des communautés voisines.

Ils représentent aussi un grand intérêt pour la recherche scientifique. Le fait de tenir compte de ce paramètre permettra, lors de l'analyse des politiques visant la mise en application efficace de certaines PGB, de favoriser le développement économique et la préservation de la biodiversité de l'environnement.

4.3. Zones boisées

De nombreux biens et services écologiques sont liés aux forêts. Ces dernières abritent de nombreuses espèces de flore et de faune, notamment celles qui sont rares ou menacées. Il en résulte qu'elles sont essentielles pour la préservation de la diversité biologique. Dans l'environnement agricole, elles peuvent servir de brise-vent, afin de réduire l'érosion éolienne du sol. Elles réduisent aussi l'écoulement de surface et l'érosion hydrique du sol, ce qui améliore la qualité de l'eau, grâce à la réduction des charges d'engrais et des solides en suspension. De plus, les forêts favorisent grandement l'alimentation des eaux souterraines.

Les boisés jouent aussi un rôle socio-économique en contribuant à la qualité du paysage et en favorisant le tourisme.

5. NIVEAUX ACTUELS ET CIBLES DES BSE PRIORITAIRES

La présente analyse se fonde sur l'hypothèse suivante : compte tenu des similitudes notées dans les environnements agricoles provinciaux, dans les problèmes environnementaux et dans les PGB qui peuvent être mises en œuvre, les objectifs environnementaux définis dans les programmes et les politiques du Québec sont caractéristiques de ceux qui doivent être réalisés dans le Centre et l'Est du Canada. Quant aux objectifs environnementaux définis dans les programmes et les politiques du Manitoba, ce sont des exemples typiques de ceux qui doivent être atteints dans l'Ouest canadien.

Les niveaux cibles des BSE prioritaires tiennent compte des critères environnementaux officiels. Il s'agit des critères contenus dans les politiques que les gouvernements du Québec et du Manitoba ont déjà adoptées ou dans les directives d'Environnement Canada concernant la superficie minimale des habitats dans les bassins hydrographiques.

	Bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) – Québec (Centre et Est du Canada)	Rivière Little Saskatchewan – Manitoba (Ouest du Canada)
<u>Qualité de l'eau</u>		
→ Phosphore	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Niveau cible : 0,036 mg/l (part de l'agriculture par rapport à l'objectif global de 0,03 mg/l) ◦ Niveau de référence : 0,036 mg/l (niveau du phosphore à 85 % de la mise en application des PGB) ◦ Niveau actuel : 0,036 mg/l 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Niveau cible : 0,036 mg/l ◦ Niveau de référence/Niveau actuel : 0,036 mg/l
<u>Qualité de l'habitat de la faune</u>		
→ Milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Préservation des milieux humides existants ◦ Accroissement de la zone de milieux humides en réduisant les cultures dans les plaines inondables 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Accroissement de la zone des milieux humides
→ Zones boisées	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Préservation des boisés actuels 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Accroissement de la superficie des boisés

La partie 1.3 du rapport technique de l'*Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)* contient davantage de précisions sur le niveau de priorité des BSE.

5.1. Sélection des Pratiques de gestion bénéfiques (PGB)

La présente partie énumère et décrit brièvement toutes les PGB sélectionnées en vue d'atteindre les niveaux cibles des BSE. Le tableau suivant résume les différentes PGB qui ont été sélectionnées pour les deux cas à l'étude.

	Qualité de l'eau (phosphore)	Habitat (milieu humide et boisé)	
		Milieus humides	Boisés
Bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) – Québec	<ul style="list-style-type: none"> • Zones riveraines tampons (boisées et herbeuses, 10 m) • Cultures couvre-sol (pour les céréales et le maïs) • Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol) 	<ul style="list-style-type: none"> • Retirer les terres sujettes aux inondations de la production • Maintenir les milieux humides actuels dans les zones agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir les forêts actuelles dans les zones agricoles
Rivière Little Saskatchewan (Manitoba)	<ul style="list-style-type: none"> • Zones riveraines boisées tampons (10 m) • Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides • Cultures couvre-sol d'hiver • Travail de conservation du sol (ou culture sans labour) • Entreposage du fumier 	<ul style="list-style-type: none"> • Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides 	<ul style="list-style-type: none"> • Zones riveraines boisées tampons (10 m)

• Qualité de l'eau (phosphore)

Le choix des PGB permettant d'atteindre les niveaux de BSE visés a d'abord été fondé sur la disponibilité des renseignements sur l'efficacité de chacune des pratiques, notamment en ce qui concerne le phosphore. Parmi les coefficients d'efficacité cités dans la documentation, nous avons arrêté notre choix sur ceux de la Conservation de la Nation Sud (2003), car ils nécessitaient peu de renseignements et ils étaient faciles à utiliser. En effet, les coefficients de la CNS nous ont permis d'évaluer, de manière relativement équitable, l'incidence de chacune des PGB, puisque ces dernières ne sont mises en place qu'après l'approbation unanime de plusieurs experts de l'Ontario et après l'examen approfondi du dossier relatif à chacune d'elle. Ces coefficients sont utilisés dans le cadre du projet pilote appelé Programme de gestion du phosphore total, que le ministère de l'Environnement de l'Ontario a mis en œuvre pour l'échange de crédits de qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Nation Sud.

Plus près des Prairies canadiennes, des taux d'efficacité de PBG ont également été appliqués par l'Idaho Soil Conservation Commission (ISCC) dans le cadre d'un programme d'échange de crédits de qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la basse rivière Boise (ISCC, 2002). Les coefficients d'efficacité ne sont pas si différents de ceux de la Conservation de la Nation Sud.

Les paragraphes suivants décrivent brièvement chaque PGB, visée par la présente étude, en matière de phosphore.

- Entreposage du fumier

Bien que le mode d'entreposage (solide, semi-solide ou liquide) détermine la quantité d'éléments nutritifs végétaux que la gestion du fumier permet de préserver, cette pratique de gestion bénéfique dépend grandement de la méthode et du moment d'épandage, ainsi que du temps d'assimilation par le sol. Le système d'entreposage idéal devrait empêcher la perte d'éléments nutritifs durant l'entreposage et assurer une capacité suffisante jusqu'à ce que le champ soit entièrement couvert. Par ailleurs, l'épandage devrait se faire d'une manière qui réduise la pénétration, par ruissellement, des éléments nutritifs dans le sol ou dans les eaux de surface.

- Zones riveraines tampons

Les zones riveraines tampons jouent un rôle important, non seulement dans la protection de la qualité de l'eau et de l'habitat, mais aussi dans la régularisation du débit d'eau et la stabilisation des rives. Le terme « zone » fait référence à différents sortes de végétation qui peuvent se trouver au bord d'un plan d'eau, telles que les zones exclusivement recouvertes de plantes fourragères ou celles recouvertes par une végétation variée, telle que les buissons et les arbres, en plus des plantes fourragères. En règle générale, les espèces de plantes doivent être appropriées, rustiques et non envahissantes. Dans certains cas, les espèces semées dans les zones riveraines peuvent représenter une source de revenu pour les agriculteurs.

- Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol)

Le travail de conservation du sol est une pratique de gestion bénéfique qui consiste à laisser au moins 30 % de la surface du sol couverte de résidus (tiges, feuilles, paille de la moisson précédente) après l'ensemencement. Cette pratique s'applique en deux étapes principales :

- la première consiste à défoncer ou à soulever la terre au lieu de la retourner;
- quant à la deuxième, elle consiste à préparer les sillons, aplanir le sol (en faisant passer une ou deux fois l'équipement) et incorporer les engrais et les herbicides.

Cette pratique préserve la qualité de l'eau de bien des manières, notamment en limitant l'érosion éolienne et hydrique, grâce à une meilleure couverture et à une plus grande teneur du sol en matière organique. Le travail de conservation du sol présente de nombreux avantages non environnementaux, tels que la réduction du temps nécessaire à la préparation du sol. Toutefois, nous devons être conscients du fait que cette PGB dépend d'une bonne maîtrise des cultures et des résidus, ainsi que de la lutte efficace contre les mauvaises herbes.

- Cultures couvre-sol

Généralement, les cultures couvre-sol sont utilisées pour assurer la protection du sol pendant les périodes où il n'est pas possible de planter des cultures commercialisables. Ces cultures permettent de limiter

l'érosion et le ruissellement. Elles réduisent la quantité de terre et d'éléments nutritifs emportés vers les eaux de surface. L'enrichissement du sol en matières organiques et l'amélioration de la structure du sol sont d'autres avantages que cette pratique offre.

- Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides

Cette pratique consiste à transformer les terres agricoles les moins productives en milieux humides pour que ces derniers servent d'habitats à diverses espèces animales, tout en réduisant la quantité de phosphore qui pénètre dans les rivières.

- Habitat

Pour ce qui est de l'habitat, le choix des PGB est assez évident pour les deux bassins hydrographiques. Voici les PGB proposées pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) : 1) retirer les terres sujettes aux inondations de la production; 2) préserver les milieux humides existants; 3) préserver les forêts existantes. Quant au bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, voici les PGB proposées : 1) convertir les terres agricoles marginales en milieux humides; 2) créer des zones riveraines boisées tampons.

Les paragraphes suivants décrivent brièvement chaque PGB, visée par la présente étude, en matière d'habitat, sauf celles qui ont déjà été présentées dans la partie traitant de la qualité de l'eau.

- Maintenir les milieux humides et les forêts actuels dans les zones agricoles

Divers milieux humides et boisés sont nettoyés et cultivés chaque année, essentiellement parce qu'ils sont très fertiles. Généralement, cette PGB consisterait à préserver les milieux humides et les forêts dans les zones agricoles, puisque ces milieux sont vitaux pour la faune.

Il s'agit d'un nouveau genre d'intervention visant la protection agroenvironnementale. Le programme manitobain des Services de diversification des modes d'occupation des sols appelé Alternative Land Use Services (ALUS) est sans doute le programme le plus développé du genre au Canada jusqu'à ce jour. Il offre aux agriculteurs, selon leur cas, des dédommagements en fonction de la superficie des terres consacrée à la préservation de divers milieux naturels dans les régions agricoles. Pour ce qui est des milieux humides, le niveau des dédommagements varie en fonction de l'utilisation des terres qui ne servent pas aux activités agricoles, qui sont consacrées à la culture de plantes fourragères ou qui servent de pâturage. La PGB dont traite cette analyse se fonde sur la première de ces options : la préservation des milieux humides et des boisés en vue de les maintenir à l'état naturel.

- Retirer les terres sujettes aux inondations de la production

Cette pratique consiste à remettre les plaines agricoles inondables dans leur état naturel pour qu'elles servent d'habitat à diverses espèces animales. À l'instar de la conservation des milieux humides et des

boisés, la future généralisation de cette pratique se limitera essentiellement aux zones existantes des bassins hydrographiques.

La partie 1.4 du rapport technique de l'*Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)* contient davantage de précisions sur les PBG.

6. TAUX D'ADOPTION DES PGB REQUIS POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

La présente partie examine brièvement des pratiques choisies pour chaque politique, leurs taux d'adoption et les progrès réalisés sur le plan environnemental.

Le choix des PGB pour chaque politique se fonde sur plusieurs principes décrits sommairement ci-dessous. Le portefeuille de chaque PGB atteint les objectifs en matière de qualité de l'eau et de l'habitat.

Pour les paiements annuels, nous ne prenons en considération que les PGB qui n'engendrent pas de coûts annuels, mis à part les coûts de renonciation. Lorsqu'il y a des coûts annuels, on recourt automatiquement aux paiements annuels, sinon les producteurs auront de bonnes raisons de ne pas respecter leurs engagements, tout en gardant le paiement unique qu'ils auront déjà reçu. Ainsi, pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), on utilise les paiements uniques pour les zones tampons herbeuses, car aucun entretien annuel n'est requis. Quant aux paiements annuels, ils sont plus adaptés aux zones riveraines boisées, car ils impliquent un entretien annuel plus important. En appliquant le même principe, les cultures couvre-sol devraient être financées par les paiements uniques, car les coûts annuels d'ensemencement et de labourage sont insignifiants. Par ailleurs, puisque les terrains agricoles à proximité de la rivière Nicolet sont considérés comme étant riches en minéraux, les producteurs ne tirent aucun avantage de cette pratique et, par conséquent, ils ne l'adoptent pas, même si les coûts qui en découlent sont minimes. En vue de les aider à franchir cette barrière, on tient compte des frais afférents à cette pratique dans les paiements annuels qui couvrent leurs coûts annuels et on leur offre un paiement initial pour prendre en charge les frais liés à l'aide technique.

La sélection des PGB pour les paiements uniques et les paiements annuels se fonde respectivement sur leur coût par kilogramme de phosphore éliminé et leur coût par hectare d'habitat préservé. Ainsi, on choisit les PGB les plus rentables par rapport à chaque avantage environnemental, jusqu'à ce que les objectifs écologiques soient atteints. Quant aux autres, elles sont écartées.

Pour les instruments économiques, les PGB sont aussi sélectionnées en fonction de leur coût par rapport à chaque avantage environnemental. Cela dit, nous considérons dans ce cas-ci que les producteurs perçoivent le coût réel et non pas le coût moyen estimé par le programme de mesures incitatives. Ainsi, les taux d'adoption sont différents de ceux de la politique de paiements mixtes, même si les PGB se trouvent être les mêmes.

Les taux d'adoption cibles pour les PGB concernant le phosphore sont déterminés en fonction de deux facteurs : 1) des niveaux réalistes que nous avons définis après avoir consulté des agronomes des régions concernées; 2) l'obligation d'atteindre les objectifs concernant le phosphore. Alors qu'il est facile de respecter le niveau réaliste, lorsqu'on dispose d'un choix de PGB suffisant, ce niveau est dépassé lorsqu'il n'y a pas d'autre PGB qui permette d'atteindre les objectifs en matière de phosphore pour la politique en question. C'est le cas pour les zones riveraines boisées tampons du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est). Même si l'on considère qu'un taux d'adoption de 60 % est réaliste pour cette région, on y applique tout de même celui de 80 %, car les deux autres PGB disponibles atteignent, ou dépassent, leurs taux d'adoption réalistes (80 % pour les cultures couvre-sol et 20 % pour les cultures intercalaires ou les cultures couvre-sol pour le maïs).

**TRI PAR POLITIQUE DU PORTEFEUILLE DE PGB APPLIQUÉES AU BASSIN
 HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (EST)**

	Taux d'adoption cibles					Cible en matière de qualité de l'eau cible	Cible en matière d'habitat
	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables		
Zones riveraines boisées tampons	-	80 %	-	-	-	0,036 mg de PT/l	-
Zones riveraines herbeuses tampons	60 %	-	60 %	50 %	50 %		
Cultures couvre-sol (pour les céréales)	40 %	80 %	40 %	94 %	94 %		
Cultures intercalaires	-	20 %	-	-	-		
Travail de conservation du sol et culture sans labour	70 %	-	70 %	12 %	12 %		
Préservation des boisés	3 %	3 %	3 %	4,23 %	-	-	1 165 ha (825 ha de boisés, 310 ha de milieux humides et 30 ha de plaines inondables) ou (1 165 ha de boisés)
Préservation des milieux humides	80 %	80 %	80 %	-	-		
Retirer les terres sujettes aux inondations de la production	80 %	80 %	80 %	-	-		

**TRI PAR POLITIQUE DU PORTEFEUILLE DE PGB APPLIQUÉES AU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA
 RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

	Taux d'adoption cibles					Cible en matière de qualité de l'eau cible	Cible en matière d'habitat
	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables		Paiements uniques et annuels
Cultures couvre-sol (pour les céréales)	-	8 %	-	1,8 %	1,8 %	0,050 mg de PT/l	-
Entreposage du fumier	5 %	-	6,03 %	0,01 %	0,01 %		-
Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides	3 %	3 %	-	-	-		550 ha (de milieux humides ou d'habitats terrestres)
Zones riveraines tampons boisées	-	80 %	-	-	-		
Zones riveraines tampons herbeuses	80 %	-	100 %	100 %	100 %		

Il est important de noter que les deux objectifs environnementaux restent constants quelle que soit la politique adoptée dans les deux bassins hydrographiques : 0,036 mg de PT/l et 1 165 ha d'habitat pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) et respectivement 0,05 mg de PT/l et 550 ha d'habitat pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan. Par ailleurs, puisque les objectifs concernant la composition de l'habitat ne sont pas les mêmes pour les deux bassins hydrographiques (p. ex., 550 ha de milieux humides pour les paiements uniques et annuels et, dans le cas du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, 550 ha d'habitat terrestre pour les autres politiques), les avantages financiers qui y sont liés diffèrent eux aussi.

Les parties 1.5 et 2 du rapport technique de l'*Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)* décrivent la méthode utilisée pour évaluer le niveau d'adoption des PGB requis pour atteindre les objectifs en matière de BSE.

7. COÛTS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LA MISE EN ŒUVRE DES POLITIQUES

Le tableau suivant résume les paiements nécessaires pour la mise en œuvre des PGB requises pour réaliser les BSE visés par chacune des cinq politiques examinées.

PAIEMENTS TOTAUX DES DIFFÉRENTES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES DES RIVIÈRES NICOLET (EST) ET LITTLE SASKATCHEWAN

	Paiements totaux des différentes politiques appliquées dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) (en millions de dollars)	Paiements totaux des différentes politiques appliquées dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan (en millions de dollars)
Paiements uniques	1,75	2,55
Paiements annuels	4,2	6,71
Paiement mixtes (uniques et annuels)	1,68	0,60
Enchères	1,06	0,35
Permis échangeables (pour les permis provinciaux seulement, dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet)	0,55	0,32

Source : Calculs d'ÉcoRessources Consultants.

Il est clair que les niveaux des paiements accordés dans le cadre de politiques fondées sur des instruments économiques (enchères et permis échangeables) sont inférieurs à ceux qui sont accordés dans le cadre de politiques de paiements directs. La partie 3.2.1 du rapport technique de l'*Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)* explique la méthode utilisée pour évaluer ces coûts.

Le tableau suivant contient les coûts de transaction liés à l'administration de ces options et pris en charge par l'État sous forme de participation aux paiements de programme. La part de paiements et les paiements uniques sont les formes de paiements les moins onéreux, alors que les systèmes de permis échangeables sont ceux dont la mise en œuvre est la plus coûteuse.

COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES DIFFÉRENTES POLITIQUES

Politique	Coûts de transaction pris en charge par l'État (% des versements)	Coûts de transaction pris en charge par l'État (% des versements)
	Rivière Nicolet	Petite rivière Saskatchewan
Paielements uniques	9,4	9,4
Paielements annuels	11,1	11,1
Paielement mixtes (uniques et annuels)	11,1	11,1
Système d'enchères	11,9	11,9
Système de permis échangeables	13,8	26

La partie 3.2.2 du rapport technique de l'*Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE)* traite de la méthode utilisée pour évaluer ces coûts.

8. VALEURS MONÉTAIRES DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

Le présent rapport évalue, par la méthode de « transfert des avantages », la valeur pécuniaire des progrès environnementaux. Cette méthode applique aux objectifs environnementaux visés par la présente étude les résultats économiques d'autres études similaires. Elle fait appel essentiellement aux méta-modèles mis en place par Thomassin et Johnston (2008) pour la qualité de l'eau de surface et Borisova-Kidder (2006) pour les milieux humides et l'habitat terrestre.

La valeur des améliorations dépend de la volonté de payer des résidents des bassins hydrographiques visés par les études réalisées dans le but d'améliorer la qualité de l'eau et de l'habitat durant la période de validité des programmes qui est de neuf ans. Ces améliorations visent la qualité de l'eau potable et des activités, telles que la pêche, la nage et l'observation de la faune, en plus des espaces ouverts servant d'habitats.

Les estimations des avantages réalisées dans le cadre de la présente étude sont similaires à ceux d'études identiques, telles que celles d'Olewiler (2004) et de Thomassin et Johnston (2008).

Par exemple, les améliorations de la qualité de l'eau réalisées grâce à la concrétisation des objectifs fixés par cette étude concernant le phosphore sont évaluées à 10 \$ par ménage et par an dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est). Par ailleurs, elles sont évaluées à 19 \$ par ménage et par an dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan. La partie 4 du rapport technique de

l'Analyse de la rentabilité des options stratégiques en matière de biens et services écologiques (BSE) contient davantage de précisions sur la valeur pécuniaire des avantages environnementaux des améliorations visées.

9. ANALYSE DES AVANTAGES ET DES COÛTS DES DIFFÉRENTES POLITIQUES

Dans la présente partie, nous avons analysé les relations qui existent entre les avantages environnementaux obtenus et les coûts totaux des politiques appliquées dans les deux bassins hydrographiques en question : celui de la rivière Nicolet (Est) et celui de la rivière Little Saskatchewan.

Le tableau suivant illustre le coût total des politiques mises en œuvre dans les bassins hydrographiques des rivières Nicolet (Est) et Little Saskatchewan, en plus de la part des dépenses requises pour réaliser chaque avantage environnemental : amélioration de la qualité de l'eau et création d'habitats. Ces estimations combinent les paiements de programmes et les coûts de transaction susmentionnés dans la partie précédente.

Ce tableau montre que, dans les deux cas, le coût de mise en œuvre des politiques en fonction des paiements gouvernementaux est nettement supérieur à celui de la mise en œuvre des politiques fondées sur des instruments économiques. Les coûts de la politique des paiements annuels sont au moins deux fois plus élevés que ceux des paiements uniques, et huit fois plus élevés que ceux d'une politique fondée sur les permis échangeables dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est). Cependant, ils sont inférieurs aux coûts d'une politique similaire appliquée dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan.

**COÛTS TOTAUX DES DIFFÉRENTES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES
 DES RIVIÈRES NICOLET (EST) ET LITTLE SASKATCHEWAN**

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables
Bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) (en millions de dollars)					
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	1,50	5,25	1,51	0,82	0,62
Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat	0,67	0,61	0,61	0,37	-
Coûts totaux	2,17	5,85	2,11	1,19	-
Bassin de la rivière Little Saskatchewan (en millions de dollars)					
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	2,82	7,46	0,68	0,40	0,40
Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat	0,23	0,29	0,32	0,32	0,32
Coûts totaux*	2,82	7,46	0,68	0,40	0,40

Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB, qui ont une incidence sur la qualité de l'eau, contribuent également à l'accroissement de l'habitat. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat qui ne soit pas prise en compte pour l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux paiements d'amélioration de la qualité de l'eau.

Toutefois, une analyse plus détaillée révèle que les efforts requis pour atteindre le niveau ciblé en matière de qualité de l'eau sont nettement supérieurs aux efforts nécessaires pour préserver l'habitat dans les deux bassins hydrographiques. De plus, dans le cas d'une politique fondée sur les enchères, de la politique des paiements uniques et de celle des paiements mixtes, près des deux tiers des coûts sont consacrés à la réduction de la teneur en phosphore dans les cours d'eau du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), alors qu'un seul tiers suffit pour la préservation de l'habitat. Dans le cas de la politique des paiements annuels, 90 % des coûts sont utilisés pour réaliser la réduction de quantité de phosphore ciblée, et seuls 10 % sont nécessaires pour préserver l'habitat dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est).

Le tableau suivant illustre la relation entre la valeur des avantages environnementaux obtenus et le coût total des politiques appliquées dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est). D'emblée, nous constatons que si l'on considère la valeur totale des avantages environnementaux obtenus à l'aide des diverses PGB, la mise en place de ces politiques est justifiée, car dans chaque cas, le ratio avantage/coût est nettement supérieur à 1.

**RATIO AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX OBTENUS/COÛTS TOTAUX DANS LE BASSIN
 HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (EST)**

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(G) Ratio avantage/coût – Eau (A/D)	1,05	0,30	1,04	1,91	2,53
(H) Ratio avantage/coût – Habitat (B/E)	4,23	4,68	4,68	6,79	-
(I) Ratio avantage/coût – Eau et habitat (C/F)	2,03	0,75	2,08	3,43	-

La vision change, cela dit, en fonction du type d'avantage obtenu. Ainsi, en matière d'amélioration de la qualité de l'eau, bien que la plupart des politiques génèrent des bénéfices nets, la politique des paiements annuels présente une situation dans laquelle les bénéfices totaux ne représentent que 30 % des coûts. Ainsi, lorsqu'on la considère séparément, la politique des paiements annuels visant à améliorer la qualité de l'eau n'est pas rentable sur le plan social.

Quant à la création d'habitats, dont la valeur des avantages est nettement supérieure à celle de l'amélioration de la qualité de l'eau, l'analyse révèle que chacune des politiques permet de réaliser des bénéfices nets associés à cet avantage environnemental.

Dans le cas du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), les instruments économiques enregistrent les meilleurs résultats en matière de ratios avantage/coût pour chacun des avantages environnementaux, ainsi que pour les deux avantages pris ensemble. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création de l'habitat), la politique fondée sur les enchères enregistre le meilleur ratio avantage/coût (3,43), suivie par celle des paiements mixtes (2,08); puis, par celle des paiements uniques (2,03). De toutes les politiques examinées, la politique des paiements annuels a le plus bas ratio avantage/coût (0,75).

Les valeurs du ratio avantage/coût relatives au bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan sont presque les mêmes que celles du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), dans le sens où la conclusion est la même pour ce qui est de la rentabilité des différentes politiques examinées. Quant au bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), les instruments économiques enregistrent les meilleurs

résultats en matière de ratio avantage/coût pour la qualité de l'eau. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création de l'habitat), la politique fondée sur les enchères enregistre le meilleur ratio avantage/coût (3,85), suivie par celle des permis échangeables (3,81); ensuite, par celle des paiements mixtes (2,24); puis, par la politique des paiements uniques (0,19). De toutes les politiques examinées, la politique des paiements annuels a le plus bas ratio avantage/coût (0,07).

Les valeurs du ratio avantage/coût du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan sont généralement inférieures à celles du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), ce qui s'explique par deux facteurs : Premièrement, la population de ce bassin est nettement inférieure à celle du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est), ce qui entraîne des valeurs d'avantages nettement inférieures en ce qui concerne la qualité de l'eau, bien que la valeur par ménage soit supérieure (à cause d'une meilleure amélioration de la qualité de l'eau). Ainsi, les ratios avantage/coût sont plus petits pour ce qui est de l'amélioration de la qualité de l'eau. Seuls les instruments économiques génèrent des bénéfices nets, lorsque la qualité de l'eau représente le seul objectif environnemental (1,23 et 1,24 respectivement). Deuxièmement, compte tenu de l'objectif concernant la création d'habitat dans ce bassin hydrographique, les ratios avantage/coût associés à l'habitat sont également inférieurs, bien qu'ils demeurent nettement supérieurs à 1 pour toutes les politiques. Si l'on prend en considération les deux avantages, les paiements uniques et annuels (0,19 et 0,07) ne sont pas acceptables socialement, à cause de la faible incidence des avantages relatifs à la qualité de l'eau et de leurs coûts élevés.

**RATIO AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX OBTENUS/COÛTS TOTAUX DANS LE BASSIN
 HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
ratio					
Ratio avantage/ coût – eau	0,17	0,07	0,72	1,24	1,23
Ratio avantage/ coût – habitat	0,16	0,12	3,27	3,25	3,21
Ratio avantage/ coût – eau et habitat	0,19	0,07	2,24	3,85	3,81

10. EXTRAPOLATION DES COÛTS ET DES AVANTAGES

Dans le but de généraliser les conclusions de la présente étude à l'ensemble du Canada, nous avons extrapolé les coûts totaux des politiques pris en charge par l'État, ainsi que les avantages environnementaux qu'ils génèrent. Plus précisément, les coûts et les avantages estimés pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) sont convertis à l'échelle du Centre et de l'Est du Canada (Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve-et-Labrador); quant à ceux du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, ils sont convertis à l'échelle du Canada de l'Ouest (Colombie-Britannique, Alberta, Manitoba et Saskatchewan). Cela dit, il faut faire preuve de réserve quant à l'interprétation de ces résultats, parce que les données nécessaires pour une extrapolation détaillée n'étaient pas disponibles pendant la courte période accordée pour la réalisation de la présente étude.

10.1. Extrapolation des coûts

Les coûts totaux pris en charge par l'État concernant les politiques examinées sont convertis à l'échelle de l'ensemble des bassins hydrographiques agricoles des deux régions en ce qui concerne les avantages liés à la qualité de l'eau et à l'habitat. Idéalement, les avantages liés à la qualité de l'eau ne devraient être extrapolés qu'à l'échelle des bassins hydrographiques agricoles qui ont des problèmes de phosphore, mais vu l'absence de ce type de données dans les délais impartis, nous avons dû utiliser une échelle plus grande, celle de tous les bassins hydrographiques agricoles. Il en ressort que les coûts sont surestimés.

En fait, nous commençons d'abord par convertir les paiements que les producteurs agricoles reçoivent pour adopter les PGB cibles; ensuite, nous appliquons le pourcentage du coût de transaction pris en charge par l'État en vue d'estimer les coûts totaux à la charge de ce dernier. Pour toutes les PGB, nous appliquons les paiements unitaires par kg de phosphore, ainsi que le coefficient de rétention du phosphore de la Nation Sud et la superficie totale des terres cultivées ou de fumier. Les taux d'adoption cibles en matière de PGB concernant la qualité de l'eau sont les mêmes que ceux utilisés à l'échelle du bassin hydrographique. Il en découle que nous avons implicitement supposé que le niveau de phosphore cible est atteint à l'échelle des deux régions, dès que ces taux d'adoptions sont réalisés. Par ailleurs, l'objectif pour l'habitat est réévalué à l'échelle des deux régions, car il est déterminé en fonction du nombre d'hectares.

Plusieurs sources de données sont utilisées pour la conversion des coûts à une échelle supérieure :

- 1) Pour les PGB qui visent l'amélioration de la qualité de l'eau, nous avons utilisé les données relatives aux superficies des terres cultivées dans les bassins hydrographiques agricoles, soit les bassins hydrographiques dont plus de 5 % de la superficie est constituée de terres agricoles. Ces données proviennent du Bureau des politiques agro-environnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- 2) Pour les PGB de l'entreposage du fumier, nous avons utilisé les données du Recensement de l'agriculture de 2006 concernant la taille du bétail dans l'Ouest du Canada.
- 3) En ce qui concerne les PGB qui profitent aux milieux humides de l'Est du Canada, nous avons utilisé des données relatives à la superficie des milieux humides dans les bassins hydrographiques agricoles. Ces données proviennent, elles aussi, du Bureau des politiques agro-environnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- 4) Enfin, pour les PGB qui profitent aux boisés du Centre et de l'Est du Canada, nous avons utilisé des données relatives à la superficie des forêts dans les régions agricoles du Québec. Nous avons calculé le pourcentage des forêts préservées dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est); ensuite, nous avons appliqué ce pourcentage de la superficie des forêts du Québec (dans les régions agricoles seulement), avant d'ajuster la superficie des forêts protégées dans chaque province en fonction de la superficie totale de cette dernière. Il a fallu que nous fassions des calculs, parce que nous ne disposions pas de données concernant la superficie des forêts dans les bassins hydrographiques agricoles des deux régions au moment de réaliser la présente étude.
- 5) Dans le Centre et l'Est du Canada, les paiements annuels, d'un montant total de 1 334 millions de dollars, demeurent les plus élevés. Le classement général ne change pas, non plus : pour réaliser les objectifs environnementaux, les mécanismes économiques restent les instruments les moins chers (762 millions de dollars pour les enchères), suivis des paiements mixtes : uniques et annuels (898 millions de dollars); puis, des paiements uniques (898 millions de dollars) et enfin des paiements annuels. Ce classement est le même pour l'Ouest du Canada, ainsi que pour l'ensemble du pays. Dans l'Ouest, les mécanismes économiques restent les instruments les moins chers (107 millions de dollars pour les permis échangeables), suivis des paiements mixtes : uniques et annuels (180 millions de dollars); puis, des paiements uniques (4 485 millions de dollars) et enfin des paiements annuels (1 175 millions de dollars).

PAIEMENTS CUMULATIFS POUR LE CANADA

Région du Centre et de l'Est du Canada (en millions de dollars)

	Paiements uniques	Paiements annuels	Politique de paiements mixtes	Enchères	Permis échangeables
Qualité de l'eau	613	1 049	613	418	314
Habitat	285	285	285	343	-
Total	898	1 334	898	762	314

Région de l'Ouest du Canada (en millions de dollars)

	Paiements uniques	Paiements annuels	Politique de paiements mixtes	Enchères	Permis échangeables
Qualité de l'eau	485	1 175	180	119	107
Habitat	38	48	54	54	48
Total*	485	1 175	180	119	107

Canada (en millions de dollars)

Qualité de l'eau	1 098	2 224	793	537	421
Habitat	323	333	339	397	48
Total	1 421	2 557	1 132	934	469

Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat qui ne soit pas prise en compte pour l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux paiements d'amélioration de la qualité de l'eau.

Le tableau ci-dessous résume les coûts totaux pris en charge par l'État, répartis par objectif environnemental (qualité de l'eau et habitat), de toutes les politiques des deux régions à l'étude. Ces coûts montrent que dans les deux régions, ainsi que dans l'ensemble du Canada, le coût de mise en œuvre des politiques en fonction de paiements alloués par le gouvernement est nettement supérieur à celui de la mise en œuvre des politiques fondées sur les instruments économiques. De plus, les efforts nécessaires pour atteindre le niveau ciblé en matière de qualité de l'eau sont nettement supérieurs aux efforts requis pour la préservation de l'habitat. Ces résultats confirment ceux obtenus à l'échelle du bassin hydrographique.

COÛTS TOTAUX CUMULATIFS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LE CANADA

	Paiements uniques (en millions de dollars)		Paiements annuels (en millions de dollars)		Paiement mixtes (uniques et annuels) (en millions de dollars)		Enchères (en millions de dollars)		Permis échangeables (pour le phosphore uniquement) (en millions de dollars)	
	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	677	536	1 166	1 306	687	202	477	136	358	123
Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat	315	43	317	54	319	61	391	62	-	56
Coûts totaux²	992	536	1 483	1 306	1 006	202	868	136	358	123
	1 528		2 789		1 208		1 004		481	

Le tableau suivant illustre les estimations des coûts totaux de la mise en œuvre des cinq options de politique dans les provinces.

² Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat faunique. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat faunique qui ne soit pas prise en compte concernant l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux paiements d'amélioration de la qualité de l'eau.

Province	Coûts : (en millions de dollars)				
	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements annuels et uniques	Enchères	Permis échangeables
Île-du-Prince Édouard	19	27	20	14	10
Nouvelle- Écosse	18	25	18	13	4
Nouveau- Brunswick	30	36	30	19	7
Québec	347	507	352	344	114
Ontario	542	852	549	426	223
Terre-Neuve- et-Labrador	36	37	37	52	0
Manitoba	78	192	27	19	17
Saskatchewan	249	636	69	51	46
Alberta	197	454	96	61	55
Colombie- Britannique	13	23	10	6	5
Canada	1 528	2 789	1 208	1 004	480

10.2. Extrapolation des avantages

Nous suivons, lors de la conversion des avantages à une échelle supérieure, exactement les mêmes étapes que nous avons suivies lors de l'estimation de la valeur pécuniaire des avantages à l'échelle des deux bassins hydrographiques. La majorité des variables gardent la même valeur que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, à l'exception des variables représentant le revenu, le nombre de ménages, la superficie des boisés et des milieux humides préservés, ainsi que la proportion des milieux humides dans la province.

Dans le cas des avantages en matière de qualité de l'eau, nous considérons que tous les ménages d'une province, non seulement ceux résidant à proximité des bassins hydrographiques ayant des problèmes de phosphore, apprécient l'amélioration de la qualité de l'eau de ces bassins. Afin d'évaluer la valeur pécuniaire des avantages liés à la réduction du phosphore, toutes les données restent les mêmes que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, sauf pour ce qui suit :

- 1) La valeur du revenu et celle du revenu médian brut du ménage dans chaque province. Les données proviennent du Recensement de la population effectué par Statistique Canada en 2006 (Tableau 111-0009). Elles ont été converties en dollars américains, selon le taux de change de l'année 2002.
- 2) La volonté de payer par ménage est multipliée par le nombre total des ménages de la province (Recensement de la population de 2006)

Afin d'évaluer la valeur pécuniaire des avantages liés à la préservation des milieux humides, toutes les données restent les mêmes que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, sauf pour ce qui suit :

- 1) La valeur du revenu et celle du revenu médian brut du ménage dans chaque province. Les données proviennent du Recensement de la population effectué par Statistique Canada en 2006 (Tableau 111-0009). Elles ont été converties en dollars américains, selon le taux de change de l'année 2003.
- 2) La variable appelée « Proportion des milieux humides dans la région » reçoit la valeur relative à l'ensemble des bassins hydrographiques de la province. Ces données proviennent du Bureau des politiques agro-environnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- 3) Enfin, pour calculer la valeur de la variable appelée « Milieux humides préservés (ln) » (superficie en acres des milieux humides préservés - ln), nous calculons pour chacun des deux bassins hydrographiques le pourcentage de milieux humides préservés par rapport à l'ensemble des milieux humides du bassin hydrographique. Ensuite, nous considérons que ce pourcentage est représentatif de toutes les provinces de la région en question et nous l'appliquons à la superficie des milieux humides des bassins hydrographiques agricoles, afin d'obtenir la superficie des milieux humides à préserver à l'échelle de chaque province. Les calculs détaillés sont présentés dans l'Annexe 27, à la suite des paiements uniques du Centre et de l'Est du Canada.

Afin d'évaluer la valeur pécuniaire des avantages liés à la préservation des boisés, toutes les données restent les mêmes que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, sauf pour la variable appelée « Milieux humides préservés (ln) » (superficie en acres des milieux humides préservés - ln). Quant à la préservation des milieux humides, 1) nous calculons pour chacun des deux bassins hydrographiques le pourcentage de milieux humides préservés par rapport à l'ensemble des boisés du bassin hydrographique. Cependant, comme nous ne disposons pas, dans les délais impartis, des données relatives à la superficie des forêts dans les bassins hydrographiques agricoles des deux régions,

nous n'avons appliqué ce pourcentage qu'aux provinces du Québec et du Manitoba, respectivement pour 2) calculer la superficie des boisés préservés dans ces provinces, en appliquant les pourcentages aux forêts du Québec ou du Manitoba dans les régions agricoles; ensuite, 3) nous avons ajusté le résultat aux autres provinces en fonction de leur territoire par rapport au Québec ou au Manitoba. Les calculs détaillés sont présentés dans l'Annexe 27, à la suite des paiements uniques du Centre et de l'Est du Canada.

Dans le Centre et l'Est du Canada, l'avantage concernant l'habitat diffère quand il s'agit d'enchères, car la composition de l'environnement lié à cet objectif est aussi différente. Plus précisément, l'objectif concernant l'habitat tient compte des milieux humides et des boisés, quand il s'agit de paiements uniques, de paiements annuels et de paiements mixtes. En revanche, dans le cas des enchères, on ne prend en considération que les boisés. Pour l'Ouest du Canada, la composition de l'environnement visé par l'objectif concernant l'habitat change également en fonction de la politique appliquée : les paiements uniques et annuels s'appliquent aux milieux humides et toutes les autres politiques font référence aux boisés. Alors que la composition de l'environnement concerné par l'objectif en matière d'habitat diffère d'une politique à l'autre dans les deux régions, la superficie reste constante afin de maintenir le même niveau de préservation de l'habitat.

Dans le Centre et l'Est du Canada, la valeur des avantages liés à la qualité de l'eau (632 millions de dollars) est nettement supérieure à celle enregistrée dans l'Ouest du Canada. La différence s'explique par le nombre total des ménages, qui est nettement plus grand dans l'Est que dans l'Ouest. La valeur de la préservation de l'habitat est aussi plus grande dans l'Est (2 452 ou 3 257 millions de dollars) que dans l'Ouest (17 ou 257 millions de dollars), parce que l'objectif en matière d'habitat est nettement plus élevé à l'Est qu'à l'Ouest (1 615 ha contre 500 ha) et parce que la valeur d'une unité d'habitat dans l'Est est aussi supérieure à celle de l'Ouest. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus à l'échelle du bassin hydrographique.

**TABLEAU 1 : VALEURS CUMULATIVES DES AVANTAGES POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA,
 AINSI QUE POUR L'OUEST DU CANADA**

	Région du Centre et de l'Est du Canada	Ouest du Canada
	(en millions de dollars)	
	Pour les paiements uniques, annuels et mixtes	Pour les paiements uniques et annuels
Qualité de l'eau	632	273
Habitat (milieux humides)	404	17
Habitat (boisés)	2 048	-
Total	3 086	289
	Pour les enchères	Pour les paiements mixtes, les enchères et les permis échangeables
Qualité de l'eau	632	273
Habitat (boisés)	3 257	257
Total	3 890	530
	Pour les permis échangeables	
Qualité de l'eau	632	-
Total	632	

10.3. Analyse coûts-avantages des différentes politiques

Les conclusions tirées de l'analyse coûts-avantages relativement aux deux régions cumulées sont très proches des celles tirées à partir des estimations relatives aux bassins hydrographiques. Si l'on considère la valeur totale des avantages environnementaux obtenus à l'aide des diverses PGB, la mise en place de toutes ces politiques est justifiée, car dans chaque cas le ratio avantage/coût est nettement supérieur à 1. Ce résultat correspond à celui obtenu à l'échelle du bassin hydrographique.

RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
(A) Valeur des avantages concernant la qualité de l'eau	633	633	633	633	633
(B) Valeur des avantages concernant l'habitat	2 453	2 453	2 453	3 257	-
(C) Valeur totale des avantages (A+B)	3 086	3 086	3 086	3 890	-
(en millions de dollars)					
(D) Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	677	1 166	687	477	358
(E) Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat	315	317	319	391	-
(F) Coûts totaux (D+E)	992	1 483	1 006	868	-
(G) Ratio avantage/coût – Eau (A/D)	0,93	0,54	0,92	1,33	1,77
(H) Ratio avantage/coût – Habitat (B/E)	7,79	7,74	7,69	8,33	-
(I) Ratio avantage/coût – Eau et habitat (C/F)	3,11	2,08	3,07	4,48	-

La vision change, cela dit, en fonction du type d'avantage obtenu. Ainsi, en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de l'eau, seuls les instruments économiques génèrent des bénéfices nets (1,33 pour les enchères et 1,77 pour les permis échangeables). Les ratios avantage/coût des paiements uniques, mixtes et annuels sont inférieurs à 1, quoiqu'ils en soient très proches pour les deux premières politiques (0,93 et 0,92 respectivement). Ainsi, lorsqu'on les considère chacune de son côté, ces trois politiques ne sont pas rentables sur le plan social lorsqu'elles se fixent comme seul objectif l'amélioration de la qualité de l'eau. Ce résultat est différent de celui qu'on obtient à l'échelle du bassin hydrographique et qui révèle que seuls les paiements annuels ne sont pas acceptables sur le plan social. Par ailleurs, les ratios des paiements uniques et mixtes dépassent légèrement 1, à l'échelle du bassin hydrographique, ce qui signifie qu'ils sont très proches de ceux obtenus pour le Centre et l'Est du Canada.

Quant à la création d'habitats, dont la valeur des avantages est nettement supérieure à celle de l'amélioration de la qualité de l'eau, des bénéfices nets sont réalisés avec chaque politique analysée pour cet avantage environnemental.

La politique des permis échangeables enregistre les meilleurs résultats en ce qui concerne les ratios avantage/coût associés à l'amélioration de la qualité de l'eau. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création de l'habitat), la politique fondée sur les enchères enregistre le meilleur ratio avantage/coût (4,48), suivie par la politique des paiements uniques (3,11); ensuite, par celle des paiements mixtes (3,07); puis, par celle des paiements annuels (2,08) qui a le plus bas ratio avantage/coût de toutes les politiques examinées. Ce classement est presque identique à celui de la rivière Nicolet (Est).

Quant au Centre et à l'Est du Canada, les instruments économiques enregistrent les meilleurs résultats en matière de ratio avantage/coût concernant la qualité de l'eau et l'habitat, pris séparément ou ensemble. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création de l'habitat), la politique des permis échangeables enregistre le meilleur ratio avantage/coût (4,33), suivie par celle des enchères (3,89); ensuite, par celle des paiements mixtes (2,62); puis, par celle des paiements uniques (0,54). De toutes les politiques examinées, la politique des paiements annuels a le plus bas ratio avantage/coût (0,22).

La politique des permis échangeables enregistre les meilleurs résultats en ce qui concerne les ratios avantage/coût associés à l'amélioration de la qualité de l'eau (2,23). Quant à la création d'habitats, dont la valeur des avantages est nettement supérieure à celle de l'amélioration de la qualité de l'eau, l'analyse révèle que chacune des politiques permet de réaliser des bénéfices nets associés à cet avantage environnemental. Tous ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans le cas de la rivière Little Saskatchewan.

RATIO AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX OBTENUS/COÛTS TOTAUX DANS L'OUEST DU CANADA

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables
million \$					
(A) Valeur des avantages concernant la qualité de l'eau	273	273	273	273	273
(B) Valeur des avantages concernant l'habitat	17	17	257	257	257
(C) Valeur totale des avantages (A+B)	289	289	530	530	530
(en millions de dollars)					
(D) Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	536	1 306	202	136	123
(E) Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat*	43	54	61	62	56
(F) Coûts totaux (D)	536	1 306	202	136	123
(G) Ratio avantage/coût – Eau (A/D)	0,51	0,21	1,35	2,00	2,23
(H) Ratio avantage/coût – Habitat (B/E)	0,39	0,31	4,23	4,16	4,62
(I) Ratio avantage/coût – Eau et habitat (C/F)	0,54	0,22	2,62	3,89	4,33

Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat qui ne soit pas prise en compte pour l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux paiements d'amélioration de la qualité de l'eau.

11. CONCLUSIONS

Avant de passer aux résultats de notre étude, il nous faut d'abord présenter certains renseignements généraux. Premièrement, le type de la politique a une incidence sur ses coûts. L'ensemble des PGB choisies est déterminant pour l'efficacité de la politique en ce qui concerne les biens et services écologiques qui en découlent et leur coût. De plus, certaines pratiques sont plus rentables que d'autres pour ce qui est de la réalisation des objectifs environnementaux.

Deuxièmement, la distinction entre les politiques des paiements uniques et celles des paiements annuels est fictive, car théoriquement, un paiement annuel peut toujours être converti en un paiement unique et vice-versa. Ainsi, pour un taux d'adoption donné, ce n'est pas le type de paiement qui fait la différence entre deux programmes, mais plutôt l'ensemble des PGB choisies. Dans le cas du Québec, par exemple, la différence de coût entre la politique des paiements uniques et celle des paiements annuels découle du choix des PGB et de leur efficacité, non pas de l'efficacité de l'une ou l'autre politique de paiement en tant que telle.

Plus précisément, pour ce qui est des politiques, les résultats obtenus sont conformes aux théories économiques et à la documentation. Certes, les politiques fondées sur les instruments économiques (enchères et systèmes de permis échangeables) sont plus efficaces. Le gouvernement peut en tirer un meilleur avantage que dans le cas des politiques des paiements directs, qui présentent un décalage entre l'information dont disposent les décideurs de la fonction publique et les préférences des producteurs, ainsi que les coûts qu'ils encourent et les occasions dont ils disposent (connaissances technologiques) (Godard, 2008). De plus, selon (Stoneham et al., 2007), concernant l'expérience australienne, les instruments économiques (enchères, systèmes de permis échangeables, etc.) créent l'environnement économique qui permet aux producteurs agricoles de faire le meilleur choix concernant la production des biens et la création de biens et services écologiques.

Cela dit, les mécanismes économiques engendrent des coûts de transaction à la charge de l'État plus élevés. Quant aux enchères, les problèmes liés au manque d'information s'estompent puisque les décideurs informent les producteurs des incidences des PGB sur l'environnement; et les producteurs, par le biais de leurs offres, révèlent aux décideurs les coûts nécessaires pour la mise en œuvre de ces pratiques. Les enchères rendent possible la réduction des coûts, car la concurrence pour obtenir des fonds fait que les producteurs qui prennent part au programme proposent des prix aussi proche que possible des coûts réels qu'ils ont encourus, au lieu d'essayer d'obtenir le plus important paiement possible (Eigenraam et al., 2005). Cela dit, il faut s'attendre à une augmentation des coûts de transaction pris en charge par l'État, du fait des besoins particuliers associés à la mise en place des systèmes d'enchères : procéder à un diagnostic particulier de l'environnement dans des parcelles de terre ou dans un ensemble de parcelles (démarche australienne) ou se servir des indicateurs de bénéfices environnementaux (démarche américaine).

Les systèmes des permis échangeables ne s'appliquent pas de manière universelle et ils nécessitent que certaines conditions soient réunies pour qu'on puisse les mettre en œuvre. Ils ne s'appliquent qu'aux contaminants régis par des normes soumises à des autorisations judiciaires. On ne peut facilement tenir

compte des PGB concernant la biodiversité (milieux humides et couverture forestière), dans un système de permis échangeables. De plus, pour atteindre un niveau déterminé des BSE qui en découlent, ce système nécessite moins de ressources gouvernementales que les autres politiques, puisqu'une partie des paiements viendraient du secteur privé (sources ponctuelles).

Les coûts de transaction sont aussi plus élevés dans le cas des politiques de paiements directs, parce qu'il y a un intermédiaire de plus à l'échelle du bassin hydrographique qui émet les permis. L'amortissement des coûts de mise en œuvre du système doit aussi être pris en compte, ce qui complique les choses par rapport au système de subventions classique. Les coûts de mise en œuvre peuvent être imputés : 1) aux ajustements institutionnels et juridiques nécessaires pour le fonctionnement du système; 2) aux mécanismes opérationnels requis et 3) à l'acceptabilité du système sur le plan social. Toutefois, la réalisation des objectifs, et par conséquent des avantages, dépend de la croissance des sources ponctuelles du bassin hydrographique. Ainsi, une politique ne peut vraisemblablement pas se fonder exclusivement sur la mise en œuvre d'un système de permis échangeables en vue d'atteindre un objectif donné, si un calendrier est adopté. Ce système doit être intégré à d'autres mécanismes qui offrent des paiements pour la mise en œuvre des PGB. On pourra ainsi le concevoir comme mécanisme complémentaire.

La présente analyse permet, par ailleurs, de tirer les conclusions suivantes :

- L'analyse a porté sur deux bassins hydrographiques représentatifs : le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet au Québec (Est) et le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, au Manitoba.
- Voici les avantages environnementaux sur lesquels l'ACA a porté : réduire la teneur en phosphore pour la ramener à des niveaux proches de ceux établis par l'Initiative sur les normes agroenvironnementales nationales (INAEN) et préserver ou accroître l'habitat faunique.
- Il faut faire preuve de réserve à l'égard de la valeur et des coûts des services écologiques et de leurs coûts. Les estimations susmentionnées, auxquelles s'applique une très grande marge d'erreur, sont très approximatives. Cette marge d'erreur est grande à cause de l'incertitude éprouvée à chaque étape du processus d'estimation, notamment en ce qui concerne l'incidence de certaines PGB sur la teneur en éléments nutritifs, les coûts que les producteurs assument à la suite de l'adoption des PGB, la valeur que les résidents dans la région d'un bassin hydrographique accordent aux améliorations écologiques,

ainsi que l'extrapolation des résultats de deux zones locales à l'échelle provinciale et nationale.

- Les premiers résultats laissent entendre que pour réaliser les avantages environnementaux visés en matière de qualité de l'eau et d'habitat à l'échelle nationale, les coûts totaux cumulatifs pris en charge par l'État au Canada se présentent comme suit :
 - ⇒ 2,8 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de paiement annuel;
 - ⇒ 1,5 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de paiement unique;
 - ⇒ 1,2 milliards, s'ils sont versés par l'entremise d'une bonne combinaison de paiements uniques et annuels;
 - ⇒ 1 milliard de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique fondée sur les enchères;
 - ⇒ 480 milliards de dollars, s'ils sont versés par l'entremise d'une politique de permis échangeables.
- La valeur que le public canadien pourrait tirer des avantages qui découlent de la réalisation des objectifs environnementaux visés pourrait s'élever à 3,9 milliards, en ce qui concerne l'accroissement du revenu et l'amélioration des loisirs, la réduction des coûts d'assainissement, en plus d'autres avantages.
- Certains indices permettent d'affirmer que les paiements à l'acre annuels sont généralement les moins rentables des outils stratégiques examinés, bien qu'ils puissent égaler les paiements uniques pour certaines PGB (pratiques de gestion bénéfiques).
- Bien que les mécanismes économiques engendrent des coûts de transaction plus élevés qui sont pris en charge par l'État, le gouvernement peut en tirer un meilleur avantage que dans le cas des politiques des paiements directs, qui présentent un décalage entre l'information dont disposent les décideurs de la fonction publique et les préférences des producteurs, ainsi que les coûts qu'ils encourent et les occasions dont ils disposent.

- L'élaboration de programme influencera les décisions du producteur concernant les pratiques visant à mettre en œuvre les avantages environnementaux obtenus. Le producteur n'acceptera de mettre en application les pratiques que si la politique le dédommage des coûts de renonciation.
- Le coût des différentes politiques dépend des PGB choisies, de l'échelle géographique (échelle de bassin hydrographique), des mécanismes de sélection (enchères, permis échangeables, etc.), ainsi que des montants payés.
- L'une des options de réduction des coûts des politiques consiste à orienter les producteurs vers des pratiques qu'ils pourraient mettre en œuvre. Plus précisément :
 - ⇒ Les PGB les plus efficaces devraient être recommandées en premier, jusqu'à ce que les objectifs environnementaux soient atteints.
 - ⇒ On devrait déterminer des mesures incitatives propres à des pratiques particulières en fonction de leur performance environnementale.
 - ⇒ Dans le cas des pratiques qui contribuent à la réalisation de plusieurs BSE en même temps, il faut déterminer la valeur de chaque avantage environnemental visé.
- Cela dit, ces solutions présentent plusieurs inconvénients :
 - ⇒ Manque d'information sur les problèmes non résolus;
 - ⇒ C'est un système très normatif qui se base sur la mise en œuvre d'une pratique au détriment d'une autre; Cela peut nuire à l'innovation technologique, parce que si les règlements sont trop détaillés, il pourrait être impossible d'atteindre les objectifs à l'aide d'une variété de moyens. Certes, les innovations technologiques permettent d'atteindre, et même de dépasser, les objectifs environnementaux à des coûts moindres, surtout lorsqu'on recourt à certains moyens inconnus au moment même de la mise en œuvre de la politique.
- Enfin, il est important d'adapter les objectifs environnementaux et les PGB au contexte réel (juridique, hydrologique, agricole, etc.). De plus, les programmes devraient être axés sur la réalisation des objectifs environnementaux à l'échelle du bassin hydrographique.

Table des matières

RÉSUMÉ	1
RAPPORT SOMMAIRE	1
INTRODUCTION	2
1. CHOIX DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES REPRÉSENTATIFS ET DES BSE PRIORITAIRES	4
1.1. Choix des bassins hydrographiques représentatifs	4
1.1.1. Centre et Est du Canada (Québec)	4
1.1.2. Ouest du Canada (Manitoba)	5
1.2. Description des bassins hydrographiques représentatifs	7
1.2.1. Centre et Est du Canada (Québec)	7
1.2.2. Ouest du Canada (Manitoba)	11
1.3. Choix des BSE prioritaires	15
1.4. Niveaux actuels et cibles des BSE prioritaires	18
1.5. Qualité de l'eau	19
1.5.1. Habitat	20
2. DÉFINITION DES POLITIQUES VISANT LA HAUSSE DE LA PRODUCTION DE BSE ET CHOIX DES PGB ASSOCIÉES À CHAQUE POLITIQUE	23
2.1. Conception des politiques	24
2.1.1. Paiements uniques	24
2.1.2. Paiements annuels	27
2.1.3. Politique mixte : Paiements uniques et paiements annuels	28
2.1.4. Le système des enchères	29
2.1.5. Régimes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires	35
2.2. PGB associées à des politiques	38
2.2.1. Choix des PGB	38
2.2.2. Estimation de l'incidence des PGB sur la qualité de l'eau et l'habitat	44
2.2.3. Les PGB et leurs taux d'adoption pour chaque politique	59
3. COÛTS DES POLITIQUES CHOISIES	63
3.1. Coûts privés de l'adoption des PGB	63
3.1.1. Coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle de la superficie cultivable	63
3.1.2. Coûts privés des PGB liées à la qualité de l'eau	65
3.1.3. Coûts privés des PGB associées à l'habitat	72
3.1.4. Coûts privés de transaction	75
3.2. Coûts pris en charge par l'État pour la mise en œuvre de politiques	76
3.2.1. Paiements	76
3.2.2. Coûts de transaction pris en charge par l'État	108
3.2.3. Coûts totaux pris en charge par l'État pour toutes les politiques examinées	124
4. VALEURS MONÉTAIRES DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX	128
4.1.1. Au sujet de la méthode de transfert des avantages	128
4.1.2. Méthodologie	132
4.1.3. Valeurs monétaires des bénéficiaires	133
5. ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES DIFFÉRENTES POLITIQUES	144
5.1. Sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet	144
5.2. Bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan	147
6. EXTRAPOLATION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE COÛTS-AVANTAGES À L'ENSEMBLE DU CANADA	151
6.1. Extrapolation des coûts	151
6.2. Extrapolation des avantages	154

6.3. Analyse coûts-avantages des différentes politiques	158
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	162
TRAVAUX FUTURS	166
REFERENCES.....	168

Liste d'annexes

ANNEXE 1	175
ANNEXE 2	181
ANNEXE 3	191
ANNEXE 4.....	194
ANNEXE 5.....	204
ANNEXE 6.....	205
ANNEXE 7.....	208
ANNEXE 8.....	209
ANNEXE 9.....	214
ANNEXE 10.....	216
ANNEXE 11	220
ANNEXE 12.....	221
ANNEXE 13	222
ANNEXE 14.....	223
ANNEXE 15.....	224
ANNEXE 16.....	225
ANNEXE 17.....	226
ANNEXE 18.....	227
ANNEXE 19.....	229
ANNEXE 20.....	232
ANNEXE 21	235
ANNEXE 22.....	236
ANNEXE 23.....	239
ANNEXE 24.....	241
ANNEXE 25.....	243
ANNEXE 26.....	244
ANNEXE 27.....	245

Liste des tableaux

COÛTS TOTAUX CUMULATIFS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LE CANADA.....	6
TRI PAR POLITIQUE DU PORTEFEUILLE DE PGB APPLIQUÉES AU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (EST)	XX
TRI PAR POLITIQUE DU PORTEFEUILLE DE PGB APPLIQUÉES AU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	XXI
PAIEMENTS TOTAUX DES DIFFÉRENTES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES DES RIVIÈRES NICOLET (EST) ET LITTLE SASKATCHEWAN.....	XXII
COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES DIFFÉRENTES POLITIQUES	XXIII
COÛTS TOTAUX DES DIFFÉRENTES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES DES RIVIÈRES NICOLET (EST) ET LITTLE SASKATCHEWAN.....	XXV
RATIO AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX OBTENUS/COÛTS TOTAUX DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (EST).....	XXVI
RATIO AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX OBTENUS/COÛTS TOTAUX DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN.....	XXVII
PAIEMENTS CUMULATIFS POUR LE CANADA	XXX
COÛTS TOTAUX CUMULATIFS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LE CANADA.....	XXXI
TABLEAU 1 : VALEURS CUMULATIVES DES AVANTAGES POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA, AINSI QUE POUR L'OUEST DU CANADA	XXXV
RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA	XXXVI
RATIO AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX OBTENUS/COÛTS TOTAUX DANS L'OUEST DU CANADA	XXXVIII
TABLEAU 2 : VALEURS QUADRATIQUES MOYENNES (RMS) DES TENDANCES D'UTILISATION DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES AU MANITOBA BASÉES SUR 16 CLASSES D'UTILISATION DES TERRES	6
TABLEAU 3 : COMPARAISON DE L'UTILISATION DES TERRES SITUÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN AVEC L'UTILISATION MOYENNE DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU MANITOBA	7
TABLEAU 4 : UTILISATION DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	9
TABLEAU 5 : ZONES CULTIVÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	10
TABLEAU 6 : UNITÉS ANIMALES PAR TYPE DE PRODUCTION DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	11
TABLEAU 7 : LONGUEUR DES COURS D'EAU (ET AUTRES) DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN, Y COMPRIS À TRAVERS LES TERRES AGRICOLES ET LE PARC NATIONAL DU CANADA DU MONT-RIDING (PNMR)	12
TABLEAU 8 : CULTURES PRINCIPALES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	14
TABLEAU 9 : TROUPEAUX DE BESTIAUX DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	14
TABLEAU 10 : BSE PRIORITAIRES CHOISIS POUR CETTE ÉTUDE ET PARAMÈTRES DE MESURE	16
TABLEAU 11 : NIVEAUX CIBLES ET ACTUELS DES BSE PRIORITAIRES.....	18
TABLEAU 12 : CARACTÉRISTIQUES DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS UNIQUES	26
TABLEAU 13 : CARACTÉRISTIQUES DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS ANNUELS	28
TABLEAU 14 : CARACTÉRISTIQUES DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS MIXTES	29

TABLEAU 15 : CARACTÉRISTIQUES D’UNE POLITIQUE BASÉE SUR UN SYSTÈME D’ENCHÈRES POUR LA MISE EN ŒUVRE D’UNE PGB	34
TABLEAU 16 : CARACTÉRISTIQUES D’UNE POLITIQUE DE PERMIS ÉCHANGEABLES POUR LA MISE EN ŒUVRE DE PGB	38
TABLEAU 17 : PGB MISES EN ŒUVRE DANS LES DEUX ÉTUDES DE CAS	39
TABLEAU 18 : DESCRIPTION DES PGB CHOISIES POUR LA PRÉSENTE ÉTUDE	43
TABLEAU 19 : COEFFICIENTS D’EFFICACITÉ DE LA CONSERVATION DE LA NATION SUD UTILISÉS POUR MESURER L’INCIDENCE DE PLUSIEURS PGB SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE	45
TABLEAU 20 : INCIDENCE ESTIMÉE DES ZONES RIVERAINES DE DIX MÈTRES DE LARGE SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	47
TABLEAU 21 : COMPARAISON DE L’EFFICACITÉ DU TRAVAIL RÉDUIT DU SOL ET DE LA CULTURE SANS LABOUR	49
TABLEAU 22 : INCIDENCE ESTIMÉE DU TRAVAIL DE CONSERVATION DU SOL SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	50
TABLEAU 23 : INCIDENCE ESTIMÉE DES CULTURES COUVRE-SOL POUR LES CÉRÉALES SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	51
TABLEAU 24 : INCIDENCE ESTIMÉE DES CULTURES COUVRE-SOL POUR LE MAÏS SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	52
TABLEAU 25 : PHOSPHORE PROVENANT DU FUMIER DE BOVINS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	58
TABLEAU 26 : PORTEFEUILLES DE PGB PAR POLITIQUE POUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	61
TABLEAU 27 : PORTEFEUILLES DE PGB PAR POLITIQUE POUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	62
TABLEAU 28 : RÉSUMÉ DES COÛTS PRIVÉS DE DIFFÉRENTES PGB DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES DE LA RIVIÈRE NICOLET ET DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	75
TABLEAU 29 : MONTANTS DES PAIEMENTS UNIQUES EFFECTUÉS DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (PAR ANNÉE ET PAR PGB)	82
TABLEAU 30 : PAIEMENTS UNIQUES EFFECTUÉS PAR LE GOUVERNEMENT DANS LE CADRE D’UNE POLITIQUE D’INCITATION RELATIVE AUX PGB POUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	85
TABLEAU 31 : PAIEMENTS ANNUELS EFFECTUÉS PAR LE GOUVERNEMENT POUR LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (PAR ANNÉE ET PAR PGB)	89
TABLEAU 32 : PAIEMENTS ANNUELS EFFECTUÉS PAR LE GOUVERNEMENT DANS LE CADRE D’UNE POLITIQUE INCITATIVE DE PAIEMENTS ANNUELS RELATIVES AUX PGB DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	92
TABLEAU 33 : RENTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DES PRATIQUES UTILISÉES POUR RÉDUIRE LES CHARGES EN POLLUANTS PHOSPHORÉS DANS LES COURS D’EAU (RIVIÈRE NICOLET EST)	96
TABLEAU 34 : RENTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DES PRATIQUES CONÇUES POUR PRÉSERVER L’HABITAT (RIVIÈRE NICOLET EST)	97
TABLEAU 35 : RENTABILITÉ DES PGB CONTENUES DANS LES PORTEFEUILLES DE PAIEMENTS UNIQUES ET DE PAIEMENTS ANNUELS	98
TABLEAU 36 : PAIEMENTS AUX PRODUCTEURS DANS LE CADRE D’UN PROGRAMME MIXTE DE PAIEMENTS UNIQUES ET ANNUELS VISANT LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	99
TABLEAU 37 : POURCENTAGE DE PRODUCTEURS AYANT UN COÛT D’EXCLUSION DE PHOSPHORE OU DE PRÉSERVATION DE L’HABITAT QUI EST ÉGAL OU INFÉRIEUR À CELUI DE LA PRATIQUE LA PLUS EFFICACE	101

TABLEAU 38 : POURCENTAGE DE PRODUCTEURS AYANT UN COÛT D'EXCLUSION DU PHOSPHORE QUI EST ÉGAL OU INFÉRIEUR À CELUI DE LA DEUXIÈME PRATIQUE LA PLUS EFFICACE	102
TABLEAU 39 : PAIEMENTS TOTAUX : ENCHÈRES ET PERMIS ÉCHANGEABLES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	104
TABLEAU 40 : COÛT POUR ATTEINDRE UNE RÉDUCTION DE 75 % DE LA CHARGE EN POLLUANTS PHOSPHORÉS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN À L'AIDE D'INSTRUMENTS ÉCONOMIQUES	105
TABLEAU 41 : PAIEMENTS TOTAUX DANS LE CADRE DES DIFFÉRENTES POLITIQUES TOUCHANT LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES DE LA RIVIÈRE NICOLET ET DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	107
TABLEAU 42 : DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT	110
TABLEAU 43 : DÉPENSES ADMINISTRATIVES DU CDAQ POUR LA MISE EN ŒUVRE DE POLITIQUES	114
TABLEAU 44 : DÉPENSES ADMINISTRATIVES DE LA FAQ POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CERTAINES POLITIQUES AGRICOLES	115
TABLEAU 45 : EXEMPLES DE COÛTS ADMINISTRATIFS DE DEUX MARCHÉS D'ÉCHANGE	117
TABLEAU 46 : COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT ET COÛTS ADMINISTRATIFS DES SYSTÈMES D'ENCHÈRES ET DE PERMIS ÉCHANGEABLES	119
TABLEAU 47 : COÛTS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS ANNUELS (EN TANT QUE POURCENTAGE DES PAIEMENTS TOTAUX VERSÉS AUX PRODUCTEURS)	121
TABLEAU 48 : COÛTS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES INSTRUMENTS ÉCONOMIQUES (EN TANT QUE POURCENTAGE DES TRANSACTIONS TOTALES)	123
TABLEAU 49 : COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DE DIFFÉRENTES POLITIQUES	124
TABLEAU 50 : COÛTS TOTAUX PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES DIFFÉRENTES POLITIQUES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	125
TABLEAU 51 : COÛTS TOTAUX PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES DIFFÉRENTES POLITIQUES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	126
TABLEAU 52 : TAUX CIBLE ET DE RÉFÉRENCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU, PAR BASSIN HYDROGRAPHIQUE	135
TABLEAU 53 : SURFACE D'HABITAT CRÉÉ ET PRÉSERVÉ, PAR BASSIN HYDROGRAPHIQUE	135
TABLEAU 54 : VALEUR MONÉTAIRE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DANS DEUX BASSINS HYDROGRAPHIQUES	138
TABLEAU 55 : VALEUR DES MILIEUX HUMIDES DANS LES DEUX BASSINS HYDROGRAPHIQUES	141
TABLEAU 56 : VALEUR MONÉTAIRE DES HABITATS TERRESTRES DANS DEUX BASSINS HYDROGRAPHIQUES	143
TABLEAU 57 : COÛTS TOTAUX DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (EN MILLION DE DOLLARS)	144
TABLEAU 58 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	145
TABLEAU 59 : RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	147
TABLEAU 60 : COÛTS TOTAUX DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	148
TABLEAU 61 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	148
TABLEAU 62 : RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE BASSIN DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	149
TABLEAU 63 : PAIEMENTS CUMULATIFS POUR LE CANADA	153
TABLEAU 64 : COÛTS TOTAUX CUMULATIFS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LE CANADA	154

TABLEAU 65 : VALEURS CUMULATIVES DES AVANTAGES POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA AINSI QUE POUR L'OUEST DU CANADA	157
TABLEAU 66 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES, COÛTS TOTAUX ET RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA	159
TABLEAU 67 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES, COÛTS TOTAUX ET RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR L'OUEST DU CANADA.....	161
TABLEAU 68 : ZONES D'UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE À L'EMBOUCHURE D'UNE RIVIÈRE	177
TABLEAU 69 : POURCENTAGES DE LA SUPERFICIE CULTIVABLE DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUE (2001)	178
TABLEAU 70 : DENSITÉ ANIMALE DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES CHOISIS (2001)	178
TABLEAU 71 : CONCENTRATIONS MOYENNES PONDÉRÉES DE PHOSPHORE TOTAL.....	179
TABLEAU 72 : ZONES CULTIVÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	187
TABLEAU 73 : UNITÉS ANIMALES PAR TYPE DE PRODUCTION DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	188
TABLEAU 74 : NOMBRE D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ET D'AGRICULTEURS PAR TRANCHE D'ÂGE	188
TABLEAU 75 : PRATIQUES DE CONSERVATION DU SOL UTILISÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	189
TABLEAU 76 : EXPLOITATIONS AGRICOLES BORDÉES DE BANDES TAMPONS RIVERAINES ET DOTÉES DE BRISE-VENT	190
TABLEAU 77 : BIENS ET SERVICES ÉCOLOGIQUES RECONNUS DANS LA DOCUMENTATION; DONNÉES COMPILÉES PAR SWINTON ET ZHANG (2005)	195
TABLEAU 78 : BSE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE GÉNÉRÉS PAR DES PGB DIVERSES	197
TABLEAU 79 : BSE PRIORITAIRES CHOISIS POUR CETTE ÉTUDE ET PARAMÈTRES DE MESURE.....	200
TABLEAU 80 : COÛTS PRIVÉS DE L'ÉTABLISSEMENT D'UNE ZONE TAMPON RIVERAINE BOISÉE SUR UN HECTARE DE TERRE CULTIVABLE (\$/HA).....	222
TABLEAU 81 : COÛTS PRIVÉS PRÉVUS POUR L'ÉTABLISSEMENT DE ZONES TAMPONS RIVERAINES BOISÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN (\$/HA).....	222
TABLEAU 82 : PAIEMENT UNIQUE POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE HERBEUSE (SANS ENTRETIEN) DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	227
TABLEAU 83 : PAIEMENT UNIQUE POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE	227
TABLEAU 84 : PAIEMENT UNIQUE POUR UNE EXPLOITATION AGRICOLE QUI ADOPTE LA CULTURE SANS LABOUR DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	228
TABLEAU 85 : PAIEMENT UNIQUE POUR UNE EXPLOITATION AGRICOLE QUI ADOPTE LE TRAVAIL RÉDUIT DU SOL DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	228
TABLEAU 86 : PAIEMENT ANNUEL POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE BOISÉE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET.....	229
TABLEAU 87 : PAIEMENT ANNUEL POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE BOISÉE DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	230
TABLEAU 88 : PAIEMENT ANNUEL POUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES UTILISANT LA CULTURE INTERCALAIRE (BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET EST UNIQUEMENT).....	230
TABLEAU 89 : PAIEMENT ANNUEL POUR UN HECTARE DE CULTURES COUVRE-SOL POUR LES CÉRÉALES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	231

Liste des figures

BASSIN DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	VIII
FIGURE 1 : SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	8
FIGURE 2 : POURCENTAGE D'AGRICULTEURS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN AYANT DÉCLARÉ L'UTILISATION DE PGB DANS LEUR EXPLOITATION EN 2001 ET 2006.....	54
FIGURE 3 : SUPERFICIE DES TERRES AGRICOLES ET MÉTHODES DE LABOUR UTILISÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN EN 2001 ET 2006.....	54
FIGURE 4 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES COÛTS PRIVÉS LIÉS À LA PGB DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	106
FIGURE 5 : SOUS-CATÉGORIES DE COÛTS DE TRANSACTION LIÉS AUX POLITIQUES DE PAIEMENTS BUDGÉTAIRES	109
FIGURE 6 : CLASSEMENT DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE TRANSFERT EN FONCTION DE LEUR CAPACITÉ PRÉDICTIVE.....	130
FIGURE 7 : TERRITOIRE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET ET ZONES NATURELLES	182
FIGURE 8 : UTILISATION DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	184
FIGURE 9 : RÉPARTITION DES TERRES AGRICOLES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	185
FIGURE 10 : POURCENTAGE DE SUPERFICIE CULTIVÉE PAR SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE.....	186
FIGURE 11 : UNITÉS ANIMALES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET	187
FIGURE 12 : UTILISATION DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	191
FIGURE 13 : RÉPARTITION DES VOIES D'EAU DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	192
FIGURE 14 : UTILISATION DES TERRES BORDÉES PAR DES ZONES RIVERAINES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN	193
FIGURE 15 : AIRE DE CAPTAGE DE LA ZONE TAMPON RIVERAINE D'UNE LARGEUR DE 700 M DE CHAQUE CÔTÉ DE LA RIVIÈRE NICOLET	208
FIGURE 16 : EFFICACITÉ D'UNE ZONE RIVERAINE SELON SA LARGEUR (EN MÈTRES)	210

Acronymes

AAC : Agriculture et Agroalimentaire Canada

PGB : Pratique de gestion bénéfique

BSE : Biens et services écologiques

IIDD : Institut international du développement durable

IRDA : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (Québec)

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

MDDEP : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (Québec)

INTRODUCTION

Le secteur de l'agriculture du Canada recherche actuellement des solutions à divers problèmes. L'ensemble du secteur doit faire face à de nombreux défis liés à des problèmes qui affectent le rôle de l'agriculture dans la société. Partant de ce point de vue, les principaux enjeux agricoles subsistent dans une conjoncture actuelle qui est la suivante :

- Une crise salariale parmi les producteurs agricoles principalement due aux exigences des consommateurs, la concurrence étrangère et la rigidité croissante des normes agroalimentaires, malgré les politiques agricoles existantes et les transferts gouvernementaux.
- Une augmentation des coûts de production principalement attribuable à une hausse des prix de l'énergie et des engrais.
- La recherche de solutions innovatrices pour limiter les répercussions de l'agriculture moderne sur l'environnement et le milieu rural, notamment pour les problèmes liés à l'eau, comme la contamination potentielle par les bactéries et les algues bleues.
- De nouveaux défis liés à une utilisation partagée, des conflits découlant des effets externes négatifs de l'agriculture (bruits, odeurs, poussière, etc.) principalement dus à certaines pratiques agricoles, ainsi que la préoccupation croissante du public concernant les problèmes environnementaux.

