

**L'impact du drainage agricole souterrain sur la morphologie des petits cours d'eau dans la région de Cookshire, Québec**  
**The Impact of Land Drainage on the Morphology of Streams in the Cookshire Area, Québec**

Catherine Leduc and André G. Roy

Volume 44, Number 2, 1990

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/032821ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/032821ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)

1492-143X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this note

Leduc, C. & Roy, A. G. (1990). L'impact du drainage agricole souterrain sur la morphologie des petits cours d'eau dans la région de Cookshire, Québec.

*Géographie physique et Quaternaire*, 44(2), 235-239.

<https://doi.org/10.7202/032821ar>

Article abstract

Land drainage induces hydrological changes which should effect stream channel morphology. This paper shows that, for a similar drainage area, small stream channels of watersheds with land drainage are larger in width and size than those without land drainage. Despite the fact that a direct link between this morphological effect and changes in the hydrological regime has not been established, these results suggest an increase in peak discharge following the introduction of land drainage.

## Note

# L'IMPACT DU DRAINAGE AGRICOLE SOUTERRAIN SUR LA MORPHOLOGIE DES PETITS COURS D'EAU DANS LA RÉGION DE COOKSHIRE, QUÉBEC

Catherine LEDUC et André G. ROY, Département des ressources renouvelables, Collège MacDonald de l'Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec H9X 1C0 et Département de géographie, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale A, Montréal, Québec H3C 3J7.

**RÉSUMÉ** Le drainage agricole souterrain a des effets sur l'hydrologie des bassins versants, ce qui, selon toute vraisemblance, se répercute sur la morphologie des cours d'eau. Cette note montre que, pour une même superficie de drainage, les petits cours d'eau des bassins versants où il y a drainage souterrain sont plus larges et de plus grande dimension que ceux sans drainage souterrain. Bien que le lien entre cet effet et les changements du régime hydrologique n'ait pu être établi directement, les résultats laissent croire à une augmentation des débits de pointe par suite de l'implantation des drains souterrains.

**ABSTRACT** *The impact of land drainage on the morphology of streams in the Cookshire area, Québec.* Land drainage induces hydrological changes which should effect stream channel morphology. This paper shows that, for a similar drainage area, small stream channels of watersheds with land drainage are larger in width and size than those without land drainage. Despite the fact that a direct link between this morphological effect and changes in the hydrological regime has not been established, these results suggest an increase in peak discharge following the introduction of land drainage.

## INTRODUCTION

Plusieurs études ont traité de l'impact du drainage agricole souterrain sur l'hydrologie des champs et bassins versants et il semble que ce sujet ait porté à controverse depuis longtemps (Nicholson, 1946). Cependant, on s'entend pour dire que l'implantation d'un réseau de drains entraîne généralement une diminution du temps de réponse et une augmentation du débit de pointe de l'hydrogramme des parcelles agricoles (Rycroft et Massey, 1975; Bailey et Bree, 1981). Les précipitations sont donc acheminées plus vite aux cours d'eau. Le régime hydrologique d'une parcelle drainée peut cependant varier en fonction du mode de drainage, de l'intensité des précipitations, de la quantité d'eau contenue dans le sol avant les précipitations, de la texture du sol ainsi que de la taille et de la topographie de la parcelle (Nicholson, 1946; Rycroft et Massey, 1975; Robinson et Beven, 1983; Parkinson et Reid, 1986). Le but du drainage souterrain étant d'abaisser le niveau de la nappe phréatique afin d'augmenter l'aération du sol, il importe que l'excédent d'eau soit évacué du champ le plus rapidement possible. En ce sens, l'accélération du ruissellement permet d'augmenter les rendements agricoles. Étant donné ses avantages, le drainage souterrain a connu au Québec un essor fulgurant durant les années 70. En contrepartie, les effets de ces modifications de nature hydrologique sur les cours d'eau demeurent encore mal connus. Il est cependant permis de croire qu'une augmentation du débit de pointe aura des conséquences sur la morphologie même des cours d'eau. Dans une région don-

née, la forme et la dimension de la section d'écoulement des cours d'eau varie en fonction du débit et de la charge. Cette notion est à la base de la géométrie hydraulique qui décrit les adaptations nécessaires entre la géométrie des cours d'eau et les débits solides et liquides (Leopold et Maddock, 1953; Schumm, 1969). Ainsi une modification du débit devrait entraîner un changement dans la taille et la forme du chenal des cours d'eau.

