

Pollution agricole

Incidence des politiques et programmes d'assainissement agricole sur la qualité de l'eau de six rivières — 1988-1995

Effects of the policies and programs for the reduction of agricultural pollution on the water quality of six rivers — 1988-1995

Georges Gangbazo^{(1)*} et
Jean Painchaud⁽²⁾

Résumé

L'objectif de cette publication est d'évaluer l'impact des politiques et programmes d'assainissement agricole sur la qualité de l'eau de six rivières représentatives des zones de concentrations d'élevage au cours de la période 1988-1995. Les politiques et programmes dont il est question sont le Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale, le Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF) et le volet Conservation et mise en valeur des ressources eau-air-sol du Programme d'aide aux exploitants agricoles (PAEA). Au cours de la période à l'étude, le montant total des subventions du PAAGF pour l'ensemble des six bassins s'est élevé à 18 millions de dollars. Celui du volet Conservation et mise en valeur des ressources eau-air-sol du PAEA pour la période 1993-1995 s'est élevé à environ 138 000 \$ pour l'ensemble de ces bassins. On estime que le PAAGF a permis d'entreposer convenablement le fumier d'environ 107 000 unités animales dans l'ensemble des bassins étudiés. On ne sait toutefois pas dans quelle mesure les agriculteurs respectent le règlement, faute d'enquête. Les tendances de la qualité de l'eau diffèrent selon les paramètres. Les concentrations de phosphore et de coliformes fécaux ont diminué de 25 % à 48 % dans trois bassins. Les concentrations de nitrates n'ont diminué dans aucun bassin. Les concentrations d'azote total, d'azote ammoniacal, de phosphore et de matières en suspension ont augmenté dans un bassin. Les tendances non significatives sont cependant généralement négatives. Quinze pour cent des échantillons d'eau avaient une concentration d'azote ammoniacal (moyenne : 2,19 mg N-NH₄/L) dépassant le critère pour l'eau brute destinée à la consommation humaine (0,5 mg N-NH₄/L). Par contre, tous les échantillons d'eau avaient une concentration de phosphore total (moyenne : 0,21 mg P/L) dépassant le critère pour la prévention de l'eutrophisation (0,03 mg P/L). Ces données montrent que les résultats sont mitigés et suggèrent que d'autres actions devront être prises pour abaisser les concentrations d'azote ammoniacal et de phosphore au-dessous des critères souhaitables pour le plein usage de l'eau.

MOTS CLÉS : Pollution diffuse agricole, politiques et programmes environnementaux, qualité de l'eau des rivières, analyse de tendance.

Abstract

The objective of this paper is to assess the impact of the policies and programs designed to prevent agricultural pollution on the water quality of six rivers draining high animal density zones during the period 1988-1995. The policies and programs investigated here are the Regulation respecting the prevention of water pollution in livestock operations, the assistance Program for improved manure management (APIMM) and the water-air-and-soil development and conservation section of the agri-food enterprise assistance Program. During the study period, the total amount of financial assistance from APIMM in the six watersheds was 18 millions \$. Financial assistance from the water-air-and-soil development and conservation section of the agri-food enterprise assistance Program for 1993-1995 amounted to 138 000 \$ in the six basins. It is estimated that APIMM has allowed proper storage for the waste of about 107 000 animal units in the six basins. The water quality parameters differed in trends. Phosphorus and fecal coliform concentrations decreased by 25 % to 48 % in three of the basins. Nitrate-nitrogen concentrations did not decrease in any basin. Total nitrogen, ammonia, phosphorus and suspended solids increased in one basin. Non significant trends generally showed negative slopes. Fifteen percent of samples had ammonia concentrations (mean : 2.19 mg NNH₄/L) above the water quality limit for raw public water supply (0.5 mg NNH₄/L). On the other hand, all samples had phosphorus concentrations (mean : 0.21 mg P/L) above the objective for the prevention of eutrophication (0.03 mg P/L). The data show that the programs and policies were only partially successful and suggest that other actions will be required to bring down ammonia and phosphorus concentrations below the water quality objectives allowing full use of the water resources.

KEY-WORDS : Agricultural nonpoint pollution, environmental policies and programs, river water quality, trend analysis.

* Pour correspondance

⁽¹⁾ ingénieur et ⁽²⁾ biologiste, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7^e étage, Québec, QC, Canada, G1R 5V7.

Introduction

La pollution agricole suscite de vifs débats entre environnementalistes et agriculteurs depuis plus d'une vingtaine d'années. Si au début, l'objet des tensions était les rejets ponctuels de purin dans les rivières, on se préoccupe maintenant de plus en plus de la pollution diffuse. C'est que, malgré une réduction substantielle des rejets ponctuels municipaux, la qualité de l'eau de plusieurs rivières reste mauvaise, particulièrement dans les secteurs agricoles du sud-ouest du Québec (Painchaud, 1997).

