

**LE CONTROLE DE LA POLLUTION DIFFUSE
AGRICOLE: LEÇONS A TIRER DE L'EXPÉRIENCE
DU VERMONT (ÉTATS-UNIS)**

Daniel Cluis¹, Dr.-ing.
Georges Gangbazo², ing., Ph.D
Maria Elektorowicz³, Ph.D

Rapport scientifique n° 376
Janvier 1993

- ¹ Professeur, Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-Eau), 2800 rue Einstein, suite 105, Sainte-Foy, Québec, Qc, G1V 4C7;
- ² Chercheur, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides, 2360 chemin Ste-Foy, 2^e étage, Sainte-Foy, Québec, Qc, G1V 4H2;
- ³ Associée de recherche, Centre de recherche géotechnique, Université McGill, 817, rue Sherbrooke Ouest, Montréal, Québec, H3A 2K6.

AVANT-PROPOS

Ce document peut être divisé en deux parties:

- la première partie se veut essentiellement un résumé du rapport final d'une des 21 expériences effectuées aux États-Unis pendant 10 ans sur le contrôle de la pollution diffuse agricole par bassin versant, le "Programme de Contrôle de la Pollution Agricole dans le Bassin de la Baie de St-Albans au Vermont (St-Albans Bay Watershed Rural Clean Water Program). Ce rapport nous a été fourni par l'un de ses principaux auteurs, dans le cadre d'une collaboration qui existe entre le Service de Conservation du Sol du Département de l'Agriculture des États-Unis (USDA-Soil Conservation Service), le Centre de Recherches sur les Ressources Hydriques (Water Resources Research Center) de l'Université du Vermont, la Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides (Ministère de l'environnement du Québec) et l'Institut Nationale de la Recherche Scientifique (INRS-Eau).
- la deuxième partie se veut une analyse critique du rapport du Vermont à la lumière des conclusions générales du Symposium National sur les 21 expériences réalisées par le Programme des États-Unis sur le Contrôle de la Pollution Agricole (Rural Clean Water Program) qui s'est tenu à Orlando (Floride) du 13 au 17 septembre 1992. Le but du symposium était de discuter des leçons que les 10 années de ce Programme national a permis d'apprendre sur le contrôle de la pollution agricole depuis la planification de l'intervention par bassin versant jusqu'à l'évaluation des résultats obtenus.

REMERCIEMENTS

Nous aimerions remercier sincèrement messieurs Donald W. Meals et John C. Clausen de l'Université du Vermont pour leur aimable collaboration.

TABLE DES MATIERES

Page

AVANT-PROPOS

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. OBJECTIFS	2
2. DESCRIPTION DU PROGRAMME NATIONAL DE CONTROLE DE LA POLLUTION AGRICOLE AUX ÉTATS-UNIS	2
3. PROGRAMME DE LA BAIE DE ST-ALBANS AU VERMONT	3
3.1 Historique	3
3.2 Description du bassin	4
3.3 Objectifs du programme	5
3.4 Réalisations	5
3.5 Résultats obtenus et recommandations formulées	8
3.6 Leçons tirées de l'expérience du Vermont	10
4. ÉTUDE CRITIQUE	12
4.1 Planification du programme	12
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	17
ANNEXE: 1. BASSIN REPRÉSENTATIF	18
2. BASSIN EXPÉRIMENTAL	19

INTRODUCTION

Les cours d'eau qui drainent les régions agricoles sont souvent affectés par une pollution dite diffuse c'est-à-dire celle qui se manifeste à la suite des événements de pluie ou de fonte de neige. Les sources de pollution les plus souvent citées sont le sol érodé, les engrais minéraux, les déjections animales et les pesticides. Les agents de pollution sont les fines particules de sol (matières en suspension), les bactéries pathogènes, les éléments nutritifs dont l'azote et le phosphore et les produits toxiques. Les effets de la pollution diffuse se caractérisent généralement par l'accroissement de la concentration des éléments nutritifs et des pesticides dans l'eau, la croissance des algues, l'augmentation de la turbidité de l'eau et par la sédimentation des matières solides au fond des cours d'eau, par l'accumulation d'éléments nutritifs et de pesticides dans les sédiments. Ces phénomènes conduisent à des détériorations des écosystèmes aquatiques et un appauvrissement du biota.

En Ontario, les dommages causés par l'érosion du sol sont évalués sommairement à plus de 6 milliards de dollars par année (Clark 1985). Pour prévenir ces effets ou pour les corriger, il faut intervenir à la source, notamment dans les champs, auprès des agriculteurs, pour que ceux-ci utilisent des pratiques susceptibles de réduire l'entrée de ces polluants dans les cours d'eau. cause de la multitude des sources de pollution qui peuvent exister sur une même ferme, des particularités propres à chaque source quant aux processus hydrologiques, physiques et chimiques qui les génèrent, mais aussi à cause de la complexité de la problématique de la pollution diffuse à l'échelle du bassin versant dans son ensemble, l'approche globale ou intégrée est généralement recommandée. Celle-ci repose essentiellement sur la prise en compte et l'examen de toutes les sources de pollution en même temps pour déterminer celles sur lesquelles il convient de concentrer les efforts pour obtenir les meilleurs résultats possibles. Bien que plusieurs publications traitent d'un aspect ou l'autre de la question, il n'existe pas à notre connaissance une procédure standardisée sur la meilleure façon de planifier, de mettre en oeuvre un programme de conservation de l'eau et du sol en agriculture et d'en mesurer les résultats. Tous les pays en sont encore à des essais. C'est pourquoi il est utile de se renseigner sur les efforts faits ailleurs dans ce domaine et les résultats obtenus, pour orienter le choix des actions qui peuvent conduire à de meilleurs résultats. Le cas de la Baie de St-Albans au Vermont nous servira d'exemple pour aborder la problématique de l'intervention par bassin versant. L'intérêt du Programme de la Baie de St-Albans se situe à trois niveaux:

- (1) sur le plan climatique, le bassin subit à peu près les mêmes influences que la région de Montréal;
- (2) l'existence d'un programme complet de suivi environnemental de la qualité de l'eau. En effet, parmi les 21 projets qui ont été financés à travers les États-Unis, celui de la Baie de St-Albans est l'un des 5 qui comprend un suivi environnemental complet;

- (3) la durée des interventions et surtout du suivi environnemental: le projet a duré dix ans plutôt que trois ans comme c'est le cas pour la plupart des programmes gouvernementaux.