Le but de cette note est de montrer les effets du drainage souterrain sur la morphologie de petits cours d'eau. L'approche préconisée repose sur une application des concepts de la géométrie hydraulique. Plusieurs études traitant de l'impact d'activités anthropiques sur les cours d'eau ont eu recours à cette approche avec succès (e.g. Emerson, 1971; Gregory, 1976; Morisawa et Laflure, 1979; Brookes, 1985).

## MÉTHODES

Mettre en évidence l'influence du drainage souterrain sur les cours d'eau est difficile, ce qui explique en partie que l'on ait peu traité de ce problème. Premièrement, l'action d'un seul drain est généralement insuffisante pour modifier la morphologie d'un petit cours d'eau. Par contre, l'effet cumulatif de plusieurs parcelles drainées est important. Pour parvenir à observer l'effet du drainage, l'étude doit donc porter sur des bassins versants à l'intérieur desquels plusieurs parcelles sont drainées. En travaillant ainsi à l'échelle du kilomètre carré, il est difficile de bien voir à l'uniformité des sites. Deuxièmement, les changements morphologiques peuvent être associés à quelques précipitations survenues au cours d'une année.

Troisièmement, pour mettre en évidence l'effet du drainage souterrain sur l'hydrologie et la morphologie on doit soit comparer des bassins où il y a drainage souterrain à d'autres bassins sans drainage souterrain, soit étudier le même bassin versant avant et après l'implantation du drainage (Leduc, 1987). Bien que cette dernière approche ait été utilisée avec succès par Bailey et Bree (1981) qui ont montré une augmentation des débits de pointe après l'établissement du drainage souterrain, elle pose problème lorsqu'il s'agit d'étudier les effets sur la morphologie. De telles études doivent porter sur une longue période afin de permettre aux cours d'eau de s'adapter à un nouveau régime hydrologique. La longueur de la période d'observation devient donc une contrainte importante. Par contre, l'approche qui consiste à recourir à des sites témoins peut se pratiquer plus facilement, sans toutefois permettre d'observer l'influence directe du drainage souterrain sur un cours d'eau. Comme on l'a vu précédemment, cette approche exige que les bassins témoins soient dans la même région que les sites drainés, et qu'ils soient similaires quant à l'utilisation du sol et à la physiographie. Afin de bien identifier l'effet du drainage et de conserver une certaine homogénéité à l'intérieur des bas-

sins et entre eux, on doit aussi choisir des bassins relativement petits. Étant donné qu'il existe un lien très étroit entre le drainage, l'utilisation du sol et la topographie, le recours à des sites témoins est souvent impossible. Par exemple, dans les basses terres du Saint-Laurent où le drainage souterrain est extrêmement répandu, les petits bassins versants sans drainage et soumis à une même utilisation du sol que les bassins drainés sont à toute fin pratique inexistantes. Puisque notre recherche repose sur une comparaison entre bassins drainés et bassins témoins sans drainage, on doit donc être prudent lors de l'établissement du plan d'échantillonnage.

L'Estrie est une région où le drainage souterrain n'est pas trop abondant et où l'utilisation du sol n'est pas trop diversifiée. En effet, le drainage souterrain y est moins répandu que dans les basses terres, mais l'utilisation du sol est assez homogène. L'échantillonnage pour cette étude a été fait dans la région de Cookshire et a porté sur 24 petits bassins hydrographiques (fig. 1). La région de l'étude est rurale : l'industrie laitière domine et, par conséquent, les terres sont surtout réservées à la culture céréalière et aux pâturages. Une plus petite partie du territoire