Au Québec, comme dans l'ensemble des pays industrialisés, l'agriculture est une activité importante au plan stratégique et économique : en 1993, l'ensemble de l'industrie agro-alimentaire contribuait à 9,8 % du produit intérieur brut (11,4 milliards \$) et créait 11 % de tous les emplois (Brassard et Labonté, 1995). La recherche de l'autosuffisance alimentaire et la crainte qu'une réglementation trop stricte ne mette en cause la survie de l'industrie ont permis à l'agriculture de bénéficier de mesures spéciales de protection (Gouvernement du Québec, 1982). Or les travaux d'un comité interministériel (ministère de l'Environnement du Québec - ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec) ont démontré que si, en 1986, 80 % des fermes qui ont adopté le système de gestion du fumier sous forme liquide étaient dotées d'un système d'entreposage adéquat, seulement 30 % de celles qui ont adopté une gestion sous forme solide étaient dans la même situation. Par conséquent, les cas de pollution ponctuelle n'étaient pas rares. De plus, dans 65 % des fermes, les fumiers sont épandus en grande quantité et très tard à l'automne, sans égard aux conditions climatiques. Cette pratique qui persiste d'ailleurs encore aujourd'hui occasionne la pollution des rivières par l'azote ammoniacal notamment, surtout en hiver et tôt au printemps (Gangbazo et al., 1997).

Plusieurs études ont démontré la responsabilité de l'agriculture dans la pollution des rivières du Québec. Grimard (1990) a démontré que la concentration d'azote total dans les rivières augmente avec la densité animale dans les bassins versants. Primeau (1993) a noté que dans les zones agricoles, les rivières ont une turbidité élevée et de fortes concentrations de matières en suspension, de phosphore et d'azote total. Payment et al. (1986) ont dénombré d'importantes concentrations de virus d'origine porcine dans la rivière L'Assomption et ses affluents. Simard et al. (1993) ont montré que les concentrations de phosphore soluble dans l'eau et de phosphore biodisponible dans les sédiments de la rivière Beauvage, un affluent de la rivière Chaudière, sont significativement plus élevées dans la zone qui supporte la plus grande densité animale et des cultures en rangs que partout ailleurs dans le bassin. Par contre, la concentration de phosphore particulaire dans l'eau n'était pas significativement différente entre les zones. Cela suggère que le lessivage contribue à l'enrichissement en phosphore de la rivière. Berryman et Giroux (1994) ont rapporté que les rivières sont contaminées par des pesticides dans les régions de culture intensive de maïs.

Pour diminuer la concentration de certains polluants conventionnels dans les rivières, le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) ont mis en oeuvre un ensemble de mesures qui visent globalement à inciter les agriculteurs à améliorer les méthodes de travail du sol et de fertilisation (voir Gangbazo, 1996). Le Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF) a été lancé en 1988 pour inciter les agriculteurs à se conformer à la réglementation concernant les établissements de production animale. Il était doté d'un budget de 538 millions \$ sur 10 ans (1988-1998), dont 388 millions \$ sous forme de subventions. La majeure partie de la mise de fonds gouvernementale (336 millions \$) était réservée au volet «structure», c'est-à-dire à la construction, l'agrandissement ou la réparation de structures d'entreposage de fumier de 250 à 300 jours de capacité. Dans les faits, ce sont près de 100 millions \$ qui ont été dépensés à l'échelle de la province entre 1988 et 1995. Rappelons que le PAAGF a été remplacé par le Programme d'aide à l'investissement en agro-environnement (PAIA) en 1997. Le volet Conservation et mise en valeur des ressources eau-air-sol du Programme d'aide aux exploitants agricoles (PAEA) s'adresse aux producteurs qui désirent introduire sur leur ferme des bonnes pratiques agricoles (BPAs) autres que les systèmes d'entreposage de fumiers. Il peut s'agir de pratiques agricoles de conservation (PACs) comme le semis direct et le travail réduit, ou d'autres techniques ou équipements qui peuvent diminuer la pollution de l'eau comme la culture des engrais verts. Par ailleurs, le MAPAQ informe aussi