1. OBJECTIFS

Les objectifs de notre analyse sont:

- résumer le rapport final du Programme de Contrôle de la Pollution Agricole dans le bassin versant de la Baie de St-Albans au Vermont (Meals et al. 1991) en insistant sur la méthode de planification utilisée, le type d'intervention pratiquée, les difficultés rencontrées, les résultats obtenus et les leçons qu'en tirent les auteurs;
- faire une étude critique du rapport à la lumière des résultats obtenus dans les autres bassins où comme au Vermont, il y a eu des interventions visant à contrôler la pollution agricole, lesquels résultats ont été publiés dans les comptes-rendus du Symposium, et de la littérature publiée au cours des dernières années sur le sujet.

2. DESCRIPTION DU PROGRAMME DE CONTROLE DE LA POLLUTION AGRICOLE AUX ÉTATS-UNIS

Le Programme de Contrôle de la Pollution Agricole (Rural Clean Water Programm-RCWP) aux États-Unis est un programme fédéral de subvention destiné à contrôler la pollution diffuse agricole dans les bassins versants avec l'objectif d'améliorer la qualité de l'eau. Il s'agit d'un programme expérimental d'une durée de 10 ans mis en place en 1980. Il offre des subventions et une assistance technique comme incitatifs pour l'implantation de "Bonnes Pratiques Agricoles" (BPA) sur une base volontaire. Les objectifs du RCWP sont:

- améliorer la qualité de l'eau au niveau du bassin, de la manière la moins coûteuse possible, en conciliant les objectifs économiques et environnementaux;
- assister les agriculteurs dans leurs efforts pour réduire la pollution diffuse de manière à rencontrer les standards et les objectifs nationaux de qualité de l'eau;
- développer et tester des programmes, politiques et méthodologies utiles pour contrôler la pollution agricole.

Avec un budget total de 64 millions \$, le RCWP a subventionné 21 projets dans autant de bassins versants à travers les États-Unis. Ces bassins représentaient une gamme variée de problématiques de pollution. Alors qu'un certain niveau de suivi de la qualité de l'eau a été assuré dans chacun des 21 bassins, cinq de ces projets (Idaho, Illinois, Pennsylvannie, Dakota du sud et Vermont) ont reçu des fonds additionnels pour procéder à une étude très approfondie de la qualité de l'eau et à son évaluation.

Tous les projets subventionnés incluait donc aussi bien l'intervention sur les sources diffuses que le suivi de la qualité de l'eau. Les agriculteurs qui désirent profiter du programme devaient signer un contrat selon lequel ils s'engageaient à mettre en oeuvre la (les) pratique(s) recommandée(s). La durée du contrat variait de 3 à 10 ans dépendant de la (des) pratique(s) à mettre en oeuvre (par exemple 3 ans pour les pratiques de conservation et 10 ans au maximum pour les terrasses et les systèmes de gestion du fumier).

Le RCWP était administré par le Service de Stabilisation et de Conservation du Département de l'Agriculture (U.S Department of Agriculture Agricultural Stabilization and Conservation Service). Basé sur le principe de la coopération inter-agences, et le partenariat entre les organismes fédéraux, étatiques et locaux, le RCWP était également assisté par d'autres organismes fédéraux dont le Service de Conservation du Sol (Soil Conservation Service), l'Agence de Protection de l'Environnement (Environmental Protection Agency), le Service de l'Extension (Extension Service), le Service des Forêts (Forest Service), le Service de Recherches Agricoles (Agricultural Research Service), le Service de Recherches Économiques (Economic Research Service), l'Association des Agriculteurs ainsi que par plusieurs autres agences d'envergure nationale ou locale.

3. PROGRAMME DE LA BAIE DE ST-ALBANS AU VERMONT

3.1 Historique

La Baie de Saint-Albans sur le Lac Champlain était confrontée à un problème d'eutrophisation accélérée causé par des charges excessives de phosphore qui provenaient aussi bien des sources ponctuelles que diffuses. En 1987, l'EPA et l'État du Vermont ont amélioré l'efficacité de la station d'épuration des eaux usées municipales, qui représentait à l'origine près de 48% de la charge totale de phosphore qui entrait dans la Baie. Suite à ces travaux, la charge de phosphore de source ponctuelle ne représentait plus que 10% de la charge totale. Les sources diffuses, notamment celles provenant des fermes laitières étaient devenues les plus importantes contributions pour ce qui concerne les charges en éléments nutritifs, en sédiments chargés en phosphore par les épandages continus. Les plus importantes sources agricoles étaient alors la mauvaise gestion des fumiers, les eaux usées de laiteries de ferme, l'usage des fertilisants minéraux et l'érosion du sol.

L'objectif du Programme de la Baie de St-Albans était donc de contrôler après les sources pontuelles les autres sources de phosphore, soit les sources agricoles.

Le projet a commencé en 1980 pour se terminer dix ans plus tard en 1990. Il s'agit, comme défini par le "Rural Clean Water Program" d'une participation volontaire des agriculteurs au processus de planification et d'implantation de techniques de conservation de l'eau et du sol.

