Agriculture et Agroalimentaire Canada
Agriculture and Agri-Food Canada

Fiche d'information de l'EPBH n° 11

Déviations et voies d'eau gazonnées dans les champs vallonnés de pommes de terre

Des études explorent les avantages de ces pratiques populaires et en révèlent les compromis potentiels

Résumé : Le ruissellement et l'érosion du sol par ruissellement constituent d'importantes préoccupations lorsque des cultures en rangs sont plantées dans des régions vallonnées recevant beaucoup de précipitations. Des chercheurs de la zone de culture de la pomme de terre du Nouveau-Brunswick ont découvert qu'une combinaison de déviations et de voies d'eau gazonnées pouvait contribuer à résoudre ce problème. Toutefois, la mise en œuvre de ces pratiques de gestion bénéfiques (PGB) dans le but de régler des questions d'ordre environnemental risque d'entraîner des conséquences inattendues. Par exemple, en raison de leur capacité de freiner le ruissellement, les déviations et les voies d'eau gazonnées peuvent entraîner une charge en nutriments dans l'eau souterraine. En outre, l'augmentation prévue du rendement de pommes de terre découlant de la PGB ne suffira peut-être pas à compenser les coûts d'installation.

Contexte

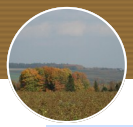
Les PGB sont des méthodes agricoles conçues pour minimiser l'impact négatif potentiel sur l'environnement. Les déviations (appelées parfois « terrasses de contour ») sont des PGB qui séparent un champ long et incliné en une série de champs à inclinaison plus courte dans le but de faire dévier le ruissellement et de favoriser l'infiltration. Cette pratique sert à préserver l'eau pour la croissance des plantes ainsi qu'à réduire l'érosion du sol par ruissellement. Les eaux de ruissellement excessives s'écoulent dans les voies d'eau gazonnées ou dans d'autres exutoires adéquats. Les voies d'eau gazonnées constituent un autre exemple de PGB. Elles peuvent être utilisées seules ou conjointement avec des déviations et sont normalement construites dans des dépressions naturelles où l'eau peut s'écouler et s'accumuler.

La réduction de l'inclinaison et l'augmentation de la rugosité de la surface des voies d'eau gazonnées ralentissent le ruissellement, filtrent les sédiments et diminuent l'érosion.

Le bassin hydrographique du ruisseau Black, dans le nord-ouest du Nouveau-Brunswick, est caractérisé par un terrain vallonné et par de fortes précipitations dont on doit tenir compte pour la production agricole (figure 1). Ce bassin hydrographique a une superficie de 1 450 hectares (3 585 acres) et fait partie du bassin hydrographique plus grand de la rivière Little, qui fait 380 km^2 (150 mi^2; figure 2). Environ 65 % (925 hectares ou 2 285 acres) des terres du bassin hydrographique du ruisseau Black sont agricoles. On y cultive principalement la pomme de terre en alternance avec les céréales, les pois et le foin fourrager. Chaque année, environ la moitié des terres agricoles est consacrée à la culture de la pomme de terre. Les terres non agricoles sont boisées ou sont utilisées pour le développement urbain et domiciliaire.

Figure 1 : Lorsque des cultures en rangs sont plantées dans des régions vallonnées recevant beaucoup de précipitations, les niveaux élevés d'érosion du sol et de perte en eau causés par le ruissellement excessif sont préoccupants. Les déviations et les voies d'eau gazonnées peuvent contribuer à régler ce problème.

Canada



Qu'est-ce que l'Évaluation des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle des bassins hydrographiques?

Programme de recherche à long terme commencé par Agriculture et Agroalimentaire Canada en 2004, l'Évaluation des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle des bassins hydrographiques (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, on modélise l'information obtenue afin de l'extrapoler à des bassins hydrographiques plus grands.

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.

Habituellement, l'inclinaison varie de 2 à 9 %, mais peut dépasser 15 % par endroits. Les sols de la région recouvrent un till compact et dense dont la texture varie de grossière à fine. La région reçoit des précipitations annuelles moyennes de 1 130 mm (45 po), dont environ 25 % sous forme de neige.

