

le naturaliste canadien

LA SOCIÉTÉ PROVANCHER
D'HISTOIRE NATURELLE
DU CANADA

Revue de diffusion des connaissances en sciences naturelles et en environnement

Tiré à part

Premières mentions de vers de terre dans trois écosystèmes forestiers du Bouclier canadien

Jean-David Moore, Rock Ouimet et John W. Reynolds

Volume 133, numéro 1 – Hiver 2009

Pages 31-37

Premières mentions de vers de terre dans trois écosystèmes forestiers du Bouclier canadien

Jean-David Moore, Rock Ouimet et John W. Reynolds

Résumé

Dix espèces de ver de terre furent dénombrées lors de travaux effectués à Duchesnay, à la Forêt Montmorency et dans le parc des Grands-Jardins, trois écosystèmes forestiers du Bouclier canadien dont les conditions de pH du sol et de climat étaient, en apparence, inadéquates pour la survie de ces organismes. La présence de vers de terre dans les deux écosystèmes boréaux visités s'ajoute aux rares mentions de vers de terre en forêt boréale nord-américaine. Les résultats de nos travaux laissent supposer que le territoire propice à leur présence ou à leur colonisation au Québec est plus étendu que ce que l'on croyait antérieurement. La présence de vers de terre dans ces trois écosystèmes forestiers semble liée à leur utilisation comme appât pour la pêche sportive. Aussi, nos résultats démontrent que la tolérance à l'acidité de certaines espèces de ver de terre est encore mal connue. Compte tenu de l'effet probable de la colonisation des écosystèmes forestiers par les vers de terre sur certains processus (p. ex. : recyclage des éléments nutritifs, cycle du carbone) et composantes (p. ex. : diversité faunique et floristique), il appert qu'une meilleure connaissance de la répartition des vers de terre pourra nous aider à mieux expliquer les changements susceptibles de survenir dans les écosystèmes colonisés.

Introduction

Actuellement, les vers de terre¹ présents dans les régions nord-américaines qui ont été soumises à la dernière glaciation sont, pour la plupart, des espèces européennes introduites de la famille des Lumbricidae (Smith, 1928; Gates, 1982; Reynolds, 1995). Au Québec, 19 espèces de ver de terre ont été répertoriées à ce jour, principalement grâce aux travaux d'échantillonnage de John W. Reynolds dans diverses régions de la province (figure 1; Reynolds et Reynolds, 1992). D'autres études ont aussi signalé la présence de vers de terre au Québec (Wishart et Bider, 1976; Reynolds, 1977; Lesage et Schwert, 1978; Léger et Millette, 1979; Garceau et collab., 1988; Coderre et collab., 1995). Toutefois, en raison de l'étendue du territoire québécois, plusieurs régions n'ont toujours pas été échantillonnées, notamment sur la rive nord du Saint-Laurent. Cet article rend compte des résultats d'échantillonnages de vers de terre effectués dans trois écosystèmes forestiers du Bouclier canadien de la rive nord du Saint-Laurent, soit l'érablière à bouleau jaune de la Station forestière de Duchesnay, la sapinière à bouleau blanc de la Forêt Montmorency et la pessière noire du parc des Grands-Jardins (Moore et Reynolds, 2003). Ces écosystèmes forestiers présentent, de prime abord, des conditions de sol et de climat inadéquates pour la survie des vers de terre.

Aires d'étude et méthode

La Station forestière de Duchesnay (46° 57' N, 71° 40' O) est située à environ 50 km au nord-ouest de la ville de Québec (figure 1). Cette station se situe à la limite nord de l'érablière à bouleau jaune (Saucier et collab., 2001). Trois types de milieu y ont été visités. Le premier est un milieu forestier à l'état naturel, soit le bassin versant du lac Clair (BLC). Le deuxième est constitué d'aires de débordage

situées le long de routes forestières (DU). Le troisième est un milieu riverain (aulnaie) situé en bordure du lac Saint-Joseph (LSJ). L'échantillonnage du milieu BLC s'est effectué sous des rondelles d'érables à sucre (N = 105), préalablement déposées sur le sol et disposées le long de 13 transects autour du lac. Ce dispositif avait été initialement mis en place pour faire l'inventaire de la salamandre à dos rouge (*Plethodon cinereus*; Moore, 2005). L'échantillonnage du milieu DU s'est fait dans cinq aires de débordage durant les périodes estivales 1999 à 2002. Un seul échantillonnage du milieu LSJ a eu lieu au printemps 1999. Les échantillonnages de ces deux derniers milieux ont été effectués principalement sous les débris ligneux qui s'y trouvaient.