Les activités d'information et d'éducation étaient confiées au Service de l'extension du Vermont, alors que le suivi environnemental (échantillonnage de l'eau et évaluation des tendances observées) était assuré par le Centre de Recherches sur les Ressources Hydriques de l'Université du Vermont. Le USDA-ASCS (USDA Agricultural Stabilization and Conservation Service) assurait l'administration générale du Programme avec l'assistance technique du USDA-SCS. La coordination du projet était assurée par un Conseil d'Administration composé de représentants de tous les organismes impliqués dans le projet. Toutes les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) étaient subventionnées à 75%. Le coût total du projet incluant les subventions à l'implantation de BPA, l'assistance technique et le suivi environnemental était de 6,3 millions \$. De ce montant, une somme de 2,2 millions \$ a été investie dans les BPA dont 1,7 millions \$ de subvention directe aux agriculteurs. La subvention maximale accordée à chaque ferme était limitée à 50 000 \$.

3.2 Description du bassin

Le bassin versant de la Baie de St-Albans est situé dans le comté de Franklin à 30 km au nord de Burlington (Figure 1). Il draine une superficie d'environ 13000 ha dans la baie de St-Albans. Le climat y est tempéré et humide, avec des variations saisonnières prononcées. La température moyenne annuelle mesurée à St-Albans est de 7,3 °C; le maximum mensuel de l'été est de 26,9 °C alors que le minimum mensuel de l'hiver est de -13,9 °C. La saison de végétation dure 150 jours. La précipitation totale annuelle est de 84,4 cm alors que la chute moyenne annuelle de neige est de 155 cm. La population totale du bassin est de l'ordre de 15000 personnes.

Les activités agricoles occupent la majeure partie du sol, soit 65%, suivies de la forêt (20%) et des zones résidentielles (10%). Le bassin compte 102 fermes. La production laitière domine toutes les autres productions avec 134 ha en moyenne par ferme laitière. La taille moyenne des troupeaux est de 110 UA. Le maïs à ensilage est la principale culture commerciale - elle occupe en effet 1336 à 1821 ha, soit 10 à 15% de la superficie totale du bassin. Par contre la superficie vouée aux fourrages est plus élevée, soit 3845 à 4452 ha, ce qui représente 30 à 35% de la superficie totale du bassin. Les agriculteurs utilisent aussi bien des engrais minéraux que des fumiers comme fertilisants. Les fumiers étaient épandus tout au long de l'année, sans égard aux conditions météorologiques.

3.3 Objectifs du Programme

Les principaux objectifs du Programme étaient:

- améliorer la qualité de l'eau et restaurer ses usages dans la Baie de St-Albans;
- traiter 75% des "superficies critiques" du bassin c'est-à-dire les superficies sur lesquelles les fumiers sont épandus ou sur lesquelles le taux annuel d'érosion dépasse le seuil critique;
- susciter une prise de conscience auprès des agriculteurs à l'égard de la protection de la qualité de l'eau;
- évaluer les effets de la modification des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau.

3.4 Réalisations

Le principal objectif du Programme étant d'améliorer la qualité de l'eau et d'en restaurer les usages, l'on s'est concentré sur la réduction des quantités de sédiments et d'éléments nutritifs qui atteignent dans les eaux de surface. Pour ce faire, une série d'activités ont été mises en oeuvre. Celles-ci comprenaient l'intervention proprement dite c'est-à-dire l'implantation des Bonnes Pratiques Agricoles, l'information et la sensibilisation et le suivi environnemental.

3.4.1 Implantation de Bonnes Pratiques Agricoles

Cette activité vise à doter les fermes participantes de techniques, équipements ou structures qui permettent de réduire la charge de sédiments et d'éléments nutritifs qui entre dans les cours d'eau. Il s'agissait surtout de BPA susceptibles d'améliorer la gestion des fertilisants minéraux et des fumiers telles que la construction systèmes d'entreposage de capacité suffisante ou l'agrandissement des installations existantes, et le contrôle l'érosion du sol par l'utilisation de pratiques culturales appropriées. La construction ou l'agrandissement des systèmes d'entreposage faisait partie de tous les contrats signés avec les agriculteurs. En fait plus de 75% de la subvention accordée à chaque ferme était utilisée pour construire des systèmes d'entreposage.

Deux critères furent utilisés pour sélectionner les fermes ou les sources qui devraient être traitées en priorité. Ce sont: (1) traiter 75% des superficies critiques et (2) traiter 75% des sources critiques. Rappelons que le terme "superficie critique" réfère à la superficie sur laquelle les fumiers sont épandus ou sur laquelle le taux annuel d'érosion dépasse le seuil critique sur le plan agronomique, alors que le terme "source critique" réfère au

bâtiment de ferme et à la superficie environnante où les fumiers sont produits. Il s'agissait donc par exemple pour les superficies critiques, d'améliorer la gestion du fumier sur 75% des superficies qui en reçoivent et pour le contrôle de l'érosion, de réduire le taux d'érosion hydrique à un niveau acceptable sur 75% de la superficie en culture. Pour ce qui concerne les "sources critiques", il s'agissait par exemple de doter 75% des fermes d'un système d'entreposage de capacité suffisante, soit 250 jours.

Une fois les fermes classées par ordre de priorité, l'équipe du Service de Conservation du Sol visitait chaque ferme, procédait à un inventaire, pour identifier les problèmes à résoudre et les solutions possibles en tenant compte des préférences des agriculteurs. Suite à cette visite, un plan d'action était élaboré pour la ferme, lequel énumérait les travaux à réaliser et dressait un échéancier de réalisation. Ensuite, un contrat est signé avec l'agriculteur. En plus de participer à la sélection des fermes, le SCS fournissait également une assistance technique au fermier lors de la réalisation des travaux et s'assurait que ceux-ci sont conformes aux plans établis.

La figure 2.4.1 (p. 24 du rapport) résume l'évolution de l'implantation de BPA sur le bassin. Elle montre qu'après 5 ans, 70% des objectifs de traitement des superficies critiques avaient été atteints, 55% des fermes avaient signé un contrat et plus de 95% du budget total disponible avaient été engagé.