Figure 1
Emplacement des bassins versants

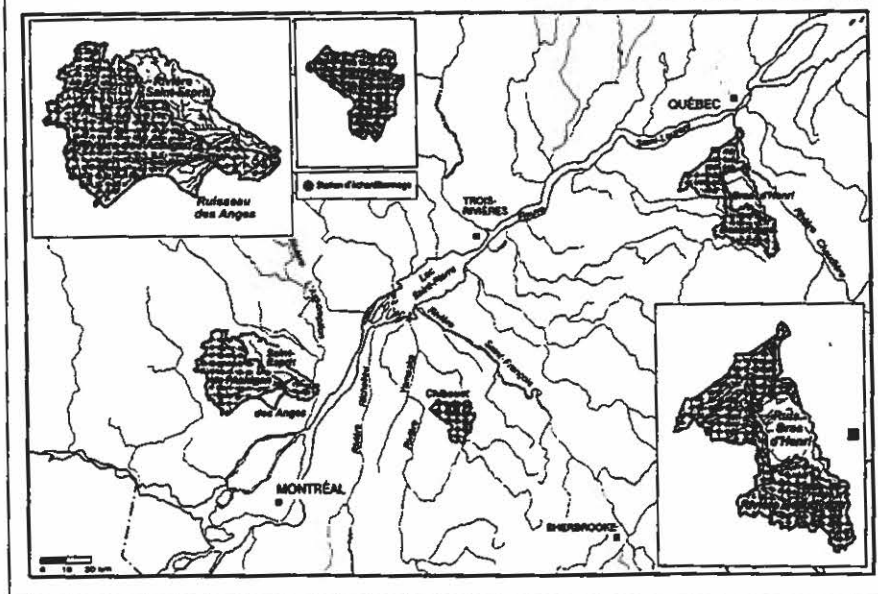


Tableau 1

Utilisation du territoire dans les bassins versants							
		Bassins versants					
	Unités	Beaurivage	Bras d'Henri	Ruisseau des Anges	Chibouet	de l'Achigan	Saint-Esprit
Superficie	km ²	707	137	32	150	650	209
Productions animales							
Porcs	u.a./ha	0,33	1,08	1,31	0,54	0,19	0,26
Bovins	u.a./ha	0,22	0,43	0,16	0,18	0,04	0,15
Volailles	u.a./ha	0,02	0,11	0,00	0,05	0,02	0,01
Autres	u.a./ha	0,07	0,22	0,11	0,12	0,02	0,02
Total	u.a./ha	0,65	1,83	1,57	0,89	0,28	0,44
Productions végétales							
Maïs	km ² (%)	9,69 (1)	6,29 (5)	8,17 (26)	43,4 (29)	38,9 (6)	35,0 (17)
Fourrages	km ² (%)	107 (15)	37,5 (27)	4,25 (13)	24,3 (16)	25,3 (4)	22,6 (11)
Céréales [†]	km ² (%)	19,7 (3)	6,11 (4)	3,89 (12)	17,0 (11)	18,4 (3)	12,6 (6)
P. de terre	km ² (%)	0,25 (< 1)	0,07 (< 1)	0,73 (2)	0 (0)	2,49 (< 1)	0,47 (< 1)
Légumes	km ² (%)	0,10 (< 1)	0,03 (< 1)	3,18 (10)	0,86 (1)	13,3 (2)	4,09 (2)
Autres	km ² (%)	5,46 (1)	1,82 (1)	1,89 (6)	2,08 (1)	15,9 (2)	3,11 (1)
Total	km ² (%)	142 (20)	51,9 (38)	22,1 (69)	87,7 (58)	114,2 (18)	78,0 (37)
Forêt [‡]	km ² (%)	565 (80)	85,1 (62)	9,88 (31)	62,3 (42)	535,8 (82)	131 (63)

[†] Céréales (inclut blé, orge, avoine, etc.)

[‡] Forêt (inclut habitations, routes, cours d'eau, lacs, etc.)

^{**} La densité animale et la proportion de chaque culture ont été calculées par rapport à la superficie totale du bassin; une unité animale (u.a.) équivaut à 1 vache, 5 porcs d'élevage pesant 20 à 100 kg chacun ou 125 poules.

les agriculteurs sur une foule de sujets touchant la production agricole en plus de leur offrir une certaine assistance technique, notamment en fertilisation. En outre, le règlement du MEF sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale oblige les agriculteurs à entreposer les fumiers dans des structures étanches et de capacité suffisante et à les épandre pendant la saison de végétation à des doses conformes au besoin agronomique des cultures.

L'objectif de cette publication est d'évaluer l'impact que ces politiques et programmes ont eu sur la qualité de l'eau de six rivières représentatives des zones de concentrations d'élevages au cours de la période 1988-1995.

Contexte

Description des bassins versants

Six rivières drainant des bassins versants typiquement agricoles représentatifs des zones de concentrations d'élevages et dont la superficie varie entre 32 et 707 km² ont été étudiées (figure 1; tableau 1). Les rivières Beaurivage et Bras d'Henri sont des affluents de la rivière Chaudière. Les rivières de l'Achigan, Saint-Esprit et le Ruisseau des Anges (qui est un affluent de la rivière de l'Achigan) sont des affluents de la rivière L'Assomption. La rivière Chibouet est un affluent de la rivière Yamaska.

Comme le montre le tableau 1, le bassin du Ruisseau des Anges est caractérisé par la plus forte activité agricole des six bassins, 69 % de sa superficie étant consacrée aux cultures. La culture du maïs est particulièrement importante dans la Chibouet et le Ruisseau des Anges, occupant 29 % et 26 % de leur superficie respective. Par contre, on retrouve la plus grande proportion de fourrages, soit 27 %, dans le bassin de la rivière Bras d'Henri. La densité animale varie entre 0,28 et 1,83 u.a./ha. Soulignons qu'une unité animale «u.a.» équivaut à une vache, à 5 porcs d'élevage pesant 20 à 100 kg chacun ou encore à 125 poules, coqs ou poulets à griller. L'élevage porcin est de loin la plus importante production animale dans tous les bassins : il y a par exemple huit fois plus de porcs que de bovins par unité de surface dans le bassin du Ruisseau des Anges. Les densités porcines

les plus élevées se retrouvent dans les bassins du Ruisseau des Anges (1,31 u.a./ha) et de la rivière Bras d'Henri (1,08 u.a./ha).

Interventions réalisées

Au plan de la réglementation, les inspecteurs du MEF ont signalé les cas qu'il convient de corriger en priorité tout en tentant d'effectuer leurs tâches normales (répondre aux plaintes pour les manquements à la réglementation, effectuer des tournées de surveillance des épandages, etc.). On ne sait toutefois pas dans quelle mesure les agriculteurs respectent la réglementation relative à l'entreposage et l'épandage des fumiers parce que les directions régionales du MEF ne recueillent pas ce type d'informations.

Au plan des subventions, le volet Conservation et mise en valeur des ressources eau-air-sol du PAEA a permis d'investir environ 138 000 \$ dans les PACs entre 1993 et 1995 et ce pour l'ensemble des six bassins. Par contre, 18 millions de dollars ont été investis dans les mêmes bassins grâce au PAAGF entre 1988 et 1995. On estime que cette somme a permis d'entreposer convenablement le fumier d'environ 107 000 unités animales. Comme on pouvait s'y attendre, c'est la construction et l'agrandissement de structures d'entreposage de fumiers qui ont drainé la plus grande partie des subventions du PAAGF : 80 % des dépenses y ont été consacrées. On ne sait pas par contre dans quelle mesure les habitudes de fertilisation ont changé, aucune enquête n'ayant été faite.