Dans ce contexte, le fait avéré que l'agriculture offre un éventail de BSE au-delà de la production alimentaire dicte l'intérêt de repositionner l'agriculture par rapport au reste de la société. Cette approche découle du concept de la « multifonctionnalité » de l'agriculture qui a été officialisé en 1992 au cours de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable (MAPAQ, 2005). Six ans plus tard, il était adopté par les ministres de l'agriculture des États membres de l'OCDE (OCDE, 2001a). Ce concept reconnaît que « au-delà de sa fonction primaire de fourniture d'aliments et de fibres, l'activité agricole contribue aussi à façonner le paysage, à fournir des aménités environnementales telles que la conservation des sols, la gestion durable des ressources naturelles, la préservation de la biodiversité et la viabilité socio-économique de nombreuses zones rurales » (OCDE, 2001a).

L'émergence du concept de la multifonctionnalité de l'agriculture marquait la reconnaissance officielle de nombreux services fournis par l'agriculture, dont la production de BSE. Étant donné que les agriculteurs n'arrivent pas à « vendre » leurs BSE sur les marchés traditionnels, le concept de la multifonctionnalité implique que les gouvernements incitent les agriculteurs à offrir des BSE profitant à la société.

L'objectif principal de ce mandat est de comparer les coûts des diverses politiques appuyant la production de BSE et d'identifier les politiques qui peuvent permettre d'atteindre le niveau cible des BSE à moindre coût.

Plus précisément, le projet global vise les objectifs suivants :

- Cerner les politiques reconnues dans la documentation comme offrant la meilleure capacité de production de BSE prioritaires.
- Évaluer, pour des niveaux de BSE spécifiques, les coûts pris en charge par l'État et les coûts privés associés aux diverses propositions de politiques ainsi que les PGB connexes.
- Comparer les coûts liés aux politiques et classer les diverses politiques étudiées selon le rapport coût-efficacité.

La présente étude couvre deux régions canadiennes distinctes, de sorte à tenir compte de situations qui sont aussi représentatives que possible du Canada; notamment le Manitoba pour l'Ouest canadien et le Québec pour le Centre et l'Est du Canada. L'Institut international du développement durable (IIDD), qui est situé à Winnipeg, analyse l'Ouest canadien, alors que ÉcoRessources, qui est appuyé par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), étudie le Centre et l'Est du Canada.

Le premier chapitre traite du choix des BSE prioritaires et des PGB qui y sont associées, établit les cibles et les bases de référence pour chaque BSE, évalue l'incidence de chaque PGB sur le BSE connexe et examine deux bassins hydrographiques représentatifs, dont l'un pour l'Ouest canadien et l'autre pour le Centre et l'Est du Canada. Le deuxième chapitre décrit l'élaboration des cinq politiques à l'étude [paiement uniques, paiement annuels, paiements mixtes (uniques et annuels), enchères et permis échangeables] ainsi que les portefeuilles de PGB associés à chacune d'entre elles. Les estimations des bénéfices et des coûts sont présentées aux chapitres 3 et 4 alors que les rapports coût-efficacité sont indiqués au chapitre 5. Le chapitre 6 étend l'analyse coûts-avantages à l'Ouest canadien ainsi qu'au Centre et à l'Est du Canada de sorte que l'on puisse tirer des conclusions pour le pays dans son ensemble.

Remarque : En raison de la variabilité des données primaires, les résultats issus de ce rapport doivent être interprétés avec prudence.

1. CHOIX DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES REPRÉSENTATIFS ET DES BSE PRIORITAIRES

1.1. Choix des bassins hydrographiques représentatifs

La gestion de l'eau douce est de plus en plus axée au niveau des bassins hydrographiques, non seulement au Québec, mais également en Amérique du Nord et ailleurs dans le monde (Temple, 2006; Ramin, 2004; Calbick et al., 2004). Par ailleurs, les Nations Unies reconnaissent l'avantage de prendre des décisions en matière de gestion à l'échelle du bassin hydrographique (FAO-UN, 2006). On avance un certain nombre de raisons à l'appui de cette approche mais la plus pertinente est que les bassins hydrographiques constituent une subdivision visuelle et spatiale qui facilite l'analyse des BSE dans ce projet. De nombreux problèmes liés à la qualité de l'eau, à la santé humaine et à l'écosystème sont mieux résolus à l'échelle du bassin hydrographique.

1.1.1. Centre et Est du Canada (Québec)

Le réseau hydrique du Québec comprend 430 bassins hydrographiques dont des petits et des plus importants. En 2002, la Politique nationale de l'eau (du Québec) a introduit la gestion intégrée des bassins hydrographiques dans 33 bassins définis comme prioritaires en raison de leur stade avancé de dégradation. On a analysé un certain nombre de critères d'évaluation pour ces 33 bassins prioritaires de façon à déterminer le bassin qui serait le plus représentatif du Centre et de l'Est du Canada. Ces critères comprennent l'emplacement et la taille de chaque bassin hydrographique ainsi que l'utilisation actuelle des terres qui y sont situées et la disponibilité des données connexes. En procédant par élimination, nous avons identifié la partie est du bassin hydrographique de la rivière Nicolet, c'est-à-dire son sous-bassin, comme étant le plus représentatif. Les détails relatifs à ce processus sont fournis dans Annexe 1.

De par sa nature même, le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet³ a été défini comme étant le plus représentatif des bassins hydrographiques agricoles du Québec, premièrement, car il est situé au sud du fleuve Saint-Laurent, où les activités agricoles sont plus importantes et plus diversifiées. En outre, ce sous-bassin ne traverse pas la frontière américaine, où la législation canadienne régissant les pratiques de gestion agricole n'est pas en vigueur.

Deuxièmement, la superficie de ce bassin hydrographique est supérieure à 1 500 km² à l'embouchure de la rivière Nicolet, ce qui a été le premier critère établi. Sachant que 36,9 % de cette superficie a été définie

³ En raison de l'absence de station d'échantillonnage de la qualité de l'eau en amont du point de jonction entre le fleuve Saint-Laurent et la rivière Nicolet, le bassin hydrographique de la rivière Nicolet est analysé par Georges Gangbazo (2005a et 2005b) comme deux sous-bassins distincts, notamment celui de la rivière Nicolet et celui la rivière Nicolet Sud-Ouest.

comme cultivable en 2001, l'activité agricole dans le bassin est considérée comme suffisamment intensive. De plus, en se basant sur la densité animale dans la zone, on considère l'activité agricole comme étant diversifiée dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet car elle n'est pas dominée par la production animale ou végétale et elle montre un certain degré de séparation entre ces deux principales catégories de production agricole.

Troisièmement, les problèmes environnementaux liés à l'agriculture qui subsistaient dans la région, devaient être significatifs sans pour autant être trop complexes, de sorte que le bassin hydrographique choisi soit représentatif. Grâce à la gestion intégrée des bassins hydrographiques, les problèmes environnementaux liés aux pratiques agricoles se reflètent dans les propriétés physicochimiques des voies d'eau, notamment dans l'eau de surface du bassin. Par conséquent, nous avons utilisé des concentrations médianes en phosphore comme facteurs n'étant pas influencés par des phénomènes extrêmes ou des anomalies, afin de remettre en question la représentativité des problèmes environnementaux dans le bassin aux fins de notre analyse. En fait, le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est le plus représentatif, car la concentration moyenne de phosphore dans l'eau de surface du bassin est identique à la médiane des concentrations moyennes dans les 33 bassins prioritaires.

Enfin, en ce qui a trait à la disponibilité des données destinées à appuyer notre analyse, des travaux de recherche ont déjà été publiés sur l'état environnemental du bassin. Ces publications comprennent Ghazal et al. (2006), qui a été publié par la Corporation pour la promotion de l'environnement de la rivière Nicolet (COPERNIC), ainsi que des publications d'autres organismes, tels que l'Union québécoise pour la conservation de la nature (UQCN/Nature Québec) et Canards Illimités Canada.

1.1.2. *Ouest du Canada (Manitoba)*

L'IIDD connaît très bien les bassins hydrographiques du Manitoba de par ses récents travaux d'analyse; une étude de cas du Manitoba a donc été sélectionnée de manière à tirer profit de cette expérience. La tâche de sélection a ensuite impliqué le choix d'un bassin hydrographique représentatif de la région des Prairies. Afin de déterminer le bassin hydrographique le plus représentatif du Manitoba, on a mené une analyse de la variance selon le critère des moindres carrés relativement aux tendances d'utilisation des terres situées dans 24 sous-bassins hydrographiques dans la région sud du Manitoba (voir Tableau 2). L'analyse porte sur 17 classes d'utilisation des terres dans le cadre de la *Manitoba Land Initiative* (programme des terres du Manitoba). Ces données sur l'utilisation des terres sont disponibles en tant que couche SIG sur le site Web de la *Manitoba Land Initiative* (Manitoba Land Initiative, 2007a). Le bassin hydrographique classé en tête (marais Netley) a été éliminé, car il ne s'agit pas d'un bassin hydrographique en amont.

TABLEAU 2 : VALEURS QUADRATIQUES MOYENNES (RMS) DES TENDANCES D'UTILISATION DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES AU MANITOBA BASÉES SUR 16 CLASSES D'UTILISATION DES TERRES

<u>Bassins hydrographiques</u>		<u>Valeurs RMS</u>
1.	Marais Netley	0,41
2.	Rivière Little Saskatchewan	0,51
3.	Partie supérieure de la rivière Assiniboine/Lac des Prairies	0,60
4.	Milieu de la rivière Assiniboine/ De Brandon à Portage	0,61
5.	Rivière Rat	0,62
6.	Cours inférieur de la rivière Souris	0,66
7.	Milieu de la rivière Assiniboine/Rivière Oak	0,73
8.	Partie supérieure de la rivière Assiniboine/Rivière Birdtail	0,75
9.	Rivière Swan	0,88
10.	Partie inférieure de la rivière Assiniboine/ De Portage à Forks	0,96
11.	Rivière Whitemud	0,99
12.	Rivière Seine	1,07
13.	Rivière Plum	1,17
14.	Lac Dauphin	1,19
15.	Partie supérieure de la rivière Pembina	1,41
16.	Rivière Souris/Rivière Antler	1,51
17.	Rivière Morris	1,65
18.	Rivière Brokenhead	1,98
19.	Partie inférieure de la rivière Pembina/Rivière Crystal	2,22
20.	Rivière La Salle	2,35
21.	Rivière Duck	2,48
22.	Rivière Lonely	2,69
23.	Rivière Roseau	2,70
24.	Rivière Whitemouth	2,86

Le bassin hydrographique classé en deuxième place en matière de représentativité de l'utilisation des terres est celui de la rivière Little Saskatchewan (consulter Figure 12 dans Annexe 3 pour une carte de l'utilisation des terres situées dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan, et Tableau 3 pour une comparaison de ce bassin avec les bassins typiques du Manitoba). Le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan a des limites bien définies et, en plus du fait que l'utilisation de ses terres soit représentative des bassins hydrographiques du Manitoba, il offre l'avantage d'inclure des parties du parc national du Mont-Riding et de la municipalité rurale de Blanshard, qui est un site du programme ALUS; un projet pilote sur les BSE financé annuellement dont on peut utiliser certains renseignements sur les coûts (voir Figure 12 dans Annexe 3 pour repérer le parc national du Canada du Mont-Riding et la municipalité rurale de Blanshard).

TABEAU 3 : COMPARAISON DE L'UTILISATION DES TERRES SITUÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN AVEC L'UTILISATION MOYENNE DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU MANITOBA

<u>Utilisation des terres</u>	<u>Utilisation moyenne des terres dans les bassins du Manitoba</u>		<u>Utilisation des terres dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan</u>	
	ha	%	ha	%
Superficie totale	390 948		438 208	
Agriculture	162 323	41	159 137	36
Feuille	48 280	11	64 676	15
Eau	10 956	3	22 992	5
Prairies	70 641	16	78 999	18
Forêt mixte	17 517	4	34 952	8
Marais	13 557	3	25 874	6
Bogs	6 795	2	2 544	1
Rocher arboré	10	0	0	0
Forêt de conifères	11 318	4	10 241	2
Brûlages	1	0	0	0
Feuille ouvert	8 153	2	16 230	4
Cultures fourragères	12 735	3	12 049	3
Terrains cultivés	1 806	1	1 092	0
Blocs de coupe forestiers	1 828	1	0	0
Roche à nu/sable/gravier	335	0	207	0
Routes/Sentiers	8 846	2	9 216	2
Tourbières basses	0	0	0	0

Source : Manitoba Land Initiative (2007a).

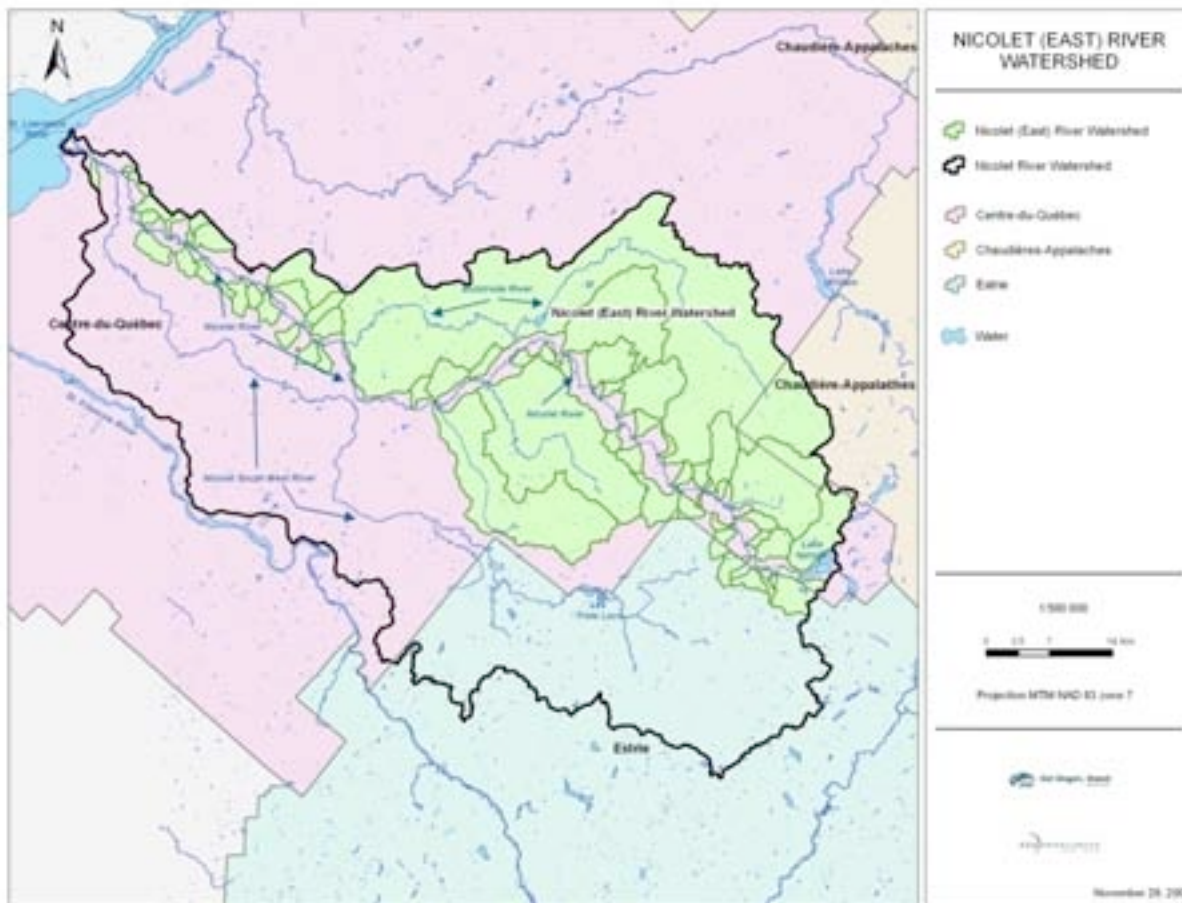
1.2. Description des bassins hydrographiques représentatifs

1.2.1. Centre et Est du Canada (Québec)

Le bassin hydrographique de la rivière Nicolet couvre une superficie de 3 387,8 km² sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. Ce territoire comprend trois régions administratives (Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches et Estrie) et est sous l'autorité de 8 municipalités régionales de comté (MRC) et de 57 municipalités locales. Annexe 2 donne une description plus globale du bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

Comme indiqué dans Figure 1, la partie est du sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet se situe principalement dans la région du Centre-du-Québec, couvrant une superficie totale de 1 720 km² (Gangbazo, 2005a).

FIGURE 1 : SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET



Source : Del Degan Massé (2008)

On dénombre en tout 20 rivières, 21 ruisseaux et 7 lacs et réservoirs d'importance dans l'ensemble du bassin hydrographique de la rivière Nicolet, ce qui le catégorise comme terre pauvre dans ces territoires (Canards Illimités Canada, 2006). En fait, l'eau libre et les milieux humides ne constituent que 4,2 % de la région du bassin (voir Tableau 4). Le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet se divise à ses divers affluents, comme les rivières des Rosiers, des Pins et Bulstrode, traversent l'ensemble physiographique de la région de Victoriaville, puis coulent le long de pentes escarpées qui s'aplanissent abruptement.

Le milieu rural du bassin hydrographique de la rivière Nicolet est boisé dans les collines des Appalaches, mais présente un paysage fortement agricole dans les basses terres du Saint-Laurent. Comme le montre

Tableau 4, l'agriculture occupe près de la moitié de ce bassin dans la région du Centre-du-Québec, ce qui représente environ 44,9 % de son territoire.

TABLEAU 4 : UTILISATION DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Utilisation des terres	Bassin hydrographique de la rivière Nicolet
Superficie agricole utilisée	44,9 %
Zone forestière	45,4 %
Zone anthropique (urbaine et rurale)	4,3 %
Lacs et voies d'eau	0,9 %
Milieus humides	3,3 %
Zones non classifiées	1,1 %

Source : Canards Illimités Canada (2006).

De manière globale, les zones cultivées sont concentrées au sud du bassin hydrographique de la rivière Nicolet dans la région du Centre-du-Québec, alors que les unités animales sont regroupées entre les rivières des Pins et des Rosiers dans le centre du bassin. Comme indiqué dans Tableau 5, les zones cultivées comprennent majoritairement des cultures fourragères (49,5 %) et des grandes cultures, notamment de maïs (27,8 %).

D'un autre côté, Tableau 6 indique que les unités animales élevées dans la région sont composées à plus de 90 % de bovins à viande et de porcs.

TABLEAU 5 : ZONES CULTIVÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Production	Superficie (ha)		Pourcentage (%)	
Cultures à grands interlignes totales ¹ Maïs ²	45 381	33 886	37,2	27,8
Cultures à petits interlignes ³ Fourrage ⁴	15 398	60 332	12,7	49,5
Autres cultures ⁵ Cultures totales ⁶	753	121 864	0,6	100 ⁷

¹ Tournesols, tabac, soja, pommes de terre, betteraves sucrières, haricots secs (à grande échelle), légumes, lentilles, maïs à ensilage, maïs-grain, maïs sucré et pois secs (à grande échelle).

² Maïs à ensilage, maïs-grain et maïs sucré (données comprises dans les « cultures à grands interlignes totales »).

³ Graines de moutarde, lin, céréales mélangées, orge, sarrasin, seigle, triticales, alpiste, avoine, blé et canola.

⁴ Luzerne et mélanges de luzerne, pâturages artificiels ou ensemencés, foin cultivé et autres cultures fourragères.

⁵ Arbres fruitiers, autres cultures à grande échelle, carthame, gazon de placage, graines fourragères, pépinières, fruits, petits fruits, noix et serres.

⁶ Cultures à grands et à petits interlignes, fourrage et autres cultures.

⁷ Ajout de cultures à grands interlignes, fourrage et autres cultures.

Source : Statistique Canada (2001) dans Ghazal et al. (2006).

**TABLEAU 6 : UNITÉS ANIMALES PAR TYPE DE PRODUCTION DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE
DE LA RIVIÈRE NICOLET**

Production	Unités animales (UA)	Pourcentage (%)
Bovins	81 354	64,3
Porcs	34 406	27,2
Volaille	4 901	3,9
Autre	5 762	4,6
TOTAL	126 423	100

Source : Statistique Canada (2001) dans Ghazal et al. (2006).

L'activité agricole est soumise à un certain nombre d'exigences réglementaires au Québec. Parmi ces exigences, on compte notamment l'utilisation d'installations appropriées pour l'entreposage du fumier, la mise en place de plans de gestion agricole et l'instauration d'une bande tampon riveraine minimale. De plus, un certain nombre de pratiques agroenvironnementales volontaires ont été adoptées par quelques producteurs agricoles en vue de limiter l'incidence négative de l'activité agricole sur les écosystèmes locaux. Ces pratiques comprennent des méthodes de labour diverses, l'utilisation d'engrais verts, la culture intercalaire, la lutte antiparasitaire intégrée, la bonne gestion de l'eau utilisée dans les exploitations agricoles et pour l'irrigation des terres, la rotation des cultures et l'instauration de zones tampons (Ghazal et al., 2006).

L'aménagement de zones tampons d'une largeur de 3 mètres le long des voies d'eau du bassin hydrographique de la rivière Nicolet demeure une pratique relativement peu fréquente (Ghazal et al., 2006). En 2003, 51 % des entreprises agricoles de la région du Centre-du-Québec, implantées sur des sites traversés par des voies d'eau, ont aménagé des zones tampons de trois mètres, alors que 92 % de ces entreprises ont instauré des zones tampons d'un mètre (BPR, 2005 dans Ghazal et al., 2006).

1.2.2. Ouest du Canada (Manitoba)

La rivière Little Saskatchewan est un cours d'eau pérenne qui coule vers le sud, du parc national du Canada du Mont-Riding jusqu'à la rivière Assiniboine, qui est située à l'ouest de la ville de Brandon. La rivière serpente sur une distance d'environ 200 km (Manitoba Land Initiative, 2007b). L'élévation du niveau d'eau le long de la rivière est d'à peu près 200 m et elle atteint principalement son seuil au cours supérieur de la rivière (AAC, 2004). La bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan couvre une superficie d'environ 4 382 km²; il comprend des zones de sols noirs et l'écozone des plaines boréales, et est directement adjacent à la plaine du lac Manitoba (Manitoba Land Initiative, 2007a; AAC, 2004).

Selon le *British Columbia Forest Practices Code* (code des pratiques forestières de la Colombie-Britannique) établi dans le cadre de la *Manitoba Land Initiative* (programme des terres du Manitoba), le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan comporte, en plus de la rivière elle-même, 700 km de cours d'eau pérenne, 240 km de cours d'eau pérenne imprécis et 900 km de cours d'eau intermittents (Manitoba Land Initiative, 2007b). Près de 286 km de ces cours d'eau serpentent à travers des terres agricoles et environ 256 km, dans le parc national du Canada du Mont-Riding. Tableau 7 donne une répartition détaillée des types de cours d'eau présents dans le bassin; Figure 13 dans Annexe 3 indique le nombre de kilomètres par type de cours d'eau et Figure 14 (Annexe 3) présente l'utilisation des terres en zone riveraine.

TABLEAU 7 : LONGUEUR DES COURS D'EAU (ET AUTRES) DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN, Y COMPRIS À TRAVERS LES TERRES AGRICOLES ET LE PARC NATIONAL DU CANADA DU MONT-RIDING (PNMR)

Catégorie	Longueur totale (m)	Longueur totale traversant des terres agricoles (m)	Longueur traversant le PNMR (m)
PONCEAU (route, voie ferrée)	9 034	2 149	283
FOSSÉ OUVERT	18 229	6 960	0
RIVIÈRE/RUISSEAU – COURS D'EAU PÉRENNE (DOUBLE), RÉGION CENTRALE	417 838	12 301	58 600
RIVIÈRE/RUISSEAU – COURS D'EAU IMPRÉCIS	241 486	18 256	69 941
RIVIÈRE/RUISSEAU – COURS D'EAU PÉRENNE (PÉRIODE DE LA PHOTO)	322 532	10 618	74 132
COURS D'EAU INTERMITTENT	898 109	235 670	55 703
BARRAGE	60		0

Source : Manitoba Land Initiative (2007a, 2007b).

La partie nord du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, qui se situe dans le parc national du Canada du Mont-Riding, est majoritairement constituée de feuillus. La partie sud est dominée par l'agriculture (voir Figure 12 dans Annexe 3). Dans le Recensement de l'agriculture de 2006 (Statistique Canada, 2006), les principales cultures agricoles déclarées sont le blé, le canola, la luzerne, le foin, l'avoine et le lin (Tableau 8 présente une répartition des cultures dans le bassin). Le bassin constitue également une zone de production de bétail, notamment de bovins (Tableau 9 énumère les principaux types de bétail produit dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan).

Il est important de noter que dans la classification des terres agricoles établie par la Manitoba Land Initiative (2007a), on constate une divergence dans la superficie cultivée déclarée pour la région du bassin

comparativement à celle déclarée par Statistique Canada, c'est-à-dire 159 137 hectares contre 183 488 hectares respectivement (Statistique Canada, 2007). Cela est probablement dû aux différences dans les méthodes d'évaluation utilisées. Les données recueillies dans le cadre de la Manitoba Land Initiative sont issues de l'analyse de photographies digitales, alors que les données collectées par Statistique Canada proviennent des agriculteurs. Il se peut que des terres, qui sont en réalité des terres agricoles, soient classées comme des prairies ou sous une autre classe de terres à partir des photographies. De plus, l'analyse de ces photographies a été menée en 1994 et 2000, alors que les données de Statistique Canada datent de 2006, ce qui implique que les terres qui n'étaient auparavant pas cultivées sont peut-être maintenant classées comme des terres agricoles.

Dans l'ensemble, la géographie du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est similaire à celle des bassins de l'Ouest canadien. Le niveau de la rivière s'élève dans les hautes terres accidentées, qui ont tendance à être plus boisées, moins propres à l'agriculture, et descend dans des vallées plus larges et plus plates où l'agriculture est plus concentrée.

**TABLEAU 8 : CULTURES PRINCIPALES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE
 LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

<u>Cultures</u>	<u>Hectares ensemencés</u>	<u>Nombre de fermes déclarantes</u>
Blé	54 689	340
Canola	40 807	287
Luzerne et mélanges de luzerne	28 544	407
Foin et grandes cultures	17 092	226
Avoine	12 817	228
Graines de lin	9 184	128
Autres cultures fourragères et de foin	8 230	152
Pois secs de grande culture	2 800	35
Seigle (total)	1 220	26
Graines fourragères récoltées comme semences	1 199	16
Tournesols	1 013	7
Céréales mélangées	794	13
Maïs (total)	604	18
Graines de moutarde	329	5
Autres cultures	686	

Source : Statistique Canada (2007).

**TABLEAU 9 : TROUPEAUX DE BESTIAUX DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE
 LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

<u>Animaux</u>	<u>Cheptel total</u>	<u>Nombre de fermes déclarantes</u>
Bisons	316	6
Cerfs	27	1
Wapiti	56	3
Chèvres	439	22
Lamas et alpagas	24	7
Porcs	32 897	23
Moutons et agneaux	2 355	26
Bœufs et veaux	50 518	406
Poules et poulets	96 161	38
Dindes	469	7
Autres volailles	555	8

Source : Statistique Canada (2007).

1.3. Choix des BSE prioritaires

Selon Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC, 2006), les biens et services écologiques (BSE) sont les avantages que l'homme tire, directement ou indirectement, des écosystèmes fonctionnels sains qui regroupent l'air, l'eau, le sol et la biodiversité. Bien que cette définition s'applique à la production agricole et qu'un certain nombre d'auteurs définissent les BSE pareillement (De Groot et al., 2002; MAE, 2005), le concept des BSE est utilisé dans le présent document dans son sens restreint, comme dans les documents du MAPAQ (MAPAQ, 2005) ou de l'OCDE (OCDE, 2001a). Le concept des BSE dans son sens restreint ne regroupe que les services qui ne sont pas intégrés par le marché, plus précisément, les « externalités positives », comme définies par les économistes. Ce concept découle de l'idée de multifonctionnalité de l'agriculture, qui reconnaît les services que l'activité agricole offre à la société au-delà de la production d'aliments, comme la purification de l'air et de l'eau ou le stockage de carbone.

En nous basant sur la liste allongée des BSE (voir Annexe 4), nous avons été en mesure de cerner les BSE les plus susceptibles d'être influencés par les mesures agroenvironnementales en vigueur dans diverses composantes de l'environnement naturel et social. Il est clair que les PGB génèrent directement ou indirectement un grand nombre de BSE. Il s'avère donc nécessaire de déterminer les BSE qui constitueront une priorité pour la surveillance des objectifs de la présente étude. Pour ce faire, les BSE sélectionnés devaient être perceptibles par le public et être en rapport avec des changements biophysiques quantifiables qui n'étaient pas marginaux. Compte tenu de ces critères de sélection (voir l'Annexe 4), nous avons décidé de surveiller nos objectifs environnementaux en nous référant principalement aux deux facteurs suivants :

- Qualité biochimique de l'eau
- Habitat faunique

Ces deux facteurs constitueront donc nos BSE prioritaires. Compte tenu des contraintes techniques, scientifiques et temporelles auxquelles nous faisons face dans ce projet, nous avons déterminé les BSE qui peuvent faire l'objet d'une campagne de surveillance et qui peuvent être associés aux données existantes. Les BSE pour lesquels nous n'avons pas reconnu de processus d'évaluation ou pour lesquels les renseignements nécessaires pour la mesure du changement sont en quantité insuffisante ou non disponibles ont été éliminés d'emblée. La quantification, la compilation et la disponibilité des données liées aux facteurs relatifs à d'autres BSE nous ont empêché d'analyser un plus grand nombre de BSE, bien que cela était techniquement réalisable. L'ensemble du processus de sélection des BSE prioritaires est décrit dans Annexe 4.

Étant donné la durée relativement courte de ce mandat et l'absence de données sur tous les BSE prioritaires, nous avons décidé d'évaluer la qualité biochimique de l'eau en nous basant sur sa concentration en phosphore total (PT) (en mg/l) et la création d'habitat par les milieux humides et les zones boisées (en ha). Le tableau ci-après résume ces choix.

TABLEAU 10 : BSE PRIORITAIRES CHOISIS POUR CETTE ÉTUDE ET PARAMÈTRES DE MESURE

BSE prioritaires choisis pour la présente étude	Paramètre
Préservation/rétablissement de la qualité biochimique de l'eau	- Teneur de l'eau en phosphore
Création d'habitats	- Milieux humides - Zones boisées

Le phosphore total dans les eaux de surface est depuis longtemps considéré comme un bon indicateur de l'enrichissement en éléments nutritifs de l'environnement. Seule une petite partie du phosphore présent dans le sol est absorbée par les plantes et les autres organismes. Une autre partie est emportée vers les cours d'eau par ruissellement. Par ailleurs, en analysant les politiques liées à l'utilisation efficace de certaines PGB en vue d'améliorer l'état général de l'environnement et des écosystèmes, on suppose que l'utilisation de ce paramètre favorisera très probablement les politiques à long terme. Étant donné que cet élément est stocké dans le sol, on ne peut en mesurer les réductions et en rendre compte à court terme. De plus, la baisse des concentrations en phosphore dans l'eau peut, indirectement, avoir des effets bénéfiques sur paramètres liés à la qualité de l'eau, tels que la turbidité et les matières en suspension.

Les milieux humides abritent diverses espèces rares et menacées. La diversité et l'étendue de leur vie végétale constituent des indicateurs de la qualité de l'environnement (Environnement Canada, 2006). Selon Environnement Canada, la dégradation et la disparition de ces milieux humides entraîne des pertes d'écosystème et une incidence négative sur les collectivités auxquelles elles sont étroitement liées. Les milieux humides offrent de nombreux avantages socio-économiques, dans la mesure où ils peuvent entraîner des retombées économiques pour les collectivités adjacentes, notamment par l'écotourisme. Ils représentent aussi un grand intérêt pour la recherche scientifique. La prise en compte de ce paramètre dans l'analyse des politiques visant à utiliser efficacement certaines PGB nous permettra d'encourager le développement économique et la conservation de la biodiversité.

Un certain nombre de BSE sont associés aux forêts. Ces dernières abritent de nombreuses espèces de flore et de faune, notamment celles qui sont rares ou menacées. Cela fait d'elles des éléments essentiels au maintien de la diversité biologique, et c'est la raison pour laquelle nous avons choisi des régions forestières pour surveiller l'effet des PGB sur les BSE liés à l'habitat faunique.

1.4. Niveaux actuels et cibles des BSE prioritaires

Cette section définit les niveaux cibles pour chaque paramètre associé aux BSE prioritaires identifiés plus tôt et présente leurs niveaux actuels pour les bassins hydrographiques sélectionnés. Notre analyse est basée sur les objectifs et règlements gouvernementaux actuels dans la région étudiée. Aux fins de comparaison, le Tableau 11 récapitule les niveaux cibles de chaque BSE pour les deux régions à l'étude. Les deux sections suivantes expliquent l'origine et la logique de ces cibles.

TABLEAU 11 : NIVEAUX CIBLES ET ACTUELS DES BSE PRIORITAIRES

	Rivière Nicolet – Québec (Centre et Est du Canada)	Rivière Little Saskatchewan – Manitoba (Ouest du Canada)
<u>Qualité de l'eau</u>		
→ Phosphore	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Niveau cible : 0,036 mg/l (part de l'agriculture par rapport à l'objectif global de 0,03 mg/l) ◦ Niveau de référence : 0,041 mg/l (niveau de phosphore avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 %) ◦ Niveau actuel : 0,052 mg/l 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Niveau cible : 0,05 mg/l PT ◦ Niveau de référence/Niveau actuel : 0,20 mg/l PT
<u>Qualité des habitats fauniques</u>		
→ Milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Préservation des milieux humides existants ◦ Expansion des milieux humides en réduisant la culture dans les plaines inondables. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Expansion des milieux humides
→ Zones boisées	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Préservation des boisés actuels 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Expansion des zones boisées

Nous menons notre analyse en nous basant sur l'hypothèse suivante : compte tenu des similitudes notées dans les milieux agricoles provinciaux, dans les problèmes environnementaux et dans les PGB qui peuvent être mises en œuvre, les objectifs environnementaux définis dans les programmes et les politiques du Québec sont caractéristiques de ceux qui doivent être réalisés dans le Centre et l'Est du Canada, alors que les objectifs environnementaux définis dans les programmes et les politiques du Manitoba sont caractéristiques de ceux qui doivent être atteints dans l'Ouest canadien.

Les niveaux cibles des BSE prioritaires tiennent compte des critères environnementaux officiels. Il s'agit des critères contenus dans les politiques que les gouvernements du Québec et du Manitoba ont déjà adoptées ou dans les directives d'Environnement Canada concernant la superficie minimale des habitats dans les bassins hydrographiques.

1.5. Qualité de l'eau

Rivière Nicolet

La concentration maximale de phosphore total requise pour limiter la croissance des algues et des plantes aquatiques dans les eaux de surface et pour éviter l'eutrophisation a été fixée à 0,03 mg/l PT par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) du Québec dans un document intitulé « Critères de qualité de l'eau de surface » (MDDEP, 2007). Selon Gangbazo et al. (2005a), la concentration médiane de phosphore total dans certaines rivières du Québec demeure deux à six fois plus élevée que cette limite. Cependant, les concentrations de phosphore ont diminué dans plusieurs bassins hydrographiques du Québec à la suite d'opérations de nettoyage urbain et de la mise en place de nouvelles installations d'entreposage du fumier solide et liquide afin de traiter les sources ponctuelles de pollution.

La concentration cible de 0,03 mg/l fixée par le MDDEP est une cible cumulative pour toutes les sources dans un bassin hydrographique. Par conséquent, l'agriculture devrait contribuer à l'atteinte de cette cible en fonction de sa part de polluants phosphorés d'origine humaine, qui est de 73 % dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet. La concentration cible pour l'agriculture est de 0,036 mg/l au lieu de 0,030 mg/l. Tous les calculs qui ont permis d'atteindre cette cible sont présentés dans Annexe 5.

La concentration moyenne pondérée de phosphore mesurée aux stations de surveillance de la qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet entre 2001 et 2003 était de 0,052 mg/l (Gangbazo et al., 2005b). Cependant, étant donné que le niveau de référence est vu comme le niveau réglementaire actuel, et que plusieurs PGB sont déjà réglementées au Québec, nous présumons que les PGB ont été adoptées par 85 % des producteurs agricoles. En nous basant sur cette hypothèse, nous pensons que la concentration de phosphore dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet correspond au niveau réglementaire actuel de 0,041 mg/l (voir Annexe 6 pour plus de détails).

Rivière Little Saskatchewan

Le Manitoba considère la présence de phosphore dans ses voies d'eau comme une préoccupation majeure. Le phosphore est impliqué dans l'eutrophisation du lac Winnipeg et d'autres plans d'eau, et des mesures sont mises en œuvre pour réduire leur charge en polluants phosphorés. Malgré le lancement d'initiatives pour réduire le phosphore, aucune directive n'est en vigueur concernant sa concentration dans les eaux de surface (Manitoba Conservation, 2002a). Le manque de directives sur la qualité de l'eau au Manitoba implique de se référer à d'autres provinces et territoires pour déterminer la concentration maximale de

phosphore. La Régie des eaux des provinces des Prairies (REPP) est chargée de gérer les problèmes interprovinciaux liés à l'eau pour les trois Prairies canadiennes. L'*Accord cadre sur la répartition des eaux des Prairies* définit la répartition des cours d'eau interprovinciaux entre les provinces en amont et en aval, et fixe des objectifs en matière de qualité de l'eau (REPP, 1969). Une annexe, qui a été ajoutée à l'Accord en 1992, présente le niveau attendu quant à la qualité de l'eau de douze sites de surveillance interprovinciaux (REPP, 1992). La concentration maximale de phosphore total à la plupart de ces sites de surveillance est de 0,05 mg/l. Étant donné qu'il s'agit d'un accord interprovincial s'appliquant aux trois provinces des Prairies, on a choisi cette concentration comme cible pour la qualité de l'eau dans l'étude de l'Ouest canadien.

Un rapport sur la charge en éléments nutritifs dans les voies d'eau du Manitoba est disponible pour consultation. Des données sur la charge en polluants phosphorés de la rivière Little Saskatchewan ont été publiées et consignées pour 1994, 1995, 1996, 2000 et 2001 (Manitoba Conservation, 2002b). La charge moyenne en polluants phosphorés pour ces cinq années est de 29 tonnes par année. Ces données sont basées sur des échantillonnages annuels uniques et sont très variables. La variabilité de ces données est probablement due aux périodes d'échantillonnage. Les concentrations de phosphore peuvent être plus ou moins élevées en fonction de la période de l'année à laquelle les échantillons sont prélevés et de la récurrence de pluies. En tenant compte de la charge totale en polluants phosphorés du lac Winnipeg, nous sommes basés sur la concentration cible de 0,05 mg/l établie par la REPP relativement à la qualité de l'eau, de sorte à effectuer des calculs en vue de déterminer la concentration moyenne équivalente. Le débit moyen annuel de la rivière Little Saskatchewan en aval du lac Wahtopanah est de 4,55 m³/s (AAFC, 2004), ce qui équivaut au total à 143 488 mégalitres. Avec une charge annuelle en polluants phosphorés de 29 tonnes, on peut déduire une concentration moyenne annuelle de 0,20 mg/l. Étant donné que le niveau cible pour l'Ouest du Canada est de 0,05 mg/l, une réduction de 0,15 mg/l est nécessaire. En supposant que le débit moyen annuel de la rivière Little Saskatchewan reste constant, la charge de cette voie d'eau en polluants phosphorés devra être réduite de 75 %. Par conséquent, la cible relative à la qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est une réduction de 75 % de sa charge en polluants phosphorés pour une concentration moyenne de 0,05 mg/l. On prévoit donc réduire la quantité totale de phosphore de 22 tonnes par an.

1.5.1. *Habitat*

Étant donné que les gouvernements du Québec et du Manitoba n'ont défini aucun objectif pour les milieux humides et les zones boisées, les directives fédérales relatives aux Grands Lacs servent d'orientation dans la définition des niveaux cibles des habitats. Selon ces directives, les milieux humides devraient couvrir plus de 10 % des bassins hydrographiques et plus de 6 % des sous-bassins, alors que les zones boisées

devraient occuper plus de 30 % de la région d'un bassin hydrographique (Environnement Canada, 2004). Bien que ces objectifs soient bien définis pour l'écosystème des Grands Lacs, ils sont basés sur un examen des études de plusieurs écosystèmes. Nous utilisons ensuite ces objectifs comme directives pour les bassins de la rivière Nicolet et de la rivière Little Saskatchewan.

Rivière Nicolet

Le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet respecte déjà ces directives en ce qui a trait aux forêts, qui couvrent 45 % de son territoire. L'objectif est de maintenir les forêts dans les zones agricoles, où la pression pour le déboisement est importante. La recherche de zones d'épandage de fumier de porc, afin d'être en conformité avec les règlements, et le prix élevé du maïs-grain sont deux facteurs qui poussent fortement les producteurs agricoles à étendre les zones cultivées au moyen du déboisement (MENV, 2003).

Le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) du Québec interdit aux agriculteurs d'étendre les zones cultivées dans les bassins hydrographiques présentant des niveaux de phosphore excessifs. Cependant, le REA autorise un système d'échange de parcelles de terre selon lequel les agriculteurs peuvent abandonner une parcelle de terre et déboiser les autres aux fins de culture, après avoir dûment avisé le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) du Québec (REA, article 50.4). Par conséquent, étant donné que le REA autorise le déboisement, la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles au Québec constitue un objectif valable pour les programmes de mesures incitatives.

L'objectif de 6 % établi par les directives d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2004) relativement aux milieux humides est loin d'être atteint dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, où les milieux humides ne représentent que 2,72 % du territoire. Dans le cadre de la présente étude, l'objectif établi est donc d'étendre les milieux humides en réduisant la culture dans les plaines inondables, où la pression pour la conversion des milieux humides en terres cultivées est importante.

En ce qui concerne les zones boisées, l'article 50.4 du *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) autorise les agriculteurs à abandonner la culture sur une parcelle de terre et à en drainer d'autres aux fins de culture. En revanche, l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* protège les milieux humides du drainage en exigeant une autorisation pour chaque projet de drainage. De plus, ce processus d'autorisation protège davantage les milieux humides les plus visibles et expose les moins connus à un risque plus élevé de disparition. Ainsi, étant donné que le REA et la *Loi sur la qualité de l'environnement*

autorise toujours le drainage des milieux humides, le maintien de ces dernières dans les zones agricoles constitue un objectif valable pour les programmes de mesures incitatives.

Rivière Little Saskatchewan

Avec 28,8 % de son territoire couvert de feuillus, de feuillus ouverts, de forêt mixte et de forêt de conifères, selon les classes de terres agricoles établies par la *Manitoba Land Initiative*, le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est presque en conformité totale avec la directive d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2004) relativement aux forêts (30 %). L'objectif est donc de légèrement étendre les zones boisées par l'aménagement de zones tampons boisées à proximité des cours d'eau.

L'objectif de 10 % établi par les directives d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2004) relativement aux milieux humides n'a pas encore été atteint dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, dont 6,5 % du territoire comprend des marais et des bogs selon la classification des terres agricoles de la *Manitoba Land Initiative*. Dans le cadre de cette étude, l'objectif établi est donc d'étendre et de maintenir les milieux humides en réduisant la culture dans les terres agricoles marginales.

La quantification de l'utilisation des terres a été réalisée dans le cadre de la *Manitoba Land Initiative* à l'aide de photographies aériennes. Les couches de données SIG pertinentes sont disponibles en ligne (Manitoba Land Initiative, 2007a). La carte de l'utilisation des terres présentée comme Figure 12 dans Annexe 3 a été élaborée à partir de données de 2000, sauf pour l'extrémité méridionale du bassin, pour laquelle on ne dispose que de données de 1994. Nous nous sommes basés sur ces données pour définir le nombre total d'habitats, ce qui nous permet de mesurer la biodiversité. Notre objectif en matière de biodiversité pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est d'accroître le nombre habitats naturels, y compris les milieux humides, les zones riveraines et les zones boisées.

2. DÉFINITION DES POLITIQUES VISANT LA HAUSSE DE LA PRODUCTION DE BSE ET CHOIX DES PGB ASSOCIÉES À CHAQUE POLITIQUE

Le présent rapport consiste en un examen approfondi des divers types de politiques en vue de déterminer leur efficacité quant à la génération de biens et services écologiques à moindres coûts. Ces politiques prennent la forme de paiements uniques, de paiements annuels et de paiements mixtes (uniques et paiements annuels), ou encore d'instruments économiques sous formes de mécanismes d'enchères et de régimes d'échange de droits d'émission.

Les scénarios stratégiques s'inspirent de programmes agroenvironnementaux existants, tels que les programmes du gouvernement fédéral, à savoir le Programme national de gérance agroenvironnementale et le Programme de couverture végétale du Canada, le programme manitobain des Services de diversification des modes d'occupation des sols appelé *Alternative Land Use Services* (ALUS), le Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA) du gouvernement du Québec et le Plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA). Nous nous sommes également appuyés sur les programmes d'autres pays, tels que le *Conservation Reserve Program* (CRP) des États-Unis, les programmes australiens appelés *Australia's BushTender* et *Australia's EcoTender*, ainsi que les Mesures Agri-Environnementales françaises.

L'objectif principal de ces politiques est d'encourager l'adoption de PGB en vue d'atteindre les BSE cibles. La sélection de l'ensemble des pratiques qui permettent à ceux qui les appliquent d'être admissibles aux paiements constitue ainsi une étape fondamentale du processus d'élaboration des politiques, dont l'efficacité de ces dernières dépendra en grande partie.

Les régions géographiques où seront appliquées ces politiques comprennent deux bassins hydrographiques représentatifs, notamment celui de la rivière Nicolet au Québec et celui de la rivière Little Saskatchewan au Manitoba. Dans le contexte de cette étude comparative, nous supposons que le niveau d'adoption et de supervision des BSE est identique pour toutes les politiques et les deux études de cas.

Les types de PGB concernés et le niveau de référence fixé pour les paiements implique une conformité avec les règlements existants. Ainsi, au Québec par exemple, le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) exige actuellement que les agriculteurs respectent la largeur de 3 mètres relativement aux bandes tampons le long des cours d'eau. Par ailleurs, on propose de transformer ces bandes tampons en bandes herbeuses de 10 mètres, de maintenir des installations appropriées pour l'entreposage du fumier et de traiter les eaux de laiteries. Des bandes tampons de 3 mètres de large sont également requises par la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*.

Dans le cadre de ce système, les producteurs nécessitant une aide financière doivent déposer une candidature pour y être admissible et fournir plusieurs documents à l'appui, comme des factures originales et, au besoin, des copies de tous les chèques émis ou encaissés par les fournisseurs. De plus, des pénalités sont prévues en cas de non-respect des obligations contractuelles. Le but de ces pénalités est de réduire les coûts publics de transaction, notamment en atténuant les conséquences d'un manquement aux obligations contractuelles. Toutefois, ces pénalités n'ont pas été prises en compte dans le calcul des coûts engendrés par les politiques, mais elles servent principalement à encourager les agriculteurs participant aux programmes à respecter leurs engagements contractuels.

2.1. Conception des politiques

2.1.1. Paiements uniques

Cette politique vise à encourager la mise en œuvre de certaines PGB en accordant aux agriculteurs qui respectent leurs engagements contractuels des paiements uniques correspondant à leurs pertes nettes. En vertu de cette politique, les agriculteurs entreprennent la mise en œuvre des PGB dans leur exploitation agricole, en échange de compensations financières.

Selon la théorie économique, dans des conditions de surveillance identiques, les agriculteurs sont plus susceptibles de ne pas respecter leurs obligations contractuelles s'ils reçoivent le paiement intégral au début du contrat que s'ils sont payés en plusieurs versements et qu'aucun système de pénalités n'est en vigueur. Nous avons donc décidé de recourir à un système de paiement unique principalement pour les PGB qui n'impliquent pas des dépenses annuelles importantes, car cette approche risque d'être moins efficace dans le cas contraire.

Lorsque le gouvernement du Canada octroie des paiements uniques pour les pratiques nécessitant un investissement et, récemment (p. ex., le Programme de couverture végétale du Canada⁴), pour les pratiques impliquant des coûts annuels de renonciation, la perte d'efficacité environnementale est probablement compensée par les coûts moins élevés des programmes de paiement unique.⁵ C'est la raison pour laquelle nous avons décidé d'inclure dans les politiques de paiement, les pratiques de préservation

⁴ Dans le cadre du Programme de couverture végétale du Canada, le montant que doit rembourser l'agriculteur à AAC en cas de manquement aux engagements et clauses contractuels n'est pas considéré comme une pénalité, mais plutôt comme une indemnité pour les dommages causés par le non-respect des engagements. Tout accord relatif au Programme stipule également que cette créance « peut toutefois être compensée par tout montant payable ou à payer par le gouvernement du Canada ou une société d'état fédérale au participant admissible, et ce, jusqu'au remboursement intégral. »

⁵ Les coûts sont moins élevés étant donné que le niveau de surveillance est le même. Autrement, une surveillance plus rigoureuse est requise pour obtenir le même niveau d'efficacité que les paiements annuels avec les paiements uniques.

des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles, et de réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables.

Un autre facteur à considérer est le refus de certains producteurs de mettre en œuvre des pratiques qu'ils jugent trop complexes. Parmi ces pratiques, on compte notamment le travail de conservation du sol ou le semis direct, qui nécessitent une certaine expertise. Ainsi, nous avons décidé de tenir compte du soutien technique requis pour mettre en œuvre ces pratiques, ce qui est généralement nécessaire au début d'un projet. Nous aurons donc recours à des paiements uniques pour couvrir le coût annuel de renonciation et le coût de soutien technique. Ces coûts seront ensuite actualisés, puis totalisés pour déterminer le montant du paiement unique pour chaque pratique.

Voici les PGB qui donnent droit au paiement unique : l'aménagement de bandes tampons riveraines herbeuses (sans entretien), les cultures couvre-sol pour les céréales, le travail de conservation du sol et le semis direct, la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles⁶, la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables et l'entreposage du fumier.

Les montants des paiements correspondent à un pourcentage de la quantité d'investissements entrepris, dont le plafond est déterminé à l'avance. Pour ce qui est de la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles, ainsi que de la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables, les montants versés correspondent à la valeur capitalisée du coût de renonciation de l'exploitation du terrain. En matière d'aide technique, le paiement unique correspond au coût de l'assistance technique fournie pendant deux années.

Tableau 12 présente les caractéristiques principales de notre politique de paiements uniques.

⁶ Dans ce cas-ci, le paiement unique équivaut à une servitude de conservation pour la durée du contrat.

TABLEAU 12 : CARACTÉRISTIQUES DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS UNIQUES

Paiement unique	Province	
	Québec	Manitoba
Admissibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous les agriculteurs, qu'ils soient propriétaires ou locataires des terres qu'ils exploitent. ▪ Exception : Pour certaines pratiques impliquant un autre usage (p. ex., la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables), seuls les propriétaires sont admissibles. 	
PGB admissibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons herbeuses de 10 m de large ▪ Cultures couvre-sol ▪ Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol) ▪ Préservation des milieux humides dans les zones agricoles ▪ Réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons herbeuses de 10 m de large ▪ Cultures couvre-sol ▪ Préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles ▪ Entreposage du fumier
Soutien technique	Oui, pour certaines PGB (p. ex., les cultures couvre-sol)	
Durée du contrat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne s'applique pas aux investissements. ▪ Neuf ans pour les PGB qui engendrent des paiements ou un manque à gagner récurrent. ▪ Deux ans pour le soutien technique. 	
Pénalités	Les agriculteurs qui souhaitent résilier leur contrat avant échéance ou qui ne respectent pas leurs engagements contractuels devront rembourser le montant total de l'allocation moins le montant correspondant à la moitié du coût annuel de renonciation (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada).	

2.1.2. Paiements annuels

La politique de paiements annuels consiste à octroyer une compensation financière aux agriculteurs participant au programme pour couvrir toutes leurs dépenses annuelles encourues par la mise en œuvre de PGB dans leur exploitation agricole. Ainsi, les PGB qui permettent l'admissibilité au programme de paiements annuels comprennent les pratiques impliquant des dépenses ordinaires, notamment l'aménagement de bandes tampons arborées⁷ (avec entretien), les cultures couvre-sol, les cultures intercalaires, la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles ainsi que la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables.

Comme dans le cas des paiements uniques, tous les agriculteurs sont généralement admissibles au programme, qu'ils soient propriétaires ou locataires des terres qu'ils exploitent. Toutefois, dans le cas de certaines pratiques nécessitant un investissement initial, seuls les propriétaires peuvent en bénéficier.

La durée du contrat est de trois ans renouvelable deux fois, ce qui la porte à neuf ans, en tout. En matière de pénalités, les producteurs qui ne respectent pas leurs engagements contractuels ne recevront pas d'aide pour l'année en question, et ceux qui souhaitent résilier leur contrat avant échéance devront rembourser la moitié des montants annuels des années restantes (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada).

Tous les agriculteurs participant au programme reçoivent le même montant pour l'application de PGB. Ce montant est calculé à partir du modèle de calcul du revenu agricole moyen utilisé dans le cadre du Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA) ainsi que des méthodes de calcul de la Manitoba Agricultural Services Corporation.

Tableau 13 présente les caractéristiques principales de la politique de paiements annuels.

⁷ On doit avoir accès aux cours d'eau afin de les entretenir. Cet entretien doit être effectuée tous les 15 à 20 ans, voire tous les 30 ans si les bandes tampons arborées sont établies, du fait qu'elles réduisent le colmatage dans les cours d'eau. En fait, les bandes tampons arborées peuvent être aménagées sur les deux rives d'un cours d'eau si l'on a accès à ce dernier pour en effectuer un entretien.

TABLEAU 13 : CARACTÉRISTIQUES DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS ANNUELS

Paiement annuel	Province	
	Québec	Manitoba
Admissibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous les agriculteurs, qu'ils soient propriétaires ou locataires des terres qu'ils exploitent. ▪ Exception : Pour certaines pratiques impliquant un autre usage (p. ex., la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables), seuls les propriétaires sont admissibles. 	
PGB admissibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons boisées de 10 m de large ▪ Cultures couvre-sol ▪ Cultures intercalaires ▪ Préservation des milieux humides dans les zones agricoles ▪ Réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons boisées de 10 m de large ▪ Cultures couvre-sol ▪ Préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles <ul style="list-style-type: none"> ▪
Soutien technique	Oui, pour certaines PGB (p. ex., les bandes tampons riveraines arborées)	
Durée du contrat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trois ans, renouvelable deux fois 	
Pénalités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les agriculteurs qui ne respectent pas leurs engagements contractuels ne sont pas payés pour l'année en question. ▪ Les agriculteurs qui souhaitent résilier leur contrat avant échéance devront rembourser la moitié des montants annuels des années restantes (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada). 	

2.1.3. Politique mixte : Paiements uniques et paiements annuels

Dans ce scénario de politique, les pratiques seront rémunérées par l'entremise de paiements uniques ou annuels, selon qu'elles génèrent d'importants investissements initiaux ou des dépenses ordinaires. Les PGB sont classées en fonction de leur efficacité environnementale (coûts/BSE obtenus). Par ailleurs, celles qui seront les plus efficaces seront les premières à être recommandées et mises en application. Enfin, les pratiques seront intégrées au portefeuille de la politique jusqu'à ce que les objectifs environnementaux soient atteints.

Tableau 14 présente les principales caractéristiques de la politique mixte de paiement unique et de paiement annuel.

TABLEAU 14 : CARACTÉRISTIQUES DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS MIXTES

Politique de paiements mixtes	Province	
	Québec	Manitoba
Admissibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous les agriculteurs, qu'ils soient propriétaires ou locataires des terres qu'ils exploitent. ▪ Exception : Pour certaines pratiques impliquant un autre usage (p. ex., la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables), seuls les propriétaires sont admissibles. 	
PGB admissibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons boisées de 10 m de large ▪ Bandes tampons herbeuses de 10 m de large ▪ Cultures couvre-sol ▪ Cultures intercalaires ▪ Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol) ▪ Préservation des milieux humides dans les zones agricoles ▪ Réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons boisées de 10 m de large ▪ Bandes tampons herbeuses de 10 m de large ▪ Cultures couvre-sol ▪ Préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles
Soutien technique	Oui, pour certaines PGB (p. ex., les bandes tampons riveraines boisées)	
Durée du contrat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne s'applique pas aux investissements. ▪ Trois ans, renouvelable deux fois pour les PGB qui engendrent des paiements ou un manque à gagner récurrent. ▪ Deux ans pour le soutien technique. 	
Pénalités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les agriculteurs qui ne respectent pas leurs engagements contractuels ne sont pas payés pour l'année en question. ▪ Les agriculteurs qui souhaitent résilier leur contrat avant échéance devront rembourser la moitié des montants annuels des années restantes (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada). 	

2.1.4. Le système des enchères

D'après McAfee et McMillian (OCDE, 2007b), « une enchère est une institution du marché avec un ensemble de règles explicites qui déterminent l'allocation de ressources et les prix en fonction des offres des intervenants sur le marché. » Lorsqu'il est appliqué spécifiquement à l'obtention de BSE dans le secteur de l'agriculture, le système d'enchères fonctionne comme suit : les producteurs participant au programme proposent le montant d'argent qu'ils souhaiteraient recevoir pour mettre en œuvre une PGB, et

seules les propositions offrant le meilleur ratio avantage/coût environnemental sont retenues, et ce, jusqu'à ce que les objectifs environnementaux soient atteints. Ce système exige de la part du producteur le *consentement à accepter* des compensations pour appliquer les PGB. Par conséquent, le montant des compensations que demande un producteur pour mettre en œuvre des pratiques agroenvironnementales est révélé dans son enchère.

Dans le cadre de ce système, les objectifs environnementaux et les PGB connexes doivent être clairement définis. Les propositions des producteurs doivent être analysées et classées en fonction des enchères, mais également des indices des avantages pour l'environnement (IAE) qui sont d'une complexité variable et qui tiennent compte des caractéristiques propres à chaque cas. Pour chaque proposition, on analysera la relation entre l'avantage environnemental obtenu (baisse de la teneur en phosphore de l'eau ou préservation/création d'habitats fauniques) et le coût de la proposition.

Le système d'enchères permet de combler les lacunes en matière de renseignements qui entravent l'élaboration des politiques agroenvironnementales. Bien que les décideurs du gouvernement connaissent mieux la manière dont les PGB peuvent contribuer à réaliser des BSE, ils ne connaissent pas le véritable coût lié à l'application de ces pratiques. En revanche, les agriculteurs connaissent mieux les coûts réels d'application des pratiques, mais ils ignorent l'incidence de ces dernières sur l'environnement. Les enchères permettent aux décideurs d'informer les producteurs sur les conséquences environnementales des PGB. Quant aux agriculteurs, ils se servent de leurs propositions pour indiquer aux décideurs les coûts relatifs à la mise en œuvre de ces pratiques.

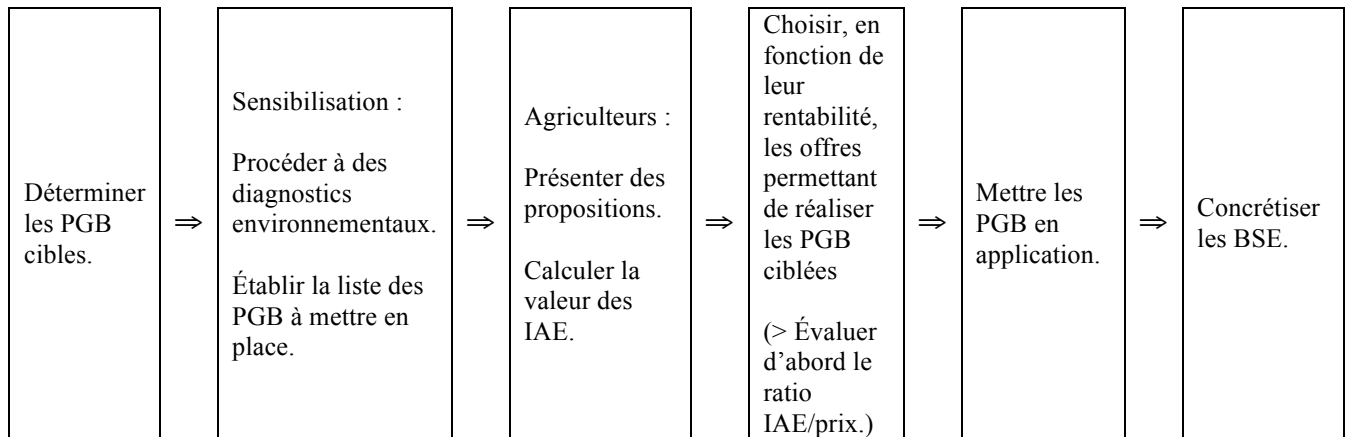
Les enchères réduisent les coûts privés, car la concurrence pour obtenir des fonds fait que les producteurs qui prennent part à ces enchères proposent des prix aussi proches que possible des coûts réels qu'ils ont encourus, au lieu d'essayer d'obtenir le paiement le plus élevé possible (Eigenraam et al. 2005).⁸

Ce système permet aussi aux gouvernements de toucher systématiquement un plus grand nombre d'agriculteurs et de conclure des conventions collectives (Stoneham, 2002).

Établissement d'une politique agroenvironnementale basée sur un système d'enchères

Le diagramme suivant présente la procédure à suivre pour établir un système d'enchères en vue d'encourager l'élaboration de PGB à la ferme.

⁸ Cependant, on peut s'attendre à une hausse des coûts publics de transaction, notamment en raison des exigences spécifiques liées à l'établissement d'un système d'enchères telles que : préparer des diagnostics environnementaux spécifiques pour les parcelles de terre ou les ensembles de parcelles concernés (approche australienne) ou se servir d'indices des avantages pour l'environnement (approche utilisée dans le *Conservation Reserve Program* (CRP) des États-Unis).



La première étape consiste à déterminer les objectifs environnementaux. Vient ensuite le stade de « sensibilisation », où l'on lance une campagne publicitaire en vue d'informer les producteurs et de les encourager à participer au programme. On mène après des diagnostics environnementaux sur les exploitations agricoles des producteurs intéressés. Grâce à une meilleure connaissance des avantages et risques environnementaux liés à l'activité agricole, il est possible de définir avec plus de précision les PGB convenant à chaque cas. Ainsi, le processus préliminaire n'est requis que pour déterminer les PGB et incite les agriculteurs concernés à être plus soucieux de l'environnement.

Une fois que l'on a identifié toutes les PGB, on lance le système d'enchères. Les producteurs émettent des propositions en précisant le portefeuille de PGB qu'ils sont prêts à appliquer ainsi que le montant d'argent qu'ils souhaiteraient recevoir pour ce service (*consentement à accepter*). On calcule ensuite les IAE en tenant compte des avantages environnementaux obtenus (par la mise en œuvre d'un ensemble de PGB).

Les propositions des agriculteurs sont sélectionnées en fonction de leur rentabilité et de leur capacité à produire des BSE à moindre coût. Elles sont ensuite classées selon leur ratio IAE/prix, et celles qui semblent plus efficaces (p. ex., avec l'IAE le plus élevé à moindre coût) sont choisies en premier. Les autres propositions sont classées par ordre décroissant selon leur ratio avantages environnementaux obtenus/coûts totaux. La dernière proposition sélectionnée est celle qui produit des BSE qui atteignent les objectifs environnementaux pour le bassin hydrographique en question.

Les étapes finales du processus impliquent la mise en œuvre des PGB et l'obtention des BSE.

Dans le cadre de l'élaboration d'une politique agroenvironnementale basée sur un système d'enchères, nous avons étudié la pratique actuelle, notamment le *Conservation Reserve Program* en vigueur aux États-Unis, et les programmes australiens *BushTender* et *EcoTender*.

Un certain nombre de facteurs doivent être pris en considération lors de l'élaboration d'une politique agroenvironnementale basée sur un système d'enchères, notamment les objectifs environnementaux et le format d'enchères (Stoneham, 2002).

Les BSE cibles sont les mêmes que dans le cas des politiques décrites précédemment; par exemple, une meilleure qualité de l'eau par la réduction de sa teneur en phosphore et la création d'habitats fauniques (boisés et milieux humides).

En nous basant sur les formats d'enchères utilisés aux États-Unis et en Australie, nous avons défini un système d'enchères aux caractéristiques suivantes : enchères scellées au premier prix, à ronde unique, et avec des propositions publiques. Grâce à ce système, les producteurs seront informés sur les conséquences environnementales de l'application de PGB, mais pas sur la valeur des ressources naturelles dans leur propriété. Les raisons de ces choix sont expliquées ci-après.

Selon l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2007b), la différence entre une enchère scellée au premier prix et une enchère scellée au second prix est que dans la première, le prix d'enchère final est celui de l'enchérisseur le plus offrant. Alors que dans l'enchère scellée au second prix, le dernier enchérisseur remporte l'enchère, mais paie le montant du deuxième enchérisseur le plus offrant. Nous avons opté pour l'enchère scellée au premier prix pour des raisons de simplicité.

En outre, nous avons choisi un mécanisme d'enchère à ronde unique car, d'après Eigenraam et al. (2005), des rondes multiples augmentent les coûts de transaction liée à la politique. De plus, on recourra à des enchères à soumission cachetée lorsque le nombre d'enchérisseurs sera faible. Il peut y avoir une collusion entre les enchérisseurs lorsqu'ils sont peu nombreux, ce qui augmenterait le montant des enchères faites. Toutefois, dans le cas de la mise aux enchères de contrats de gestion des ressources naturelles, on compte généralement plus de 50 participants, ce qui limite le risque de collusion. Nous avons donc opté pour un système d'enchères avec des propositions publiques.

La décision de ne communiquer qu'une partie de l'information aux producteurs repose sur le fait qu'aux États-Unis et en Australie, on a noté que donner l'information aux producteurs entraînaient des enchères plus élevées. Afin d'éviter cela, nous avons choisi de ne révéler que certains renseignements aux producteurs participant au programme.

Tous les agriculteurs sont admissibles au programme, qu'ils soient propriétaires ou locataires des terres qu'ils exploitent, sauf pour les pratiques qui nécessitent un investissement initial, auquel cas seuls les propriétaires sont peuvent être admis. Le portefeuille de PGB varie en fonction de l'exploitation agricole,

car les listes des PGB à mettre en œuvre sont élaborées par les producteurs eux-mêmes. Dans le cas des paiements annuels, la durée du contrat est de trois ans, renouvelable deux fois.

Étant donné que le système d'enchères est un mécanisme de marché efficace permettant d'atteindre les objectifs liés aux BSE, nous supposons que les pratiques les plus efficaces seront mises en œuvre en premier. En fait, d'après Stoneham et al. (2007), le modèle australien montre que les instruments de politique fondés sur le marché (enchères, systèmes de permis échangeables, etc.) créent l'environnement économique qui permet aux producteurs agricoles de faire le meilleur choix concernant la production des biens et la création de BSE. On présume que les prix d'enchère correspondront au coût privé net plus les coûts privés de transaction du producteur. On prévoit que les coûts publics de transaction soient plus élevés que dans le cas de paiements annuels et de paiements uniques en raison du fardeau administratif considérable qu'implique l'établissement d'un système d'enchères, notamment en ce qui a trait à la quantité d'information requise pour définir les objectifs environnementaux.

Le Tableau 15 présente les principales caractéristiques d'une politique basée sur un système d'enchères.

**TABLEAU 15 : CARACTÉRISTIQUES D’UNE POLITIQUE BASÉE SUR UN SYSTÈME D’ENCHÈRES POUR LA
 MISE EN ŒUVRE D’UNE PGB**

Caractéristiques de la politique	Province	
	Québec	Manitoba
Type d’enchère	Scellée au premier prix, à ronde unique, avec des propositions publiques, dont l’information est révélée en partie.	
Admissibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous les agriculteurs, qu’ils soient propriétaires ou locataires des terres qu’ils exploitent. ▪ Exception : Pour certaines pratiques impliquant un autre usage (p. ex., la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables) ou un investissement (p. ex., pour des bandes tampons riveraines arborées), seuls les propriétaires sont admissibles. ▪ Soumission gagnante : > ratio IAE/prix 	
PGB admissibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons herbeuses ou boisées de 10 m de large ▪ Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol) ▪ Cultures couvre-sol ▪ Cultures intercalaires ▪ Préservation des boisés dans les zones agricoles ▪ Préservation des milieux humides dans les zones agricoles ▪ Réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons herbeuses ou boisées de 10 m de large ▪ Préservation des milieux humides dans les zones agricoles ▪ Entreposage du fumier ▪ Cultures couvre-sol
Soutien technique	Oui, pour certaines PGB (p. ex., les bandes tampons)	
Durée du contrat	Trois ans, renouvelable deux fois	
Pénalités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les agriculteurs qui ne respectent pas leurs engagements contractuels ne sont pas payés pour l’année en question. ▪ Les agriculteurs qui souhaitant résilier leur contrat avant échéance devront rembourser la moitié des montants annuels des années restantes (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada). 	

2.1.5. Régimes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires⁹

D'abord conçus et mis en place aux États-Unis pour lutter contre la pollution de l'air, ces régimes se sont multipliés dans le domaine de l'amélioration de la qualité de l'eau. La présente section traitera des mesures permettant d'améliorer la qualité de l'eau en réduisant la teneur en phosphore des eaux résiduaires provenant des exploitations agricoles. Consultez l'annexe 10 pour obtenir plus d'information sur les systèmes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires.

Le processus d'échange de droits en matière d'eaux résiduaires se fonde sur le fait que les coûts de réduction de la pollution en vue de la ramener à un niveau donné ne sont pas les mêmes pour tous les participants du système. Les coûts de réduction de la pollution diffèrent d'une source de pollution à une autre, ce qui explique la nécessité de l'échange de droits. En fait, ceux pour qui les coûts de lutte contre la pollution sont élevés préfèrent acheter des réductions ou des droits de rejet d'eaux résiduaires auprès d'autres dont les coûts sont inférieurs aux leurs, plutôt que de réduire leurs propres rejets d'eaux résiduaires. De plus, ceux dont les coûts de réduction sont plus faibles sont encouragés à réduire leurs rejets d'eaux résiduaires au-delà du niveau exigé par le permis qui leur a été accordé, puisqu'ils peuvent vendre leurs droits de rejet d'eaux résiduaires à un prix supérieur aux coûts de réduction. Ainsi, la société se retrouve largement gagnante, car les forces du marché permettent d'atteindre un objectif environnemental donné en réduisant, dans la mesure du possible, les rejets d'eaux résiduaires à moindre coût.

Élaboration d'une politique basée sur un régime d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires

L'élaboration d'une politique basée sur des systèmes de permis échangeables s'inspire de pratiques en vigueur aux États-Unis et en Australie ainsi que d'un projet pilote en Ontario.¹⁰

Un système de permis échangeables n'est pas applicable dans tous les contextes, mais lorsque cela est possible, un certain nombre d'exigences doivent être satisfaites. Tout d'abord, le programme doit être généralement axé sur l'identification d'un problème environnemental particulier et doit préciser les objectifs liés à la qualité de l'eau sous forme de concentration maximale permise d'un polluant (phosphore) dans les cours d'eau. Aux États-Unis, par exemple, des concentrations maximales quotidiennes sont établies sous la forme d'un indicateur appelé *Total Maximum Daily Load* [(TMDL)

⁹ Cette section est basée sur un rapport produit par la CAAAQ (Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire du Québec) qui est intitulé : *L'échange de droits d'émission de phosphore comme solution à la contamination des cours d'eau dans les bassins versants du Québec*.

¹⁰ Le ministre de l'Environnement de l'Ontario a attribué une valeur institutionnelle aux coefficients de réduction du phosphore utilisés dans le projet pilote mené en Ontario.

charge quotidienne maximale totale]. Cet indicateur est la somme de tous les rejets permis d'un polluant à partir de toutes les sources ponctuelles et non ponctuelles, et d'une marge de sécurité pour prendre en compte les facteurs imprévus. Cette approche tient également compte des variations saisonnières de la qualité de l'eau.

On note également des sources qui ne peuvent être que ponctuelles dans le territoire couvert par le programme, telles qu'une station de traitement des eaux usées municipales ou une industrie, qui cherchent à augmenter leur capacité de rejet pour répondre à leurs besoins de croissance. Dans de tels cas, les entreprises doivent obtenir un permis d'émission de phosphore auprès du gouvernement provincial.¹¹ La province doit ensuite convenir d'intervenir, au besoin, pour assurer le bon fonctionnement du marché. Étant donné que les sources ponctuelles ne peuvent augmenter leur niveau d'émission de phosphore, elles doivent investir dans de nouvelles technologies pour réduire leurs émissions ou acheter des crédits d'émission auprès des producteurs participant au programme qui ont réussi à réduire leurs émissions à moindre coût.¹² Ces choix sont largement dictés par le coût relatif de ces deux options.

Dans les deux bassins hydrographiques à l'étude, on note des problèmes liés à la qualité de l'eau, particulièrement en ce qui a trait aux niveaux de phosphore, qui dépasse les limites établies au Québec et au Manitoba. Selon une description de l'environnement du bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Ghazal, 2006), un certain nombre de sources ponctuelles de rejets de phosphore existent dans le bassin, notamment des industries et des municipalités.

En fait, les industries et les municipalités doivent également se conformer aux normes environnementales en vigueur relativement aux rejets de phosphore dans les cours d'eau. En outre, il faut envisager une augmentation des niveaux d'émission de polluants, en particulier à cause de la croissance de la population dans le bassin. On suppose que les stratégies de croissance de certaines industries obligent davantage ces dernières à rejeter du phosphore dans les cours d'eau. Par conséquent, l'état actuel du bassin hydrographique peut donner lieu à l'établissement d'un système de permis échangeables.

Cependant, le cas du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est différent en raison de la pénurie relative de gros acheteurs potentiels de crédits qui pourrait compliquer l'élaboration d'un système d'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs. Nous supposons que la ville de Winnipeg pourrait acheter des crédits de sorte que l'on puisse mettre en œuvre un système de permis échangeables pour le bassin de la rivière Little Saskatchewan, ce qui résoudrait le problème. Au cas où plusieurs sources ponctuelles seraient intéressées par l'achat de crédits de réduction des émissions de

¹¹ La pollution de l'eau à échelle locale entre dans le champ de responsabilité du gouvernement provincial.

¹² Par exemple, les agriculteurs qui ont mis en œuvre des PGB.

phosphore auprès d'autres participants au programme dans le bassin, on a créé, dans le cadre du projet pilote en Ontario, un organisme appelé *Conservation de la Nation Sud* (CNS), dont le rôle principal est de canaliser ce marché naissant.