3.4.2 Information et sensibilisation

Les activités d'information et de sensibilisation ont été réalisées par le Service de l'extension de l'Université du Vermont. Elles consistaient à:

- i) permettre aux agriculteurs de comprendre les objectifs du Programme et leur donner confiance;
- ii) sensibiliser les agriculteurs sur les sujets reliés aux problèmes de qualité d'eau et sur l'importance de prévenir sa pollution;
- iii) fournir aux agriculteurs l'assistance technique, l'éducation et l'information de façon à ce que, à leur tour, ils prennent des décisions éclairées sur des sujets tels que la gestion des fumiers, des pesticides, des fertilisants minéraux et sur les systèmes de culture.

Le programme d'information et de sensibilisation était dirigé par le responsable du service de l'extension, qui était assisté par des spécialistes dans plusieurs disciplines: qualité de l'eau, agronomie, gestion des fermes.

Voici un résumé des principales activités:

- a) un article mensuel était publié dans trois quotidiens régionaux. Ces articles rejoignaient tous les ménages, aussi bien en zone rurale que urbaine. Les sujets traités touchaient aussi bien les objectifs du programme, la description des bonnes pratiques agricoles, que la description de quelques unes des fermes participantes. Périodiquement, d'autres articles étaient préparés et diffusés aussi bien dans les journeaux qu'à la radio;
- b) une émission de télévision de 17 minutes a été produite par une station commerciale pour expliquer les objectifs du Programme;
- c) deux diaporamas ont été réalisés, lesquels étaient présentés aux associations locales, dans les écoles et aux élus municipaux;
- d) un bulletin d'information mensuel a été préparé pour donner des informations aux agriculteurs sur le bassin versant en général, les Bonnes Pratiques Agricoles et les progrès réalisés. Des fiches techniques décrivant chacune des BPA étaient rédigées et distribuées aux agriculteurs;
- e) plusieurs assemblées d'information ont été organisées à l'intention des agriculteurs, du public en général et des groupes qui en ont fait la demande. Les sujets abordés étaient très variés, allant des différents aspects de la gestion des fumiers, des engrais minéraux et des pesticides aux pratiques culturales;
- f) plusieurs visites de fermes ont été faites pour informer et assister les agriculteurs dans leur processus de prise de décision. Toutes les fermes situées dans la Baie de St-Albans ont été visitées au moins une fois, et la majorité des agriculteurs qui ont adhéré au Programme ont été visités plusieurs fois;
- g) des sessions de démonstration au champ ont été organisées sur des sujets tels que la gestion des fumiers, le labour minimum et d'autres pratiques agricoles.

3.4.3 Suivi environnemental

Le but principal du suivi environnemental est d'évaluer l'amélioration de la qualité de l'eau suite à l'implantation des Bonnes Pratiques Agricoles dans le bassin. Il s'agissait de:

- i) mesurer l'évolution de la qualité de l'eau dans certains tributaires du cours d'eau;
- ii) mesurer l'évolution de la qualité de l'eau dans la Baie de St-Albans.

La nécessité de disposer d'une information fiable et détaillée concernant les modifications de l'usage du territoire, et les pratiques effectivement utilisées sur chaque ferme s'est révélée comme un besoin très important dès le commencement, puisque les tendances observées dans la qualité de l'eau doivent pouvoir être attribuées à l'usage du territoire, et surtout aux pratiques utilisées par les agriculteurs. Ainsi un programme intensif d'acquisition de données sur l'utilisation du territoire fût préparé, lequel fait partie intégrante du programme de suivi environnemental. Ces objectifs sont:

- i) recueillir des informations de base sur chaque ferme en mettant l'accent sur les méthodes de gestion du fumier (quantités épandues, modes d'épandage, etc), l'usage des fertilisants minéraux, l'utilisation du sol et les pratiques culturales;
- ii) structurer ces données sur une base annuelle pour toutes les fermes du bassin, champ par champ, de manière à pouvoir établir des corrélations entre ces données et celles reliées à la qualité de l'eau.

La stratégie de suivi environnemental comprenait donc trois aspects, soient (1) un suivi à long terme de la qualité de l'eau, (2) des études intensives et de courte durée et (3) le suivi de l'usage du territoire et des pratiques agricoles.

Le suivi à long terme de certains paramètres de qualité de l'eau s'est concentré sur quatre tributaires qui drainent des sous-bassins à prédominance agricole. Il consistait en la mesure en continu du débit des cours d'eau et un échantillonnage automatique aussi bien sur une base systématique que sur une base d'événements de pluie. Par la même occasion les points majeurs de rejets de sources ponctuelles d'eaux usées municipales étaient également échantillonnées.

Les études intensives de courte durée visaient à déterminer l'efficacité de certaines pratiques de gestion des fumiers, étudier les problèmes de sédimentation des matières en suspension et l'influence des zones humides sur la qualité de l'eau dans la Baie.

Les activités de collecte d'informations sur l'utilisation du sol et les pratiques agricoles concernaient les pratiques culturales, l'épandage du fumier et des engrais minéraux. Ces informations sont tirées des registres des agriculteurs ou obtenues par interviews. Les données sur l'utilisation du territoire étaient traitées sur le Système d'Information Géographique ARC/INFO.

3.5 Résultats obtenus et recommandations formulées

3.5.1 Implantation des Bonnes Pratiques Agricoles

L'implantation des BPA dans le bassin a rencontré 98% des objectifs pour le traitement des "superficies critiques" et 95% des objectifs pour le traitement des "sources critiques".

Plus de 50% des fermiers (62 contre 102) ont signé un contrat. A la fin du Programme, le fumier provenant de 79% des animaux, soit l'équivalent de 133 tonnes de phosphore et 664 tonnes d'azote était convenablement entreposé.