L'information et l'assistance techniques qui ont été offertes aux agriculteurs des bassins étudiés font partie des activités régulières des professionnels du MAPAQ. On n'a pas fait des efforts particuliers pour inciter les agriculteurs à changer les pratiques agricoles les plus dommageables pour la qualité de l'eau. Encore là, on ne sait pas la proportion des agriculteurs qui utilisent des bonnes pratiques de fertilisation et de travail du sol ni la proportion des terres en culture qui est concernée par ces pratiques, faute d'enquête.

Méthodologie

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse de l'eau

La plupart des stations d'échantillonnage de l'eau ont été installées peu de temps après l'annonce du PAAGF en 1988 (tableau 2). La fréquence de l'échantillonnage a varié dans le temps à cause des contraintes budgétaires : hebdomadaire (août 1988 à décembre 1990); 2 fois par mois (janvier 1991 à mai 1995); mensuelle (depuis juin 1995). Les échantillons d'eau étaient aussitôt réfrigérés à 4 °C, puis envoyés au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec généralement le même jour pour analyses.

Tous les échantillons, à l'exception de ceux utilisés pour fins d'analyses bactériologiques, ont été filtrés sur des membranes GF/C dont les pores ont 1,2 µm de diamètre. Toutes les analyses ont été faites selon des méthodes standardisées (voir Laflamme, 1995). Ce sont les nitrites et les nitrates (désignés ci-après par N-NO₃), l'azote total dissous (NT), l'azote ammoniacal (N-NH₄), le phosphore total dissous ou phosphore soluble (PS), le phosphore particulaire (PP), les matières en suspension (MES) et les coliformes fécaux (CF). La concentration en phosphore total (PT) a été obtenue en additionnant les concentrations de PP et PS dans chaque échantillon.

Méthodes statistiques

Il est recommandé d'utiliser des tests non paramétriques pour détecter les tendances parce que les données de qualité d'eau sont

caractérisées par des distributions non normales, l'autocorrélation, des variations cycliques (saisonnalité) et des valeurs manquantes. De plus, l'autocorrélation doit être éliminée (Berryman *et al.*, 1988). Le logiciel WQSTAT v. 3,1, conçu pour traiter ce type de données, a été utilisé. La présence et la nature de l'autocorrélation dans les séries ont été vérifiées par l'examen des corrélogrammes. Lorsque l'autocorrélation n'était pas induite par la tendance ou la saisonnalité dans les séries, mais découlait de la persistance de type markovien, l'intervalle des données était élargi (n réduit) pour éliminer la redondance entre points adjacents jusqu'à la disparition de l'autocorrélation. Le test de Kendall saisonnier (Hirsch *et al.*, 1982) était alors utilisé pour tester les tendances. La pente des tendances et les valeurs initiales et finales de la concentration des différents descripteurs de qualité de l'eau ont été estimées avec la méthode de Sen (1968). L'écart relatif entre ces valeurs a été calculé pour donner une idée de l'amélioration (diminution de concentration) ou de la dégradation (augmentation de concentration) selon le cas.

Résultats

Tendances de la qualité de l'eau

Le tableau 3 présente les concentrations initiales et finales ainsi que les écarts relatifs des descripteurs de qualité de l'eau qui démontrent des tendances significatives. On constate que les tendances sont généralement non significatives ($P > 0,05$) pour les formes d'azote et les matières en suspension. Elles s'avèrent être plus souvent significatives et généralement à la baisse pour les formes de phosphore et les coliformes fécaux ($P \leq 0,05$). L'évolution de la concentration d'azote total et de phosphore total est présentée à titre d'exemple aux figures 2 et 3 respectivement.

Les données du tableau 3 montrent aussi que la concentration d'azote total a diminué de 30 % dans la rivière Chibouet et augmenté de 32 % dans la rivière de l'Achigan. Aucune tendance significative n'a cependant été détectée dans le cas des rivières Beaurivage, Bras d'Henri, Ruisseau des Anges et Saint-Esprit. La concentration d'azote ammoniacal a augmenté de 57 % dans la

rivière de l'Achigan. Aucune tendance significative n'a été détectée dans les autres rivières. Les concentrations des différentes formes de phosphore ont diminué de 25 à 48 % dans deux à quatre rivières, alors que les concentrations de coliformes fécaux ont diminué de 12 à 48 % dans trois rivières. La concentration de matières en suspension a augmenté de 60 % dans le Ruisseau des Anges. Aucune tendance significative n'a été détectée dans les autres rivières.