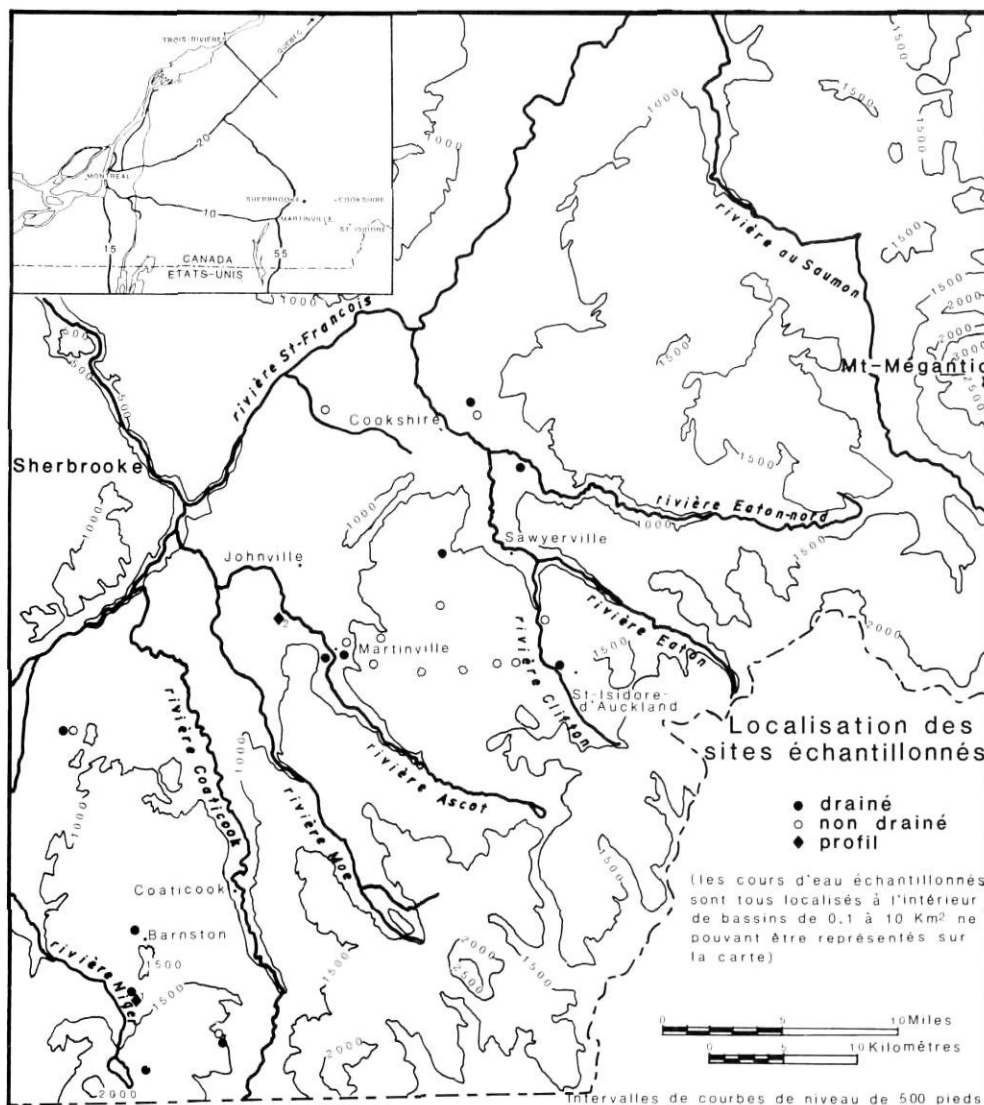


FIGURE 1. Localisation de la région à l'étude et des sites d'échantillonnage.

Location of the study area and of the sampling sites.

est recouverte de boisés et de plantations d'arbres. La région est vallonnée et les bassins versants sont faciles à délimiter sur les cartes topographiques. La taille des bassins échantillonnés varient entre 0,1 et 5 km<sup>2</sup> et ils appartiennent au même groupe morphométrique (Klein, 1981). Des 24 bassins choisis, 13 ne comportaient aucun champ drainé par un réseau souterrain. L'échantillon est donc composé de deux groupes d'à peu près égale taille caractérisé par la présence ou l'absence de drainage souterrain. Le pourcentage de la superficie de chacun des bassins assujettie au drainage souterrain n'a pu être estimé avec exactitude. Les documents à cet effet sont souvent incomplets et imprécis. D'après nos relevés, la proportion drainée varie de 3 % et à 46 % de la superficie totale des bassins échantillonnés.

