

LE RÔLE DE LA VÉGÉTATION SUR LA MORPHOLOGIE D'UN PETIT COURS D'EAU

Normand BERGERON et André G. ROY, Département de géographie, Université de Montréal, C.P. 6128, Succursale «A», Montréal, Québec H3C 3J7.

RESUME : Dans cette étude, on démontre que la forme du chenal le long d'un petit affluent de la rivière au Saumon (Québec) varie en fonction des propriétés des racines des végétaux qui bordent les berges. Le cours d'eau est étroit et profond lorsque les deux berges sont occupées par des graminées, alors qu'il est plus large et moins profond lorsqu'au moins une des deux berges est couverte d'aïnes. Ces variations morphologiques sont en partie expliquées par la forme des berges, qui est elle-même contrôlée par la densité, la taille et le déploiement des racines des plantes qui y poussent.

ABSTRACT : The role of vegetation on the morphology of a small stream. Along a segment of a small tributary of the Rivière au Saumon (Québec), channel shape is affected by the root system of the vegetation growing on the top of the channel banks. The stream is narrow and deep under pasture while it becomes wider and shallower when alder grows on at least one of its bank. These morphometric changes are related to changes in the shape of the banks which in turn are controlled by the density, size and spatial organization of the plants root system.

INTRODUCTION

Bien que la végétation joue un rôle important dans le système fluvial, peu de recherches ont mis en évidence son action directe sur la morphologie des cours d'eau.

Depuis les travaux de SCHUMM (1960), il est connu que la forme de la coupe transversale d'un cours d'eau est reliée à la cohésion des berges et particulièrement au pourcentage d'argile et de limon du lit et des berges. Cependant, un accroissement de la proportion de racines dans le sol a pour effet d'augmenter la cohésion des berges et d'offrir une meilleure résistance à l'érosion. SMITH (1976) a démontré qu'il existe une relation inverse entre le taux d'érosion des berges et le pourcentage du poids en racines dans les sédiments. Il explique la remarquable stabilité de la rivière Alexandra (Alberta) par la grande cohésion des berges qu'entraîne un fort pourcentage de racines dans les sédiments et un coussin de racines de 5 cm d'épaisseur protégeant les rives. La méthode employée par Smith est cependant inexacte dans la mesure où elle ne tient pas compte de la taille et du nombre de racines par unité de sol. Ces deux facteurs impliquent des variations importantes dans le renforcement du sol comme le démontrent les travaux de WALDRON et DAKESSIAN (1981) sur la stabilisation des versants par les racines. Pour une même proportion de racines par unité de sol, le renforcement dû aux racines est proportionnel à d^3 , où d est le diamètre des racines. Ceci implique que, pour une même proportion de poids de sol en racine, le renforcement causé par un grand nombre de petites racines sera supérieur à celui de quelques grosses racines. Les modèles développés par Waldron et Dakessian s'appliquent aux versants et semblent peu pertinents dans le cas des berges de cours d'eau qui

évoluent par affouillement des rives et affaissement des blocs de sol. L'érosion est alors contrôlée par la tension interne du sol plutôt que par la résistance au cisaillement. PIZZUTO (1984) a cependant montré que la tension interne du sol est fonction de la concentration de racines et donc de leur nombre.

Le système racinaire des plantes augmente donc la cohésion des berges des cours d'eau et la forme de la coupe transversale devrait nécessairement en être affectée. Toute chose étant égale, un cours d'eau dont les rives sont densément colonisées par la végétation présenterait donc un rapport largeur/profondeur inférieur à un autre cours d'eau dont les rives sont totalement dénuées de végétation et, par le fait même, moins résistantes. Cette relation, quoique notée par quelques chercheurs, n'a cependant jamais fait l'objet d'étude systématique (HICKIN, 1984). Par exemple, ZIMMERMAN et al. (1967) ont observé que pour les petits cours d'eau du bassin de la rivière Sleepers (nord du Vermont), la largeur du chenal est en relation avec le type de végétation, le chenal étant alternativement large sous forêt et étroit en terrain gazonné. L'explication du phénomène reste cependant incertaine, les auteurs hésitant entre deux hypothèses : la première voulant que ces variations morphologiques soient reliées à des différences de renforcement des berges selon le type de végétation, la deuxième imputant ces changements de forme à l'érosion excessive des berges dans les zones où l'écoulement se trouve perturbé par les racines d'arbres. MUR-GATROYD et TERNAN (1983) donnent également l'exemple d'un cours d'eau du Royaume-Uni (Narrator Brook) qui a subi une érosion intensive des berges après l'implantation d'arbres sur un terrain jusque-là gazonné. L'augmentation de l'érosion est attribuée à la suppression de l'épais tapis de gazon dont le dense système racinaire préservait les berges de l'érosion.