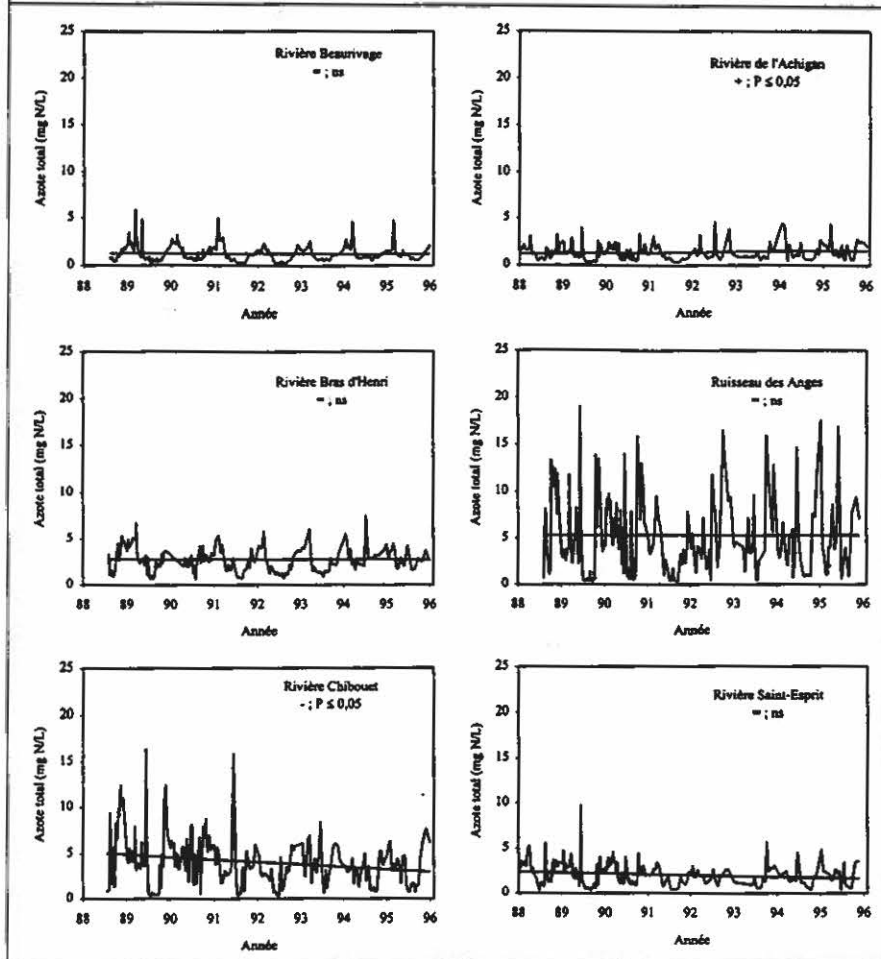
Discussion

Qualité de l'eau

Les tendances de la qualité de l'eau (tableau 3) montrent que les résultats des politiques et programmes d'assainissement agricole

Description des stations d'échantillonnage		
Rivière	Emplacement	Début de l'échantillonnage mois/année
Beaurivage	Rivière Beaurivage au pont-route 171 à Saint-Étienne	07/1988
Bras d'Henri	Rivière Bras d'Henri au pont-route au nord-est de Saint-Gilles	08/1989
Ruisseau des Anges	Ruisseau des Anges au pont-route à l'ouest de Saint-Roch-de-l'Achigan	08/1988
Chibouet de l'Achigan	Rivière Chibouet au pont-route à Saint-Hugues Rivière de l'Achigan au pont-route à l'est de l'Épiphanie	08/1988 09/1987
Saint-Esprit	Rivière Saint-Esprit au pont-route à 3 km de son embouchure	09/1987

Figure 2
Évolution de la concentration d'azote total entre 1988 et 1995



sont mitigés. En effet, bien que les concentrations de phosphore et de coliformes fécaux aient diminué significativement dans 3 bassins sur 6, les concentrations d'azote et de matières en suspension n'ont généralement pas diminué. Les concentrations d'azote total et d'azote ammoniacal ont même augmenté à l'embouchure de la rivière de l'Achigan, et les concentrations de phosphore particulaire et de matières en suspension ont augmenté à l'embouchure du Ruisseau des Anges. Les tendances non significatives sont cependant généralement négatives (données non présentées), ce qui suggère que la qualité de l'eau s'améliorera à long terme dans un plus grand nombre de bassins si les efforts sont augmentés. Toutefois, près de 15 % des échantillons d'eau avaient une concentration d'azote ammoniacal (moyenne : 2,19 mg N-NH₄/L) dépassant le critère pour l'eau brute destinée à la consommation humaine (0,5 mg N-NH₄/L) ; (MENVIQ, 1990 ; rév. 1992) (données non présentées). Par contre, tous les échantillons d'eau avaient une concentration de phosphore total (moyenne : 0,21 mg P/L) dépassant le critère pour la prévention de l'eutrophisation (0,03 mg P/L) ; (MENVIQ, 1990 ; rév. 1992) (données non présentées). Il en résulte que, bien que les programmes ne visaient pas la récupération des usages de l'eau mais l'amélioration de sa

qualité, d'autres actions ou d'autres façons de faire devront être adoptées pour atteindre cet objectif.

Une partie de la diminution de la concentration de phosphore dans la rivière Beauvillage peut être attribuée à l'agrandissement et à la mise en opération de la station d'épuration des eaux usées de la municipalité de Saint-Agapit en septembre 1993. Dans les autres rivières, par contre, les tendances observées peuvent être attribuées essentiellement aux politiques et programmes d'assainissement agricole, soit parce qu'il n'y a aucun rejet urbain comme dans le Ruisseau des Anges ou que les travaux d'assainissement urbain datent d'une période antérieure au PAAGF.

La synthèse 1979-1994 des données du réseau-rivière du MEF qui compte plus de 380 stations (Painchaud, 1997) indique aussi qu'à l'échelle de la province, les concentrations de phosphore total sont généralement stables ou à la baisse alors que les concentrations de nitrates sont généralement stables ou à la hausse. Les tendances à la hausse pour les nitrates ont été observées surtout dans des bassins agricoles du sud-ouest du Québec qui sont d'ailleurs encore caractérisés par de fortes concentrations médianes estivales de phosphore total (0,1 à > 0,2 mg P/L) malgré l'assainissement urbain. Cela montre l'urgence de contrôler la pollution diffuse agricole.