La prochaine étape consiste à établir un ratio de réduction requis pour contrebalancer l'augmentation des rejets de phosphore. De manière générale, ce ratio est de 2:1; par exemple, pour qu'une source ponctuelle puisse augmenter ses rejets de phosphore d'un kilogramme, elle doit acheter des crédits pour leur réduction de deux kilogrammes auprès d'un autre producteur participant au programme. Pour la rivière Nation Sud en Ontario, le ministre de l'Environnement de l'Ontario a augmenté ce ratio à 4:1 (au lieu de 2:1, comme proposé initialement). Ce ratio reflète l'incertitude relative aux calculs de réduction, mais il est également le résultat d'un consensus local.

On doit donc établir le prix d'un kilogramme de phosphore total retiré des cours d'eau. Ce prix varie selon cas. Pour le bassin hydrographique de la rivière Nation Sud, par exemple, le prix d'un kilogramme de phosphore retiré des cours d'eau a été fixé à 375 \$; ce prix couvre les dépenses réglementaires de l'organisme, notamment pour l'administration, la surveillance et la préparation de rapports.

Les sources ponctuelles paient à l'organisme de réglementation un montant correspondant aux crédits de réduction désirés. Grâce à ce budget, on peut lancer un appel de propositions à l'intention des agriculteurs qui souhaiteraient éventuellement prendre part au programme et être ainsi payés pour la mise en œuvre de PGB afin de réduire le phosphore dans les cours d'eau. L'étape suivante consiste donc à élaborer un système de suivi des niveaux de phosphore et à transmettre les résultats à l'organisme de réglementation et aux autres intervenants concernés.

La quantité de phosphore à échanger dépendra de deux facteurs : 1) la quantité de phosphore rejetée dans le cours d'eau par les sources ponctuelles et 2) le ratio appliqué aux réductions des émissions provenant de sources non ponctuelles.

Tout comme le système d'enchères, le système de permis échangeables est un autre mécanisme de marché efficace en termes coûts liés à la politique. Les PGB permettant de plus grandes réductions du phosphore à moindre coût seront mises en œuvre en premier. Seuls les coûts de transaction pris en charge par l'État seront différents dans ce mécanisme. Il est à noter que la décision de certifier les crédits entraîne une augmentation des coûts de transaction pris en charge par l'État. Le Tableau 16 présente les principales caractéristiques d'une politique de permis échangeables pour la mise en œuvre de PGB à la ferme.

TABLEAU 16 : CARACTÉRISTIQUES D’UNE POLITIQUE DE PERMIS ÉCHANGEABLES POUR LA MISE EN ŒUVRE DE PGB

Caractéristiques de la politique	Province	
	Québec	Manitoba
Admissibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous les agriculteurs, qu’ils soient propriétaires ou locataires des terres qu’ils exploitent. ▪ Exception : Pour certaines pratiques impliquant un autre usage (p. ex., la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables) ou un investissement (p. ex., pour des bandes tampons riveraines arborées), seuls les propriétaires sont admissibles. 	
PGB admissibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons herbeuses de 10 m de large ▪ Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol) ▪ Cultures couvre-sol ▪ Cultures intercalaires 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandes tampons herbeuses de 10 m de large ▪ Entreposage du fumier ▪ Cultures couvre-sol
Soutien technique	Oui, pour certaines PGB (p. ex., les bandes tampons riveraines)	
Durée du contrat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trois ans, renouvelable deux fois 	
Pénalités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les agriculteurs qui ne respectent pas leurs engagements contractuels ne sont pas payés pour l’année en question. ▪ Les agriculteurs qui souhaitent résilier leur contrat avant échéance devront rembourser la moitié des montants annuels des années restantes (pénalité inspirée de celles appliquées par le programme ALUS et le Programme de couverture végétale du Canada). 	

2.2. PGB associées à des politiques

2.2.1. Choix des PGB

Cette section présente et décrit brièvement l’ensemble des PGB choisies pour atteindre les niveaux cibles des BSE.

Le Tableau 17 présente les diverses PGB choisies dans les deux études de cas.

TABLEAU 17 : PGB MISES EN ŒUVRE DANS LES DEUX ÉTUDES DE CAS

	Qualité de l'eau (phosphore)	Habitat (milieu humide et boisé)	
		Milieux humides	Boisés
Rivière Nicolet (Québec)	<ul style="list-style-type: none"> • Zones tampons riveraines (boisées et herbeuses, 10 m) • Cultures couvre-sol d'hiver (pour les céréales et le maïs) • Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol) 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrait de la production des terres inondables • Préservation des milieux humides actuels dans les zones agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Préservation des forêts actuelles dans les zones agricoles
Rivière Little Saskatchewan (Manitoba)	<ul style="list-style-type: none"> • Zones tampons riveraines boisées (10 m) • Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides • Cultures couvre-sol d'hiver • Travail de conservation du sol (culture sans labour) • Entreposage du fumier 	<ul style="list-style-type: none"> • Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides 	<ul style="list-style-type: none"> • Zones tampons riveraines boisées (10 m)

Qualité de l'eau (phosphore)

Le choix des PGB permettant d'atteindre les niveaux de BSE visés a d'abord été fondé sur la disponibilité des renseignements sur l'efficacité de chacune des pratiques, notamment en ce qui concerne le phosphore. Parmi les coefficients d'efficacité cités dans la documentation, nous avons arrêté notre choix sur ceux de la Conservation de la Nation Sud (2003), car ils nécessitaient peu de renseignements et ils étaient faciles à utiliser. Ces coefficients sont utilisés dans le cadre du projet pilote appelé Programme de gestion du phosphore total, que le ministère de l'Environnement de l'Ontario a mis en œuvre pour l'échange de crédits de qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Nation Sud. Nous sommes conscients du fait que ces coefficients sont relatifs et discutables à la vue des incertitudes scientifiques et de l'importance des conditions biophysiques (sol, climat, topographie, etc.) associées à la réduction du phosphore. Toutefois, nous avons décidé d'utiliser les coefficients de la CNS, car ils nous permettent d'évaluer, de manière relativement équitable, l'incidence de chacune des PGB, puisque ces dernières ne sont mises en place qu'après l'approbation unanime de plusieurs experts de l'Ontario et après l'examen approfondi du dossier relatif à chacune d'elle.

Plus près des Prairies canadiennes, des taux d'efficacité de PBG ont également été appliqués par l'Idaho Soil Conservation Commission (ISCC) dans le cadre d'un programme d'échange de crédits de qualité de

l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Lower Boise (ISCC, 2002). Les coefficients d'efficacité ne sont pas si différents de ceux de la Conservation de la Nation Sud. Par exemple, le taux d'efficacité établi par l'Idaho Soil Conservation Commission pour une zone tampon riveraine est de 55 %, alors que selon la CNS, il varie de 56 % à 67 % en fonction de la largeur de la zone (ISCC, 2002; Conservation de la Nation Sud, 2003). Les taux d'efficacité de la CNS sont principalement utilisés dans la présente étude, sauf pour la PGB « restauration des milieux humides » dont le coefficient provient de l'étude sur le bassin de la rivière Lower Boise.

Étant donné que les coefficients de la CNS relativement au phosphore n'ont été établis que pour dix pratiques, les PGB que nous avons choisies pour le phosphore sont les suivantes :

- 1) Eaux usées de laiterie
- 2) Installations d'entreposage du fumier
- 3) Dérivation de l'eau propre
- 4) Accès du bétail aux cours d'eau
- 5) Fosses septiques
- 6) Cultures de conservation
- 7) Cultures couvre-sol
- 8) Bandes tampons
- 9) Abandon des terres agricoles fragiles
- 10) Gestion des éléments nutritifs

La mise en place de fosses septiques a été automatiquement éliminée, car elle n'est pas propre à l'agriculture. La dérivation de l'eau propre a également été abandonnée en raison des données requises pour respecter la formule. De plus, plusieurs PGB sont déjà réglementées au Québec, notamment le traitement des eaux usées de laiterie, la mise en place d'installations d'entreposage du fumier, l'accès du bétail aux cours d'eau, la gestion des éléments nutritifs (PAEF : *Plan agroenvironnemental de fertilisation*) et l'aménagement de zones tampons riveraines d'une largeur de trois mètres. Par conséquent, ces PGB ne sont pas prises en compte au Québec étant donné que l'on étudie actuellement le caractère volontaire des politiques. L'abandon des terres agricoles fragiles a été éliminé en raison de son incidence infime sur le phosphore dans le bassin hydrographique; on compte seulement 37 hectares de terres sujettes aux inondations dans le bassin de la rivière Nicolet et l'on ne dispose d'aucune autre donnée sur les terres

agricoles fragiles. Les PGB restantes (cultures de conservation, cultures couvre-sol et zones tampons de plus de trois mètres de large) demeurent toutes valables.

La situation est quelque peu différente au Manitoba, où les PGB ne sont pas réglementées (sauf l'entreposage du fumier qui s'applique uniquement aux exploitations d'élevage comptant au moins 300 unités animales), ce qui offre un éventail de choix bien plus large. Les PGB qui ont été finalement choisies pour le bassin de la rivière Little Saskatchewan sont les suivantes : (1) l'aménagement de zones tampons riveraines boisées (de 10 m de large), (2) la conversion des terres agricoles marginales en milieux humides, (3) l'adoption de cultures couvre-sol d'hiver, (4) le travail de conservation du sol (culture sans labour) et (5) l'entreposage du fumier.

Habitat

Pour ce qui est de l'habitat, le choix des PGB est assez évident pour les deux bassins hydrographiques. Voici les PGB proposées pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet : (1) retirer de la production les terres inondables, (2) préserver les milieux humides existants et (3) préserver les forêts existantes. Quant au bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, voici les PGB proposées : (1) convertir les terres agricoles marginales en milieux humides et (2) créer des zones riveraines tampons boisées (voir Tableau 17).

Une comparaison entre les PGB relatives à l'habitat et celles relatives au phosphore (énumérées dans Tableau 17) a révélé que dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, ces deux groupes se chevauchent. En effet, pour toutes les PGB liées à l'habitat, on tient compte de l'incidence sur le phosphore, ce qui n'est pas le cas au Québec, où (1) la préservation de l'habitat existant ne modifie pas le niveau réel de phosphore dans la rivière, alors que (2) le retrait de la production des terres inondables en modifie le niveau, mais l'impact de cette suppression reste néanmoins marginal en raison de la superficie relativement petite des plaines agricoles inondables (37 hectares). Une conséquence importante que cela entraîne est que les BSE liés à l'habitat n'impliquent aucun coût supplémentaire une fois le niveau cible de phosphore atteint. C'est la raison pour laquelle les PGB liées à l'habitat sont perçues comme un avantage connexe des PGB liées au phosphore.

Chaque PGB choisie pour cette étude est présentée brièvement dans Tableau 18. Ce tableau indique également le bassin hydrographique correspondant à chaque PGB. En outre, vous trouverez une description détaillée de chaque PGB dans Annexe 8.

TABLEAU 18 : DESCRIPTION DES PGB CHOISIES POUR LA PRÉSENTE ÉTUDE

PGB	Description	Rivière Nicolet	Rivière Little Saskatchewan
Qualité de l'eau			
Entreposage du fumier	Le système d'entreposage idéal devrait empêcher la perte d'éléments nutritifs durant l'entreposage et assurer une capacité suffisante jusqu'à ce que le champ soit bien couvert.		√
Zones tampons riveraines	Les zones tampons riveraines jouent un rôle important, non seulement dans la protection de la qualité de l'eau et de l'habitat, mais aussi dans la régularisation du débit d'eau et la stabilisation des rives.	√	√
Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol)	Le travail de conservation du sol est une pratique de gestion bénéfique qui consiste à laisser au moins 30 % de la surface du sol couverte de résidus (tiges, feuilles, paille de la moisson précédente) après l'ensemencement.	√	√
Cultures couvre-sol	Les cultures couvre-sol permettent la protection du sol pendant les périodes où il n'est pas possible de planter des cultures commercialisables. Elles réduisent la quantité de terre et d'éléments nutritifs emportée vers les eaux de surface.	√	√
Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides	Cette pratique consiste à transformer les terres agricoles les moins productives en milieux humides pour qu'elles réduisent la quantité de phosphore qui pénètre dans les rivières.		√
Habitat			
Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides	Cette pratique consiste à transformer les terres agricoles les moins productives en milieux humides pour qu'elles servent d'habitat à diverses espèces animales.		√
Zones tampons riveraines	Les zones tampons riveraines jouent un rôle important, non seulement dans la protection de la qualité de l'eau et de l'habitat, mais aussi dans la régularisation du débit d'eau et la stabilisation des rives.		√
Préservation des milieux humides et des forêts actuels dans les zones agricoles	Cette PGB consiste à préserver les milieux humides et les forêts dans les zones agricoles, puisque ces milieux sont vitaux pour la faune.	√	
Retrait de la production des terres inondables	Cette pratique consiste à remettre les plaines agricoles inondables dans leur état naturel pour qu'elles servent d'habitat à diverses espèces animales.	√	

2.2.2. Estimation de l'incidence des PGB sur la qualité de l'eau et l'habitat

Comme mentionné dans la section « 2.2.1 Choix des PGB », l'incidence des PGB sur la charge en polluants phosphorés est calculée à partir des coefficients d'efficacité établis par la CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003).

Tableau 19 présente ces coefficients avant et après leur actualisation. Nous avons utilisé des valeurs actualisées dans la mesure du possible. Nous sommes prudents dans nos calculs étant donné que tous les paramètres sont évalués selon leur valeur la plus plausible.

**TABLEAU 19 : COEFFICIENTS D'EFFICACITÉ DE LA CONSERVATION DE LA NATION SUD UTILISÉS
 POUR MESURER L'INCIDENCE DE PLUSIEURS PGB SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE**

Algorithmes actuels liés à la charge en polluants phosphorés, utilisés dans le Programme de qualité des eaux en milieu rural :

Pratiques de gestion bénéfiques	Calcul du nombre de kg de phosphore par année contrôlée
Laiterie	N^{bre} de vaches x 1,26 kg/année
Installation d'entreposage du fumier	N^{bre} d'animaux x facteur phosphore d'origine animale x nbre de jours x 0,04
Dérivation de l'eau propre	N^{bre} d'animaux x facteur phosphore d'origine animale x nbre de jours x 0,02
Accès du bétail	N^{bre} d'animaux x facteur phosphore d'origine animale x nbre de jours x 0,02
Fosses septiques	N^{bre} de systèmes x 15,33 kg/système/année (direct)
	N^{bre} de systèmes x 0,6 kg/système/année (indirect)
Cultures de conservation	0,75 kg x nbre d'hectares
Cultures couvre-sol	0,4 kg x nbre d'hectares
Bandes tampons	0,7 kg x nbre d'hectares
Abandon des terres agricoles fragiles	0,7 kg x nbre d'hectares
Gestion des éléments nutritifs	25 kg x nbre d'hectares x 0,1

Algorithmes actualisés proposés pour la charge en polluants phosphorés :

Pratiques de gestion bénéfiques	Calcul du nombre de kg de phosphore par année contrôlée
Laiterie	N^{bre} de vaches x 0,69 kg/année (sauf le fumier)
	N^{bre} de vaches x 2,76 kg/année (y compris le fumier)
Installation d'entreposage du fumier	N^{bre} d'animaux x nbre de jours x qté de phosphore excrétée x 0,30 (fumier des parcs d'engraissement)
	N^{bre} d'animaux x nbre de jours x qté de phosphore excrétée x 0,07 (amas de fumier de bovins laitiers)
Dérivation de l'eau propre	N^{bre} d'animaux x nbre de jours x qté de phosphore excrétée x qté de phosphore lessivée x (volume réduit du fumier des parcs d'engraissement écoulé/volume initial du fumier des parcs d'engraissement écoulé) (qté de phosphore lessivée = 0,30 pour le fumier des parcs d'engraissement et 0,07 pour les amas de fumier de bovins laitiers)
Accès du bétail	N^{bre} d'animaux x nbre de jours x qté de phosphore excrétée x 0,03 (multipliés par 0,5 pour les animaux n'ayant accès aux cours d'eau que pendant une demi-journée)

Fosses septiques	Économies de phosphore = charge en polluants phosphorés (inutilisable) – charge en polluants phosphorés (utile), où la charge en polluants phosphorés = 0,6 kg PT ca-1 année -1 * (nbre de personnes) * (1-A)
Cultures de conservation	0,50 kg/ha x n ^{bre} d'hectares (culture sans labour)
Cultures couvre-sol	0,4 kg x n ^{bre} d'hectares (non actualisé)
Bandes tampons	0,67 kg x n ^{bre} d'hectares (pour les bandes-tampons de 6 à 10 mètres de large)
Abandon des terres agricoles fragiles	0,7 kg x n ^{bre} d'hectares (non actualisé)
Gestion des éléments nutritifs	25 kg x n ^{bre} d'hectares x 0,1 (non actualisé)

Source : Conservation de la Nation Sud (2003).

2.2.2.1. Centre et Est du Canada (Québec)

Comme mentionné précédemment, le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet a été défini comme le bassin agricole le plus représentatif du Québec et, par conséquent, du Centre et de l'Est du Canada. Notre analyse a donc pour but d'évaluer l'incidence des PGB sur les niveaux de BSE dans le bassin de la rivière Nicolet. Comme dans toute analyse de ce genre, nous devons nous baser sur des hypothèses pour faciliter les calculs et l'interprétation des résultats. Ces hypothèses sont décrites ci-après. Les caractéristiques analysées reflètent les données disponibles ainsi que la situation actuelle dans la région à l'étude.

La section suivante donne un aperçu de l'incidence estimée de chaque PGB sur le phosphore. Afin de faciliter la comparaison entre les PGB, nous avons défini un taux d'adoption cible de 85 % pour toutes les pratiques. Ce taux d'adoption est considéré comme le taux maximum réaliste et pourrait changer (diminuer) lorsque les portefeuilles des PGB seront établis pour chaque politique. Il est à noter qu'il est impossible d'atteindre la concentration cible de 0,036 mg/l en n'utilisant qu'une seule des PGB en vigueur au Québec. Cependant, cet objectif semble réalisable en appliquant plusieurs PGB.

PGB liées à la qualité de l'eau

Zones tampons riveraines de dix mètres de large

La situation relative aux zones riveraines au Québec découle de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* qui exige que les producteurs agricoles maintiennent, dans son état naturel, une bande riveraine d'une largeur de trois mètres au minimum. Cependant, un certain nombre d'intervenants du secteur agricole ont lancé une campagne afin d'amener le gouvernement à augmenter

cette largeur minimale. C'est l'une des raisons principales pour laquelle l'aménagement de zones riveraines de 10 mètres de large a été défini comme un objectif. Il n'empêche que l'instauration de zones riveraines d'une largeur supérieure à 10 mètres favoriserait la création de biens et services écologiques (voir la Figure 16 dans Annexe 8).

Malgré le fait que seulement 51 % des entreprises agricoles implantées sur des sites traversés par des voies d'eau dans la région du Centre-du-Québec respectaient la règle d'aménagement de zones riveraines de trois mètres de large en 2003 (BPR, 2005), nous supposons que 85 % des producteurs agricoles se conformaient à cette règle. Cette hypothèse découle de la théorie générale qui considère le niveau réel de législation comme le niveau de référence pour la création des BSE. Tableau 20 présente la procédure à suivre pour évaluer l'incidence des zones riveraines de dix mètres de large sur les niveaux de phosphore dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet. La dernière ligne montre que la concentration cible de 0,036 mg/l n'a pas été atteinte par cette PGB, même à un taux d'adoption de 85 % (0,038 mg/l). Cela est principalement dû au fait que les zones riveraines de trois mètres de large permettent de recueillir 0,56 kg P/ha, alors que l'on recueille 0,11 kg P/ha avec les sept mètres supplémentaires.

Dans les chapitres suivants, on étudie deux possibilités relativement aux zones riveraines, notamment les zones riveraines boisées et les zones riveraines herbeuses. La différence entre ces deux types de zone a une incidence sur les coûts de mise en œuvre et d'entretien ainsi que sur les avantages connexes découlant des zones tampons, mais aucune distinction n'a été établie parmi les niveaux de phosphore, car les coefficients de la Conservation de la Nation Sud considèrent un nombre unique pour tous les zones tampons riveraines.

TABLEAU 20 : INCIDENCE ESTIMÉE DES ZONES RIVERAINES DE DIX MÈTRES DE LARGE SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Taux d'adoption cible des zones riveraines de 10 m de large	(A)	85 %
Taux d'adoption actuel des zones riveraines de 10 m de large ¹³	(B)	0 %
Taux d'adoption des zones riveraines de 3 m de large ¹⁴	(C)	85 %
Phosphore contrôlé par une zone riveraine de 10 m de large (kg/ha cultivé) ¹⁵	(D)	0,67
Phosphore contrôlé par une zone riveraine de 3 m de large (kg/ha cultivé) ¹⁶	(E)	0,56

¹³ Étant donné qu'aucune information n'était disponible pour le taux d'adoption actuel des zones riveraines de dix mètres de large, nous supposons qu'il n'existe pas de telles zones dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

¹⁴ Sachant que les zones riveraines de trois mètres de large sont déjà réglementées, nous présumons que 85 % des producteurs agricoles respectent cette réglementation.

¹⁵ Conservation de la Nation Sud (2003).

¹⁶ Conservation de la Nation Sud (2003).

Zone cultivée située dans l'aire de captage de 700 mètres de large d'une zone tampon (ha) ¹⁷	(F)	28 478
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB (kg/année)	$(G) = (A - B) * F * (D - E)$	2 663
Charge en polluants phosphorés avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 % (kg/année) ¹⁸	(H)	38 262
Charge en polluants phosphorés après l'adoption de la PGB (kg/année)	$(I) = H - G$	35 600
Débit (hm ³ /année)	(J)	937
Concentration de phosphore après l'adoption de cette PGB (mg/l)	$(K) = I/J$	0,038

Travail de conservation du sol

Après avoir consulté plusieurs agronomes de la région du bassin hydrographique de la rivière Nicolet, nous avons choisi deux formes de travail de conservation du sol, à savoir la culture sans labour et le travail réduit du sol. Ces deux pratiques semblent être répandues chez les producteurs agricoles de cette région. Étant donné que les données disponibles ne nous permettent pas d'établir une distinction entre les taux d'adoption actuels de ces deux pratiques, nous avons estimé leur incidence globale sur le phosphore et jugé que l'objectif était atteint à moitié par une pratique et à moitié par l'autre.

Le coefficient lié au travail réduit du sol n'ayant pas été actualisé par la CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003), nous avons estimé ce coefficient en nous basant sur celui de la culture sans labour et sur certaines conclusions de Vallières (2004) (voir le Tableau 21). Nous constatons que la culture sans labour est à 70 % plus efficace que le travail réduit du sol en ce qui a trait à la prévention du lessivage du phosphore dans la rivière Nicolet. En multipliant le coefficient de 0,5 kg P/ha pour la culture sans labour, estimé par la CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003), par les 70 % estimés dans Tableau 21, nous obtenons un coefficient de 0,35 kg P/ha pour le travail réduit du sol.

¹⁷ En raison de l'absence de base scientifique relativement à la largeur de l'aire de captage d'une zone riveraine, nous avons choisi une largeur de 700 m, à la suite d'une discussion avec un chercheur ayant une bonne connaissance du bassin de la rivière Nicolet, et qui a défini ce nombre comme raisonnable. L'aire de captage de la zone tampon a été établie à l'aide de données SIG calculées par Del Degan Massé, un sous-traitant. Consultez Annexe 7 pour plus de détails et une illustration.

¹⁸ Consultez Annexe 6 pour les calculs détaillés.

TABLEAU 21 : COMPARAISON DE L'EFFICACITÉ DU TRAVAIL RÉDUIT DU SOL ET DE LA CULTURE SANS LABOUR

	Pertes de phosphore au cours de trois périodes (kg P) (A)	Pertes de phosphore par labourage classique (kg P) (B) = 115,4 – (A)	Pertes de phosphore par labourage classique (%) (C) = (B)/115,4	Comparaison de l'efficacité du travail réduit du sol et de la culture sans labour (D) = (C)_{travail réduit du sol} / (C)_{culture sans labour}
Labourage classique	115,4	-	-	
Travail réduit du sol	58,1	57,3	49,65 %	
Culture sans labour	33,3	82,1	71,14 %	70 %

Source : Vallières (2004) et nos calculs.

Tableau 22 présente la procédure à suivre pour évaluer l'incidence du travail de conservation du sol sur les niveaux de phosphore dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet. La dernière ligne montre que la concentration cible de 0,036 mg/l n'a pas été atteinte par cette PGB, même à un taux d'adoption de 85 % (0,037 mg/l).

TABLEAU 22 : INCIDENCE ESTIMÉE DU TRAVAIL DE CONSERVATION DU SOL SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Taux d'adoption cible	(A)	85 %
Taux d'adoption actuel (en 2003) ¹⁹	(B)	41 %
Superficie cultivée annuellement (ha) ²⁰	(C)	20 051
Superficie cultivée annuellement à l'aide de méthodes culturales de conservation du sol (ha) – cible	(D) = C * A	17 043
Superficie cultivée annuellement à l'aide de méthodes culturales de conservation du sol (ha) – actuelle	(E) = C * B	8 221
Superficie cultivée annuellement à l'aide de méthodes culturales de conservation du sol (ha) – supplémentaire	(F) = D - E	8 822
dont 50 % de culture sans labour	(G) = 0,5*F	4 411
et 50 % de travail réduit du sol	(H) = 0,5*F	4 411
Phosphore contrôlé par la culture sans labour (kg/ha) ²¹	(I)	0,50
Phosphore contrôlé par le travail réduit du sol (kg/ha) ²²	(J)	0,35
Phosphore contrôlé par la culture sans labour (kg/année)	(K) = I*G	2 206
Phosphore contrôlé par le travail réduit du sol (kg/année)	(L) = J*H	1 544
Charge en polluants phosphorés avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 % (kg/année) ²³	(M)	38 262
Charge en polluants phosphorés après l'adoption de la PGB (kg/année)	(N) = M-K-L	34 513
Débit (hm ³ /année) ²⁴	(O)	937
Concentration de phosphore après l'adoption de cette PGB (mg/l)	(P) = N/O	0,037

Cultures couvre-sol

Cette pratique peut être utilisée dans des cultures à grands interlignes, telles que le maïs, ou dans des cultures à petits interlignes comme les céréales. Le tableau 23 présente la procédure à suivre pour évaluer l'incidence des cultures couvre-sol sur les niveaux de phosphore dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet relativement aux céréales, alors que le tableau 24 décrit la même procédure pour le maïs. La dernière ligne montre que la concentration cible de 0,036 mg/l n'a pas été atteinte par cette PGB, même à un taux d'adoption de 85 % (0,039 mg/l pour les céréales et 0,037 mg/l pour le maïs). Bien que l'efficacité par hectare soit la même pour les deux pratiques (0,4 kg P/ha), on retient plus de phosphore au

¹⁹ BPR (2005), Tableau A.10 pour la région du Centre-du-Québec.

²⁰ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

²¹ Conservation de la Nation Sud (2003).

²² Conservation de la Nation Sud (2003), Vallières (2004) et nos calculs.

²³ Consultez Annexe 6 pour les calculs détaillés.

²⁴ Gangbazo (2005b), Tableau 3.2.

moyen des cultures couvre-sol pour deux raisons : (1) cette pratique n'a pas du tout été adoptée pour le bassin et (2) les zones de culture de maïs sont bien plus importantes que celles de céréales (12 027 hectares pour le maïs contre 5 561 hectares pour les céréales en 2006).

TABLEAU 23 : INCIDENCE ESTIMÉE DES CULTURES COUVRE-SOL POUR LES CÉRÉALES SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Taux d'adoption cible	(A)	85 %
Taux d'adoption actuel (en 2003) ²⁵	(B)	18 %
Superficie des cultures à petits interlignes (ha) ²⁶	(C)	5 561
Superficie des cultures à petits interlignes où l'on utilise des cultures couvre-sol (ha) – cible (D) = C * A		4 727
Superficie des cultures à petits interlignes où l'on utilise des cultures couvre-sol (ha) – actuelle (E) = C * B		1 001
Superficie des cultures à petits interlignes où l'on utilise des cultures couvre-sol (ha) – supplémentaire (F) = D - E		3 726
Phosphore contrôlé par les cultures couvre-sol (kg/ha) ²⁷	G)	0,4
Phosphore contrôlé par les cultures couvre-sol (kg/année)	(H) = F * G	1 490
Charge en polluants phosphorés avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 % (kg/année) ²⁸	(I)	38 262
Charge en polluants phosphorés après l'adoption de la PGB (kg/année)	(J) = I-H	36 772
Débit (hm ³ /année) ²⁹	(K)	937
Concentration de phosphore après l'adoption de cette PGB (mg/l)	L) = J/K	0,039

²⁵ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

²⁶ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

²⁷ Conservation de la Nation Sud (2003).

²⁸ Consultez Annexe 6 pour les calculs détaillés.

²⁹ Gangbazo 2005b, Tableau 3.2.

TABLEAU 24 : INCIDENCE ESTIMÉE DES CULTURES COUVRE-SOL POUR LE MAÏS SUR LES NIVEAUX DE PHOSPHORE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Taux d'adoption cible	(A)	85 %
Taux d'adoption actuel (en 2003) ³⁰	(B)	0 %
Superficie des cultures de maïs (ha) ³¹	(C)	12 027
Superficie des cultures de maïs où l'on utilise des cultures couvre-sol (ha) – cible	(D) = C * A	10 223
Superficie des cultures de maïs où l'on utilise des cultures couvre-sol (ha) – actuelle	(E) = C * B	0
Superficie des cultures de maïs où l'on utilise des cultures couvre-sol (ha) – supplémentaire	(F) = D - E	10 223
Phosphore contrôlé par les cultures couvre-sol (kg/ha) ³²	(G)	0,4
Phosphore contrôlé par les cultures couvre-sol (kg/année)	(H) = F * G	4 089
Charge en polluants phosphorés avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 % (kg/année) ³³	(I)	38 262
Charge en polluants phosphorés après l'adoption de la PGB (kg/année)	(J) = I-H	34 173
Débit (hm ³ /année) ³⁴	(K)	937
Concentration de phosphore après l'adoption de cette PGB (mg/l)	(L) = J/K	0,037

PGB liées à l'habitat

Retrait de la production des terres inondables

On compte 37,07 hectares de terres sujettes aux inondations dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Del Degan Massé, 2008).

Préservation des milieux humides et des forêts actuels dans les zones agricoles

Le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet comprend 27 511 hectares de forêts et 387 hectares de milieux humides dans ses zones agricoles (Del Degan Massé, 2008).

³⁰ Cette hypothèse est basée sur une discussion avec un agronome de la région du bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

³¹ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

³² Conservation de la Nation Sud (2003).

³³ Consultez Annexe 6 pour les calculs détaillés.

³⁴ Gangbazo 2005b, Tableau 3.2.

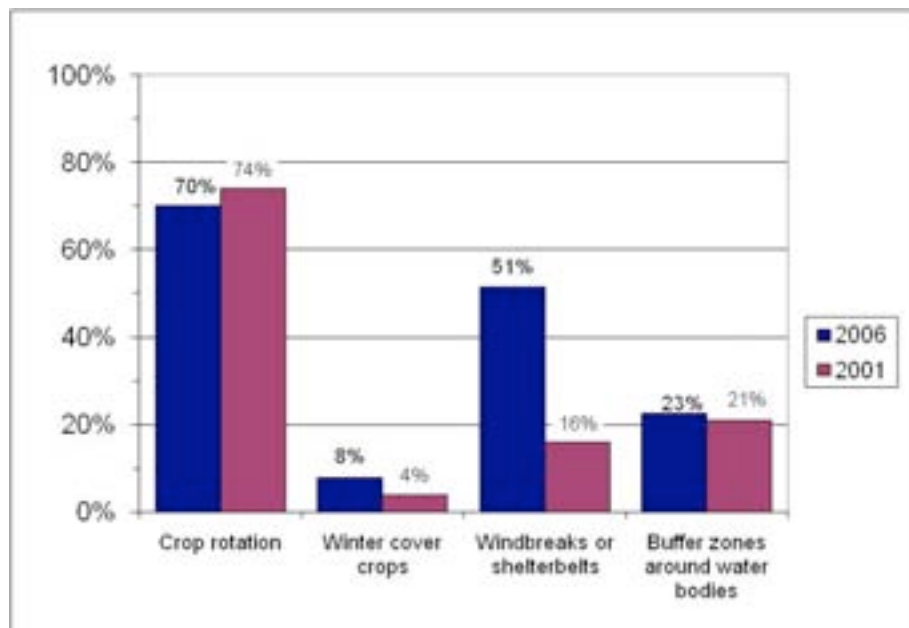
2.2.2.2. Ouest du Canada (Manitoba)

Les pratiques agricoles utilisées dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan sont diverses et constamment modifiées. De récentes initiatives qui peuvent avoir influencé les pratiques agricoles dans ce bassin comprennent le Programme national de gérance agroenvironnementale, le programme ALUS et le programme de servitudes de conservation de la Société protectrice du patrimoine écologique du Manitoba.

La mise en œuvre de ces programmes a entraîné des changements dans l'utilisation des terres. Parmi les 700 agriculteurs du bassin de la rivière Little Saskatchewan, les pourcentages de ceux qui ont déclaré utiliser des brise-vent, des cultures couvre-sol d'hiver et des zones tampons riveraines ont augmenté entre les recensements de 2001 et de 2006 (voir la Figure 2) (AAC, 2004; Statistique Canada, 2007). En ce qui concerne les méthodes de labour, la superficie des terres soumises à un travail réduit du sol et à la culture sans labour a également augmenté entre 2001 et 2006 (voir la Figure 3) (AAC, 2004; Statistique Canada, 2007).

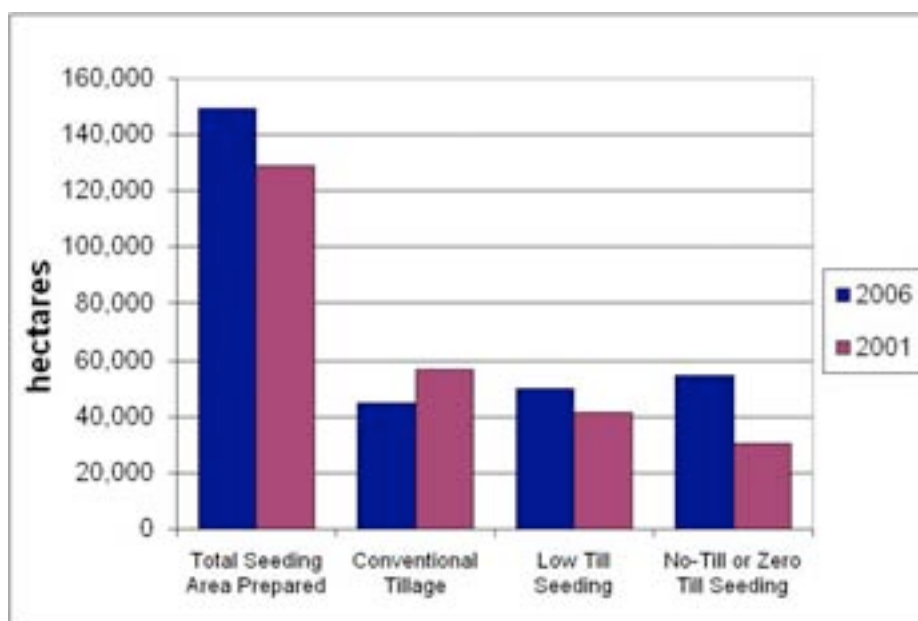
La présente section décrit le niveau de mise en œuvre requis pour chaque PGB afin d'atteindre une réduction de la charge en polluants phosphorés de 75 % pour une concentration du ruissellement de 0,05 mg/l, et de garantir l'entretien et l'amélioration de l'habitat. Dans cette analyse, nous avons principalement utilisés les taux d'efficacité des PGB établis par la CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003).

FIGURE 2 : POURCENTAGE D'AGRICULTEURS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN AYANT DÉCLARÉ L'UTILISATION DE PGB DANS LEUR EXPLOITATION EN 2001 ET 2006



Source : Statistique Canada (2007).

FIGURE 3 : SUPERFICIE DES TERRES AGRICOLES ET MÉTHODES DE LABOUR UTILISÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN EN 2001 ET 2006



Source : Statistique Canada (2007).

Zones tampons riveraines

Le niveau de mise en œuvre requis pour les zones tampons riveraines dépend grandement des hypothèses avancées sur l'efficacité des PGB. Au Manitoba, on a mené de nombreuses discussions sur l'efficacité de ces pratiques. Une grande partie du ruissellement à partir des terres agricoles a lieu après la fonte des neiges au printemps, et l'efficacité des zones tampons riveraines dans l'élimination de ce ruissellement constitue l'objet de cette étude (Zurba, 2007). Cela étant, le gouvernement du Manitoba définit l'aménagement de zones tampons riveraines comme une mesure destinée à réduire le ruissellement des exploitations agricoles et à accroître l'habitat faunique (MAAIR, 2008; Manitoba Riparian Health Council, 2008). Dans cette analyse, l'efficacité des zones tampons riveraines est un thème emprunté à la CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003), qui approuve la mise en place de zones tampons de dix mètres de large pour réduire la charge en polluants phosphorés de 0,67 kg par hectare.

Les terres agricoles des provinces des Prairies du Canada sont arpentées en sections d'un mille carré. Ces sections sont souvent divisées en quarts de section. Étant donné que ces sections sont généralement entourées d'emprises réservées renfermant des fossés, on présume que les rives recevront les eaux de ruissellement de zones agricoles situées à une distance allant jusqu'à 400 mètres, ou d'une surface équivalente à la moitié de la largeur d'un quart de section. En outre, on suppose que les eaux de ruissellement provenant de zones situées à plus de 400 mètres finiront dans des fossés.

D'après les longueurs de cours d'eau présentées dans Tableau 79, on compte au total près de 286 km de cours d'eau permanents et intermittents traversant les terres agricoles. Par conséquent, la longueur totale des zones riveraines dans les terres agricoles est d'environ 554 km. On pense que les zones tampons riveraines permettront un captage sur 400 mètres pour une superficie totale protégée de 22 160 hectares. Si l'on instaure des zones tampons riveraines de 10 mètres de large pour cette superficie, on parviendra éventuellement à une réduction totale de la charge en polluants phosphorés de 14 847 kilogrammes ou 14,8 tonnes. Il s'agit là de la cible maximale théorique qui pourrait être atteinte dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan grâce à l'aménagement de zones tampons riveraines.

- PGB pour l'élimination du phosphore : 0,67 kg/ha/année (zone tampon de 10 m de large)
- Longueur de rives sans zone tampon : 554 km
- Aire de captage de la zone tampon : 400 m
- Superficie protégée potentielle : 22 160 ha
- Réduction maximale potentielle de la charge en polluants phosphorés : 14,8 t/année (zone tampon de 10 m de large)

Les zones tampons riveraines créent également un habitat. On estime à 554 hectares la superficie d'habitat maximale qui pourrait découler de l'aménagement de zones tampons riveraines de dix mètres de large le long de 554 km de terres qui ne comporte pas de telles zones dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan.

- Longueur de la zone tampon riveraine : 554 km de rives
- Superficie du nouvel habitat riverain : 554 ha (zone tampon de 10 m de large)

Cultures couvre-sol

L'adoption de cultures couvre-sol constitue un problème complexe. La décision de planter ou non une culture couvre-sol dépend grandement du prix des produits agricoles, de la situation météorologique et du climat. Par conséquent, l'établissement de cultures couvre-sol peut être réalisable ou non d'une année à l'autre.

Les cultures couvre-sol permettent de réduire le ruissellement, ce qui, à son tour, diminue les pertes en éléments nutritifs et chimiques. Une étude menée par la CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003) a établi que la réduction de la perte en phosphore obtenue à l'aide des cultures couvre-sol était de 0,4 kg par hectare. Dans le Recensement de l'agriculture de 2001 (Statistique Canada, 2007), 4 % des agriculteurs ont déclaré utiliser des cultures couvre-sol d'hiver dans leur exploitation. Par conséquent, on présume que si 4 % des terres agricoles sont couvertes, alors 176 149 hectares de ces terres ne le sont pas. Avec un taux d'élimination du phosphore de 0,4 kg/ha, 32 % ou 56 367 hectares supplémentaires des terres agricoles totales devront être couverts pour parvenir à une réduction de 75 % de la charge en polluants phosphorés dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan.

- Terres agricoles : 183 488 ha
- Terres agricoles non couvertes : 176 149 ha
- Réduction de la charge en polluants phosphorés avec des cultures couvre-sol : 0,4 kg/ha
- Terres agricoles requises pour une réduction de 22 t/an : 56 367 ha (32 % des terres totales cultivées)

La superficie des cultures couvre-sol dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan a augmenté entre 2001 et 2006, cependant, cette hausse peut être compensée par celle des terres cultivées au cours de la même période.

Culture sans labour

Le taux d'adoption de la culture sans labour a augmenté d'environ 80 % entre 2001 et 2006 (AAC, 2004; Statistique Canada, 2007). En 2001, la superficie des terres agricoles soumises à une culture sans labour était de 30 644 hectares, et en 2006, cette superficie était de 54 731 hectares. La CNS (Conservation de la Nation Sud, 2003) utilise un taux de réduction de la charge en polluants phosphorés de 0,5 kg/ha par an pour la culture sans labour. En appliquant ce taux aux 149 520 hectaresensemencés dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, nous constatons qu'une réduction de la charge en polluants phosphorés au niveau cible peut être réalisée en convertissant 43 890 hectares à la culture sans labour.

- Terres préparées pour l'ensemencement : 149 520 ha
- Réduction de la charge en polluants phosphorés avec la culture sans labour : 0,5 kg/ha
- Terres agricoles requises pour une réduction de 22 t/an : 43 890 ha (26 % des terres totales cultivées)

La superficie des terres soumises à la culture sans labour a augmenté de 24 087 hectares entre 2001 et 2006. En se basant sur la formule de la Conservation de la Nation Sud, cela suppose que la charge en polluants phosphorés a déjà été réduite de 12 t/an grâce à la conversion des terres à culture sans labour. Cependant, la superficie totale préparée pour l'ensemencement a augmenté au cours de la même période, par conséquent, la réduction de la charge en polluants phosphorés peut être compensée par l'augmentation globale de la production dans le bassin.

Entreposage du fumier

Il est difficile d'estimer exactement l'incidence des modifications des pratiques d'entreposage du fumier sur la charge en polluants phosphorés dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, car on ne dispose d'aucun renseignement sur la situation actuelle quant à l'entreposage du fumier. Le *Règlement sur la gestion des animaux morts et des déjections du bétail (42/98)* du Manitoba a été établi pour réglementer les exploitations de bovins et de porcs comprenant plus de 300 unités animales (UA). Dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan, on compte un total de 58 071 bovins répartis dans 406 fermes et dont le troupeau moyen est constitué de 124 têtes. L'équivalent en unités animales est de 41 418 UA pour une moyenne de 102 UA par ferme. Par conséquent, ce Règlement n'est, en théorie, pas applicable aux bovins dans le bassin. Il n'est donc pas possible d'estimer le niveau de mise en œuvre des PGB requis pour atteindre une réduction de 75 % de la charge en polluants phosphorés. La quantité de phosphore provenant du fumier de bovins dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan est présentée

dans Tableau 25. Le volume de phosphore total produit par jour est de 2 133 kg. En supposant que ce volume soit entreposé pendant 100 jours, nous pouvons appliquer le taux estimé de réduction de la charge en polluants phosphorés de la CNS, établi à 30 % pour une période d'entreposage de 200 jours (Conservation de la Nation Sud, 2003). On pourrait ainsi atteindre une réduction de 22 t/an si 18 % du fumier de bovins dans le bassin est entreposé.

On compte peu de bovins laitiers dans le bassin; par conséquent, cette politique s'appliquerait non seulement aux bovins laitiers, mais également aux parcs d'engraissement et aux exploitations de veaux de naissage. Pour ces exploitations, la collecte de fumier serait plus facile à partir d'espaces clos et d'installations d'hiver. L'entreposage pourrait être effectué par deux moyens, soit des installations d'entreposage de fumier en terre afin de remplacer les amas de fumier, ou un bassin de collecte pour recevoir les eaux de ruissellement des espaces clos et des installations d'hiver (Manitoba Conservation, 2005; MAAIR, 2007; Conservation de la Nation Sud, 2003; Ministère de l'Agriculture et du développement de l'Alberta, 2008).

TABLEAU 25 : PHOSPHORE PROVENANT DU FUMIER DE BOVINS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

Types d'animaux	Nbre d'animaux ¹	Charge en polluants phosphorés par animal (kg/animal/jour) ²	Phosphore total produit (kg/jour)	Équivalent en UA par animal ^{3,4}	Unités animales totales
Veaux de moins d'un an	18 436	0,006	111	0,2	3 687
Bouvillons d'un an ou plus	2 162	0,02	43	0,85	1 838
Génisses d'un an ou plus	5 361	0,02	107	0,8	4 289
Génisses de boucherie ou d'élevage	3 103	0,034	105	0,8	2 482
Génisses de remplacement (pour un troupeau de bœufs)	2 503	0,034	85	0,8	2 002
Génisses de remplacement (pour un troupeau laitier)	252	0,034	9	0,8	201
Vaches de boucherie	24 728	0,065	1 607	1	24 728
Vaches laitières	544	0,061	33	1,5	815
Taureaux d'un an ou plus	981	0,033	32	1,4	1 373
Total	58 071		2 133		41 418

¹ – Statistique Canada (2007).

² – Conservation de la Nation Sud (2003).

³ – Minnesota Department of Agriculture (2007).

⁴ – MB Conservation (2008).

- Nombre total de vaches et de bovins dans le bassin : 58 071
- Phosphore total produit dans le bassin : 2 133 kg/jour
- Période d'entreposage théorique : 200 jours
- Réduction de la charge en polluants phosphorés par l'entreposage de fumier : 30 %
- Pourcentage de fumier à entreposer pour une réduction de 22 t/an : 17,5 %

$$(2\,133 \text{ tonnes P/jour} * 200 \text{ jours} * 30 \% = 22 \text{ tonnes})$$

Milieux humides

En s'appuyant sur les chiffres d'un système d'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs utilisé pour la rivière Lower Boise en Idaho, nous pouvons déterminer la réduction de la charge en polluants phosphorés obtenue par la conversion des terres en production en milieux humides. Le taux d'élimination du phosphore établi à l'aide de ce système est de 0,9 kg/ha (ISCC, 2002). L'utilisation de ce taux impliquerait que la charge en polluants phosphorés peut être réduite en convertissant 24 770 hectares ou 15,5 % des terres agricoles dans le bassin en milieux humides. Bien qu'un pourcentage si élevé soit peu probable, il indique le taux potentiel d'élimination du phosphore grâce à cette PGB.

- Terres agricoles : 159 137 ha
- Réduction de la charge en polluants phosphorés en convertissant les terres agricoles en milieux humides : 0,9 kg/ha
- Terres agricoles requises pour une réduction de 22 t/an : 24 770 ha (15,5 % des terres totales cultivées)

En plus d'apporter des avantages en matière de qualité de l'eau, les milieux humides servent également d'habitat faunique principal. La conversion de 15,5 % des terres cultivées marginales en milieux humides accroîtrait l'habitat du bassin de 24 770 hectares.

2.2.3. Les PGB et leurs taux d'adoption pour chaque politique

La présente section traite brièvement des pratiques choisies pour chaque politique, de leurs taux d'adoption et des progrès réalisés sur le plan environnemental. Le Tableau 26 et le Tableau 27 présente cette information pour les rivières Nicolet et Little Saskatchewan respectivement.

Le choix des PGB pour chaque politique se fonde sur plusieurs principes décrits sommairement ci-dessous. Le portefeuille de chaque PGB atteint les objectifs en matière de qualité de l'eau et de l'habitat.

Pour les paiements uniques, nous ne prenons en considération que les PGB qui n'engendrent pas de coûts annuels, mis à part les coûts de renonciation. Lorsqu'il y a des coûts annuels, on recourt automatiquement aux paiements annuels, sinon les producteurs auront de bonnes raisons de ne pas respecter leurs engagements, tout en gardant le paiement unique qu'ils auront déjà reçu. Ainsi, pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, on utilise les paiements uniques pour les zones tampons riveraines herbeuses, car aucun entretien annuel n'est requis. Quant aux paiements annuels, ils sont plus adaptés aux zones tampons riveraines boisées, car ils impliquent un entretien annuel plus important. En appliquant le même principe, les cultures couvre-sol devraient être financées par les paiements uniques, car les coûts annuels d'ensemencement et de labourage sont insignifiants. Par ailleurs, puisque les terrains agricoles à proximité de la rivière Nicolet sont considérés comme étant riches en minéraux, les producteurs ne tirent aucun avantage de cette pratique et, par conséquent, ils ne l'adoptent pas, même si les coûts qui en découlent sont minimes. En vue de les aider à franchir cette barrière, on tient compte des frais afférents à cette pratique dans les paiements annuels qui couvrent leurs coûts annuels et on leur offre un paiement initial pour prendre en charge les frais liés à l'aide technique.

La sélection des PGB pour les paiements uniques et les paiements annuels se fonde respectivement sur leur coût par kilogramme de phosphore éliminé et leur coût par hectare d'habitat préservé. Ainsi, on choisit les PGB les plus rentables par rapport à chaque avantage environnemental, jusqu'à ce que les objectifs écologiques soient atteints. Quant aux autres, elles sont écartées.

Pour les instruments économiques, les PGB sont aussi sélectionnées en fonction de leur coût par rapport à chaque avantage environnemental. Cela dit, nous considérons dans ce cas-ci que les producteurs perçoivent le coût réel et non pas le coût moyen estimé par le programme de mesures incitatives. Par conséquent, les taux d'adoption sont différents de ceux de la politique de paiements mixtes, même si les PGB se trouvent être les mêmes (voir le Tableau 26).

Les taux d'adoption cibles pour les PGB concernant le phosphore sont déterminés en fonction de deux facteurs : (1) des niveaux réalistes que nous avons définis après avoir consulté des agronomes des régions concernées et (2) l'obligation d'atteindre les objectifs concernant le phosphore. Alors qu'il est facile de respecter le niveau réaliste lorsqu'on dispose d'un choix de PGB suffisant, on dépasse ce niveau lorsqu'il n'y a pas d'autres PGB permettant d'atteindre les objectifs en matière de phosphore pour la politique en question. C'est le cas pour les zones tampons riveraines boisées du bassin hydrographique de la rivière Nicolet. Même si le taux d'adoption réaliste est d'environ 60 % pour cette région, on y applique celui de 80 %, car les deux autres PGB disponibles atteignent ou dépassent leurs taux d'adoption réalistes (80 % pour les cultures couvre-sol et 20 % pour les cultures intercalaires ou les cultures couvre-sol pour le maïs; voir le Tableau 26).

TABLEAU 26 : PORTEFEUILLES DE PGB PAR POLITIQUE POUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

	Taux d'adoption cibles					Cible liée à la qualité de l'eau	Cible en matière d'habitat
	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques/annuels)	Enchères	Permis échangeables		
PGB liées à la qualité de l'eau							
Zones tampons riveraines boisées	-	80 %	-	-	-	0,036 mg PT/l	-
Zones tampons riveraines herbeuses	60 %	-	60 %	50 %	50 %		
Cultures couvre-sol (pour les céréales)	40 %	80 %	40 %	94 %	94 %		
Cultures intercalaires	-	20 %	-	-	-		
Travail de conservation du sol et culture sans labour	70 %	-	70 %	12 %	12 %		
PGB liées à l'habitat							
Préservation des boisés	3 %	3 %	3 %	4,23 %	-	-	1 165 ha
Préservation des milieux humides	80 %	80 %	80 %	-	-		
Retrait de la production des terres inondables	80 %	80 %	80 %	-	-		

TABLEAU 27 : PORTEFEUILLES DE PGB PAR POLITIQUE POUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

	Taux d'adoption cibles					Cible liée à la qualité de l'eau	Cible en matière d'habitat
	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiement mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables		
PGB liées à la qualité de l'eau (les trois dernières PGB offrent un avantage connexe à l'habitat)							
Cultures couvre-sol (pour les céréales)	-	8 %	-	1,8 %	1,8 %	0,050 mg PT/l	550 ha
Entreposage du fumier	5 %	-	6,03 %	0,01 %	0,01 %		
Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides	3 %	3 %	-	-	-		
Zones tampons riveraines boisées	-	80 %	-	-	-		
Zones tampons riveraines herbeuses	80 %	-	100 %	100 %	100 %		

Il est important de mentionner que les deux objectifs environnementaux demeurent constants dans les politiques relatives aux deux bassins hydrographiques : 0,036 mg PT/l et 1 165 hectares d'habitat pour celui de la rivière Nicolet et 0,05 mg PT/l et 550 hectares d'habitat pour celui de la rivière Little Saskatchewan. Par ailleurs, puisque les objectifs liés à la composition de l'habitat ne sont pas les mêmes pour les deux bassins hydrographiques (c.-à-d. 550 ha de milieux humides pour les paiements uniques et annuels, et 550 ha d'habitat terrestre pour les autres politiques dans le cas du bassin de la rivière Little Saskatchewan), les avantages financiers connexes diffèrent également (voir les sections « 4.1.3 Valeurs monétaires des bénéfiques » et « 6.2 Extrapolation des avantages »).

3. COÛTS DES POLITIQUES CHOISIES

3.1. Coûts privés de l'adoption des PGB

Cette section analyse les coûts liés à la mise en œuvre de diverses PGB en vue de produire des BSE prioritaires.³⁵ Afin de calculer les coûts privés totaux associés à l'adoption des PGB, les divers coûts ont été classés par catégorie comme suit :

- 1) le coût de renonciation lié au statu quo, notamment à l'utilisation actuelle de la superficie cultivable;
- 2) le coût des investissements associés à la mise en œuvre de l'amélioration (p. ex., une zone tampon riveraine);
- 3) le coût des investissements associés à l'achat de machines spécialisées;
- 4) le coût associé à l'entretien périodique de l'amélioration ou des machines spécialisées;
- 5) les coûts évités (économies) et le revenu supplémentaire généré par la PGB en question.

Cette section décrit l'approche utilisée pour estimer les divers coûts ainsi que le procédé par lequel ils sont inclus dans l'estimation du coût privé associé aux diverses PGB. La première étape consiste à calculer les coûts privés des PGB en fonction du coût par unité (\$/ha ou \$/unité animale). Puis, on calcule les coûts totaux afin de déterminer les coûts généraux qui seront pris en charge par tous les agriculteurs dans les bassins hydrographiques des rivières Nicolet et Little Saskatchewan respectivement, si les étapes définies dans nos scénarios de politique sont mises en œuvre.

3.1.1. Coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle de la superficie cultivable

La grande majorité des PGB étudiées sont directement associées à l'utilisation de la superficie cultivable. Par ailleurs, les pratiques destinées à améliorer la qualité des habitats fauniques redéfinissent principalement l'utilisation de certaines zones en rétablissant une couverture végétale permanente le long des voies d'eau dans les milieux humides ou d'autres zones fragiles. Ces pratiques visent également à réduire la culture dans certaines zones servant déjà à l'agriculture. Pour être efficace, les pratiques ayant pour but d'améliorer la qualité des eaux de surface par la réduction du ruissellement de phosphore nécessitent des changements au niveau du système de culture et de la gestion des mauvaises herbes et des résidus de culture. Ces changements dans la gestion de la superficie cultivable engendrent inévitablement

³⁵ Consultez les renseignements ci-dessus sur le cadre d'analyse ainsi que les définitions des scénarios : choix des BSE prioritaires, niveaux cibles pour chaque BSE, BSE connexes et politiques à efficacité reconnue pour l'utilisation des PGB choisies.

des coûts pour l'entreprise agricole concernée. Notre objectif est donc d'évaluer le coût de renonciation associé à l'utilisation d'un hectare de terre cultivable à des fins autres que l'agriculture.

Nous avons d'abord étudié la possibilité de calculer le coût de renonciation en fonction de la marge potentielle sur coûts directs pour des cultures incluses dans un plan de rotation typique. Cependant, nous avons rapidement constaté que cette méthode entraînerait des variations annuelles considérables dans le coût de cette politique. En réalité, la marge nette dépend d'un certain nombre de facteurs comme le rendement de culture ou le prix des produits agricoles, qui peuvent varier d'une année de production à l'autre. Le fait de recalculer chaque année les paiements versés aux producteurs entraînerait une augmentation des dépenses d'administration des programmes ainsi que des coûts de transaction pris en charge par l'État.

Nous avons donc opté pour un indicateur bien plus stable, en rapport avec la perte en revenu net liée à un autre usage des terres cultivables, c'est-à-dire le taux de location des terres agricoles. Théoriquement, ce taux devrait refléter les profits qui seraient générés en travaillant les terres. Autrement dit, le coût de renonciation engendré par l'utilisation moyenne des terres doit également apparaître dans le prix de location.

Calcul du coût de renonciation lié à l'utilisation actuelle des terres

Le coût de renonciation lié à la culture d'un hectare de terre a été calculé en tenant compte des cultures principales dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet ainsi que du taux de location des terres³⁶, selon des données sur les coûts de production de Beauregard et Brunelle (2007). On a calculé le taux moyen pondéré de location des terres agricoles dans le bassin (voir l'annexe 11 pour obtenir plus de détails). Le coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle de la superficie cultivable dans le bassin de la rivière Nicolet est ainsi estimé à 164,10 \$/ha/an.

La production agricole dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est principalement constituée de céréales, d'oléagineux et de fourrage (voir l'annexe 12 pour obtenir plus de détails sur les cultures principales dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan). Dans ce cas-ci, le coût de renonciation est basé sur la compensation financière octroyée par l'intermédiaire du programme ALUS, qui est mis en œuvre dans une partie du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan. Ce programme utilise un taux de compensation de 61,78 \$ par hectare (25 \$ par acre et par an) pour la conversion des terres cultivées situées dans des zones écologiquement vulnérables à fins non commerciales. La valeur obtenue par le programme ALUS est calculée en fonction des coûts liés à la

³⁶ Ce taux de location des terres n'inclut pas la demande de terres qui subiront un épandage de fumier.

méthode de tenure et elle tient compte du risque diminué auquel feront face les producteurs qui adopteront la politique ainsi que du fait que les terres incluses ne soient peut-être pas les plus productives.

Les sections suivantes analyseront chaque PGB séparément relativement au coût de renonciation et à d'autres coûts comme l'investissement dans des machines, les coûts d'entretien et les coûts évités. Il est important de noter que les coûts privés associés aux PGB qui sont déjà réglementées par le gouvernement du Québec (accès limité du bétail et évacuation des eaux de lavage de laiterie) ne seront pas calculés ou pris en compte, étant donné que ces coûts sont déjà couverts par des programmes de compensation gouvernementaux comme le programme Prime-Vert du MAPAQ.

3.1.2. Coûts privés des PGB liées à la qualité de l'eau

Zones tampons riveraines boisées

En général, les zones tampons riveraines jouent un rôle important, non seulement dans la protection de la qualité de l'eau et de l'habitat, mais aussi dans la régularisation du débit d'un cours d'eau et la stabilisation des rives. Avant tout, les espèces plantées doivent être rustiques, non envahissantes et adaptées dans d'autres aspects. Dans certains cas, les espèces plantées dans les zones riveraines peuvent être une source de revenu pour les agriculteurs.

En ce qui concerne le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, une zone tampon riveraine boisée, comprenant une rangée de saules et deux rangées d'espèces indigènes à feuilles caduques qui forment ensemble une bande d'environ dix mètres de large, a été choisie aux fins d'analyse. Cette zone tampon offrent des avantages directs aux agriculteurs intéressés par la production de biomasse et de fibres à court terme (3 ans), et de feuillu à long terme (40 ans ou plus). Ces espèces ont été choisies de sorte à maximiser le revenu à court terme (récolte des saules) et à long terme (sciage de feuillus) des agriculteurs. En outre, ce modèle de végétation à trois étapes est reconnu comme ayant la plus grande incidence sur la biodiversité et la stabilisation des rives, tout en continuant d'influer considérablement les niveaux de phosphore dans les cours d'eau.

La réglementation québécoise stipule que les entreprises agricoles doivent maintenir des zones tampons riveraines d'au moins trois mètres de large.³⁷ Étant donné que les règlements en vigueur ne précisent pas si les zones tampons doivent être boisées ou herbeuses, nous supposons que les agriculteurs aménagent simplement une bande non végétalisée de trois mètres de large le long des cours d'eau afin de respecter les exigences réglementaires. Le coût d'expansion d'une zone tampon de trois mètres à dix mètres est

³⁷ La largeur réglementaire des zones tampons le long des fossés est d'un mètre.

essentiellement le même que celui d'une expansion de zéro à dix mètres, puisque les règlements actuels n'exigent pas de bande comprenant des arbustes ou des arbres.

Afin de calculer le coût privé total de l'établissement d'une zone tampon riveraine boisée (achat d'arbres, entretien, etc.), on a utilisé la version 7.5.2 de l'outil élaboré conjointement par le CEPAF (Centre d'expertise sur les produits agroforestiers) et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) pour simuler l'incidence économique des mesures de gestion agroforestière. Ce logiciel de simulation a été spécialement conçu pour aider les propriétaires fonciers à prendre des décisions lorsqu'ils souhaitent établir des brise-vent ou des zones tampons riveraines boisées. Plus précisément, cet outil détermine une marge actualisée pour la zone tampon entre son coût d'aménagement et d'entretien au fil des ans, le revenu qu'elle peut générer et les coûts qu'elle permet d'éviter. Afin d'estimer ces paramètres, l'outil intègre un taux d'inflation basé sur l'indice des prix à la consommation, un coût de renonciation pour les prêts et un taux d'actualisation, de sorte à calculer la marge en dollars constants pour une année de référence donnée. Ces taux s'appuient sur une analyse de données de la Banque du Canada datant de 1995 à 2005. Les valeurs associées à ces divers paramètres ont été saisies dans cet outil aux fins d'analyse et elles sont présentées dans l'annexe 13.

Nous présumons que, afin de maintenir les zones tampons, les arbres qui meurent dans l'année suivant leur plantation seront remplacés, que les mauvaises herbes et l'herbe autour des jeunes arbres seront coupés deux fois par an au cours de leurs cinq premières années de croissance, et qu'une inspection phytosanitaire des arbres sera menée dans le cadre de ce processus d'entretien semestriel. En outre, les arbres seront taillés chaque année à partir de la deuxième année suivant leur plantation jusqu'à la dixième année, et les arbres plus matures seront taillés jusqu'à ce que les arbres arrivant à maturité soient récoltés. En termes de perte de superficie cultivable, le coût de renonciation sera calculé de la manière indiquée précédemment, en tenant compte du taux de location des terres agricoles.

Les coûts privés totaux associés à l'établissement d'une zone tampon riveraine boisée sur un hectare de terre cultivable varient grandement au fil du temps. (Voir l'annexe 13 pour obtenir plus de détails sur les coûts privés de l'établissement d'une zone tampon riveraine boisée dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet.) Plus précisément, les coûts d'entretien des zones tampons riveraines boisées diminuent au fil du temps, alors que le bois devient rentable au cours de la troisième année et perd en rentabilité peu après, ce qui réduit les coûts totaux au fil des années. Cette analyse porte uniquement sur les neuf premières années du cycle de vie de la zone tampon (qui est de 40 ans environ en raison des espèces indigènes à feuilles caduques impliquées), étant donné que les programmes de mesures incitatives durent neuf ans. Après ces neuf ans, les coûts totaux continuent de diminuer, mais le revenu net global est uniquement atteint au cours de la quarantième année, lorsque les espèces indigènes à feuilles caduques

matures sont récoltées et vendues. Ce revenu n'a pas été pris en compte dans le calcul des paiements annuels, car il est réfère à une période future trop éloignée pour convaincre les producteurs d'établir des zones tampons riveraines boisées. Il est donc simplement considéré comme facteur incitatif supplémentaire, estimé à 8 773 pour la 40e année et visant à encourager l'adoption de cette pratique par plus d'agriculteurs. On estime à 7 848 \$/ha les coûts privés liés à l'établissement d'une zone tampon riveraine boisée de dix mètres de large dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

Contrairement au Québec, aucune exigence législative n'est en vigueur au Manitoba pour protéger les zones tampons riveraines. Cela suppose que la superficie totale des zones tampons devrait être incluse dans des programmes de mesures incitatives pour préserver ces zones. Les coûts privés d'instauration d'une zone tampon riveraine comprennent principalement les coûts de renonciation pour retirer des terres de la production ainsi que les coûts d'établissement de la zone. Des programmes incitatifs environnementaux existants, comme le Programme de gérance agroenvironnementale Canada-Manitoba (PGCAM) couvrent le coût des semences; ce dernier a donc été inclus dans la présente analyse.

On s'est basé sur la même composition hypothétique d'une zone riveraine dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (une rangée de saules et deux rangées d'espèces indigènes à feuilles caduques) à l'aide de la version 7.5.2 de l'*outil de simulation des impacts économiques et pratiques agroforestières*. Dans le cas du Québec, ses estimations ont été faites pour les coûts d'établissement et d'entretien de la zone. Bien que le programme ALUS n'offre pas de compensation formelle pour ces coûts, ils ont quand même été inclus dans cette analyse. Les paramètres de calcul des coûts privés pour l'établissement de zones tampons riveraines dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan sont présentés à l'annexe 13.

On estime à 2 875 \$ le coût d'établissement de zones tampons riveraines dans un hectare du bassin de la rivière Little Saskatchewan pour la première année. Le coût total pour un contrat de neuf ans est de 6 769 \$.

Zones tampons riveraines herbeuses

Pour les producteurs qui décident d'établir une zone tampon comportant uniquement des graminées vivaces plutôt que des arbustes ou des arbres, le coût privé lié à cette PGB sera quelque peu différent des coûts associés à la mesure de gestion proposée précédemment. Les coûts privés d'établissement et d'entretien d'une zone tampon riveraine herbeuse de dix mètres de large ont été calculés à partir de données publiées par le CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2007).

En ce qui concerne l'établissement d'une zone tampon riveraine boisée, nous avons effectué les calculs en nous basant sur le coût d'expansion d'une bande tampon herbeuse de zéro à dix mètres ainsi que de trois à dix mètres, étant donné que l'on présume que les producteurs qui respectent déjà les règlements du Québec aménagent simplement une bande non végétalisée de trois mètres de large le long des cours d'eau et n'y effectuent donc pas un travail du sol (pour établir une zone tampon riveraine herbeuse).

Ainsi, on estime à 295,19 \$/ha le coût d'établissement d'une zone tampon riveraine herbeuse de dix mètres de large. Dans la plupart des cas, les coûts d'établissement donnent droit à des subventions dans le cadre du programme Prime-Vert du MAPAQ³⁸ et du Programme de couverture végétale du Canada.³⁹ Cette aide financière combinée couvre 70 % des dépenses admissibles jusqu'à un maximum de 20 000 \$ par exploitation agricole. Le coût d'établissement serait, par conséquent, réduit de 88,56 \$/ha pour les 97 premiers hectares de la zone tampon d'une exploitation agricole donnée; ce facteur sera pris en compte dans le calcul des compensations gouvernementales.

Comme mentionné précédemment, le coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle de terres cultivables est de 164,1 \$/ha (voir l'Annexe 11). Le coût d'entretien de 10,40 \$/ha doit également être pris en compte. Par conséquent, le coût privé total d'entretien d'une zone tampon riveraine herbeuse est d'environ 263 \$/ha pour la première année d'établissement, et d'un peu près 174,5 \$/ha pour les années suivantes. (Voir l'annexe 14 pour obtenir plus d'information sur les coûts privés de l'établissement et de l'entretien d'une zone tampon riveraine herbeuse dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est).

Il est important de noter que nos calculs sont basés sur l'hypothèse selon laquelle aucune partie de la zone tampon de dix mètres de large ne serait exploitée à des fins commerciales. Ainsi, aucun revenu n'a été pris en compte pour une vente éventuelle de foin qui serait pris des zones tampons riveraines.

Dans le cas de la rivière Little Saskatchewan, les zones tampons riveraines herbeuses peuvent être aménagées en supprimant les terres à proximité d'un cours d'eau de la production agricole. On estime à 295 \$/ha le coût d'établissement pour la première année. Les coûts permanents à la charge des producteurs pour l'aménagement de zones tampons riveraines herbeuses seront de 61,78 \$/ha, ce qui représente le coût moyen de renonciation pour le retrait de la production des terres inondables dans le bassin.

³⁸ La subvention offerte dans le cadre du programme Prime-Vert, qui exige que le projet à mettre en œuvre soit collectif, couvre 20 % du coût initial des investissements.

³⁹ Ce programme couvre 50 % du coût des investissements.

Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol)

Les pratiques de conservation décrites dans la présente section sont définies comme étant des méthodes de gestion du sol qui aident à atténuer l'impact négatif de l'agriculture sur l'environnement (CPVQ, 2000). Le travail de conservation du sol est une PGB qui permet de veiller à ce qu'au moins 30 % de la surface du sol soit couverte de résidus (tiges, feuilles ou paille laissée par la récolte précédente) après le semis. L'outil principal utilisé pour le travail primaire de conservation du sol est un chisel qui sert à aérer le sol. Par la suite, un pulvérisateur muni de disques lourds est utilisé pour continuer à déchiqeter les résidus incorporés dans le sol et à appliquer l'engrais et l'herbicide qui sont nécessaires. L'investissement dans l'achat de ces deux pièces d'équipement représente le principal coût privé associé à cette pratique. En effet, le niveau d'investissement nécessaire pour acheter cet équipement varie grandement d'une entreprise agricole à l'autre selon leurs besoins respectifs.

Le semis direct est une pratique de culture sans travail du sol. Cette pratique peut nécessiter un investissement pour se procurer de la machinerie spéciale appropriée, notamment un type particulier de semoir à grains, et cet investissement peut varier d'une entreprise agricole à l'autre. Si un agriculteur décide d'acheter un semoir à grains spécialement conçu pour le semis direct, son coût privé sera plus élevé que s'il parvient à modifier un équipement existant. De plus, l'adoption de cette pratique dépend grandement du type de sol dans les champs de l'exploitation. Les loams et les sols sableux sont plus appropriés pour le semis direct que les sols plus argileux et ayant des déficiences structurales. Les experts⁴⁰ que nous avons consulté dans la région du Centre-du-Québec s'entendent pour affirmer que les sols dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet permettent l'adoption de cette pratique sur une plus grande échelle. Cependant, le succès de ces différentes PGB est tributaire d'une gestion adéquate des cultures, des mauvaises herbes et des résidus.

Les coûts d'investissement dans la machinerie spéciale nécessaire pour le travail réduit du sol et la culture sans labour sont généralement inférieurs aux coûts liés à l'achat d'équipement conventionnel pour la culture du maïs et du soja (voir l'annexe 15 pour plus de précisions).

Certaines pratiques permettent aux agriculteurs d'obtenir des marges sur coût direct plus élevées que ce qu'ils obtiennent généralement avec des méthodes conventionnelles. Ceci est principalement lié aux coûts inférieurs de carburant en raison des passages de machinerie moins nombreux et aux coûts inférieurs de

⁴⁰ Vicky Villiard, une agronome travaillant pour Club Durasol Inc., Drummondville, QC; Guy Beaugard, agronome et conseiller indépendant spécialisé dans la budgétisation agricole.

l'engrais minéral. Ces avantages peuvent être perçus comme des coûts privés évités pour l'entreprise agricole participante, mais ces coûts évités varient en fonction de la pratique.

Bien que l'effet combiné du travail de conservation du sol et de l'utilisation réduite d'engrais puisse donner lieu à des coûts évités et donc à des profits, le travail de conservation du sol (ou culture sans labour) peut tout de même s'avérer être une pratique qui engendre un coût privé supplémentaire. Inversement, le développement de variétés de cultures adaptées à différentes pratiques de conservation du sol et plus compatibles avec des coûts supérieurs en énergie (prix du carburant), ces pratiques tendront davantage à éviter certains coûts plutôt qu'à générer des coûts supplémentaires (Gassman et al., 2006).

Étant donné tous les coûts privés associés à la mise en œuvre des PGB liées à la conservation du sol (coût des investissements, coût de renonciation et coûts évités), le principal coût demeure le coût initial d'achat de machinerie spécialisée. Cependant, si ces pratiques génèrent des profits (pour de plus amples renseignements, voir l'annexe 16), en partie grâce aux coûts évités, l'aide du gouvernement n'est justifiée que dans le cadre de cet investissement initial. En plus d'accorder une aide initiale à l'investissement, un soutien technique est recommandé afin d'aider les agriculteurs à surmonter leur manque de connaissances et leur méfiance initiale à l'égard de ces deux pratiques.

Cultures couvre-sol (pour les céréales) et cultures intercalaires (pour le maïs)

Généralement, ces cultures (cultures couvre-sol et cultures intercalaires) sont plantées afin de fournir une protection pendant les périodes où les cultures commerciales ne peuvent pas être cultivées. Ce type de couverture végétale aide à limiter l'érosion et le ruissellement. D'autres avantages de cette pratique incluent l'enrichissement organique du sol et l'amélioration de la structure du sol. L'établissement de ces cultures nécessite souvent de modifier la gestion des champs et l'équipement utilisé, notamment les semoirs à grains. Cependant, le coût privé associé à de tels changements comprend principalement l'achat de semences pour les cultures couvre-sol et davantage de travail du sol.

Les cultures couvre-sol sont plantées après les cultures à petits interlignes, comme les céréales. Il s'agit d'une culture plantée après la récolte et qui reste dans le champ jusqu'à la préparation du lit de semence le printemps suivant. Il convient cependant de noter que les pâturages plantés pendant une période moyenne de trois ans selon le système de rotation recommandé servent également de cultures couvre-sol, et qu'ils protègent de l'érosion et du ruissellement. Cette pratique peut également fournir des avantages connexes en termes de fertilité du sol à long terme. Toutefois, étant donné la difficulté à évaluer ces avantages connexes, ils n'ont pas été abordés dans la présente analyse.

La culture intercalaire nécessite l'ensemencement d'une culture entre les rangs de la culture principale afin d'optimiser l'utilisation de l'espace et d'avoir une couverture constante du sol. Elle ne nécessite pas une préparation du sol supplémentaire et elle se prête bien à la production de cultures commerciales autres que le soja. Si cette méthode est utilisée adéquatement, et que la culture intercalaire n'empêche pas la croissance ou la récolte de la culture principale, elle ne devrait pas abaisser les rendements de façon significative (CPVQ, 2000).

Il est évident que ces pratiques ne nécessitent pas un investissement majeur pour l'achat de machinerie spéciale puisqu'elles peuvent être mises en pratique à l'aide de l'équipement conventionnel. Toutefois, ces méthodes dépendent d'une gestion adéquate du sol et des cultures.