3.5.2 Suivi environnemental

3.5.2.1 *Qualité de l'eau*

L'amélioration de la qualité de l'eau anticipée au début du projet ne s'est pas matérialisée. En effet, malgré une réduction significative de la charge de phosphore de source ponctuelle (suite aux améliorations apportées à la station d'épuration des eaux usées municipales), la qualité des eaux dans la Baie de St-Albans ne s'est pas améliorée de façon significative. La concentration de phosphore dans la plupart des tributaires a augmenté significativement alors que la charge n'a pas changé. La charge et la concentration d'azote ont augmenté à tous les points d'échantillonnage. Cependant, la pollution bactériologique a diminué de 50 à 70% dans tous les tributaires.

Plusieurs raisons ont été avancées pour expliquer ces résultats, (Meals 1992):

1. L'importance de la quantité de phosphore dans les sédiments de la Baie et l'éventualité de l'existence d'un cycle interne de phosphore à l'intérieur de la Baie a été confirmée par plusieurs auteurs. En effet, la mise en suspension et la résolubilisation chimique du phosphore peut être en conditions aérobie mais surtout en condition anaérobie sont des mécanismes possibles qui peuvent provoquer un cycle interne de phosphore dans la Baie, soit un flux net de phosphore des sédiments vers la colonne d'eau.
2. La nature, la chronologie ou le niveau de traitement des sources diffuses peut ne pas être suffisant pour changer la qualité de l'eau au delà de la variabilité qui caractérise le "bruit de fond". De plus, malgré la grande participation des agriculteurs (au-delà de 50%), la charge d'éléments nutritifs provenant des fermes qui n'ont pas participé au projet ont peut-être assez élevée pour masquer les retombées positives des actions réalisées sur les fermes participantes: par exemple, la pratique de l'épandage du fumier en hiver a continué sur certaines de ces fermes.
3. Le temps de réponse (délai entre l'intervention et l'amélioration de la qualité de l'eau) peut être supérieur avec 10 années qui a duré le Programme et le suivi environnemental du cours d'eau. Selon Clausen et al. 1992, de la même façon que la Baie ait pu servir de réservoir, accumulant du phosphore depuis plusieurs décennies, et continuant de les remettre en suspension ou en solution malgré les interventions, les sols qui ont été fertilisés pendant longtemps constituent aussi un réservoir qui ne peut se "destocker" du jour au lendemain. Les simulations effectuées par Clausen et al. 1992 ont montré que, selon la concentration initiale de phosphore dans la couche

superficielle du sol avant les interventions, et de l'efficacité de ces interventions, le temps pour qu'une réduction de 50% de la concentration de phosphore dans le le ruissellement de ce sol soit observée peut varier de 10 à 100 ans.

3.5.2.1.1 Relations entre l'usage du territoire et la qualité de l'eau

La population animale totale ou sa densité ne semblent pas avoir exercé une grande influence sur la concentration de sédiments et d'éléments nutritifs dans le cours d'eau et ses tributaires. Cependant, il y a une corrélation très forte entre la pollution bactériologique et la densité animale: plus la densité animale est élevée, plus la pollution bactériologique augmente;

La construction de systèmes d'entreposage du fumier n'a pas semblé influencer la concentration d'éléments nutritifs dans le cours d'eau, mais a une influence très marquée sur la pollution bactériologique, ce qui s'explique probablement par la décroissance de la population des bactéries au cours de l'entreposage.

La relation traditionnelle entre les zones sous cultures en rangées telles que le maïs d'une part, les zones en pâturage d'autre part, et la qualité de l'eau (les sections de rivières traversant les zones de cultures intensives de maïs étant plus polluées que les autres) n'a pas été observée. Ces relations traditionnelles semblent avoir été cachées par d'autres facteurs qu'il n'a pas été possible de mettre en évidence.

L'utilisation du sol à l'intérieur une zone de 50 m du cours d'eau semble avoir une influence sur la pollution de l'eau: en effet, la concentration d'azote était relativement plus faible lorsqu'une plus grande proportion de cette zone était en pâturage que lorsqu'une plus grande proportion était en maïs.

3.6 Leçons tirées le l'expérience du Vermont

Les auteurs du rapport résument ainsi les plus importantes leçons qu'ils tirent de cette expérience:

3.6.1 Mise en oeuvre du programme

Les rencontres fréquentes qui ont eu lieu entre les fermiers et les représentants de toutes les agences gouvernementales impliquées dans le projet ont permis de maintenir une bonne relation de travail, qui a minimisé les mésententes, et par conséquent les risques de rupture de contrat. Aucun des agriculteurs n'a renoncé à son contrat au cours du projet.

Le fait d'offrir aux agriculteurs une grande variété de techniques ou pratiques alternatives a facilité l'adhésion des agriculteurs au Programme. Cependant, le processus de négociation des contrats aurait dû prévoir un échéancier de réévaluation des activités, une description détaillée des méthodes d'opération et d'entretien des ouvrages, ainsi que du rôle de l'agriculteur;

Il faut exercer un contrôle adéquat pour vérifier l'adéquation entre les recommandations formulées à l'intention de l'agriculteur quant aux pratiques culturales, de gestion du fumier et des engrais minéraux et celles que l'agriculteur utilise réellement. Le Programme du Vermont a souffert de nombreuses imperfections sur ce plan.

3.6.2 Activités d'information et d'éducation

Si les activités d'information et d'éducation ont facilité l'adoption des pratiques de conservation par les agriculteurs, celles-ci auraient eu avantage à s'échelonner au delà des trois premières années du projet comme ce fût le cas, et même se prolonger pendant toute la durée du projet. Dans ce cas, l'objectif aurait été d'encourager les agriculteurs à tirer un meilleur profit des ouvrages construits, des nouvelles techniques introduites, et les inciter à continuer à les utiliser au delà de la fin de leur contrat.

3.6.3 Arrangements institutionnels et économiques

Le fait de limiter la subvention maximale à 75% des coûts des travaux a probablement été un obstacle à la participation d'un plus grand nombre d'agriculteurs au projet. De l'avis des fermiers qui ont refusé de participer au Programme, une subvention de 90% aurait rendu le Programme plus attrayant. Il est un fait que le niveau de subvention a une forte influence sur le taux de participation aux programmes de conservation. Cependant, selon les auteurs, le fait de déterminer le niveau de subvention selon la sévérité des problèmes de pollution (comme c'est le cas dans un autre programme fédéral) aurait limité davantage la participation des agriculteurs.

