



## Effets divers du travail du sol dans un bassin hydrographique des Prairies



### Effets sur le rendement économique et la performance environnementale

Le travail de conservation du sol – avec un travail réduit du sol ou le semis direct – vise à maximiser les résidus de culture reposant à la surface du sol et constitue une pratique de gestion bénéfique (PGB) fortement recommandée dans la mesure où elle aide à réduire l'érosion des sols ainsi que l'exportation des nutriments contenus dans le sol vers les eaux de surface. Cette pratique peut également jouer un rôle important pour le piégeage du carbone dans le sol. Les PGB sont des pratiques agricoles conçues pour minimiser l'impact négatif potentiel sur l'environnement. L'utilisation de la plupart des PGB, y compris le travail de conservation du sol, nécessite des compromis d'ordre environnemental et économique qui résultent d'actions prises dans le but de résoudre un problème initial.

Par exemple, bien que le travail de conservation du sol réduise considérablement l'érosion des sols, selon une étude biophysique (environnementale) effectuée dans le bassin hydrographique du ruisseau Tobacco Sud de 7 500 ha (18 500 acres) dans le centre-sud du Manitoba (1993-2007) (figure 1), le travail de conservation du sol peut accroître l'exportation du phosphore (P) dissous dans une région froide dans laquelle la fonte des neiges du printemps forme le gros de l'écoulement annuel. Une étude économique distincte, réalisée dans le même bassin hydrographique (1998-2006), a également montré que le rendement économique du travail de conservation du sol était en général positif pour les céréales mais négatif pour le canola. Ces deux études ont été poursuivies ces dernières années dans le cadre de **l'Évaluation des PGB à l'échelle des bassins hydrographiques (EPBH)**, initiative nationale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).

Dans de nombreuses zones agricoles dans l'ensemble du pays, la détérioration de la qualité de l'eau causée par une concentration excessive de nutriments dans les étendues d'eau de surface devient de plus en plus préoccupante. Au Manitoba, par exemple, on s'inquiète de plus en plus de la santé du lac Winnipeg. Le bassin du ruisseau Tobacco Sud se trouve au bord de l'escarpement du Manitoba et il fait partie du bassin du lac Winnipeg.

#### Qu'est-ce que l'EPBH?

Programme de recherche à long terme commencé par Agriculture et Agroalimentaire Canada en 2004, l'EPBH permet d'évaluer le rendement économique et la performance environnementale des PGB à l'échelle des petits bassins hydrographiques. Pour obtenir une perspective régionale, cette information est transposée à une échelle supérieure à l'aide de modèles hydrographiques.

Les résultats de l'EPBH aident les chercheurs et les experts en politiques et en programmes agroenvironnementaux à mieux comprendre la performance des PGB et leur interaction avec les terres et l'eau. Ces connaissances aideront aussi les producteurs à déterminer quelles PGB conviendront le mieux à leur exploitation et à leur région.

Les études de l'EPBH sont effectuées à neuf bassins hydrographiques du Canada. Ces laboratoires vivants extérieurs rassemblent un large éventail d'experts de divers gouvernements, universités, organismes voués à la protection des bassins hydrographiques et associations de producteurs. Les études donnent déjà des résultats très utiles et la recherche se poursuit sur tous les sites.



Figure 1 – Site d'étude du travail de conservation du sol dans le centre-sud du Manitoba



### Quelle est la signification des termes?

Les pratiques de culture peuvent être divisées en trois grandes catégories qui rendent compte de l'augmentation des résidus de plante sur le sol en fonction du nombre de labours :

- **Travail conventionnel du sol** – au moins un labour au printemps et un autre à l'automne.
- **Travail réduit du sol** – en général seulement un labour au printemps ou à l'automne.
- **Semis direct** – aucun labour.

Le terme **travail de conservation du sol** peut s'appliquer aux pratiques allant du travail réduit du sol jusqu'au semis direct – comme c'est le cas dans l'analyse économique du ruisseau Tobacco Sud. Dans l'étude biophysique du ruisseau Tobacco Sud (bassins jumeaux), le travail de conservation du sol renvoie à un traitement des sols proche du semis direct, soit pas de labour mécanique à l'automne. Toutefois, avant l'ensemencement du printemps, une perturbation des sols se produit lorsque l'engrais à base d'ammoniac a été injecté au cours d'un travail agricole distinct ou lors du hersage visant à briser la couverture de paille.



Figure 2 – Travail conventionnel du sol à gauche, travail de conservation du sol à droite

### Comment le travail de conservation du sol a-t-il été étudié au Manitoba?

Pour analyser les effets du travail de conservation du sol sur la qualité de l'eau, l'étude du bassin du ruisseau Tobacco Sud a comparé les effets du travail de conservation du sol et ceux du travail conventionnel du sol dans une rotation de culture de céréales / canola dans deux petits bassins hydrographiques agricoles adjacents de cinq hectares (12 acres) chacun (figure 2).