Selon les experts consultés⁴¹, les cultures couvre-sol pour les céréales nécessitent un léger travail de la surface du sol, alors que les grains perdus pendant la récolte et la repousse naturelle sont suffisants pour fournir une couverture adéquate du sol pendant l'automne et l'hiver. Pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, nous avons donc tenu compte du coût lié au hersage qui, selon les données obtenues de Beauregard et Brunelle (2004-2007), est d'environ 4 \$ par hectare par année.

Dans le cas des cultures intercalaires, les coûts associés à l'achat de semences et aux travaux aratoires (travail du sol) sont pris en considération. Étant donné que les céréales et les légumineuses annuelles sont de bonnes cultures intercalaires, les budgets partiels pour les cultures de phléoles des prés et de foin de luzerne préparés par Guy Beauregard et André Brunelle du bureau du MAPAQ du Centre-du-Québec ont été utilisés pour calculer le coût d'une telle plantation. Un coût moyen pour le coût privé annuel de plantation d'une culture intercalaire sur un hectare de terre cultivable a été déterminé à l'aide des budgets disponibles, soit les budgets de la période de 2004 à 2007. Nos estimations montrent donc que le coût privé total lié à l'adoption de PGB en matière de culture intercalaire est de 152 \$/ha/an (voir l'annexe 17 pour plus de précisions).

Dans les deux cas (cultures couvre-sol et cultures intercalaires), un élément lié au revenu (vente de foin) n'est pas inclus étant donné que ces cultures doivent être intégrées dans le sol en tant qu'engrais verts.

Un autre avantage de cette pratique est l'élimination de certains coûts liés aux engrais dans les années subséquentes. Cet avantage connexe est envisagé pour compenser les autres coûts (heures supplémentaires) que cette pratique engendre. Cependant, la culture intercalaire est une pratique complexe qui nécessite une surveillance attentive, et les coûts associés à cette surveillance (aide technique, séances

⁴¹ Les experts consultés à ce sujet sont H. Moore et A. Vanasse.

de formation, etc.) représentent l'enjeu charnière pour la mise en œuvre de cette pratique à plus grande échelle.

Dans le cas de la rivière Little Saskatchewan, les cultures couvre-sol peuvent contribuer à la réduction du ruissellement et de l'érosion, de même qu'à la réduction des pertes d'éléments nutritifs pendant les périodes de jachère. Au Québec, une culture couvre-sol est incluse dans la rotation après la troisième année d'une rotation de cinq ans. Au Manitoba, le seigle d'automne est la culture couvre-sol la plus courante, mais le blé, l'orge et l'avoine sont également utilisés (MAAIR, 2006). Le Programme de gestion agroenvironnementale du Manitoba subventionne les coûts en équipement et les semences pour l'établissement de cultures couvre-sol non commerciales. La fréquence à laquelle les cultures couvre-sol sont incluses dans les rotations dépend grandement du type de sol. La présente analyse examine l'utilisation d'une culture couvre-sol non commerciale en tant qu'engrais écologique. Le coût privé estimé de cette pratique est évalué comme étant le coût des semences et de la main-d'œuvre pour une culture de seigle d'automne : 27,80 \$ par ha par année.

Entreposage du fumier (uniquement pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan)

Au Manitoba, le fumier est généralement entreposé dans des fosses de terre à revêtement argileux. Le coût de ces installations est traité entièrement comme un investissement initial étant donné que des travaux de conception technique sont nécessaires, et que de l'équipement lourd est nécessaire à leur construction. Les directives du Manitoba relatives au budget de 2005 pour une exploitation de 120 vaches laitières fixent le coût d'une installation d'entreposage du fumier suffisamment grande pour une année d'entreposage à 60 000 \$ (Blawat et al., 2005). Ceci correspond à 63 654 \$ en 2007. Ceci correspond à un coût en capital de 1,45 \$ pour chaque jour de capacité d'entreposage par tête.

3.1.3. Coûts privés des PGB associées à l'habitat

Conservation des milieux humides et des boisés

En raison de leur grande fertilité, plusieurs milieux humides et boisés à l'échelle du pays sont déboisés et cultivés chaque année. La PGB associée à ces BSE nécessite généralement la préservation de caractéristiques écologiques désignées, telles les zones riveraines, les milieux humides, une couverture végétale permanente dans les zones fragiles et les boisés dans les régions agricoles, car ces environnements sont tous cruciaux pour les habitats fauniques et la filtration naturelle de l'eau.

Les coûts privés utilisés pour le calcul de l'indemnisation par hectare qu'un agriculteur recevrait pour la mise en œuvre de cette PGB sont fondés sur le coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle de la terre. Ce coût était précédemment calculé en tenant compte du taux de location de terres dans cette région, lequel varie entre 120 \$ par ha/année et 240 \$ par ha/année, selon les budgets partiels préparés par Guy Beauregard et André Brunelle. Bien que ce coût de renonciation soit modifié par les organismes gouvernementaux qui interviennent régulièrement pour soutenir les revenus des producteurs ou garantir la majorité des risques liés à la production, par l'entremise de programmes d'assurance-récolte, le prix de location sera utilisé ici à des fins d'analyse. Cette décision a été prise à la lumière du fait que le programme américain Conservation Reserve Program (CRP) utilise le taux de location de terres en tant que coûts de renonciation lors du calcul de ce type d'indemnisation, bien que l'intervention du gouvernement dans les marchés agricoles soit importante dans ce pays.

En fait, le taux inférieur de location de terres de 120 \$/année a été utilisé, au lieu de la moyenne pondérée du taux de location de terres du bassin hydrographique (164,10 \$/ha), en tant que coût de renonciation pour la conservation des habitats fauniques qui seraient autrement convertis en terres agricoles. Cette décision découle du fait que plusieurs des terres qui se qualifieraient pour une indemnisation ne sont pas toujours adéquates pour une telle conversion.

À la lumière de l'investissement nécessaire pour transformer un milieu humide en une zone cultivable et productive (drainage, etc.), nous estimons que 75 % du coût de renonciation calculé, c.-à-d. 90 \$ par ha/année, représente le montant qu'un producteur devrait être prêt à accepter pour une entente à vie de ne pas convertir des marais en terres cultivées. Dans le cas des boisés, nous estimons que 50 % du coût de renonciation calculé (60 \$ par ha/année) est suffisant étant donné qu'un revenu supplémentaire peut être dérivé des arbres par l'entremise d'activités comme la production de sucre d'érable et la vente de bois de chauffage.

Dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, les milieux humides sont admissibles à plusieurs programmes incitatifs environnementaux existants, comme le programme ALUS, le Programme de couverture végétale du Canada et le Programme de gérance agroenvironnementale Canada-Manitoba. ALUS paie un taux de 34,59 \$ par hectare (15 \$ par acre) annuellement, s'il s'agit de milieux humides existants et 59,31 \$ (25 \$ par acre) dans le cas de terres retirées de la production. Le Programme de couverture végétale du Canada fournit des incitatifs pour toute couverture permanente vérifiée à un taux de 247,10 \$ par hectare (100 \$ par acre) si des espèces indigènes sont utilisées, et 111,19 \$ par hectare (25 \$ par acre) si du fourrage cultivé est utilisé. Le coût de conversion de terres agricoles marginales en

milieux humides est estimé correspondre au coût de retrait des terres de la production, soit 61,78 \$ par année⁴².

Restauration de plaines agricoles inondables (bassin hydrographique de la rivière Nicolet Est)

Cette pratique signifie la restauration de plaines agricoles inondables à leur état naturel afin qu'elles puissent servir d'habitat pour différentes espèces fauniques. Une indemnisation existe à l'heure actuelle pour cette pratique dans le cadre du Programme de couverture végétale du Canada en tant que contribution d'AAC au cadre stratégique pour l'agriculture du pays (2003-2008). Cet élément du programme, qui touche la conversion des terres, fournit une aide financière pour compenser une partie du coût de conversion de terres vulnérables d'un point de vue écologique engendré par le passage d'une culture annuelle à une couverture végétale permanente.

Cet incitatif est fourni sous la forme d'un paiement unique de 100 \$ par acre (247 \$/ha) pour la plantation de cultures fourragères indigènes. Ce paiement est effectué après la signature d'une entente entre l'agriculteur et le gouvernement visant à assurer le maintien d'une couverture de plantes vivaces sur les terres en question pendant une période de dix ans. Le montant du paiement unique réparti sur cette période correspondrait à une indemnisation périodique d'environ 25 \$ par ha/année.

Étant donné les taux actuels de location et de vente des terres dans l'est du Canada, ce niveau d'indemnisation n'est de toute évidence pas suffisant pour convaincre les agriculteurs de cette région d'arrêter de cultiver dans des terres inondables. Le coût de renonciation de 164,10 \$ par ha/année pour l'utilisation actuelle du sol calculé précédemment serait un niveau plus adéquat d'indemnisation. Cette indemnisation pourrait par conséquent être jugée suffisante pour compenser tous les coûts privés associés à l'arrêt de production sur des terres inondables et à la restauration de ces terres à l'état d'habitats fauniques (ensemencement d'espèces végétales sauvages, autres améliorations pertinentes, etc.).

Le tableau suivant résume les coûts privés de différentes PGB dans les bassins hydrographiques de la rivière Nicolet et de la rivière Little Saskatchewan.

⁴² Voir la section 3.1.1 : Calcul du coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle des terres.

**TABLEAU 28 : RÉSUMÉ DES COÛTS PRIVÉS DE DIFFÉRENTES PGB DANS LES BASSINS
 HYDROGRAPHIQUES DE LA RIVIÈRE NICOLET ET DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

BSE	PGB	Rivière Nicolet	Rivière Little Saskatchewan
Qualité de l'eau	Utilisation actuelle des terres cultivées (\$/ha*année)	164,1	61,78
	Zones tampons riveraines boisées (\$/ha pendant neuf ans)	7 848	6 769
	Zone riveraine tampon herbeuse (\$/ha*année)	263 (pour la première année)	295 (pour la première année)
		174,5 (pour les années subséquentes)	61,78 (pour les années subséquentes)
	Culture intercalaire (\$/ha*année)	152	
	Cultures couvre-sol (\$/ha*année)	4 (hersage seulement)	27,8 (hersage et semences)
	Entreposage du fumier (\$/tête*journée)		1,453
Habitat			
Habitat	Conservation des milieux humides (\$/ha*année)	90	61,78
	Conservation des boisés (\$/ha*année)	60	61,78
	Restauration de terres agricoles inondables (\$/ha*année)	164,1	

Les différences principales entre les coûts privés pour la rivière Nicolet et la rivière Little Saskatchewan sont retrouvées dans les coûts de renonciation payés aux agriculteurs pour qu'ils ne cultivent pas les terres (164,10 \$/ha/année pour la rivière Nicolet et 61,78 \$/ha/année pour la rivière Little Saskatchewan).

3.1.4. Coûts privés de transaction

Selon l'OCDE (2007a), les coûts privés de transaction des agriculteurs comprennent le coût de renonciation du temps passé à remplir des formulaires, à voyager et à vérifier les critères de conformité, et la valeur de l'équipement acheté et des services fournis (timbres et services consultatifs). Selon la même source, de tels coûts ne peuvent être estimés que par les agriculteurs et indiqués dans des questionnaires ou des rapports d'entrevue.

À notre connaissance, il n'existe aucune étude sur les coûts privés de transaction engendrés par les programmes agroenvironnementaux en Amérique du Nord. Cependant, deux études ont estimé ces coûts en Europe. Plus précisément, les coûts privés de transaction engendrés par le système de paiement direct de la Suisse sont estimés dans l'étude de l'OCDE (OCDE, 2007a) à plus de deux tiers pour le canton de Grisons et à plus de trois quarts pour le canton de Zurich. Plus de la moitié de ces coûts privés de transaction sont liés à la tenue de dossiers et au remplissage de formulaires. Cette même étude a estimé les coûts de transaction du programme américain Conservation Reserve Program (CRP), mais puisqu'aucune information sur les coûts privés de transaction de ce programme n'a été recueillie, cet aspect n'a pas été estimé.

La deuxième étude portant sur les coûts privés de transaction a été effectuée par Mettepenningen et al. (2007) dans le cadre du projet de l'Union européenne intitulé « Instruments intégrés pour l'élaboration et la mise en œuvre des programmes agro-environnementaux » (ITAES). Une enquête et un suivi effectués dans le cadre de cette étude auprès d'agriculteurs de plusieurs pays de l'UE (France, Allemagne, République tchèque, Italie, Royaume-Uni, Belgique, Pays-Bas et Irlande) ont permis de conclure que la portion des coûts privés engendrés par les PGB (« programmes agro-environnementaux ») est de 14 % en moyenne, mais que la variation d'un pays à l'autre est très importante, soit de 0,2 % à 65 %. Étant donné que cette importante variabilité entre les pays est probablement attribuable à des approches très différentes relatives aux exigences administratives, l'utilisation d'une moyenne de 14 % pour les programmes compris dans cette étude n'est pas nécessaire.

Le niveau des coûts privés de transaction dépend grandement des détails administratifs de chaque programme : le niveau d'information nécessaire pour déterminer l'admissibilité, le suivi requis une fois que la PGB en question a été adoptée, etc. Le transfert de résultats provenant d'autres études nécessite l'existence de similitudes de base à ce niveau, ce qui n'est pas démontré clairement dans le cas des deux études disponibles. De plus, la différenciation des coûts privés de transaction par type de programme (paiement unique ou annuel) n'est pas possible lorsque ces deux études fournissent des données globales pour tous les programmes agroenvironnementaux regroupés.

3.2. Coûts pris en charge par l'État pour la mise en œuvre de politiques

3.2.1. Paiements

Les sous-sections suivantes présentent les calculs détaillés des montants de déboursement en vertu des politiques prescrivant des paiements annuels, des paiements uniques, une politique prescrivant des paiements mixtes (uniques et annuels) ou l'utilisation d'instruments du marché (enchères et permis échangeables). Ces paiements tiennent compte du coût de renonciation associé à l'utilisation actuelle des

terres, aux pertes nettes liées à la mise en œuvre de PGB et à la part, en pourcentage, des investissements en capitaux subventionnés par d'autres programmes. Il doit être mentionné que nous ne tenons pas compte des paiements provenant d'autres programmes qui ne sont pas effectués puisque certaines terres agricoles sont retirées de la production (p. ex., Programme de stabilisation des revenus agricoles du Québec, Programme canadien de stabilisation du revenu agricole). Par conséquent, les niveaux de paiement sont quelque peu surestimés, mais puisque cette surestimation s'applique à toutes les politiques examinées, elle n'a aucune incidence sur la comparaison de l'efficacité des politiques.

Dans le cas d'un paiement annuel et d'un paiement unique, les calculs sont premièrement effectués par unité de surface (ha) ou par exploitation agricole, et ensuite sont regroupés pour l'ensemble du bassin hydrographique touché. Dans le cas des politiques relatives aux enchères ou aux permis échangeables, nous croyons qu'il s'agit de systèmes économiques efficaces qui font en sorte que les pratiques individuelles les plus efficaces sont mises en œuvre en premier. Étant donné que le coût d'une pratique peut varier d'un producteur à l'autre, l'objectif est de déterminer combien de mesures associées à une pratique donnée peuvent être mises en œuvre à partir d'un paiement donné.⁴³

De plus, deux taux d'actualisation sont utilisés dans la présente étude. Le premier (3 %) est utilisé pour actualiser les coûts privés pluriannuels engagés par les producteurs puisque ce taux a un impact majeur sur leur décision d'adopter ou non des PGB. Le deuxième taux (6 %) correspond au taux d'actualisation généralement utilisé pour calculer les montants accordés en vertu de politiques publiques (Montmarquette et Scott, 2007).

Les sections suivantes présentent de l'information détaillée sur la façon dont les paiements ont été calculés pour chaque pratique et politique utilisée, de même que les totaux pour les deux bassins hydrographiques représentatifs utilisés, soit rivière Nicolet et rivière Little Saskatchewan.⁴⁴

3.2.1.1. Paiements uniques

L'objectif de la politique de paiements uniques vise à encourager la mise en œuvre de certaines PGB à l'aide d'un paiement unique afin d'aider à payer toutes les pertes nettes encourues par les agriculteurs dans la réalisation de leurs engagements à cet égard.

⁴³ Par exemple, si le coût pour éliminer un kilogramme de phosphore est estimé à 50 \$, combien de kilogrammes éliminés seront vendus par les producteurs après la mise en œuvre de cultures couvre-sol, de zones tampons riveraines et de cultures intercalaires?

⁴⁴ Dans le cas de la rivière Little Saskatchewan, la création d'un habitat est perçue comme un avantage connexe résultant de la mise en œuvre d'une PGB.

Dans le cas de la rivière Nicolet, les PGB incluses dans la politique de paiements uniques sont les zones tampons riveraines herbeuses, le travail de conservation du sol à l'aide d'un chisel, le semis direct, les cultures couvre-sol pour les céréales, le maintien des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles et la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables.

Le portefeuille de paiements uniques du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan comprend trois PGB : les zones tampons riveraines herbeuses sans entretien annuel, les milieux humides et l'entreposage du fumier. Il est prévu que la mise en œuvre des PGB n'atteindra les niveaux cibles qu'après cinq ans. Pour chacune des cinq premières années, le taux d'adoption théorique est 1/5 du taux total d'adoption pour chaque PGB. Par conséquent, tous les paiements uniques seraient versés d'ici la fin de la cinquième année.

Il est important de garder à l'esprit que dans le cas du maintien des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles, les paiements uniques équivalent à une servitude de conservation pour la durée du contrat (neuf ans).

Zones tampons riveraines herbeuses

Dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, le paiement global s'élève à 1547 \$ (voir l'annexe 18 pour obtenir plus de détails) afin de préserver un hectare de la zone tampon riveraine herbeuse à l'état sauvage pendant neuf ans. Ce montant comprend la subvention accordée pour la régénération de la couverture végétale des terres (laquelle correspond à 50 %⁴⁵ des coûts d'établissement de la zone tampon riveraine) et les coûts totaux actualisés de renonciation à ces terres.

Dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, la PGB de la zone tampon riveraine comprend 50 % des coûts d'établissement ainsi que les coûts de renonciation liés au retrait de terres de la production agricole. Le coût de renonciation est fondé sur le taux annuel de location des terres de 61,77 \$ par ha. Dans le cas du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, le paiement unique par hectare de zone tampon riveraine herbeuse est de 545 \$ (voir l'annexe 18). Ce montant est presque trois fois inférieur au paiement versé pour la même PGB dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet puisque les coûts de renonciation (fondés sur le prix de location des terres) sont 2,5 fois plus élevés dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est).

⁴⁵ Pourcentage fondé sur le Programme de couverture végétale du Canada.

Culture sans labour et travail réduit du sol (rivière Nicolet uniquement)

Dans la région du Centre-du-Québec, l'incitatif offert aux producteurs pour qu'ils adoptent le semis direct ou le travail de conservation du sol à l'aide d'un chisel comprend une subvention de 30 % du coût de l'équipement spécialisé, jusqu'à concurrence de 15 000 \$ par exploitation agricole, de même qu'un financement d'une durée de deux ans pour payer l'aide technique fournie par un agronome. Par conséquent, dans le cas d'investissement estimé de 50 000 \$ pour le semis direct et de 550 \$ pour un suivi annuel par un club-conseil en agroenvironnement, les paiements totaux s'élèvent à 15 550 \$ la première année et à 550 \$ la deuxième année. Bien que le travail de conservation du sol nécessite un investissement plus important (p. ex., l'achat d'un chisel et d'autres outils) que le semis direct, les deux paiements sont identiques en raison de la limite de financement de 15 000 \$ de l'investissement (voir l'annexe 18).

Cultures couvre-sol (pour les céréales) (rivière Nicolet uniquement)

Étant donné que cette pratique ne nécessite pas un investissement en capital ni de dépenses annuelles importantes, mais que sa mise en œuvre nécessite une expertise spécifique, l'incitatif proposé est de payer l'aide technique nécessaire pendant un an. La durée de cet incitatif est plus courte que dans le cas du semis direct et du travail de conservation du sol puisque cette pratique est plus facile à intégrer dans le système de production conventionnel. Comme il a été mentionné précédemment dans la section portant sur le travail réduit du sol et la culture sans labour, la subvention destinée à l'aide technique est estimée à 550 \$ par année par exploitation agricole, dans le cas du sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

Maintien des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles (rivière Nicolet uniquement)

La moyenne pondérée des taux de location des terres dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est de 164,10 \$/ha. Cependant, le paiement pour maintenir à l'état sauvage chaque hectare de boisé ou de milieu humide est estimé en fonction du taux de location des terres le moins élevé (120 \$/ha/année dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet) réduit de 50 % pour les boisés et de 75 % pour les milieux humides. Le prix de location le plus bas (120 \$/ha) est utilisé puisque ce ne sont pas toutes les terres ou les autres environnements admissibles à une subvention qui sont appropriés pour une conversion en vue de l'activité agricole. De plus, la différence entre les montants alloués pour les boisés et les milieux humides est liée au revenu possible qui pourrait être généré par les opérations forestières. Les coûts annuels de renonciation associés à la conservation de boisés et de milieux humides dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet sont donc estimés à 60 \$/ha et 90 \$/ha

respectivement,⁴⁶ et les paiements uniques pour couvrir le coût de renonciation associé avec l'utilisation actuelle des terres pendant une période de neuf ans pour ces deux pratiques s'élèvent à 481 \$/ha et 722 \$/ha respectivement.

Maintien (rivière Nicolet) ou conversion (rivière Little Saskatchewan) de terres marginales en milieux humides

Le paiement alloué aux plaines agricoles inondables est destiné à indemniser les agriculteurs pour le coût de renonciation associé à l'utilisation des terres. Après l'actualisation, un paiement unique de 1 316 \$ est versé pour le retrait d'un hectare de plaines agricoles inondables dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

Dans le cas du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, le paiement unique pour la conversion de terres marginales en milieux humides est basé sur le taux de location de ces terres, soit 61,77 \$ par année. Les paiements actualisés totaux pour un hectare de milieu humide pour un contrat d'une durée de neuf ans s'élèvent à 397,13 \$.

Entreposage du fumier (rivière Little Saskatchewan uniquement)

Le paiement unique pour l'entreposage du fumier correspond à 30 % du coût de construction d'une installation d'entreposage de fumier en terre dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan. Les paiements totaux pour l'entreposage du fumier reviennent à 0,48 \$ par tête pour chaque jour de capacité d'entreposage (en dollars de 2007).

Paiements uniques totaux pour tous les bassins hydrographiques

La même approche est utilisée ici pour calculer les paiements par hectare ou par exploitation agricole mais les unités sont ensuite multipliées par le nombre d'hectares ou d'exploitations agricoles dans le bassin hydrographique.

Les agriculteurs s'engagent pour neuf ans mais le paiement sera effectué une seule fois au début du programme. Il est prévu que les taux d'adoption cibles seront atteints au plus tard la cinquième année, ce qui implique que de nouveaux producteurs n'adhéreront pas au programme à partir de la sixième année.

⁴⁶ Ces montants sont environ deux fois plus élevés que ceux offerts par le projet pilote des Services de diversification des modes d'occupation des sols (ALUS) du Manitoba (37 \$/ha/année pour les boisés et les milieux humides dans un état sauvage) et même plus élevés que les montants maximaux offerts par le Programme de couverture végétale du Canada du gouvernement fédéral (un maximum de 247 \$/ha pour 10 ans de conservation).

Dans le cas des paiements uniques, ceci signifie également que les paiements ne seront pas versés à partir de la sixième année, sauf dans le cas du semis direct et du travail de conservation du sol, pour lesquels l'aide technique dure deux ans.

Le Tableau 29 montre les paiements uniques totaux pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet. Les données sur le nombre d'exploitations agricoles et le nombre d'hectares sous culture proviennent du Recensement de l'agriculture de 2006 et sont totalisés pour le bassin hydrographique à l'aide de la liste des municipalités dont plus de 50 % de leurs terrains sont dans le bassin hydrographique.

Dans le cas des cultures couvre-sol, le montant payé dans la première année est inférieur au montant des années subséquentes, et cela, malgré le fait que le taux d'adoption soit plus élevé dans la première année que dans les années subséquentes (20 % comparativement à 5 % chaque année subséquente). Cela s'explique par le fait que les agriculteurs qui adoptent cette pratique avant la mise en place du programme ne sont pas inclus dans ces données. En d'autres termes, le taux d'adoption dans la première année n'est seulement que de 2 % de plus, alors qu'il est de 5 % dans les années subséquentes.

**TABLEAU 29 : MONTANTS DES PAIEMENTS UNIQUES EFFECTUÉS DANS LE SOUS-BASSIN
 HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (PAR ANNÉE ET PAR PGB)**

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	TOTAL
Tampons riverains herbeux							
Taux d'adoption cible ⁴⁷	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %		
Paiements (\$)	125 683	62 841	62 841	62 841	62 841		377 049
Paiements actualisés (\$)	125 683	59 284	55 929	52 763	49 776	0 \$	343 435
Culture sans labour et travail réduit du sol							
Taux d'adoption cible ⁴⁸	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %		
Paiements (\$)	328 883	194 345	189 175	189 175	189 175	6 463	1 097 215
Paiements actualisés (\$)	328 883	183 344	168 365	158 835	149 844	4 829	994 100
Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales							
Taux d'adoption cible ⁴⁹	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %		
Paiements (\$)	1 936	4 840	4 840	4 840	4 840		21 296
Paiements actualisés (\$)	1 936	4 566	4 308	4 064	3 834	0	18 707
PAIEMENTS UNIQUES POUR PHOSPHORE (paiements actualisés, \$)	456 501	247 195	228 601	215 662	203 454	4 829	1 356 242
Maintien des boisés dans les zones agricoles							
Taux d'adoption cible	1 %	1,5 %	2 %	2,5 %	3 %		
Paiements (\$)	132 378	66 191	66 191	66 191	66 191		397 143
Paiements actualisés (\$)	132 378	62 445	58 910	55 576	52 430	0	361 738
Maintien de milieux humides dans les zones agricoles							
Taux d'adoption cible	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %		
Paiements (\$)	111 748	27 937	27 937	27 937	27 937		223 495
Paiements actualisés (\$)	111 748	26 356	24 864	23 456	22 129	0	208 552
Réduction de la culture dans les plaines agricoles inondables							
Taux d'adoption cible	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %		
Paiements (\$)	19 514	4879	4879	4879	4879		39 028
Paiements actualisés (\$)	19 514	4602	4342	4096	3864	0	36419
PAIEMENTS UNIQUES POUR L'HABITAT (paiements actualisés, \$)	263 640	93 403	88 116	83 128	78 423	0	606 709
PAIEMENTS UNIQUES POUR LE PHOSPHORE ET L'HABITAT (paiements actualisés, \$)	720 141	340 597	316 717	298 790	281 877	4829	1 962 951

⁴⁷ Taux d'adoption en 2003 : inconnu mais probablement très faible.

⁴⁸ Taux d'adoption en 2003 : 41 %.

⁴⁹ Taux d'adoption en 2006 : 18 %.

Pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, les paiements uniques totaux associés à cette politique correspondent à la valeur actualisée de 1,962 million de dollars, dont 1,356 million de dollars sont attribués à la réduction des niveaux de phosphore dans les cours d'eau pour atteindre l'objectif environnemental cible (0,036 mg/l PT), et 0,606 million de dollars pour le maintien de 1,165 ha d'habitat (milieux humides et boisés).

Tout comme dans le cas du Québec, il est prévu que cela prendra cinq ans pour atteindre le taux souhaité de mise en œuvre de la PGB dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan. Il est également prévu que la mise en œuvre de la PGB s'effectuera selon des augmentations égales pendant cinq ans. Notre analyse indique que le coût de la PGB pour l'atteinte des réductions de la charge en polluants phosphorés peut varier grandement. Dans cette analyse, la préférence est accordée aux PGB qui peuvent atteindre une réduction de P de la façon la plus économique, comme cela est déterminé par nos calculs. Il est prévu que le taux maximum réalisable de mise en œuvre dans les zones tampons riveraines serait de 80 %. Les zones tampons riveraines constituent le moyen le plus économique d'atteindre la réduction de la charge en polluants phosphorés dans le cadre des politiques de paiements uniques et de paiements annuels (voir le Tableau 30). Les milieux humides semblent être le moyen le plus coûteux d'atteindre des réductions de P pour les deux politiques visées par cette analyse; cependant, ils ont l'avantage d'augmenter l'habitat faunique. Pour cette raison, il a été conclu d'utiliser un taux de mise en œuvre correspondant à 3 % des terres agricoles aux fins de conversion en milieux humides. Un taux de mise en œuvre supérieur dans les milieux humides n'est probablement pas réaliste étant donné que cette PGB sera probablement mise en œuvre dans les terres les plus marginales.

Dans la présente simulation, 80 % (443 km) des rives en culture dans le bassin hydrographique deviendraient des zones tampons pour un gain de la réduction de la charge en polluants phosphorés de 11,9 tonnes par année et un gain de 443 ha d'habitat faunique. Lorsque la mise en œuvre se déroule sur cinq ans, le coût total actualisé de ces paiements est de 227 594 \$.

Notre analyse prévoit que 3 % des terres présentement en production agricole seront converties en milieux humides, ce qui contribuera à une réduction de la charge en polluants phosphorés de 5 tonnes par année. Le coût total de ces paiements actualisés sur une période de mise en œuvre de cinq ans est de 2,06 millions de dollars. Même si l'augmentation de l'habitat découlant de cette PGB est de 5505 ha, seulement 550 ha sont utilisés dans les estimations des avantages et des coûts liés à l'habitat afin de respecter l'objectif relatif à l'habitat.

Nous estimons que des paiements uniques totalisant 265 344 \$ seraient suffisants pour la construction d'installations d'entreposage du fumier de 2900 bovins pendant 200 jours. Ces installations pourraient

inclure des bassins de collecte pour entreposer le ruissellement provenant des installations d'hiver pour les bovins, un bassin de décantation des solides ou des installations d'entreposage du fumier en terre. Le gain lié à la réduction de la charge en polluants phosphorés serait de 6,4 tonnes par année. Alors que ces paiements permettent 200 jours d'entreposage pour 2 900 têtes, d'autres combinaisons auraient le même effet. Par exemple, l'entreposage des déchets produits par 5 800 têtes pendant 100 jours produirait le même gain.

Le Tableau 30 montre les paiements uniques regroupés pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan. Tous les paiements inclus dans le tableau touchent la qualité de l'eau, bien que certaines des PGB analysées procurent également des avantages connexes pour l'habitat. Contrairement au cas de la rivière Nicolet, ces avantages connexes liés à l'habitat ne sont pas inclus dans le total puisqu'ils sont déjà pondérés dans les paiements relatifs à la qualité de l'eau.

TABLEAU 30 : PAIEMENTS UNIQUES EFFECTUÉS PAR LE GOUVERNEMENT DANS LE CADRE D'UNE POLITIQUE D'INCITATION RELATIVE AUX PGB POUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN⁵⁰

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	TOTAL
Zones tampons riveraines herbeuses						
Taux d'adoption cible	16,00 %	32,00 %	48,00 %	64,00 %	80,00 %	
Paiements (\$)	48 249	48 249	48 249	48 249	48 249	
Paiements actualisés (\$) (A)	48 249	46 843	45 479	44 154	42 868	227 594
Milieux humides						
Taux d'adoption cible	0,60 %	1,20 %	1,80 %	2,40 %	3,00 %	
Paiements (\$)	437 209	437 209	437 209	437 209	437 209	
Paiements actualisés (\$) (B)	437 209	424 475	412 111	400 108	388 455	2 062 358
Entreposage du fumier						
Taux d'adoption cible	1,00 %	2,00 %	3,00 %	4,00 %	5,00 %	
Paiements (\$)	56 251	56 251	56 251	56 251	56 251	
Paiements actualisés (\$) (C)	56 251	54 613	53 022	51 478	49 979	265 344
PAIEMENTS UNIQUES POUR LE PHOSPHORE (actualisés) (A+B+C) (comprennent les paiements pour l'habitat)						
	541 709	525 931	510 613	495 741	481 302	2 555 295
PAIEMENTS UNIQUES POUR L'HABITAT (actualisés)⁵¹ (10 %*B)						
	43 720	42 447	41 211	40 010	38 845	206 235
PAIEMENTS UNIQUES POUR LE PHOSPHORE ET L'HABITAT (actualisés) (A+B+C)						
	541 709	525 931	510 613	495 741	481 302	2 555 295

Dans ce cas, les cibles de gains environnementaux d'une réduction de 75 % des concentrations de phosphore, et de maintien et d'amélioration des habitats fauniques existants peuvent être atteintes à l'aide de paiements d'incitation de 2,55 millions de dollars dans le cadre de la politique de paiements uniques.

⁵⁰ Nous utilisons un taux d'actualisation de 6 %.

⁵¹ Les paiements pour l'habitat sont considérés correspondre à 10 % des paiements pour les milieux humides puisque 550 ha d'habitat représentent 10 % des 5505 ha de milieux humides restaurés par cette pratique.

3.2.1.2. Paiements annuels

Une politique de paiements annuels comprend l'octroi d'une compensation financière aux agriculteurs participant au programme pour couvrir toutes les dépenses annuelles encourues par la mise en œuvre de PGB dans leurs activités.

Les PGB qui constituent le portefeuille de la politique de paiements annuels dans le cas de la rivière Nicole comprennent les zones tampons riveraines boisées, les cultures couvre-sol pour les céréales, la culture intercalaire, le maintien de boisés et de milieux humides dans les zones agricoles, et la réduction de la culture dans les plaines agricoles inondables.

Le portefeuille de paiements annuels du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan comprend les zones tampons tampons boisées où un entretien annuel est nécessaire, les cultures couvre-sol hivernales non commerciales et la conversion de terres agricoles marginales en milieux humides. Tout comme pour les paiements uniques, il est prévu que la mise en œuvre de PGB à des niveaux cibles s'effectuent selon des augmentations égales, de 1/5 du taux d'adoption cible par année, pendant cinq ans. Étant donné que les contrat seront d'une durée de trois ans et renouvelables deux fois, les paiements finaux seraient effectués neuf ans après l'entrée des dernières terres dans le programme, pour un total de 13 ans.

Zones tampons riveraines boisées

Contrairement aux zones tampons riveraines herbeuses, les zones tampons riveraines boisées nécessitent un entretien régulier important (voir l'annexe 19 pour de plus amples détails). En ce qui concerne le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, le paiement annuel se compose des éléments suivants : le coût de renonciation associé à la perte de terres cultivables, le coût d'entretien de la zone tampon et la perte de revenu provenant de la vente de bois. De plus, le paiement de la première année comprend une subvention correspondant à 50 % de l'investissement initial.⁵²

Les propriétaires d'un hectare de la zone tampon riveraine boisée à l'intérieur du bassin hydrographique de la rivière Nicolet recevront donc 6 872 \$ en neuf ans (voir Annexe 19), un montant beaucoup plus important que celui accordé pour des bandes herbeuses sans entretien (1 547 \$).

⁵² Mesure fondée sur le Programme de couverture végétale du Canada.

En ce qui concerne le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, les paiements annuels pour les zones tampons riveraines sont calculés en fonction des coûts de renonciation, des coûts d'entretien annuel et de 50 % du coût d'implantation de végétation. Le revenu estimatif provenant de la récolte du bois est soustrait de ces paiements. Le paiement annuel total pour un hectare de la zone tampon riveraine boisée est estimé à 6 769 \$ (voir Annexe 19).

Cultures intercalaires (rivière Nicolet Est uniquement)

Cette pratique est plus adaptée à la politique de paiements annuels que les cultures couvre-sol puisqu'elle comprend des coûts récurrents d'une année à l'autre, et parce qu'un certain niveau d'expertise est exigé des agriculteurs qui utilisent cette pratique. Afin d'encourager les agriculteurs à planter des cultures intercalaires, un encadrement régulier est nécessaire de même qu'un dédommagement pour le coût de l'achat de semences et de labour de la terre, étant donné qu'il s'agit des coûts les plus élevés associés à cette pratique. Un paiement est effectué chaque année, mais de l'aide technique n'est fournie que pendant les deux premières années du programme. Les données de Statistique Canada (Statistique Canada, 2007) sur la taille moyenne des fermes cultivant le maïs dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (51 ha) sont utilisées pour calculer les paiements.

Le paiement par hectare pour la culture intercalaire dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est de 1 394 \$ (voir Annexe 19).

Cultures couvre-sol pour les céréales

Le paiement annuel pour les cultures couvre-sol dans le sous-bassin hydrographique dans la rivière Nicolet vise à couvrir le coût de la main-d'œuvre pendant neuf ans et le coût de l'aide technique pendant un an. Les données de Statistique Canada (Statistique Canada, 2007) sur la taille moyenne des fermes cultivant des céréales dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (21,25 ha) sont utilisées pour calculer les paiements. Le paiement par hectare pour les cultures couvre-sol pour les céréales dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est de 62 \$ (voir Annexe 19).

Dans le cas du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, le paiement annuel pour les cultures couvre-sol vise à couvrir la moitié du coût des semences pour une culture non commerciale. Il en coûte approximativement 27,80 \$ pour ensemer un hectare de terre avec du seigle d'automne. À 50 % des coûts, ce montant représente un paiement incitatif de 13,90 \$ par hectare (voir Annexe 19).

Maintien des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles (rivière Nicolet Est uniquement)

Dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, les paiements annuels associés au maintien de boisés dans les zones agricoles correspondent à 50 % du coût annuel de renonciation, ce qui représente des paiements de 540 \$/ha pendant neuf ans. Les paiements annuels associés au maintien de milieux humides correspondent à 75 % du coût annuel de renonciation, ce qui représente des paiements de 810 \$/ha pendant neuf ans.

Conversion de terres marginales en milieux humides

Le montant des paiements pour retirer une plaine agricole inondable de la culture correspond au coût de renonciation lié au taux de location des terres, lequel est estimé à 164 \$/ha pour la région du Centre-du-Québec. Les paiements totaux pour la réduction de la culture dans les plaines agricoles inondables du sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet pour la durée totale du contrat (neuf ans) reviennent à 1 477 \$/ha.

Le paiement annuel pour la conversion de terres marginales en milieux humides dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est basé sur le paiement de 61,77 \$ par hectare par année du projet pilote ALUS (ce qui correspond à une valeur actuelle de 397 \$ par hectare pour la durée du contrat de neuf ans).

Paiements annuels totaux pour l'ensemble du bassin hydrographique

Pour déterminer les paiements annuels totaux de l'ensemble du bassin hydrographique, nous utilisons la même approche que pour les paiements uniques. L'hypothèse selon laquelle les taux d'adoption cibles sont atteints la cinquième année sous-entend, comme c'est le cas pour les paiements uniques, qu'aucun nouveau producteur ne se joint au programme à partir de la sixième année. Les agriculteurs peuvent adhérer au programme entre la première et la cinquième année et peuvent souscrire à un maximum de trois contrats de trois ans chacun, peu importe l'année à laquelle ils ont adhéré au programme. Ceci signifie que jusqu'à cinq ans après la clôture du programme, des paiements continueront d'être effectués aux producteurs qui se sont joints au programme pendant la dernière année où cela était possible.

Le tableau suivant présente les paiements annuels pour la réduction des niveaux de phosphore dans les cours d'eau et la préservation de l'habitat dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

**TABLEAU 31 : PAIEMENTS ANNUELS EFFECTUÉS PAR LE GOUVERNEMENT POUR LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET
(PAR ANNÉE ET PAR PGB)**

PGB	Taux d'adoption cible	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12	Année 13	TOTAL
Zones tampons riveraines boisées	40 %	415 705	176 649	154 349	153 903	153 903	93 470	93 247	93 024	93 024					1 427 278
	50 %		103 926	44 162	38 587	38 476	23 368	23 312	23 312	23 256	23 256				341 656
	60 %			103 926	44 162	38 587	38 476	23 368	23 312	23 312	23 256	23 256			341 656
	70 %				103 926	44 162	38 587	38 476	23 368	23 312	23 312	23 256	23 256		341 656
	80 %					103 926	44 162	38 587	38 476	23 368	23 312	23 312	23 256	23 256	341 656
PAIEMENTS (\$ (actualisés))	(A)	415 705	264 694	269 169	285 957	300 247	177 895	152 969	134 003	116 869	55 127	38 989	24 502	11 558	2 247 686
Cultures intercalaires	2,50 %	48 934	48 934	45 703	45 703	45 703	45 703	45 703	45 703	45 703					417 786
	5 %		48 934	48 934	45 703	45 703	45 703	45 703	45 703	45 703	45 703				417 786
	10 %			97 868	97 868	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405			835 572
	15 %				97 868	97 868	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405		835 572
	20 %					97 868	97 868	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	91 405	835 572
PAIEMENTS (\$ (actualisés))	(B)	48 934	92 328	171 328	241 089	299 844	278 042	257 748	243 159	229 395	189 359	153 121	96 302	45 426	2 346 074
Cultures couvre-sol pour les céréales	18 % + 2 %	2 235	299	299	299	299	299	299	299	299					4 629
	35 %		16 764	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244				34 716
	50 %			16 764	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244			34 716
	65 %				16 764	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244		34 716
	80 %					16 764	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	34 716
PAIEMENTS (\$ (actualisés))	(C)	2 235	16 097	17 183	18 095	18 848	6 931	6 539	6 169	5 819	5 313	3 759	2 364	1 115	110 468
PAIEMENTS POUR LE PHOSPHORE (\$ (actualisés))	(A)+(B)+(C)	466 875	373 120	457 680	545 141	618 939	462 868	417 256	383 331	352 084	249 799	195 869	123 169	58 098	4 704 228

PGB	Taux d'adoption cible	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12	Année 13	TOTAL
Maintenance de boisés dans les zones agricoles	1 %	16 507	16 507	16 507	16 507	16 507	16 507	16 507	16 507	16 507					148 559
	1,5 %		8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254				74 282
	2,0 %			8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254			74 282
	2,5 %				8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254		74 282
	3,0 %					8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	8 254	74 282
PAIEMENTS (\$ (actualisés))	(D)	16 507	23 359	29 382	34 649	39 225	37 005	34 910	32 934	31 070	19 541	13 826	8 696	4 102	325 206
Maintenance de milieux humides dans les zones agricoles	40 %	13 934	13 934	13 934	13 934	13 934	13 934	13 934	13 934	13 934					125 407
	50 %		3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484				31 352
	60 %			3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484			31 352
	70 %				3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484		31 352
	80 %					3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	3 484	31 352
PAIEMENTS (\$ (actualisés))	(E)	13 934	16 432	18 602	20 474	22 074	20 825	19 646	18 534	17 485	8 248	5 836	3 670	1 731	187 491
Réduction de la culture dans les plaines agricoles inondables	40 %	2 433	2 433	2 433	2 433	2 433	2 433	2 433	2 433	2 433					21 899
	50 %		608	608	608	608	608	608	608	608	608				5 475
	60 %			608	608	608	608	608	608	608	608	608			5 475
	70 %				608	608	608	608	608	608	608	608	608		5 475
	80 %					608	608	608	608	608	608	608	608	608	5 475
PAIEMENTS (\$ (actualisés))	(E)	2 433	2 869	3 248	3 575	3 855	3 637	3 431	3 237	3 053	1 440	1 019	641	302	32 741
PAIEMENTS POUR L'HABITAT (\$ (actualisés))	(D)+(E)+(F)	32 874	42 660	51 233	58 698	65 154	61 466	57 987	54 705	51 608	29 229	20 681	13 007	6 135	545 438
PAIEMENTS POUR LE PHOSPORE ET L'HABITAT (\$ (actualisés))	(A)+(B)+(C)+(D)+(E)+(F)	499 749	415 779	508 913	603 839	684 093	524 335	475 244	438 036	403 692	279 028	216 550	136 175	64 234	5 249 666

Les paiements annuels totaux pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet représentent un montant actualisé de 5,249 millions de dollars : 4,704 millions de dollars pour atteindre le niveau cible de phosphore dans les cours d'eau et 0,545 million de dollars pour préserver 1 165 ha de milieux humides et de boisés.

Les paiements d'incitation totaux pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan sont présentés dans le Tableau 32. Tous les paiements présentés dans ce tableau touchent la qualité de l'eau. Cependant, certaines des PGB analysées ont des avantages connexes pour l'habitat. Contrairement au cas de la rivière Nicolet, ces avantages connexes liés à l'habitat ne sont pas inclus dans le total puisqu'ils sont déjà pondérés dans les paiements relatifs à la qualité de l'eau.

TABLEAU 32 : PAIEMENTS ANNUELS EFFECTUÉS PAR LE GOUVERNEMENT DANS LE CADRE D'UNE POLITIQUE INCITATIVE DE PAIEMENTS ANNUELS RELATIVES AUX PGB DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

PGB	Taux d'adoption cible	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12	Année 13	TOTAL
Zones tampons riveraines herbeuses	16 %	254 677	64 668	55 504	54 902	54 391	29 824	29 164	28 526	28 022					599 680
	32 %		254 677	64 668	55 504	54 902	54 391	29 824	29 164	28 526	28 022				599 680
	48 %			254 677	64 668	55 504	54 902	54 391	29 824	29 164	28 526	28 022			599 680
	64 %				254 677	64 668	55 504	54 902	54 391	29 824	29 164	28 526	28 022		599 680
	80 %					254 677	64 668	55 504	54 902	54 391	29 824	29 164	28 526	28 022	599 680
PAIEMENTS (\$) (actualisés)	(A)	254 677	310 044	353 332	393 284	430 155	223 666	187 417	160 023	134 142	88 549	63 778	40 852	19 654	2 659 573
Conversion de terres marginales en milieux humides	0,60 %	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005					544 036
	1,20 %		68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005				612 041
	1,80 %			68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005			612 041
	2,40 %				68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005		612 041
	3,00 %					68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	68 005	612 041
PAIEMENTS (\$) (actualisés)	(B)	68 005	132 048	192 302	248 935	302 106	293 307	284 764	276 470	268 417	208 479	151 805	98 256	47 697	2 572 590
Cultures couvre-sol pour les céréales	1,60 %	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176					313 404
	3,20 %		39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176				352 580
	4,80 %			39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176			352 580
	6,40 %				39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176		352 580
	8,00 %					39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	39 176	352 580
PAIEMENTS (\$) (actualisés)	(C)	39 176	76 069	110 780	143 405	174 035	168 966	164 045	159 267	154 628	120 099	87 451	56 603	27 477	1 481 998
PAIEMENTS POUR LE PHOSPHORE (\$) (actualisés) (comprennent les paiements pour l'habitat)	(A)+(B)+(C)	361 857	518 161	656 414	785 624	906 296	685 938	636 225	595 759	557 187	417 127	303 034	195 710	94 828	6 714 162
PAIEMENTS POUR L'HABITAT (\$) (actualisés)⁵³	10 %*(B)	6 800	13 204	19 230	24 893	30 210	29 330	28 476	27 647	26 841	20 847	15 180	9 825	4 769	257 259
PAIEMENTS POUR LE PHOSPHORE ET L'HABITAT (\$) (actualisés)	(A)+(B)+(C)	361 857	518 161	656 414	785 624	906 296	685 938	636 225	595 759	557 187	417 127	303 034	195 710	94 828	6 714 162

⁵³ Les paiements pour l'habitat sont considérés correspondre à 10 % des paiements pour les milieux humides puisque 550 ha d'habitat représentent 10 % des 5505 ha de milieux humides restaurés par cette pratique.

Cette simulation pour la rivière Little Saskatchewan révèle qu'une charge en polluants phosphorés pourrait être réduite de 11,9 tonnes par l'entremise de tampons riverains herbeux. Le coût total de ces paiements d'incitation relatifs à la PGB serait de 2,659 millions de dollars.

Notre taux de mise en œuvre cible pour les cultures couvre-sol est de 8 % des terres agricoles du bassin hydrographique, pour une surface totale couverte de 14 091 ha. La réduction annuelle de la charge en polluants phosphorés est estimée à 5,6 tonnes par année, et les paiements totaliseraient 1,5 million de dollars.

Notre analyse prévoit que 3 % des terres présentement en production agricole sont converties en milieux humides, ce qui contribuera à une augmentation totale de l'habitat de 5 505 ha. Ceci se traduit par un gain lié à la réduction de la charge en polluants phosphorés de 5 t par année. Les paiements totaux du projet pour cette PGB sont de 2,6 millions de dollars, cependant seulement 10 % de ces paiements vont à la création d'habitats puisque l'objectif est fixé à 550 ha.

Les paiements d'incitation totaux effectués dans le cadre de la politique sur les paiements annuels sont estimés à 6,71 millions de dollars pour l'étude de cas de la rivière Little Saskatchewan (voir le Tableau 32).

3.2.1.3. Paiements mixtes (uniques et annuels)

Cette politique touche les pratiques qui peuvent être compensées par des paiements uniques ou annuels. La politique est formulée de façon à ce que les pratiques produisant des BSE au coût le plus bas soient mises en œuvre en premier. Nous calculerons donc la rentabilité de chacune des PGB analysées relativement au coût par gain environnemental obtenu et à la contribution possible pour atteindre l'objectif environnemental cible. Nous classerons ensuite les pratiques en fonction de leur efficacité, et la plus rentable sera choisie en premier. Les autres seront classées en ordre décroissant d'efficacité environnementale. La dernière pratique choisie sera celle par laquelle l'objectif environnemental cible est atteint pour chaque bassin hydrographique visé.

Dans le cas des pratiques formulées pour améliorer la qualité de l'eau, nous estimons leur capacité à réduire le rejet de phosphore dans les cours d'eau au moindre coût, de même que leur potentiel global de réduction du phosphore lorsque ces pratiques sont mises en application dans notre bassin hydrographique. En ce qui concerne les PGB mises au point pour la préservation de l'habitat (milieux humides et boisés dans les zones agricoles), l'indice de l'avantage pour l'environnement est le coût associé à la préservation d'un hectare de boisés et de milieux humides par l'entremise de différentes PGB.

Rivière Nicolet

Les pratiques compensées par des paiements uniques dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet sont des bandes tampons riveraines herbeuses, le travail de conservation du sol, le semis direct et les cultures couvre-sol. Les pratiques visées par les paiements annuels sont des bandes tampons riveraines boisées, la culture intercalaire, la préservation des boisés et des milieux humides dans les zones agricoles et la réduction des cultures dans les plaines agricoles inondables. Le choix des paiements uniques ou des paiements annuels pour compenser les différentes pratiques doit tenir compte du coût total de mise en application d'une pratique donnée dans l'ensemble du bassin hydrographique.

Bandes tampons riveraines herbeuses

Nous supposons que dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, presque tous les producteurs agricoles (85 %) se conforment à l'exigence de laisser une bande de trois mètres de largeur le long des cours d'eau. De plus, on s'attend à ce que le taux d'adoption relatif aux bandes tampons riveraines herbeuses de dix mètres soit de 60 %.

Le coût actualisé de la mise en place d'une bande tampon riveraine herbeuse d'une largeur de dix mètres dans le bassin hydrographique est de 0,343 million de dollars. Puisqu'un hectare d'une bande tampon riveraine de dix mètres peut exclure 0,11 kg de PT par hectare de terres cultivées de plus qu'une bande tampon riveraine de trois mètres, la quantité totale de phosphore qu'il est possible d'exclure de l'ensemble du bassin hydrographique est de 1,88 tonne. Ceci correspond à un coût de 183 \$/kg de phosphore exclu.

Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol à l'aide d'un chisel)

Avec un taux d'adoption prévu de 35 % pour chaque PGB (culture sans labour et travail réduit du sol à l'aide d'un chisel), on estime que leur potentiel de réduction du phosphore dans les cours d'eau du bassin hydrographique est de 2,47 tonnes. Étant donné que ces pratiques nécessitent un investissement important de capitaux, notamment pour l'achat de semoirs à grains, nous prévoyons qu'un tel investissement pour l'achat d'équipement spécialisé sera couvert jusqu'à une limite préétablie de 30 % du prix d'achat⁵⁴, jusqu'à un maximum de 15 000 \$. Pour chacune de ces pratiques, le coût pour exclure un kilogramme de phosphore des cours d'eau est estimé à 402 \$.

⁵⁴ Mesure fondée sur le Programme de gérance agroenvironnementale Canada-Manitoba.

Cultures couvre-sol

Le coût de la mise en application de cette pratique dans le bassin hydrographique est de 18 707 \$ avec un taux d'adoption estimé de 40 %. À l'aide des cultures couvre-sol, nous prévoyons exclure 0,489 tonne de phosphore des cours d'eau à un coût estimé de 38 \$/kg.

Bandes tampons riveraines boisées

Le taux d'adoption de cette pratique dans le bassin hydrographique est d'environ 80 %. Le coût actualisé de la mise en place de bandes tampons riveraines boisées d'une largeur de dix mètres dans le bassin hydrographique est de 2,247 millions de dollars. La quantité de phosphore total exclu est estimée à 2,5 tonnes. La rentabilité de cette pratique en termes de gain pour l'environnement obtenu pour chaque dollar dépensé est de 897 \$ par kilogramme de phosphore exclu des cours d'eau.

Culture intercalaire

Le coût actualisé de la mise en application de cette pratique dans le bassin hydrographique est de 2,346 millions de dollars avec un taux d'adoption estimé de 20 %. En utilisant les cultures intercalaires, une réduction du phosphore de 0,938 tonne est attendue à un coût estimé de 2501 \$/kg.

Préservation de boisés dans les zones agricoles

Étant donné les restrictions sur la coupe en vigueur au Québec, il est attendu que cette pratique se traduise par un faible taux d'adoption de 3 %. Le coût actualisé total estimé pour préserver 825 ha de boisés dans notre bassin hydrographique est de 325 206 \$ à un coût moyen de 395 \$/ha.

Préservation de milieux humides dans les zones agricoles

Au Québec, l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* régleme le drainage des milieux humides. Cet article définit les conditions à remplir (lesquelles varient en fonction des circonstances individuelles) pour produire des récoltes sur des terres humides. L'objectif de cette pratique est d'aider à protéger les milieux humides lorsque, dans certaines situations, des cultures pourraient y être produites. Un taux d'adoption de 80 % est prévu pour cette pratique à un coût moyen estimé de 605 \$ pour préserver un hectare de milieu humide.

Restauration des plaines agricoles inondables

Le coût estimé par hectare de plaine agricole inondable retiré de la production est 1 091 \$.

Nous allons maintenant aborder les paiements totaux par objectif environnemental cible puisque, comme il a été mentionné précédemment, les pratiques les plus efficaces en termes de coût par avantage pour l'environnement seront mises en œuvre en premier.

Le Tableau 33 montre, par ordre décroissant des avantages pour l'environnement, les PGB conçues pour abaisser les niveaux de phosphore dans les cours d'eau. Il est important de souligner que les pratiques qui se sont avérées les plus efficaces en termes de coût par avantage cible pour l'environnement sont celles compensées par un paiement unique (cultures couvre-sol, bandes tampons riveraines herbeuses, travail réduit du sol et culture sans labour).

TABLEAU 33 : RENTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DES PRATIQUES UTILISÉES POUR RÉDUIRE LES CHARGES EN POLLUANTS PHOSPHORÉS DANS LES COURS D'EAU (RIVIÈRE NICOLET EST)

BSE	PGB	Rentabilité environnementale	Réduction du phosphore (tonnes de PT)	Concentration finale après la mise en œuvre de la PGB (mg PT/l)	Paiement cumulatif (\$)
Réduction du phosphore	Cultures couvre-sol	38 \$/kg PT	0,489	0,040	18 707
	Bandes tampons riveraines herbeuses	183 \$/kg PT	1,88	0,038	362 142 (+ 343 435)
	Travail réduit du sol et culture sans labour	402 \$/kg PT	2,47	0,036	1 356 242 (+ 994 100)
	Objectif atteint				
	Bandes tampons riveraines boisées	897 \$/kg PT	2,506		
	Culture intercalaire	2 501 \$/kg PT	0,938		
Paiement total pour améliorer la qualité de l'eau					1 356 242

En ce qui a trait à l'amélioration de la qualité de l'eau, il est important de mentionner que le paiement total effectué relativement à une politique combinée de paiements uniques et de paiements annuels, selon laquelle les pratiques les plus rentables sont mises en œuvre en premier, est équivalent, au final, au paiement total en vertu d'une politique de paiements uniques, soit 1 356 242 dollars.

En ce qui a trait à la préservation de l'habitat, étant donné que nous avons le même objectif en termes de création d'habitat (nombre d'ha), et que les paiements annuels sont inférieurs aux paiements uniques, les paiements totaux pour la combinaison de paiements uniques/annuels correspondent aux paiements annuels, c.-à-d. 0,545 million de dollars.

Le Tableau 34 montre, par ordre décroissant de rentabilité environnementale, les PGB conçues pour préserver l'habitat dans notre bassin hydrographique.

TABLEAU 34 : RENTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DES PRATIQUES CONÇUES POUR PRÉSERVER L'HABITAT (RIVIÈRE NICOLET EST)

BSE	PGB	Rentabilité environnementale	Préservation de l'habitat (ha)	Coût cumulatif (\$)
Préservation de l'habitat	Préservation de boisés dans les zones agricoles	394 \$/ha	825	325 206
	Préservation de milieux humides dans les zones agricoles	605 \$/ha	310	512 697 (+ 187 491)
	Retrait de plaines agricoles inondables de la production	2 521 \$/ha	30	545 438 (+ 32 741)
Paiements totaux pour préserver les habitats				545 438

Les paiements totaux liés à la politique combinée de paiements uniques et de paiements annuels dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet totalisent 1,90 million de dollars, un montant qui est inférieur au montant total estimé de la politique de paiements uniques (1,96 million de dollars) ou de la politique de paiements annuels (5,33 millions de dollars).

Rivière Little Saskatchewan

Au Manitoba, la méthode utilisée pour sélectionner les PGB de la politique de paiements mixtes comprend la sélection des PGB ayant le coût le plus faible pour la réduction de la teneur en phosphore en dollar par kilogramme. Selon les données du Tableau 35, il semblerait que les PGB les plus rentables proviennent toutes deux du portefeuille de paiements uniques. Les PGB les plus rentables pour réduire la teneur en phosphore sont le maintien des zones tampons riveraines herbeuses, dont la rentabilité est de 19,17 \$ par kg, et l'entreposage du fumier dont la rentabilité est de 41,46 \$ par ha.

**TABLEAU 35 : RENTABILITÉ DES PGB CONTENUES DANS LES PORTEFEUILLES DE PAIEMENTS
 UNIQUES ET DE PAIEMENTS ANNUELS**

	Paiements	Pourcentage mis en œuvre	Réduction de la teneur en P (tonnes)	Coût de la réduction de la teneur en P (\$/kg P)	Habitat créé (ha)	Coût (\$/ha)
PAIEMENTS ANNUELS						
Zones tampons riveraines boisées	2 659 573	80,00 %	11,9	224,04	443	6004
Milieux humides	2 572 590	3,00 %	5,0	519,28	5 505	467
Cultures couvre-sol	1 481 998	8,00 %	5,6	262,92		
PAIEMENTS UNIQUES						
Zones tampons riveraines herbeuses	227 594	80,00 %	11,9	19,17	443	514
Milieux humides	2 062 358	3,00 %	5,0	416,29	5 505	375
Entreposage du fumier	265 344	5,00 %	6,4	41,46		

Lorsque les PGB les plus économiques sont mises en application dans le bassin hydrographique, nous constatons que l'objectif d'une réduction de 75 % de la charge en polluants phosphorés peut être atteint avec une mise en œuvre à 100 % des zones tampons riveraines herbeuses et une mise en œuvre à 6 % de l'entreposage du fumier pendant 200 jours (voir le Tableau 36).

**TABLEAU 36 : PAIEMENTS AUX PRODUCTEURS DANS LE CADRE D'UN PROGRAMME MIXTE DE
 PAIEMENTS UNIQUES ET ANNUELS VISANT LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

ANNÉE	1	2	3	4	5	TOTAL
Zones tampons riveraines herbeuses						
<i>Taux d'adoption cible</i>	20,00 %	40,00 %	60,00 %	80,00 %	100,00 %	
Paiements	60 311	60 311	60 311	60 311	60 311	
Paiements actualisés	60 311	58 554	56 849	55 193	53 585	284 492
Entreposage du fumier						
<i>Taux d'adoption cible</i>	1,21 %	2,41 %	3,62 %	4,82 %	6,03 %	
Paiements	67 807	67 807	67 807	67 807	67 807	
Paiements actualisés	67 807	65 832	63 914	62 053	60 245	319 851
Paiements actualisés totaux						
	128 118	124 386	120 763	117 246	113 831	604 343

Les paiements totaux aux producteurs effectués dans le cadre de cette politique seront de 0,6 million de dollars. Bien qu'il s'agisse officiellement d'un portefeuille de paiements mixtes, tous les paiements effectués seront des paiements uniques. L'objectif relatif au phosphore peut être atteint à l'aide des deux PGB les plus rentables, lesquelles sont formulées à titre exceptionnel.

3.2.1.4. Enchères et permis échangeables

Dans un système d'enchères, les producteurs formulent une proposition précisant le paiement qu'ils souhaitent obtenir en échange de la mise en œuvre de PGB (*volonté d'accepter*). Seules les meilleures propositions offrant le meilleur rapport environnemental (en termes de gain environnemental par coût) sont choisies jusqu'à l'atteinte des objectifs environnementaux cibles.

Dans le cas des systèmes de permis échangeables, le processus est fondé sur le fait que les coûts de réduction de la pollution pour atteindre une cible donnée ne sont pas les mêmes pour tous les participants de ce système. Par conséquent, une source de pollution dont les coûts de réduction de la pollution sont élevés préférerait acheter des réductions d'émission ou des droits d'une autre source dont le coût est moindre plutôt que de réduire ses propres émissions.

Nous croyons que ces deux mécanismes économiques (enchères et permis échangeables) sont des systèmes efficaces et, par conséquent, les pratiques produisant un niveau supérieur de BSE au moindre

coût seront mises en œuvre en premier. L'efficacité de chaque PGB analysée est calculée en termes de coût par avantage environnemental obtenu de même qu'en fonction de sa contribution possible pour l'atteinte de l'objectif environnemental cible. Les pratiques sont classées selon leur efficacité environnementale afin que la plus efficace soit choisie en premier.

Étant donné les différences entre les producteurs à l'égard du coût de la même pratique, l'objectif est de définir combien de mesures liées à la pratique peuvent être mises en œuvre selon un niveau de paiement donné. À cette fin, les fonctions de répartition du coût fondées sur le BSE cible seront définies pour chaque pratique. Nous présumons qu'il s'agira d'une distribution normale dont la moyenne correspondra au coût actualisé total moyen de l'exclusion d'un kilogramme de phosphore des cours d'eau ou de la préservation d'un hectare de boisés ou de milieux humides dans les zones agricoles. L'écart-type, lequel définit la variation de coût par producteur pour la même pratique, variera en fonction du coût le plus bas possible de chaque pratique. Le niveau de paiement par BSE au coût le plus bas est ensuite utilisé pour tenter de « représenter » les producteurs aptes à mettre en œuvre chaque pratique à un coût qui est égal ou inférieur au coût moyen de la pratique la plus efficace jusqu'à ce que le BSE soit atteint. Consulter les chiffres fournis à l'annexe 20, laquelle explique les calculs de façon graphique.

Rivière Nicolet

Pour la région du Centre-du-Québec, le Tableau 37 présente les pratiques classées selon leur efficacité environnementale en termes de coût moyen nécessaire pour exclure un kilogramme de phosphore des cours d'eau ou pour préserver un hectare d'habitat dans le bassin hydrographique. La quatrième colonne présente le pourcentage de producteurs pour lesquels le coût d'exclusion d'un kilogramme de phosphore ou de mise en place d'un hectare d'habitat est égal ou inférieur au coût moyen de la pratique la plus efficace.

TABLEAU 37 : POURCENTAGE DE PRODUCTEURS AYANT UN COÛT D'EXCLUSION DE PHOSPHORE OU DE PRÉSERVATION DE L'HABITAT QUI EST ÉGAL OU INFÉRIEUR À CELUI DE LA PRATIQUE LA PLUS EFFICACE

PHOSPHORE

Pratique	Coût actualisé total moyen (\$/kg PT)	Écart-type	Pourcentage de producteurs ayant un coût égal ou inférieur au coût moyen de la PGB la plus efficace
Cultures couvre-sol	209	41,8	50 %
Zones tampons riveraines herbeuses	275	55	12 %
Travail réduit du sol et culture sans labour	539	188,65	8 %
Zones tampons riveraines boisées	1 127	338,1	0,33 %
Cultures intercalaires	3 101	620,2	0,00 %

HABITAT

Pratique	Coût actualisé total moyen (\$/ha)	Écart-type	Pourcentage de producteurs ayant un coût égal ou inférieur au coût moyen de la PGB la plus efficace
Boisés	481	72,15	50 %
Milieus humides	722	216,6	13 %
Plaines agricoles inondables	1 316	394,8	2 %

Il est évident que l'utilisation de cultures couvre-sol est la pratique la plus rentable pour atteindre la cible de réduction de phosphore, suivie par les zones tampons riveraines herbeuses, le travail de conservation du sol, le semis direct, les zones tampons riveraines boisées et les cultures intercalaires (dans l'ordre présenté). En ce qui a trait à la conservation de l'habitat, le maintien de boisés arrive en première place, suivi par le maintien de milieux humides dans les zones agricoles et la réduction de la culture dans les plaines agricoles inondables (dans l'ordre présenté).

Cependant, si le taux d'adoption des différentes pratiques est mis en application lorsque le coût par kilogramme est égal ou inférieur au coût de la pratique la plus efficace (cultures couvre-sol), la cible n'est pas atteinte. L'exercice est ensuite répété avec la deuxième pratique la plus efficace en tant que référence. Les résultats obtenus à l'aide des différentes pratiques sont affichés dans le Tableau 38.

TABLEAU 38 : POURCENTAGE DE PRODUCTEURS AYANT UN COÛT D'EXCLUSION DU PHOSPHORE QUI EST ÉGAL OU INFÉRIEUR À CELUI DE LA DEUXIÈME PRATIQUE LA PLUS EFFICACE

Pratique	Coût actualisé total moyen (\$/kg PT)	Écart-type	Pourcentage de producteurs ayant un coût égal ou inférieur au coût moyen de la PGB la plus efficace
Cultures couvre-sol	209	41,8	94 %
Travail réduit du sol et culture sans labour	539	188,65	8 %
Zones tampons riveraines herbeuses	275	55	50 %
Zones tampons riveraines boisées	1 127	338,1	0,59 %
Cultures intercalaires	3 101	620,2	0,00 %

À l'aide de ces nouveaux taux d'adoption, l'objectif d'exclusion du phosphore des cours d'eau n'est atteint qu'à l'aide des trois pratiques les plus efficaces. En fait, un taux d'adoption de 6 % des pratiques « travail réduit du sol » et « culture sans labour » serait suffisant pour atteindre l'objectif.

L'objectif « maintien de l'habitat » est également atteint avec un paiement correspondant au coût moyen de la pratique la plus efficace (maintien de boisés dans les zones agricoles). De plus, un taux d'adoption de 4,2 % de cette pratique serait suffisant pour atteindre l'objectif.

PHOSPHORE

Pratique	Niveau de paiement (\$/kg PT)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha)	Zone potentielle (ha)	Taux d'adoption	Paiements totaux (\$)
Zones tampons riveraines herbeuses	275	0,11	28 478	50 %	430 736
Cultures couvre-sol	275	0,4	5 561	94 %	575 007
Travail réduit du sol et culture sans labour	275	0,35	20 051	12 %	231 589
Paiements totaux :					1 237 333
Paiements actualisés totaux :					732 375

HABITAT

Pratique	Niveau de paiement \$/ha	Zone totale de terres agricoles boisées (ha)	Taux d'adoption	Paiements totaux (\$)
Boisés	481	27 500	4,20 %	555 555
Paiements totaux :				555 555
Paiements actualisés totaux :				328 832

Pour la région du Centre-du-Québec, le Tableau 39 présente les paiements actualisés totaux si une politique fondée sur les instruments économiques (enchères et permis échangeables) est définie. Dans le cas des enchères, le paiement total correspond au coût total par pratique pour l'ensemble du bassin hydrographique. Dans le cas du système de permis échangeables, une partie des paiements sera effectuée par les sources ponctuelles de pollution, partie que nous estimons à 25 %.⁵⁵ La contribution du gouvernement couvrira donc 75 % des paiements totaux du bassin hydrographique.

⁵⁵ Cette hypothèse est fondée sur l'expérience liée à l'exploitation d'un système de permis échangeables dans le bassin hydrographique de la rivière Nation Sud en Ontario.

**TABLEAU 39 : PAIEMENTS TOTAUX : ENCHÈRES ET PERMIS ÉCHANGEABLES DANS LE BASSIN
 HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET**

PHOSPHORE

Pratique	Niveau de paiement (\$/kg PT)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha)	Zone potentielle (ha)	Taux d'adoption	Paiements totaux (\$)
Zones tampons riveraines herbeuses	275	0,11	28 478	50 %	430 736
Cultures couvre-sol	275	0,4	5 561	94 %	575 007
Travail réduit du sol et culture sans labour	275	0,35	20 051	12 %	231 589
Paiements totaux :					1 237 333
Paiements actualisés totaux :					732 375

HABITAT

Pratique	Niveau de paiement \$/ha	Zone totale de terres agricoles boisées (ha)	Taux d'adoption	Paiements totaux (\$)
Boisés	481	27 500	4,20 %	555 555
Paiements totaux :				555 555
Paiements actualisés totaux :				328 832

Les paiements totaux pour atteindre la cible de réduction de phosphore dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet totalisent 0,73 million de dollars. Le montant nécessaire pour atteindre l'objectif lié à l'habitat est de 0,33 million de dollars.

Dans le cas d'un système d'enchères, les paiements liés au bassin hydrographique de la rivière Nicolet sont estimés à 1,06 million de dollars, ce qui représente la somme des montants nécessaires pour atteindre les deux objectifs. Dans le cas du système de permis échangeables, nous ne tenons compte que des paiements totaux pour la réduction du phosphore. Il est également nécessaire de tenir compte du fait qu'une partie des paiements liés à la réduction du phosphore provient des sources ponctuelles de pollution, partie que nous estimons à 25 % des paiements totaux. Le gouvernement devrait ensuite payer le reste, soit 75 %, à savoir 549 281 \$.

Rivière Little Saskatchewan

En utilisant la même méthodologie pour déterminer les méthodes de paiement des instruments économiques qui ont été utilisés pour l'étude de cas pour la rivière Nicolet, nous sommes aptes à démontrer l'applicabilité de ces instruments, notamment les enchères et l'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs, à la rivière Little Saskatchewan au Manitoba.

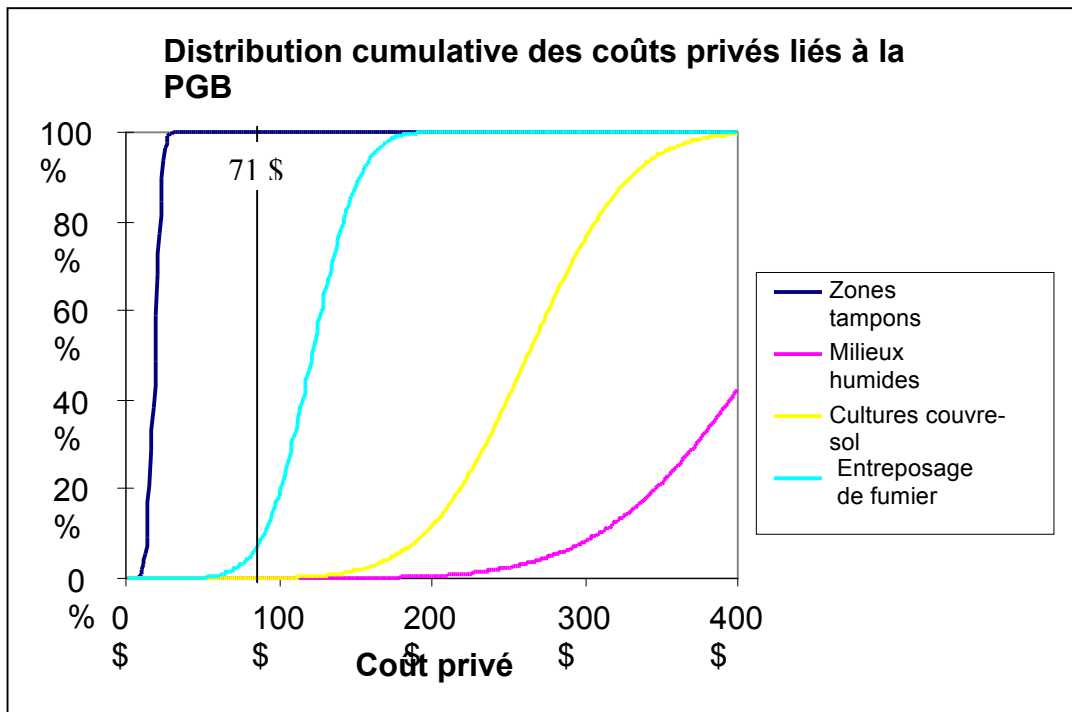
Cette analyse postule que les coûts de la mise en œuvre d'une PGB varient entre les producteurs. L'acceptation d'un paiement pour la mise en œuvre d'une PGB est plus susceptible d'intéresser les producteurs qui peuvent effectuer cette mise en œuvre au coût le plus bas, peu importe la pratique. Cette méthode prévoit que le coût de mise en œuvre d'une PGB est une estimation du coût privé moyen et que l'écart-type peut être estimé. En supposant que l'écart-type des coûts privés de l'adoption d'une PGB est le quart du coût privé moyen, nous pouvons effectuer une interpolation afin de définir le niveau minimal du coût privé pour lequel une réduction de 75 % de la charge de polluants phosphorés donne les résultats compris dans le Tableau 40. Les interpolations effectuées ont permis de trouver qu'il était possible d'atteindre le niveau souhaité de réduction de la teneur en P en mettant en œuvre toutes les PGB à un coût privé de 71 \$ ou moins.

TABLEAU 40 : COÛT POUR ATTEINDRE UNE RÉDUCTION DE 75 % DE LA CHARGE EN POLLUANTS PHOSPHORÉS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN À L'AIDE D'INSTRUMENTS ÉCONOMIQUES

PGB	Coût moyen (\$/kg de réduction de la teneur en P)	Écart-type (\$/kg P)	Taux de mise en œuvre	Réduction de la teneur en P (tonnes)	Coût (\$)
Zones tampons riveraines (herbeuses)	19,17	3,83	100,0 %	14,84	284 492
Milieux humides	416,29	83,26	0	0	
Cultures couvre-sol	262,92	52,58	0	0	
Entreposage du fumier	41,46	8,29	5,9 %	7,55	313 098
Paiements				22,39	597 590
Paiements actualisés totaux					353 729

Selon les courbes de distribution tracées dans la Figure 4, ceci représente une adoption de 100 % de la PGB liée à la zone tampon riveraine herbeuse et une mise en œuvre de 5,9 % de l'entreposage de fumier. Le coût total de cette approche est de 0,35 million de dollars actualisés.