La Forêt Montmorency (47° 19' N, 71° 07' O) est située à environ 80 km au nord de la ville de Québec (figure 1). La végétation de cette forêt fait partie du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (Saucier et collab., 2001). À la Forêt Montmorency, un milieu forestier à l'état naturel situé autour du lac Laflamme (BLL) et un milieu forestier aménagé, près d'un bâtiment récréotouristique en bordure du lac Piché (LP), ont été visités à deux reprises au cours de l'été 2002. Dans ces milieux, les échantillonnages ont été effectués sous les débris ligneux

Jean-David Moore et Rock Ouimet sont ingénieurs forestiers et chercheurs scientifiques à la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

jean-david.moore@mrfn.gouv.qc.ca

John W. Reynolds est chercheur pour le « *Oligochaetology Laboratory* », Kitchener, Ontario et chercheur associé pour le « *New Brunswick Museum* », Saint John, Nouveau-Brunswick.

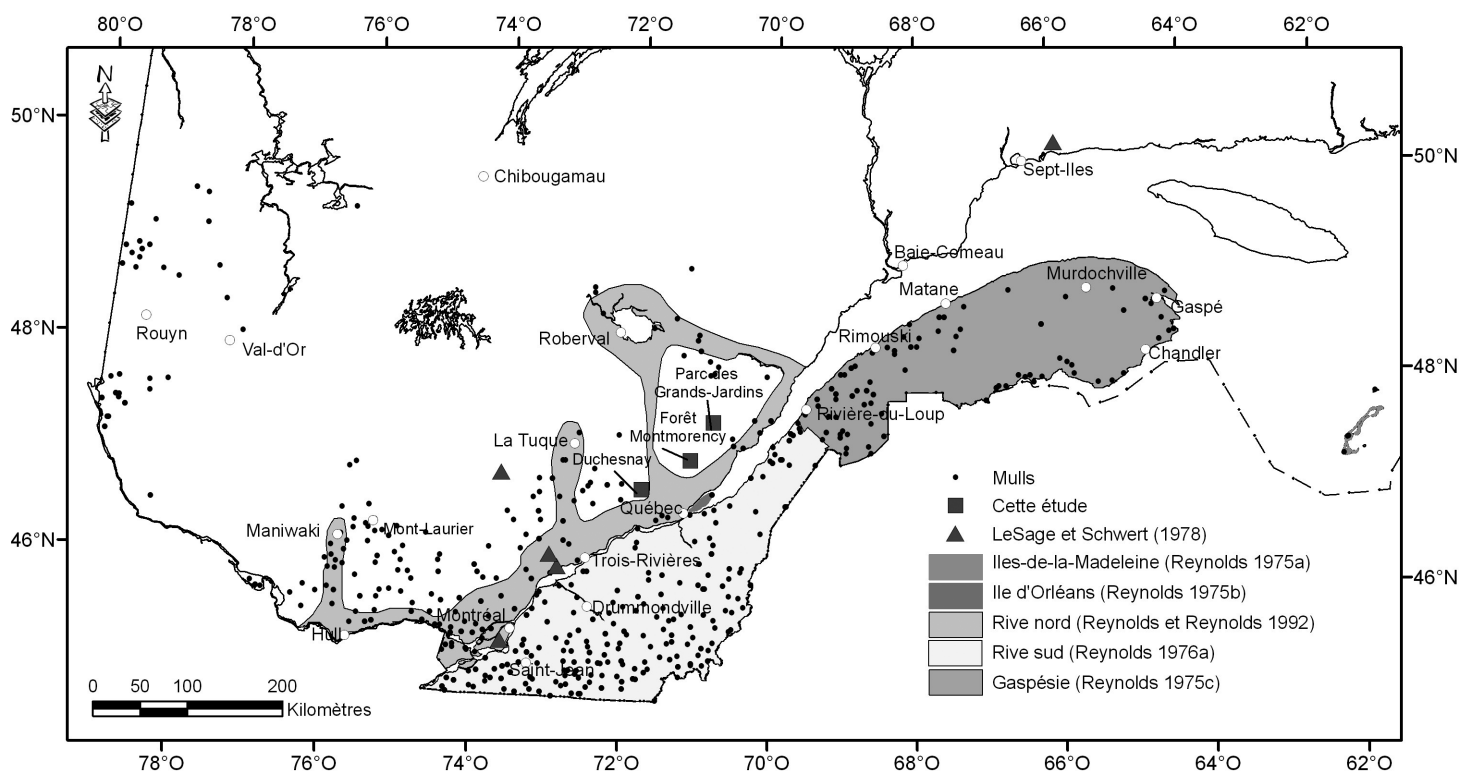


Figure 1. Localisation des nouvelles mentions de vers de terre réalisées lors de la présente étude et historique des principaux échantillonnages des vers de terre au Québec. Les points représentent les endroits où l'on a identifié la présence d'humus de type mull au cours de l'inventaire écologique des écosystèmes forestiers réalisé par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, entre 1986 et 2000.

et les pierres qui s'y trouvaient. De plus, deux pédons ont été creusés au printemps 2003 dans le secteur LP. La densité de vers de terre a été calculée pour ces deux pédons.

Le secteur du lac Roche dans le parc des Grands-Jardins (47° 40' N, 70° 50' O) est situé à environ 110 km au nord de la ville de Québec (figure 1). La végétation de cette forêt fait aussi partie du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (Saucier et collab., 2001). L'échantillonnage de ce milieu a été effectué sous les débris ligneux et les pierres qui s'y trouvaient.