Ces études démontrent l'importance du rôle du système racinaire sur la morphologie des cours d'eau. Elles présentent cependant des lacunes au niveau de la description des systèmes racinaires et des changements de morphologie du lit qui y sont associés.

Cette note a pour but de mettre en évidence l'action directe de la végétation, et en particulier du système racinaire, sur la morphologie des petits cours d'eau.

LE SITE ET LES MESURES

Le site choisi pour cette étude est un affluent de la rivière au Saumon, près de Notre-Dame-des-Bois, en Estrie (Québec) (fig. 1). Nous avons choisi un petit cours d'eau dont le tracé était généralement rectiligne. Le long du segment de cours d'eau étudié, les berges sont alternativement colonisées par l'aulne rugueux (*alnus rugosa*) et par divers types de graminées. La pente du cours d'eau (2 à 3%) est constante, la taille des sédiments du lit (gravier fin) et la texture du sol (sable limoneux) ne varient pas de manière importante, permettant d'isoler le rôle de la végétation sur la forme de la coupe transversale.

L'échantillonnage des coupes transversales a été effectué sur une distance de 220 m à intervalle de 10 m. Deux coupes transversales n'ont pas été retenues, la première à cause de la présence d'un méandre déformant le chenal et la seconde en raison de la présence de planches de bois contraignant les berges.

Nous avons mesuré à chacun des sites la largeur au niveau de plein bord (W) et la profondeur moyenne (D) et identifié le type de végétation sur les berges. Pour chacune des coupes transversales, le niveau de plein bord était défini par la méthode du plus petit rapport largeur/profondeur (HARVEY 1969). Cette méthode objective et efficace permettait d'identifier facilement le niveau de plein bord, puisque le chenal était de forme simple.

Neuf des vingt coupes transversales présentaient deux berges colonisées par les graminées, neuf autres montraient une berge couverte de graminées et l'autre d'aulnes, tandis que les deux berges des deux derniers sites étaient colonisées par l'aulne rugueux. La profondeur d'enracinement des graminées atteignait en moyenne 30 cm. Bien qu'elle soit difficile à évaluer, la profondeur d'enracinement des aulnes semblait légèrement plus grande que celle des graminées (environ 40 à 50 cm). Deux échantillons de sols de 10 cm³ ont aussi été prélevés afin d'observer les caractéristiques des systèmes racinaires de l'aulne et des graminées. Nous avons pesé le poids sec en racines de chacun des échantillons et mesuré la taille des racines qui les composaient. Les racines ont été divisées en différentes classes selon la taille, en se servant des intervalles de classes décrits dans le *Manuel de description des sols sur le terrain* de l'INSTITUT DE RECHERCHES SUR LES TERRES (1978).

RÉSULTATS

L'analyse des variations du rapport largeur/profondeur (fig. 2) indique des changements importants de la forme du



FIGURE 1. Carte de localisation du segment de cours d'eau étudié. Location of the field site.