FIGURE 4 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES COÛTS PRIVÉS LIÉS À LA PGB DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN



Selon cette analyse, les paiements actualisés totaux versés aux producteurs pour la mise en œuvre d'instruments économiques totaliseront 0,35 million de dollars (ce chiffre représente le montant total des paiements, par opposition au coût total du programme de 0,62 million de dollars). Dans un programme d'enchères ou d'offres, tous ces paiements seront assumés par le gouvernement. Dans un système d'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs, une partie de ces paiements proviendront des acheteurs de crédits.

Dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, on présume que 25 % des paiements proviendront d'échanges. Dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, ce pourcentage serait probablement inférieur en raison du manque relatif de sources ponctuelles de P comparativement au bassin dans l'est. Le Manitoba est une province peu densément peuplée et très urbanisée, dont les deux tiers de la population vivent à Winnipeg. Généralement, les sources ponctuelles de rejet sont déjà autorisées. Les permis en vertu de la *Loi sur l'environnement* sont généralement en vigueur pour 20 ans,

donc tout resserrement des limites de la zone de rejet dans le but de créer un marché pour les crédits prendrait probablement 20 ans avant d'être complété. Également, la rareté d'acheteurs de crédits importants pourrait s'avérer problématique pour le développement d'un système d'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs. Pour le Manitoba, on présume que seulement 10 % des paiements dans un programme d'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs proviendraient de l'achat de crédits. Les paiements totaux aux producteurs pour la mise en œuvre d'un programme d'échange de crédits de réduction des émissions d'éléments nutritifs totaliseront 0,662 million de dollars.

Le Tableau 41 présente les paiements totaux dans le cadre des différentes politiques touchant les sous-bassins hydrographiques de la rivière Nicolet et de la rivière Little Saskatchewan.

TABLEAU 41 : PAIEMENTS TOTAUX DANS LE CADRE DES DIFFÉRENTES POLITIQUES TOUCHANT LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES DE LA RIVIÈRE NICOLET ET DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

	Rivière Nicolet (Million \$)	Rivière Little Saskatchewan (Million \$)
Paiements uniques	1,75	2,55
Paiements annuels	4,2	6,71
Paiements mixtes (uniques et annuels)	1,68	0,60
Enchères	1,06	0,35
Permis échangeables (uniquement pour le P dans la rivière Nicolet)	0,55	0,32

Il est clair que les niveaux des paiements accordés dans le cadre de politiques fondées sur des instruments économiques (enchères et permis échangeables) sont inférieurs à ceux qui sont accordés dans le cadre de politiques de paiements directs.

3.2.2. Coûts de transaction pris en charge par l'État

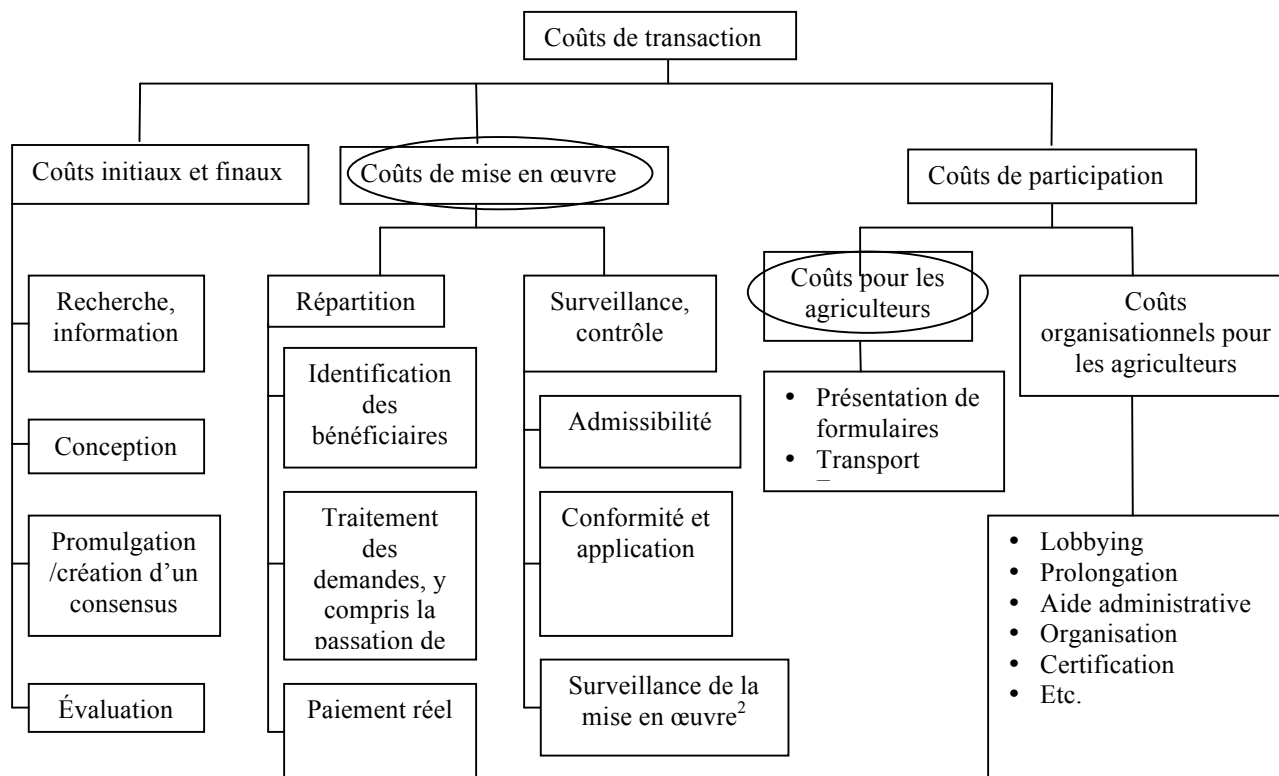
Au sujet des coûts de transaction

La notion de coûts de transaction référerait, à l'origine, aux facteurs qui ralentissent les transactions sur le marché, comme les coûts de recherche d'information, les lacunes du marché et les efforts pour déjouer l'opportunisme d'autres joueurs, etc. Cette notion a été utilisée pour la première fois en 1937 par l'économiste Ronald H. Coase. De nos jours, cette notion a été élargie afin d'inclure tous les coûts associés aux décisions liées à l'attribution, peu importe si de telles décisions sont prises dans le marché ou par les pouvoirs publics (OCDE, 2001b). Furubotn et Richter (1998) ont classé les coûts de transaction en trois catégories principales (OCDE, 2007a) :

- 1) *Coûts de transaction liés à la politique* : il s'agit des coûts liés à la création, au maintien et à la modification du cadre institutionnel d'une politique donnée, et des coûts de mise en œuvre de la politique;
- 2) *Coûts de transaction liés à la gestion* : il s'agit des coûts liés à la création, au maintien, à la modification et à l'exploitation d'organisations;
- 3) *Coûts de transaction liés au marché* : il s'agit des coûts liés à la recherche, à l'information, à la négociation et à la prise de décision, de même que les coûts liés à la vérification de la conformité relativement aux transactions sur le marché.

Les première et troisième catégories mentionnées ci-dessus sont traitées dans la présente section portant sur les coûts de transaction. La Figure 5, laquelle provient de l'OCDE (OCDE, 2007), résume tous les coûts de transaction associés à la mise en œuvre de politiques agricoles. Cette figure classe les différentes sous-catégories de coût de transaction selon qu'il s'agisse (i) de coûts initiaux et finaux, (ii) de coûts de mise en œuvre et (iii) de coûts de participation. Cette étude traite des deux dernières sous-catégories et, comme cela est démontré dans la Figure 5, il est possible pour les agriculteurs de couvrir une partie des coûts de participation. Nous allons donc faire une distinction entre les coûts pris en charge par l'État et les coûts privés lors de l'examen des coûts liés à la politique. Nous ferons également la même distinction à l'égard des coûts de transaction sur le marché, lesquels sont fondamentalement associés aux instruments de politique fondés sur le marché.

FIGURE 5 : SOUS-CATÉGORIES DE COÛTS DE TRANSACTION LIÉS AUX POLITIQUES DE PAIEMENTS BUDGÉTAIRES



Source : OCDE (2007)

De façon générale, les catégories de coûts de transaction présentées dans la Figure 5 s’appliquent à tous les types de politiques. Cependant, des différences peuvent exister selon les politiques mises en œuvre. Ceci est le cas, par exemple, pour les coûts de distribution et de surveillance/contrôle. Bien que les coûts de démarrage initiaux et d’évaluation finale soient généralement fixes, nous avons remarqué que ces coûts ne sont pas traités dans la présente étude, à l’exception des politiques en matière d’instruments économiques.⁵⁶ Les coûts de mise en œuvre varient cependant entre les politiques.⁵⁷ Par définition, les coûts variables augmenteront proportionnellement en fonction de la taille du programme. L’OCDE (2007) souligne l’importance de faire la différence entre les coûts fixes et les coûts variables pour autant que cela a des répercussions sur la capacité d’un programme donné d’acheminer les virements majeurs.

⁵⁶ Le fait que ces coûts ne varient pas d’une politique à l’autre signifie qu’il n’est pas pertinent de les étudier ici. De plus, ils ne représentent qu’une infime partie des coûts totaux des politiques étudiées.

⁵⁷ Les coûts de mise en œuvre sont généralement variables pour les organismes publics et les agriculteurs, bien que les agriculteurs puissent engager des frais fixes : par exemple, lorsque le programme nécessite la collecte d’information préalable.

Le Tableau 42 présente les types de coûts liés à une politique de paiements qui peuvent être identifiés comme étant fixes ou variables.

TABLEAU 42 : DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT

Éléments de coût	Types de coût	
	Fixes	Variables
Élaboration de politiques	√	
Négociations des ententes		
<i>Promotion du programme auprès des agriculteurs</i>	√	√
<i>Négociations des exigences</i>		√
Approvisionnement et paiements pour la distribution		
<i>Identification des bénéficiaires</i>		√
<i>Traitement des demandes (admissibilité)</i>		√
<i>Versement des paiements</i>		√
Surveillance et contrôle		
<i>Admissibilité</i>		√
<i>Conformité aux exigences</i>		√
Évaluation	√	
Application des exigences et vérification de la conformité		√

Sources : Adapté des tableaux 1.1 et 1.2 de l'OCDE (2007)

Dans le cas de politiques fondées sur le marché, les coûts varient et cela a des répercussions sur les opérations administratives des organismes où se déroulent des transactions d'échange de permis ou des enchères et où la conformité du contrat est surveillée. Comme Smith (2002) l'a mentionné : « ... *Ceux-ci [coûts] incluent les coûts administratifs engagés par les organismes de réglementation pour la mesure des émissions, la surveillance et la régularisation du permis de transactions...* »

Dans la prochaine section, nous présenterons l'approche utilisée pour estimer le coût pris en charge par l'État pour la mise en œuvre de la politique sélectionnée. Nous estimerons ensuite le niveau des coûts engagés qui sont pris en charge par l'État pour chaque politique sélectionnée.

Estimation des coûts de transaction pris en charge par l'État

Plusieurs approches servent à mesurer les coûts de transaction pris en charge par l'État pour la mise en œuvre d'une politique (OCDE, 2007) :

Estimation directe : L'objectif de cette approche est d'estimer les coûts de transaction à partir des entrevues réalisées avec les différents intervenants de la mise en œuvre d'une politique. Étant donné le peu de temps dont nous disposions, cette approche n'a pas été incluse dans la présente étude.

Approche ascendante : Cette approche comprend l'étude de l'information comprise dans les études détaillées d'un petit nombre de cas « typiques », suivi d'une extrapolation. Cette méthode est pertinente lorsque le nombre de personnes visées, tels les agriculteurs et les acteurs locaux, est élevé puisqu'elle permet de réduire les coûts d'estimation. À notre connaissance, cependant, ce type d'approche n'a pas été utilisé au Québec ni au Manitoba, et il serait donc difficile de l'utiliser dans la présente étude.

Approche descendante : Cette approche comprend la mise au point d'une liste de tous les organismes participant à la mise en œuvre, à la surveillance et à la supervision des politiques et ensuite, la collecte d'information sur leurs coûts administratifs globaux, comme cela est précisé dans leurs budgets respectifs. Dans certains cas, le même organisme peut être responsable de la mise en œuvre de plusieurs politiques. Tel est le cas de la FAQ (Financière agricole du Québec)⁵⁸ et du CDAQ (Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec)⁵⁹ au Québec. Dans la mesure du possible, cette information devra par la suite être attribuée aux différentes politiques touchées.

Nous avons utilisé l'approche descendante dans la présente étude, en fondant nos travaux sur les coûts de transaction des politiques passées et présentes. Nous avons donc fondé notre étude sur des travaux réalisés aux États-Unis et dans certains pays de l'Union européenne. Nous avons tenu compte des différents facteurs qui influencent les différents coûts, comme les caractéristiques de la politique, le réseau de mise en œuvre, le niveau de participation attendu, etc.

⁵⁸ En plus des différents programmes d'assurance (culture, stabilisation du revenu et prêt), la FAQ gère ou a géré, par exemple, des programmes spécifiques à la suite de crises en santé comme l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) et le syndrome de dépérissement post-sevrage multisystémique (SDPM) chez les porcs. Consulter la page <http://www.fadq.qc.ca/index.php?id=6> (Page consultée le 7 décembre 2007).

⁵⁹ Le CDAQ offre présentement sept différents programmes, incluant le Programme de couverture végétale du Canada. Ce programme offre un paiement unique aux producteurs pour les aider à mettre en œuvre certaines PGB. Consulter la page <http://www.cdaq.qc.ca/> (Page consultée le 7 décembre 2007).

Une des difficultés de cette étude est liée à la disponibilité de données précises sur les différents éléments du coût de transaction. Cette difficulté est observée dans les différentes études portant sur les coûts de transactions du programme et de la politique lorsque leur mise en œuvre n'est pas la seule activité d'un organisme donné (voir OCDE, 2007; OCDE, 2002).

L'information recueillie et analysée dans le cadre de cette étude couvre les organismes responsables de la mise en œuvre et les organismes dont les services ont été retenus (banques, compagnies d'assurance, etc.). Chaque fois que cela est possible, l'information suivante est classée et analysée pour chaque organisme responsable de la mise en œuvre : (i) les différents types de mesures gouvernementales et les différentes étapes de la mise en œuvre; (ii) les différents organismes participant à l'acheminement et à la supervision de la politique à tous les ordres de gouvernement; (iii) l'information budgétaire sur les coûts administratifs de chaque organisme; (iv) la structure de chaque organisme (organigramme), c.-à-d. ses différentes sections ou unités administratives, et (v) le coût de chaque tâche. Les organismes dont les services ont été retenus et qui sont pertinents pour la présente étude sont principalement les banques et les compagnies d'assurance. Ces dernières participent habituellement à la mise en œuvre des politiques existantes. Cet élément touche principalement l'intérêt et les coûts des investissements engagés dans les différents programmes.⁶⁰

À moins d'indication contraire, les coûts pris en charge par l'État de la mise en œuvre des politiques sont exprimés en pourcentage des versements totaux effectués.

3.2.2.1. Coûts de transaction engagés dans le cadre de programmes fédéraux et provinciaux

Le Programme de relance des secteurs touchés par l'ESB est un exemple pour lequel les rubriques budgétaires relatives aux coûts engagés par les ministères du gouvernement fédéral et du gouvernement du Québec étaient clairement identifiées. Ces coûts de transaction pris en charge par l'État étaient de 1,7 % pour Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et de 1,3 % pour le MAPAQ.⁶¹ Cependant, il semble que, selon les documents consultés, les coûts de transaction généraux identifiés par le MAPAQ correspondent approximativement à 18,3 % de tous les crédits transférés pour ses principales interventions

⁶⁰ Il est également important de ne pas oublier que certains facteurs de revenu existent également, p. ex., ceux associés aux investissements en capitaux.

⁶¹ Le coût annuel total du programme est un peu plus de 95 millions de dollars.

dans le secteur agricole.^{62, 63} Ces dépenses administratives couvrent les coûts engagés directement par le MAPAQ, de même que ceux engagés les organismes responsables de la mise en œuvre de certaines de ces politiques (incluant la FAQ).

Le financement de la Farm Stewardship Association of Manitoba (FSAM) provient du gouvernement du Canada et du gouvernement du Manitoba dans le cadre de la stratégie environnementale actuelle. Selon des documents publiés, le coût total du Programme de planification environnementale à la ferme s'élève, pour le Manitoba, à 43,07 millions de dollars (AAC, 2005; MAAIR, 2005). En octobre 2007, 38,99 millions de dollars avaient été accordés aux producteurs (MAAIR, 2007). Si 38,99 millions de dollars de 43,07 millions de dollars ont jusqu'à présent été alloués aux producteurs, cela laisse à penser que 4,08 millions de dollars ont été dépensés pour l'administration; ce qui signifie que les coûts administratifs représentent 10,5 % des paiements. Toutefois, il est important de mentionner qu'un important soutien non financier a été fourni par le MAAIR et l'Agence du rétablissement agricole des Prairies au processus de planification environnementale à la ferme. Ceci signifie que le coût total du Programme de planification environnementale à la ferme dépassera probablement le coût convenu de 43,07 millions de dollars.

Une analyse du programme ALUS a été réalisée par M. Charles Grant, chargé de cours supérieur au Department of Agribusiness and Agriculture Economics de l'Université du Manitoba (George Morris Centre, 2008). L'analyse a permis de déterminer que les dépenses liées au développement s'élevaient à 401 000 dollars alors que les paiements versés aux producteurs s'élevaient à 601 000 dollars, un montant divisé presque également sur une période de deux ans (George Morris Centre, 2008). Les coûts de développement sont donc estimés à 67 % des paiements aux producteurs (George Morris Centre, 2008). Les coûts opérationnels et administratifs permanents ont été estimés à 22 % des paiements versés aux producteurs dans la première année et à 15 % des paiements versés aux producteurs dans la deuxième année (George Morris Centre, 2008).

Les coûts estimés du Programme de planification environnementale à la ferme et du programme ALUS au Manitoba sont fournis uniquement aux fins de démonstration, car l'information est restreinte et les

⁶² Ces interventions sont regroupées dans le programme 1, « Développement d'entreprises bioalimentaires, formation et qualité des aliments » et dans le programme 2, « Organismes gouvernementaux », notamment les crédits accordés à la FAQ. Accessible à <http://www.tresor.gouv.qc.ca/fr/documentation/secteur/budget.asp>.

⁶³ Ces données sont conformes à celles contenues dans le rapport de l'AAC intitulé *Revenu agricole, situation financière et aide gouvernementale. Recueil de données, septembre 2007*. Selon les prévisions budgétaires ou les estimations de ce rapport, les dépenses d'exploitation représentaient approximativement 20 % des dépenses totales du MAPAQ en 2006-2007 et 2007-2008. Ces données sont disponibles à l'adresse suivante : http://www.agr.gc.ca/pol/index_f.php?s1=pub&s2=cond-fin-sit&page=intro.

renseignements sur lesquels s'appuient ces coûts diffèrent d'un programme à l'autre, ne permettant pas d'effectuer une comparaison directe. De plus, ces programmes possèdent des différences structurales importantes qui rendent cette comparaison difficile. ALUS est un petit programme pilote utilisé dans une petite zone et n'est pas représentatif d'un programme de BSE à l'échelle d'un bassin hydrographique. Également, le programme ALUS a été créé à partir de rien alors qu'un projet gouvernemental pourrait compter sur des ressources fédérales et provinciales déjà en place. Étant un petit projet pilote, le programme ALUS n'est également pas en mesure de profiter d'économies d'échelle qui réduiraient les coûts d'établissement et d'administration. La Farm Stewardship Association of Manitoba mène ses activités dans toute la province et elle est capable de tirer profit de l'infrastructure et des ressources existantes.

Coûts de transaction des organismes qui mettent en œuvre des politiques de paiement direct (paiements uniques et annuels) à l'échelle provinciale

Comme il a déjà été mentionné auparavant, le CDAQ gère les programmes fédéraux de PGB au Québec, incluant le Programme de couverture végétale du Canada, lequel est un programme de paiements uniques. Le CDAQ a également mis en œuvre plusieurs autres programmes et continue de le faire.

Le Tableau 43 présente les coûts administratifs liés aux différents paiements effectués par le CDAQ. Ce tableau montre que pour la période de 1996 à 2007, les dépenses de gestion de programme représentent 12 % des versements totaux payés aux producteurs.

TABLEAU 43 : DÉPENSES ADMINISTRATIVES DU CDAQ POUR LA MISE EN ŒUVRE DE POLITIQUES

	2006-2007	1996-2007
Montant total versé	13 040 522 \$	78 582 546 \$
Dépenses de gestion	1 274 959 \$	9 435 883 \$
Montant total accordé	17 279 493 \$	88 988 107 \$
Nombre de projets	337	1 271
Dépenses de gestion/montant total versé	9,8 %	12,0 %

Au Québec, la FAQ joue également un rôle essentiel dans la mise en œuvre et la gestion des programmes provinciaux et fédéraux. Pendant ses cinq dernières années d'exploitation, les dépenses administratives annuelles moyennes de cet organisme se sont élevées à près de 11,9 % de ces versements, incluant 1,9 %

pour les frais d'intérêts, les radiations et les pertes de placement.⁶⁴ Les dépenses administratives générales de la FAQ sont donc semblables à celles du CDAQ.

Cependant, la FAQ gère un vaste éventail de programmes. Le Tableau 44 fournit une brève description de certains de ces programmes, de même que le pourcentage de coûts administratifs engagés relativement aux paiements versés aux producteurs. Dans chaque cas, les paiements versés aux producteurs nécessitent que la FAQ remplisse et traite des formulaires. Ces dépenses comprennent minimalement : (i) la promotion des programmes auprès des producteurs; (ii) l'approvisionnement et la distribution de paiements, et (iii) des programmes de surveillance et de contrôle.

TABLEAU 44 : DÉPENSES ADMINISTRATIVES DE LA FAQ POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CERTAINES POLITIQUES AGRICOLES

Programme	Description	Coûts de transaction (%) ^(a)	Remarques
Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA)	Fournit une protection contre les fluctuations de la valeur marchande. Indemnité versée aux participants lorsque le revenu annuel net est inférieur au revenu stabilisé.	4,7 %	Ce programme est très normalisé, ce qui tend à réduire les coûts de transaction.
Programme d'assurance-récolte	Assure les entreprises agricoles contre les risques non liés à l'activité humaine.	27,2 %	Ce programme comprend nécessairement des coûts de surveillance supérieurs.
Programme de relance des secteurs touchés par l'ESB	Offre un soutien financier aux entreprises en crise (élément 1) et aide à la recherche de financement par l'entremise de garanties de prêt (élément 2).	1,5 %	Ces dépenses représentent une partie des coûts du programme, notamment son élément financier.
Programme d'aide spéciale aux fermes porcines touchées par le syndrome de dépérissement post-sevrage (élément 1)	Offre une aide spéciale aux fermes porcines touchées par le syndrome de dépérissement post-sevrage.	1,7 %	Ces dépenses représentent une partie des coûts du programme, notamment son élément financier.

(a) Ce pourcentage représente la moyenne des coûts de transaction comparativement aux indemnités versées aux producteurs.

⁶⁴ Consultez les différents rapports de la FAQ à http://www.fadq.qc.ca/index.php?id=117&no_cache=1.

Le Tableau 44 montre que le pourcentage du coût de transaction varie grandement en fonction de la nature particulière du programme géré par la FAQ ou d'un élément du programme. Selon l'OCDE (2007), le pourcentage moyen du coût de transaction dans le cadre d'un programme d'assurance au Canada pendant les années 1990 était de 15 %, un niveau inférieur à celui aux États-Unis ou en Europe. Cependant, dans son premier rapport à l'Assemblée nationale du Québec, le commissaire au développement durable du Québec a mentionné que seulement 9 % des producteurs qui avaient souscrit à l'ASRA en 2005 ont fait l'objet d'une vérification de conformité aux exigences environnementales. En 2006, seuls les producteurs de porcs ont fait l'objet d'une vérification (Vérificateur général du Québec, 2008, page 71). Par conséquent, les coûts de transaction liés à la mise en œuvre de l'ASRA sont sous-estimés étant donné que la conformité avec les exigences environnementales touchées n'a pas été vérifiée. Une autre raison qui explique ces différences pourrait être les économies d'échelle.⁶⁵

Les coûts de transaction de la FAQ sont inférieurs pour les deux programmes spéciaux présentés dans le Tableau 44 : le Programme de relance des secteurs touchés par l'ESB et le programme d'aide spéciale pour le SDPM, pour lesquels les coûts de transaction avoisinent 1,6 % des paiements totaux. Cependant, ces deux programmes sont inclus dans les programmes d'assurance de base (Québec ou fédéral) auxquels les producteurs doivent souscrire. Les producteurs possèdent donc déjà des dossiers à la FAQ, ce qui peut aider à réduire les coûts administratifs.

Coûts administratifs des systèmes d'enchères et de permis échangeables

Deux institutions ont été utilisées en tant que cadre pour étudier les coûts administratifs d'un système d'échange : le système centralisé de vente de quotas de lait du Québec (SCVQ) et le mécanisme d'enchères utilisé dans l'industrie porcine au Québec. Bien que nous ne possédions pas d'information au sujet des coûts administratifs d'un système d'échange de permis environnemental pour la qualité de l'eau au Québec, l'expérience menée en Ontario (Nation Sud) a fourni de l'information de base utile pour formuler nos conclusions. Comme l'indique le Tableau 45, les coûts administratifs des deux systèmes d'échange étudiés au Québec sont relativement faibles.

⁶⁵ Les salaires représentent un peu plus de 70 % des dépenses administratives de la FAQ. Par conséquent, même lorsque les paiements versés à un producteur sont inférieurs dans un programme que dans l'autre, nous pouvons présumer que les temps de traitement des dossiers ne différeront pas beaucoup entre les deux programmes.

TABLEAU 45 : EXEMPLES DE COÛTS ADMINISTRATIFS DE DEUX MARCHÉS D'ÉCHANGE

Marché d'échange	Valeur annuelle totale moyenne des transactions (x 1000 \$)	Pourcentage des coûts administratifs ^(a)	Remarques
SCVQ (Québec) ^(b)	312 110	2,9 %	Ce pourcentage inclut toutes les dépenses administratives engagées, même celles qui ne sont pas uniquement utilisées pour financer le SCVQ. Les coûts administratifs du SCVQ sont donc inférieurs à ce qui est reflété par ce pourcentage. Les données utilisées proviennent de la période 2002-2006.
Système d'enchères de l'industrie porcine (Québec) ^(c)	981 504	0,4 %	Les coûts administratifs couvrent la commercialisation, la diffusion d'information et les consultations, de même que les coûts d'exploitation des organismes décisionnels. Les données utilisées proviennent de la période 2002-2006.

^(a) Ce pourcentage représente les coûts administratifs moyens en tant que pourcentage de la valeur totale des transactions dans un marché contingent. ^(b) Proviennent de différents rapports annuels d'activités de la Fédération des producteurs de lait du Québec (FPLQ).⁶⁶ ^(c) Proviennent de différents rapports annuels d'activités de la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ).⁶⁷

Bien que le tableau 45 présente des coûts de transaction relativement bas, nous croyons que les coûts administratifs liés au système d'échange de permis devraient être supérieurs en raison d'un certain nombre de facteurs :

- L'expérience (aux États-Unis, dans l'Union européenne, en Australie, etc.) a démontré que la mise en œuvre initiale du programme engendre des coûts importants, en raison notamment des différentes méthodes de surveillance et de vérification utilisées.
- La surveillance des effluents est un autre facteur qui contribue aux coûts administratifs élevés et les données à cet égard doivent être parachevées et mises à jour. Les

⁶⁶ Disponible à l'adresse suivante : <http://www.lait.org/zone3/index5.asp>.

⁶⁷ Disponible à l'adresse suivante : http://www.leporcduquebec.qc.ca/fppq/savoir-4_10.html.

représentants responsables de la mise en œuvre de politiques devront s'assurer que la surveillance, le traitement et la publication des données sont effectués de façon transparente et opportune.

Ces facteurs mettent en valeur les coûts administratifs de ces deux politiques fondées sur les instruments économiques. Toutefois, les documents que nous avons consultés ne nous ont pas permis d'isoler clairement les facteurs relatifs aux coûts administratifs ou ils n'étaient pas suffisamment récents.⁶⁸ L'utilisation principale des documents consultés était de définir un ordre de grandeur pour les coûts liés au système d'échange de permis, lesquels ont par la suite été comparés aux coûts liés aux enchères.

Décentralisation et aide technique

Dans la majorité des programmes présentés à titre d'exemples dans le Tableau 43 et le Tableau 44, il n'y a pas d'activité décentralisée⁶⁹, alors que l'aide technique, activité qui apparaît dans la majorité des programmes environnementaux, est un autre facteur qui n'a pas été pris en compte.⁷⁰ Cependant, ces deux facteurs vont forcément augmenter les coûts de transaction pris en charge par l'État. Le système suisse de paiement direct et le *Conservation Reserve Program (CRP)* en vigueur aux États-Unis sont deux exemples de programmes où il existe un certain degré de décentralisation ou de soutien technique (OCDE, 2007). En Suisse, les coûts de transaction des structures décentralisées représentent 2 % à 3 % des indemnités totales versées aux producteurs, en raison des coûts de transaction relativement faibles qui sont associés à des paiements plus élevés. Il semblerait donc que les économies d'échelle existent dans les structures décentralisées. L'aide technique fournie dans les programmes environnementaux comprend l'encadrement des producteurs par l'entremise de deux principaux processus : la définition de l'admissibilité au programme (en termes de terres et de pratiques) et la détermination des valeurs de location et de paiement. Les dépenses générales relatives à l'aide technique dans le cadre du CRP demeurent relativement faibles, et varient de 1 % à 4 % (Heimlich, 2002 dans OCDE, 2007).

Coûts de transaction pris en charge par l'État et dépenses administratives pour les systèmes d'enchères et de permis échangeables

À la lumière de tout ce qui a été dit précédemment, le Tableau 46 ci-dessous comprend nos prévisions relativement aux coûts de transaction. Ces prévisions sont plutôt conservatrices.

⁶⁸ Consulter, par exemple, le *Clean Water Program de Conservation de la Nation Sud. Rapport annuel de 2005* ou Edwards, C. K., *A Market for Emission Reduction Credits in Western Canada* (1999).

⁶⁹ Cependant, les conseillers en assurance agricole existent dans différents organismes de la FAO.

⁷⁰ Les clubs-conseils en agroenvironnement sont utilisés pour offrir le Plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA). Ces clubs sont financés conjointement par le CDAQ et le MAPAQ. Cependant, nous sommes incapables de lier directement leur financement aux différentes rubriques budgétaires des politiques examinées.

TABLEAU 46 : COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT ET COÛTS ADMINISTRATIFS DES SYSTÈMES D'ENCHÈRES ET DE PERMIS ÉCHANGEABLES

	Unité	Valeur
AAC	Pourcentage des paiements aux producteurs	1,7 %
MAPAQ	Pourcentage des paiements aux producteurs	1,3 %
Coûts administratifs et financiers		
Politique de paiement	Pourcentage des paiements aux producteurs	1,7 %
Système d'enchères	Pourcentage des montants échangés	0,5 %
Système d'échange de permis ^(a)	Pourcentage des montants échangés	4,0 %
Surveillance et contrôle (centralisé ou décentralisé)		
Politique de paiement	Pourcentage des paiements aux producteurs	3,4 %
Système d'enchères	Pourcentage des montants échangés	3,4 %
Système d'échange de permis ^(b)	Pourcentage des montants échangés	3,6 %
Aide technique		
Politique de paiement	Pourcentage des paiements aux producteurs	3,0 %
Système d'enchères	Pourcentage des montants échangés	5 %
Système d'échange de permis	Pourcentage des montants échangés	3,2 %

(a) Ce montant comprend également les dépenses liées à la mise en place du système d'échange de permis (index, outils pour évaluer et choisir les offres, prolongation possible et éducation, etc.), même si ces dépenses constituent principalement des coûts fixes. Toutefois, nous avons inclus ce facteur de coût dans les dépenses administratives étant donné qu'un système d'échange de permis n'a pas encore été mis en œuvre au Québec. Nous avons également présumé que les coûts administratifs sont amortis sur la durée totale du programme.

(b) Une partie des coûts de surveillance et de contrôle sont défrayés par les agents qui ont une obligation juridique de réduire la pollution. En effet, les pouvoirs publics doivent également défrayer certains coûts liés à la surveillance et au contrôle.

Le coût de transaction lié aux permis échangeables (3,6 %) comprend le coût de la mise en place d'un marché supplémentaire (index, outils pour évaluer et choisir les offres, prolongation possible et éducation, etc.).

Le Tableau 44 démontre que les dépenses associées au Programme de relance des secteurs touchés par l'ESB et au programme d'aide spéciale pour le SDPM à l'intention des producteurs de porcs (élément 1) s'élèvent à 1,5 % et à 1,7 %, respectivement, des paiements totaux versés aux producteurs. Étant donné que ces dépenses réfèrent principalement à l'élément financier, nous les avons choisies comme étant représentatives des coûts financiers. Les coûts de surveillance sont estimés à 0,88 % pour le programme mexicain PROCAMPO et de 2,6 % à 3,4 % dans les programmes décentralisés de la Suisse (OCDE, 2007). Nous avons choisi le pourcentage le plus élevé afin d'avoir une supervision efficace suffisante.

Commentaires finaux sur les coûts pris en charge par l'État de la mise en œuvre de politiques

Pour conclure, il est important de mentionner qu'en plus des différences de coûts de transaction selon le type de politique, des variations importantes existent également selon le type des pratiques de gestion visées par les politiques. L'OCDE (2007) cite l'exemple de la Norvège où, pour des niveaux sensiblement identiques de virement aux producteurs, les coûts de transaction sont de 6,8 % pour le travail de conservation du sol et de 54 % pour l'aide d'un spécialiste dans des environnements ruraux particuliers. Les valeurs du coût de transaction pris en charge par l'État que nous proposons ici sont donc des moyennes de l'ensemble des PGB visées. Il est également important de souligner que dans le cas des politiques fondées sur les instruments économiques, le nombre de producteurs touchés constituera le facteur déterminant des coûts totaux de transaction.

3.2.2.2. Politiques de paiements uniques

La formulation des politiques de paiements uniques sous-entend des activités permanentes de surveillance et de supervision, et cela même après que les paiements aux producteurs aient été versés. Les rubriques des coûts de transaction sont donc identiques à celles des politiques de paiements annuels. Dans le contexte des paiements uniques, cependant, les producteurs sont payés en un seul versement. Nous pouvons donc présumer que les coûts administratifs sont inférieurs puisqu'ils constituent un pourcentage des paiements versés aux producteurs. En fait, nous estimons que ces derniers passeront de 1,7 % à 0,7 %. Le pourcentage des coûts de transaction pris en charge par l'État liés à des politiques de paiements uniques est donc de 10,1 %. La différence avec la politique de paiements annuels aurait été plus grande si

l'élaboration de politiques de paiements uniques ne comprenait pas la surveillance et le contrôle de la mise en œuvre de PGB pendant plusieurs années.

3.2.2.3. Politiques de paiements annuels

À la lumière de l'information présentée ci-dessus, nous estimons que les coûts pris en charge par l'État de la mise en œuvre de politiques de paiements annuels correspondraient à 11,1 % des paiements totaux versés aux producteurs. Le Tableau 47 fournit une ventilation de ces coûts pour les différents acteurs participant à la mise en œuvre de la politique de paiements annuels (voir la section portant sur l'élaboration de politiques).

**TABLEAU 47 : COÛTS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DE LA POLITIQUE DE PAIEMENTS ANNUELS
 (EN TANT QUE POURCENTAGE DES PAIEMENTS TOTAUX VERSÉS AUX PRODUCTEURS)**

Coûts pris en charge par l'État de la mise en œuvre en tant que pourcentage des paiements aux producteurs	AAC	MAPAQ	Administration	Surveillance et contrôle	Aide technique
Pourcentage des paiements totaux aux producteurs	1,7 %	1,3 %	-	3,4 %	3,0 %
Pourcentage cumulé des coûts pris en charge par l'État	1,7 %	3,0 %	3,0 %	6,4 %	9,4 %
Pourcentage des paiements aux producteurs pour l'année en cours	-	-	1,7 %	-	-
Pourcentage cumulé des coûts pris en charge par l'État	-	-	1,7 %	1,7 %	1,7 %

La gestion financière pourrait être effectuée par la FAQ, laquelle est spécialisée en gestion des paiements annuels (p. ex., programme ASRA), et la surveillance et le contrôle pourraient être effectués par les bureaux régionaux du MAPAQ. La FAQ serait donc responsable de 1,7 % des dépenses financières et le MAPAQ serait, quant à lui, responsable de 3,4 % des dépenses liées à la surveillance et au contrôle.

3.2.2.4. Politiques de paiements mixtes (uniques et annuels)

Nous considérons que les coûts pris en charge par l'État de la mise en œuvre de cette politique sont les mêmes que pour la politique de paiements annuels, puisque la présente politique adopte les coûts pris en charge par l'État les plus élevés entre la politique de paiements uniques et la politique de paiements annuels. Nous estimons que les coûts pris en charge par l'État de la mise en œuvre de politiques de paiements annuels correspondraient à 11,1 % des paiements totaux versés aux producteurs.

3.2.2.5. Instruments économiques

Les coûts de transaction pris en charge par l'État des politiques fondées sur un système d'enchères sont estimés à 11,9 % des montants échangés. Dans le cas des permis échangeables, ces coûts de transaction pris en charge par l'État correspondent à 13,8 % de la valeur totale des montants échangés pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet et à 26 % pour la rivière Little Saskatchewan. Ceci est dû aux défis réglementaires plus importants pour la mise en place d'un marché dans cette région. Le Tableau 48 présente les éléments principaux compris dans ces pourcentages cumulatifs.

**TABLEAU 48 : COÛTS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES INSTRUMENTS ÉCONOMIQUES
 (EN TANT QUE POURCENTAGE DES TRANSACTIONS TOTALES)**

SYSTÈME D'ENCHÈRES	AAC	MAPAQ	Administration	Surveillance et contrôle	Aide technique⁷¹
Coûts de mise en œuvre pris en charge par l'État en tant que pourcentage des montants totaux échangés	1,7 %	1,3 %	0,5 %	3,4 %	5 %
Pourcentage cumulé des coûts pris en charge par l'État	1,7 %	3,0 %	3,5 %	6,9 %	11,9 %
PERMIS ÉCHANGEABLES	AAC	MAPAQ	Administration	Surveillance et contrôle	Aide technique
Coûts de mise en œuvre pris en charge par l'État en tant que pourcentage des montants totaux échangés	1,7 %	1,3 %	4,0 %	3,6 %	3,2 %
Pourcentage cumulé des coûts pris en charge par l'État	1,7 %	3,0 %	7,0 %	10,6 %	13,8 %

Le Tableau 49 résume les coûts de transaction pris en charge par l'État des différentes politiques examinées.

⁷¹ Bien que le besoin d'aide technique diminue à mesure que la mise en œuvre du programme progresse, et que les différents acteurs du marché acquièrent de l'expérience, nous n'avons pas modifié ce coût.

TABLEAU 49 : COÛTS DE TRANSACTION PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DE DIFFÉRENTES POLITIQUES

Politique	Coûts de transaction pris en charge par l'État (% des versements) (Rivière Nicolet)	Coûts de transaction pris en charge par l'État (% des versements) (Rivière Little Saskatchewan)
Paielements uniques	9,4	9,4
Paielements annuels	11,1	11,1
Paielements mixtes (uniques et annuels)	11,1	11,1
Système d'enchères	11,9	11,9
Système de permis échangeables	13,8	26

Le Tableau 49 démontre que les coûts de transaction pris en charge par l'État sont les plus élevés pour les politiques fondées sur les instruments économiques (systèmes d'enchères et de permis échangeables), suivis par la politique de paiements annuels, la politique de paiements mixtes et la politique de paiements uniques. Les coûts de transaction de cette dernière sont les plus bas de toutes les politiques analysées.

3.2.3. Coûts totaux pris en charge par l'État pour toutes les politiques examinées

Les coûts totaux pris en charge par l'État comprennent le financement public des différentes politiques (généralement appelé « les paiements ») et les coûts de transaction pris en charge par l'État.

Le Tableau 50 présente les résultats de chaque politique analysée pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

TABLEAU 50 : COÛTS TOTAUX PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES DIFFÉRENTES POLITIQUES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Politique	Financement public (paiements) (en millions de dollars)	Coûts de transaction pris en charge par l'État (% de versements par l'État)	Coûts de transaction pris en charge par l'État (en millions de dollars)	Coûts totaux de la politique pris en charge par l'État (en millions de dollars)
Paielements uniques	1,96	9,4 %	0,20	2,16
Paielements annuels	5,24	11,1 %	0,58	5,83
Paielements mixtes (uniques et annuels)	1,90	11,1 %	0,21	2,11
Enchères	1,06	11,9 %	0,12	1,18
Permis échangeables (uniquement pour le P)	0,54	13,8 % ⁷²	0,07	0,62

Bien qu'elles représentent les coûts de transaction pris en charge par l'État les plus élevés, les politiques fondées sur les instruments économiques (enchères et permis échangeables) sont les moins coûteuses pour le gouvernement. La politique relative au système de permis échangeables est la plus économique, avec des coûts pris en charge par l'État totalisant 0,62 million de dollars; on retrouve ensuite les enchères, dont le coût total pris en charge par l'État est de 1,18 million de dollars; vient ensuite la politique de paiements mixtes vient, dont le coût total pris en charge par l'État est de 2,11 millions de dollars, suivi par la politique de paiements uniques (2,16 millions de dollars). La politique de paiements annuels est la plus coûteuse des quatre politiques analysées, avec un coût pris en charge par l'État estimé à 5,83 millions de dollars, ce qui représente plus de quatre fois le coût de la politique fondée sur les enchères.

Une étude des coûts de transaction du projet pilote ALUS a permis de déterminer que les coûts de transaction du programme ALUS s'élèvent à 67 %, 22 % et 15 % des paiements versés aux producteurs (George Morris Centre, 2008). Ceci est présenté uniquement à titre informatif étant donné que le programme ALUS est un petit projet pilote, et que les coûts ne peuvent pas être comparés à ceux d'un programme de BSE dans un bassin hydrographique plus grand. C'est la raison pour laquelle l'analyse du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan utilise les mêmes estimations que celles utilisées dans le cas du Québec, à l'exception du programme de plafonnement et d'échange, lequel est estimé être supérieur au Manitoba.

⁷² Dans le cas des permis échangeables, ce taux s'applique non seulement à la contribution du gouvernement (75 % des paiements), mais à tous les paiements effectués en vertu de la politique. Cependant, les coûts totaux pris en charge par l'État correspondent à la somme du financement public (75 % des paiements) à laquelle s'ajoutent les coûts de transaction pris en charge par l'État pour tous les paiements.

Le Tableau 51 énumère les coûts de transaction estimés des programmes de paiements uniques, de paiements annuels, d'enchères, ainsi que de plafonnement et d'échange pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan.

TABLEAU 51 : COÛTS TOTAUX PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT DES DIFFÉRENTES POLITIQUES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

Politique	Financement public (paiements) (en millions de dollars)	Coûts de transaction pris en charge par l'État (% de versements par l'État)	Coûts de transaction pris en charge par l'État (en millions de dollars)	Coûts totaux de la politique pris en charge par l'État (en millions de dollars)
Paielements uniques	2,555	9,4 %	0,266	2,821
Paielements annuels	6,714	11,1 %	0,745	7,459
Paielements mixtes (uniques et annuels)	0,604	11,1 %	0,073	0,677
Enchères	0,353	11,9 %	0,042	0,394
Permis échangeables	0,317	26,0 %	0,082	0,400

Les différences dans les estimations des niveaux de paiement pour le système de plafonnement et d'échange entre le Manitoba et le Québec sont dues aux défis perçus relativement au développement d'un marché pour les crédits de phosphore. Les systèmes de plafonnement et d'échange relatifs à la qualité de l'eau nécessitent des sources ponctuelles et diffuses de polluants qui peuvent être réduites par une modification des pratiques. Dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan et probablement à l'échelle du Manitoba, les sources ponctuelles seraient l'industrie, les grandes installations à bétail et les stations de traitement des eaux usées municipales. Ces installations doivent toutes, en vertu de la *Loi sur l'environnement*, détenir un permis qui stipule leurs limites de rejet. Ces limites font généralement référence à la demande biochimique en oxygène (DBO), et non au phosphore de façon spécifique. Dans le but d'effectuer ce changement et de définir un plafond pour le système de plafonnement et d'échange, des modifications aux règlements, qui auront des répercussions sur les coûts pris en charge par l'État, devront être apportées. Le deuxième obstacle à la mise en place de systèmes d'échange relatifs à la qualité de l'eau est la rareté relative de sources ponctuelles en raison du fait que la majorité des citoyens vivent à Winnipeg.

De façon générale, l'analyse du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan a révélé que la mise en œuvre d'une politique de paiements annuels serait la façon la plus coûteuse (coût de 7,4 millions de dollars) d'influencer les producteurs à réduire de 75 % la charge en polluants phosphorés de la rivière Little Saskatchewan. La mise en œuvre d'une politique de paiements uniques coûterait 2,8 millions de dollars, alors que le système d'enchères et le système de plafonnement et d'échange coûteraient tous deux environ 0,4 million de dollars. Alors que les coûts pour le système d'enchères et celui de plafonnement et d'échange semblent identiques en fonction des hypothèses utilisées, l'incertitude est beaucoup plus grande dans le cas du système de plafonnement et d'échange étant donné les défis liés à la mise en place d'un marché pour l'échange de crédits relatifs à la qualité de l'eau. C'est la raison pour laquelle le système d'enchères semble être l'option la plus rentable pour la rivière Little Saskatchewan.

Il importe de mentionner que notre estimation des coûts de transaction pour les paiements annuels diffère de 11 % des estimations de M. Grant fondées sur une évaluation du programme ALUS (67 % des paiements pour la mise en place, suivi de coûts d'exploitation de 22 % et de 15 % pour les années subséquentes) (George Morris Centre, 2008). Les coûts supérieurs du programme ALUS peuvent s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'un projet pilote à petite échelle. Si le programme ALUS avait été une réalisation plus importante, le pourcentage du financement pour la mise en place et l'entretien aurait probablement été moindre.

4. VALEURS MONÉTAIRES DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

Plusieurs méthodes sont utilisées pour estimer les bénéfices économiques des biens et ressources naturelles environnementaux. La méthode d'évaluation des contingences, la méthode du coût du trajet et la méthode des prix hédoniques sont celles qui sont le plus fréquemment utilisées. Ces méthodes sont toutefois très onéreuses et longues. Voilà pourquoi la méthode de transfert des avantages (MTA) a été créée au cours des 10 à 15 dernières années pour pallier à ces inconvénients.

4.1.1. *Au sujet de la méthode de transfert des avantages*⁷³

Le transfert des avantages est habituellement défini comme la « transposition des bénéfices monétaires environnementaux estimés d'un site (site de référence)... à un autre site (site d'intérêt) » (Brouwer, 2000). Le processus de transposition au complet doit remplir certaines conditions et tenir compte de certains facteurs spécifiques liés au site.

À ce moment, il est bon de mentionner qu'Environnement Canada a démarré, de pair avec l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis, un projet qui a mené à l'élaboration d'un inventaire d'études empiriques sur la valeur économique des bénéfices environnementaux et des effets sur la santé des humains : l'Inventaire de référence des valorisations environnementales (EVRI).⁷⁴ Cette base de données aide les analystes à trouver les études existantes.

La MTA peut être appliquée de différentes façons selon les différentes exigences et l'information disponible. Il y a deux catégories de MTA généralement reconnues : 1) le transfert des bénéfices monétaires (bénéfices statistiques ou estimés); et 2) le transfert des modèles de bénéfices (fonctions ou méta-modèles). Cette classification est semblable à celle adoptée par Rosenberger et Loomis (Rosenberger et Loomis, 2003). Tandis que la méthode de transfert des bénéfices utilise le résultat de la relation liant la population à la modification environnementale du système de référence, le transfert de modèle consiste à appliquer cette relation au système d'intérêt. La première catégorie implique donc (i) l'opinion et le jugement d'experts et (ii) le transfert des bénéfices statistiques estimés, tandis que la seconde implique (iii) la transposition des fonctions estimées et (iv) le transfert des méta-modèles.

⁷³ D'après Genty (2005) et Debailleul et al. (2003).

⁷⁴ <http://www.evri.ca/>.

Opinion et jugement d'experts

L'opinion et le jugement d'experts est la technique la plus simple et la plus ancienne et elle est largement utilisée par le Service des forêts du Département de l'agriculture des États-Unis (USDA). Une des approches préconisées par cette technique est le regroupement d'un comité d'experts qui formule une valeur (ou un éventail de valeurs) pour la modification environnementale étudiée (Willis et Garrod, 1995). Une fois déterminé de façon consensuelle par les experts en fonction de leur expérience, le bénéfice en question est ensuite adapté au système d'intérêt. Cette approche est toutefois beaucoup plus complexe qu'elle ne le semble, puisque le comité tire une quantité considérable d'informations du système d'intérêt, dont certaines ne peuvent être considérées dans les modèles économétriques.

Transfert des bénéfices statistiques estimés

Une approche de rechange au jugement des experts est le transfert des valeurs statistiques estimées, qui consiste à évaluer le bien en question en réutilisant directement la valeur d'un bénéfice similaire qui a été estimée statistiquement au moyen d'un plan de sondage (Kask et Shogren, 1994; Bingham et al., 2000; Bonnieux et Rainelli, 2003). Les valeurs ainsi transposées peuvent être soit des valeurs spécifiques (moyenne, médiane, ou valeur globale pour l'ensemble de la population concernée), soit un éventail de valeurs (intervalle de confiance, éventail plausible). Un tel transfert n'apparaît *a priori* valable que si le système d'intérêt est analogue à celui de référence en termes de modification environnementale et de biens, de population et de taille de marché, de substituts et de biens de consommation. Le transfert des valeurs statistiques estimées demeure toutefois une méthode beaucoup plus transparente que celle faisant intervenir le jugement d'experts.

Transfert des fonctions estimées

Le transfert de fonctions estimées consiste à transférer puis appliquer le modèle d'une étude de référence de telle sorte qu'il est possible de déterminer les bénéfices monétaires de la modification évaluée. Concrètement, les fonctions basées sur les données du site de référence sont utilisées de pair avec les données liées aux variables indépendantes du site d'intérêt pour mesurer la valeur par unité ainsi que le total des unités au site d'intérêt. Lorsque les préférences déclarées sont utilisées (évaluation des contingences), la fonction transférée est une fonction des surplus, soit habituellement le consentement à payer (CAP). Dans le cas des préférences révélées (coûts du trajet, méthode d'évaluation hédoniste des prix), la fonction transférée est respectivement une fonction de la demande ou des prix (demande inverse).

Cette méthode est souvent préférée à celle du transfert des valeurs, car elle évalue la fonction entière et n'est pas, par conséquent, uniquement limitée aux données.

Méthode du transfert des méta-modèles

Il existe une autre méthode relativement nouvelle qui est le transfert de méta-modèles préexistants ou construits pour l'occasion (Sturtevant et al., 1995). Les méta-modèles sont créés à partir de la méta-analyse/synthèse statistique des études existantes sur un sujet donné (Van den Bergh et al., 1997; Florax et al., 2002). Cette méthode utilise un ensemble d'études pour construire des modèles explicitant les causes de la variabilité des résultats observés entre les études.

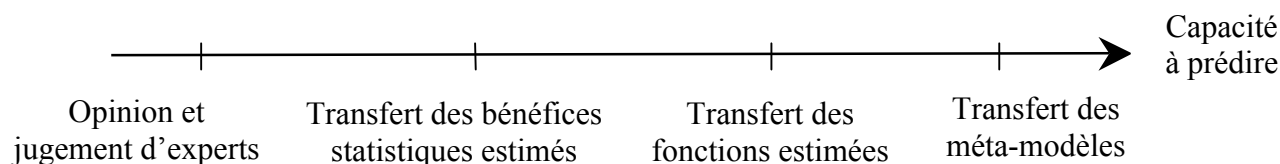
Les méta-modèles transférés sont des modèles de régression (variables quantitatives indépendantes), ou d'analyse de variance (variables qualitatives indépendantes) dans lesquels la variable dépendante est un CAP, une demande, un prix, et les variables indépendantes sont socio-économiques, démographiques, propres au bien et à la modification prévue, ou liées aux autres biens (substituts, consommation courante).

L'évaluation par transfert de méta-modèle est ensuite identique au transfert de fonction. On suppose ici que le méta-modèle élaboré à partir des études de référence s'applique également au système d'intérêt.

Comparaison des quatre techniques de transfert des bénéfiques

On considère que la capacité prédictive du transfert de modèles économétriques est dans l'ensemble supérieure à celle du transfert de valeurs monétaires en raison de la diversité des sources utilisées dans les modèles économétriques et de sa grande flexibilité à s'adapter au système d'intérêt. À cet égard, la méta-analyse semble être la meilleure approche, et le transfert des valeurs recommandées semble être le moins efficace (voir Figure 6).

FIGURE 6 : CLASSEMENT DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE TRANSFERT EN FONCTION DE LEUR CAPACITÉ PRÉDICTIVE



Source : Genty (2005).

Sélection de la technique utilisée dans cette étude

Étant donnée la capacité prédictive élevée de la méta-analyse, celle-ci a été choisie pour évaluer les bénéfices environnementaux cibles d'un point de vue économique. L'utilisation de cette méthode comprend les étapes suivantes :

- Repérer les méta-analyses qui traitent de services environnementaux comparables à ceux de l'étude (qualité de l'eau et création/préservation de l'habitat);
- Évaluer si le méta-modèle est transférable :
 - ⇒ Les populations touchées sont-elles comparables?
 - ⇒ Est-ce que les variables indépendantes permettent d'adapter les estimations au site et au contexte cibles?
- Ajuster les valeurs des variables indépendantes aux caractéristiques particulières du site et de l'étude cibles.

Limites et critiques de la méthode de transfert des bénéfices

La méthode de transfert des bénéfices peut être associée à plusieurs incertitudes et erreurs, et ce, à cause de la présence sous-jacente de deux sources d'erreurs : (i) erreurs liées à l'estimation des bénéfices au site de l'étude et (ii) erreurs dans le transfert de ces estimations au site d'intérêt (Crutchfield et al., 1995). Les types d'erreur suivants peuvent survenir lorsque l'on estime les bénéfices au site de référence : (i) sélection du mauvais type de fonction de bénéfice, (ii) oubli de variables significatives dans l'évaluation des bénéfices liés à une fonction, (iii) mesure inexacte des variables, et (iv) erreurs dans le processus aléatoire de disposition des données. Il existe aussi d'autres sources d'erreur parallèles qui peuvent altérer le calcul des bénéfices au site d'intérêt : (i) mauvaise manipulation des composantes aléatoires de la fonction évaluée, (ii) erreurs dans le calcul du total des moyennes des variables indépendantes, du nombre de ménages concerné, et (iii) de la taille du marché pour les services environnementaux considérés.

En outre, même lorsqu'il existe des similitudes relatives entre les biens environnementaux, leur utilisation et les sites desquels ils proviennent, cela ne signifie pas nécessairement que les bénéfices finaux sont les mêmes. La distribution ainsi que les caractéristiques de la population concernée peuvent être différentes et ainsi altérer le processus entier. Cela est aussi vrai pour les biens environnementaux qui peuvent varier en qualité et en quantité d'un site à un autre (Brouwer, 2000).

4.1.2. Méthodologie

Deux études sont utilisées pour le transfert des méta-modèles : l'étude de Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008) sur la qualité des eaux de surface et l'étude de Borisova-Kidder (Borisova-Kidder, 2006) sur les milieux humides et les habitats terrestres. Tous les méta-modèles estimés par ces études sont semi-logarithmiques. En particulier, le logarithme du CAP par ménage et par année est estimé à partir de plusieurs variables associées à la méthodologie de l'étude, au contexte socio-économique et aux ressources :

$$\ln(CAP) = \text{intersection} + \Sigma(\text{coefficient}_i)(\text{variable}_i) + e \quad (1)$$

, e étant le terme d'erreur.

Comme le mentionnent Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008), la formule utilisée pour estimer le CAP est la suivante :

$$CAP = \exp(\text{intersection} + \Sigma(\text{coefficient}_i)(\text{variable}_i) + \sigma_e^2/2) \quad (2)$$

, σ_e^2 représentant la variance du terme d'erreur. Puisque la variance du terme d'erreur estimée n'est pas mentionnée dans l'étude de Borisova-Kidder de 2006, pour l'habitat terrestre, nous la déduisons du CAP estimé de 130,32 \$/acre (voir page iii de l'étude) et de notre propre estimation du CAP fondée sur les valeurs moyennes des variables indépendantes. Dans les deux autres cas, la qualité des eaux de surface et les milieux humides, nous avons émis l'hypothèse que la variance du terme d'erreur est la même que celle estimée par Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008).

En plus de fournir une méta-analyse sur la qualité des eaux de surface, Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008) fournissent également les lignes directrices sur la façon de transférer un méta-modèle afin d'obtenir une estimation du CAP pour les sites non évalués. Les deux principales étapes sont :

1) Attribuer des valeurs à toutes les variables indépendantes.

En règle générale, les variables méthodologiques (les variables qui caractérisent la méthodologie utilisée dans les études initiales) prennent la valeur moyenne des méta-données, sauf lorsqu'il y a des raisons spécifiques d'utiliser des valeurs spécifiques. Inversement, les variables qui caractérisent les ressources ou le contexte socio-économique sont généralement celles qui sont spécifiques au système d'intérêt et au contexte socio-économique;

Appliquer la formule pour estimer le CAP sur la base des coefficients estimés du méta-modèle, ainsi que les valeurs sélectionnées des variables indépendantes et la variance du terme d'erreur estimée. Le calcul du CAP de chaque modèle utilisé est expliqué en détail dans les annexes 23, 24 et 25.

4.1.3. Valeurs monétaires des bénéfiques

Les méta-modèles choisis pour l'évaluation monétaire des modifications environnementales cibles font une estimation des variables suivantes : la valeur du CAP des ménages pour améliorer la qualité des eaux de surface, la valeur annuelle d'un acre de milieux humides, et la valeur annuelle d'un acre d'habitat terrestre. Dans le cas des modèles qui estiment la somme globale (et non le montant annuel), la valeur de la variable qui contrôle cet aspect est choisie de telle façon qu'elle élimine cette option.

Les valeurs annuelles des unités sont regroupées en deux catégories : (i) dans l'espace, c'est-à-dire au niveau du bassin hydrographique cible et (ii) dans le temps, c'est-à-dire pendant toute la durée du programme (neuf ans). Dans le cas de l'eau, nous avons émis l'hypothèse que les améliorations de la qualité des eaux de surface sont surtout appréciées par les habitants du bassin hydrographique cible, même si les personnes qui vivent ailleurs peuvent aussi apprécier de telles améliorations.

Pour le regroupement dans le temps, on assume que tous les fermiers qui se plient aux politiques examinées le font la première année. Cela signifie que la durée du programme correspond à la période du contrat (neuf ans).⁷⁵ Cette hypothèse simplifie les calculs sans entraîner nécessairement de répercussions majeures sur la comparaison des coûts et des bénéfiques. Si les coûts avaient été calculés de la même manière, ils auraient été légèrement plus élevés en raison de l'effet d'actualisation sur une courte période. Une seconde hypothèse sur les bénéfiques environnementaux dans le temps veut que chaque pratique produise les effets voulus sur l'environnement au cours de la première année de son application.⁷⁶ Ces deux hypothèses mises ensemble ont comme effet de s'assurer d'atteindre les cibles voulues de biens et services environnementaux (BSE) à chaque année du programme d'une durée de neuf ans.

⁷⁵ Si l'hypothèse initiale que les derniers participants quittent l'étude à la cinquième année est maintenue, cela compliquerait le regroupement des données dans le temps puisque la période du programme devrait être augmentée à 13 ans, période au cours de laquelle les BSE seront atteints à divers degrés étant donné que les fermiers ne mettent pas en œuvre toutes les pratiques proposées en même temps.

⁷⁶ Cette hypothèse est relativement près de la réalité pour la plupart des pratiques considérées dans cette étude. Par exemple, le Département de l'agriculture des États-Unis (2003) mentionne que les zones tampons riveraines obtiennent 100 % de leurs effets escomptés sur l'érosion des sols par l'eau à la troisième année de la mise en œuvre et que les cultures-abris obtiennent des résultats de l'ordre de 50 % à la première année (USDA 2003, tableau 4, page 50). Puisque le phosphore versé dans les cours d'eau est surtout sous forme de sédiment, un lien direct peut être fait avec les effets des concentrations de phosphore.

Avant de faire le total, les bénéfices annuels sont actualisés à un taux de 6 %, qui est le taux d'actualisation généralement utilisé pour les politiques publiques (Montmarquette et Scott, 2007). Le même taux a été utilisé pour actualiser les paiements que le gouvernement fait à chaque année en vertu des différentes options de la politique considérée.

Modifications environnementales soumises à une évaluation économique

Tel qu'il a été mentionné au début de ce rapport, les BSE sélectionnés dans cette étude sont la qualité des eaux de surface et l'habitat de la faune. L'indicateur utilisé pour la qualité des eaux de surface est le taux de phosphore et pour l'habitat, le nombre d'hectares de boisés et de milieux humides.

Les tableaux 52 et 53 illustrent les taux cibles et de référence de chacun des BSE par bassin hydrographique. Bien que le taux de phosphore visé est plus strict pour la rivière Nicolet comparativement à la rivière Little Saskatchewan (0,036 mg/L contre 0,05 mg/L), la réduction est en fait supérieure au Manitoba en raison du taux actuel plus élevé (0,20 mg/L au Manitoba comparativement à 0,041 mg/L au Québec). L'objectif pour ce qui est de l'habitat dans la région de la rivière Nicolet est de préserver 1 165 ha d'habitat existant, alors que pour la rivière Little Saskatchewan, l'objectif est de créer 550 ha de nouvel habitat. Même si l'habitat total conservé est constant dans les deux systèmes d'intérêt, leur composition diffère. Par exemple, dans le cas de la rivière Nicolet, nous avons 1 165 ha de forêts conservés résultant d'enchères et aucun milieu humide, alors que dans les autres systèmes, il n'y a que 825 ha de forêts en plus de 310 ha de milieux humides et 30 ha de plaines inondées ayant été retirées de la production.

Étant donné que la sélection des PGB pour le phosphore touche indirectement l'objectif concernant les habitats dans le cas de la rivière Little Saskatchewan (tant les zones tampons riveraines que la restauration des milieux humides engendrent des BSE, c'est-à-dire réduction du phosphore et création d'habitat), l'habitat devient un co-bénéfice et est souvent produit en plus grande quantité que la cible de 550 ha. Le co-bénéfice supplémentaire n'est pas considéré dans l'analyse, car le but est de comparer les coûts du système d'intérêt en fonction d'une réalisation environnementale égale.

TABLEAU 52 : TAUX CIBLE ET DE RÉFÉRENCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU, PAR BASSIN HYDROGRAPHIQUE

	Rivière Nicolet (QC)	Rivière Little Saskatchewan (MB)
Taux cible	0,036 mg/L	0,05 mg/L
Taux de référence	0,041 mg/L	0,20 mg/L

TABLEAU 53 : SURFACE D'HABITAT CRÉÉ ET PRÉSERVÉ, PAR BASSIN HYDROGRAPHIQUE

Rivière Nicolet (QC) (préservation)			Rivière Little Saskatchewan (MB) (création)		
Milieus humides	Boisés	Total	Milieus humides	Boisés/habitat terrestre	Total
<i>Pour les paiements uniques, annuels et mixtes</i>			<i>Pour les paiements uniques et annuels</i>		
340 ha	825 ha	1 165 ha	550 ha	0 ha	550 ha
<i>Pour les enchères</i>			<i>Pour les paiements mixtes, les enchères et les permis échangeables</i>		
0 ha	1 165 ha	1 165 ha	0 ha	550 ha	550 ha
<i>Pour les permis échangeables</i>			-		
0 ha	0 ha	0 ha			

Qualité de l'eau

Plusieurs méta-analyses ont été effectuées sur les bénéfices associés à l'amélioration de la qualité de l'eau. Ces études comprennent celles menées par Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008), par Borisova-Kidder (Borisova-Kidder, 2006) et par Johnston et ses collaborateurs. (Johnston et al., 2005). Nous avons sélectionné la première pour le transfert des méta-modèles, car elle permet d'estimer les valeurs spécifiques au Canada.

Le calcul détaillé du CAP est décrit à l'annexe 23. Pour la plupart des variables méthodologiques, on retient la valeur moyenne des méta-données, alors que pour les variables liées aux ressources et au contexte socio-économique, ce sont les valeurs spécifiques établies pour les bassins hydrographiques concernés.

Les variables méthodologiques qui sont évaluées à des valeurs autres que la moyenne sont : année de l'étude, contributions volontaires et somme globale. La variable « contributions volontaires » reçoit la valeur 0, car seules les contributions obligatoires permettent de mesurer de façon exacte le CAP. La

somme globale reçoit également une valeur de 0 afin de s'assurer que les montants estimés puissent être interprétés comme valeurs annuelles. Les valeurs des variables liées aux ressources et au contexte spécifique sont établies de la manière suivante :

- a) Les revenus des ménages concernent la région des bassins hydrographiques et sont donnés en dollars américains (US) de l'année 2002⁷⁷ (29 971 \$ US pour la rivière Nicolet et 22 853 \$ US pour la rivière Little Saskatchewan). Ces valeurs sont exprimées en dollars US de l'année 2002, car la base de données de la méta-analyse est en dollars US de l'année 2002.
- b) L'année est fixée à 2002 (le code 32 correspond à l'année 2002), car les bases de données de la méta-analyse sont en dollars US de l'année 2002.
- c) La variable « nombre de non-utilisateurs » est établie à 0 afin de s'assurer que les deux catégories d'utilisateur de ressources (utilisateurs et non-utilisateurs) sont considérées dans l'évaluation.
- d) La variable « multi-région » est aussi établie à 0 pour indiquer que l'étude vise une petite région, soit un bassin hydrographique.
- e) La variable « Canada » est établie à 1 pour indiquer que la région visée est au Canada.
- f) Les variables « lac unique », « estuaire » et « étang d'eau salée » sont établies à 0 pour éliminer l'évaluation de ces variables. D'autre part, la variable « eaux douces » est établie à 1 pour s'assurer que ce sont bien des eaux douces qui sont évaluées.
- g) La variable indiquant une augmentation substantielle de la population de poissons ou des prises à la pêche est établie à 0, car les modifications considérées dans cette étude ne touchent pas cette variable.
- h) La valeur de référence pour la qualité de l'eau et les changements de la qualité de l'eau affectant des espèces non spécifiées sont calculés à l'aide de l'échelle de la qualité de l'eau « Resources for the Future » (RFF), car celle-ci est utilisée dans l'étude de Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008). L'annexe 26 montre cette échelle, de même que l'indice de qualité de l'eau IQBP (Indice de qualité biologique et physico-chimique de l'eau) utilisée au Québec. L'utilisation de l'IQBP est nécessaire pour établir un lien entre les taux de phosphore et la qualité de l'eau à l'échelle RFF, étant donné que cette dernière n'inclut pas le phosphore dans ses paramètres.

⁷⁷ Voir l'Annexe 22 pour de plus amples informations sur les estimations des revenus de ménage spécifiques de chaque bassin hydrographique. Le revenu est exprimé en dollars US, car c'est la devise qui est utilisée dans le modèle original.

Il a été nécessaire d'établir des équivalents pour quatre taux de phosphore : 0,03 mg/L, 0,041 mg/L, 0,05 mg/L et 0,2 mg/L. Les deux premiers représentent le taux cible et le taux de référence de la rivière Nicolet, et les deux derniers représentent le taux cible et le taux de référence de la rivière Little Saskatchewan. Pour ce qui est du Québec, la cible pour les deux catégories de la source (point et point inutilisé) est considérée, car les bénéfices environnementaux ne peuvent être envisagés qu'à ce taux (0,03 mg/L).

La concentration de phosphore de 0,03 mg/L correspond à la catégorie A (bonne qualité) à l'échelle IQBP, un taux qui par ailleurs assume un nombre de coliformes fécaux inférieur à 200 organismes/100 mL, une saturation d'oxygène dissoute de 88-124 %, une demande biologique d'oxygène de moins de 1,7 mg/L et un pH qui se situe entre 6,9 et 8,6. Ces taux correspondent à 9,5 (« eau potable ») à l'échelle RFF. On assume donc que la cible de 0,03 mg/L est équivalente à 9,5 à l'échelle RFF. Dans la même logique, les taux de 0,041 mg/L et de 0,05 mg/L correspondent à 7 à l'échelle RFF (« natation ») et le taux de 0,21 mg/L correspond à un score 2,5 (« navigation »).

Ainsi, le « niveau de qualité de référence de l'eau » de la rivière Nicolet est évalué à 7 et celui de la rivière Little Saskatchewan à 2,5. La variable « changement de la qualité de l'eau affectant l'habitat général » est définie comme le produit d'une variable indicatrice (1 si l'habitat général est affecté par le changement et 0 si seulement certaines espèces le sont) et l'amplitude du changement à l'échelle RFF de la qualité de l'eau. Puisque les changements des taux de phosphore sont perçus comme pouvant affecter l'habitat général, cette variable reçoit la valeur de 2,5 (1 x 2,5) pour le Québec et de 4,5 (1 x 4,5) pour le Manitoba.

Les résultats sont présentés au tableau 54. La valeur monétaire des améliorations de la qualité de l'eau variant de la catégorie 7 (convenable pour la natation) à la catégorie 9,5 (convenable pour la consommation) pour une petite région comme le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est de 9,8 \$ CAD/ménage/année. Le bénéfice regroupé (actualisé) pour le bassin hydrographique sur une période de neuf ans donne 1,57 million \$ CAD.

La valeur monétaire par ménage pour la rivière Little Saskatchewan est beaucoup plus élevée que la valeur pour la rivière Nicolet : 19,34 \$ CAD. Cette différence s'explique principalement par une amélioration nettement plus grande de la qualité de l'eau dans ce bassin hydrographique (catégorie passant de 2,5 à 7). D'autre part, la valeur regroupée du bassin hydrographique est beaucoup moindre (0,491 million) en raison de la population nettement inférieure (3 520 ménages autour de la rivière Little Saskatchewan et 22 194 ménages dans la région de la rivière Nicolet).

**TABLEAU 54 : VALEUR MONÉTAIRE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DANS DEUX BASSINS
HYDROGRAPHIQUES**

	Rivière Nicolet	Rivière Little Saskatchewan
Valeur par ménage par année (\$ CAD de 2007)	9,8	19,34
Valeur totale pour tout le bassin hydrographique (\$ CAD de 2007)	1 570 203	490 903

Nos estimations sont semblables à celles de Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008) dans leur étude portant sur un scénario hypothétique ressemblant aux scénarios de notre étude. Ils obtiennent ainsi 8,66 \$ CAD/ménage/année (en dollars de 2002), alors que nos estimations pour la rivière Nicolet sont de 10 \$ CAD/ménage/année (en dollars de 2007) ou 9,16 \$ CAD/ménage/année (en dollars de 2002). Le scénario de Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008) assume les points suivants : la qualité des eaux de surface est améliorée de deux unités; cette amélioration affecte l'habitat général (changement de la qualité de l'eau affectant l'habitat général = 2); cette amélioration touche plusieurs rivières à l'intérieur d'une petite région du Canada (Canada = 1, Multi-régions = 0, Eaux douces = 1, Lac unique = Estuaire = Étang d'eau salée = 0); et le niveau de qualité d'eau est 7 à l'échelle RFF (qualité de l'eau de référence = 7). Les différences dans nos scénarios sont l'amplitude de l'amélioration de la qualité de l'eau (2,5 dans notre cas) et le revenu (la moyenne dans la région du bassin hydrographique dans notre cas et la moyenne des méta-données dans l'étude de Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008)).

Olewiler (Olewiler, 2004) donne une valeur de 8 500 \$ CAD/ha/année pour les biens et services fournis par les rivières et les lacs de la vallée du Bas-Fraser. Pour rendre cette estimation comparable à nos résultats, la longueur totale des cours d'eau du bassin hydrographique est transformée en une région mesurée en hectares en tenant compte que la largeur moyenne d'un cours d'eau est de 3 m. Cela donne un total de 212 ha pour la rivière Nicolet et de 294,6 ha pour la rivière Little Saskatchewan.⁷⁸ Si la valeur

⁷⁸ La longueur totale des cours d'eau liés à la rivière Nicolet est de 708 km et celle des cours d'eau liés à la rivière Little Saskatchewan est de 982 km.

totale des bénéfices annuels de l'amélioration⁷⁹ de la qualité de l'eau est divisée par le nombre d'hectares, le résultat est une valeur de 1 054 \$ CAD/ha/année pour le bassin de la rivière Nicolet et de 243 \$ CAD/ha/année pour le bassin de la rivière Little Saskatchewan. Ces valeurs sont très conservatrices comparativement à celle mentionnée dans l'étude d'Olewiler (Olewiler, 2004); la différence pourrait s'expliquer par un plus large éventail de BSE pris en compte dans l'étude d'Olewiler (Olewiler, 2004)

Milieus humides

Pour ce qui est de la qualité des eaux de surface, plusieurs méta-analyses ont été effectuées sur les bénéfices associés aux milieux humides, notamment celles de Borisova-Kidder (Borisova-Kidder, 2006), de Woodward et Wui (Woodward et Wui, 2001) et de Brander et ses collaborateurs (Brander et al., 2003). Pour la méthode de transfert des méta-modèles, nous avons choisi l'étude de Borisova-Kidder (Borisova-Kidder, 2006), car cette dernière compare ses résultats à ceux des deux autres études. Parmi les modèles considérés dans cette étude, nous avons choisi celui qui ne reflète pas les différences régionales aux États-Unis, puisque ces différences ne sont pas pertinentes au contexte canadien.

Le calcul détaillé des valeurs des milieux humides dans les deux bassins hydrographiques est décrit à l'Annexe 24. Toutes les variables méthodologiques sont calculées comme des valeurs moyennes basées sur les méta-données. La valeur des variables liées aux ressources et au contexte spécifique ont été établies de la manière suivante :

- a) Le revenu reçoit une valeur spécifique au bassin hydrographique⁸⁰ (34 259 \$ US pour la rivière Nicolet et 26 171 \$ US pour la rivière Little Saskatchewan). Ces valeurs sont exprimées en dollars US de 2003, car la base de données de la méta-analyse est en dollars américains de 2003
- b) La proportion calculée de milieux humides dans la rivière Nicolet est de 2,72 % et de 6,4 % pour la rivière Little Saskatchewan.⁸¹
- c) La variable « acre (po) » a reçu la valeur de 6,73 pour la rivière Nicolet et de 9,51 pour la rivière Little Saskatchewan. Ces valeurs correspondent au logarithme naturel des régions de milieux humides à conserver (en acres).