La perte de sol causée par le ruissellement dans cette région, associée à la culture de pommes de terre en pente (non protégée contre l'érosion), peut dépasser 20 tonnes/ha (17 860 lb/acre) par année et compte parmi les plus importantes au Canada. Le labour d'environ 80 % des terres agricoles du bassin hydrographique a lieu à l'automne, ce qui signifie qu'il reste peu de cultures pour protéger le sol contre l'érosion en dehors de la saison de croissance. Cependant, la situation s'améliore. Étant donné la sensibilisation accrue aux mesures de conservation du sol et les subventions connexes, plus de la moitié des terres agricoles du bassin hydrographique du ruisseau Black sont désormais protégées par des PGB, notamment des déviations et des voies d'eau gazonnées.

Les producteurs agricoles et les décideurs doivent savoir à quel point ces PGB sont efficaces. Également, ils doivent connaître leur coût de mise en œuvre et d'entretien, et savoir si l'emploi de ces pratiques pour régler un problème risque d'en entraîner d'autres. La recherche menée dans le bassin hydrographique du ruisseau Black, financée actuellement dans le cadre d'un programme national d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) appelé **Évaluation des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle des bassins hydrographiques (EPBH)**, répond à ces questions.

Comment les déviations et les voies d'eau gazonnées ont-elles été étudiées?

En 1992, le bassin hydrographique du ruisseau Black est devenu un bassin expérimental en vue de l'étude des effets de la culture intensive de pommes de terre sur la qualité de l'eau de surface. Au cours des douze ans ayant précédé l'EPBH, on a recueilli une grande quantité de données générales sur les sols, le relief, le climat, l'utilisation des terres, le débit et la qualité de l'eau dans la région environnante. Par exemple, dans le cadre d'une étude à l'échelle du champ[1] menée dans un bassin hydrographique avoisinant, on a comparé deux petits bassins hydrographiques servant à la production de pommes de terre, l'un muni de déviations et de voies d'eau gazonnées, l'autre non. Ensemble, les PGB ont démontré qu'elles pouvaient s'avérer efficaces pour la conservation du sol et de l'eau.

Par la suite, afin d'évaluer ces pratiques à une plus grande échelle, les chercheurs ont commencé à en étudier l'efficacité dans le bassin hydrographique du ruisseau Black en utilisant les données historiques recueillies avant la mise en œuvre des PGB. On a mis en place des stations de surveillance des eaux de surface à chaque exutoire de neuf sous-bassins (figure 2) afin de recueillir des échantillons automatiquement toutes les 72 heures, ou plus souvent, lors d'événements à débit plus élevé. Des échantillons d'eau sont également prélevés dans les exutoires des bassins hydrographiques du ruisseau Black et de la rivière Little. On évalue plusieurs autres PGB (p. ex. bandes de végétation filtrantes, méthodes de labour et drainage par canalisations systématique) dans ces sous-bassins, et les données recueillies dans ces neuf sites servent dans le cadre d'une modélisation mathématique afin de simuler l'incidence de la gestion des terres à l'échelle du bassin hydrographique.

Deux des sous-bassins reliés (figure 2), qui ont une superficie combinée de 300 hectares (740 acres) et dont l'un est situé directement en amont de l'autre, ont été au centre de l'étude sur les effets des déviations et des voies d'eau gazonnées. Pendant la période de 1994 à 2005, la proportion des terres agricoles protégées par les PGB dans chacun des deux sous-bassins est passée de 25 % à 77 %.

[1]Chow, T.L., H.W. Rees, et J.L. Daigle. 1999. Effectiveness of terraces/grassed waterway systems for soil and water conservation: A field evaluation. Journal of Soil and Water Conservation 54: 577-583.