La section d'écoulement et la pente locale du lit de chaque cours d'eau ont été mesurées à l'exutoire des bassins. Étant donné que la granulométrie et la végétation (Bergeron et Roy, 1985) agissent sur la forme de la section d'écoulement, la nature du couvert végétal à proximité du site d'échantillonnage et la taille des sédiments ont été notées. Des classes très larges ont été utilisées, ces données n'étant récoltées qu'à titre indicatif. Ainsi la végétation est caractérisée par la présence de la forêt ou d'un milieu ouvert. Quant aux sédiments, généralement grossiers, une distinction était faite selon la présence ou l'absence de cailloux. Afin d'éliminer le plus grand nombre de sources de variabilité, nous avons prélevé les mesures sur des seuils. Les sites sur seuils ont été préférés à ceux sur mouilles, principalement parce qu'ils sont plus facilement identifiables sur le terrain. De plus, l'emplacement des sites devait se trouver loin des routes et des ponts. Dans cette étude, la superficie des bassins versants évaluée à partir de cartes topographiques à 1/20 000 a été substituée au débit. Une telle substitution a permis de comparer les relations, obtenues pour chaque groupe de bassins, entre les variables morphologiques décrivant la section d'écoulement des cours d'eau et la taille du bassin. Les variables morphologiques des cours d'eau sont la largeur, la profondeur moyenne, la pente et la capacité. La capacité mesure la dimension de la section d'écoulement; elle est égale au produit entre la largeur et la profondeur moyenne. Compte tenu que les variables dépendantes et indépendante supposent toutes une part d'erreur de mesure, les relations ont été estimées par la méthode de l'axe majeur réduit (Davies et Goldsmith, 1972).

TABLEAU I

Coefficients de corrélation entre les variables morphologiques et la superficie de drainage selon la présence ou l'absence de drainage souterrain

Variabiles	Sans drainage (n = 13)	Avec drainage (n = 11)
Largeur	0,70*	0,72*
Profondeur	0,63*	0,40
Capacité	0,84*	0,80*
Pente	-0,20	-0,03

\* Corrélation significative à un niveau de sécurité de 0,05

RÉSULTATS

Les corrélations entre la profondeur, la largeur, la capacité d'une part et la superficie de drainage d'autre part sont généralement fortement positives (tabl. I). Comme il fallait s'y attendre, la taille de la section d'écoulement augmente avec la taille du bassin versant. L'intensité de la relation entre la profondeur et la superficie du bassin n'est pas très élevée dans le cas des bassins drainés. Ceci indique une plus grande variabilité morphologique pour ce groupe. L'intensité des relations impliquant la pente sont aussi très faibles (tabl. I), au point où on ne peut