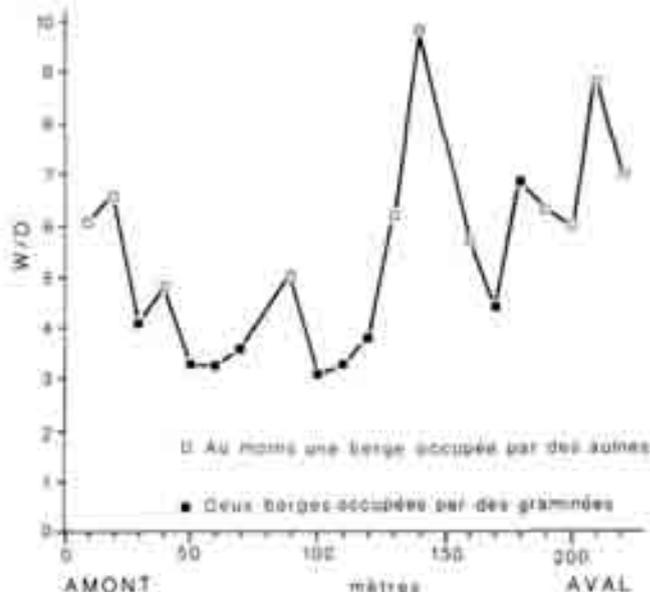


FIGURE 2. Variations du rapport largeur (W) / profondeur (D) d'amont en aval du cours d'eau. Le premier site a été choisi arbitrairement et la distance entre les sites n'est donnée que pour mieux visualiser les variations de W/D d'amont en aval. Downstream variation of the width (W) / depth (D) ratio. The location of the first measurement was chosen arbitrarily and the distance between sites allows to evaluate the downstream fluctuations in the W/D ratio.

chenal selon le type de végétation des berges. Lorsqu'au moins une des deux berges est colonisée par l'aune, les fortes valeurs du rapport largeur/ profondeur dénotent un cours d'eau large et peu profond tandis que lorsque les deux berges sont colonisées par des graminées, les faibles rapports largeur/ profondeur décrivent un chenal plus étroit et plus profond. Le tableau I montre que ces changements du rapport largeur/ profondeur sont imputables à des différences importantes à la fois de la largeur et de la profondeur du chenal. L'homogénéité de la taille des coupes transversales ($C = WD$) le long du segment étudié est remarquable et signifie que seule la forme de la coupe transversale est liée au type de végétation des rives.

Nous avons observé que ces changements de forme dans la coupe transversale sont en grande partie liés à la morphologie des berges, qui est elle-même fonction du type de végétation qui y pousse. Lorsque la rive est colonisée par les aulnes, la berge est douce, alors qu'elle est abrupte lorsqu'elle est colonisée par les graminées.

L'étude des caractéristiques du système racinaire des échantillons de sols prélevés nous a permis de vérifier l'hypothèse voulant que la différence de morphologie des berges soit en partie expliquée par des variations dans le renforcement des rives selon les caractéristiques du système racinaire des plantes qui y poussent.

La mesure du poids sec en racines ne nous a pas permis de trouver de variations sensibles entre les deux échantillons de sol (graminées 9.41 g; aulnes 9.70 g) illustrant ainsi les problèmes de la méthode employée par SMITH (1976). Les distributions de fréquences de la taille des racines présentent cependant des différences marquées entre les systèmes racinaires de l'aune et des graminées (fig. 3).

Une première différence se situe au niveau du nombre de racines dans chacun des échantillons. Celui des graminées se caractérise par un très grand nombre de racines (plus de 600) comparativement à 197 racines pour l'échantillon d'aune.

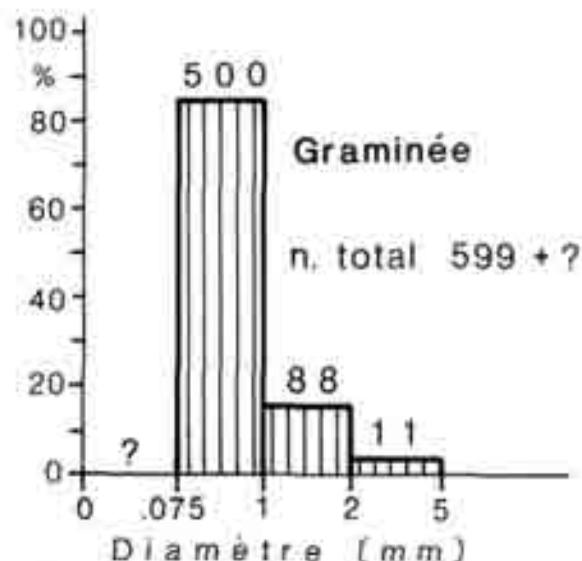


FIGURE 3. Distribution de la taille des racines selon les deux types de végétation.