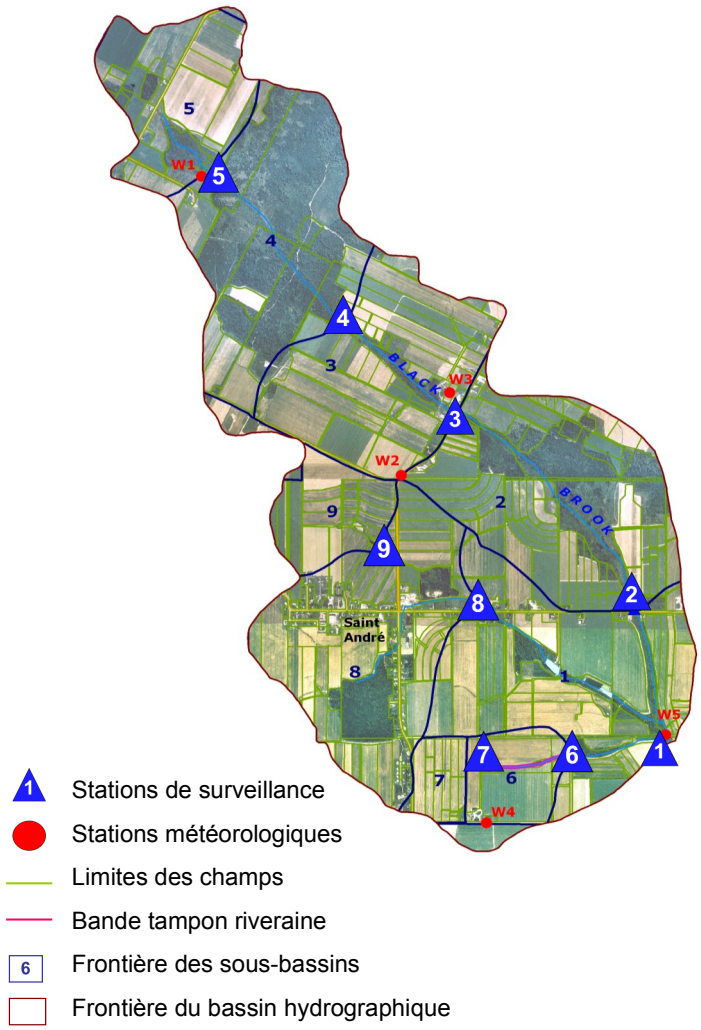


Figure 2 : Le bassin hydrographique du ruisseau Black, près de Grand–Sault, au Nouveau-Brunswick. L'enquête sur effet des déviations et des voies d'eau gazonnées a mis l'accent sur les emplacements de surveillance 8 et 9 des sous-bassins.

Cependant, les bassins hydrographiques se distinguent à d'autres égards. Ainsi, 93 % des terres du bassin hydrographique en amont, dont la superficie est de seulement 77 hectares (190 acres), sont consacrées à la production agricole. Le bassin en aval est bien plus grand – il fait 295 hectares (729 acres) – mais seulement 68 % des terres sont consacrées à la production agricole. En outre, la petite communauté résidentielle de Saint-André (la population était d'environ 1 660 habitants en 2006) en fait partie.

Au début du programme d'EPBH, on a effectué d'importants travaux, comme le nivellement et le remodelage des voies d'eau gazonnées, afin d'améliorer davantage l'efficacité des PGB et de faciliter la surveillance. On a surveillé la qualité de l'eau de l'exutoire du sous-bassin en aval (emplacement de surveillance 8), qui combine le débit des deux sous-bassins, ainsi que celle de l'exutoire du sous-bassin en amont, qui est beaucoup plus petit (emplacement de surveillance 9). Puis, on a comparé les données historiques recueillies de 1992 à 1994, avant la mise en œuvre des PGB majeures dans le bassin hydrographique du ruisseau Black, avec les résultats de la surveillance de l'EPBH (2005 à 2007). Les conditions météorologiques durant les périodes avant et après la mise en œuvre des PGB étaient semblables; par exemple, les précipitations annuelles moyennes ont été de 1 115 mm et de 1 099 mm (de 43,9 po et 43,3 po), respectivement.

Quelle a été l'effet des PGB sur l'environnement?

Dans l'ensemble, l'emploi de déviations et de voies d'eau gazonnées dans le bassin hydrographique du ruisseau Black, d'après le débit combiné en aval des deux sous-bassins, semble réduire efficacement le volume du ruissellement et la perte de sol. Toutefois, les résultats du sous-bassin en amont brossent souvent un tableau différent du débit combiné, ce qui indique que la variabilité locale, comme l'emplacement des PGB, les conditions météorologiques et les caractéristiques du paysage, peut avoir une incidence sur le résultat net de ces pratiques. Une surveillance et une analyse plus approfondies sont en cours et permettront ainsi de mieux préciser l'incidence des PGB par rapport à celle de ces variables.