Rappelons que dans les bassins versants des rivières de l'Achigan et Saint-Esprit qui sont des sous-bassins de la rivière L'Assomption, plusieurs mesures qui visaient spécialement les fermes d'élevage avaient été prises avant l'avènement du PAAGF. Ce sont le premier moratoire sur la production porcine en 1981, l'interdiction de construire de nouveaux établissements avec gestion du fumier sous forme liquide ou d'agrandir des établissements dans les municipalités où les superficies d'épandage sont insuffisantes en 1984, le programme de rachat des droits de production porcine entre 1984 et 1987 et le deuxième moratoire sur la production porcine en 1987. Ces mesures qui avaient fait en sorte que 65 % des établissements d'élevage soient conformes aux normes relatives à l'entreposage des fumiers s'étaient traduites par des baisses importantes des concentrations de phosphore total, de nitrates et d'azote ammoniacal, sans toutefois atteindre non plus les critères d'usages de l'eau (Simoneau et Grimard, 1989). Le fait que les concentrations de certains polluants aient augmenté à l'embouchure de la rivière de l'Achigan et du Ruisseau des Anges au cours de la période visée dans ce rapport est inquiétant, mais demeure difficile à expliquer d'autant plus que des tendances similaires n'ont pas été détectées dans la rivière Saint-Esprit qui est voisine de la rivière de l'Achigan. Il faudrait vraisemblablement

examiner l'évolution récente de la densité animale et des pratiques agricoles dans ces bassins pour émettre des hypothèses plausibles.

À l'échelle de la ferme, la construction de structures d'entreposage de fumiers réduit de 8 % à 15 % la quantité d'azote total et de 3 % à 5 % la quantité de phosphore total qui auraient atteint le fossé de ferme le plus près (Piché et Gangbazo, 1995). Il semble donc que ces réductions (à la ferme) n'aient pas nécessairement un impact significatif sur la qualité de l'eau des rivières.

De façon générale, les résultats de la présente étude confirment ceux obtenus ailleurs dans des projets similaires. Aux États-Unis, dix années d'expériences pilotes d'assainissement agricole réalisées dans 21 bassins versants entre 1980 et 1990 sous l'égide du US EPA (Coffey *et al.*, 1992) ont donné des résultats tout aussi mitigés. Elles ont montré qu'à moins d'améliorer significativement les pratiques de fertilisation et de travail du sol sur une grande proportion du territoire agricole, la construction de structures d'entreposage de fumiers dans un grand bassin versant diminue surtout la pollution bactériologique des rivières. On sait en effet qu'une bonne partie des bactéries meurt durant la période d'entreposage. Il est donc probable que les résultats mitigés de l'assainissement agricole dans les six bassins versants à l'étude s'expliquent par le fait qu'on n'ait pas fait les efforts nécessaires pour contrôler les pratiques de fertilisation et de travail du sol.

Participation des agriculteurs

Tel que mentionné précédemment, les Directions régionales MEF ne colligent généralement pas les informations permettant d'évaluer la proportion des agriculteurs d'un bassin qui respectent la réglementation relative à l'entreposage et l'épandage des fumiers. Le fait que, dans l'ensemble de la province, le taux de fertilisation par l'azote et le phosphore provenant des fumiers seulement équivaut respectivement à deux et trois fois les besoins agronomiques des cultures (Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, 1996) suggère cependant que les normes concernant l'épandage des fumiers sont peu respectées. Une légère diminution des ventes d'engrais minéraux azotés et phosphatés a toutefois été observée entre 1992 et 1994, mais il faut attendre une plus longue période de temps pour voir si cette tendance à la baisse se maintient.

Au plan des programmes de subvention, la façon la plus simple d'évaluer la participation des agriculteurs est de comparer le niveau de participation requis pour rencontrer les objectifs visés par un programme à celui obtenu. On a estimé qu'en août 1994, le PAAGF avait permis d'entreposer convenablement le fumier de l'équivalent de 559 600 u.a. à l'échelle de la province, soit 45 % des 1 240 000 u.a. visées au début du programme. Il restait donc à entreposer convenablement le fumier de l'équivalent de 680 400 u.a., soit 55 % de la quantité totale visée initialement. Pour les six bassins, il n'a pas été possible d'évaluer la représentativité des 107 000 unités animales dont le fumier a été entreposé convenablement, puisque le programme n'est pas géré par bassin versant.

Dans un programme qui vise la récupération de certains usages de l'eau (ce qui est de plus en plus recommandé), l'utilisation d'un modèle mathématique approprié aide à identifier les agriculteurs qui devraient absolument participer au programme dans chaque bassin. L'éligibilité des agriculteurs aux programmes de subvention peut d'ailleurs être déterminée de cette façon. Le type de modèle recommandé en est un de bassin versant à base physique, distribué et continu. Celui-ci doit être capable de simuler adéquatement l'effet des changements de pratiques agricoles sur la qualité de l'eau et d'aider à cibler les zones d'où proviennent les plus grandes charges d'un polluant. Ce type de modèle aide aussi à préciser les BPAs que chaque agriculteur devrait mettre en oeuvre sur sa ferme pour que les objectifs recherchés soient atteints à long terme. On veillera alors à faire signer des contrats aux agriculteurs éligibles d'abord et avant tout, de manière à avoir une participation maximale au début du programme (Wolf, 1995), d'où la nécessité d'une assistance technique massive et bien structurée.