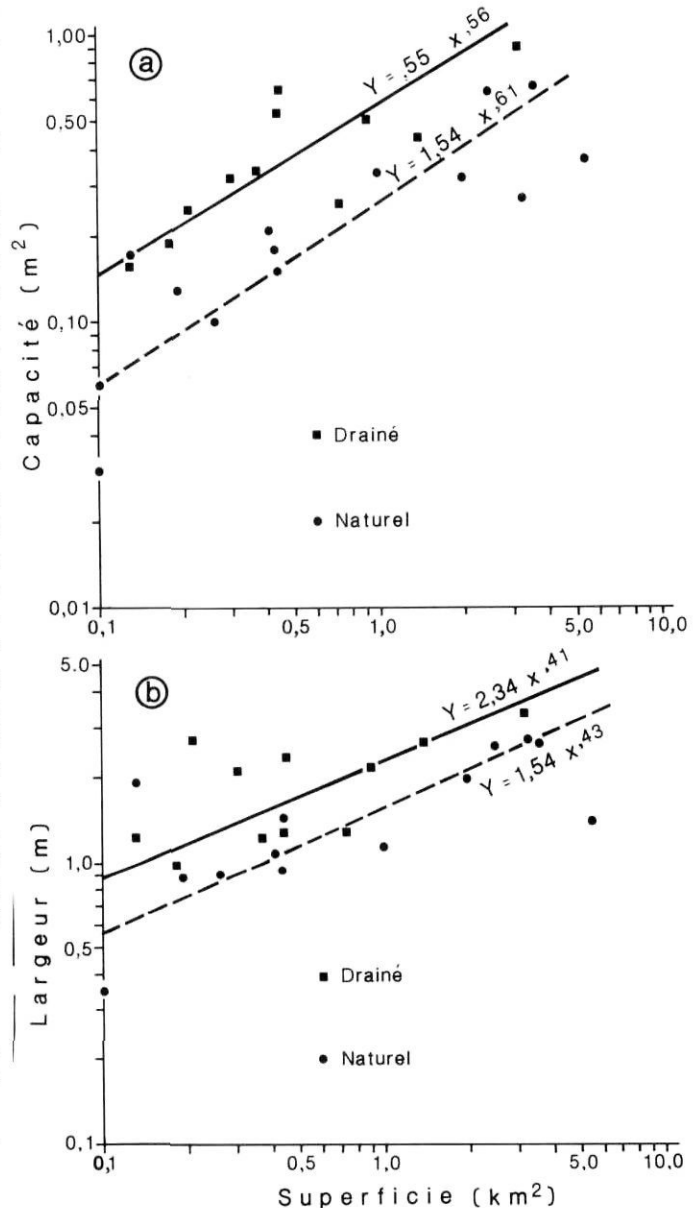


FIGURE 2. Relations logarithmiques entre: a) la largeur des cours d'eau et la superficie des bassins avec ou sans drainage souterrain; b) la capacité des cours d'eau et la superficie des bassins avec ou sans drainage souterrain.

Log-log relations between: a) channel width and drainage area for the watersheds with and without underground field drainage; b) channel capacity and drainage area for the watersheds with and without underground field drainage.

différencier les sites drainés de ceux qui ne le sont pas. Ceci est dû principalement au fait qu'il s'agit de mesures locales de la pente. De telles mesures même prises sur des seuils sont très variables, surtout lorsque les sédiments sont grossiers.

Les variables pour lesquelles les relations étaient significatives dans les deux groupes, soit la largeur et la capacité, ont été soumises à une analyse fonctionnelle. Les résultats présentés à la figure 2 montrent une différence très nette entre les deux groupes de bassins. Bien que les pentes des droites de régression ne diffèrent pas d'une manière significative ( $\alpha = 0.05$ ), les ordonnées à l'origine sont distantes l'une de l'autre. Ceci est particulièrement vrai pour la relation impliquant la capacité. Pour une superficie de drainage donnée, les cours d'eau des bassins où on se sert de drains souterrains sont plus larges et conséquemment de plus grande capacité que ceux des bassins sans drainage souterrain. Comme l'indique le parallélisme des droites de régression, la différence de taille

des sections d'écoulement entre les deux groupes est constante quelle que soit la superficie du bassin versant. Cette différence est d'environ un demi-ordre de grandeur, ce qui est considérable.

Nous avons vérifié la possibilité que les différences morphologiques entre les cours d'eau puissent s'expliquer par les différences de granulométrie ou de végétation entre les sites d'échantillonnage. La figure 3 montre que les relations impliquant la largeur et la capacité des sections d'écoulement ne sont pas discriminées par la taille des sédiments et le type de couvert végétal.

## CONCLUSION

Dans les bassins versants échantillonnés de la région de Cookshire, il existe une relation entre la présence du drainage souterrain et la morphologie des cours d'eau. Cette relation