En outre, la surveillance des eaux de surface a révélé que les PGB pouvaient entraîner des compromis aux avantages potentiels, à savoir une augmentation générale du lessivage de nutriments solubles dans les eaux souterraines, comme en témoigne la diminution de la qualité des eaux de ruisseau pendant les périodes de faible débit.

Un champ avant la construction d'une voie d'eau gazonnée.

Une autre étude a également démontré que les PGB pouvaient diminuer considérablement la contamination de l'eau par les pesticides.

Débit et sédiments

La réduction du ruissellement était très évidente en aval des deux sous-bassins, où le débit annuel moyen a diminué de 24 % (passant de 495 000 à 374 000 m^3 par année). La charge de sédiments annuelle totale a été réduite de plus de la moitié par rapport aux niveaux antérieurs aux PGB; en effet, elle est passée de 376 à 151 tonnes par année. La concentration moyenne de sédiments dans les eaux du ruisseau est passée, quant à elle, de 0,7 à 0,4 g/l.

Par comparaison, le débit et les sédiments ont connu des changements minimaux dans le plus petit sous-bassin en amont après la mise en œuvre des PGB. Bien que le débit annuel moyen ait diminué de 11 % (passant de 182 000 à 161 000 m^3 par année), la charge annuelle totale de sédiments dans les eaux de ruisseau n'a pas diminué (moyenne de 206 tonnes par année). En outre, la concentration moyenne des échantillons des eaux du ruisseau a augmenté légèrement, passant de 0,9 à 1,3 g/l.

La réduction de l'inclinaison et l'augmentation de la rugosité de la surface des voies d'eau gazonnées ralentissent le ruissellement, filtrent les sédiments et diminuent l'érosion.

Nutriments

Même si les déviations et les voies d'eau gazonnées semblent contribuer à la réduction du ruissellement et de l'érosion du sol, il existe des données démontrant que les nutriments peuvent augmenter dans les eaux de surface.

Dans le débit combiné des deux sous-bassins, la concentration moyenne de nitrates a augmenté de 28 % (de 4,8 à 6,2 mg/l), tandis que la charge totale de nitrates (2,5 tonnes par année) n'a pas changé. De plus, bien que la concentration moyenne de phosphore soluble dans l'exutoire du sous-bassin en aval ait approximativement doublé (passant de 0,045 à 0,09 mg/l), la charge totale annuelle de phosphore est demeurée la même (soit 30 kg par année).

En ce qui concerne le sous-bassin en amont, l'augmentation de 16 % de la concentration de nitrates (de 6,8 à 8,0 mg/l) et le doublement de la concentration de phosphore (de 0,045 à 0,09 mg/l) étaient similaires aux tendances observées au sous-bassin en aval. Cependant, contrairement à la charge de nutriments qui est demeurée la même dans le sous-bassin en aval, le sous-bassin en amont a connu une diminution de 17 % de sa charge de nitrates (qui est passée de 1,3 à 1,1 tonne par année), alors que la charge de phosphore à cet endroit a triplé (de 4,8 à 15,2 kg par année).

Les chercheurs supposent que l'augmentation de la contribution des eaux souterraines aux débits, découlant de l'infiltration améliorée à la suite de la mise en œuvre des PGB, est peut-être responsable de l'augmentation constatée de la quantité de nutriments solubles. Bien que la diminution du ruissellement réduise le transport des nutriments liés aux sédiments vers les voies d'eau, l'infiltration accrue entraînée par ces mêmes eaux de ruissellement retenues par les déviations peut permettre aux nutriments d'atteindre les eaux souterraines, puis les eaux de surface par d'autres moyens. Actuellement, des recherches visent à percer la relation entre les pratiques de gestion des terres et leur incidence sur les eaux souterraines.

Pesticides

Les résidus de pesticides des mêmes bassins que ceux visés par l'étude réalisée avant l'EPBH ont fait l'objet d'une surveillance conjointe avec Environnement Canada (2004 à 2008). Cette initiative avait pour but de déterminer si la culture intensive de pommes de terre représentait un risque accru de pollution par les pesticides.