Afin de pouvoir disposer d'une base de comparaison, on a examiné les deux bassins hydrographiques en culture avec travail conventionnel du sol pendant les quatre premières années. Un des bassins a été converti au travail de conservation du sol en 1997 et stabilisé (équilibré) pendant sept ans. Les données sur la fonte des neiges et le

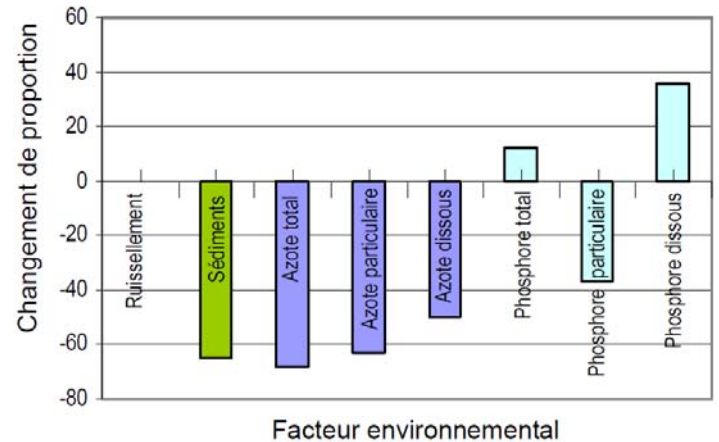


Figure 3 – Changements en pourcentage des exportations de sédiments et de nutriments après la conversion au travail de conservation du sol

ruissellement pluvial et le transport des sédiments et des nutriments ont ensuite été comparées dans les deux systèmes de travail de la terre. L'analyse repose sur une comparaison des données d'avant la conversion avec les données d'après la stabilisation pendant quatre ans.

### Quels sont les effets du travail de conservation du sol sur la qualité de l'eau<sup>1</sup>?

L'étude faite sur des sols de loam argileux du bassin du ruisseau Tobacco Sud a montré qu'il n'y avait aucune différence statistiquement significative entre la quantité annuelle du ruissellement pluvial des champs de travail de conservation du sol et celui des champs de culture avec travail conventionnel du sol classique (figure 3). Ce résultat peut s'expliquer par le fait que le gros du ruissellement dans ce bassin est l'écoulement nival qui se fait alors que le sol est encore gelé et imperméable. Par contre, sur une base annuelle, le travail de conservation du sol était très efficace pour réduire l'exportation annuelle des sédiments et de l'azote (N) total, par comparaison avec le travail conventionnel du sol.

L'exportation des sédiments et de N total ont été réduites respectivement de 65 % (23 kg/ha ou 21 lb/acre) et de 69 % (2,3 kg/ha ou 2,1 lb/acre) en moyenne par année. Par contre, l'exportation de P total a augmenté de 12 % avec le travail de conservation du sol. Ceci s'explique par le fait que tandis que les exportations de P sous forme de particules (petites parties de P fixées aux sédiments du sol) ont diminué de 37 % avec le travail de conservation du sol, le P dissous (vaste proportion de P soluble dans l'eau) a augmenté de 36 % et entraîné une augmentation nette de 0,06 kg/ha (0,05 lb/acre) des exportations de P total. La charge moyenne de P avec le travail de conservation du sol était par conséquent de 0,17 kg/ha (0,15 lb/acre).

<sup>1</sup>Tiessen, K. H. D., J. A. Elliott, J. Yarotski, D.A. Lobb, D. Flaten, N.E. Glozier. 2010. **Conventional and Conservation Tillage: Influence on Seasonal Runoff, Sediment, and Nutrient Losses in the Canadian Prairies.** Journal of Environmental Quality 39: 964-980.



Même si les pertes de nutriments dont il question ici semblent négligeables sous l'angle de la production agricole, elles ont des répercussions écologiques importantes étant donné qu'une perte de seulement un ou deux kilogrammes de P par hectare par année (entre 0,9 et 1,8 lb de P/acre/année) est liée à l'eutrophisation accélérée des lacs. Le bassin du ruisseau Tobacco Sud est l'un des nombreux bassins qui pourrait contribuer le P au lac Winnipeg.