Il est cependant important de noter que l'on observe un très grand nombre de racines de graminées dont la taille est inférieure à 0.075 mm, et qu'il est impossible de les dénombrer.

Une deuxième différence se situe au niveau de la taille des racines. Comme le montre la figure 3, le système racinaire des graminées est composé de racines de faible diamètre, alors que celui de l'aune rugueux est caractérisé par la présence de racines plus grosses, certaines ayant un diamètre supérieur à 5 mm. En somme, le système racinaire des graminées est composé d'un très grand nombre de racines de faible diamètre, tandis que pour l'aune rugueux, les racines sont moins abondantes mais de plus grande taille.

Il en résulte donc que les berges où poussent les graminées auraient plus de cohésion et seraient plus résistantes à l'érosion que celles où poussent les aulnes, même s'il n'existe pas de différence sensible dans la proportion en poids sec de racines entre les deux échantillons. Ces variations de cohésion des berges permettent d'expliquer les changements systématiques que subit la forme de la coupe transversale selon le type de végétation qui pousse sur les rives.

TABLEAU I

Comparaison des variables de forme selon le type de végétation qui occupe les berges

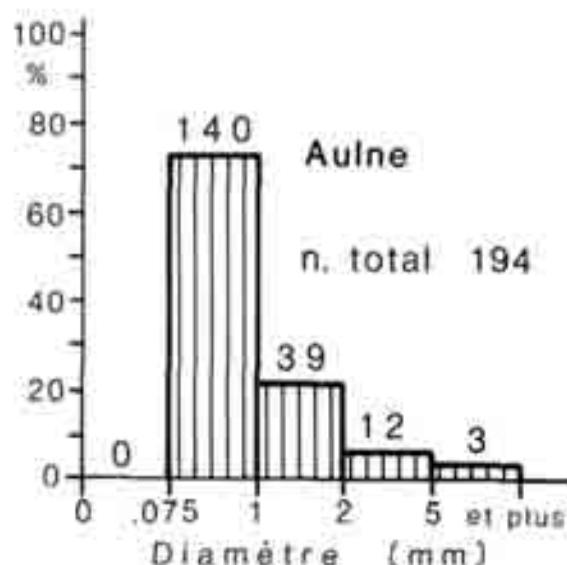
N	W		D		W/D		C		
	\bar{x}	S^2	\bar{x}	S^2	\bar{x}	S^2	\bar{x}	S^2	
G-G	9	2.407	0.338	0.207	0.262	4.010	1.378	1.454	0.086
A-G ou A-A	11	2.318	0.464	0.508	0.007	6.858	2.137	1.699	0.213
		113.1799*		113.192*		114.3580**		111.3555	

* significatif à 0.01

G-G Deux berges occupées par des graminées

A-G Une berge occupée par des graminées, l'autre par des aulnes

A-A Deux berges occupées par des aulnes



Size distribution of the roots for both types of vegetation.

Nous avons également noté que le déploiement spatial du système racinaire joue sur la forme des berges. Les graminées possèdent un système racinaire à extension verticale et les berges où poussent ces plantes sont presque toujours abruptes, tendant vers la verticale. Par contre les racines des aulnes se déploient davantage à l'horizontale et les berges sont alors en général beaucoup plus douces. Il est possible qu'en plus des différences dans le nombre et la taille des racines, le déploiement des racines joue aussi un rôle secondaire sur le modèle du lit des petits cours d'eau.

Puisque tous les facteurs autres que la végétation (ex. : taille et texture des sédiments, pente, etc.) sont demeurés constants, nous concluons donc à l'existence d'un lien direct entre les caractéristiques du système racinaire des plantes et la morphologie particulière des berges et de la coupe transversale.