Des échantillons de sol des milieux BLC, BLL et LP ont été prélevés aux mêmes endroits que ceux de la récolte des vers de terre. Des prélèvements ont été effectués dans l'humus ou la partie superficielle du sol minéral (0 à 10 cm). Le pH_{eau} de ces sols a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre Metrohm (modèle 826). Du papier tournesol a été utilisé, dans le secteur du parc des Grands-Jardins, pour estimer le pH sur place. Plusieurs études ont montré que le pH est l'un des facteurs qui exercent le plus d'influence sur l'abondance et la répartition des vers de terre dans le sol (Pearce, 1972; Lee, 1985; Briones et collab., 1995; Edwards et Bohlen, 1996). Le tableau 1 résume les caractéristiques des sites d'échantillonnage.

Il est à noter que les données de cette étude sont qualitatives puisque les méthodes utilisées pour récolter les vers de terre et l'effort d'échantillonnage dans chacun des milieux n'ont pas été identiques. La récolte des vers de

terre dans les différents milieux a toutefois été effectuée de la même façon, soit à la main. Les vers de terre ont été identifiés par J. W. Reynolds à l'aide de clefs d'identification (Reynolds et collab., 1974; Reynolds, 1976a, 1977). Tous les spécimens recueillis au cours de cette étude ont été déposés dans la collection du Musée du Nouveau-Brunswick, Saint-Jean.

Résultats et discussion

Au total, dix espèces de ver de terre ont été dénombrées dans les trois secteurs étudiés, soit huit à Duchesnay, sept à la Forêt Montmorency et une dans le parc des Grands-Jardins (tableau 2). Nos observations viennent s'ajouter à celles de Lesage et Schwert (1978) et de Reynolds et Reynolds (1992) faites sur la rive nord du Saint-Laurent et permettent de mieux préciser l'aire de distribution de ces espèces (figure 1).