La concentration accrue du P total est probablement attribuable à une augmentation du P dissous libéré par les résidus de culture durant les périodes de gel-dégel et/ou à une augmentation du P de sol qui s'accumule à la surface des sols et qui ne s'incorpore pas à la terre durant le labour. L'étude montre que même si le travail de conservation du sol peut effectivement réduire l'exportation de sédiments et de nutriments liés aux sédiments provenant de terres agricoles, elle peut augmenter l'exportation de P dissous résultant du ruissellement de l'eau de fonte des neiges. Pour atténuer ce problème, il pourrait être approprié de mettre en place d'autres pratiques de gestion, comme le labour intermittent, qui permettent de réduire l'accumulation du P à la surface du sol ou près de la surface. Ces conclusions pourraient s'appliquer à la plupart des terres froides et semi-arides des Prairies canadiennes (figure 4) ainsi que dans les régions où la forme dominante de P dans l'eau de ruissellement est le P dissous.



Figure 4 - Le travail de conservation du sol pourrait ne pas réduire l'exportation de P dissous dans le ruissellement de l'eau de fonte des neiges.

Don Flaten, pédologue, de l'Université du Manitoba et participant à l'EPBH du bassin du ruisseau Tobacco Sud, explique que même si le travail de conservation du sol a un grand nombre d'avantages sur le plan environnemental et agronomique, ce n'est pas la solution miracle pour réduire l'exportation du P provenant des bassins hydrographiques agricoles dans le bassin du lac Winnipeg. « Si l'on considère la santé globale de l'environnement, explique M. Flaten, le travail de conservation du sol est préférable au travail conventionnel du sol, mais il faut être réaliste et bien comprendre que la pratique de le travail de conservation du sol ne réglera pas les problèmes associés à l'exportation du P dans le lac Winnipeg. »

Jim Yarotski, hydrologue d'AAC responsable le projet l'EPBH du bassin hydrographique du ruisseau Tobacco Sud, signale que le groupe de recherche et les producteurs participants ont modifié les paramètres de l'étude pour réduire les pertes de P dissous. Le champ de travail de conservation du sol été converti en champ de culture avec labour intermittent, méthode selon laquelle des labours limités en automne permettront de réduire les accumulations de P dissous à la surface du sol, sans nuire normalement à l'efficacité des PGB pour contrôler l'érosion.

#### Motifs économique du travail de conservation du sol dans le bassin du ruisseau Tobacco Sud<sup>2</sup>

Le travail conventionnel du sol, et non pas le travail de conservation du sol, domine dans le bassin du ruisseau Tobacco Sud (pour les raisons invoquées ci-dessous). La réponse économique au travail de conservation du sol est généralement positive pour les céréales (blé, orge et avoine combinés) mais négative pour le canola (tableau 1). Cette analyse économique repose sur neuf ans (1998-2006) de surveillance des activités de labour et de culture dans 357 champs sur quelque 40 exploitations agricoles dont au moins une partie des terres sont situées dans le bassin en question. Les champs cultivés ont une superficie variant de 200 ha (500 acres) à seulement quelques hectares, la moyenne des superficies étant de 18 ha (45 acres).

Tableau 1 – Proportion des pratiques de travail agricole et rendement net estimé des cultures (canola et céréales) dans le bassin du ruisseau Tobacco Sud (1998-2006)

Culture	Les superficies sous la production de canola et de céréales				
	Travail de conservation du sol		Travail conventionnel du sol		Totale
	% de terres* (ha)	Revenu net/ha	% de terres* (ha)	Revenu net/ha	% de terres* (ha)
Canola	7,3 (261)	88 \$	30,1 (1 074)	106 \$	37,4 (1 335)
Céréales	19,7 (703)	35 \$	42,9 (1 532)	10 \$	62,6 (2 235)
Totale	27,0 (964)		73,0 (2 606)		100 (3 570)

\*% de terres représente la portion de la superficie totale (3 570 ha) sous la production de canola et de céréales.

<sup>2</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2010. Évaluation des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle des bassins hydrographiques (EPBH), résumé technique no 2 : Volet économique – Examen quadriennal (2004/5 - 2007/8). Agriculture et Agroalimentaire Canada. Ottawa (Ontario).

Parmi les superficies cultivées du bassin du ruisseau Tobacco Sud, on compte 4 200 ha (10 400 acres) de cultures annuelles, dont 85 % de céréales et de canola. Sur ces terres cultivées de céréales (3 570 ha ou 8 822 acres) et de canola, 27 % sont cultivées selon le mode de travail de conservation du sol (11 % est le semis direct, données non présentées) et les 73 % restantes sont cultivées selon le travail conventionnel du sol.