D'après les résultats, dans l'ensemble, les déviations et les voies d'eau gazonnées ont diminué la concentration de pesticides de presque 50 % par rapport au site sans les PGB. Pendant les périodes de faible débit, la concentration de pesticides a généralement été inférieure à celle prévue par les recommandations pour la qualité des eaux pour la vie aquatique, bien que la concentration de certains pesticides ait parfois dépassé les recommandations lorsque les précipitations étaient abondantes.

Modélisation hydrologique du bassin hydrographique du ruisseau Black

L'outil d'évaluation des terres et des eaux (SWAT – Soil and Water Assessment Tool) est un modèle hydrologique informatique qu'on utilise dans le bassin hydrographique du ruisseau Black afin d'établir de quelle façon les nutriments et les sédiments sont transportés par l'eau des terres agricoles jusqu'aux cours d'eau, et afin de déterminer l'incidence des PGB sur ces processus. De plus, la modélisation appuie la prise de décisions touchant la gestion du bassin hydrographique en prédisant les résultats des changements de techniques de gestion, en plus d'étendre les résultats au-delà de l'échelle du sous-bassin où les PGB ont été employés.

D'après les résultats de la modélisation, la mise en place de déviations et de voies d'eau gazonnées dans le bassin hydrographique du ruisseau Black a entraîné une réduction de 20 % du ruissellement et de 56 % de la charge de sédiments. Toutefois, la réduction des sédiments devenait de moins en moins importante au fur et à mesure qu'augmentait la proportion des terres protégées par les déviations dans le bassin hydrographique. Les coûts marginaux connexes augmentaient parallèlement avec le nombre de déviations. Autrement dit, il devenait de plus en plus coûteux de réduire davantage la charge de sédiments alors que la superficie des terres protégées augmentait.

Normalement, les propriétaires fonciers emploient des mesures de conservation de façon prioritaire dans les terres les plus touchées par l'érosion du sol. La mise en place de déviations et de voies d'eau gazonnées dans les terres moins vulnérables entraînerait une réduction des sédiments proportionnellement moins importante. Il pourrait être avantageux d'employer d'autres PGB dans les terres où l'érosion du sol ne constitue pas un problème.

Plus de la moitié des terres agricoles dans le bassin hydrographique du ruisseau Black sont désormais protégées par des déviations et des voies d'eau gazonnées.

Volet économique des déviations et des voies d'eau gazonnées

L'analyse économique[3,4], des coûts et des avantages pour la ferme de l'adoption des PGB a été effectuée au moyen de données agronomiques et de gestion des sols remontant à 1988 et obtenues grâce à des enquêtes sur la qualité et le rendement de terres agricoles.

Coûts des PGB

On a estimé que le coût annuel des déviations était de 84 $ par hectare de terre protégée (34 $/acre; en dollars de 2008). Pour parvenir à cette estimation, on a tenu pour acquis que chaque hectare de déviation représentait au plus 10 % du terrain protégé. On a estimé également que le coût annuel des voies d'eau gazonnées était de 70 $ par hectare de terre protégée (28 $/acre). Pour parvenir à cette estimation, on a tenu pour acquis que chaque hectare de voie d'eau représentait au plus 4 % du terrain protégé.

Ces coûts comprennent les frais de construction et d'entretien courant, et le manque à gagner causé par la réduction de la taille des terres consacrées à la production ainsi que les pratiques non efficientes des travaux des champs; en effet, les champs où l'on emploie des systèmes de déviation sont habituellement plus petits que ceux exploités de façon traditionnelle.

Impact des PGB sur le rendement de pommes de terre et leur qualité

D'après l'analyse des coûts liés à l'installation et à l'entretien de structures de conservation du sol, au cours d'un cycle de rotation de pommes de terre de deux ans, un producteur devrait obtenir un rendement accru de 1,3 t/ha (1 160 lb/acre) pour équilibrer les comptes dans le cas de déviations et un rendement supplémentaire de 1 t/ha (893 lb/acre) dans le cas de voies d'eau gazonnées.