3.6.4 Suivi environnemental

3.6.4.1 *Qualité de l'eau*

Il est important de suivre (monitoring) aussi bien les sources ponctuelles que les sources diffuses et planifier dès le début du projet la façon d'acquérir une bonne connaissance de l'usage du territoire et de son évolution dans le temps;

L'élaboration du programme de suivi à long terme de la qualité de l'eau doit être basée sur une bonne connaissance du système hydrologique, pour identifier et quantifier la variabilité de la qualité et de la quantité de l'eau. Un des objectifs primordiaux devrait être d'acquérir suffisamment de données pour caractériser le "niveau initial" pour en tenir compte lors des analyses subséquentes (le soustraire des données recueillies c'est-à-dire l'état de la situation avant le début des interventions).

Le manque de données sur la qualité de l'eau avant le début du projet, c'est-à-dire la mise en oeuvre simultanée de l'intervention et de l'échantillonnage de l'eau, et l'implantation progressive des BPA ont rendu difficiles des comparaisons du type avant-après. Puisqu'il n'y avait pas de bassin témoin (sans intervention), un type d'analyse visant à mesurer l'efficacité des BPA dans lequel les bassins sont comparés deux-à-deux est alors impossible. La disponibilité de telles données aurait permis de tenir compte de l'influence du "niveau initial" dans l'analyse des données d'après intervention.

3.6.4.2 *Relations entre l'usage du territoire et la qualité de l'eau*

Trois facteurs doivent être pris en compte pour établir les relations entre l'usage du territoire et la qualité de l'eau: (1) il est difficile de dissocier les effets du climat de ceux des pratiques utilisés; (2) la précision des informations relatives aux activités agricoles est beaucoup plus faible que celle reliée aux données de qualité d'eau; (3) le simple comptage des Bonnes Pratiques Agricoles instaurées est peu utile - il est essentiel de recueillir des informations fiables sur les pratiques utilisées réellement par les agriculteurs et sur les changements qui surviennent aussi bien dans l'usage du territoire que dans les pratiques utilisées sur les fermes. Ces données doivent être précises et représentatives de l'information recherchée, sans quoi, les efforts pour relier ces données aux tendances de la qualité de l'eau se limiteront à de simples relations subjectives.

4. ÉTUDE CRITIQUE

4.1 Planification du Programme

Le succès de l'intervention à l'échelle d'un bassin versant dépend entre autres de la capacité des intervenants à bien localiser les endroits du bassin et les sources sur lesquels il faut intervenir pour réduire de façon significative la pollution diffuse. Dans le cas de l'érosion du sol par exemple, jusqu'à 90% de la charge de matières en suspension peuvent provenir d'aussi peu que 15% de la superficie du bassin (Dickinson *et al.* 1983; Berg et Johnson 1978). Il n'est donc pas logique d'intervenir sur l'ensemble du territoire, ce qui nécessiterait des ressources humaines et financières très élevées. Harrington *et al.* 1985 attribuent d'ailleurs le peu de succès rencontré par les

programmes de conservation du sol et de l'eau aux États-Unis à leur incapacité à concentrer les efforts aux endroits d'où proviennent les problèmes les plus importants. Des améliorations substantielles de la qualité de l'eau ont été obtenues seulement lorsque les activités, sources ou zones les plus problématiques ont été minutieusement identifiées (Tim et al. 1990; Thomas 1985).

Selon Croft et Mahood (1992), le projet de la Baie de St-Albans a failli dans ses efforts pour évaluer la contribution relative des différentes sources diffuses et identifier les zones critiques, ce qui aurait permis de classer les fermes selon leur importance et ainsi accorder la priorité aux cas susceptibles de produire réduire significativement la charge de polluants qui entrent dans le cours d'eau. Ils estiment qu'en 1980, lorsque le projet a débuté, il existait peu d'outils qui auraient permis d'évaluer la charge de phosphore provenant des sources agricoles. Ainsi, même si le concept de superficies critiques a été utilisé dans l'étape de la planification des interventions, ces superficies critiques avaient été définies de façon très subjective, si bien qu'elles ne représentaient pas objectivement les sources d'éléments nutritifs qui sont visées par le projet, ce qui, par conséquent, ne permet pas de choisir adéquatement les BPA qui ont un effet sur celles-ci. Il en a résulté que les tendances observées dans la qualité de l'eau sont loin de refléter adéquatement l'intervention qui a eu lieu sur le bassin versant. A défaut de disposer de tels outils, il fût décidé arbitrairement qu'un niveau de traitement de 75% soit appliqué aux superficies critiques. De la même façon, un système de classification subjectif fût utilisé pour classer les fermes qui devraient être subventionnées en priorité, alors qu'une quantification des sources de pollution sur chaque ferme aurait permis de classer les fermes à partir de critères objectifs, c'est-à-dire sur la base de leur potentiel de pollution de l'eau.

Croft et Mahood (1992) pensent aussi que la nécessité de pouvoir évaluer la contribution relative de toutes les sources diffuses a également un impact sur l'ardeur ou le moral des acteurs d'un programme de conservation du sol et de l'eau - parce que ceux-ci aimeraient savoir à partir de quand ils peuvent affirmer que des progrès satisfaisants ont été réalisés. Or de telles informations ne peuvent pas être fournies lorsque les problèmes ne sont formulés qu'à partir d'une perception dictée par l'observation du terrain, sans aucune caractérisation objective des sources de pollution, des possibilités de contrôle, et de la relation de cause-à-effet qui existe entre ces sources d'une part et les paramètres pour lesquels la qualité de l'eau est jugée inacceptable d'autre part. Dans le programme de la Baie de St-Albans, les progrès obtenus ont souvent été décrits dans des termes tels que la superficie critique totale traitée, le nombre de BPA appliquées, le nombre de fermes qui ont signé des contrats et la superficie totale de sol érodé sur laquelle des BPA sont utilisées. Bien que ces indices soient utiles, ils ne donnent aucune indication sur la charge de polluants qui a été réduite.