⁷⁹ Voir l'Annexe 23 pour connaître la valeur du CAP/bassin hydrographique/année (217 788 \$ CAD pour la rivière Nicolet [Est] et 71 503 \$ CAD pour la rivière Little Saskatchewan

⁸⁰ Voir l'Annexe 22 pour obtenir de plus amples informations sur l'estimation des revenus des ménages spécifiques des bassins hydrographiques.

⁸¹ Ce pourcentage est calculé en divisant la surface des milieux humides (4 672,31 ha pour la rivière Nicolet [firme Del Degan Massé (2008)] par la surface totale du bassin hydrographique (172 000 ha pour la rivière Nicolet [Gangbazo 2005b]). Dans le cas de la rivière Little Saskatchewan, ces données ont été obtenues du comité Manitoba Land Initiative (2007b).

- d) Les variables « marais d'eau salée » et « étang de prairies » ont été évaluées à 0 pour le Québec, car ces types de milieux humides ne sont pas présents dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet. On retrouve des marais d'eau salée et des étangs de prairies dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan; les variables sont donc évaluées à 1. On ne retrouve cependant pas de marais d'eau salée dans cette région.
- e) Parmi les fonctions des milieux humides, la variable « approvisionnement d'eau » est évaluée à 0 pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, car on ne prévoit aucune répercussion sur l'approvisionnement en eau puisque l'eau souterraine est surtout utilisée comme source d'eau de consommation et on ne prévoit pas que les PGB sélectionnés auront des répercussions sur l'eau souterraine. Les variables « pêche sportive » et « pêche commerciale » sont également établies à 0 dans le cas de la rivière Nicolet, car la pêche n'est pas pratiquée dans les milieux humides, mais seulement dans les rivières. La variable « qualité de l'eau » est établie à 0 afin d'éviter un double dénombrement, puisque nous avons déjà estimé la valeur de l'amélioration de la qualité de l'eau dans le modèle de Thomassin et Johnston (Thomassin et Johnston, 2008).
- f) Dans le cas de la rivière Little Saskatchewan, toutes les fonctions des milieux humides sont toutefois établies à 1, à l'exception de la pêche commerciale et de la qualité de l'eau.

Les bénéfices des milieux humides ainsi estimés sont illustrés au tableau 55. La valeur annuelle d'un acre de milieu humide autour de la rivière Nicolet est de 173 \$ CAD (428 \$ CAD pour un ha), et la valeur de tous les milieux humides conservés dans le même bassin hydrographique est de 1,05 million \$ CAD sur une période de neuf ans. Pour la rivière Little Saskatchewan, ces valeurs donnent 4 \$ CAD/acre (9 \$ CAD/ha) et 0,03 million \$ CAD, respectivement. La différence entre les valeurs unitaires des deux régions est due à l'existence d'étangs de prairie dans la rivière Little Saskatchewan (valeur inférieure à celle des marécages⁸²), et au revenu par ménage de la région de la rivière Little Saskatchewan qui est inférieur à celui de la région de la rivière Nicolet. Même si le nombre total d'hectares préservés dans la région de la rivière Little Saskatchewan est supérieur (550 ha pour la rivière Little Saskatchewan et 340 ha pour la rivière Nicolet), la valeur de tous les milieux humides préservés de la région de la rivière Little Saskatchewan est inférieure sur une période de 9 ans. La principale raison expliquant cette différence est la valeur unitaire moindre.

⁸² Le coefficient de la variable fictive « étang des prairies » est de -2,526, et le scénario de référence est les marécages.

TABLEAU 55 : VALEUR DES MILIEUX HUMIDES DANS LES DEUX BASSINS HYDROGRAPHIQUES

	Rivière Nicolet	Rivière Little Saskatchewan
Valeur annuelle par acre de milieux humides (dollars canadiens de 2007)	173	4
Valeur annuelle par hectare de milieux humides (dollars canadiens de 2007)	428	9
Valeur sur une période de neuf ans (actualisée) de tous les milieux humides conservés (dollars canadiens de 2007)	1 050 363	35 523

Nos estimations (173 \$ CAD/acre/année pour la rivière Nicolet et 4 \$ CAD/acre/année pour la rivière Little Saskatchewan) se rapprochent de celles des scénarios de Borisova-Kidder (Borisova-Kidder 2006) qui varient de 26,77 \$ CAD à 172,66 \$ US/acre/année d'une région à l'autre aux États-Unis.

Olewiler (Olewiler, 2004) fournit les valeurs annuelles par hectare de capital naturel de plusieurs bassins hydrographiques au Canada. Les estimations totalisent 195 \$ CAD pour le bassin hydrographique de la rivière Grand, 66 \$ CAD pour le bassin hydrographique supérieur de la rivière Assiniboine et 143 \$ CAD pour le bassin hydrographique de la rivière Mill. Ces valeurs se rapprochent de nos estimations pour les milieux humides de la rivière Nicolet (173 \$ CAD/acre).

Nous retrouvons de nombreuses estimations dans la littérature sur la valeur des milieux humides dans le monde, mais elles varient grandement d'une étude à l'autre. Par exemple, les valeurs rapportées dans l'étude de Turner et ses collaborateurs (2004) (rapport sur l'eau n° 27 de la FAO) varient de 37,97 \$ CAD/acre dans l'étude de van Kooten (Kooten, 1993) à 785 \$ CAD/acre⁸³ dans l'étude de Willis (Willis, 1990). Nos estimations pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (173 \$ CAD/acre) sont ajustées à l'intérieur de l'intervalle mentionné précédemment. Une autre étude examinant les estimations sur la valeur des milieux humides (Woodward et Wui, 2001) montre une variabilité encore plus importante des estimations : elles varient de 0,057 \$ US/acre dans l'étude Farber (Farber, 1996) à 13 492 \$ US/acre dans l'étude de Mullarkey (Mullarkey, 1997). Plusieurs études estiment les valeurs à plus de 2 000 \$/acre.

⁸³ L'étude estime la valeur de l'utilisation à 44 £/ha et la valeur de non-utilisation à 807 £/ha. Nous avons ajouté ces deux valeurs, avons transformé la valeur totale par hectare en une valeur totale par acre (1 ha = 2,47 acres) et avons utilisé le taux de change moyen de 1998 à février 2008 pour transformer les livres anglaises en dollars canadiens (1 £ = 2,28 \$ CAD).

Boisés/habitats terrestres

Il existe beaucoup moins d'études d'analyse sur les habitats terrestres dans la littérature comparativement à la qualité des eaux de surface et aux milieux humides. La seule méta-analyse que nous avons trouvée est celle de Borisova-Kidder (Borisova-Kidder, 2006), qui ont conçu un modèle unique en fonction de quelques variables indépendantes et d'un nombre relativement restreint (11) d'études originales.

Le calcul détaillé de la valeur des habitats terrestres dans les deux bassins hydrographiques est décrit à l'Annexe 25. Toutes les variables méthodologiques sont calculées d'après les valeurs moyennes des méta-données, alors que les valeurs des variables liées aux ressources et au contexte spécifique sont établies de la manière suivante :

- a) La variable « acre (po) » a reçu la valeur de 7,62 pour la rivière Nicolet et de 6,99 pour la rivière Little Saskatchewan. Ces valeurs correspondent au logarithme naturel des régions comprenant un habitat terrestre à évaluer (en acres).
- b) La variable « observation de la faune » est établie à 1 dans les deux bassins hydrographiques, car on prévoit que le maintien et l'expansion de l'habitat terrestre contribueront de façon positive à ce type d'activité récréative. Étant donné que les répercussions sur la faune sont déjà prises en considération avec la variable « observation de la faune », on attribue à la variable « espace ouvert pour l'habitat de plusieurs espèces » une valeur de 0. La variable « espace ouvert » reçoit aussi une valeur de 0 afin d'éviter de compter deux fois les répercussions sur la faune déjà prises en considération avec la variable « observation de la faune ».

Les bénéfices liés aux boisés ainsi estimés sont illustrés au tableau 56. La valeur annuelle d'un acre de boisés au pourtour de la rivière Nicolet est de 121 \$ CAD et la valeur de tous les boisés conservés dans le même bassin hydrographique est de 1,78 million de dollars canadiens sur une période de neuf ans, à l'exception des enchères d'une région de 1 165 ha conservés et ayant une valeur de 2,51 millions de dollars. Dans le cas de la rivière Little Saskatchewan, ces valeurs sont de 260 \$ CAD/ha et 1,032 million \$ CAD, respectivement. Il est bon de noter qu'une unité de boisés de la rivière Nicolet a une plus grande valeur comparativement aux boisés de la rivière Little Saskatchewan. L'unique raison est la quantité totale des boisés préservés qui est plus importante. Intuitivement, on serait porté à croire le contraire : lorsqu'un plus grand nombre d'hectares est conservé, les unités préservées additionnelles auraient moins de valeur et l'augmentation de l'utilité des fonctions serait réduite. Ce résultat pourrait être justifié par un effet de seuil : jusqu'à ce que le seuil de préservation atteigne un niveau de bénéfice environnemental, chaque unité additionnelle a une plus grande valeur. Une fois le seuil atteint, la valeur unitaire diminue.

**TABLEAU 56 : VALEUR MONÉTAIRE DES HABITATS TERRESTRES DANS DEUX BASSINS
HYDROGRAPHIQUES**

	Rivière Nicolet	Rivière Little Saskatchewan
Valeur annuelle par acre d'habitat terrestre (\$ CAD de 2007)	121	105
Valeur annuelle par hectare d'habitat terrestre (\$ CAD de 2007)	299	260
Valeur sur une période de neuf ans de tous les habitats terrestres conservés (dollars canadiens de 2007)	1 779 756 (pour 825 ha) 2 513 231 (pour 1 165 ha)	1 032 033

Nos estimations correspondent à celles présentées dans les scénarios de Borisova-Kidder (2006). Nous obtenons 121 \$ CAD/acre/année pour la rivière Nicolet et 105 \$ CAD/acre/année pour la rivière Little Saskatchewan, alors que Borisova-Kidder (Borisova-Kidder, 2006) estime la valeur d'un acre d'habitat terrestre à 130,32 \$ US/année.

Olewiler (Olewiler, 2004) fournit les valeurs annuelles par hectare de capital naturel de plusieurs bassins hydrographiques au Canada. Les estimations totalisent 195 \$ CAD pour le bassin hydrographique de la rivière Grand, 66 \$ CAD pour le bassin hydrographique supérieur de la rivière Assiniboine et 143 \$ CAD pour le bassin hydrographique de la rivière Mill. Ces valeurs sont inférieures à celles de nos estimations pour les deux bassins hydrographiques (299 \$ CAD/acre et 260 \$ CAD/acre), mais s'en rapprochent tout de même.

Une revue complète des services des écosystèmes forestiers par la Wilderness Society (Wilderness Society, 2001) utilisant les estimations de Costanza et ses collaborateurs (1997) a donné une valeur de 92 \$ US/acre (220,8 \$ US/ha) lorsque les valeurs de production de nourriture et de matériel brut ont été supprimées. Ces valeurs sont également légèrement inférieures à nos estimations, mais s'en rapprochent tout de même.

5. ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES DIFFÉRENTES POLITIQUES

Dans la présente partie, nous avons analysé les relations qui existent entre les avantages environnementaux obtenus et les coûts totaux des politiques appliquées dans les deux bassins hydrographiques en question : celui de la rivière Nicolet (Est) et celui de la rivière Little Saskatchewan. Veuillez noter que, dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, les permis échangeables sont uniquement appliqués pour réduire les concentrations de phosphore dans les voies d'eau et non pour créer des habitats. Par ailleurs, les coûts liés à l'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan incluent ceux associés à la création d'habitats étant donné que les PGB visant l'amélioration de la qualité de l'eau contribuent également à la création d'habitats.

5.1. Sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet

En ce qui concerne les coûts totaux de mise en œuvre des politiques dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, les coûts estimés des politiques, qui sont basés sur les paiements gouvernementaux (politiques de paiements annuels, uniques et mixtes), sont bien plus élevés que le coût d'application des politiques fondées sur les instruments économiques. Pour les deux avantages (qualité de l'eau et création d'habitats), les coûts liés à la politique des paiements annuels sont deux fois plus élevés que celle des paiements uniques et cinq fois plus élevé que celle des enchères. En ce qui a trait à la réduction du phosphore, les politiques engendrant les coûts de mise en œuvre les moins importants parmi toutes les politiques examinées sont, respectivement, la politique fondée sur les permis échangeables, la politique fondée sur les enchères, la politique des paiements mixtes, la politique des paiements uniques et la politique des paiements annuels.

TABLEAU 57 : COÛTS TOTAUX DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET (EN MILLION DE DOLLARS)

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables
(en millions de dollars)					
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	1,50	5,25	1,51	0,82	0,62
Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat faunique	0,67	0,61	0,61	0,37	-
Coûts totaux	2,17	5,85	2,11	1,19	-

De plus, dans le cas d'une politique fondée sur les enchères, de la politique des paiements uniques et de celle des paiements mixtes, près des deux tiers des coûts sont consacrés à la réduction de la teneur en phosphore dans les cours d'eau du bassin hydrographique de la rivière Nicolet, alors qu'un seul tiers suffit pour la préservation de l'habitat. Dans le cas de la politique des paiements annuels, 90 % des coûts sont utilisés pour atteindre la réduction de la teneur en phosphore ciblée, et seuls 10 % sont nécessaires pour préserver l'habitat dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

Comme indiqué dans le tableau suivant, la valeur des avantages liés à la création habitats est presque deux fois plus élevée que celle des avantages liés à l'amélioration de la qualité de l'eau. La valeur totale des avantages obtenus en matière d'amélioration de la qualité de l'eau et de création d'habitats dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est estimée à 4,4 millions de dollars pour toutes les politiques, sauf pour la politique fondée sur les enchères, où la valeur des avantages liés à la création d'habitats est légèrement inférieure. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la seule PGB utilisée pour atteindre l'objectif lié à la création d'habitats dans le sous-bassin, à l'aide d'une politique sur les enchères, est la préservation des boisés. La valeur estimée des avantages obtenus par la préservation des boisés est faiblement inférieure à celle des avantages obtenus par la préservation des milieux humides et le retrait de la production des terres inondables. Ces PGB sont utilisées dans le cadre des politiques des paiements gouvernementaux, y compris la préservation des boisés; cependant, seule cette dernière est utilisée pour la création d'habitats à l'aide de la politique fondée sur les enchères. La valeur des avantages liés à la création d'habitats est donc légèrement inférieure dans le cas d'une politique fondée sur les enchères.

TABLEAU 58 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
Valeur des avantages liés à l'amélioration de la qualité de l'eau	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Valeur des avantages liés à la création d'habitats	2,83	2,83	2,83	2,51	-
Valeur totale des avantages	4,40	4,40	4,40	4,08	-

Le Tableau 59 indique la relation entre la valeur des avantages environnementaux obtenus et le coût total des politiques appliquées dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet D'émblée, nous constatons que si l'on considère la valeur totale des avantages environnementaux obtenus à l'aide des diverses PGB, la mise en place de ces politiques est justifiée, sauf pour la politique des paiements annuels, car dans chaque cas, le ratio avantages/coûts est supérieur à 1. La politique des paiements annuels présente une situation dans laquelle la valeur totale des avantages ne représente que 30 % des coûts. Ainsi, lorsqu'on la considère séparément, la politique des paiements annuels visant à améliorer la qualité de l'eau n'est pas rentable.

**TABLEAU 59 : RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE
 NICOLET**

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
Ratio avantages/coûts – eau	1,05	0,30	1,04	1,91	2,53
Ratio avantages/coûts – habitat	4,23	4,68	4,68	6,79	-
Ratio avantages/coûts – eau et habitat	2,03	0,75	2,08	3,43	-

Quant à la création d’habitats, dont la valeur des avantages est nettement supérieure à celle de l’amélioration de la qualité de l’eau, l’analyse révèle que chacune des politiques permet de réaliser des bénéfices nets associés à cet avantage environnemental.

On peut donc conclure que dans le cas du bassin hydrographique de la rivière Nicolet, les instruments économiques enregistrent les meilleurs résultats en matière de ratios avantages/coûts pour chacun des avantages environnementaux, ainsi que pour les deux avantages pris ensemble. Si l’on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l’eau et création d’habitats), la politique fondée sur les enchères enregistre le meilleur ratio avantages/coûts, suivie par celle des paiements mixtes, puis celle des paiements uniques. De toutes les politiques examinées, la politique des paiements annuels semble être la moins rentable. Quant à l’amélioration de la qualité de l’eau, les politiques fondées sur les instruments économiques (permis échangeables et enchères) sont les plus rentables.

5.2. Bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan

En ce qui concerne la mise en œuvre des politiques dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, la politique des paiements annuels engendre le coût total le plus élevé, comparativement à la politique basée sur des instruments économiques, la politique des paiements mixtes et la politique des paiements uniques.

TABLEAU 60 : COÛTS TOTAUX DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	2,82	7,46	0,68	0,40	0,40
Total habitat costs	0,23	0,29	0,32	0,32	0,32
Coûts totaux*	2,82	7,46	0,68	0,40	0,40

*Les coûts totaux équivalent aux coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau. Les coûts de l'accroissement de l'habitat sont compris dans les coûts de l'amélioration de la qualité de l'eau étant donné que la création d'habitats est un avantage connexe des PGB choisies pour l'eau.

De plus, si l'on analyse chaque avantage environnemental, on constate que l'on atteint, avec chaque politique, le même niveau en matière d'avantages liés à l'amélioration de la qualité de l'eau, alors que la valeur pécuniaire des avantages liés à la création d'habitats varie selon la politique utilisée, même si le nombre total d'hectares est identique (voir le Tableau 61). Cela est dû au fait que la politique des paiements annuels et les instruments économiques produisent plus de boisés par l'établissement de zones tampons riveraines, qui est une pratique dont la valeur pécuniaire est plus élevée comparativement à son application en milieu humide.

TABLEAU 61 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES DES POLITIQUES APPLIQUÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
Valeur des avantages liés à l'amélioration de la qualité de l'eau	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Habitat benefits	0,04	0,04	1,03	1,03	1,03
Total benefits	0,53	0,53	1,52	1,52	1,52

Concernant les ratios avantages/coûts, les instruments économiques sont le plus efficaces pour améliorer la qualité de l'eau (voir le tableau ci-dessous), ce qui est notamment le cas pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création d'habitats), la politique fondée sur les enchères enregistre le meilleur ratio avantages/coûts, suivie par celle des permis échangeables, celles des paiements mixtes, puis, bien plus loin, celles des paiements uniques et des paiements annuels. Une fois encore, de toutes les politiques examinées, la politique des paiements annuels semble être la moins rentable.

TABLEAU 62 : RATIOS AVANTAGES/COÛTS POUR LE BASSIN DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
Ratio avantages/coûts – eau	0,17	0,07	0,72	1,24	1,23
Ratio avantages/coûts – habitat	0,16	0,12	3,27	3,25	3,21
Benefit-cost ratio – water & habitat	0,19	0,07	2,24	3,85	3,81

Les ratios avantages/coûts des politiques des paiements annuels appliquées dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan sont inférieurs à ceux des politiques appliquées dans le bassin de la rivière Nicolet, bien qu'ils soient relativement similaires à ceux des autres politiques. Les ratios moins élevés sont principalement dus à la valeur pécuniaire plus faible des avantages. Les ratios avantages/coûts de la politique des paiements mixtes et des instruments économiques restent presque les mêmes malgré la valeur moins élevée des avantages, car les coûts de ces politiques sont également inférieurs. La valeur pécuniaire moins élevée de l'amélioration de la qualité de l'eau s'explique par le fait que la population du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est moins importante que celle du bassin hydrographique de la rivière Nicolet. L'évaluation dépend de la volonté des gens à payer; par conséquent, une population moins élevée implique une disposition moindre à payer. La valeur inférieure découlant de la création d'habitats s'explique par un objectif moins élevé en matière d'habitats (550 ha dans le bassin de la rivière Little Saskatchewan contre 1 625 ha dans le bassin de la rivière Nicolet) et par une valeur inférieure par hectare (en raison du revenu moindre et de la présence de cuvettes dans le cas des milieux humides).

Quant au bassin hydrographique de la rivière Nicolet, on peut également conclure que les politiques basées sur les instruments économiques (permis échangeables et enchères) sont les plus rentables de toutes les politiques examinées, alors que les paiements gouvernementaux semblent être le moins rentable.

6. EXTRAPOLATION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE COÛTS-AVANTAGES À L'ENSEMBLE DU CANADA

Dans le but de généraliser les conclusions de la présente étude à l'ensemble du Canada, nous avons tenté d'extrapoler les coûts totaux des politiques pris en charge par l'État ainsi que la valeur des avantages environnementaux potentiels. Plus précisément, les coûts et les avantages estimés pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet sont convertis à l'échelle du Centre et de l'Est du Canada (Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve-et-Labrador); quant à ceux du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, ils sont convertis à l'échelle de l'Ouest du Canada (Colombie-Britannique, Alberta, Manitoba et Saskatchewan). Cela dit, il faut faire preuve de réserve quant à l'interprétation de ces résultats, car les données nécessaires pour une extrapolation détaillée n'étaient pas disponibles pendant la courte période accordée pour la réalisation de la présente étude.

6.1. Extrapolation des coûts

Les coûts totaux pris en charge par l'État relativement aux politiques examinées sont convertis à l'échelle de l'ensemble des bassins hydrographiques agricoles des deux régions pour toutes les PGB. Idéalement, les PGB ayant une incidence sur la qualité de l'eau ne devraient être extrapolées qu'à l'échelle des bassins hydrographiques agricoles qui ont des problèmes de phosphore, mais vu l'absence de ce type de données dans les délais impartis, nous avons dû utiliser une échelle plus grande, soit celle de tous les bassins hydrographiques agricoles. Il en ressort que les coûts totaux sont surestimés.

En fait, nous commençons d'abord par convertir les paiements que les producteurs agricoles reçoivent pour adopter les PGB cibles; ensuite, nous appliquons le pourcentage du coût de transaction pris en charge par l'État en vue d'estimer les coûts totaux à la charge de ce dernier. Pour toutes les PGB, nous appliquons les paiements unitaires par kg de phosphore, ainsi que le coefficient de rétention du phosphore de la Nation Sud et la superficie totale des terres cultivées ou d'épandage de fumier. Les taux d'adoption cibles en matière de PGB concernant la qualité de l'eau sont les mêmes que ceux utilisés à l'échelle du bassin hydrographique. Il en découle que nous avons implicitement supposé que le niveau de phosphore cible est atteint à l'échelle des deux régions, dès lors que ces deux taux d'adoption sont également atteints. Par ailleurs, l'objectif pour l'habitat est réévalué à l'échelle des deux régions, car il est déterminé en fonction du nombre d'hectares. Les calculs détaillés sont présentés dans l'Annexe 27, à la suite des paiements uniques du Centre et de l'Est du Canada.

Plusieurs sources de données sont utilisées pour la conversion des coûts à une échelle supérieure :

- 1) Pour les PGB qui visent l'amélioration de la qualité de l'eau, nous avons utilisé les données relatives aux superficies des terres cultivées dans les bassins hydrographiques agricoles, soit les bassins hydrographiques dont plus de 5 % de la superficie est constituée de terres agricoles. Ces données proviennent du Bureau des politiques agroenvironnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- 2) Pour les PGB de l'entreposage du fumier, nous avons utilisé les données du Recensement de l'agriculture de 2006 concernant le nombre de bovins dans l'Ouest du Canada.
- 3) En ce qui concerne les PGB qui profitent aux milieux humides de l'Est du Canada, nous avons utilisé des données relatives à la superficie des milieux humides dans les bassins hydrographiques agricoles. Ces données proviennent, elles aussi, du Bureau des politiques agroenvironnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- 4) Enfin, pour les PGB qui profitent aux boisés du Centre et de l'Est du Canada, nous avons utilisé des données relatives à la superficie des forêts dans les régions agricoles du Québec. Nous avons calculé le pourcentage des forêts préservées dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet; ensuite, nous avons appliqué ce pourcentage de la superficie des forêts du Québec (dans les régions agricoles seulement), avant d'ajuster la superficie des forêts protégées dans chaque province en fonction de la superficie totale de cette dernière.

L'Annexe 27 résume de façon détaillée la procédure de conversion des paiements à une échelle supérieure par politique et par PGB. L'extrapolation est directe : nous multiplions le paiement par unité de phosphore par la quantité totale de phosphore éliminée dans tous bassins hydrographiques agricoles, puis par le taux d'adoption visé. Les résultats sont présentés dans le Tableau 63. Dans le Centre et l'Est du Canada, les paiements annuels, d'un montant total de 1 334 millions de dollars, demeurent les plus élevés. Le classement général ne change pas non plus : pour réaliser les objectifs environnementaux, les mécanismes économiques restent les instruments les moins chers (762 millions de dollars pour les enchères), suivis des paiements mixtes : uniques et annuels; (898 millions de dollars) puis, les paiements uniques (898 millions de dollars) et enfin des paiements annuels. Ce classement est le même pour l'Ouest du Canada ainsi que pour l'ensemble du pays. Dans l'Ouest, les mécanismes économiques restent les instruments les moins chers (107 millions de dollars pour les permis échangeables), suivis des paiements mixtes : uniques et annuels (180 millions de dollars); puis, des paiements uniques (485 millions de dollars) et enfin des paiements annuels (1 175 millions de dollars).

TABLEAU 63 : PAIEMENTS CUMULATIFS POUR LE CANADA

Centre et Est du Canada (en millions de dollars)

	Paiements uniques	Paiements annuels	Politique de paiements mixtes	Enchères	Permis échangeables
Qualité de l'eau	613	1 049	613	418	314
Habitat	285	285	285	343	-
Total	898	1 334	898	762	314

Ouest du Canada (en millions de dollars)

	Paiements uniques	Paiements annuels	Politique de paiements mixtes	Enchères	Permis échangeables
Qualité de l'eau	485	1 175	180	119	107
Habitat	38	48	54	54	48
Total*	485	1 175	180	119	107

Canada (en millions de dollars)

Qualité de l'eau	1 098	2 224	793	537	421
Habitat	323	333	339	397	48
Total	1 421	2 557	1 132	934	469

*Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat faunique. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat faunique qui ne soit pas prise en compte lors du calcul des coûts de l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux coûts d'amélioration de la qualité de l'eau.

Le Tableau 64 résume les coûts totaux pris en charge par l'État, répartis par objectif environnemental (qualité de l'eau et habitat), pour toutes les politiques dans les deux régions à l'étude. Ces coûts montrent que dans les deux régions, ainsi que dans l'ensemble du Canada, le coût de mise en œuvre des politiques en fonction de paiements alloués par le gouvernement est nettement supérieur à celui de la mise en œuvre des politiques fondées sur les instruments économiques. De plus, les efforts nécessaires pour atteindre le niveau ciblé en matière de qualité de l'eau sont nettement supérieurs aux efforts requis pour la préservation de l'habitat. Ces résultats confirment ceux obtenus à l'échelle du bassin hydrographique.

TABLEAU 64 : COÛTS TOTAUX CUMULATIFS PRIS EN CHARGE PAR L'ÉTAT POUR LE CANADA

	Paiements uniques		Paiements annuels		Paiements mixtes (uniques et annuels)		Enchères		Permis échangeables (pour le phosphore uniquement) (en millions de dollars)	
	(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)	
	Centre et Est du Canada	Ouest du Canada	Centre et Est du Canada	Ouest du Canada	Centre et Est du Canada	Ouest du Canada	Centre et Est du Canada	Ouest du Canada	Centre et Est du Canada	Ouest du Canada
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	677	536	1 166	1 306	687	202	477	136	358	123
Total habitat costs	315	43	317	54	319	61	391	62	-	56
Total costs⁸⁴	992	536	1 483	1 306	1 006	202	868	136	358	123
	1 528		2 789		1 208		1 004		481	

6.2. Extrapolation des avantages

Lors de la conversion des avantages à une échelle supérieure, nous suivons exactement les mêmes étapes que celles de l'estimation de la valeur pécuniaire des avantages à l'échelle des deux bassins hydrographiques. Plus précisément, nous utilisons les méta-modèles élaborés par Thomassin et Johnston (2008) et Borisova-Kidder (2006) (présentés dans les annexes 23, 24 et 25) pour estimer les avantages liés à la qualité de l'eau, aux milieux humides et aux boisés à l'échelle de chaque province et nous faisons la somme des résultats pour chaque province pour obtenir les estimations pour les deux régions. La majorité des variables gardent la même valeur que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, à l'exception des variables représentant le revenu, le nombre de ménages, la superficie des boisés et des milieux humides préservés, ainsi que la proportion des milieux humides dans la province.

⁸⁴ Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat faunique. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat faunique qui ne soit pas prise en compte lors du calcul des coûts de l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux coûts d'amélioration de la qualité de l'eau.

Qualité de l'eau

Dans le cas des avantages en matière de qualité de l'eau, nous considérons que tous les ménages d'une province, non seulement ceux résidant à proximité des bassins hydrographiques ayant des problèmes de phosphore, apprécient l'amélioration de la qualité de l'eau de ces bassins. Afin d'évaluer la valeur pécuniaire des avantages liés à la réduction du phosphore, toutes les données restent les mêmes que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, sauf pour ce qui suit :

- 1) La valeur du revenu et celle du revenu médian brut du ménage dans chaque province. Les données proviennent du Recensement de la population effectué par Statistique Canada en 2006 (Tableau 111-0009). Elles ont été converties en dollars américains, selon le taux de change de l'année 2002.
- 2) La volonté de payer par ménage est multipliée par le nombre total des ménages de la province (Recensement de la population de 2006)

Milieux humides

Afin d'évaluer la valeur pécuniaire des avantages liés à la préservation des milieux humides, toutes les données restent les mêmes que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, sauf pour ce qui suit :

- 1) La valeur du revenu et celle du revenu médian brut du ménage dans chaque province. Les données proviennent du Recensement de la population effectué par Statistique Canada en 2006 (Tableau 111-0009). Elles ont été converties en dollars américains, selon le taux de change de l'année 2003.
- 2) La variable appelée « Proportion des milieux humides dans la région » reçoit la valeur relative à l'ensemble des bassins hydrographiques de la province. Ces données proviennent du Bureau des politiques agroenvironnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- 3) Enfin, pour calculer la valeur de la variable appelée « Milieux humides préservés (ln) » (superficie en acres des milieux humides préservés - ln), nous calculons pour chacun des deux bassins hydrographiques le pourcentage de milieux humides préservés par rapport à l'ensemble des milieux humides du bassin hydrographique. Ensuite, nous considérons que ce pourcentage est représentatif de toutes les provinces de la région en question et nous l'appliquons à la superficie

des milieux humides des bassins hydrographiques agricoles, afin d'obtenir la superficie des milieux humides à préserver à l'échelle de chaque province. Les calculs détaillés sont présentés dans l'Annexe 27 à la suite des paiements uniques du Centre et de l'Est du Canada.

Boisés/habitats terrestres

Afin d'évaluer la valeur pécuniaire des avantages liés à la préservation des boisés, toutes les données restent les mêmes que celles utilisées à l'échelle du bassin hydrographique ayant fait l'objet de la présente étude, sauf pour la variable appelée « Milieux humides préservés (ln) » (superficie en acres des milieux humides préservés - ln). Quant à la préservation des milieux humides, 1) nous calculons pour chacun des deux bassins hydrographiques le pourcentage de milieux humides préservés par rapport à l'ensemble des boisés du bassin hydrographique. Cependant, comme nous ne disposons pas, dans les délais impartis, des données relatives à la superficie des forêts dans les bassins hydrographiques agricoles des deux régions, nous n'avons appliqué ce pourcentage qu'aux provinces du Québec et du Manitoba, respectivement pour 2) calculer la superficie des boisés préservés dans ces provinces, en appliquant les pourcentages aux forêts du Québec ou du Manitoba dans les régions agricoles; ensuite, 3) nous avons ajusté le résultat aux autres provinces en fonction de leur territoire par rapport au Québec ou au Manitoba. Les calculs détaillés sont présentés dans l'Annexe 27, à la suite des paiements uniques du Centre et de l'Est du Canada.

Résultats

Les résultats de la conversion des avantages à une échelle supérieure sont présentés dans le Tableau 65. Les avantages sont estimés à l'échelle de chaque province, puis cumulés pour les deux régions.

Dans le Centre et l'Est du Canada, l'avantage concernant l'habitat diffère quand il s'agit d'enchères, car la composition de l'environnement lié à cet objectif est aussi différente. Plus précisément, l'objectif concernant l'habitat tient compte des milieux humides et des boisés, quand il s'agit de paiements uniques, de paiements annuels et de paiements mixtes. En revanche, dans le cas des enchères, on ne prend en considération que les boisés. Pour l'Ouest du Canada, la composition de l'environnement visé par l'objectif concernant l'habitat change également en fonction de la politique appliquée : les paiements uniques et annuels s'appliquent aux milieux humides, et toutes les autres politiques font références aux boisés. Alors que la composition de l'environnement concerné par l'objectif en matière d'habitat diffère d'une politique à l'autre dans les deux régions, la superficie reste constante afin de maintenir le même niveau de préservation de l'habitat.

Dans le Centre et l'Est du Canada, la valeur des avantages liés à la qualité de l'eau (632 millions de dollars) est nettement supérieure à celle enregistrée dans l'Ouest du Canada (273 millions de dollars). La différence s'explique par le nombre total des ménages, qui est nettement plus grand dans l'Est que dans l'Ouest. La valeur de la préservation de l'habitat est aussi plus grande dans l'Est (2 452 ou 3 257 millions de dollars) que dans l'Ouest (17 ou 257 millions de dollars), car l'objectif en matière d'habitat est nettement plus élevé dans l'Est que dans l'Ouest (1 615 ha contre 500 ha) et parce que la valeur d'une unité d'habitat dans l'Est est supérieure à celle d'une unité d'habitat dans l'Ouest. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus à l'échelle du bassin hydrographique.

**TABLEAU 65 : VALEURS CUMULATIVES DES AVANTAGES POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA
 AINSI QUE POUR L'OUEST DU CANADA**

	Centre et Est du Canada	Ouest du Canada
	(en millions de dollars)	
	Pour les paiements uniques, annuels et mixtes	Pour les paiements uniques et annuels
Qualité de l'eau	632	273
Habitat (milieux humides)	404	17
Habitat (boisés)	2 048	-
Total	3 086	289
	Pour les enchères	Pour les paiements mixtes, les enchères et les permis échangeables
Qualité de l'eau	632	273
Habitat (boisés)	3 257	257
Total	3 890	530
	Pour les permis échangeables	
Qualité de l'eau	632	-
Total	632	

6.3. Analyse coûts-avantages des différentes politiques

Les conclusions tirées de l'analyse coûts-avantages relativement aux deux régions cumulées sont très proches de celles tirées à partir des estimations relatives aux bassins hydrographiques.

Le Tableau 66 indique la relation entre la valeur des avantages environnementaux obtenus et le coût total des politiques appliquées au Centre et à l'Est du Canada. Si l'on considère la valeur totale des avantages environnementaux obtenus à l'aide des diverses PGB, la mise en place de toutes ces politiques est justifiée car, dans chaque cas, le ratio avantages/coûts est nettement supérieur à 1. Ce résultat correspond à celui obtenu à l'échelle du bassin hydrographique, sauf pour la politique des paiements annuels, dont le ratio est inférieur à celui relatif au sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet. Cela est dû à l'augmentation du ratio avantages/coûts pour l'habitat au Centre et à l'Est du Canada.

**TABLEAU 66 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES, COÛTS TOTAUX ET RATIOS AVANTAGES/COÛTS
 POUR LE CENTRE ET L'EST DU CANADA**

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables (pour le phosphore uniquement)
(en millions de dollars)					
(A) Valeur des avantages concernant la qualité de l'eau	633	633	633	633	633
(B) Valeur des avantages concernant l'habitat	2 453	2 453	2 453	3 257	-
(C) Valeur totale des avantages (A+B)	3 086	3 086	3 086	3 890	-
(en millions de dollars)					
(D) Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	677	1 166	687	477	358
(E) Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat	315	317	319	391	-
(F) Coûts totaux (D+E)	992	1 483	1 006	868	-
(G) Ratio avantages/coûts - Eau (A/D)	0,93	0,54	0,92	1,33	1,77
(H) Ratio avantages/coûts - Habitat (B/E)	7,79	7,74	7,69	8,33	-
(I) Ratio avantages/coûts - Eau et habitat (C/F)	3,11	2,08	3,07	4,48	-

Cependant, la vision change en fonction du type d'avantage obtenu. Ainsi, en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de l'eau, seuls les instruments économiques génèrent des bénéfices nets (1,33 pour les enchères et 1,77 pour les permis échangeables). Les ratios avantages/coûts des paiements uniques, mixtes et annuels sont inférieurs à 1, mais ils sont toutefois très proches dans le cas des deux premières politiques (0,93 et 0,92 respectivement). Par conséquent, lorsqu'on les considère séparément, ces trois politiques ne sont pas rentables sur le plan social quand elles ne visent que l'amélioration de la qualité de l'eau. Ce résultat est différent de celui qu'on obtient à l'échelle du bassin hydrographique et qui révèle que seuls les paiements annuels ne sont pas acceptables sur le plan social. Par ailleurs, les ratios des paiements uniques et mixtes dépassent légèrement 1, à l'échelle du bassin hydrographique (1,05 et 1,04 respectivement), ce qui signifie qu'ils sont très proches de ceux obtenus pour le Centre et l'Est du Canada.

Quant à la création d'habitats, dont la valeur des avantages est nettement supérieure à celle de l'amélioration de la qualité de l'eau, des bénéfices nets sont réalisés avec chaque politique analysée pour cet avantage environnemental.

La politique des permis échangeables enregistre les meilleurs résultats en ce qui concerne les ratios avantages/coûts associés à l'amélioration de la qualité de l'eau. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création d'habitats), la politique fondée sur les enchères enregistre le meilleur ratio avantages/coûts, suivie par la politique des paiements uniques, puis par celle des paiements mixtes et, enfin, celle des paiements annuels qui a le plus bas ratio avantages/coûts de toutes les politiques examinées (2,08). Ce classement est presque identique à celui établi pour le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

Les ratios avantages/coûts pour l'Ouest du Canada sont résumés dans le Tableau 67. Quant au Centre et à l'Est du Canada, les instruments économiques enregistrent les meilleurs résultats en matière de ratios avantages/coûts pour la qualité de l'eau et l'habitat, pris séparément ou ensemble. Si l'on prend en considération les deux avantages (amélioration de la qualité de l'eau et création d'habitats), la politique des permis échangeables enregistre le meilleur ratio avantages/coûts (4,33), suivie par celle des enchères (3,89), puis par celle des paiements mixtes (2,62) et, enfin, par celle des paiements uniques (0,54). De toutes les politiques examinées, la politique des paiements annuels a le plus bas ratio avantages/coûts (0,22). Tous ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans le cas de la rivière Little Saskatchewan.

**TABLEAU 67 : VALEUR TOTALE DES AVANTAGES, COÛTS TOTAUX ET RATIOS AVANTAGES/COÛTS
 POUR L'OUEST DU CANADA**

	Paiements uniques	Paiements annuels	Paiements mixtes (uniques et annuels)	Enchères	Permis échangeables
(en millions de dollars)					
(A) Valeur des avantages concernant la qualité de l'eau	273	273	273	273	273
(B) Valeur des avantages concernant l'habitat	17	17	257	257	257
(C) Valeur totale des avantages (A+B)	289	289	530	530	530
(en millions de dollars)					
(D) Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	536	1 306	202	136	123
(E) Coûts totaux de l'accroissement de l'habitat	43	54	61	62	56
(F) Coûts totaux (D)*	536	1 306	202	136	123
(G) Benefit-cost ratio - water (A/D)	0,51	0,21	1,35	2,00	2,23
(H) Ratio avantages/coûts - Habitat (B/E)	0,39	0,31	4,23	4,16	4,62
(I) Ratio avantages/coûts - Eau et habitat (C/F)	0,54	0,22	2,62	3,89	4,33

*Dans le cas de l'Ouest du Canada, certaines PGB qui ont une incidence sur la qualité de l'eau contribuent également à l'accroissement de l'habitat faunique. Par ailleurs, il n'existe aucune PGB propre à l'habitat faunique qui ne soit pas prise en compte lors du calcul des coûts de l'amélioration de la qualité de l'eau. C'est pour cela que les paiements totaux sont égaux aux coûts d'amélioration de la qualité de l'eau.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le principal objectif de cette étude est de fournir une analyse comparative des coûts et avantages des différentes politiques visant à produire des biens et des services écologiques (BSE) à l'aide des pratiques de gestion bénéfiques (PGB). Les PGB étudiées dans ce rapport comprennent les zones tampons riveraines boisées et herbeuses, les cultures couvre-sol d'hiver, le travail de conservation du sol, la conversion des terres agricoles marginales en terres humides, le retrait de la production des terres inondables, la préservation des milieux humides et des forêts actuels et l'entreposage du fumier. Voici les propositions de politiques qui ont été analysées : les paiements annuels, les paiements uniques, les enchères inversées et l'échange de crédits de qualité de l'eau. Le coût de mise en œuvre de ces politiques a donc été calculé, et les BSE produits ont été examinés de sorte à atteindre l'objectif suivant : procéder à une analyse coûts-avantages des différentes politiques.

Plus précisément, l'étude a permis de quantifier les coûts que le producteur encourt lorsqu'il adopte certaines pratiques, proposer un échéancier de paiement pour les compenser et estimer les frais à la charge de l'État. Les programmes sont élaborés en vue d'atteindre un niveau précis relativement aux deux avantages environnementaux qui sont les suivants : réduire la teneur en phosphore des eaux de surface et préserver ou accroître l'habitat faunique. La présente analyse, dont les résultats ont été cumulés à l'échelle provinciale et nationale, traite de deux bassins hydrographiques, le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (Est) au Québec et le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, au Manitoba. La valeur des avantages découlant de l'adoption des PGB, calculée selon la méthode de « transfert des avantages », est exprimée en dollars. Pour calculer le ratio avantages/coûts, on compare les coûts totaux pris en charge par l'État de chaque politique aux bénéfices qu'elle génère. Veuillez noter que les résultats chiffrés de cette analyse de rentabilité doivent être interprétés avec prudence, en raison de la variabilité des données primaires.

Avant de passer aux résultats de notre étude, il nous faut d'abord présenter certains renseignements généraux. Premièrement, le type de politique a une incidence sur ses coûts. L'ensemble des PGB choisies est déterminant pour l'efficacité de la politique en ce qui concerne les BSE qui en découlent et leur coût. De plus, certaines pratiques sont plus rentables que d'autres pour ce qui est de la réalisation des objectifs environnementaux.

Deuxièmement, la distinction entre les politiques des paiements uniques et celles des paiements annuels est arbitraire, car théoriquement, un paiement annuel peut toujours être converti en un paiement unique et vice-versa. Ainsi, pour un taux d'adoption donné, ce n'est pas le type de paiement qui fait la différence

entre deux programmes, mais plutôt l'ensemble des PGB choisies. Dans le cas du Québec, par exemple, la différence de coût entre la politique des paiements uniques et celle des paiements annuels découle du choix des PGB et de leur efficacité, non pas de l'efficacité de l'une ou l'autre politique de paiement en tant que telle.

Les résultats montrent qu'un programme axé sur l'amélioration de la qualité de l'eau, par la réduction des charges en polluants phosphorés dans l'eau aux niveaux recommandés, à partir des sources agricoles dans tout le Canada, coûterait entre près de 500 millions et 2,5 milliards de dollars, s'il est mis en œuvre par l'intermédiaire d'une politique des paiements annuels. Les avantages offerts aux populations locales ont une valeur estimée à 900 millions de dollars.

Un programme visant à accroître l'habitat faunique et à réduire la teneur de l'eau en phosphore pour la ramener aux niveaux visés à l'échelle nationale pourrait offrir aux habitants des régions touchées des avantages publics d'une valeur estimée entre 3,3 milliards et 3,9 milliards de dollars, notamment des loisirs plus agréables, une meilleure qualité de l'eau potable, la protection contre les inondations, un environnement plus attirant esthétiquement et d'autres avantages publics. Cette initiative coûterait entre 1 milliard et 2,8 milliards de dollars.

Veillez noter que l'échange de crédits de qualité de l'eau ne peut être comparé à ces options, car on ne peut y recourir directement pour l'accroissement de l'habitat faunique.

Pour ce qui est des politiques, les résultats obtenus sont conformes aux théories économiques et à la documentation. Certes, les politiques fondées sur les instruments économiques (enchères et systèmes de permis échangeables) sont plus efficaces. Le gouvernement peut en tirer un meilleur avantage que dans le cas des politiques des paiements directs, qui présentent un décalage entre l'information dont disposent les décideurs de la fonction publique et les préférences des producteurs, ainsi que les coûts qu'ils encourent et les occasions dont ils disposent (connaissances technologiques) (Godard, 2006). De plus, selon Stoneham et al. (2007), concernant l'expérience australienne, les instruments économiques (enchères, systèmes de permis échangeables, etc.) créent l'environnement économique qui permet aux producteurs agricoles de faire le meilleur choix concernant la production des biens et la création de biens et services écologiques.

Cela dit, les mécanismes économiques engendrent des coûts de transaction à la charge de l'État plus élevés. Quant aux enchères, les problèmes liés au manque d'information sont résolus puisque les décideurs informent les producteurs des incidences des PGB sur l'environnement; et les producteurs, par le biais de leurs offres, révèlent aux décideurs les coûts nécessaires à la mise en œuvre de ces pratiques. Les enchères rendent possible la réduction des coûts, car la concurrence pour obtenir des fonds fait que les

producteurs qui prennent part au programme proposent des prix aussi proches que possible des coûts réels qu'ils ont encourus, au lieu d'essayer d'obtenir le plus important paiement possible (Eigenraam et al., 2005). Cependant, on peut s'attendre à une hausse des coûts de transaction pris en charge par l'État, notamment à cause des exigences spécifiques liées à l'établissement d'un système d'enchères telles que : préparer des diagnostics environnementaux particuliers pour les parcelles de terre ou les ensembles de parcelles concernés (approche australienne) ou se servir d'indices des avantages pour l'environnement [approche utilisée dans le *Conservation Reserve Program* (CRP) des États-Unis].

Les systèmes des permis échangeables ne s'appliquent pas de manière universelle et ils nécessitent que certaines conditions soient réunies pour qu'on puisse les mettre en œuvre. Ils ne s'appliquent qu'aux contaminants régis par des normes soumises à des autorisations légales. On ne peut facilement tenir compte des PGB concernant la biodiversité (milieux humides⁸⁵ et couverture forestière), dans un système de permis échangeables. De plus, pour atteindre un niveau déterminé des BSE qui en découlent, ce système nécessite moins de ressources gouvernementales que les autres politiques, puisqu'une partie des paiements viendraient du secteur privé (sources ponctuelles).

Les coûts de transaction sont aussi plus élevés dans le cas des politiques de paiements directs, car il y a un intermédiaire de plus à l'échelle du bassin hydrographique pour l'émission des permis. L'amortissement des coûts de mise en œuvre du système doit aussi être pris en compte, ce qui complique les choses par rapport au système de subventions classique. Les coûts de mise en œuvre peuvent être imputés : 1) aux ajustements institutionnels et juridiques nécessaires pour le fonctionnement du système; 2) aux mécanismes opérationnels requis et 3) à l'acceptabilité du système sur le plan social. Toutefois, la réalisation des objectifs, et par conséquent des avantages, dépend de la croissance des sources ponctuelles dans le bassin hydrographique. Ainsi, une politique ne peut vraisemblablement pas se fonder exclusivement sur la mise en œuvre d'un système de permis échangeables en vue d'atteindre un objectif donné, si un calendrier est adopté. Ce système doit être intégré à d'autres mécanismes qui offrent des paiements pour la mise en œuvre des PGB. On pourra ainsi le concevoir comme mécanisme complémentaire.

⇒ La présente analyse permet, en outre, de parvenir aux conclusions et aux recommandations suivantes :

- L'élaboration de programmes influencera les décisions du producteur quant aux pratiques à mettre en œuvre pour l'obtention d'avantages environnementaux. Le producteur

⁸⁵ La *U.S. wetland banking* (mise en réserve de milieux humides américains) est un exemple d'utilisation de permis échangeables pour la création de milieux humides.

n'acceptera de mettre en application les pratiques que si la politique le dédommage des coûts de renonciation.

- Le coût des différentes politiques dépend des PGB choisies, des régions où la politique est appliquée, de l'échelle géographique (échelle de bassin hydrographique), des mécanismes de sélection (enchères, permis échangeables, etc.), ainsi que des montants payés.
- L'une des options de réduction des coûts des politiques consiste à orienter les producteurs vers des pratiques qu'ils pourraient mettre en œuvre. Plus précisément :
 - ⇒ Les PGB les plus efficaces devraient être recommandées en premier, jusqu'à ce que les objectifs environnementaux soient atteints.
 - ⇒ On devrait déterminer des mesures incitatives propres à des pratiques particulières en fonction de leur performance environnementale.
 - ⇒ Dans le cas des pratiques qui contribuent à la réalisation de plusieurs BSE en même temps, il faut déterminer la valeur de chaque avantage environnemental visé.
 - ⇒ Cela dit, ces solutions présentent plusieurs inconvénients :
 - Un manque d'information sur les problèmes non résolus.
 - C'est un système très normatif qui se base sur la mise en œuvre d'une pratique au détriment d'une autre. Cela peut nuire à l'innovation technologique, parce que si les règlements sont trop détaillés, il pourrait être impossible d'atteindre les objectifs à l'aide d'une variété de moyens. Certes, les innovations technologiques permettent d'atteindre, et même de dépasser, les objectifs environnementaux à des coûts moindres, surtout lorsqu'on recourt à certains moyens inconnus au moment même de la mise en œuvre de la politique.
- Enfin, il est important d'adapter les objectifs environnementaux et les PGB au contexte réel (juridique, hydrologique, agricole, etc.). De plus, les programmes devraient être axés sur la réalisation des objectifs environnementaux à l'échelle du bassin hydrographique.

TRAVAUX FUTURS

Les PGB spécifiques sélectionnées pour la mise en œuvre des politiques peuvent influencer sur le coût de ces dernières. Parmi les neuf modèles de scénario présentés dans cette étude, sept ont démontré l'apport d'un bénéfice net à la société. Les deux scénarios qui n'ont montré aucun bénéfice net (paiements uniques et annuels pour l'Ouest du Canada) présentaient un taux d'adoption élevé relativement aux milieux humides. On a constaté que les milieux humides constituent l'une des PGB les plus coûteuses pour réaliser une réduction de la charge en polluants phosphorés, bien qu'elles aient des avantages connexes importants non modélisés. Les milieux humides n'ont pas été inclus dans les autres scénarios relatifs à l'Ouest du Canada. La modification des portefeuilles de PGB de chaque politique entraînerait des ratios avantages/coûts différents. L'un des futurs domaines de recherche sera l'optimisation des portefeuilles de PGB de sorte que seules les PGB les plus efficaces soient prises en compte. Cette démarche sera particulièrement pertinente en ce qui a trait aux politiques de paiements uniques et de paiements annuels. Concernant les politiques axées sur le marché, l'optimisation des portefeuilles sera effectuée par l'intermédiaire du marché.

Compte tenu des répercussions que peuvent avoir des PGB particulières sur le coût d'une politique, il est nécessaire d'examiner de plus près la valeur des avantages environnementaux découlant des PGB. Estimer la valeur en dollars des avantages résultant des PGB constitue un défi. L'évaluation environnementale est un domaine en évolution, et alors que plusieurs méthodes d'évaluation existent, estimer la valeur en dollars des avantages supplémentaires, comme ceux obtenus grâce aux PGB, reste un défi. Dans la présente étude, on a utilisé deux méthodes qui sont toutes les deux fondées sur la volonté des gens à payer pour les améliorations environnementales. Bien qu'il s'avère efficace de démontrer la volonté des gens à payer pour les améliorations environnementales, il n'en demeure pas moins difficile d'évaluer les changements supplémentaires mineurs qui ne sont peut-être pas perceptibles. C'est la raison pour laquelle on doit intensifier la recherche sur les besoins d'évaluation afin d'établir des calculs des ratios avantages/coûts plus fiables. L'objectif de cette recherche serait de définir des méthodes d'évaluation relativement aux paramètres environnementaux (p. ex.. le phosphore).

Cette simulation a été effectuée pour les deux sous-bassins hydrographiques. La zone à l'étude pourrait être élargie en vue de déterminer la façon dont les divers facteurs pourraient être appliqués à l'échelle régionale. Cela pourrait impliquer de définir les zones prioritaires et visées qui présentent un besoin d'amélioration, sinon où les améliorations sont plus rentables. L'étude d'une zone élargie permettrait également au modèle de tirer parti des économies d'échelle afin de réduire les coûts de transaction.

Dans cette étude, nous avons examiné cinq scénarios de politiques d'incitation relatives aux BSE. Toutes les politiques ont pour but d'inciter les producteurs à adopter volontairement des PGB. Il serait intéressant de comparer les politiques incitatives liées aux PGB avec d'autres mesures, telles que la réglementation ou l'exécution, ou des questions plus larges concernant les politiques, comme la libéralisation du commerce et les offices de commercialisation. Tous ces facteurs influent sur les cultures qu'un producteur décide de produire ainsi que sur les méthodes et les pratiques qu'il utilise pour la production.

Les politiques mises en œuvre par les gouvernements pour s'adapter au changement climatique mondial et l'atténuer auront d'importantes répercussions sur l'agriculture. L'analyse des répercussions du changement climatique, les politiques d'adaptation ainsi que leur incidence sur la prestation de BSE par les agriculteurs constitueront des domaines d'étude importants.

REFERENCES

- AAFC (2004). *Summary of Resources and Land Use Issues Related to Riparian Areas in the Little Saskatchewan River Watershed Study Area*. Agriculture and Agri-Food Canada - Prairie Farm Rehabilitation Administration, Winnipeg.
- AAFC (2005). News Release: *Environmental Farm Planning Under Way in Manitoba*, News Release dated June 9, 2005. Available on-line at the following address: www.agr.gc.ca/cb/index_e.php?s1=n&s2=2005&page=n50609c
- AAFC (2006). *Advancing Canadian Agriculture and Agri-Food (ACAAF) Program, EG&S*. Available on-line at the following address: http://www.agr.gc.ca/acaaf/egs/egsmain_e.html
- Auditor General of Quebec. (2008) *Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2007-2008*. Volume II: Report from the Sustainable Development Commissioner. Quebec City. Available on-line at the following address: <http://www.vgq.qc.ca/publications/rapp20072008/Rapport2007-2008-T2.pdf>
- Alberta Agriculture and Rural Development (2008). *A Primer on Water Quality: Impact of Livestock Production Practices on Water Quality*. Available on-line at the following address: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/wat3349](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/wat3349)
- Alternative Land Use Services (ALUS) (2006). *National Update*. Available on-line at the following address: http://www.kap.mb.ca/alus/national_update_nov06.pdf
- Bingham T.H., Bondelid T.R., Depro B.M., Figueroa R.C., Hauber A.B., Unger S.J. and Houtven G.L.V. (2000). *A Benefits Assessment of Water Pollution Control Programs since 1972: Part 1, The Benefits of Point Source Controls for Conventional Pollutants in Rivers and Streams*. Research Triangle Park (NC), Research Triangle Institute, 111 p.
- BPR (2005). *Suivi 2003 du Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec*. Final report presented to the Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), the Union des producteurs agricoles (UPA) and Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), 134 p.
- Bonnieux F., Rainelli P. (2003). *La technique des transferts dans l'évaluation des biens non marchands : une application*. Revue d'économie régionale et urbaine, 2, pp. 187- 208.
- Borisova-Kidder A. (2006). *Meta-analytical estimates of values of environmental services enhanced by government agricultural conservation programs*. Dissertation presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University. Available on-line at the following address: <http://www.ohiolink.edu/etd/send-pdf.cgi?osu1141755971>.
- Brouwer, R. (2000). *Environmental value transfer: state of the art and future prospects*. Ecological economics, 32: 137-152.
- Calbick K.S., Gunton T.I. and Day J.C. (2004). *Watershed Resources Planning and Management: Lessons Learned from Comparative Case Studies*, in *Canadian Perspectives on Integrated Water Resources Management*, Shrubsole D, ed., pp. 33-55.
- CDAQ – MAPAQ (2005). *Cultiver les profits*. Fiche technique comparant les coûts et investissements reliés à différents systèmes de travail du sol, 6 p.
- Constanza R., d'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. and van den Belt M. (1997). *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*. Nature 387: 253-60.

- CPVQ (2000). *Guide des pratiques de conservation en grandes cultures*. Réalisé en partenariat : Entente auxiliaire Canada-Québec pour un environnement durable en agriculture ; CPVQ; FPCCQ; MAPAQ; MENV; AAC. 11 pages.
- CRAAQ (2003). *Période transitoire. Charges fertilisantes des effluents d'élevage*. Available on-line at the following address: <http://pub.craaq.qc.ca/Transit/tm.html>
- CRAAQ (2007). *Bande River aine enherbée – Frais d'implantation – modèle agroenvironnemental*. AGDEX 570/821, Juillet 2007. 3 pages.
- Crutchfield, S.R., P.M. Feather et D.R. Hellerstein (1995). *The Benefits of Protecting Rural Water Quality – An Empirical Analysis*. United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Agricultural Economic Report Number 701. 27 p.
- De Groot, R. S., M. A. Wilson, and R. M. J. Boumans (2002). *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*, in *Ecological Economics* 41:393–408 (2002).
- Debailleul G., Jacques L.S., Salvano E. et Tremblay O. (2003). *L'évaluation économique des coûts associés à l'impact environnemental des productions agricoles : État de la situation et application au Québec*. Report realised for the Environmental Ministry of Quebec. March 31, 2003. Available on-line at the following address:
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod%2Dporcine/documents/MEMO307.pdf>.
- Del Degan Massé 2008. GIS data on the Nicolet sub-watershed analysed by Del Degan Massé in January 2008.
- Eigenraam, M., Strappazzon L., Lansdell, N., Ha, A. Beverly, C. and Todd, J. (2005) *National Action Plan for Salinity and Water Quality. National Market Based Instruments Pilot Program*. Victoria: Department of Primary Industries, 2005.
- Environment Canada (2004). *How Much Habitat Is Enough?* Catalogue no. CW66-164/2004F ISBN 0-662-35918-6, 88 pp. Available on-line at the following address:
http://www.on.ec.gc.ca/wildlife/factsheets/fs_habitat-e.html.
- Environment Canada (2006). *What is a Wetland?* Government of Canada Available on-line at the following address: http://www.qc.ec.gc.ca/faune/atlasterreshumides/html/definition_e.html.
- FAO-UN (2006). *The New Generation of Watershed Management Programmes and Projects*, FAO Forestry Paper 150, Rome.
- Farber S. (1996). *Welfare Loss of Wetlands Disintegration: A Louisiana Study*. Contemporary Economic Policy. 14:92-106.
- Florax R.J.G.M., Nijkamp P. and Willis K.G. (eds) (2002). *Comparative Environmental Economic Assessment*, Cheltenham (UK) and Northampton (MA), Edward Elgar Publishing, 362 p.
- Furubotn, E.G. and R. Richter (1998). *Institutions and Economic Theory*. The University of Michigan Press, USA.
- Gangbazo, G., Jacques R. and A. Le Page (2005a). *Capacité de support des activités agricoles par les rivières: le cas du phosphore total*. Direction des politiques en milieu terrestre, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Envirodoc ENV/2005/0096, 27 pp.
- Gangbazo, G. and A. Le Page (2005b). *Détermination d'objectifs relatifs à la réduction des charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension dans les bassins versants prioritaires*. Direction des politiques de l'eau, Bureau de la gestion par bassin versant, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Envirodoc ENV/2005/0215, 40 pp.

- Gassman, P. W., E. Osei, A. Saleh, J. Rodecap, S. Norvell and J. Williams (2006). *Alternative practices for sediment and nutrient loss control on livestock farms in northeast Iowa*. Agriculture, Ecosystems and Environment 117 (2006), p. 135-144
- Genty A. (2005). *Du concept à la fiabilité de la méthode du transfert en économie de l'environnement: un état de l'art*. Cahiers d'économie et sociologie rurales, n° 77, 2005.
- George Morris Centre (2008). *Summary Report of the Evaluation Project of the ALUS Pilot in the Rural Municipality of Blanshard*. Prepared for Keystone Agricultural Producers. May 2008. 14 pages.
- Ghazal, C., Sonia D. et M.-C. Lussier (2006). *Portrait de l'environnement du bassin versant de la rivière Nicolet*. Corporation de gestion des rivières des Bois-Francis, 173 pages.
- Godard, O. (2006). *Les ressorts de l'efficacité économique des instruments de politique*. Groupe Instruments économiques pour le développement durable. CNRS et École polytechnique, Paris 8 mars 2006. Présentation PowerPoint.
- Hébert S. (1996). *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières de Québec*. Québec, ministère de l'Environnement du Québec, Direction des systèmes aquatiques, envirodoq n° EN/970102, 20 pages, 4 annexes.
- ISCC – Idaho Soil Conservation Commission (2002). *Best management practice (BMP) list for the Lower Boise River Pollution Trading Program*. Prepared by Idaho Soil Conservation Commission. Available: http://www.envtn.org/docs/boise_bmp_manual_DRAFT.doc (October 31, 2007).
- Kask S.B., Shogren J.F. (1994). *Benefit transfer protocol for long-term health risk valuation: A case of surface water contamination*. Water Resources Research, 30(10), pp. 2813-2823.
- Lake Winnipeg Stewardship Board 2006. *Reducing Nutrient Loading to Lake Winnipeg and its Watershed Our Collective Responsibility and Commitment to Action*. Report to the Minister of Water Stewardship.
- MAE - Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- MAFRI (2005). *Environmental Farm Planning in Manitoba*, presentation by Hay D.
- MAFRI (2006). *Guidelines for Estimating Crop Production Costs 2006*. Prepared by: Blawat P, Hapychuk W, Brolley B, Kyle K, Park R, Heard J.
- MAFRI (2007). *APF Environment Chapter Update*, October 2007.
- MAFRI (2008). *Soil Management Guide: Nutrient Management*. MAFRI Publications. Available: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/soilwater/soil/fbe01s05.html>
- Manitoba Conservation (2002a). *Manitoba Water Quality Standards Objectives and Guidelines* Manitoba Conservation Report 2002-11, Manitoba Conservation, Water Quality Management Section, Water Branch, Winnipeg.
- Manitoba Conservation (2002b). *A Preliminary Estimate to Total Nitrogen and Total Phosphorus Loading to Streams in Manitoba Canada*. Manitoba Conservation Report No. 2002-04 Prepared by Bourne A, Armstrong N and Jones G, Manitoba Conservation, Water Quality Management Section, Water Branch, Winnipeg.
- Manitoba Conservation (2005). *Construction Requirements for Confined Livestock Areas and Collection Basins* CLA Construction Requirements, Spring 2005.
- Manitoba Conservation (2008). *Detailed Instructions for Completing Manure Storage and Handling Plans and Schedules* Schedule A – Animal Unit Worksheet, Manure Management Plan Instructions
- Manitoba Land Initiative (2007a). *Land Use/Cover Maps*. Manitoba Land Initiative, Winnipeg. Available on-line at the following address: <https://web2.gov.mb.ca/mli/landuse/index.html>.

- Manitoba Land Initiative (2007b). *Water Related Maps*. Manitoba Land Initiative, Winnipeg. Available on-line at the following address: https://web2.gov.mb.ca/mli/water_resources/index.html.
- Manitoba Riparian Health Council (2008). *Why are Riparian Areas Important ?* Available on-line at the following address: <http://www.riparianhealth.ca/facts.html>.
- MAPAQ (2005). *La rétribution des biens et services environnementaux en milieu agricole: Éléments d'analyse pour le Québec*. Direction des politiques agroenvironnementales, 76 pp.
- MAPAQ (2006). *Profil régional de l'industrie bioalimentaire au Québec*. Gouvernement du Québec, document ISBN: 2-550-47355-8, 132 pp.
- MDDEP (2002). *Atlas sur l'état de l'environnement au Québec*. Gouvernement du Québec. Available on-line at the following address: <http://www.mddep.gouv.qc.ca/regards/atlas/phosphore.htm>.
- MDDEP (2007). *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. Gouvernement du Québec Available on-line at the following address: http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm.
- Mettenpenningen, E., A. Verspecht, G. Van Huylenbroeck, M. D'Haese, J. Aertsens and V. Vandermeulen (2007). *Analysis of private transaction costs related to agri-environmental schemes*. ITAES WP 6 Consolidated Report, 2007. 128 pp.
- Minnesota Department of Agriculture (2007). *Animal Unit Calculation Worksheet*. Feedlot Decision-Making Tools. Available on-line at the following address: <http://www.mda.state.mn.us/animals/feedlots/dmt/default.htm>.
- Montmarquette C. et Scott I. (2007). *Taux d'actualisation pour l'évaluation des investissements publics au Québec*. Available on-line at the following address: <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2007RP-02.pdf>. CIRANO, mai 2007.
- Mullarkey, D. (1997) *Contingent Valuation of Wetlands: Testing Sensitivity to Scope*. Ph.D. dissertation, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Wisconsin - Madison.
- OECD (2001a). *Multifunctionality: Towards an Analytical Framework*. 172 pp.
- OECD (2001b). *Transaction Costs and Multifunctionality : Main Issues*. Workpaper presented at the workshop « Multifonctionnalité : mise en oeuvre du cadre analytique de l'OCDE – Guider la conception des politiques ». Paris, July 2-3.
- OECD (2002). *Implementing Domestic Tradeable Permits. Recent Developments and Future Challenges*. Paris: OECD, 2002.
- OECD (2007a). *The Implementation Costs of Agricultural Policies*. Paris: OECD, 2007.
- OECD (2007b). *Policy Design characteristics for effective Targeting*. Working Party on Agricultural Policies and Markets. Directorate for Food, Agriculture and Fisheries. Committee for Agriculture, 2007.
- Olewiler, N. (2004). *The Value of Natural Capital in Settled Areas of Canada*. Published by Ducks Unlimited Canada and the Nature Conservancy of Canada. 36 pp.
- PPWB – Prairie Provinces Water Board (1969). *Master Agreement on Apportionment*, Prairie Provinces Water Board, Regina.
- PPWB – Prairie Provinces Water Board (1992). *Master Agreement on Apportionment, Schedule E: Agreement on Water Quality*, Prairie Provinces Water Board, Regina.
- Ramin V., (2004). *The Status of Integrated Water Resources Management in Canada*, in: *Canadian Perspectives on Integrated Water Resources Management*, Shrubsole D., ed., pp. 1-32.

- Rosenberger R.S., Loomis J.B. (2003). *Benefit transfer* (Chapter 12), in : A Primer on Nonmarket Valuation, Champ P.A., Boyle K.J. and Brown T.C. (eds), Dordrecht (NL), Boston (MA) and London (UK), Kluwer Academic Publisher.
- Schary C. and Fisher-Vanden, K. (2004). *A New Approach to Water Quality Trading: Applying Lessons from the Acid Rain Program to the Lower Boise River Watershed*. Environmental Practice (2004) 6:281-295.
- Schultz R.C., Colleti J.P., Isenhardt T.M., Marquez C.O., Simpkins W.W., Ball C.J. (2000). *Riparian forest buffer practices*. In *North American agroforestry: an integrated science and practice*. H.E. Garrett, W.J. Rietveld, and R.J. Fisher, eds, American society of agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 189 – 281 p.
- Smith, S. (2002). *Ex Post Evaluations of Tradeable Permit Programmes* in OECD, Implementing Domestic Tradable Permits: Recent Developments and Future Challenges. Paris: OECD, 2002.
- South Nation Conservation Clean Water Program. 2005 Annual Report*. or Edwards, C. K., *A Market for Emission Reduction Credits in Western Canada* (1999)
- South Nation Conservation Authority (2003). *Phosphorus Loading Algorithms for the South Nation River*. Prepared by C Allaway. Clean Water Committee, South Nation Conservation Authority, Berwick, Ontario.
- Statistics Canada (2007) *Farm Type, Land Use, Crops, Livestock, Farm Data and Farm Operator Tables, 2006 Census of Agriculture*. Available on-line at the following address:
http://www.statcan.ca/english/freepub/95-629-XIE/2007000/tables_menu.htm
- Stoneham, G., Chaudhri, V., Ha, A. and Strappazon, (2002) L. *Auctions for conservation contracts: an empirical examination of Victoria's BushTender Trail*. Department of Natural Resources and Environment and Melbourne Business School.
- Stoneham, G., Beverly, C., Eigenraam, M. and Bardsley, P. (2007) *Creating markets for environmental goods and services from private lands*. Paper presented at the 32nd convention of the Association des Economistes Québécois.
- Sturtevant L.A., Johnson F.R. and Desvousges W.H. (1995). *A meta-analysis of recreational fishing*. Durham (NC), Triangle Economic Research, 23 p.
- Swinton, S.M. and W. Zhang (2005). *Rethinking ecosystem services from an intermediate product perspective*, prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Providence, Rhode Island, 24-27 July 2005, 25 pp.
- Temple J (2006). *Integrated Water Resources Management: An Overview of Perspectives, Progress and Prospects for the Future at Home and Abroad*, presented at: Watershed Stewardship: Management Instruments for Success, January 24-26, 2006, Regina.
- Thomassin P. J., Johnston R. (2008). *Benefit Transfer of Water Quality Improvements from Agricultural Landscapes: A Meta Analysis*. January 2008.
- Turner K., S. Georgiou, R. Clark, R. Brouwer and J. Burke. (2004). *Economic valuation of water resources in agriculture. From the sectoral to a functional perspective of natural resource management*. Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2004.
- USDA (2003). *Environmental Quality Incentives Program Benefit Cost Analysis*. Final Report. May 21, 2003.
- Vallières D. (2004). *Efficacité du mode de travail de sol et des bandes enherbées sur la diminution de la pollution diffuse*. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en sol et environnement pour l'obtention du grade de maîtres ès sciences. Novembre 2004.

- Van den Bergh J.C.J.M., Button K.J., Nijkamp P. and Pepping G.C. (1997). *Meta- Analysis in Environmental Economics*, Dordrecht (NL), Kluwer Academic Publisher, 240 p.
- Van Kooten, G.C. (1993). *Bioeconomic Evaluation of Government Agricultural Programs on Wetlands Conversion*. *Land Economics*, 9(1), 27-38.
- Vaughan, W.J. (1986). *The RFF Water Quality Ladder*, Appendix B in R.C. Mitchell and R.T. Carson, *The Use of Contingent Valuation Data for Benefit/Cost Analysis in Water Pollution Control, Final Report*. Washington: Resources for the Future.
- Wilderness Society (2001). Economic Value of Forests Ecosystem Services: A Review. Available on-line at the following address: <http://www.wilderness.org/Library/Documents/upload/Economic-Value-of-Forest-Ecosystem-Services-A-Review.pdf>
- Willis K.G. and Garrod G.D. (1995). *Transferability of benefit estimates*, in : *Environmental Valuation: New Perspectives*, Willis K.G., Corkindale J.T. (eds), Wallingford (UK), CAB International, pp. 191-212.
- Willis K.G. (1990). *Valuing non-market wildlife commodities: an evaluation and comparison of benefits and costs*. *Applied Economics*, 22, 13-30.
- Woodward R. T. and Y-S Wui. (2001). *The economic value of wetland services: a meta-analysis*. *Ecological Economics*, 2001, vol. 37, issue 2, pages 257-270.
- Zurba M (2007). *The Effectiveness of Riparian Buffer Zones to Protect Manitoba Streams from Agricultural Impacts*. A thesis submitted in partial fulfillment of the Honours Thesis Course, Department of Biology, University of Winnipeg.

Annexes

Annexe 1

Précisions concernant le choix d'un bassin hydrographique représentatif du Centre et de l'Est du Canada (Québec)

Quebec's hydric network consists of 430 watersheds. Some are small and others more substantial. Près de cent bassins hydrographiques drainent des zones d'une superficie supérieure à 4 000 km² chacune. En 2002, la Politique nationale de l'eau (du Québec) a introduit la gestion intégrée des bassins hydrographiques dans 33 bassins définis comme prioritaires en raison de leur stade avancé de dégradation. Nous nous sommes appuyés sur la liste des 33 bassins hydrographiques prioritaires pour choisir un bassin visant à représenter le territoire agricole du Québec, ce qui nous servirait également de contexte pour une analyse subséquente. Ce choix reflète des critères de représentativité qui seront maintenant décrits en détail.

Objectifs et critères de sélection

Afin de comparer les coûts et les avantages de différentes politiques qui appuient la production de biens et services écologiques et pour déterminer celles qui permettent d'atteindre le niveau de BSE visé à moindre coût, nous avons d'abord analysé le cas d'un bassin hydrographique choisi en fonction de critères de sélection prédéterminés. Voici les points dont ces critères tiennent compte :

- L'emplacement du bassin hydrographique;
 - ⇒ Seuls les bassins hydrographiques se trouvant dans d'importantes régions agricoles ont été pris en compte.
- La taille du bassin hydrographique;
 - ⇒ Les bassins hydrographiques dont la superficie est inférieure à 1 500 km² n'ont pas été pris en considération.
- La valeur du bassin hydrographique sur le plan agricole;
 - ⇒ Plus de 30 % des bassins hydrographiques choisis doivent convenir à la culture.
- La diversité des pratiques agricoles;
 - ⇒ Illustrée par la densité faunique du bassin hydrographique.
- La présence de problèmes environnementaux liés à l'agriculture;
 - ⇒ Pour produire des BSE, le bassin hydrographique choisi doit présenter des problèmes environnementaux liés à l'agriculture.
- Les données disponibles;

⇒ Il est essentiel d'observer ce critère, afin de donner une image précise du terrain et d'en effectuer une analyse fiable.

Il est évident que peu de bassins hydrographiques répondent à ces six critères. Nous avons fait notre choix en procédant par élimination.

Emplacement du bassin hydrographique

Bien que l'on pratique l'agriculture dans un certain nombre de régions au Québec, des facteurs comme la qualité du sol, le relief et le climat impliquent que certaines régions offrent un plus grand potentiel agronomique que d'autres. Le bassin hydrographique à l'étude devait, de préférence, être situé dans l'une des régions au sud du fleuve Saint-Laurent, où l'activité agricole est plus importante et plus diversifiée. Par conséquent, les régions au nord du fleuve Saint-Laurent ainsi que leurs bassins hydrographiques ont été exclus. Les régions de la Montérégie, de la Chaudière-Appalaches et du Centre-du-Québec, qui se situent toutes au sud du fleuve, génèrent 59 % du revenu agricole total au Québec, soit 27 %, 18 % et 14 % respectivement (MAPAQ, 2006). C'est la raison pour laquelle, nous avons privilégié les bassins hydrographiques prioritaires dans ces trois régions. Voici ces bassins hydrographiques :

Région	Bassins hydrographiques
Centre-du-Québec	- Rivière Bécancour - Rivière Nicolet
Chaudière-Appalaches	- Rivière Boyer - Rivière Chaudière - Rivière Etchemin
Montérégie	- Rivière Châteauguay - Rivière aux Brochets (en bordure de la Baie Missisquoi) - Rivière Richelieu - Rivière Yamaska

Certains des bassins hydrographiques cités dans le tableau ci-dessus traversent la frontière américaine et comprennent donc des zones où les lois canadiennes ne peuvent exiger des pratiques de gestion bénéfiques. Cela réduit le potentiel de ces bassins hydrographiques pour notre analyse.