Il semble toutefois que les subventions pour l'entreposage des fumiers aient été bien accueillies par les agriculteurs puisque les montants cumulatifs dans chaque bassin n'ont cessé de s'accroître (données non présentées). Les longues listes d'attente suggèrent même qu'un très grand nombre d'agriculteurs n'a pas pu encore se prévaloir du programme faute de fonds. Il est possible cependant qu'on n'ait pas su tirer du PAAGF et du PAEA tous les bénéfices environnementaux potentiels. Croft et Mahood (1992) ont démontré en effet que l'application d'un ensemble de modèles

Tableau 3

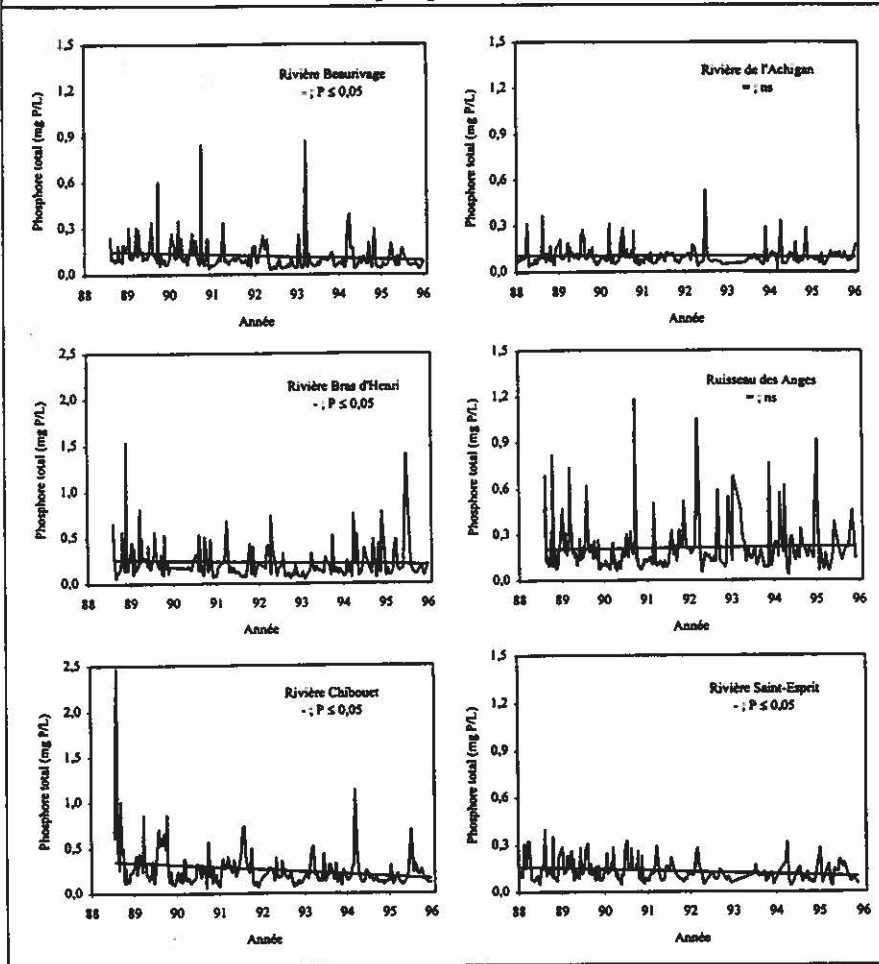
Valeurs initiales, finales et écarts relatifs de la concentration des descripteurs de la qualité de l'eau qui démontrent une tendance significative

Descripteur	Bassin	Concentration initiale [†]	Concentration finale [‡]	Écart relatif (%)
NT	Chibouet de l'Achigan	4,73	3,30	-30
		1,25	1,65	32
N-NH ₃	de l'Achigan	0,14	0,22	57
PT	Beaurivage Bras d'Henri Chibouet Saint-Esprit	0,14	0,08	-41
		0,27	0,20	-25
		0,31	0,20	-35
		0,16	0,09	-42
PP	Bras d'Henri R. des Anges	0,08	0,05	-25
		0,09	0,14	63
PS	Beaurivage Chibouet Saint-Esprit	0,09	0,05	-48
		0,20	0,13	-33
		0,10	0,05	-46
MES	R. des Anges	49,5	79,2	60
CF	Bras d'Henri R. des Anges de l'Achigan	797	625	-22
		1432	1262	-12
		785	408	-48

[†] * significatif (P ≤ 0,05); ns: non significatif (P > 0,05). Les limites de la valeur du test de Kendall saisonnier pour ce niveau de probabilité se situent entre -1,96 et +1,96.

[‡] Les concentrations exprimées en mg N, P ou MIES/L et en UFC/100 ml ont été estimées à partir des droites de régression.

Figure 3
Évolution de la concentration du phosphate total entre 1988 et 1995



mathématiques simples comme «CHEPTEL» (Cluis *et al.*, 1992) au bassin de la baie de Saint-Albans au Vermont (USA) aurait permis de réduire la charge théorique de phosphore total de sources ponctuelles de 75 % en trois ans en faisant signer des contrats à 45 agriculteurs et d'économiser près de 450 000 \$ en subventions. Sans ces modèles, il a fallu sept ans et faire signer des contrats à 61 agriculteurs pour atteindre le même objectif.

Conclusion

La pollution agricole constitue actuellement un type de pollution très préoccupant au Québec. Elle complique dans certains cas l'atteinte des objectifs de qualité d'eau et impose de nouvelles approches d'assainissement. Par conséquent, l'assainissement agricole constitue de plus en plus un passage obligé pour récupérer le plein usage de certaines rivières.