La nécessité de disposer d'outils de simulation de la contribution des sources de pollution agricole a amené le Service de Conservation des Sols du Vermont à développer en 1989, quatre modèles simples capables de prédire la charge de

phosphore provenant des fermes laitières (Keller 1989). Ces modèles ont été depuis améliorés et adaptés aux conditions du Québec (Cluis et al. 1992).

Selon Croft et Mahood (1992), l'utilisation des modèles du Vermont a montré que:

- plusieurs fermes qui auraient dû être considérées comme prioritaires n'ont pas signé de contrat, alors que d'autres de moindre importance l'ont fait. Cette information aurait permis de déployer les efforts nécessaires pour faire signer des contrats aux propriétaires des fermes dont l'impact potentiel est élevé.
- avec une évaluation de la contribution de chaque ferme à la charge de phosphore générée dans le bassin, un objectif visant à réduire celle-ci de 75% plutôt que de s'adresser à 75% des superficies critiques aurait été atteint en 1982, soit 5 ans plus tôt. De la même façon, la signature de contrats avec 65 fermes choisies sur une liste de priorités déterminées à partir des simulations aurait permis de réduire de 75% la charge de phosphore, alors qu'avec le critère voulant que l'on traite 75% de superficies critiques, il a fallu signer des contrats avec 61 fermes sans aucune prévision quant à la réduction de la charge de phosphore, qui était pourtant le principal objectif du Programme. Comme la subvention moyenne accordée à chaque ferme était de 27 645 \$, ceci aurait permis d'économiser plus de 442 000 \$ au total.

Mais la planification des interventions à l'échelle du bassin versant implique six étapes décrites par Maas et al. 1985. Ce sont:

- (1) **la définition de la nature des problèmes à résoudre:** cette étape est importante à cause de son influence sur tout le reste du processus, en particulier, sur la sélection des zones critiques. Par exemple, s'il s'agit de la réduction de la capacité d'un réservoir à cause de la sédimentation des matières en suspension, la sélection des zones critiques peut être basée sur une évaluation grossière du taux d'exportation des sédiments, et l'on ne s'adressera qu'aux zones qui exportent le plus de sédiments par unité de surface. Si au contraire, le problème à résoudre est la perte des usages récréatifs d'un cours d'eau ou d'un lac à cause de la turbidité, la sélection des zones critiques pourrait tenir compte des types de sol, de la distribution de la taille des particules de sol avec une évaluation plus précise de l'érosion hydrique.

La sélection des zones critiques peut changer aussi s'il s'agit d'un problème de qualité d'eaux de surface ou d'eaux souterraines. Par exemple, les zones critiques pour la protection des eaux souterraines contre la pollution par les nitrates sont généralement les endroits de production végétale intensive avec une utilisation massive d'engrais minéraux ou de fumier. Il s'agit dans la plupart des cas, de sols bien drainés, ayant une nappe peu profonde, et où les pratiques de conservation utilisées favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol (ce qui est contreproductif pour l'objectif visé).

- (2) **la détermination des objectifs à atteindre:** cette étape consiste à déterminer le niveau de réduction de charges ou des concentrations requis pour protéger, améliorer ou restaurer les usages de l'eau. L'utilisation de modèles mathématiques appropriés permet généralement de répondre à cette question. Selon Knisel et al. 1982, il ne faut pas confondre les objectifs de la conservation du sol avec ceux de la conservation de l'eau. Ils mentionnent que, pendant les années 40 aux États-Unis, les objectifs de conservation du sol étaient basés sur le maintien de la perte de sol au dessous d'un seuil critique qui est celui du taux de renouvellement naturel du sol fixé à 11,2 t/ha.an. Ce critère ne protège pas nécessairement la qualité des cours d'eau. De la même façon, l'accent porté strictement sur la qualité de l'eau ne protège pas nécessairement le sol, car le sol redéplacé peut se déposer plus loin dans un autre champ. La plupart du temps, les termes objectif, critère ou standard sont utilisés pour désigner la même chose. Franson et al. 1982 en donnent les définitions suivantes:

"objectif": désigne un but ou une finalité vers laquelle les efforts de contrôle environnemental sont dirigés. Voici quelques exemples: préserver et améliorer la pêche au saumon dans la rivière "X"; protéger la santé publique.

"critère": ce sont des compilations ou résumés de données scientifiques qui sont utilisés pour décider si une certaine qualité de l'air ou de l'eau est appropriée à l'atteinte de l'objectif choisi. Par exemple, un critère simpliste qui peut être utilisé pour juger de l'adéquation de la qualité de l'eau pour certaines espèces de poissons pourrait être:

A mg/L: aucun effet néfaste observé;

B mg/L: plus faible niveau auquel un effet subléthal est observé;

C mg/L: plus faible niveau auquel des mortalités sont observées;

D mg/L: aucune survie;

"standard": désigne une valeur numérique précise ou une série de valeurs auxquelles les concentrations ou les quantités déchargées actuellement dans le milieu ambiant peuvent être comparées, que cette valeur ait un sens légal ou non. Voici un exemple de standard: la charge maximale journalière du polluant "X" provenant de l'effluent "Y" ne devrait pas dépasser "Z" kg.

- (3) **l'évaluation de la contribution relative des sources ponctuelles et diffuses** pour déterminer si le contrôle des sources diffuses seules permettrait de corriger la situation, ou si au contraire, il faut compléter les actions avec un certain contrôle des sources ponctuelles. Ici comme ailleurs, les modèles mathématiques sont des outils très utiles.