Le tableau 1 présente l'estimation des revenus nets de la culture du canola et des céréales selon le mode de travail de conservation ou conventionnel du sol. Pour le **canola**, le revenu net le plus élevé (106 \$/ha ou 43 \$/acre) est généré par le travail conventionnel du sol. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le canola est une culture à petits grains dont le rendement est meilleur dans des conditions de lit de semence plus uniformes. C'est la raison pour laquelle la plupart des champs de canola dans ce bassin sont cultivés sur le travail conventionnel du sol. Environ un cinquième de champs de canola est cultivée selon les pratiques de travail de conservation du sol. Le revenu net pour le canola diminue avec la réduction de la fréquence des labours jusqu'à 88 \$/ha (36 \$/acre). Cette diminution peut également s'expliquer en partie par le manque d'expérience de certains producteurs avec le semis direct. Il reste que la taille de l'échantillon pour le semis direct dans le bassin du ruisseau Tobacco Sud est trop petite pour tirer des conclusions sur les effets sur la production de canola.

Comparativement, le revenu net pour les **céréales** est plus élevé avec le mode de travail de conservation du sol (35 \$/ha ou 14 \$/acre). Cependant, avec le travail de conservation du sol, les revenus peuvent varier considérablement selon la pratique de culture employée (données non présentées), de 47 \$/ha (19 \$/acre) pour un travail réduit du sol (probablement le reflet de la diminution des coûts en carburant et d'amortissement) à 15 \$/ha (6 \$/acre) pour le semis direct en raison des coûts accrus de l'équipement et des pertes de production éventuelles. Quoi qu'il en soit, le revenu avec le semis direct (15 \$/ha) demeure plus élevé qu'avec le travail conventionnel du sol (10 \$/ha ou 4 \$/acre).

Ces chiffres expliquent pourquoi la plupart des producteurs du bassin du ruisseau Tobacco Sud choisissent de cultiver le canola selon le travail conventionnel du sol et pourquoi certains préfèrent cultiver les céréales selon un mode de travail de conservation du sol (travail réduit du sol ou semis direct). Cependant, la plupart des céréales sont cultivées selon le travail conventionnel du sol. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les producteurs qui souhaitent intégrer le canola à leurs rotations pourraient craindre d'investir dans l'équipement nécessaire pour pratiquer le travail de conservation du sol. Et les producteurs préfèrent probablement se concentrer sur la méthode de travail du sol la plus profitable, soit celle qui convient au canola qui rapporte en général davantage que les céréales.

Si l'on décidait de promouvoir le travail de conservation du sol pour le canola ou le renforcement ce type de travail pour les céréales dans ce bassin, il faudrait probablement fournir des incitatifs financiers pour que la pratique soit plus largement adoptée. Ce point mériterait d'être étudié de manière plus approfondie dans une perspective sociale et agronomique.

#### Modélisation pour le bassin du ruisseau Tobacco Sud

La modélisation hydrologique est réalisée pour extrapoler l'information sur la bordure de champ à l'échelle du bassin du ruisseau Tobacco Sud (7 500 ha ou 18 500 acres). Les données obtenues lors de la réalisation d'expériences sur un certain nombre de PGB, sont également utilisées pour évaluer les effets des différentes cultures sur la qualité de l'eau à l'échelle du bassin.

Le bassin du ruisseau Tobacco Sud est l'un des deux sites du projet de l'EPBH sur lesquels sont menées des études pilotes de modélisation hydrologique-économique intégrée<sup>3</sup>. L'approche de modélisation intégrée combine des données hydrologiques, économiques et de modèles comportementaux à la ferme. Parce qu'il génère différents scénarios de PGB – combinaisons de PGB et adoption d'incitatifs – et détermine leurs répercussions sur le plan environnemental et économique, le modèle intégré peut être utilisé en bout de ligne pour des activités de recherche et de planification à long terme concernant le bassin.

*AAC dirige l'initiative nationale de l'EPBH et alloue des fonds en vertu de Cultivons l'avenir. Canards Illimités Canada ont été un partenaire clé. Parmi les autres groupes prenant part au projet du bassin du ruisseau Tobacco Sud, nommons la Deerwood Soil and Water Management Association; Environnement Canada; Pêches et Océans Canada; le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Initiatives rurales du Manitoba; le ministère de la Gestion des ressources hydriques du Manitoba; Université du Manitoba; Université de Guelph et Université de l'Alberta.*

Pour avoir plus d'information sur l'EPBH, visitez [www.agr.gc.ca/epbh](http://www.agr.gc.ca/epbh) ou communiquez avec l'équipe de l'EPBH, à l'adresse [epbh@agr.gc.ca](mailto:epbh@agr.gc.ca).

<sup>3</sup> Yang, W., A. Rousseau and P.C. Boxall. 2007. **An integrated economic-hydrologic modeling framework for the watershed evaluation of beneficial management practices**, Journal of Soil and Water Conservation, 62(6): 423-432.