Taille du bassin hydrographique

Le Tableau 68 présentent les zones, dans les bassins hydrographiques susmentionnés, qui se situent à l'embouchure de leur rivière respective. Les bassins en italiques ont été éliminés car leur superficie est inférieure à 1 500 km².

TABLEAU 68 : ZONES D'UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE À L'EMBOUCHURE D'UNE RIVIÈRE

Bassins hydrographiques	Zones à l'embouchure de la rivière (km²)
<i>Rivière aux Brochets (en bordure de la Baie Missisquoi)</i>	661
Rivière Bécancour	2 620
<i>Rivière Boyer</i>	220
<i>Rivière Châteauguay</i>	1 435
Rivière Chaudière	6 692
<i>Rivière Etchemin</i>	1 466
Rivière Nicolet*	1 721
Rivière Nicolet (Sud-Ouest)*	1 678
Rivière Richelieu	23 720
Rivière Yamaska	4 784

* Le bassin hydrographique de la rivière Nicolet affiche deux entrées car il n'y a pas de station d'échantillonnage de la qualité de l'eau en amont du point de jonction entre la rivière Nicolet et la rivière Nicolet (Sud-Ouest).

Source: Gangbazo et al. (2005b).

Valeur du bassin hydrographique sur le plan agricole

Les bassins hydrographiques répondant aux premier et deuxième critères de sélection affichent inévitablement une activité agricole intense. Cependant, trois des cinq bassins admissibles remplissent le critère qui exige plus de 30 % de superficie cultivable. Les bassins hydrographiques qui ont été exclus de notre liste de sélection sont en italique dans le Tableau 69 ci-après.

TABLEAU 69 : POURCENTAGES DE LA SUPERFICIE CULTIVABLE DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUE (2001)

Bassins hydrographiques	Superficie cultivable (% de superficie du bassin hydrographique à l'embouchure d'une rivière)*
<i>Rivière Bécancour</i>	23,3
<i>Chaudière</i>	14,4
Rivière Nicolet	36,9
Rivière Nicolet (Sud-Ouest)	35,2
Richelieu	60,2
Yamaska	46,7

* Terres cultivées ou en jachère, ou pâturages améliorés ou en friche.

Source: Gangbazo et al. (2005a).

Diversité des pratiques agricoles

Comme mentionné précédemment, la diversité agricole est démontrée par la densité animale, que l'on calcule en divisant le nombre d'animaux présents dans un bassin hydrographique particulier par la superficie totale du bassin. Bien que ce facteur montre que le bassin n'est pas dominé par la production animale ou végétale, il indique un degré de diversité dans ces deux principales catégories de production.

Le Tableau 70 présente les coefficients de densité animale des trois bassins hydrographiques répondant à tous les critères de sélection jusqu'à présent. Étant donné que nous n'avons pas établi un critère relatif à la diversité agricole, nous constatons que les trois bassins présentés dans le Tableau 70 font état d'une diversité suffisante, notamment par rapport à la moyenne dans les 33 bassins prioritaires identifiés par le MDDEP en 2001.

TABLEAU 70 : DENSITÉ ANIMALE DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES CHOISIS (2001)

Bassins hydrographiques	Densité animale [unités animales* divisées par la superficie du bassin située à l'embouchure d'une rivière (ha)]
Rivière Nicolet	0,37
Richelieu	0,29
Yamaska	0,68
Moyenne des 33 bassins hydrographiques prioritaires	0,18

* Une unité animale équivaut à une vache, 4,7 porcs reproducteurs pesant entre 20 kg et 107 kg chacun, ou 250 poules, coqs ou poulets à griller. Source: Gangbazo et al. (2005a), and our calculations.

Présence de problèmes environnementaux liés à l'agriculture

Grâce à la gestion intégrée des bassins hydrographiques, les problèmes environnementaux liés aux pratiques agricoles se reflètent dans les propriétés physicochimiques des voies d'eau, notamment dans l'eau de surface du bassin. L'Indice de qualité bactériologie et physicochimique (IQBP)⁸⁶ est généralement utilisé pour évaluer la qualité de l'eau selon dix variables : le phosphore, les coliformes fécaux, la turbidité, les matières en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates, la chlorophylle « a » totale (chlorophylle « a » et phéopigments), le pH, la D.B.O. en cinq jours et le pourcentage de saturation en oxygène dissous. Cependant, les problèmes environnementaux liés à l'agriculture sont étudiés principalement en termes de présence de phosphore et de charge en polluants phosphorés issus des terres agricoles et allant vers les voies d'eau.

Un certain nombre d'exploitations agricoles ont été enrichies en phosphore, dans des quantités dépassant les besoins de la culture de sorte que, dans certains cas, les niveaux de phosphore soient critiques. Le surplus de phosphore peut être perdu dans l'eau de ruissellement, ce qui augmenterait les concentrations de phosphore dans les voies d'eau.

Le Tableau 71 présente diverses concentrations de phosphore total dans les trois bassins hydrographiques qui répondent à tous les critères de sélection jusqu'à présent. En passant en revue ce tableau, on peut évaluer les problèmes environnementaux liés à la teneur en phosphore des eaux de surface dans ces bassins.

TABLEAU 71 : CONCENTRATIONS MOYENNES PONDÉRÉES DE PHOSPHORE TOTAL

Bassins hydrographiques	Concentrations moyennes pondérées de phosphore pour la période 2001-2003 (mg/l)
Rivière Nicolet	0,052
Nicolet Sud-Ouest	0,093
Richelieu	0,034
Yamaska	0,143
Concentration médiane pour les 33 bassins prioritaires	0,052

Source: Gangbazo et al. (2005b).

⁸⁶ En français, on parle d'Indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP); pour obtenir plus de détails sur cet indice, consultez le lien Web suivant : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/sys-image/glossaire2.htm#iqbp>.

Idéalement, le bassin hydrographique choisi pour notre analyse ne devrait pas présenter de problèmes environnementaux démesurés liés aux concentrations de phosphore. Cependant, le bassin représentatif ne doit pas afficher de concentration en phosphore inférieure au niveau cible de 0,03 mg/l. Par conséquent, nous avons utilisé des concentrations médianes en phosphore comme facteurs; la médiane n'étant pas influencée par des valeurs extrêmes ou des anomalies, afin de remettre en question la représentativité des problèmes environnementaux dans le bassin aux fins de notre analyse.

Le Tableau 71 indique que le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est le plus représentatif en termes de pollution par le phosphore. La concentration moyenne en phosphore dans ce sous-bassin hydrographique est identique à la concentration médiane des concentrations moyennes dans les 33 bassins prioritaires. Le bassin hydrographique de la rivière Yamaska présente des concentrations en phosphore considérablement supérieures au niveau cible officiel. Nous sommes préoccupés par le fait que l'introduction de PGB dans ce bassin hydrographique ne permettrait pas de créer des BSE quantifiables. De plus, la concentration moyenne en phosphore total dans le bassin hydrographique de la rivière Richelieu est trop proche du niveau cible de 0,03 mg/l. Ce bassin hydrographique a été également identifié comme l'un des bassins chevauchant le territoire des États-Unis; en réalité, la partie canadienne du bassin ne constitue que 10 % de sa superficie totale.

Données disponibles

Bien que nous ayons identifié le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet comme le plus représentatif des bassins hydrographiques agricoles, il doit remplir le critère de sélection final afin que nous puissions mener notre analyse à bien.

Nous avons été privilégiés du fait que la Corporation pour la promotion de l'environnement de la rivière Nicolet (COPERNIC), qui est un organisme appuyant la gestion intégrée des ressources en eau dans ce bassin, a bien voulu nous faire part de ses données. De plus, des travaux de recherche minutieux ont déjà été publiés à titre de description générale de l'environnement du bassin, y compris une partie détaillée sur son milieu agricole (Ghazal et al., 2006). D'autres organismes, tels que l'Union québécoise pour la conservation de la nature (UQCN/Nature Québec) et Canards Illimités Canada, ont également étudié des sujets connexes (p. ex., les milieux humides dans la région du Centre-du-Québec). Par conséquent, les données disponibles sur le bassin hydrographique de la rivière Nicolet nous permettront d'appuyer le reste de notre analyse.

Annexe 2

Description élargie du bassin hydrographique de la rivière Nicolet

Bien que l'analyse de coûts relatifs aux diverses PGB et politiques soit effectuée à l'échelle du sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet, la présente section décrit le bassin dans son ensemble. Cela est dû au fait que l'information est disponible à l'échelle du bassin hydrographique mais pas à l'échelle du sous-bassin. Au cours de nos analyses quantitatives de l'incidence des diverses PGB sur les BSE choisis, les données spatiales nous aideront à déterminer l'information sur le sous-bassin hydrographique dont nous avons besoin.

Territoire

Le bassin hydrographique de la rivière Nicolet couvre une superficie de 3 387,8 km² sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. Ce territoire comprend trois régions administratives (Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches et Estrie) et est sous l'autorité de 8 municipalités régionales de comté (MRC) et de 57 municipalités locales.

L'Annexe 2 présente les zones naturelles du bassin hydrographique de la rivière Nicolet. Le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet couvre une superficie de 1 720 km² (Gangbazo, 2005a).

FIGURE 7 : TERRITOIRE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET ET ZONES NATURELLES



Source: Ghazal et al. (2006).

Les territoires agricoles variés du bassin hydrographique de la rivière Nicolet s'étendent des basses terres du Saint-Laurent aux Appalaches. Les sols de ces basses terres sont composés de dépôts marins de la mer Champlain (argile, sable), alors que ceux des Appalaches sont principalement constitués de dépôts glacières (tills) d'épaisseur variable. Les élévations du relief du bassin varient de 15 à 200 mètres dans les basses terres du Saint-Laurent et de 200 à 600 mètres dans les Appalaches.

On dénombre en tout 20 rivières, 21 ruisseaux et 7 lacs et réservoirs d'importance dans l'ensemble du bassin hydrographique de la rivière Nicolet, ce qui le catégorise comme terre pauvre dans ces territoires (Canards Illimités Canada, 2006). De plus, l'eau libre et les milieux humides ne constituent que 4,2 % du territoire du bassin (voir la Figure 8).

Les rivières et les ruisseaux naissent dans les collines des Appalaches, où ils coulent le long de pentes raides vers le fleuve Saint-Laurent. Le bassin hydrographique est composé de deux bras de rivière, notamment la rivière Nicolet Sud-Ouest et la rivière Nicolet. La rivière Nicolet et ses divers affluents, comme les rivières des Rosiers, des Pins et Bulstrode, traversent l'ensemble physiographique de la région de Victoriaville, puis coulent le long de pentes escarpées qui s'aplanissent abruptement.

Les deux (2) principaux lacs naturels dans le bassin sont le lac Nicolet et les lacs nommés *Les Trois Lacs*, que l'on considère comme un seul plan d'eau. Bien que le lac Nicolet ait une superficie de 4,1 km², il draine un sous-bassin hydrographique de 9,4 km². Le lac Nicolet tire principalement sa source des eaux souterraines, qui lui donnent en partie sa salubrité et sa bonne qualité. En 2004, on estimait à 34 % la charge en polluants phosphorés dans le lac Nicolet issus des activités humaines dans le bassin (Ghazal et al., 2006).

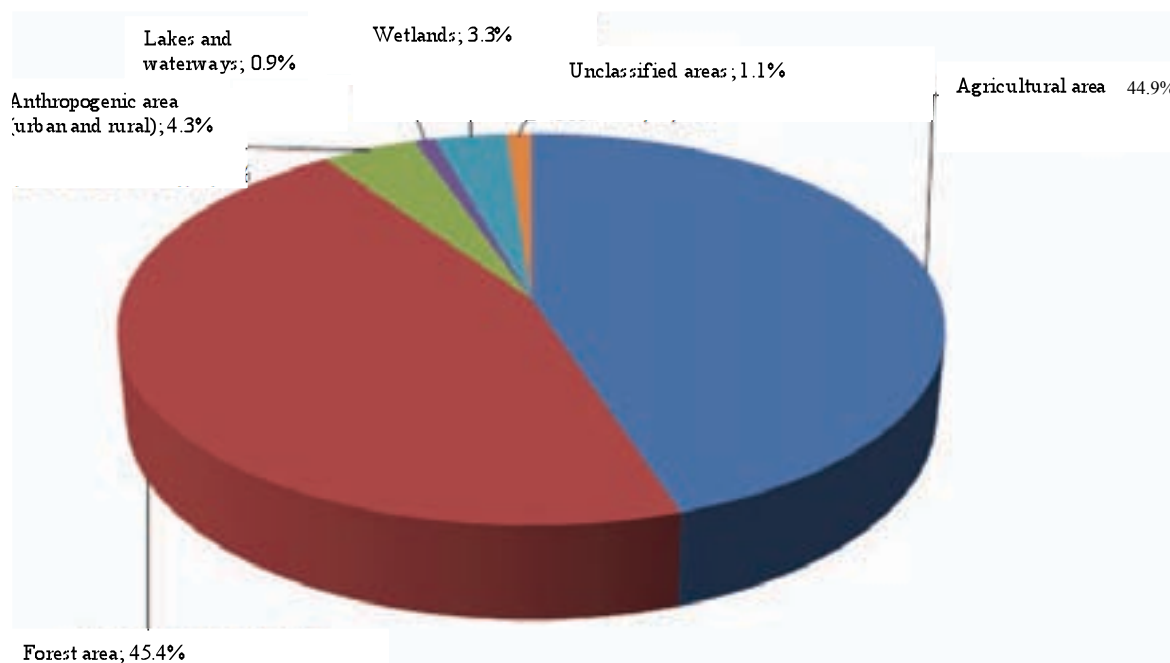
À l'opposé, le lac Les Trois Lacs est aux prises avec des problèmes de pollution. Au début des années 1980, ces lacs recevaient apparemment près de 20 045 kg de phosphore par an (Alain, 1981-1982 dans Ghazal et al., 2006). À l'époque, à peine 8,1 % du phosphore provenait de l'environnement naturel.

Le milieu rural du bassin hydrographique de la rivière Nicolet est boisé dans les collines des Appalaches, mais présente un paysage fortement agricole dans les basses terres du Saint-Laurent. L'agriculture occupe presque la moitié du territoire du bassin dans la région du Centre-du-Québec.

La Figure 8 présente une répartition des utilisations des terres dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet. On remarque que l'agriculture occupe 44,9 % du territoire du bassin. La Figure 9 présente une répartition des terres agricoles dans l'ensemble du bassin.

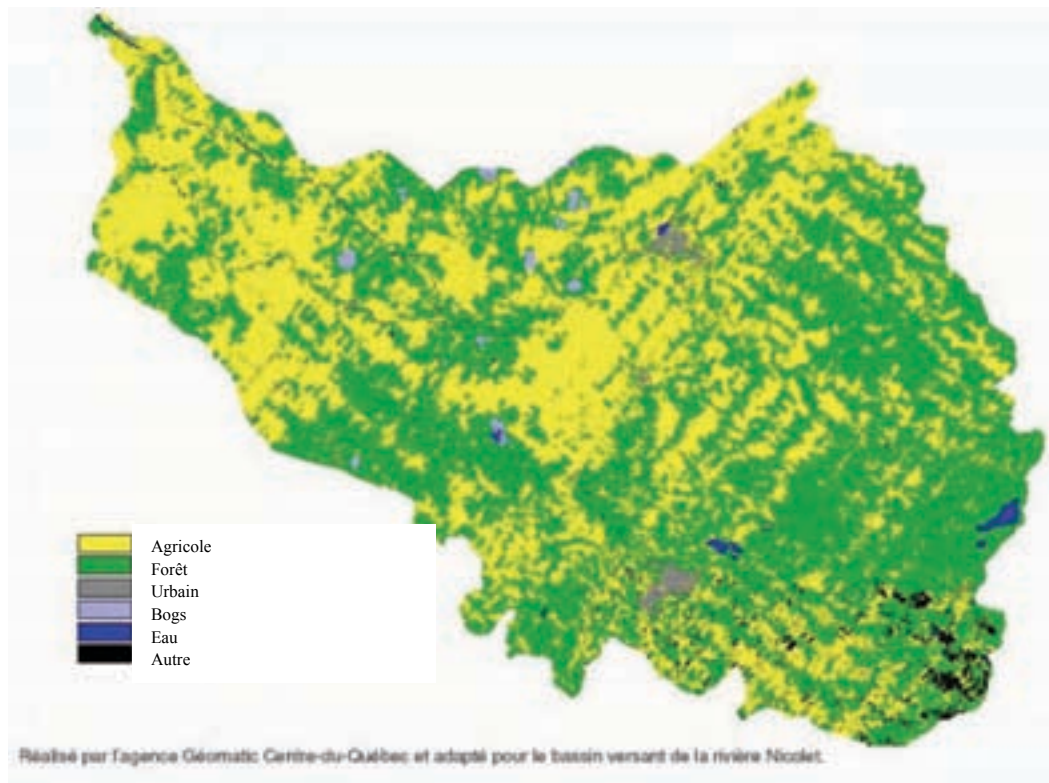
Sur le plan démographique, la population du bassin hydrographique de la rivière Nicolet était de 96 665 habitants en 2003 (Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir du Québec, dans Ghazal et al., 2006). En 2006, ce nombre atteignait près de 100 000, dont 84 % (82 364) vivant dans la région du Centre-du-Québec.

FIGURE 8 : UTILISATION DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET



Source : Canards Illimités Canada (2006).

**FIGURE 9 : RÉPARTITION DES TERRES AGRICOLES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE
DE LA RIVIÈRE NICOLET**



Source: Ghazal et al. (2006).

Activité agricole

Comme indiqué dans les figures 10 et 11 (Annexe 2), les municipalités au sein du bassin hydrographique de la rivière Nicolet présentent des activités agricoles variées. De manière globale, les zones cultivées sont concentrées au sud du bassin dans la région du Centre-du-Québec, alors que les unités animales sont regroupées dans le centre du bassin, entre les rivières des Pins et des Rosiers. Comme indiqué dans le Tableau 72, les zones cultivées comprennent majoritairement des cultures fourragères (49,5 %) et des grandes cultures, notamment de maïs (27,8 %). D'après le Tableau 73, plus de 90 % des unités animales présentées dans la Figure 11 (Annexe 2) sont des bovins à boucherie et des porcs. Ces chiffres nous confortent dans notre choix de ce bassin pour notre analyse; les productions animales et végétales dominent également le secteur agricole dans le Centre et l'Est du Canada.

Le Tableau 74 illustre l'évolution du nombre d'exploitations agricoles et d'agriculteurs par tranche d'âge au Canada, au Québec et dans la région du Centre-du-Québec, entre 2001 et 2006. Ce tableau montre que la situation dans la région du Centre-du-Québec diffère légèrement de celle dans les autres territoires à

l'étude, ce qui nous indique que le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet est bel et bien représentatif du tissu démographique agricole.

Nos résultats, qui sont corroborés par les chiffres présentés dans la présente section, sont essentiellement basés sur l'interprétation des données du Recensement de l'agriculture de 2000 qui a été publié par Statistique Canada en 2001. Bien que des données plus récentes du Recensement de l'agriculture de 2006 aient été publiées par Statistique Canada, nous utiliserons, pour le reste de notre analyse, les données qui ont déjà été compilées et présentées dans des travaux tels ceux de Ghazal et al. (2006) et Gangbazo et al. (2005a; 2005b).

FIGURE 10 : POURCENTAGE DE SUPERFICIE CULTIVÉE PAR SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE



Source: Ghazal et al. (2006).

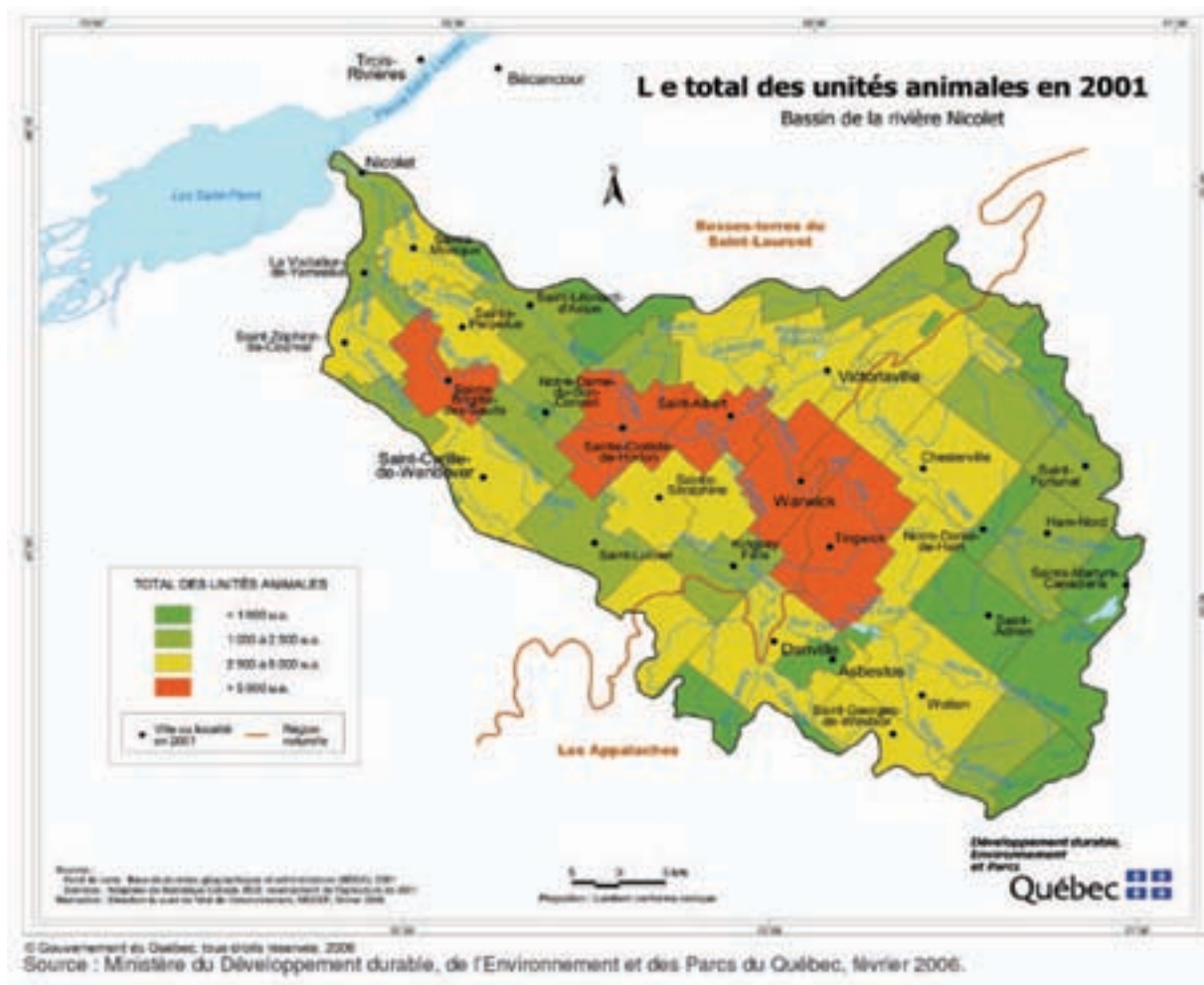
TABEAU 72 : ZONES CULTIVÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Production	Superficie (ha)		Pourcentage (%)	
Cultures à grands interlignes totales ¹ Maïs ²	45 381	(33 886)	37,2	(27,8)
Cultures à petits interlignes ³ Fourrage ⁴	15 398	60 332	12,7	49,5
Autres cultures ⁵ Cultures totales ⁶	753	121 864	0,6	100 ⁷

1. Tourne sols, tabac, soja, betteraves sucrières, haricots secs (à grande échelle), légumes, lentilles, maïs à ensilage, maïs-grain, maïs sucré et pois secs (à grande échelle).
2. Maïs à ensilage, maïs-grain et maïs sucré (données comprises dans les « cultures à grands interlignes totales »).
3. Graines de moutarde, lin, céréales mélangées, orge, sarrasin, seigle, triticale, alpiste, avoine, blé et canola.
4. Luzerne et mélanges de luzerne, pâturages artificiels ou ensemencés, foin cultivé et autres cultures fourragères.
5. Arbres fruitiers, autres cultures à grande échelle, carthame, gazon de placage, graines fourragères, pépinières, fruits, petits fruits, noix et serres.
6. Cultures à grands et à petits interlignes, fourrage et autres cultures.
7. Ajout de cultures à grands interlignes, fourrage et autres cultures.

Source : Statistique Canada (2001) dans Ghazal et al. (2006). (2006).

FIGURE 11 : UNITÉS ANIMALES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET



Source: Ghazal et al. (2006).

**TABLEAU 73 : UNITÉS ANIMALES PAR TYPE DE PRODUCTION DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE
 LA RIVIÈRE NICOLET**

Production	Unités animales (UA)	Pourcentage (%)
Bovins	81 354	64,3
Porcs	34 406	27,2
Volaille	4 901	3,9
Autre	5 762	4,6
TOTAL	126 423	100

Source: Statistics Canada (2001) in Ghazal et al. (2006).

TABLEAU 74 : NOMBRE D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ET D'AGRICULTEURS PAR TRANCHE D'ÂGE

		Canada	Québec	Région du Centre-du-Québec
N^{bre} total d'exploitations agricoles	2001	246 923	32 139	3 743
	2006	229 373	30 675	3 448
	Différence 2001-2006	-7 %	-5 %	-8 %
N^{bre} total d'agriculteurs	2001	346 200	47 385	5 625
	2006	327 060	45 470	5 275
	Différence 2001-2006	-6 %	-4 %	-6 %
N^{bre} d'agriculteurs âgés de moins de 35 ans	2001	14 280	1 670	235
	2006	10 250	1 380	190
	Différence 2001-2006	-28 %	-17 %	-19 %
N^{bre} d'agriculteurs âgés de 35 à 54 ans	2001	77 360	10 455	1 150
	2006	64 885	9 135	990
	Différence 2001-2006	-16 %	-13 %	-14 %
N^{bre} d'agriculteurs âgés de 55 ans ou plus	2001	60 675	6 305	605
	2006	61 375	6 850	640
	Différence 2001-2006	+1 %	+9 %	+6 %

Source : Statistique Canada, Recensement de l'agriculture de 2006, Données sur les exploitations et les exploitants agricoles, n° 95-629-XWF au catalogue.

Environnement agricole

L'activité agricole est soumise à un certain nombre d'exigences réglementaires au Québec. Parmi ces exigences, on compte notamment l'utilisation d'installations appropriées pour l'entreposage du fumier, la mise en place de plans de gestion agricole et l'instauration d'une bande tampon riveraine minimale. De plus, un certain nombre de pratiques agroenvironnementales volontaires ont été adoptées par quelques producteurs agricoles en vue de limiter l'incidence négative de l'activité agricole sur les écosystèmes locaux. Ces pratiques comprennent des méthodes de labour diverses, l'utilisation d'engrais verts, la culture intercalaire, la lutte antiparasitaire intégrée, la bonne gestion de l'eau utilisée dans les exploitations agricoles et, pour l'irrigation des terres, la rotation des cultures et l'instauration de zones tampons (Ghazal et al., 2006).

Le Tableau 75 ci-après montre que l'utilisation de PGB impliquant des méthodes de labour diverses et la rotation des cultures a connu une évolution positive entre 1996 et 2001.

TABLEAU 75 : PRATIQUES DE CONSERVATION DU SOL UTILISÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

	Fermes déclarantes (1996)	Fermes déclarantes (2001)	Changement (1996-2001)
N ^{bre} total de fermes	1 891	1 768	-7 %
Labour impliquant l'enfouissement de la plupart des résidus de récolte*	978	1 025	+6 %
Labour avec maintien de la plupart des résidus de récolte à la surface**	238	281	+3 %
Culture sans labour***	112	104	stable
Rotation des cultures	1 011	1 020	+4 %

* - Labourage
 ** - Labourage au chisel
 *** - Semis direct

Source : Adapté de Statistique Canada pour le bassin hydrographique de la rivière Nicolet, dans Ghazal et al. (2006). (2006).

En 2003, les taux d'adoption des diverses pratiques agroenvironnementales par les agriculteurs dans la région du Centre-du-Québec étaient les suivants :

- Labour minimal sur 41 % de la superficie des cultures annuelles par rapport à 26 % en 1998 (BPR, 2005).
- Culture intercalaire et utilisation d'engrais verts sur 5 % de la superficie des cultures annuelles (BPR, 2005).
- La rotation des cultures a été adoptée par 54 % des agriculteurs propriétaires de leur exploitation en 1996 et par 58 % d'entre eux en 2001 (Statistique Canada, 1996 et 2001).

L'aménagement de zones tampons d'une largeur de 3 mètres le long des voies d'eau du bassin hydrographique de la rivière Nicolet demeure une pratique relativement peu fréquente (Ghazal et al., 2006). En 2003, 51 % des entreprises agricoles de la région du Centre-du-Québec, implantées sur des sites traversés par des voies d'eau, ont aménagé des zones tampons de trois mètres, alors que 92 % de ces entreprises ont instauré des zones tampons d'un mètre (BPR, 2005 dans Ghazal et al., 2006).

Le Tableau 76 présente les exploitations agricoles qui ont déclaré avoir aménagé des bandes tampons riveraines ou se servir de brise-vent en 1996 et 2001. En 2003, seulement 2 % de la superficie des cultures annuelles était protégée par des brise-vent dans la région du Centre-du-Québec (BPR, 2005).

TABLEAU 76 : EXPLOITATIONS AGRICOLES BORDÉES DE BANDES TAMPONS RIVERAINES ET DOTÉES DE BRISE-VENT

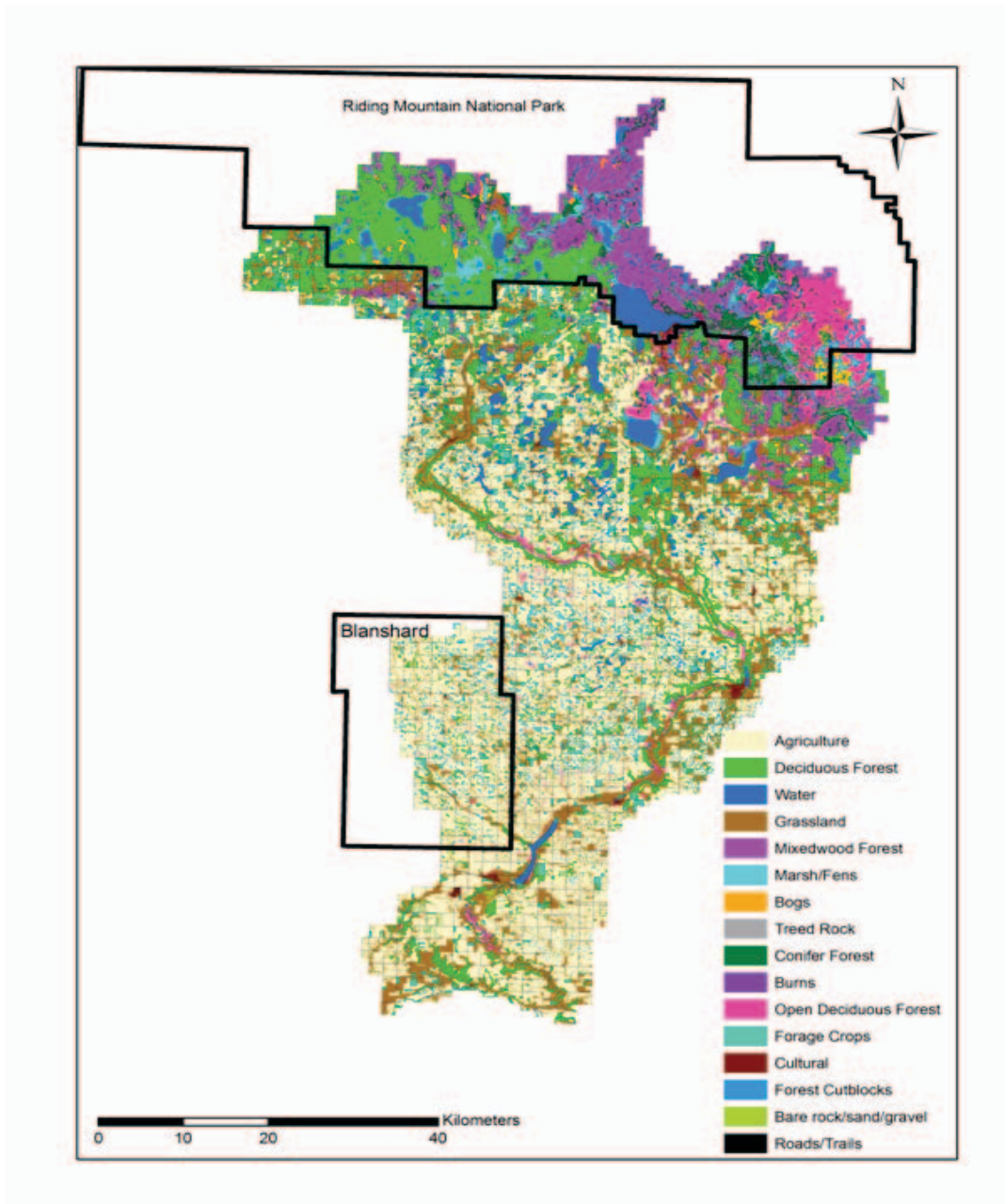
	Fermes déclarantes (1996)	Fermes déclarantes (2001)	Changement (1996-2001)
N ^{bre} total de fermes	1 891	1 768	-7 %
Bande herbacées	35 (1,9 %)	99 (5,6 %)	+3 %
Brise-vent	76 (4,0 %)	107 (6,1 %)	+2 %

Source: Adapted from Statistics Canada for the Nicolet River Watershed in Ghazal et al. (2006).

Annexe 3

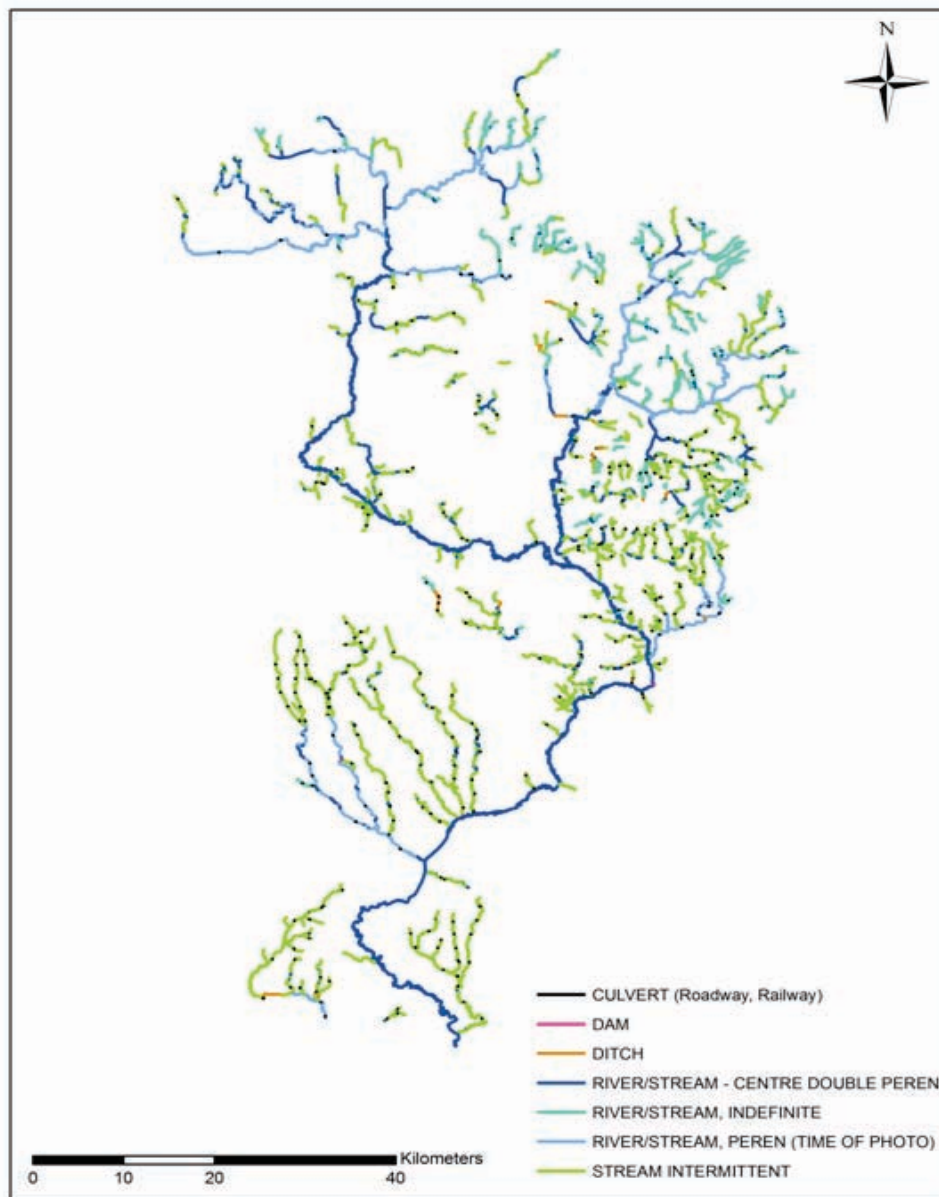
Cartes du bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan

FIGURE 12 : UTILISATION DES TERRES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE
LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN



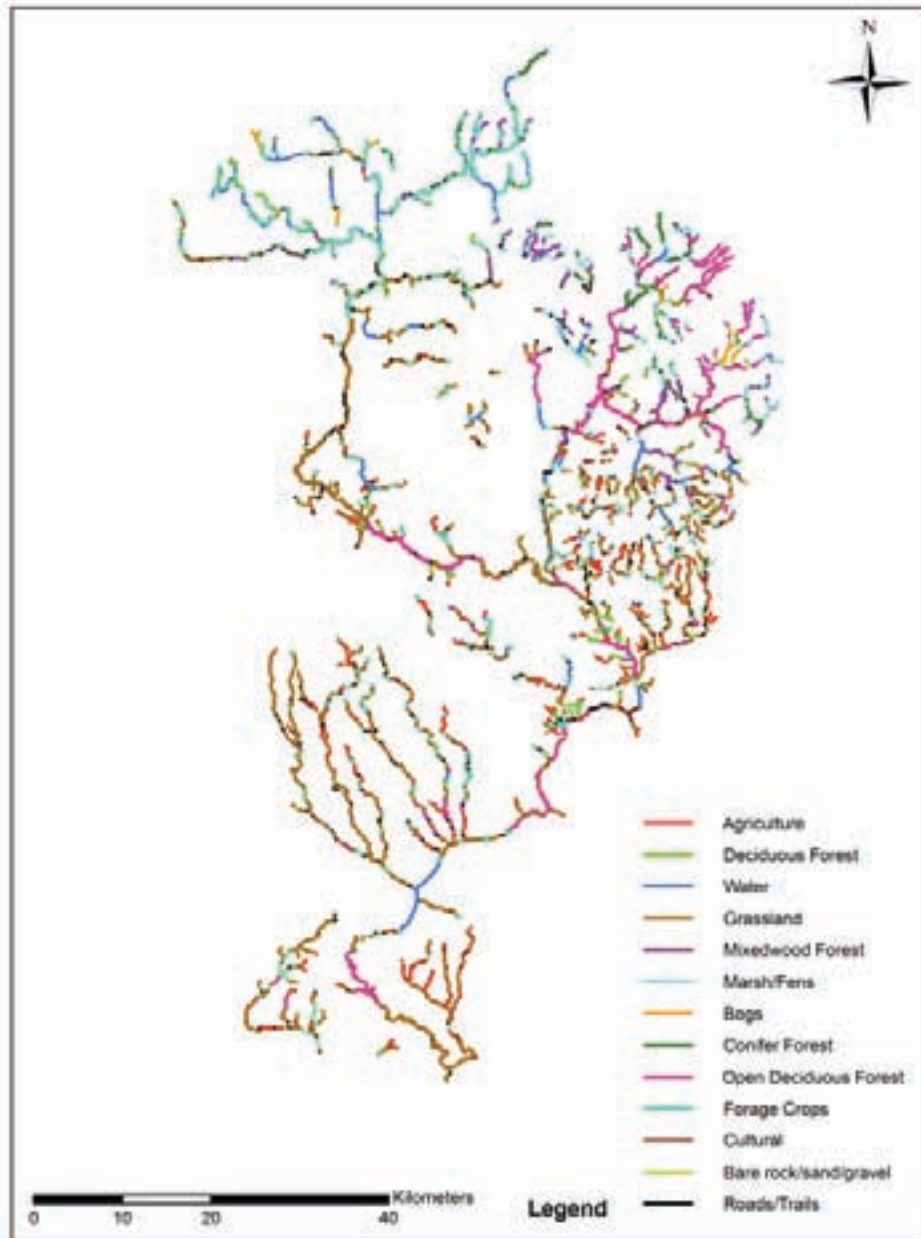
Source : Manitoba Land Initiative (2007a).

**FIGURE 13 : RÉPARTITION DES VOIES D’EAU DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE
LITTLE SASKATCHEWAN**



Source : Manitoba Land Initiative (2007b).

**FIGURE 14 : UTILISATION DES TERRES BORDÉES PAR DES ZONES RIVERAINES DANS LE BASSIN
HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**



Source : Manitoba Land Initiative (2007a, 2007b).

Annexe 4

Détails relatifs au choix des BSE prioritaires aux fins d'analyse

La présente section identifie un certain nombre de BSE prioritaires. Le Tableau 77 ci-après, de Swinton et Zhang (2005), contient une longue liste de BSE cités dans les travaux de plusieurs auteurs. Ce tableau énumère 27 BSE classés selon les fonctions de l'écosystème qu'ils favorisent. En passant la liste en revue, on constate que certains BSE, tels que la pollinisation des cultures et la régulation du climat, sont approuvés à l'unanimité, alors que d'autres, tels que la résistance de l'écosystème aux espèces envahissantes, ne sont cités que par un ou deux auteurs.

**TABLEAU 77 : BIENS ET SERVICES ÉCOLOGIQUES RECONNUS DANS LA DOCUMENTATION; DONNÉES
 COMPILÉES PAR SWINTON ET ZHANG (2005)**

	Daily (1997)	Constanza et al. (1997)	ESA	ESP	EcoValue Project	De Groot et al. 2002)	Firth (2004)
<i>Fonctions régulatrices</i>	■	■	■	■	■	■	■
1 Purification de l'air	x		x			x	x
2 Régulation climatique	x	x	x	x	x	x	x
3 Régulation de la chimie atmosphérique		X			x	x	x
4 Protection des rayons UV nocifs	x		x			x	x
5 Régulation du débit fluvial et du niveau des eaux souterraines	x	X	x	x	x	x	x
6 Approvisionnement en eau		X			x	x	
7 Purification de la chimie des océans	x		x	x		(1)	x
8 Régulation de la chimie des océans							x
9 Pédogenèse	x	X	x		x	x	
10 Renouveau de la fertilité du sol	x		x	x		x	x
11 Lutte contre l'érosion		X	x	x	x	x	x
12 Régulation et stockage des éléments nutritifs	x	X	x		x	x	x
13 Dispersion des semences	x		x				
14 Absorption et répartition des déchets	x	X	x		x	x	x
15 Lutte contre les maladies (régulation des organismes porteurs de maladies)			x			x	x
16 Pollinisation des cultures et des plantes naturelles	x	X	x	x	x	x	x

	Daily (1997)	Constanza et al. (1997)	ESA	ESP	EcoValue Project	De Groot et al. 2002)	Firth (2004)
17 Résistance de l'écosystème aux espèces envahissantes							x
18 Lutte biologique contre les ravageurs et les organismes pathogènes	x	X	x	x		x	x
Fonctions de l'habitat							
19 Fourniture d'abris et d'ombre			x				
20 Fourniture d'habitat pour divers organismes		X		x	x	x	
Fonctions de production							
21 Production d'aliments, de fibres, de gazon de placage et de carburant		X				x	x
22 Préservation de la biodiversité et des ressources génériques	x	X	x	x		x	x
23 Ressources médicales						x	
24 Ressources ornementales						x	
Fonctions d'information							
25 Commodités esthétiques et spirituelles	x			x	x	x	
26 Loisirs		X			x	x	
27 Soutien aux différentes cultures humaines	x	X		x		x	

Source : Swinton et Zhang (2005).

En nous référant au Tableau 77, nous avons pu déterminer les BSE qui sont les plus susceptibles d'être influencés par les mesures agroenvironnementales. Ces BSE, présentés dans le Tableau 78, concernent différents éléments de l'environnement naturel et social. Il est clair que les PGB génèrent directement ou indirectement un grand nombre de BSE. Il est donc nécessaire de déterminer les BSE prioritaires qui permettront d'atteindre les objectifs de cette étude.

TABLEAU 78 : BSE SUSCEPTIBLES D’ÊTRE GÉNÉRÉS PAR DES PGB DIVERSES

Composante	BSE
Sol	Préservation/rétablissement de la structure physique du sol Préservation/rétablissement de la composition biochimique du sol Préservation/rétablissement de la biodiversité du sol
Eau	Préservation/rétablissement de la qualité physique de l’eau Préservation/rétablissement de la qualité biochimique de l’eau Préservation/rétablissement du bilan hydrique Préservation/rétablissement de la biodiversité dans les milieux humides et aquatiques Limitation des déchets ménagers et industriels
Air	Préservation/rétablissement de la qualité de l’air Réduction des odeurs et des poussières Surveillance des propriétés chimiques de l’air Régulation du climat Réduction des GES Stockage du carbone Création de microclimats favorables
Biodiversité	Création d’habitats Contrôle des invasions d’espèces exotiques et des maladies connexes Amélioration de la pollinisation des cultures et des plantes naturelles Préservation/rétablissement des espèces et populations vulnérables et menacées
Sphère sociale	Préservation/rétablissement des milieux récréatifs Protection des paysages Respect et préservation des spécificités culturelles

Les critères de sélection ont été immédiatement définis en vue de désigner les BSE à analyser. Les BSE présentés dans le Tableau 78 ont été évalués à l’aide des critères suivants :

1. Changement biophysique quantifiable :
 ⇒ Les BSE impliquant un changement biophysique difficile à quantifier ont été éliminés.
2. Changement biophysique non marginal :
 ⇒ Les BSE qui montraient un changement biophysique mineur généré par des PGB ont été éliminés.
3. Incidence perceptible par le public :
 ⇒ Les BSE n’étant pas perceptibles par le public (comme la préservation de la structure biochimique du sol) ont été éliminés. Ce critère sera principalement utilisé pour faciliter l’attribution d’une valeur pécuniaire à chaque BSE.

Le processus de sélection est basé sur les renseignements disponibles. Sans minimiser l'importance des BSE écartés, il semble que les BSE présentés dans le Tableau 78 constituent un défi en termes d'évaluation; par exemple, mesurer l'incidence des PGB sur les niveaux de BSE visés. Compte tenu des contraintes techniques, scientifiques et temporelles auxquelles nous faisons face dans ce projet, nous avons déterminé les BSE qui peuvent faire l'objet d'une campagne de surveillance et qui peuvent être associés aux données existantes. À la lumière des critères de sélection, la préservation de la qualité biochimique de l'eau et la création d'habitats fauniques (milieux humides et boisés) ont été définis comme des BSE prioritaires. Le processus global d'élimination des BSE basé sur chacun des critères est décrit ci-après. S'ensuit une description des indicateurs utilisés pour analyser l'incidence des PGB sur les BSE prioritaires.

Changement biophysique quantifiable

Les BSE pour lesquels nous n'avons pas reconnu de processus d'évaluation ou nous ne disposons pas des renseignements requis, sinon en quantité insuffisante, pour mesurer le changement, ont été écartés d'emblée. Un certain nombre de BSE cités dans le Tableau 78 sont difficiles à quantifier. Bien que techniquement réalisable, la quantification des facteurs associés aux autres BSE ne sera probablement pas menée à bien pour l'analyse dans un délai raisonnable. Certaines de ces données sont quantifiables mais ne sont pas compilées, et ne sont donc pas disponibles à l'échelle du bassin hydrographique. Ainsi, nous avons écarté les BSE suivants aux fins de notre analyse.

- Préservation/rétablissement de la biodiversité du sol
- Contrôle des invasions d'espèces exotiques et des maladies connexes
- Amélioration de la pollinisation des cultures et des plantes naturelles
- Préservation/rétablissement de la qualité de l'air
- Régulation du climat

Les changements causés par le stockage du carbone, et les BSE liés à la réduction des GSE semblent être importants pour la société en raison de l'exposition aux médias et des politiques sur le changement climatique. Le *Chicago Climate Exchange (CCX)* a élaboré une méthode impliquant des règles normalisées pour la vente de crédits de carbone. BMPs eligible for this kind of transaction include conservation tillage and grassland conversion.⁸⁷ Par conséquent, les PGB du travail du sol peuvent procurer des avantages privés aux agriculteurs et des avantages publics à la société. Cependant, bien que

⁸⁷ Pour obtenir plus de détails, consultez la page Web <http://www.chicagoclimatex.com/content.jsf?id=781>.

de nombreux protocoles de quantification aient été définis, nous n'avons pas encore établi la façon dont les niveaux de séquestration de carbone doivent être mesurés au Canada.

Changement biophysique non marginal

Les BSE sont marginaux lorsque le changement biophysique causé par une PGB est mineure. Le deuxième critère de sélection nous permet d'écarter les BSE marginaux.

- Limitation des déchets ménagers et industriels
 - ⇒ Ce service fait principalement référence aux techniques de traitement des déchets à l'aide d'éléments végétaux. Plusieurs provinces et territoires canadiens réglementent strictement la récupération des déchets ménagers et industriels liés aux aliments destinés à la consommation humaine ou animale. À notre avis, la mise en œuvre des techniques de traitement des déchets va bien au-delà de la portée de la présente étude.
- Respect et préservation des spécificités culturelles
 - ⇒ La protection des sites historiques et de certaines zones n'entre pas dans le cadre des PGB. D'autres mesures sont plus efficaces à cette fin.

Incidence perceptible par le public

Ce critère de sélection présente la perception des biens et des services par le public. Par exemple, la préservation ou le rétablissement de la composition biochimique du sol, qui fait référence à l'entretien ou à l'amélioration du potentiel de fertilisation des sols tout en maintenant la qualité de l'eau, de l'air et du sol, échappe généralement à l'attention du public; bien qu'elle soit notée par les producteurs agricoles qui ont épandu des engrais organiques et minéraux sur leurs terres pour en maintenir la fertilité. Par ailleurs, la préservation ou le rétablissement de la qualité biochimique de l'eau touche généralement le public, par les puits privés, les avis d'ébullition de l'eau, les odeurs et le goût de l'eau, etc. Ce troisième critère nous permet d'écarter les BSE que nous considérons comme n'étant pas perceptibles par la société :

- Préservation/rétablissement de la structure physique du sol
- Préservation/rétablissement de la composition biochimique du sol

Paramètres et résultats d'analyse

Ainsi, voici la liste des BSE sur lesquels porte notre analyse, après avoir écarté ceux qui ne sont pas considérés comme prioritaires à l'aide des trois critères décrits précédemment :

- Préservation/rétablissement de la qualité physique de l'eau
- Préservation/rétablissement de la qualité biochimique de l'eau
- Préservation/rétablissement du bilan hydrique
- Préservation/rétablissement de la biodiversité dans les milieux humides et aquatiques
- Création d'habitats
- Préservation/rétablissement des milieux récréatifs
- Protection des paysages

Il va de soi que les BSE susmentionnés sont associés à divers types d'utilisation sociale. Compte tenu du fait que ces BSE sont relativement quantifiables, grandement influencés par la mise en place des PGB et perceptibles par le public, ils sont considérés comme étant prioritaires aux fins de notre analyse.

En conclusion, les BSE prioritaires que nous avons déterminés sont quantifiables sur le plan biophysique, leurs changements biophysiques étant importants et perceptibles par le public. Étant donné la durée relativement courte de ce mandat et l'absence de données sur l'ensemble des BSE prioritaires, nous avons choisi la qualité biochimique de l'eau et la création d'habitats. La qualité biochimique de l'eau est évaluée en fonction de la concentration (en mg/l) du phosphore total (PT). Quant à la création d'habitats, elle s'évalue en fonction de la superficie (en hectares) des milieux humides et des boisés. Le tableau ci-dessous résume ces choix :

TABLEAU 79 : BSE PRIORITAIRES CHOISIS POUR CETTE ÉTUDE ET PARAMÈTRES DE MESURE

BSE prioritaires choisis pour cette étude	Paramètre
Préservation/rétablissement de la qualité biochimique de l'eau	- Teneur de l'eau en phosphore
Création d'habitats	- Milieux humides - Zones boisées

Teneur de l'eau en phosphore

Le phosphore total contenu dans les eaux de surface est depuis longtemps considéré comme un bon indicateur de la richesse de ces milieux en éléments nutritifs. Seule une petite partie du phosphore présent dans le sol est absorbée par les plantes et les autres organismes. Une autre partie est emportée vers les cours d'eau par le ruissellement. Bien qu'il fasse partie du cycle naturel, le phosphore est maintenant présent en excès dans de nombreux milieux aquatiques de par le monde, ce qui entraîne des problèmes d'eutrophisation des eaux de surface (prolifération des algues, foisonnement de plantes aquatiques, manque d'oxygène, mauvaises odeurs, mortalité piscicole, etc.).

Au Québec, l'activité agricole est souvent citée comme la cause principale de la teneur excessive en phosphore de l'eau. Un certain nombre d'études ont établi un lien entre la teneur en phosphore supérieure à 0,05 mg/l dans les plans d'eau et les zones fortement cultivées ou à haute densité animale dans le bassin hydrographique (MDDEP, 2002).

Les concentrations de phosphore constituent des indicateurs efficaces dans la mesure où elles sont mesurées régulièrement. Au Québec, le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs maintient un réseau de stations de surveillance de la qualité de l'eau nommé le Réseau-rivières, afin de contrôler la qualité de l'eau de surface et les changements connexes. Cette information est utilisée pour établir l'Indice de qualité bactériologie et physicochimique (IQBP) d'une rivière ou d'un plan d'eau. Mis à part le phosphore, cet indice est basé sur les divers paramètres de la qualité de l'eau tels que les coliformes fécaux, la turbidité, les matières solides en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates, la chlorophylle « a », le pH, la D.B.O. en cinq jours et le pourcentage de saturation en oxygène dissous.

Dans l'Ouest du Canada, les préoccupations relatives à la qualité de l'eau du lac Winnipeg laisse parcer la présence d'un problème similaire. S'étendant sur 24 400 km², le lac Winnipeg est le sixième plus grand lac au Canada, couvrant une partie de l'Alberta, de la Saskatchewan, du Manitoba, du nord-ouest de l'Ontario et de quatre États américains. D'après le gouvernement du Manitoba, les charges excessives en polluants azotés et phosphorés dans le lac Winnipeg causent une modification graduelle de la qualité de l'eau et de l'écosystème. Ces modifications sont directement liées à la croissance d'algues nuisibles affectant l'habitat des poissons, et de ce fait, la pêche, d'autres activités récréatives ainsi que l'accès à l'eau (Lake Winnipeg Stewardship Board, 2006).

En 2003, dans le cadre d'un plan d'assainissement du lac, le gouvernement du Manitoba a annoncé son intention de réduire les charges en polluants azotés et phosphorés du lac Winnipeg, principalement en s'axant sur les sources non ponctuelles en amont du bassin hydrographique.⁸⁸

Prendre en compte ce paramètre (teneur de l'eau en phosphore total), lors de l'analyse des politiques visant la mise en application efficace de certaines PGB en vue d'améliorer la situation globale de l'environnement et des écosystèmes, favorisera probablement la mise en place de politiques à long terme. Étant donné que cet élément est stocké dans le sol, on ne peut en mesurer les réductions et en rendre compte à court terme. De plus, la baisse des concentrations en phosphore dans l'eau peut, indirectement, avoir des effets bénéfiques sur les paramètres liés à la qualité de l'eau, tels que la turbidité et les matières en suspension.

Milieux humides

Les milieux humides (marécages, marais, étangs saisonniers et tourbières) attirent une faune diversifiée, y compris certaines espèces de canards, de hérons et de rats musqués et divers types de tortues, de poissons, de salamandres et de grenouilles. Il y a diverses espèces rares ou menacées qui les habitent. La diversité et l'étendue de leur vie végétale constituent des indicateurs de la qualité de l'environnement (Environnement Canada, 2006). Selon Environnement Canada, la dégradation et la disparition de ces milieux humides entraîne des pertes d'écosystème et a une incidence négative sur les collectivités auxquelles elles sont étroitement liées. Il ne fait aucun doute que les milieux humides ont une fonction de filtration de l'eau qu'aucun autre écosystème ne peut assurer. Lorsque l'eau coule à travers ces environnements, ses quantités excessives d'éléments nutritifs et de polluants sont absorbées ou dégradés par les plantes, les bactéries et le sol. En absorbant ces substances, les milieux humides non seulement améliorent la qualité de l'eau, mais jouent également un rôle dans le processus de recyclage d'éléments nutritifs, tels que l'azote et le phosphore.

Les milieux humides offrent de nombreux avantages socio-économiques dans la mesure où ils peuvent entraîner des retombées économiques pour les collectivités adjacentes, notamment par l'écotourisme. Ils représentent aussi un grand intérêt pour la recherche scientifique. La prise en compte de ce paramètre dans l'analyse des politiques visant à utiliser efficacement certaines PGB nous permettra d'encourager le développement économique et la conservation de la biodiversité.

⁸⁸ *Lake Winnipeg Action Plan* : http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/water_quality/lake_winnipeg/action_plan.html.

Zones boisées

Un certain nombre de BSE sont associés aux forêts. Ces dernières abritent de nombreuses espèces de flore et de faune, notamment celles qui sont rares ou menacées. Cela les rend essentielles au maintien de la diversité biologique.

Dans l'environnement agricole, les forêts peuvent servir de brise-vent afin de réduire l'érosion éolienne du sol. Elles réduisent aussi l'écoulement de surface et l'érosion hydrique du sol, ce qui améliore la qualité de l'eau, grâce à la réduction des charges d'engrais et des solides en suspension. De plus, les forêts favorisent grandement l'alimentation des eaux souterraines.

Les boisés jouent aussi un rôle socio-économique en contribuant à la qualité du paysage et en favorisant le tourisme.

Annexe 5

Part de l'agriculture par rapport à la concentration cible de 0,030 mg/l de phosphore dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet⁸⁹

Charge en polluants phosphorés de <u>sources non ponctuelles</u> (t/an)	(A)	27,8
Charge en polluants phosphorés de <u>sources ponctuelles</u> (t/an)	(B)	10,4
Charge en polluants phosphorés de <u>sources naturelles</u> (t/an)	(C)	10,9
TOTAL	(D) = A+B+C	49,1
Sources présentant un potentiel de réduction (ponctuelles + non ponctuelles)	(E) = A+B	38,2
Part de sources non ponctuelles (agriculture)	(F) = A/E	73 %
Concentration cible (mg/l)	(G)	0,030
Débit (hm ³ /année)	(H)	937
Charge en polluants phosphorés visée (t/année)	(I) = G*H	28,1
Charge en polluants phosphorés actuelle (t/année)	(J)	49,1
Réduction visée (t/année)	(K) = I - J	21,0
Part de l'agriculture (t/année)	(L) = K * F	15,2
Charge en polluants phosphorés après des réductions liées à l'agriculture (t/année)	(M) = J - L	33,8
Concentration cible pour l'agriculture	(N) = M/H	0,036

⁸⁹ Based on data published in Gangbazo 2005b (Table 4.3).

Annexe 6

Concentration de phosphore de référence dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (0,041 mg/l)⁹⁰

Accès du bétail aux cours d'eau⁹¹

Taux d'adoption cible	(A)	85 %
% des fermes comportant des parcours naturels près de cours d'eau ⁹²	(B)	33 %
N ^{bre} de vaches laitières ⁹³	(C)	16 438
N ^{bre} de vaches laitières ayant un accès <u>potentiel</u> aux cours d'eau	(D) = B * C ⁹⁴	5 425
N ^{bre} de bovins ⁹⁵	(E)	5 184
N ^{bre} de bovins ayant un accès <u>potentiel</u> aux cours d'eau	(F) = B * E ⁹⁶	1 711
% de vaches laitières ayant accès aux cours d'eau parmi celles ayant un accès potentiel (en 2003) ⁹⁷	(G)	30 %
% de bovins ayant accès aux cours d'eau parmi ceux ayant un accès potentiel (en 2003) ⁹⁸	(H)	62 %
N ^{bre} de vaches laitières ayant accès aux cours d'eau –	(I) = A * D	4 611
N ^{bre} de bovins ayant accès aux cours d'eau – cible	(J) = A * F	1 464
N ^{bre} de vaches laitières ayant accès aux cours d'eau – en 2003	(K) = G * D	1 627
N ^{bre} de bovins ayant accès aux cours d'eau – en 2003	(L) = H * F	1 061
N ^{bre} de vaches laitières ayant accès aux cours d'eau – supplémentaires	(M) = I – K	2 983
N ^{bre} de bovins ayant accès aux cours d'eau – supplémentaires	(N) = J – L	393
% de fumier ruisselant dans un cours d'eau ⁹⁹	(O)	3 %
N ^{bre} de jours passés à l'extérieur (en un an) ¹⁰⁰	(P)	184

⁹⁰ Parmi les PGB liées au phosphore qui sont énumérées par la Conservation de la Nation Sud (2003), cinq sont déjà réglementées au Québec, notamment les eaux usées de laiterie, l'accès du bétail aux cours d'eau, les zones tampons riveraines d'une largeur de trois mètres, les installations d'entreposage du fumier et la gestion des éléments nutritifs. Étant donné que les deux dernières PGB présentaient des taux d'adoption élevés en 2003, nous estimons l'incidence à 85 % pour les eaux usées de laiterie, l'accès du bétail aux cours d'eau et les zones tampons riveraines d'une largeur de trois mètres. Le Plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF) a déjà été adopté par 76 % des producteurs agricoles dans la région du Centre-du-Québec en 2003 (BPR 2005, Tableau B.1), alors que l'entreposage du fumier l'a été par 78 % d'entre eux (BPR 2005, Tableau B.2).

⁹¹ Nous présumons qu'au Québec, les bovins, principalement, ont un accès potentiel aux cours d'eau.

⁹² Calculé à partir de la base de données de l'Enquête sur la gestion agroenvironnementale de 2006 pour une écorégion des basses terres du Saint-Laurent.

⁹³ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

⁹⁴ Nous supposons implicitement que toutes les exploitations agricoles ont le même nombre d'animaux; ainsi le pourcentage appliqué au nombre d'exploitations d'agricoles peut également être appliqué au nombre d'animaux.

⁹⁵ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

⁹⁶ Nous supposons implicitement que toutes les exploitations agricoles ont le même nombre d'animaux; ainsi le pourcentage appliqué au nombre d'exploitations d'agricoles peut également être appliqué au nombre d'animaux.

⁹⁷ BPR 2005, Tableau C.2, pour la province de Québec.

⁹⁸ BPR 2005, Tableau C.2, pour la province de Québec.

⁹⁹ Conservation de la Nation Sud (2003).

¹⁰⁰ Nous présumons que les animaux sont à l'extérieur de mai à octobre.

% d'une journée passée à l'intérieur en raison de la traite	(R)	50 %
Quantité de phosphore dans le fumier – vaches laitières (kg P/jour) ¹⁰¹	(S)	0,142
Quantité de phosphore dans le fumier – bovins (kg P/jour) ¹⁰²	(T)	0,075
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB – vaches laitières (kg P) (U) = M*O*P*R*S		1 169
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB – bovins (kg P) (V) = N*O*P*T		163
Phosphore total contrôlé à l'aide de cette PGB (kg P/année) (X) = U + V		1 332

Eaux usées de laiterie

Taux d'adoption cible	(A)	85 %
Taux d'adoption actuel (en 2003) ¹⁰³	(B)	49 %
N ^{bre} de vaches laitières ¹⁰⁴	(C)	16 438
N ^{bre} de vaches laitières prises en compte dans la gestion des eaux usées de laiterie – cible	(D) = A * C	13 972
N ^{bre} de vaches laitières prises en compte dans la gestion des eaux usées de laiterie – actuel	(E) = B * C	8 055
N ^{bre} de vaches laitières impliquées dans la gestion des eaux usées de laiterie – supplémentaire	(F) = D – E	5 918
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB ¹⁰⁵ (kg P/animal)	(G)	0,69
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB¹⁰⁶ (kg P/année) (H) = G*F		4 083

Zones tampons riveraines de trois mètres de large

Taux d'adoption cible	(A)	85 %
Taux d'adoption actuel (en 2003) ¹⁰⁷	(B)	51 %
Aire de captage de la zone tampon (700 m) (ha) ¹⁰⁸	(C)	28 478
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB (kg P/ha) ¹⁰⁹	(D)	0,56
Phosphore contrôlé à l'aide de cette PGB (kg P/année) (E) = (A-B)*C*D		5 422

¹⁰¹ CRAAQ, 2003 (pour une vache laitière de 600 kg).

¹⁰² CRAAQ, 2003 (pour une vache laitière de 580 kg).

¹⁰³ BPR, 2005, Tableau A.2, pour la région du Centre-du-Québec.

¹⁰⁴ Calculé à partir de données du Recensement de l'agriculture de 2006 pour les municipalités dont 50 % du territoire se trouve dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet.

¹⁰⁵ Conservation de la Nation Sud (2003).

¹⁰⁶ Conservation de la Nation Sud (2003).

¹⁰⁷ BPR 2005, Tableau A.11, pour la région du Centre-du-Québec.

¹⁰⁸ En raison de l'absence de base scientifique relativement à la largeur de l'aire de captage d'une zone riveraine, nous avons choisi une largeur de 700 m à la suite d'une discussion avec un chercheur ayant une bonne connaissance du bassin de la rivière Nicolet et qui a défini ce nombre comme raisonnable. L'aire de captage de la zone tampon a été établie à l'aide de données SIG calculées par Del Degan Massé, un sous-traitant.

¹⁰⁹ Conservation de la Nation Sud (2003).

Concentration de référence (0,041 mg/l)

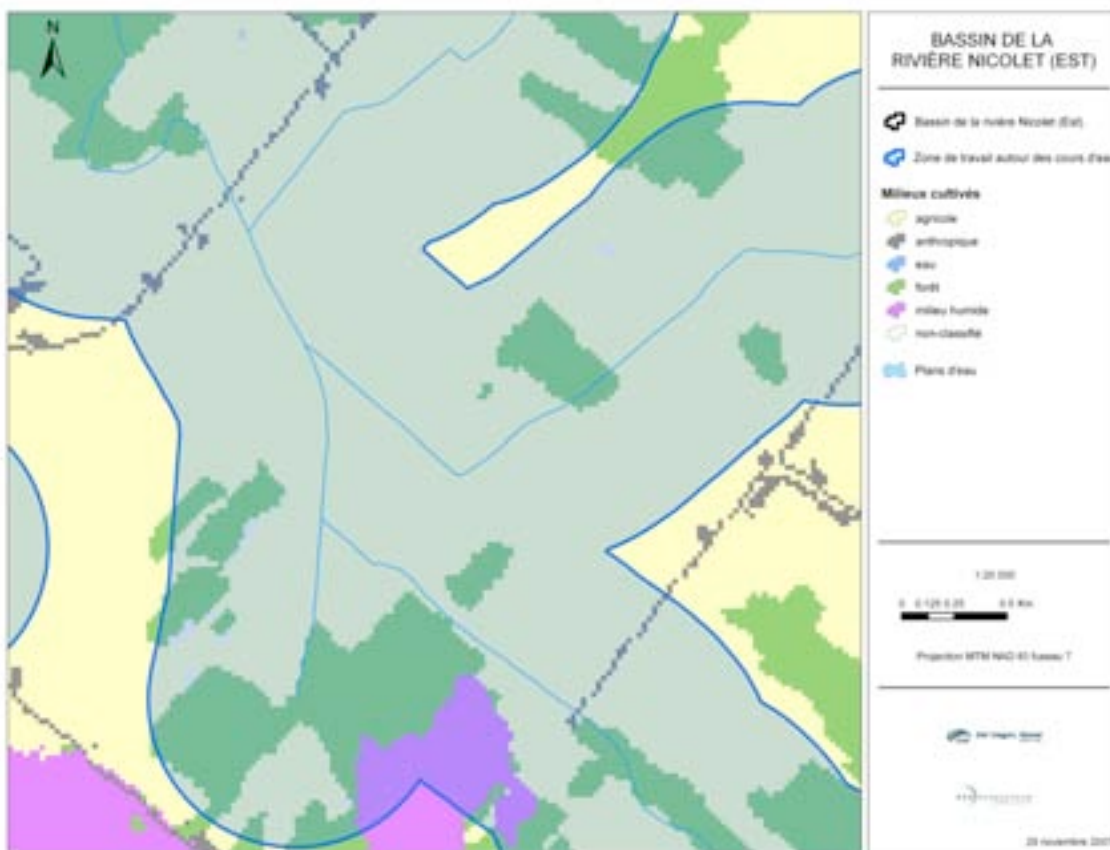
Charge en polluants phosphorés entre 2001 et 2003 (t/année)	(A)	49,1
Phosphore contrôlé en interdisant l'accès du bétail aux cours d'eau (t/année)	(C)	1,3
Phosphore contrôlé par la gestion des eaux usées de laiterie (t/année)	(D)	4,1
Phosphore contrôlé à l'aide de zones tampons riveraines de trois mètres de large (t/année)	(E)	5,4
Charge en polluants phosphorés avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 % (t/année)	(F) = A - (C+D+E)	38,2
Débit (hm ³ /année)	(G)	937
Concentration de phosphore avec un taux d'adoption des PGB réglementées de 85 % (mg/l)	(H) = F/G	0,041

Annexe 7

Aire de captage des zones tampons riveraines

La Figure 15 présente une partie de l'aire de captage de la zone tampon d'une largeur de 1 400 m (2*700 m). Cette zone tampon a été déterminée de sorte à calculer la superficie des terres cultivées dont le phosphore peut être recueilli par les zones riveraines. On présume implicitement que des zones riveraines sont aménagées sur les deux rives de la rivière, même dans le cas de zones tampons riveraines boisées. Cela pourrait entraver les opérations d'assainissement de la rivière qui sont menées tous les 15 à 25 ans par les municipalités, mais nous supposons que la stabilisation des rives entraîne un ralentissement de la sédimentation, ce qui fait passer cet intervalle à 30 à 40 ans et peut concorder parfaitement avec la période d'élagage des feuillus.

FIGURE 15 : AIRE DE CAPTAGE DE LA ZONE TAMPON RIVERAINE D'UNE LARGEUR DE 700 M DE CHAQUE CÔTÉ DE LA RIVIÈRE NICOLET



Annexe 8

Description des PGB choisies pour cette étude dans les deux bassins hydrographiques

Entreposage du fumier

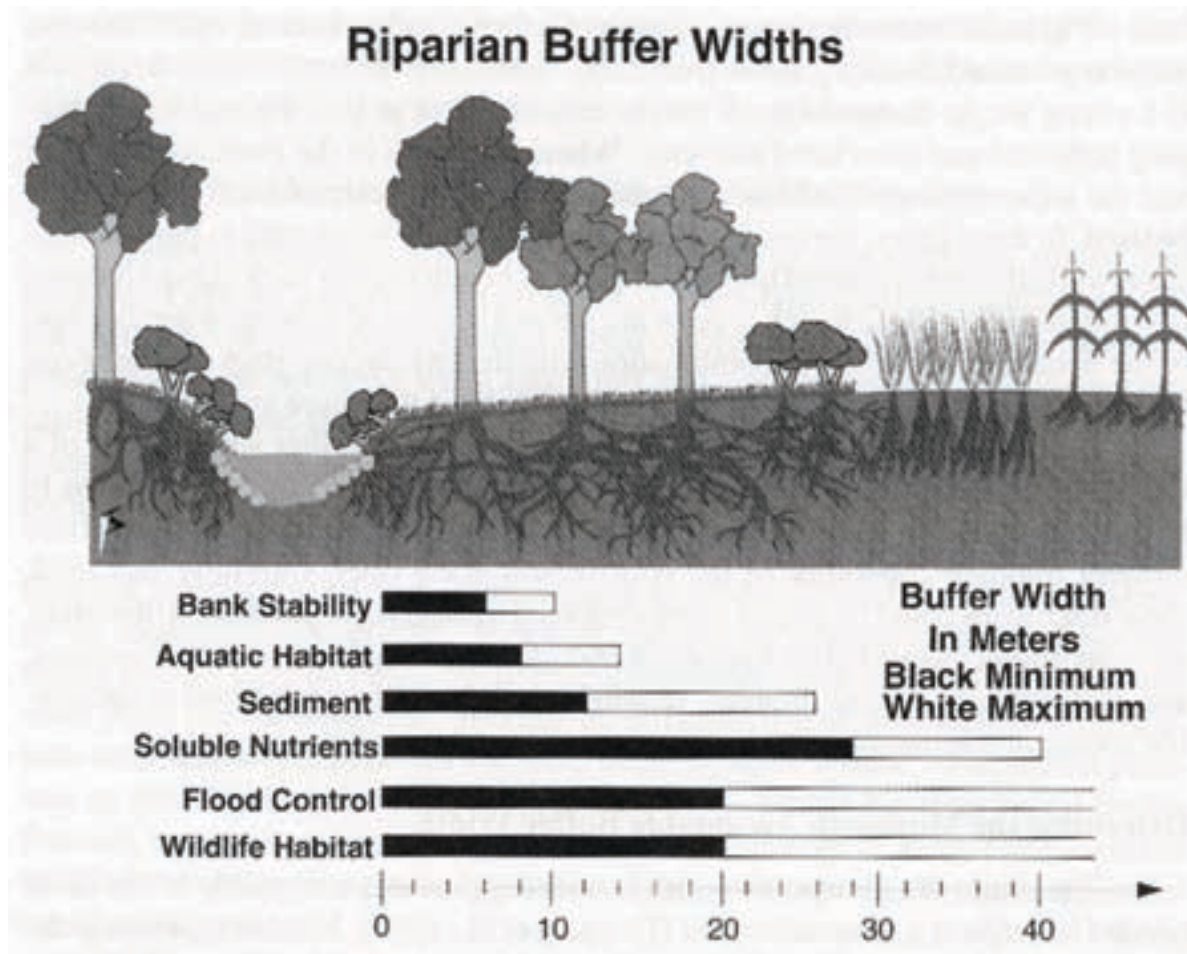
Bien que le mode d'entreposage (solide, semi-solide ou liquide) détermine la quantité d'éléments nutritifs végétaux que la gestion du fumier permet de préserver, cette pratique de gestion bénéfique dépend grandement de la méthode et du moment d'épandage, ainsi que du temps d'assimilation par le sol. Le système d'entreposage idéal devrait empêcher la perte d'éléments nutritifs durant l'entreposage et assurer une capacité suffisante jusqu'à ce que le champ soit bien couvert. L'épandage doit être effectué de sorte à réduire le ruissellement des éléments nutritifs dans les eaux souterraines et de surface. Les agriculteurs doivent garder à l'esprit un certain nombre de facteurs lorsqu'ils choisissent les installations les plus adaptées. Ces facteurs incluent le coût, l'efficacité, la teneur en fumier de l'eau, la capacité physique des installations à répondre aux besoins actuels et futurs ainsi que le lieu d'entreposage relativement aux cours d'eau, aux puits, aux habitations voisines, etc. De plus, le choix des installations doit être effectué selon les règlements locaux.