- (4) **la détermination des sources majeures de pollution diffuse:** en supposant que les sources diffuses agricoles constituent le plus important problème à résoudre, il faut déterminer les sources qui contribuent à la plus grande partie de la pollution, ainsi que leur localisation sur le bassin.
- (5) **l'identification des zones critiques:** elle permet de déterminer dans quelles zones ou sur quelles sources il faut concentrer les efforts d'assainissement. Le critère d'identification des zones critiques varie selon qu'il faille conserver le sol, c'est-à-dire en réduire la perte ou conserver l'eau, c'est-à-dire en récupérer les usages.

Les zones critiques dans la perspective de la conservation du sol sont celles sur lesquelles la perte de sol excède le taux de renouvellement par les processus naturels. Dans la perspective de la conservation de l'eau, les zones critiques sont celles sur lesquelles les sources qui ont un impact significatif sur la qualité de l'eau peuvent être contrôlées moyennant un investissement minimum dans les "Bonnes Pratiques Agricoles". Dans ce dernier cas, il faut aussi tenir compte de certains facteurs tels que le paramètre pour lequel la qualité de l'eau est jugée critique ou inacceptable, la dynamique du paramètre en cause, la proportion du bassin qui est doit être contrôlée, et l'hydrologie du bassin. Il faut aussi se demander s'il est possible de résoudre le problème, car il n'est pas toujours possible de réduire les charges agricoles au niveau souhaitable. En effet, pour Clausen et Meals (1989), l'amélioration effective de la qualité de l'eau par l'utilisation des BPA est souvent difficile et incertaine à cause du manque de connaissances sur les solutions appropriées.

- (6) **l'élaboration des plans de conservation pour chaque agriculteur:** l'approche peut être individuelle, de groupe ou mixte selon le cas. Dans l'approche individuelle, cas-par-cas ou personne-à-personne, les plans de conservation sont préparés exclusivement lors d'une rencontre privée entre l'agriculteur et son conseiller. Dans l'approche de groupe, les plans sont préparés lors de rencontres où les conseillers travaillent avec un groupe d'agriculteurs pour les aider à préparer leurs plans de conservation. Dans l'approche mixte, les deux méthodes précédentes sont utilisées (Robertson *et al.* 1989).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Berg, N.A., M.G. Johnson. 1978. **Environmental management strategy of the Great Lakes system**. Great Lakes International Joint Commission, Windsor, Ont., 140 p.
- Chesters, G. et L. Schierow. 1985. A primer on nonpoint pollution. J. Soil and Water Cons., 40(1):9-13.
- Clausen J.C., D.W. Meals, Jr. 1989. Water quality achievable with agricultural best management practices. J. Soil and Water Cons., 44(6):593-596.
- Dinkinson, W.T., R. Pall, G.J. Wall. 1983. **Identification of soil erosion and fluvial sediment problem**. ASAE-NAR annual meeting, Paper No. NAR 83-204, 21 p.
- Franson, M.A.H., R.T. Franson, A.R. Lucas. 1982. **Environmental standards: A comparative study of Canadian standards, standards setting processes and enforcement**. ECA83-SP/1. Edmonton: Environmental Council of Alberta, 206 p.
- Gangbazo, G. **Revue des modèles mathématiques à la lumière de la problématique de la pollution diffuse agricole au Québec**. Rapport interne. Ministère de l'environnement du Québec, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides, 25 p.
- Harrington, W., A.J. Krupnick, H. M. Peskin. 1985. Policies for nonpoint-source water pollution control. J. Soil and Water Cons., 40(1):27-32.
- Maas, R.P., M.D. Smolen, S.A. Dressing. 1985. Selecting critical areas for nonpoint-source pollution control. J. Soil and Water Cons., 40(1):68-71.
- Thomas, L.M. 1985. Management of nonpoint-source pollution: what priority?. J. Soil and Water Cons., 40(1):8.
- Robertson, T., G. Root, K. Reinhardt. 1989. Conservation planning: Group versus individual approaches. J. Soil and Water Cons., 44(5):395-398.

ANNEXE

Esquisse d'un cahier de charge pour la définition d'un programme à long terme de suivi sur un bassin versant représentatif ou un bassin expérimental visant la compréhension des phénomènes de contamination diffuse d'origine agricole.

1. BASSIN REPRÉSENTATIF

On appelle bassin représentatif un bassin typique des pratiques d'une région dont on étudie les intrants et les extrants sans chercher en rien à modifier les pratiques existantes. On vise à comprendre et à mettre en relation les phénomènes résultant des usages habituels, un tel bassin peut servir de bassin témoin de référence à une étude de bassin expérimental situé ailleurs.

Question: Quoi mesurer, où mesurer, quelle taille de bassin, à quelle fréquence.

Quoi mesurer:

- météo, précipitations, débits
- qualité de l'eau ruissellée, qualité des eaux souterraines (centrales et riveraines) (flux)
qualité des précipitations - impact biologique
- utilisation détaillée du territoire
- pratiques en cours à documenter (dates d'épandage, volume des structures d'entreposage)
- état du sol des parcelles (stock) (type de culture, etc.)

Les études historiques montrent qu'on a toujours intérêt à documenter en détail un **petit** bassin plutôt qu'un **grand** où, faute de moyens, des facteurs causaux importants ne seront pas documentés.

Un bassin d'une taille comprise entre 250 et 2500 ha paraît intéressant. Toutefois, un tel bassin a un temps de concentration court (30 mm - 2 h) ce qui pose des problèmes de logistique pour l'acquisition des données du ruisseau en réponse aux épisodes météorologiques.

2. BASSIN EXPÉRIMENTAL

On appelle bassin expérimental un bassin typique sur lequel des expériences de BPA sont menées systématiquement et leur efficacité contrôlée.

Un bassin témoin représentatif situé à proximité est nécessaire pour identifier l'effet des interventions en soustrayant les effets parasites liées à la climatologie et à l'hydrologie particulière de chaque période.

Durant la première année, on équipe le bassin et on documente ses activités comme un bassin représentatif. On classe aussi les pratiques en cours selon leurs responsabilités relatives.