Références bibliographiques

Berryman, D., B. Bobée, D. Cluis et J. Haemmerli. (1988). Nonparametric tests for trend detection in water quality time series. *Water Resources Bulletin*, 24:545-556.

Berryman, D. et I. Giroux. (1994). La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive de maïs au Québec. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Québec, 133p.

Brassard, H. et A. Labonté (1995). Le Québec bioalimentaire en un coup d'œil. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, Québec, 24p.

Cluis, D., G. Gangbazo et K. Mamouny. (1992). CHEPTEL, un logiciel de comparaison des contributions des élevages intensifs à la contamination des eaux de surface. Symposium sur la recherche et le développement en gestion environnementale des effluents d'élevage au Québec, 9 et 10 sept. 1992, ministère de l'Environnement du Québec, Sainte-Foy, Québec, pp. 381-393.

Coffey, J.C., J. Spooner, D.E. Line, J.A. Gale, J.A. Arnold, D.L. Osmond et F.J. Humenick. (1992). Elements of a model program for nonpoint source pollution control program. National RCWP Symposium, Orlando, Florida, U.S. Environmental Protection Agency and U.S. Department of Agriculture, EPA 625/R92/006, pp. 361-374.

Croft, R.J. et J.D. Mahood. (1992). A method for ranking farms and tracking land treatment progress in the St. Albans Bay watershed RCWP project, Vermont. National RCWP Symposium, Orlando, Florida, U.S. Environmental Protection Agency and U.S. Department of Agriculture, EPA 625/R92/006, pp. 351-359.

Direction des politiques des secteurs agricole et naturel. (1996). Document de réflexion sur la capacité des sols du territoire québécois à supporter les élevages. Document de travail, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, Québec, 32p.

Gangbazo, G. (1996). Expériences de contrôle de la pollution diffuse agricole à l'échelle du bassin versant. *Vecteur Environnement*, 29(2):65-71.

Gangbazo, G., A.R. Pesant et G.M. Barnett. (1997). Effets de l'épandage des engrais minéraux et de grandes quantités de lisier de porc sur l'eau, le sol et les cultures. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Québec, 46p.

Gouvernement du Québec. (1982). Le virage technologique; Bâtir le Québec Phase 2 : Programme d'action économique 1982 - 1996, 248p.

Grimard, Y. (1990). Qualité générale de l'eau au Québec. Colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole, CPVQ, Québec, Québec, pp. 24-37.

Hirsch, R.M., J.R. Slack et R.A. Smith. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18:107-121.

Laflamme, D. (1995). Qualité des eaux du bassin de la rivière Sainte-Anne, 1979 à 1994, ministère de l'Environnement du Québec, Sainte-Foy, Québec, 66p.

Menviq. (1990 ; rév. 1992). Critères de qualité de l'eau. Service de l'évaluation des rejets toxiques et Direction de la qualité des cours d'eau, ministère de l'Environnement du Québec, Sainte-Foy, Québec, 423p.

Painchaud, J. (1997). La qualité de l'eau des rivières du Québec - État et tendances. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Québec, 57p.

Payment, P., F. Affoyon, E. DiFranco et M. Trudel. (1986). Pollution de la rivière L'Assomption et de ses affluents par les virus entériques porcins. *Revue Internationale des Sciences de l'Eau*, 2(4):113-116.

Piché, I. et G. Gangbazo. (1995). Incidence des tas de fumiers sur la qualité des eaux de surface. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, Sainte-Foy, Québec, 39p.

Primeau, S. (1993). Notions générales sur la pollution des eaux de surface au Québec. Colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole, CPVQ, Québec, Québec, 14p.

Sen, P.K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63:1379-1389.

Simard, R.R., D. Cluis, G. Gangbazo et A.R. Pesant. (1993). Phosphorus in the Beauvillage river watershed, Joint CSCE-ASCE National Conference on Environmental Engineering, July 12-14 1993, Montréal, QC, Canada, pp. 509-516.

Simoneau, M. et Y. Grimard. (1989). Qualité des eaux de la rivière L'Assomption 1976-1987, Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec, Sainte-Foy, QC, Canada, 234p.

Wolf, A.T. (1995). Rural nonpoint source pollution control in Wisconsin: The limits of a voluntary program. *Water Resources Bulletin*, 31(6):1009-1022.



SIÈGE SOCIAL, USINE ET BUREAU DE VENTE:

URECON LTÉE

1800, avenue Bédard
St-Lazare-de-Vaudreuil • Québec • J7T 2G4
Tél.: (514) 455-0961 • Fax: (514) 455-0350
C. élec.: urecon@total.net
Site web: www.urecon.com

USINE ET BUREAU DE VENTE:

URECON INSULATION LTD.

5010, 43rd Avenue • Calmar • Alberta • T0C 0V0
Tél.: (403) 985-3636 • Fax: (403) 985-2466
C. élec.: urecon@superlway.net

BUREAUX DE VENTE:

URECON LTD.

St. John's • Terre-Neuve
Tél.: (709) 364-9783 • Fax: (709) 364-6026

URECON LTD.

Mississauga • Ontario
Tél.: (905) 206-9119 • Fax: (905) 206-9087
C. élec.: urecon@yesic.com

URECON SYSTEMS, INC.

Melbourne, Floride
Tél.: (407) 259-9989 • Fax: (407) 259-9956
C. élec.: urecon@digital.net