Les échantillonnages à Duchesnay

Les principales espèces trouvées, dans les sols des milieux BLC et DU de Duchesnay, étaient *Dendrobaena octaedra* et *Lumbricus castaneus* (tableau 2). Ces deux espèces ont été observées dans les horizons organiques à la surface du sol. D'autres études font aussi mention du caractère épigé (figure 2) de ces espèces (Nordström et Rundgren, 1974; Dymond et collab., 1997). Les observations réalisées dans ces écosystèmes laissent toutefois supposer que la densité des vers de terre y était faible. Dans le milieu BLC, le pH du

Tableau 1. Quelques caractéristiques des sites échantillonnés.

Secteur	Température annuelle moyenne (°C)	Nombre de jour sans gel	Précipitation annuelle moyenne	Type de milieu	Type de sol	Type d'humus	Type ou classe de texture du sol échantillonné	Année d'échantillonnage
Duchesnay	3,6	204	1300					
BLC				Érablière à bouleau jaune	Podzol	Mor	Organique	2002
LSJ				Aulnaie	Brunisol	Mull	Loam	1999
DU				Aires de débardage	Podzol remanié	—	Non déterminée	1999 à 2002
Forêt Montmorency	0,8	139	1450					
LP				Sapinière à bouleau blanc	Brunisol	Moder-Mull	Organique, Loam Loam sableux	2002-2003
BLL				Sapinière à bouleau blanc	Podzol	Mor	Organique	2002
Parc des Grands Jardins	0	51	1300	Pessière noire	Podzol	Mor	Organique	2004

Tableau 2. Nombre d'individus trouvés dans les différents sites à l'étude, selon l'espèce de vers de terre échantillonnée. Les données de ce tableau sont qualitatives puisque les méthodes utilisées pour récolter les vers de terre et l'effort d'échantillonnage dans chacun des milieux n'ont pas été identiques.

Espèce	Duchesnay			Forêt Montmorency		Parc des Grands-Jardins
	BLC	DU	LSJ	BLL	LP ¹	
<i>Aporrectodea rosea</i>			2			
<i>Aporrectodea trapezoides</i>					5	
<i>Aporrectodea turgida</i>	1		3			
<i>Dendrobaena octaedra</i>	29	9			2	
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	4				3	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	2			1	1	
<i>Lumbricus castaneus</i>	28	2				
<i>Lumbricus rubellus</i>			1		3	
<i>Lumbricus terrestris</i>					5*	4
<i>Octolasion trytaeum</i>			1		5	
Nombre d'espèces						
Pour chacun des milieux	5	2	4	1	7	1
Pour chacune des stations		8			7	1

1. N'inclut pas les vers immatures, ces derniers n'ayant pu être identifiés avec certitude.

* Échantillonnage de 2003 (pédon 2)

sol, aux endroits où les vers de terre ont été échantillonnés (N = 17), variait de 2,8 à 3,6, pour un pH moyen de 3,2. Plus particulièrement, le pH variait de 2,8 à 3,6 en présence de *D. octaedra* (N = 6) et entre 3,1 et 3,4 pour *Eiseniella tetraedra*

(N = 2). Il était de 3,2 aux stations avec *L. castaneus* (N = 2) et de 3,4 à celle avec *Dendrodrilus rubidus* (N = 1). Ces résultats appuient les observations d'autres auteurs qui rapportent la présence de *D. octaedra* (Satchell, 1967; Nordström et Rundgren, 1974; Terhivuo, 1988; Deleporte, 2001), de *D. rubidus* (Terhivuo, 1988) et de *L. castaneus* (Coderre et collab., 1995) dans des milieux fortement acides. Les valeurs de pH du sol observées en présence de *D. octaedra* et *L. castaneus* sont, à notre connaissance, les plus faibles jamais publiées dans la littérature. D'autres auteurs classent toutefois *L. castaneus* comme intolérant à l'acidité du sol (Nordström et Rundgren, 1974). Ces résultats montrent que la tolérance à l'acidité de certaines espèces de ver de terre est encore mal connue. Des espèces de milieux plus riches, comme *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea turgida* et *Octolasion trytaeum*, ont été trouvées dans le milieu LSJ. Ce milieu, situé en bordure du lac Saint-Joseph, est caractérisé par un sol loameux issu d'un dépôt alluvial récent. On peut constater à cet endroit la présence d'un humus de type mull², ce qui confirme la présence et l'activité d'une grande quantité de vers de terre dans ce milieu au cours des dernières années.