---

[2]Yang, Qi, F.-R. Meng, Z. Zhao, T. L. Chow, G. Benoy, H.W. Rees et C. P.-A. Bourque. « Assessing the impacts of flow diversion terraces on stream water and sediment yield at a watershed level using SWAT model », *Agriculture, Ecosystems, and Environment*, vol. 132, 2009, p. 23 à 31 .

[3]Chow, L., J. Damboise et F. Meng. 2010. Bassin hydrographique du ruisseau Black. Pages 108 à 114 dans Stuart, V., D.B. Harker, T. Scott, et R.L. Clearwater (eds). Évaluation des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle des bassins hydrographiques (EPBH) : pour une planification améliorée du paysage agricole – examen quadriennal (2004/5 – 2007/8), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa (Ontario).

[4]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).

Les enquêtes sur le rendement de pommes de terre et leur qualité pendant quatre années d'exploitation n'ont révélé aucune amélioration constante découlant des déviations ou de la culture en courbes de niveau. Puisque la réaction des cultures varie selon les variétés de pommes de terre et les différentes conditions météorologiques, il a été impossible de démontrer que l'augmentation du rendement suffirait à couvrir les coûts liés à la mise en œuvre des PGB, du moins à court terme.

Autres avantages

Les économistes participant à l'EPBH tentent de quantifier d'autres réductions de coûts et d'autres retombées potentielles liées aux PGB à la ferme et hors ferme. D'autres avantages à la ferme comprennent la prévention de l'érosion du sol et l'élimination de la charge de sédiments, qui nuit aux opérations culturales, ainsi que la prévention de ravinements causés par l'érosion. Les avantages hors ferme englobent la réduction des coûts liés à l'élimination des sédiments des fossés de même que la réduction du ruissellement et une eau plus propre, qui représentent des questions d'intérêt public.

Les recherches du volet économique de l'EPBH se poursuivent en vue de la confirmation des résultats à propos de l'incidence économique des déviations et des voies d'eau gazonnées.

Conclusions

Les conclusions des études du bassin hydrographique du ruisseau Black et d'autres sites à proximité révèlent qu'une combinaison de déviations et de voies d'eau gazonnées peut réduire le ruissellement, l'érosion du sol et la concentration des pesticides dans les cours d'eau. Toutefois, une telle combinaison peut contribuer à une charge de nutriments excessive en raison de l'accroissement de l'infiltration dans les eaux souterraines.

L'analyse économique démontre que les frais d'installation et d'entretien annuel des PGB sont élevés. Bien que ces dernières ne semblent pas avoir de conséquences négatives sur le rendement, l'ampleur de leur rendement économique potentiel n'a pas encore été pleinement définie. Certains avantages supplémentaires à la ferme et hors ferme n'ont toujours pas fait l'objet d'une évaluation.

La modélisation hydrologique permet de prédire les avantages environnementaux et économiques de la mise en œuvre des PGB à l'échelle du bassin hydrographique.

Les sols et les paysages du bassin hydrographique du ruisseau Black sont représentatifs de ceux de nombreuses régions du nord-est de l'Amérique du Nord où l'on produit des pommes de terre. Les conclusions des recherches sur ce bassin hydrographique peuvent s'appliquer à l'ensemble de ces régions.

Les avantages à la ferme des déviations et des voies d'eau gazonnées restent à quantifier.

AAC dirige le programme national de l'EPBH et en assure le financement dans le cadre de l'initiative fédérale-provinciale-territoriale AAC Cultivons l'avenir. *L'organisme Canards Illimités Canada a été un partenaire clé.*

Parmi les autres groupes participants au projet du bassin hydrographique du ruisseau Black, nommons Environnement Canada; Université du Nouveau-Brunswick; Collège communautaire du Nouveau-Brunswick; Centre de conservation des sols et de l'eau de l'Est du Canada; ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick; ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick; et Pommes de terre Nouveau-Brunswick.

Les producteurs locaux appuient le projet en intégrant les PGB et en travaillant de concert avec les experts techniques qui réalisent les évaluations.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada (2012)

N° AAC 11954F

Also published in English under the title
Diversion Terraces and Grassed Waterways in Hilly Potato Land
Pour plus de détails, rendez-vous au www.agr.gc.ca
ou composez sans frais le 1-855-773-0241.