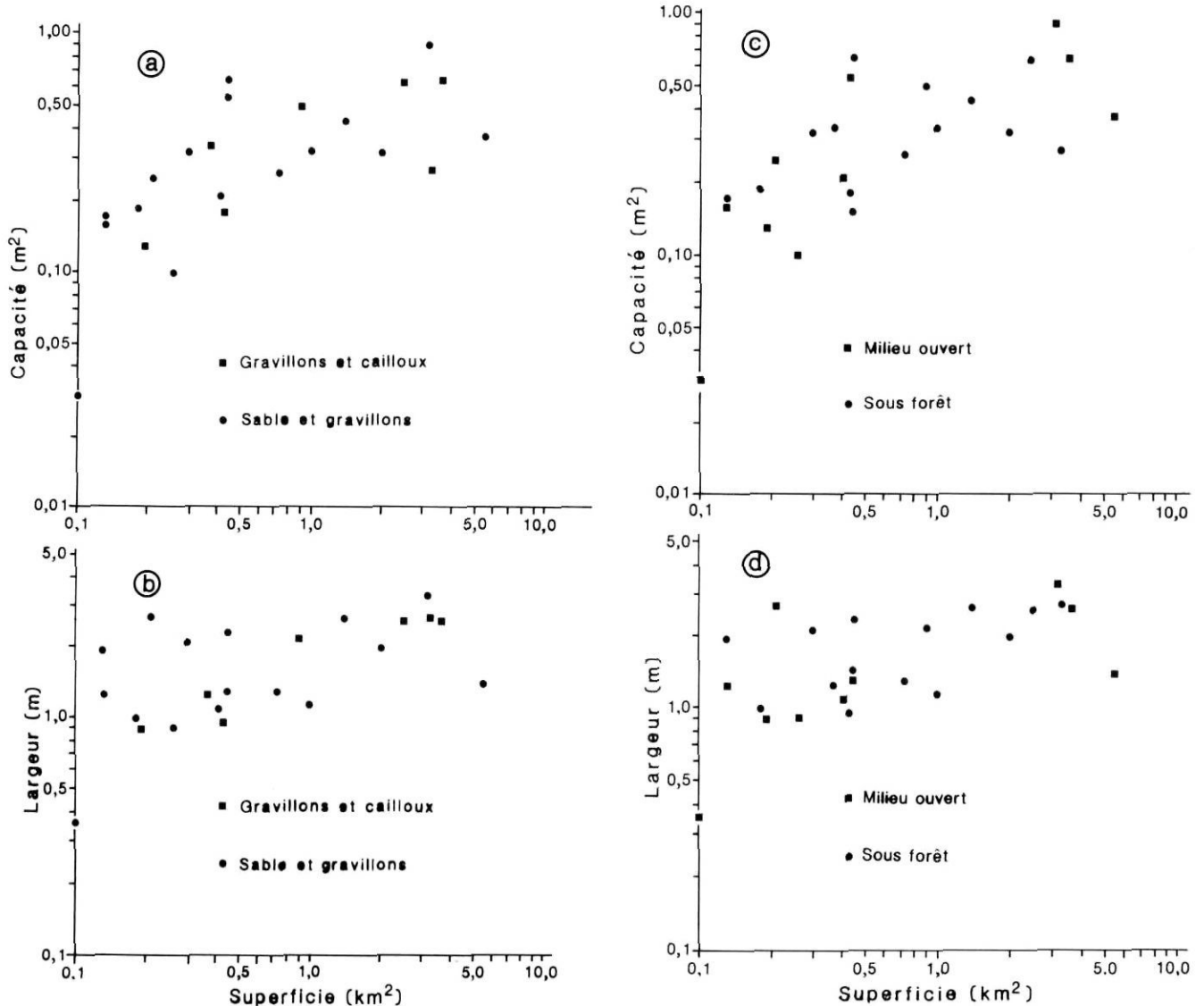


FIGURE 3. Effet de la taille des sédiments (a,b) et du couvert végétal (c,d) sur les relations entre la largeur, la capacité et la superficie des bassins.

*Effect of particle size (a,b) and vegetation cover (c,d) on the relations between channel width, capacity and drainage area.*