Zones tampons riveraines

Comme souligné précédemment, les zones tampons riveraines jouent un rôle important, non seulement dans la protection de la qualité de l'eau et de l'habitat, mais aussi dans la régularisation du débit d'eau et la stabilisation des rives. Le terme « zone » fait référence à différents sortes de végétation qui peuvent se trouver au bord d'un plan d'eau, telles que les zones exclusivement recouvertes de plantes fourragères ou celles recouvertes par une végétation variée, telle que les buissons et les arbres, en plus des plantes fourragères. En règle générale, les espèces de plantes doivent être appropriées, rustiques et non envahissantes. Dans certains cas, les espèces semées dans les zones riveraines peuvent représenter une source de revenu pour les agriculteurs.

L'établissement d'une zone riveraine dépend de l'état des lieux, du type de sol, de la pente d'écoulement et du volume de ruissellement. La largeur de la zone découle de son incidence potentielle sur les divers BSE, tel qu'indiqué dans la Figure 16. Étant donné que les normes et les exigences techniques établies à l'échelle provinciale devraient garantir l'efficacité de la zone riveraine, la largeur minimale de cette dernière varie considérablement selon la province ou le territoire.

FIGURE 16 : EFFICACITÉ D'UNE ZONE RIVERAINE SELON SA LARGEUR (EN MÈTRES)



Source: SCHULTZ et al. (2000).

Travail de conservation du sol (culture sans labour et travail réduit du sol)

Le travail de conservation du sol est une pratique de gestion bénéfique qui consiste à laisser au moins 30 % de la surface du sol couverte de résidus (tiges, feuilles, paille de la moisson précédente) après l'ensemencement. Cette pratique s'applique en deux étapes principales :

1. la première consiste à labourer profondément ou à soulever la terre au lieu de la retourner;
2. la deuxième consiste à préparer le lit de semence, à aplanir la surface du sol (en la travaillant la terre une ou deux fois à l'aide de l'outil) et à incorporer des engrais et des herbicides dans la terre.

n règle générale, la première étape est menée en automne et la deuxième, au printemps. Entre 30 % à 40 % des résidus de culture sont incorporés dans le sol où l'on fait pousser du maïs ou des céréales. Le principal outil utilisé à la première étape est un chisel afin d'aérer le sol. Par la suite, on se sert d'une charrue à disques déportée pour découper des bandes de terre afin de permettre une meilleure incorporation des résidus et d'appliquer les engrais et herbicides requis. Cette méthode est considérée comme moins intensive que le labourage classique, au cours duquel on incorpore un plus grand pourcentage de résidus dans la terre à l'aide d'une charrue à socs et versoirs.

Cette pratique préserve la qualité de l'eau de bien des manières, notamment en limitant l'érosion éolienne et hydrique grâce à une meilleure couverture et à une plus grande teneur du sol en matière organique. Le travail de conservation du sol présente de nombreux avantages non environnementaux, tels que la réduction du temps nécessaire à la préparation du sol. Toutefois, il faut être conscient du fait que la mise en œuvre réussie de cette PGB exige une bonne maîtrise des cultures, des résidus et des mauvaises herbes. For this reason, its best performance requires the simultaneous use of other practices (CPVQ, 2000).

Cultures couvre-sol

Généralement, les cultures couvre-sol sont utilisées pour assurer la protection du sol pendant les périodes où il n'est pas possible de planter des cultures commercialisables. Ces cultures permettent de limiter l'érosion et le ruissellement. Elles réduisent la quantité de terre et d'éléments nutritifs emportés vers les eaux de surface. L'enrichissement du sol en matières organiques et l'amélioration de la structure du sol sont d'autres avantages de cette pratique. Cependant, l'utilisation de cultures couvre-sol implique que les agriculteurs modifient leur utilisation des terres et remplacent leur outillage agricole, notamment leurs semoirs.

On peut mettre en œuvre des cultures couvre-sol de diverses manières. Les cultures couvre-sol d'hiver sont semées après la récolte et elles demeurent dans les champs jusqu'à ce que l'on prépare le lit de semence au printemps. Plus on plante ces cultures tôt, plus elles seront efficaces. Dans les régions où la température est douce (Prairies et Ouest du Canada), les cultures couvre-sol d'hiver croissent moins vite par temps froid, mais limitent quand même les eaux de ruissellement ainsi que le ruissellement des éléments nutritifs. Dans les régions où il fait plus froid, (Est du Canada), les cultures doivent être plantées le plus tôt possible afin de permettre une absorption maximale des éléments nutritifs avant que les plantes ne meurent ou ne passent à l'état dormant.

Un autre manière de mettre en œuvre cette pratique est de planter des cultures relais qui agiront comme des cultures couvre-sol et qui doivent être semées pendant la période de croissance des cultures commerciales existantes. Ce type de culture couvre-sol convient particulièrement aux cultures en ligne. En réalité, les cultures relais permettent d'établir des cultures couvre-sol d'hiver dans les champs utilisés pour les cultures annuelles, comme le maïs et le soja, qui sont récoltées trop tard pour que soit possible le plantage de cultures couvre-sol d'hiver.

Les légumineuses annuelles utilisées comme substitut de la jachère en vue de produire du fourrage peuvent également servir de cultures couvre-sol et limiter l'érosion et le ruissellement. Enfin, on peut aussi produire des cultures couvre-sol en combinant une culture d'engrais verts (légumineuses bisannuelles) avec une culture commerciale. Après la première année, on récolte la culture commerciale, mais on laisse la culture biennale poursuivre sa croissance. La culture annuelle permet une couverture du sol jusqu'à servir d'engrais vert en s'incorporant dans le sol, et ce, durant l'automne généralement.

Conversion des terres agricoles marginales en milieux humides

Cette pratique consiste à transformer les terres agricoles les moins productives en milieux humides pour que ces derniers servent d'habitats à diverses espèces animales, tout en réduisant la quantité de phosphore qui pénètre dans les rivières.

Préservation des milieux humides et des forêts actuels dans les zones agricoles

Divers milieux humides et boisés sont nettoyés et cultivés chaque année, essentiellement parce qu'ils sont très fertiles. Généralement, cette PGB consiste à préserver les milieux humides et les forêts dans les zones agricoles, puisque ces milieux sont vitaux pour la faune.

Il s'agit d'un nouveau genre d'intervention visant la protection agroenvironnementale. Le programme manitobain des Services de diversification des modes d'occupation des sols appelé *Alternative Land Use Services* (ALUS) est sans doute le programme le plus développé du genre au Canada à ce jour. Il offre aux agriculteurs, selon leur cas, des indemnités en fonction de la superficie des terres consacrée à la préservation de divers milieux naturels dans les régions agricoles. Pour ce qui est des milieux humides, le niveau d'indemnisation varie en fonction de l'utilisation des terres qui ne servent pas aux activités agricoles, et qui sont consacrées à la culture de plantes fourragères ou qui servent de pâturage. La PGB que nous utilisons pour notre analyse est basée sur la première de ces options, notamment le maintien des milieux humides et des boisés à l'état sauvage.

Retrait de la production des terres inondables

Cette pratique consiste à remettre les plaines agricoles inondables dans leur état naturel pour qu'elles servent d'habitat à diverses espèces animales. À l'instar de la préservation des milieux humides et des boisés, la future généralisation de cette pratique se limitera essentiellement aux zones existantes des bassins hydrographiques.

Annexe 9

Paramètres choisis pour évaluer les coûts associés aux bandes tampons

Établissement de zones tampons	
Paramètre	Valeur
Longueur des haies	1 000 m
Nombre de rangées	3
Espace entre les rangées	3 m
Espace entre les arbres feuillus nobles	3 m
Espace entre les saules	0,25 m
Taux	
Paramètre	Valeur
Taux d'actualisation annuel	3 %
Taux d'intérêt pour les investissements	3 %
Taux d'intérêt pour les crédits	6 %
Taux d'inflation annuel	2,75 %

Coûts d'établissement	
Paramètre	Valeur
Prix d'un rouleau en plastique	175 \$
Prix d'une collerette	0,15 \$
Prix d'une broche pour collerette	0,10 \$
Salaire horaire pour l'établissement et l'entretien des haies	15 \$/ha
Coûts de déplacement	0,35 \$/km
Salaire horaire pour le travail du sol à l'aide de machines	60 \$/ha
Plans et estimations (définitifs)	250 \$
Coût d'une plantule de saule hybride de deux ans	0,40 \$
Coût d'un arbre feuillu noble de deux ans	2,50 \$
% du coût d'établissement couvert par le gouvernement provincial (Programme de couverture végétale du Canada)	50 %
Les coûts de transport des espèces végétales ne sont pas inclus dans la simulation.	

Coûts de maintenance	
Paramètre	Valeur
% du coût d'établissement envisagé pour le remplacement des arbres morts durant la première année	10 %
Salaire horaire pour le fauchage et l'inspection phytosanitaire	45 \$/ha
Nombre de fauchages par an	2
Coûts de déplacement des machines	0,70 \$/km
Prix d'une spirale de protection contre les rongeurs	1 \$
Prix d'un tube de protection contre les cerfs (installation comprise)	6 \$

Revenu provenant de la vente du bois	
Paramètre	Valeur
Valeur des arbres feuillus nobles vendus pour le sciage	118 \$/m ³
Valeur des saules hybrides vendus comme biomasse	85 \$/tonne de matière sèche

Annexe 10

Régimes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires

Le modèle théorique ne reflète pas toujours la réalité. Pour atteindre les résultats attendus, on doit respecter un certain nombre de conditions du marché. En réalité, les régimes d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires ne peuvent être mis en œuvre lorsque le marché présente les caractéristiques suivantes :

- Un petit nombre d'intervenants exerce une emprise importante sur le marché; ils peuvent manipuler les prix et les quantités à leur avantage, annulant ainsi la possibilité d'une solution économique optimale.
- Les coûts de transaction sont très élevés; l'échange de permis n'est plus rentable, ce qui empêche l'attribution efficace de permis et la réalisation des objectifs de réduction à moindre coût.
- Les effluents ou rejets ne sont pas surveillés comme il se doit; les concentrations d'effluents stipulées dans le cadre du processus d'attribution de permis de traitement des eaux résiduaires ne sont pas respectées.

On doit prendre en compte plusieurs facteurs lors de la mise en place d'un système de permis échangeables. Premièrement, les effluents renfermant des nutriments proviennent de plusieurs sources, notamment de l'agriculture, des fosses septiques, des stations de traitement des eaux usées et de certaines industries, qui complexifient le processus de mesure et de contrôle des effluents. Deuxièmement, la plupart des sources de pollution de l'eau sont petites, diffuses et très nombreuses. Enfin, même si l'on note des progrès relativement à la mesure et au contrôle des effluents, notamment par la conception de modèles scientifiques servant à estimer les volumes d'effluents, l'inclusion de l'agriculture dans les sources d'effluents complique la recherche de solutions, car la mise en œuvre de règlements environnementaux directs demeure presque impossible (Schary et Fisher-Vanden, 2004).

L'une des principales difficultés liées à l'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires réside dans l'incertitude relative aux réductions liés aux PGB appliquées dans le domaine de l'agriculture. Afin d'éliminer ce doute, la plupart des programmes utilisent un ratio d'échange de 2:1 (-2 kg d'effluents contre +1 kg de rejets) au lieu d'un ratio de 1:1 (-1 kg d'effluents contre +1 kg de rejets). L'autre avantage important qu'offre l'utilisation de ce ratio est une meilleure probabilité d'atteindre l'objectif global en matière de réduction des effluents. Dans la majorité des programmes existants, les ratios sont déterminés scientifiquement.

L'expérience la plus récente est basée sur l'échange entre des sources ponctuelles et non ponctuelles. Les activités agricoles constituent habituellement la forme la plus commune de sources non ponctuelles n'étant pas directement réglementées. Pour ces sources, on utilise généralement un système d'échange conjointement avec d'autres programmes volontaires en vue de réduire l'incidence de polluants spécifiques. Bien que la plupart des polluants visés soient le phosphore et l'azote, quelques programmes ciblent les sédiments et un certain nombre d'autres facteurs de pollution, tels que le sélénium, la demande biologique en oxygène (DBO), etc.

Malgré les difficultés liées à la mise en œuvre de tels programmes, la valeur de ces derniers ne cesse d'augmenter en raison de leurs multiples caractéristiques très attrayantes, notamment :

- a) Ce type d'instrument est particulier et peut s'adapter aux situations particulières – il s'agit d'un système décentralisé.
- b) La démarche se fonde sur des procédés innovants.
- c) La participation des agriculteurs et de leurs associations locales constitue un élément fondamental – il s'agit de régimes facultatifs.

Tout compte fait, la mise en place de tels systèmes est justifiée par les grands défis environnementaux que la société doit relever. En effet, cela peut se faire si le niveau cible pour un bassin hydrographique donné est clairement défini. Par ailleurs, la disposition à fournir de l'aide juridique, institutionnelle et financière à de tels initiatives (projets pilotes, entre autres), en plus de la volonté du gouvernement, existe à l'échelle nationale.

Deux différents types de système d'échange de droits de rejet d'eaux résiduaires peuvent être mis en place par les gouvernements, à savoir un système de permis échangeables et un système d'échange de crédits. Le premier est plus connu sous le nom de « système de plafonnement et d'échange » alors que le second est généralement appelé « système fondé sur des niveaux de référence et des crédits ».

Le système de plafonnement et d'échange

Ce système d'échange repose sur l'établissement, par le gouvernement, d'une limite supérieure absolue d'émissions pour toutes les sources visées par le programme. Cette limite est déterminée en fonction de l'objectif environnemental fixé. Les permis d'émission ou de rejet sont alors accordés aux sources dont la valeur maximale des émissions et des rejets correspond à cette limite supérieure. Les participants au programme peuvent échanger les permis entre eux. Cet échange permet à chacun d'adopter la stratégie qui lui convient, en fonction des coûts relatifs de l'option de base qui consiste soit à mettre en place des

pratiques ou des technologies qui l'aident à réduire ses rejets d'eaux résiduaires, soit à racheter des droits de rejet auprès d'autres participants au programme. Il en résulte que les participants dont les coûts de réduction des eaux résiduaires sont les plus faibles sont ceux qui permettent d'atteindre le niveau de réduction des émissions ciblé. De tels programmes sont donc plus efficaces et contribuent à la réduction du coût total des mesures entreprises en vue d'atteindre un objectif environnemental donné. Par ailleurs, étant donné que le niveau de pollution est fixé à un seuil limite (ou plafond), ce système est également appelé « système fermé ».

Le système fondé sur des niveaux de référence et des crédits

Ce système d'échange de crédits repose sur l'assignation d'un niveau de référence à chaque source. Si une source diminue ses émissions en dessous du niveau de référence, elle peut vendre la réduction du surplus comme « crédits » aux sources ayant dépassé leur niveau de référence. Par conséquent, l'échange impliquera des crédits de réduction des émissions plutôt que des droits d'émission. Ces crédits ne peuvent être acquis que par une entreprise qui diminue ses émissions en dessous de son niveau de référence. Ce système est généralement appelé « système fondé sur des niveaux de référence et des crédits ».

Les réductions visant à atteindre le niveau de référence ne peuvent être converties en crédits. Afin d'assurer la conformité avec cette exigence ainsi qu'avec le caractère actuel des réductions, les crédits doivent être certifiés par une entité tierce reconnue. Cette certification constitue un élément majeur des coûts de transaction élevés qui sont liés à la plupart des programmes existants sur la qualité de l'eau.

Combinaison d'un système de plafonnement et d'échange et d'un système fondé sur des niveaux de référence et des crédits en un système « ouvert »

On combine de plus en plus les deux systèmes lorsque le système de plafonnement et d'échange ne permet pas de couvrir toutes les sources contribuant à un problème environnemental donné, et que les sources couvertes doivent faire face à des coûts de réduction de la pollution élevés. L'association des deux systèmes implique que certaines sources soient réglementées et que certains permis soient attribués, ce qui est notamment le cas pour les entreprises réglementées qui sont en mesure d'échanger des permis entre elles, conformément au système de plafonnement et d'échange. Cependant, dans le cas d'un système ouvert combinant les deux méthodes, les entreprises réglementées peuvent également acheter des crédits auprès d'entreprises non réglementées qui diminuent leurs émissions en dessous de leur niveau de référence, conformément au système de plafonnement et d'échange.

Annexe 11

Coûts de renonciation associés à l'utilisation actuelle des terres dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet

Type de cultures	Superficie cultivée (ha)	% de la superficie totale cultivée	Prix de location des terres (\$/ha/année)	Coût de renonciation associé à chaque culture (\$/ha/année)
Foin et autres cultures fourragères	16 818,0	41,8 %	120	50,2
Maïs-grain	12 027,0	29,9 %	240	71,8
Avoine	3 740,0	9,3 %	120	11,2
Maïs à ensilage	3 345,0	8,3 %	120	10,0
Soya	2 745,0	6,8 %	240	16,4
Orge	1 539,0	3,8 %	120	4,6
Coût de renonciation (\$/ha)				164,1

Source : ÉcoRessources Consultants et d'autres données de Beaugard et Brunelle (2007) et Statistique Canada (2007).

Annexe 12

Cultures principales dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan

Cultures	Superficie (ha)	Pourcentage des terres totales cultivées
Terres totales cultivées	180 008	
Blé	54 689	30,4 %
Canola	40 807	22,7 %
Luzerne et mélanges de luzerne	28 544	15,9 %
Foin et grandes cultures	17 092	9,5 %
Oats	12 817	7,1 %
Graines de lin	9 184	5,1 %
Autres cultures fourragères et de foin	8 230	4,6 %
Pois secs de grande culture	2 800	1,6 %
Seigle (total)	1 220	0,7 %
Graines fourragères récoltées comme semences	1 199	0,7 %
Tournesols	1 013	0,6 %
Céréales mélangées	794	0,4 %
Maïs (total)	604	0,3 %
Graines de moutarde	329	0,2 %
Autres cultures	686	0,4 %

Source : Statistique Canada (2007).

Annexe 13

Coûts privés de l'établissement d'une zone tampon riveraine boisée dans les deux bassins hydrographiques

TABLEAU 80 : COÛTS PRIVÉS DE L'ÉTABLISSEMENT D'UNE ZONE TAMPON RIVERAINE BOISÉE SUR UN HECTARE DE TERRE CULTIVABLE (\$/HA)

	Coût total moins le revenu issu du bois	Coût de la perte de terres cultivables	Coût d'entretien des zones tampons riveraines boisées	Revenu issu du bois	Coût total moins le revenu issu du bois
1	2 142	164	671	0	2 977
2	-	164	670	0	834
3	-	164	668	98	734
4	-	164	666	98	732
5	-	164	665	97	732
6	-	164	394	97	461
7	-	164	393	97	460
8	-	164	392	97	459
9	-	164	391	96	459
Total	2 142	1 476	4 910	680	7 848

TABLEAU 81 : COÛTS PRIVÉS PRÉVUS POUR L'ÉTABLISSEMENT DE ZONES TAMPONS RIVERAINES BOISÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN (\$/HA)

Année	Marge annuelle	Marge cumulative	Coûts de mise en œuvre	Coût de renonciation	Coûts de maintenance	Revenu	Coûts totaux
1	2 932,80 \$	2 932,80 \$	2 142,00\$	61,78	671 \$	0	2 875
2	786,31 \$	3 719,11 \$		59,98	670 \$	0	730
3	679,63 \$	4 398,74 \$		56,54	668 \$	98 \$	627
4	668,33 \$	5 067,08 \$		51,74	666 \$	98 \$	620
5	657,14 \$	5 724,22 \$		45,97	665 \$	97 \$	614
6	373,90 \$	6 098,11 \$		39,65	394 \$	97 \$	337
7	360,40 \$	6 458,51\$		33,21	393 \$	97 \$	329
8	347,36 \$	6 805,87\$		27,00	392 \$	97 \$	322
9	336,33 \$	7 142,21\$		21,32	391 \$	96 \$	316
Total							6 769

Annexe 14

Coûts privés de l'établissement d'une zone tampon riveraine herbeuse dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet

Graines	Qté/km de cours d'eau			Prix unitaire (\$)			Total		
	1 m de large	3 m de large	10 m de large*				1 m de large	3 m de large	10 m de large*
Fétuque rouge (kg)	2,4	7,2	24	3,53 \$			8,47 \$	25,42 \$	84,72 \$
Trèfle blanc (kg)	0,6	1,8	6	10,00 \$			6,00 \$	18,00 \$	60,00 \$
Pâturin (kg)	0,6	1,8	6	4,25 \$			2,55 \$	7,65 \$	25,50 \$
Total							17,02 \$	51,07 \$	170,22 \$
Travail du sol				Prix unitaire (\$)			Total		
Semis en plein	1			13,00 \$			13,00 \$		
Labour (loam)		1	1	18,94 \$				18,94 \$	63,13 \$
Hersage lourd (disques)		1	1	3,56 \$				3,56 \$	11,87 \$
Hersage léger (vibroculteur)		1	1	2,88 \$				2,88 \$	9,60 \$
Ensemencement à l'aide d'un semoir à grains		1	1	6,05 \$				6,05 \$	20,17 \$
Total							13,00 \$	31,43 \$	104,77 \$
Coût d'établissement total par km de cours d'eau							32,04 \$	88,56 \$	295,19 \$
				Coût d'établissement total par hectare**					295,19 \$
Maintenance	Nbre de passages/km de cours d'eau			Prix unitaire (\$)			Total		
	1 m de large	3 m de large	10 m de large*	1 m de large	3 m de large	10 m de large*	1 m de large	3 m de large	10 m de large*
Réensemencement au besoin	0	0	0	13,00 \$	6,05 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
Maintenance (tonte du gazon au besoin)	1	1	1	1,04 \$	3,12 \$	10,40 \$	1,04 \$	3,12 \$	10,40 \$
Coût de maintenance total par km de cours d'eau							1,04 \$	3,12 \$	10,40 \$
				Coût de maintenance total par hectare**					10,40 \$

*Les résultats pour une zone tampon riveraine de dix mètres de large sont basés sur une extrapolation des modèles d'un et de trois mètres. Source : CRAAQ (2007).

**Pour un modèle de 10 mètres sur un kilomètre de cours d'eau, le coût d'établissement a été obtenu en multipliant 10 m par 1000 m (1 km), ce qui équivaut à 10 000 m² ou 1 hectare.

Annexe 15

Coût des machines spécialisées pour la culture sans labour et le travail réduit du sol dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet

<u>Maïs</u>			
	Méthode conventionnelle	Travail réduit du sol (chisel)	Culture sans labour
Charrue à socs à six versoirs	25 500 \$		
Chisel		18 500 \$	
Herseur lourd	26 000 \$	26 000 \$	
Vibroculteur	21 500 \$	21 500 \$	
Semoir à grains	45 000 \$	45 000 \$	49 600 \$
Total	118 000 \$	111 000 \$	49 600 \$
<u>Soya</u>			
Charrue à socs à six versoirs	25 500 \$		
Chisel		18 500 \$	
Herseur lourd	26 000 \$	26 000 \$	
Vibroculteur	21 500 \$	21 500 \$	
Semoir à grains	21 000 \$	21 000 \$	50 000 \$
Total	94 000 \$	87 000 \$	50 000 \$

Source : CDAQ – MAPAQ (2005).

Annexe 16

Avantages économiques offerts par les diverses PGB – Sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet

Simulated impacts of alternative practices on farm net returns over the 30-year time horizon

Scenario	Dairies		Swine		Beef			Mixed farms	Watershed aggregate
	Tie stall	Free stall	Open lot	Large confined	Fed cattle	Beef cow/calf	Calf and heifer		
Baseline: \$ per farm	69321	152493	-10581	196701	-18604	-19316	-12323	71261	42467
Baseline: \$ per hectare	342.3	473.3	-43.1	450.9	-64.6	-102.9	-104.2	530.3	186.5
Changes from baseline: \$ per hectare									
1. No till	-7.5	-4.7	-10.5	-12.8	-13.7	-13.7	-12.2	-13.5	-10.3
2. Incorporation	-2.1	-3.3	-1.7	0.0	-1.9	-0.5	-0.7	-3.6	-1.8
3. Injection	0.0	0.0	0.0	-8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7
4. Terraces	-64.1	-64.6	-56.3	-60.3	-65.8	-76.5	-66.5	-70.7	-64.8
5. Contouring	-7.4	-7.9	-3.6	-7.7	-6.4	-5.8	-4.2	-5.0	-6.4
6. In-field contour buffers	-38.5	-28.8	-29.7	-25.4	-7.9	-8.9	-23.2	-38.5	-26.0
7. Grassed waterways	-23.9	-26.8	-19.1	-23.4	-17.7	-17.7	-22.5	-26.0	-21.7
8. No till and reduced fertilizer	36.1	41.0	48.7	46.8	45.8	45.6	40.3	37.2	42.2
9. Contour buffers and reduced fertilizer	-2.1	9.7	19.9	24.9	42.2	40.6	20.7	3.7	18.0
10. Contours and reduced fertilizer	36.7	39.1	56.3	53.7	54.0	54.1	48.7	46.1	46.9
11. No till and injection	-9.3	-8.4	-4.7	-8.4	-6.6	-4.3	-5.3	-13.0	-7.6

Ces simulations sont applicables aux modèles agricoles en Iowa, aux États-Unis.

Source: Gassman et al. (2006).

Annexe 17

Coût privé de la plantation d'une culture couvre-sol annuelle – Sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet

	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Phléoles des prés/luzerne : semences pures	157 \$	S.O.	150 \$	149 \$	152 \$
Phléoles des prés/luzerne : cultures de luzerne établies avec des cultures d'orge comme cultures de soutien	153 \$	S.O.	151 \$	149 \$	151 \$
Phléoles des prés/luzerne sans culture de soutien pour le foin commercial (vendu en grandes bottes rectangulaires)	157 \$	S.O.	151 \$	150 \$	153 \$
Coûts variables de la plantation d'un mélange de phléoles des prés et de luzerne comme culture couvre-sol sur un hectare de terre					152 \$

Source : ÉcoRessources Consultants et des données de Beauregard et Brunelle (2004 – 2007).

Annexe 18

Paiements uniques par hectare de zone tampon dans les deux bassins hydrographiques

**TABLEAU 82 : PAIEMENT UNIQUE POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE HERBEUSE
 (SANS ENTRETIEN) DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET**

Année	Incitatif pour l'établissement de zones tampons riveraines herbeuses (50 %)	Coût actualisé de la perte de terre cultivables	Paiements uniques totaux par hectare (subvention pour l'investissement + coût de renonciation total actualisé)
1	148	175	1 547
2	-	169	
3	-	164	
4	-	160	
5	-	155	
6	-	151	
7	-	146	
8	-	142	
9	-	138	
Total		1 399	

TABLEAU 83 : PAIEMENT UNIQUE POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE

Année	Subvention pour l'établissement de zones tampons riveraines herbeuses (50 %)	Coût actualisé de la perte de terre cultivables	Paiements uniques totaux par hectare (subvention pour l'investissement + coût de renonciation total actualisé)
1	148	61,77	545
2	-	60	
3	-	57	
4	-	52	
5	-	46	
6	-	40	
7	-	33	
8	-	27	
9	-	21	
Total		397	

TABLEAU 84 : PAIEMENT UNIQUE POUR UNE EXPLOITATION AGRICOLE QUI ADOPTE LA CULTURE SANS LABOUR DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Année	Coût de l'équipement spécialisé pour la culture sans labour	Subvention pour l'achat d'équipement spécialisé aux fins de culture sans labour (30 %)	Aide technique d'un agronome pour une période de deux ans	Paiement unique
1	50 000 \$	15 000 \$	550 \$	15 550 \$
2			550 \$	550 \$

TABLEAU 85 : PAIEMENT UNIQUE POUR UNE EXPLOITATION AGRICOLE QUI ADOPTE LE TRAVAIL RÉDUIT DU SOL DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Année	Coût de l'équipement spécialisé pour le travail réduit du sol	Subvention pour l'achat d'équipement spécialisé aux fins de travail réduit du sol (30 %), soit 15 000 \$ au maximum	Aide technique d'un agronome pour une période de deux ans	Paiement unique
1	98 500 \$	15 000 \$	550 \$	15 550 \$
2			550 \$	550 \$

Annexe 19

Paiements annuels par hectare de zone tampon dans les deux bassins hydrographiques

TABLEAU 86 : PAIEMENT ANNUEL POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE BOISÉE DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Année	Subvention pour l'établissement de zones tampons riveraines boisées (50 %)	Paiement annuel (perte de terres cultivables, entretien, perte de revenus issus de la vente de bois de sciage) (\$)	Paiements annuels totaux (\$)
1	1 071	846	1 917
2	-	845	845
3	-	745	745
4	-	743	743
5	-	743	743
6	-	472	472
7	-	471	471
8	-	470	470
9	-	470	470
Total sur une période de 9 ans pour 1 ha			6 872

**TABLEAU 87 : PAIEMENT ANNUEL POUR UN HECTARE DE ZONE TAMPON RIVERAINE BOISÉE DANS
 LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE LITTLE SASKATCHEWAN**

Année	Subvention pour l'établissement de zones tampons riveraines boisées (50 %)	Paiement annuel (perte de terres cultivables, entretien, perte de revenus issus de la vente de bois de sciage) (\$)	Paiements annuels totaux (\$)
1	1 071	1 803,77	2 874,77
2	-	729,97	729,97
3	-	626,53	626,53
4	-	619,73	619,73
5	-	613,96	613,96
6	-	336,65	336,65
7	-	329,20	329,20
8	-	322,00	322,00
9	-	316,31	316,31
Total sur une période de 9 ans pour 1 ha			6 769

**TABLEAU 88 : PAIEMENT ANNUEL POUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES UTILISANT LA CULTURE
 INTERCALAIRE (BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET EST UNIQUEMENT)**

Année	Coût des semences et du labourage (51 ha * 152 \$/ha)	Aide technique (\$)	Paiement annuel (coût des semences et du labourage + aide technique) (\$)
1	7 779	550	1 329
2	7 779	550	1 329
3	7 779	-	7 779
4	7 779	-	7 779
5	7 779	-	7 779
6	7 779	-	7 779
7	7 779	-	7 779
8	7 779	-	7 779
9	7 779	-	7 779
Par ferme (\$/ferme) (A)			71 112
Pour 1 hectare (\$/ha) (B) = A/51 ha			1 394

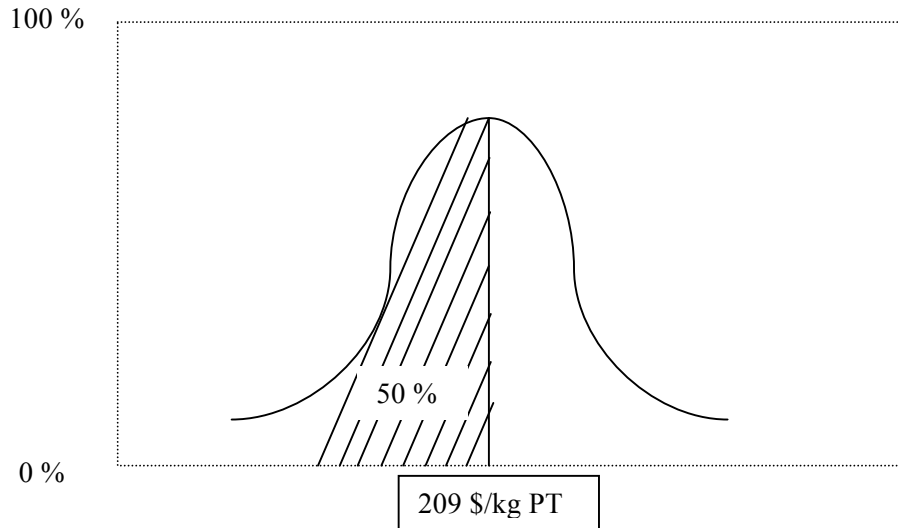
TABLEAU 89 : PAIEMENT ANNUEL POUR UN HECTARE DE CULTURES COUVRE-SOL POUR LES CÉRÉALES DANS LE SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE NICOLET

Année	Coût du labourage (21,25 ha * 4 \$/ha)	Aide technique (\$)	Paiement annuel (coût du labourage + aide technique) (\$)
1	85	550	635
2	85	-	85
3	85	-	85
4	85	-	85
5	85	-	85
6	85	-	85
7	85	-	85
8	85	-	85
9	85	-	85
Par ferme (\$/ferme)		(A)	1 315
Pour 1 hectare (\$/ha)		(B) = A/21 ha	62

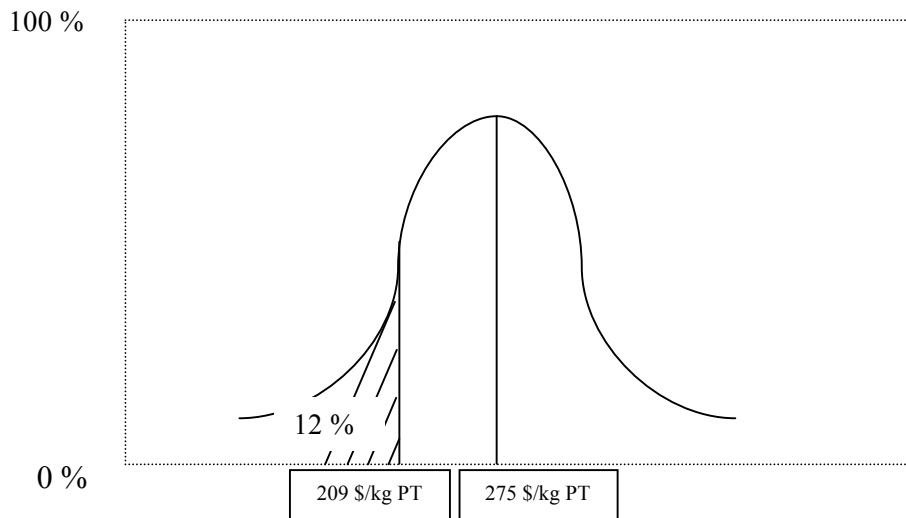
Annexe 20

Enchères et permis échangeables : Explication graphique de la répartition des coûts privés des PGB dans le sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet (distribution normale)

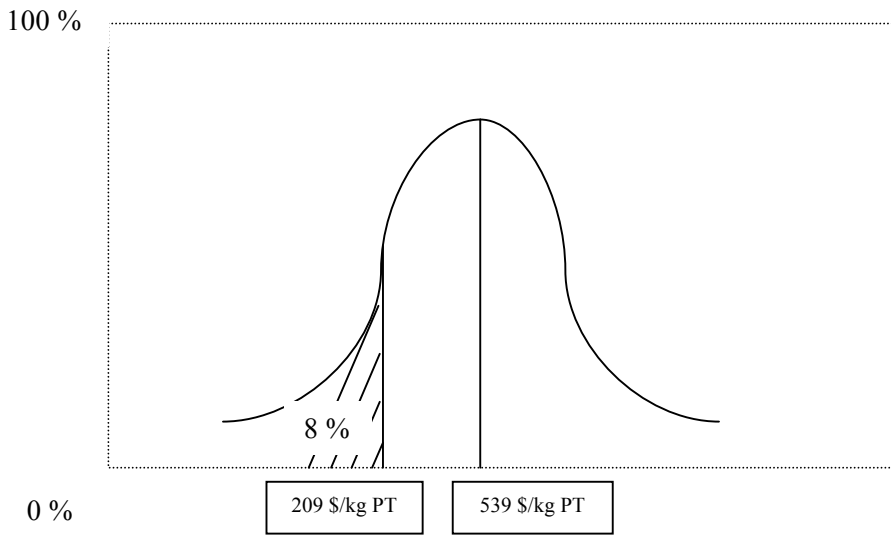
PGB : Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales (la PGB la plus efficace)



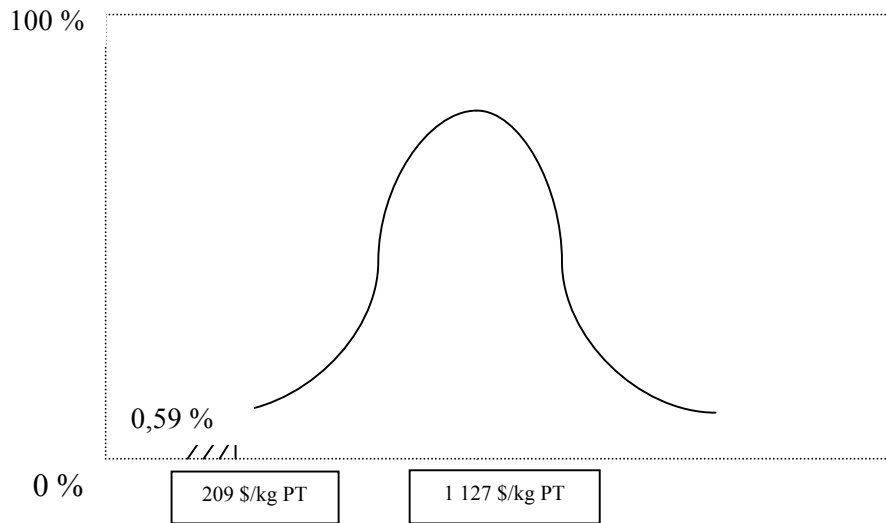
PGB : Zones tampons riveraines herbeuses



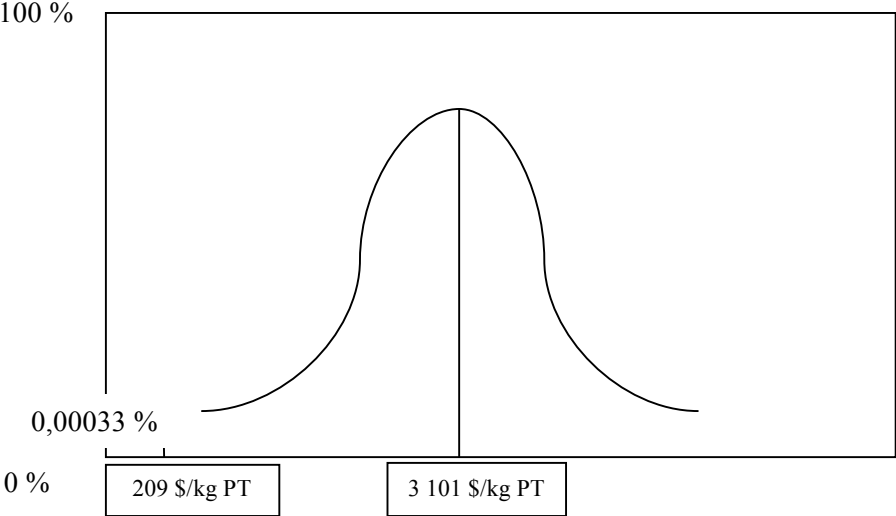
PGB : Travail réduit du sol et culture sans labour



PGB : Zones tampons riveraines boisées



PGB : Culture intercalaire



Annexe 21

Coûts totaux des diverses politiques appliquées dans les bassins hydrographiques des rivières Nicolet et Little Saskatchewan

	Paiements uniques		Paiements annuels		Paiements mixtes (uniques et annuels)		Enchères		Permis échangeables (pour le phosphore uniquement) (en millions de dollars)	
	(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)		(en millions de dollars)	
	BRN(E)	BRLS	BRN(E)	BRLS	BRN(E)	BRLS	BRN(E)	BRLS	BRN(E)	BRLS
Coûts totaux de l'amélioration de la qualité de l'eau	1,49	2,82	5,23	7,46	1,51	0,68	0,78	0,82	0,62	0,75
Total habitat costs	0,67	0,23	0,60	0,29	0,60	0,32	0,40	0,32	-	0,29
Total costs	2,17	2,82	5,83	7,46	2,11	0,68	1,19	0,82	0,62	0,75

BRN(E) : Sous-bassin hydrographique de la rivière Nicolet Est

BRLS : Bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan

Il a est noter que dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan, les PGB visant à réduire la teneur en phosphore des voies d'eau servent également à créer des habitats. Par conséquent, les coûts relatifs à la qualité de l'eau dans la rivière Little Saskatchewan comprennent les coûts de l'amélioration de la qualité de l'eau et de la création d'habitats.

Annexe 22

Revenu brut estimatif par ménage en 2003 dans les deux bassins hydrographiques à l'étude

Rivière Nicolet

Revenu en 2003

Revenu par travailleur dans la MRC ¹¹⁰ de l'Amiante ¹¹¹	(A)	28 625 \$CAN
Revenu par travailleur dans la MRC d'Arthabaska ¹¹²	(B)	31 778 \$CAN
Revenu par travailleur dans la MRC de Nicolet–Yamaska ¹¹³	(C)	28 907 \$CAN
Revenu par travailleur dans les trois MRC	(D) = (A+B+C)/3	29 770 \$CAN
Revenu hebdomadaire par travailleur au Québec ¹¹⁴	(E)	619 \$CAN
Revenu annuel par ménage au Québec	(F) = 52 * E	51 935 \$CAN
Revenu annuel d'un travailleur au Québec ¹¹⁵	(G)	32 201 \$CAN
Ratio revenu d'un ménage/revenu d'un travailleur	(H) = F/G	1,613
Revenu d'un ménage dans les trois MRC en \$CAN	(I) = H*D	48 014 \$CAN
Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2003) ¹¹⁶	(J)	1,4015
Revenu d'un ménage dans les trois MRC en \$US	(K) = I/J	34 259 \$US

¹¹⁰ MRC = municipalité régionale de comté

¹¹¹ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/marche_trav/indicat/remun_age_mrc17.htm

¹¹² Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/marche_trav/indicat/remun_age_mrc17.htm

¹¹³ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/marche_trav/indicat/remun_age_mrc17.htm

¹¹⁴ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/marche_trav/remnr/remnr_condt_trav/008_rem_heb_emp_9706.htm

¹¹⁵ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/famls_mengs_niv_vie/revenus_depense/revenus/revfam96_2005.htm

¹¹⁶ Site Internet de la Banque du Canada (2008) : <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

Revenu en 2002

Revenu par travailleur dans la MRC ¹¹⁷ de l'Amiante ¹¹⁸	(A)	28 102 \$CAN
Revenu par travailleur dans la MRC d'Arthabaska ¹¹⁹	(B)	31 258 \$CAN
Revenu par travailleur dans la MRC de Nicolet–Yamaska ¹²⁰	(C)	28 010 \$CAN
Revenu par travailleur dans les trois MRC	(D) = (A+B+C)/3	29 123 \$CAN
Revenu hebdomadaire par travailleur au Québec ¹²¹	(E)	606 \$CAN
Revenu annuel par ménage au Québec	(F) = 52 * E	50 932 \$CAN
Revenu annuel d'un travailleur au Québec ¹²²	(G)	31 515 \$CAN
Ratio revenu d'un ménage/revenu d'un travailleur	(H) = F/G	1,616
Revenu d'un ménage dans les trois MRC en \$CAN	(I) = H*D	47 067 \$CAN
Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2003) ¹²³	(J)	1,5704
Revenu d'un ménage dans les trois MRC en \$US	(K) = I/J	29 971 \$US

¹¹⁷ MRC = municipalité régionale de comté.

¹¹⁸ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil12/societe/marche_trav/indicat/remun_age_mrc12.htm#Amiante

¹¹⁹ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/marche_trav/indicat/remun_age_mrc17.htm

¹²⁰ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/marche_trav/indicat/remun_age_mrc17.htm

¹²¹ Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/marche_trav/remnr/remnr_condt_trav/008_rem_heb_emp_9706.htm

¹²² Site Internet de l'Institut de la statistique du Québec (2008) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/famls_mengs_niv_vie/revenus_depense/revenus/revfam96_2005.htm

¹²³ Site Internet de la Banque du Canada (2008) : <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

Rivière Little Saskatchewan

Revenu en \$US entre 2003 et 2006

Revenu par ménage dans le BRLS en 2005 ¹²⁴	(A)	38 581 \$CAN
Indice des prix à la consommation en 2003 ¹²⁵	(B)	102,2
Indice des prix à la consommation en 2006 ¹²⁶	(C)	107,5
Revenu par ménage dans le BRLS en 2003 (\$CAN)	(D) = A*B/C	36 679 \$CAN
Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2003) ¹²⁷	(E)	1,4015
Revenu par ménage dans le BRLS en 2003 (\$US)	(F) = D/E	26 171 \$US

Revenu en \$US entre 2002 et 2006

Revenu par ménage dans le BRLS en 2005 ¹²⁸	(A)	38 581 \$CAN
Indice des prix à la consommation en 2002 ¹²⁹	(B)	100,0
Revenu par ménage dans le BRLS en 2002 (\$CAN) ¹³⁰	(C)	107,5
Revenu par ménage dans le BRLS en 2002 (\$CAN)	(D) = A*B/C	35 889 \$CAN
Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2002) ¹³¹	(E)	1,5704
Revenu par ménage dans le BRLS en 2002 (\$US)	(F) = D/E	22 853 \$US

¹²⁴ Le revenu par ménage dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est estimé à partir de données du Recensement de la population de 2006, en tant que moyenne pondérée du revenu médian par ménage propre à chaque municipalité dont une partie importante est comprise dans le bassin.

¹²⁵ Statistique Canada 2008, tableau 6, page 32.

¹²⁶ Statistique Canada 2008, tableau 6, page 32.

¹²⁷ Internet site of the Bank of Canada 2008: <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

¹²⁸ Le revenu par ménage dans le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan est estimé à partir de données du Recensement de la population de 2006, en tant que moyenne pondérée du revenu médian par ménage propre à chaque municipalité dont une partie importante est comprise dans le bassin.

¹²⁹ Statistique Canada 2008, tableau 6, page 32.

¹³⁰ Statistique Canada 2008, tableau 6, page 32.

¹³¹ Site Internet de la Banque du Canada (2008) : <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

Annexe 23

Utilisation du méta-modèle de Thomassin et Johnston (2008) pour estimer la volonté de payer en vue d'améliorer la qualité de l'eau de surface dans les deux bassins hydrographiques à l'étude

	Coefficients du modèle (A)	Rivière Nicolet		Rivière Little Saskatchewan	
		Valeur des variables (B)	C = A * B	Valeur des variables (B')	C' = A * B'
Point d'intersection	5,0010	1	5,0010	1	5,0010
<i>Variables du modèle d'étude</i>					
Année de l'étude	-0,0954	32	-3,0534	32	-3,0534
Évaluation des contingences	0,5308	0,4433	0,2353	0,4433	0,2353
Contributions volontaires	-1,2590	0	0	0	0
Entrevues	1,0967	0,1546	0,1695	0,1546	0,1695
Par la poste	0,4782	0,6288	0,3007	0,6288	0,3007
Montant forfaitaire	0,4096	0	0	0	0
Barème de qualité de l'eau	-0,1552	0,2680	-0,0416	0,2680	-0,0416
Votes de protestation	0,7519	0,3814	0,2868	0,3814	0,2868
Valeurs extrêmes des prix (valeurs aberrantes)	-0,6459	0,1856	-0,1199	0,1856	-0,1199
Taux de réponse élevé	-0,6509	0,2577	-0,1677	0,2577	-0,1677
<i>Variables liées aux politiques, aux ressources et au contexte</i>					
Nbre de non-utilisateurs	-0,5776	0	0	0	0
Revenus	0,000006	29 971	0,1765	31 160	0,1835
Multirégions	0,6652	0	0	0	0
Canada	-1,5881	1	-1,5881	1	-1,5881
Lac	0,3726	0	0	0	0
Estuaire	0,3980	0	0	0	0
Étangs salés	0,6194	0	0	0	0
Eau douce	0,2326	1	0,2326	1	0,2326
Changement dans la qualité de l'eau influant sur les espèces non spécifiées	0,2405	2,5	0,6013	4,5	1,0823
La présente étude indique une hausse importante du taux de population de poissons ou de pêche.	0,9619	0	0	0	0
Niveau de référence pour la qualité de l'eau	-0,0532	7	-0,3727	2,5	-0,1331
Total de la colonne C (D) =			1,6603		2,3879
σ_e^2 variance des termes d'erreur (E) =			0,1572		0,1572
VDP/ménage/année (\$US – 2002) (F = e ^{D+E/2}) =			5,6909\$		11,7806 \$

Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2002) (G) ¹³² =	1,5704	1,5704
VDP/ménage/année (\$CAN – 2002) (H = F*G) =	8,93 \$	18,50 \$
Indice des prix à la consommation en 2007 comparativement à 2002 (I) ¹³³ =	109,80 %	109,80 %
VDP/ménage/année (\$CAN – 2007) (J = H*I) =	9,81 \$	20,31 \$
Population du bassin hydrographique en 2003 (K) ¹³⁴ =	53 266 ¹³⁵	8 800 ¹³⁶
Nombre moyen de personnes par ménage (Centre du Québec) 2006 (L) ¹³⁷ =	2,4 ¹³⁸	2,5 ¹³⁹
Nombre de ménages dans le bassin hydrographique (M = K/L) =	22 194	3 520
VDP/bassin hydrographique/année (\$CAN – 2007) (N = J*M) =	217 788 \$	71 503 \$
Période relative aux avantages environnementaux (O) =	9 ans	9 ans
Taux d'actualisation (P) =	6 %	6 %
VDP/bassin hydrographique, valeur actualisée sur une période de 9 ans (\$CAN – 2007)	1 570 203 \$	515 520 \$
$(N * (1/(1+P)^0 + 1/(1+P)^1 + 1/(1+P)^2 + 1/(1+P)^3 + 1/(1+P)^4 + 1/(1+P)^5 + 1/(1+P)^6 + 1/(1+P)^7 + 1/(1+P)^8)) =$		

¹³² Site Internet de la Banque du Canada (2008) : <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

¹³³ Statistique Canada 2007b.

¹³⁴ Ghazal et al. 2006 et nos calculs.

¹³⁵ Ghazal et al. 2006 et nos calculs.

¹³⁶ Districts de conservation de la rivière Little Saskatchewan et de la rivière Souris (Ouest) 2003.

¹³⁷ ISQ (Institut de la Statistique du Québec) 2008:

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/demographie/pers_demo/pers_men17.htm.

¹³⁸ Institut de la Statistique du Québec Web site 2008:

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil17/societe/demographie/pers_demo/pers_men17.htm.

¹³⁹ Site Internet de Statistique Canada (2008) :

<http://www12.statcan.ca/english/census06/data/profiles/community/Details/Page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=4615033&Geo2=PR&Code2=46&Data=Count&SearchText=Blanshard&SearchType=Begin&SearchPR=01&B1=All&Custom=>

Annexe 24

Utilisation du méta-modèle Borrisova-Kidder de 2006 (sans variables régionales) pour estimer l'avantage des milieux humides dans les deux bassins hydrographiques à l'étude

	Coefficients du modèle (A)	Rivière Nicolet		Rivière Little Saskatchewan	
		Valeur de la variable (B)	C = A * B	Valeur de la variable (B')	C' = A * B'
Point d'intersection	-3,2220	1	-3,2220	1	-3,2220
<i>Variables socioéconomiques</i>					
Revenus	0,1380	34	4,7277	35	4,9244
Année de l'étude	0,1740	16,32	2,8397	16,32	2,8397
<i>Superficie de la zone humide</i>					
En acres	-0,0000004	6,7332	-0,0000028	9,5176	-0,0000040
Proportion de milieux humides dans la région	-6,1290	0,0272	-0,1667	0,064	-0,3923
<i>Type de milieu humide</i>					
Marais d'eau douce	0,2070	1	0,2070	1	0,2070
Marais salé	-2,3500	0	0,0000	0	0,0000
Fondrière des Prairies	-2,5260	0	0,0000	1	-2,5260
<i>Fonctions des milieux humides</i>					
Approvisionnement en eau	1,2920	0	0,0000	0	0,0000
Qualité de l'eau	1,8770	0	0	0	0
Inondations	0,2770	1	0,2770	1	0,2770
Pêche sportive	0,6440	0	0,0000	0	0,0000
Pêche commerciale	0,9260	0	0,0000	0	0,0000
Chasse aux oiseaux	-0,3910	1	-0,3910	1	-0,3910
Observation d'oiseaux	2,3440	1	2,3440	1	2,3440
Aménité	-2,0930	1	-2,0930	1	-2,0930
Habitat	-0,2150	1	-0,2150	1	-0,2150
<i>Variables méthodologiques</i>					
Fonction de production ou méthode de fixation des prix	-2,3610	0,07	-0,1653	0,07	-0,1653
Contingent valuation	-2,5020	0,39	-0,9758	0,39	-0,9758
Indice hédonique des prix	2,1270	0,04	0,0851	0,04	0,0851
Méthode du coût du trajet	-0,8290	0,06	-0,0497	0,06	-0,0497
Méthode liée au revenu net des facteurs	0,4720	0,19	0,0897	0,19	0,0897
Méthode d'analyse de la consommation énergétique	5,1960	0,03	0,1559	0,03	0,1559
Article de journal	1,7690	0,69	1,2206	0,69	1,2206
Total de la colonne C (D) =			4,6682	2,1133	

σ_e^2 error term variance (E) ¹⁴⁰ =	0,1572	0,1572
Valeur/acre/année (\$US – 2003) (F = e ^{D+E/2}) =	115 \$	9 \$
Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2003) (G) ¹⁴¹ =	1,4015	1,4015
Valeur/acre/année (\$CAN – 2003) (H = F*G) =	161 \$	13 \$
Indice des prix à la consommation en 2007 comparativement à 2003 (I) ¹⁴² =	107,44 %	107,44 %
Valeur/acre/année (\$CAN – 2007) (J = H*I) =	173 \$	\$13
Nombre d’acres pour 1 ha (K) =	2,47	2,47
Valeur/hectare/année (\$CAN – 2007) (L = J*K) =	428 \$	33 \$
Nombre d’hectares de milieux humides évalués (M) =	340	5 505
Valeur/bassin hydrographique/année (\$CAN – 2007) (N = M*L) =	145 686 \$	18 311 \$
Période relative aux avantages environnementaux (O) =	9 ans	9 ans
Taux d’actualisation (P) =	6 %	6 %
Valeur/bassin hydrographique, valeur actualisée sur une période de 9 ans (\$CAN – 2007)	1 050 563 \$	132 022 \$
$(N * (1/(1+P)^0 + 1/(1+P)^1 + 1/(1+P)^2 + 1/(1+P)^3 + 1/(1+P)^4 + 1/(1+P)^5 + 1/(1+P)^6 + 1/(1+P)^7 + 1/(1+P)^8)) =$		

¹⁴⁰ Étant donné que l’étude à l’aide du méta-modèle Borisova-Kidder (2006) ne fournit aucune valeur pour la variance des termes d’erreur, nous utilisons la même valeur que celle utilisée dans le méta-modèle de Thomassin et Johnston (2008).

¹⁴¹ Site Internet de la Banque du Canada (2008) : <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

¹⁴² Statistique Canada 2007b.

Annexe 25

Utilisation du modèle Borrisova-Kidder (2006) pour estimer l'avantage des habitats terrestres (boisés) dans les deux bassins hydrographiques

	Coefficients du modèle (A)	Rivière Nicolet		Rivière Little Saskatchewan	
		Valeur de la variable (B)	C = A * B	Valeur de la variable (B')	C' = A * B'
Point d'intersection	-10,3660	1	-10,3660	1	-10,3660
<i>Variables du modèle d'étude</i>					
Année de l'étude	0,4650	9,26	4,3059	9,26	4,3059
En acres	0,3440	7,62	2,6211	7,00	2,4071
Article de journal	-0,2720	0,83	-0,2258	0,83	-0,2258
Évaluation des contingences	1,5140	0,91	1,3777	0,91	1,3777
<i>Fonctions des habitats terrestres</i>					
Observation de la faune	6,6690	1	6,6690	1	6,6690
Espace vert	5,3310	0	0,0000	0	0,0000
Espace vert servant d'habitat à plusieurs espèces	2,0140	0	0,0000	0	0,0000

Total de la colonne C (D) =	4,3820	4,2425
σ_e^2 variance des termes d'erreur (E) ¹⁴³ =	0,0113	0,0113
Valeur/acre/année (\$US – 2003) (F = e ^{D+E/2}) =	80 \$	70 \$
Taux de change \$US/\$CAN (moyenne de 2003) (G) ¹⁴⁴ =	1,4015	1,4015
Valeur/acre/année (\$CAN – 2003) (H = F*G) =	113 \$	98 \$
Indice des prix à la consommation en 2007 comparativement à 2003 (I) ¹⁴⁵ =	107,44 %	107,44 %
Valeur/acre/année ((\$CAN – 2007) (J = H*I) =	121 \$	105 \$
Nombre d'acres pour 1 ha (K) =	2,47	2,47
Valeur/hectare/année (\$CAN – 2007) (L = J*K) =	299 \$	260 \$
Nombre d'hectares d'habitat terrestre évalués (M) =	825	443
Valeur/bassin hydrographique/année (\$CAN – 2007) (N = L*M) =	246 853 \$	143 143 \$
Période relative aux avantages environnementaux (O) =	9 ans	9 ans
Taux d'actualisation (P) =	6 %	6 %
Valeur/bassin hydrographique, valeur actualisée sur une période de 9 ans (2007 – \$CAN) (N*(1/(1+P)⁰+1/(1+P)¹+1/(1+P)²+1/(1+P)³+1/(1+P)⁴+1/(1+P)⁵+1/(1+P)⁶+1/(1+P)⁷+1/(1+P)⁸) =	1 779 756 \$	1 032 033 \$

¹⁴³ Étant donné que l'étude à l'aide du méta-modèle Borrisova-Kidder (2006) ne fournit aucune valeur pour la variance des termes d'erreur, nous utilisons la même valeur que celle utilisée dans le méta-modèle de Thomassin et Johnston (2008).

¹⁴⁴ Site Internet de la Banque du Canada (2008) : <http://www.banqueducanada.ca/fr/taux/exchange-avg-f.html>.

¹⁴⁵ Statistique Canada 2007b.

Annexe 26

Ressources pour le futur barème de la qualité de l'eau

	Avantages du barème	Coliformes fécaux N ^{bre} org/100 ml	Saturation en oxygène dissous**	Demande biologique en oxygène -5 mg/l	pH	Turbidité (UTJ)
Pondération*		0,242	0,274	0,161	0,194	0,129
Eau potable	9,5	0	90	0	7,25	5
Eau de baignade	7	200	83	1,5	7,25	10
Pêche sportive	5	1 000	64	3,0	7,25	50
Pêche ordinaire	4,5	1 000	51	3,0	7,25	50
Navigation de plaisance	2,5	2 000	45	4,0	4,25	100

* La somme des poids équivaut à 1.

** Pourcentage de saturation à 85°F.

Source : Vaughan (1986).

Indice de qualité bactériologie et physicochimique

Description sommaire des classes de qualité de l'eau	Classe de qualité	Coliformes fécaux	Saturation en oxygène dissous	Demande biologique en oxygène : 5 mg/l	pH	Phosphore total (mg/l)
Bon	A	< 200	88-124	< 1,7	6,9-8,6	< 0,03
Satisfaisant	B	201-1 000	80-87	1,8 – 3,0	6,5-6,8	0,031 - 0,050
Suspect	C	1 001 – 2 000	70-79	3,1 – 4,3	6,2-6,4	0,051 - 0,10
Faible	D	2 001 – 3 500	55-69	4,4 – 5,9	5,8-6,1	0,101 - 0,20
Très faible	E	>3 500	< 55	>5,9	<5,8	> 0,20

Source : Hébert (1996).

Annexe 27

Augmentation graduelle des paiements totaux pour chaque PGB**Centre et Est du Canada****Paiements uniques**

Phosphore	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha) (B)	Aire potentielle (C)		Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) (A*B*C*(D-E))
Zones tampons riveraines herbeuses	275	0,11	6 304 627	ha de superficie cultivée	60 %	0 %	114 428 981
Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales	209	0,4	2 192 620	ha de céréales	40 %	18 %	40 326 661
Culture sans labour	539	0,5	6 905 736	ha de cultures annuelles	35 %	21 %	269 858 899
Travail réduit du sol	539	0,35	6 905 736	ha de cultures annuelles	35 %	21 %	188 901 229
Paiements uniques totaux pour le phosphore =							613 515 769

Habitat	Paiement par ha	N ^{bre} d'hectares	Paiement total (\$)
Préservation des boisés	481 \$/ha de boisés \$/ha de milieux humides	510 293	245 450 698
Préservation des milieux humides	722 \$/ha de terres inondables	46 701	33 717 996
Retrait de la production des terres inondables	1 316 \$/ha de terres inondables	4 519	5 947 576
Paiements uniques totaux pour l'habitat =			285 116 270

Estimation des objectifs relatifs aux milieux humides pour le Centre et l'Est du Canada :

N ^{bre} d'hectares de milieux humides dans le bassin de la rivière Nicolet =	(A)	4 672
N ^{bre} d'hectares de milieux humides préservés dans le bassin de la rivière Nicolet =	(B)	340
% de milieux humides préservés dans le bassin de la rivière Nicolet =	(C) = B/A	7,28 %
% de milieux humides préservés dans le Centre et l'Est du Canada =	(D) = C	7,28 %
N ^{bre} d'hectares de milieux humides dans les bassins hydrographiques agricoles du Centre et de l'Est du Canada ¹⁴⁶ =	(E)	703 873
Nbre d'hectares de milieux humides préservés dans le Centre et l'Est du Canada =	(F) = E*D	51 220
N ^{bre} d'hectares de milieux humides préservés dans le bassin de la rivière Nicolet =	(G)	310
N ^{bre} d'hectares de plaines inondables restaurées dans le bassin de la rivière Nicolet =	(H)	30
% de milieux humides préservés par rapport à l'objectif global lié aux milieux humides dans le bassin de la rivière Nicolet =	(I) = G/(G+H)	91 %
% de plaines inondables restaurées par rapport à l'objectif global lié aux milieux humides dans le bassin de la rivière Nicolet =	(J) = H/(G+H)	9 %
N ^{bre} d'hectares de milieux humides préservés dans le Centre et l'Est du Canada =	(K) = I*F	46 701
N ^{bre} d'hectares de plaines inondables restaurées dans le Centre et l'Est du Canada =	(L) = J*F	4 610

¹⁴⁶ Données fournies par le Bureau des politiques agroenvironnementales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Estimation des objectifs relatifs aux boisés pour le Centre et l'Est du Canada :

Le tableau suivant présente l'estimation des objectifs liés aux boisés pour le Nouveau-Brunswick. Afin d'obtenir la valeur cumulative à l'échelle des régions du Centre et de l'Est du Canada, l'estimation est répétée pour chaque province et les résultats sont combinés. De plus, pour calculer cet objectif relativement aux enchères, on suit la même procédure sauf que l'on remplace 825 hectares par 1165 hectares.

N ^{bre} d'hectares de boisés dans le bassin de la rivière Nicolet =	59 771
N ^{bre} d'hectares de boisés préservés dans le bassin de la rivière Nicolet =	825
% de milieux humides préservés dans le bassin de la rivière Nicolet =	1,38 %
% de milieux humides préservés au Québec =	1,38 %
N ^{bre} d'hectares de boisés dans les zones agricoles du Québec =	7 331 086
N ^{bre} d'hectares de boisés préservés au Québec =	101 188
Superficie du Québec (km ²) =	1 365 128
Superficie du Nouveau-Brunswick (km ²) =	71 450
% de la superficie du Nouveau-Brunswick par rapport à la superficie du Québec =	5,23 %
N ^{bre} d'hectares de boisés préservés au Nouveau-Brunswick =	5 296
N ^{bre} d'acres par ha =	2,47
N ^{bre} d'acres de boisés préservés au Nouveau-Brunswick =	13 081

Paiements annuels

Phosphore	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha) (B)	Aire potentielle (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines boisées	1 127	0,11	6 304 627 ha de superficie cultivée	80 %	0 %	625 267 693
Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales	209	0,4	2 192 620 ha de céréales	80 %	18 %	113 647 862
Cultures intercalaires	3 101	0,35	1 432 473 ha de maïs	20 %	0 %	310 946 914
Paiements annuels totaux pour le phosphore =						1 049 862 470

Habitat	Paiement par ha	N ^{bre} d'hectares	Paiement total (\$)
Préservation des boisés	540 \$/ha de boisés \$/ha de milieux	510 293	275 557 957
Préservation des milieux humides	810 humides	46 701	37 827 668
Retrait de la production des terres inondables	1 477 \$/ha de terres inondables	4 519	6 675 205
Paiements annuels totaux pour l'habitat =			320 060 830

Politique de paiements mixtes

Phosphore	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha) (B)	Aire potentielle (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines herbeuses	275	0,11	6 304 627 ha de superficie cultivée	60 %	0 %	114 428 981
Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales	209	0,4	2 192 620 ha de céréales	40 %	18 %	40,326 661
Culture sans labour	539	0,5	6 905 736 ha de cultures annuelles	35 %	21 %	269 858 899
Travail réduit du sol	539	0,35	6 905 736 ha de cultures annuelles	35 %	21 %	188 901 229
Paiements mixtes totaux pour le phosphore =						613 515 769

Habitat	Paiement par ha	N ^{bre} d'hectares	Paiement total (\$)
Préservation des boisés	481 \$/ha de boisés \$/ha de milieux	510 293	245 450 698
Préservation des milieux humides	722 humides	46 701	33 717 996
Retrait de la production des terres inondables	1 316 \$/ha de terres inondables	4 519	5 947 576
Paiements mixtes totaux pour l'habitat =			285 116 270

Enchères

Phosphore	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha) (B)	Aire potentielle (C)		Taux d'adhésion au programme (D)	Paiement total (\$) A*B*C*D
Zones tampons riveraines herbeuses	275	0,11	6 304 627	ha de superficie cultivée	50 %	95 357 484
Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales	275	0,4	2 192 620	ha de céréales	94 %	226 716 873
Travail réduit du sol	275	0,35	6 905 736	ha de cultures annuelles	6 %	39 880 625
Culture sans labour	275	0,5	6 905 736	ha de cultures annuelles	6 %	56 972 322
Paiements totaux pour les enchères =						418 927 305

Habitat	Paiement par ha	N ^{bre} d'hectares	Paiement total (\$)
Préservation des boisés	481 \$/ha de boisés	714 410	343 630 978
Paiements totaux pour les enchères =			343 630 978

Permis échangeables

Phosphore	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (kg PT/ha) (B)	Aire potentielle (C)		Taux d'adhésion au programme (D)	Paiement total (\$) A*B*C*D
Zones tampons riveraines herbeuses	275	0,11	6 304 627	ha de superficie cultivée	50 %	95 357 484
Cultures couvre-sol d'hiver pour les céréales	275	0,4	2 192 620	ha de céréales	94 %	226 716 873
Travail réduit du sol	275	0,35	6 905 736	ha de cultures annuelles	6 %	39 880 625
Culture sans labour	275	0,5	6 905 736	ha de cultures annuelles	6 %	56 972 322
Paiements totaux reçus par les producteurs =						418 927 305
% pris en charge par le gouvernement =						75 %
% pris en charge par les sources ponctuelles =						25 %
Paiements totaux pour les permis échangeables pris en charge par le gouvernement =						314 195 478

Ouest du Canada**Paiements uniques**

	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore = (B)	Aire potentielle (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines herbeuses (1)	19,17	0.67 kg PT/ha	4 264 990 ¹⁴⁷ ha de superficie cultivée a	80 %	0 %	43 823 285
Milieux humides (2)	416,29	0.9 kg PT/ha	34 395 081 ha de superficie cultivée	3 %	0 %	386 594 863
Entreposage du fumier (3)	41,46	30 %	88 935 077 kg de P d'origine animale	5 %	0 %	55 308 724
Paiements uniques totaux pour le phosphore (1)+(2)+(3) =						485 726 872
% de milieux humides pris en compte dans l'objectif lié à l'habitat ¹⁴⁸ (4) =						10 %
Paiements uniques totaux pour l'habitat (2)*(4) =						38 624 373

¹⁴⁷ Ce chiffre représente la superficie cultivée dans une aire de captage de 400 mètres. Il a été calculé en appliquant 12,4 % à la superficie totale cultivée (34 395 081 ha). Ces 12,4 % sont estimés à partir de données SIG pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan et sont considérés comme représentatifs de tout l'Ouest du Canada.

¹⁴⁸ Les 10 % représentent la part de l'objectif lié à l'habitat pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan (550 ha) par rapport à la superficie totale de milieux humides restaurés par la réduction de phosphore (5505 ha).

La quantité de phosphore éliminée par l'ensemble du bétail dans l'Ouest du Canada est estimée en utilisant des données du Recensement de l'agriculture de 2006 portant sur le nombre de têtes de bétail par province :

	N ^{bre} de têtes de bétail ¹⁴⁹	Phosphore d'origine animale ¹⁵⁰ (kg/animal/jour)	N ^{bre} de jours d'entreposage	Phosphore total éliminé (kg de P)
AB	6 369 116			
C.-B.	800 855			
MB	1 573 097	0,037	200	
SK	3 363 235			
Total	12 106 303			88 935 077

Paiements annuels

	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potential de réduction du phosphore (kg PT/ha) (B)	Aire potentielle (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines boisées (1)	224,04	0,67	4 264 990 ¹⁵¹ ha de superficie cultivée	80 %	0 %	512 163 206
Milieux humides (2)	519,28	0,9	34 395 081 ha de superficie cultivée	3 %	0 %	482 238 297
Cultures couvre-sol (3)	262,92	0,4	34 395 081 ha de superficie cultivée	5 %	0 %	180 863 094
Paiements uniques totaux pour le phosphore (1)+(2)+(3) =						1 175 264 597
% de milieux humides pris en compte dans l'objectif lié à l'habitat ¹⁵² (4) =						10 %
Paiements annuels totaux pour l'habitat (2)*(4) =						48 180 030

¹⁴⁹ Recensement de l'agriculture de 2006, Tableau 6.1-1.

¹⁵⁰ Nous avons utilisé une valeur moyenne dérivée du Tableau 25 pour tous les types de bétail en divisant la quantité de phosphore par le nombre total de têtes de bétail.

¹⁵¹ Ce chiffre représente la superficie cultivée dans une aire de captage de 400 mètres. Il a été calculé en appliquant 12,4 % à la superficie totale cultivée (34 395 081 ha). Ces 12,4 % sont estimés à partir de données SIG pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan et sont considérés comme représentatifs de tout l'Ouest du Canada.

¹⁵² Les 10 % représentent la part de l'objectif lié à l'habitat pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan (550 ha) par rapport à la superficie totale de milieux humides restaurés par la réduction de phosphore (5505 ha).

Politique de paiements mixtes

	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (B)	Aire potentielle ou phosphore provenant du fumier (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines herbeuses (1)	19,17	0,67 kg PT/ha	4 264 990 ¹⁵³ ha de superficie cultivée	100 %	0 %	54 779 106
Entreposage du fumier (2)	78,34	30 %	88 935 077 kg de P d'origine animale	6,03 %	0 %	126 036 177
Paiements mixtes totaux pour le phosphore (1)+(2) =						180 815 282
% de zones tampons riveraines pris en compte dans l'objectif lié à l'habitat ¹⁵⁴ (4) =						99 %
Paiements mixtes totaux pour l'habitat (1) =						54 383 589

Enchères

	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (B)	Aire potentielle ou phosphore provenant du fumier (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines herbeuses (1)	19,17	0,67 kg TP/ha	4 264 990 ¹⁵⁵ ha de superficie cultivée	99,25 %	0 %	54 368 262
Entreposage du fumier (2)	41,46	30 %	88 935 077 kg de P d'origine animale	5,90 %	0 %	65 264 295
Paiements mixtes totaux pour le phosphore (1)+(2) =						119 632 557
Paiements mixtes totaux pour l'habitat (1) =						54 368 262

¹⁵³ Ce chiffre représente la superficie cultivée dans une aire de captage de 400 mètres. Il a été calculé en appliquant 12,4 % à la superficie totale cultivée (34 395 081 ha). Ces 12,4 % sont estimés à partir de données SIG pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan et sont considérés comme représentatifs de tout l'Ouest du Canada.

¹⁵⁴ Les 10 % représentent la part de l'objectif lié à l'habitat pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan (550 ha) par rapport à la superficie totale de milieux humides restaurés par la réduction de phosphore (5505 ha).

¹⁵⁵ Ce chiffre représente la superficie cultivée dans une aire de captage de 400 mètres. Il a été calculé en appliquant 12,4 % à la superficie totale cultivée (34 395 081 ha). Ces 12,4 % sont estimés à partir de données SIG pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan et sont considérés comme représentatifs de tout l'Ouest du Canada.

Permis échangeables

	Paiement par kg de phosphore (\$/kg PT) (A)	Potentiel de réduction du phosphore (B)	Aire potentielle ou phosphore provenant du fumier (C)	Taux d'adoption cible (D)	Taux d'adoption avant incitatif (E)	Paiement total (\$) A*B*C*(D-E)
Zones tampons riveraines herbeuses (1)	19,17	0,67 kg PT/ha	4 264 990 ¹⁵⁶	99.25 %	0 %	54 368 262
Entreposage du fumier (2)	41,46	30 %	88 935 077	5.90 %	0 %	65 264 295
Paiements totaux reçus par les producteurs (phosphore) =						119 632 557
% pris en charge par le gouvernement =						90 %
% pris en charge par les sources ponctuelles =						10 %
Paiements totaux pour les permis échangeables pris en charge par le gouvernement (phosphore) =						107 669 301
Avantage connexe lié à l'habitat						
Paiements totaux reçus par les producteurs (habitat) =						54 368 262
% pris en charge par le gouvernement =						90 %
% pris en charge par les sources ponctuelles =						10 %
Paiements totaux pour les permis échangeables pris en charge par le gouvernement (habitat) =						48 931 436

¹⁵⁶ Ce chiffre représente la superficie cultivée dans une aire de captage de 400 mètres. Il a été calculé en appliquant 12,4 % à la superficie totale cultivée (34 395 081 ha). Ces 12,4 % sont estimés à partir de données SIG pour le bassin hydrographique de la rivière Little Saskatchewan et sont considérés comme représentatifs de tout l'Ouest du Canada.