CONCLUSION

Le long du segment étudié, lorsqu'au moins une des deux berges est colonisée par l'aulne, le cours d'eau est large et peu profond, mais il devient plus étroit et plus profond lorsque les deux berges sont couvertes de graminées. Cette observation corrobore les résultats obtenus par ZIMMERMAN et al. (1967). À la différence de ces auteurs, nous pouvons expliquer les changements morphologiques de la coupe transversale par des variations dans les caractéristiques du système racinaire qui affectent la cohésion des berges. Nous n'avons observé aucun effet direct du système racinaire sur l'érosion excessive des berges. La végétation influençant surtout la morphologie des berges, force est de reconnaître que ces résultats ne peuvent être généralisés qu'aux cours d'eau de petite taille, là où une simple variation de la forme des berges entraîne une modification complète de la forme de la coupe transversale. Les modifications qu'entraînerait la végétation sur la morphologie des berges d'une grande rivière ne seraient que mineures par rapport à l'ensemble du cours d'eau. La présence de végétation peut avoir des implications importantes sur la géométrie hydraulique des cours d'eau. En effet, les valeurs des exposants (b et f) des relations entre la largeur et le débit de même qu'entre la profondeur et le débit varieraient radicalement selon que les berges seraient colonisées par des aulnes ou par des graminées. En effet, à une station située en milieu d'aulnes, b serait beaucoup plus grand qu'à une station en milieu de graminées, puisque l'augmentation du débit serait compensée par une augmen-

tation plus rapide de la largeur que de la profondeur. Dans ces circonstances, le rôle de la végétation est très important et ce facteur devrait alors être considéré comme variation locale au même titre que la séquence seuil-mouille (RICHARDS, 1976) et la taille des sédiments du lit et des berges (KNIGHTON, 1974).

RÉMERCIEMENTS

Nous remercions M. Marc Durocher, Mme Catherine Leduc et M. René Roy pour leur aide sur le terrain; les commentaires de Michael Church et J. T. Day ont été très appréciés. Le C.R.S.N.G. nous a accordé une aide financière.

RÉFÉRENCES

- HARVEY, A. M. (1969) Channel capacity and the adjustment of streams to hydrological regime. *Journal of Hydrology*, vol. 8, p. 82-98.
- HICKIN, E. J. (1984) Vegetation and river channel dynamic. *Canadian Geographer*, vol. 28, n° 2, p. 111-126.
- KNIGHTON, A. D. (1974) Variation in width-discharge relation and implications for hydraulic geometry. *Geological Society of America Bulletin*, vol. 85, p. 1069-76.
- INSTITUT DE RECHERCHES SUR LES TERRES (1978). *Manuel de description des sols sur le terrain*, Direction de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa.
- MURGATROYD, A. L. and TERNAN, J. L. (1983) The impact of afforestation on stream bank erosion and channel form. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 8, p. 357-369.
- PIZZUTO, J. E. (1984) Bank erodibility of shallow sandbed streams. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 9, p. 113-124.
- RICHARDS, K. S. (1976) The morphology of riffle-pool sequences. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 1, p. 71-88.
- SCHUMM, S. A. (1960) The shape of alluvial channels in relation to sediment type. *United States Geological Survey Professional Paper*, Paper 352B, p. 17-30.
- SMITH, D. G. (1976) Effect of vegetation on lateral migration of anastomosed channels of a glacier meltwater river. *Geological Society of America Bulletin*, vol. 87, p. 857-60.
- WALDRON, L. J. and DAKESSIAN, S. (1981) Soil reinforcement by roots: calculation of increased soil shear resistance from root properties. *Soil Science*, vol. 137, n° 6, p. 427-435.
- ZIMMERMAN, R. C., GOODLETT, J. C. and COMER, G. H. (1967) The influence of vegetation on channel form of small streams. *International Association for Scientific Hydrology, Berna Symposium*, publication 75, p. 255-75.