a été mise en évidence par l'intermédiaire d'une analyse morphométrique des bassins où la présence de drainage souterrain intervient comme facteur discriminant. Les résultats présentent un élargissement de la section d'écoulement des cours d'eau des bassins avec drainage, ce qui montre que le drainage provoque une augmentation des débits. Selon nous, cet effet serait principalement attribuable à l'augmentation des débits de pointe (Leduc, 1987). Bien qu'elle n'ait pu être démontrée directement, cette inférence est conforme aux conclusions des travaux de Bailey et Bree (1981). Elle repose cependant sur la prémisse selon laquelle la différence observée entre les deux groupes ne serait pas imputable à un autre facteur qui varierait de façon concomitante avec le drainage souterrain. Cette prémisse ne fait l'objet d'aucune certitude, mais elle semble valable pour la région à l'étude. Le fait que la différence morphologique entre les deux groupes existe pour toutes les tailles de bassins échantillonnés laisse croire que l'intervention d'un facteur externe devrait aussi se manifester à toutes les échelles. Cette possibilité est peu probable puisque nous avons pris grand soin à homogénéiser notre échantillon. Il est important de noter que l'augmentation de capacité dont nous parlons ici est liée à l'élargissement du chenal par suite principalement de l'affouillement des berges. Cet affouillement n'est pas le fruit du surcreusage mécanique du lit parfois effectué lors des travaux de drainage.

L'approche utilisée dans cette étude a permis de mettre en évidence l'impact du drainage souterrain sur la forme des cours d'eau. Des études orientées sur les changements des processus hydrologiques à l'échelle des bassins versants seraient nécessaires pour établir de façon définitive les liens qui existent entre l'implantation de drains souterrains et l'adaptation morphologique des cours d'eau. Il serait ainsi possible d'évaluer la densité de drainage souterrain qu'un cours d'eau peut absorber et de prévoir l'impact qu'aura l'implantation de drains sur la dynamique fluviale. Dans certains milieux, comme les basses terres du Saint-Laurent, l'effet du drainage souterrain peut se cumuler d'amont en aval des bassins. Il entraîne ainsi une dégradation beaucoup plus importante que celle qui a été observée dans la région de Cookshire et contribue à l'incision des cours d'eau et à la déstabilisation des berges et des versants.

#### REMERCIEMENTS

Cette recherche a été en partie subventionnée par le CRSNG et par la programme des « Contrats de recherche pour

étudiants gradués » du CCREE. Nous remercions les deux lecteurs anonymes pour leurs commentaires.

#### RÉFÉRENCES

- Bailey, A. D. et Bree, T., 1981. Effect of improved land drainage on river flood flows, p. 131-132. *In* Flood studies report-Five years on. Thomas Telford, London.
- Bergeron, N. et Roy, A. G., 1985. Le rôle de la végétation sur la morphologie d'un petit cours d'eau. *Géographie physique et Quaternaire*, 39: 323-326.
- Brookes, A. C., 1985. Downstream morphological consequences of river channelization in England and Wales. *The Geographical Journal*, 151: 57-62.
- Davies, O. L. et Goldsmith, P. L., 1972. *Statistical methods in research and production*. Hafner, New York, 478 p.
- Emerson, J. W., 1971. Channelization: a case study. *Science*, 173: 325-326.
- Gregory, K. J., 1976. Changing drainage basins. *The Geographical Journal*, 142: 237-246.
- Klein, M., 1981. Drainage area and the variation of channel geometry downstream. *Earth Surface Processes*, 6: 589-593.
- Leduc, C., 1987. L'impact du drainage souterrain sur la morphologie des petits cours d'eau : problèmes méthodologiques et études de cas. Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université de Montréal, 129 p.
- Leopold, L. B. et Maddock, T. J., 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. U.S.G.S. Professional Paper 252, 1-57.
- Morisawa, M. et Laflure, E., 1979. Hydraulic geometry, stream equilibrium and urbanization, p. 333-350. *In* D. Rhodes et G. P. Williams, édit., *Adjustments of the fluvial systems*. 10th Binghampton Geomorphology Symposium.
- Nicholson, H. H., 1946. *The principles of field drainage*, Cambridge University Press, 165 p.
- Parkinson, R. J. et Reid, I., 1986. Effect of local ground slope on the performance of tile drains in a clay soil. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 34: 123-132.
- Robinson, M. et Beven, M. J., 1983. The effect of mole drainage on the hydrological response of a swelling clay soil. *Journal of Hydrology*, 64: 205-223.
- Rycroft, D. W. et Massey, W., 1975. The effect of field drainage on river flood flows. *Field Drainage Experimental Unit, Technical Bulletin* 75/9, 13 p.
- Schumm, S. A., 1969. River metamorphosis. *Journal of the Hydraulic Division. Proceeding of American Society of Civil Engineers*, 95: 255-273.