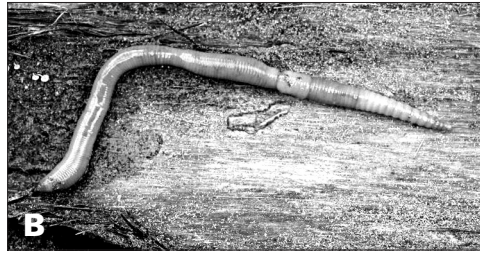
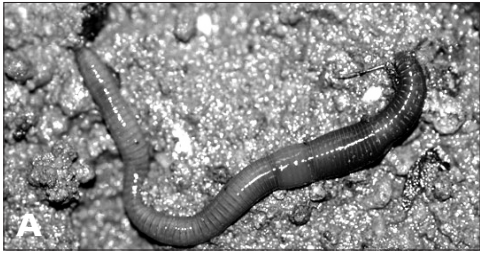


Figure 2. Vers de terre représentant différents groupes écologiques.

A) Les espèces épigées, comme *Dendrobaena octaedra*, sont des vers de petite taille (< 5,5 cm) qui vivent dans les horizons riches en matière organique à la surface du sol. B) Les espèces endogées, comme le genre *Aporrectodea*, sont des vers de taille moyenne (< 5,6 à 11,0 cm) qui consomment plus de matière minérale que les espèces épigées, et mélangent ensemble les

horizons minéraux et organiques. C) Les espèces anéciques, comme *Lumbricus terrestris*, sont des vers de grande taille (11,1 à 30,0 cm) qui creusent de profonds tunnels verticaux, s'alimentent principalement de la litière de surface, incorporent cette litière dans le sol et transportent à la surface des particules du sol minéral d'horizons plus profonds.

Les échantillonnages à la Forêt Montmorency

Un seul individu de l'espèce *E. tetraedra* a été récolté lors de la prospection d'une partie de la forêt en bordure du lac Laflamme (milieu BLL), sous un débris ligneux, à quelques mètres du lac. Le pH du sol à cet endroit était de 4,1. Reynolds et Reynolds (1992) mentionnent que cette espèce est souvent associée aux habitats marécageux ou humides. Aucun ver de terre n'a été trouvé lors de la prospection d'une partie de la forêt en bordure du lac Piché (milieu LP), à l'exception d'un endroit bien précis, d'environ 600 m², à proximité du pavillon de la Forêt Montmorency. À cet endroit, une forte diversité de vers de terre a été observée (tableau 2). Dans les pédon, la densité était de 250 vers m⁻² pour le pédon 1 et de 170 vers/m⁻² pour le pédon 2. Les populations dans ces pédon étaient en majeure partie composées de jeunes vers des genres *Aporrectodea* et *Lumbricus* (données non présentées) et se trouvaient surtout dans les premiers 30 cm du sol. Quelques spécimens adultes de *L. terrestris* ont toutefois été trouvés dans l'horizon C du pédon 2, à une profondeur d'environ 60 cm. Cette forte densité de vers de terre est quelque peu surprenante compte tenu du climat relativement rigoureux et des sols généralement acides que l'on note à la Forêt Montmorency. Des études effectuées dans le sud du Québec rapportent, en effet, des densités inférieures ou similaires à celles observées dans le milieu LP (Garceau et collab., 1988; Coderre et collab., 1995; Beaudry et collab., 1996). Les fortes densité et diversité observées semblaient être liées au pH très élevé du sol de ce milieu. Il était respectivement de 7,4, 7,0 et de 5,0 pour les horizons « Ah » (surface du sol), « B » (~15 à 50 cm) et « C » (~60 cm et +). Un tel pH n'est toutefois pas chose courante dans les sols de cette région. Une étude effectuée dans un milieu représentatif de

ce secteur mentionne plutôt un pH de 4,0 pour la partie organique du sol (Houle et Carignan, 1992). Le déversement des eaux de drainage, provenant du pavillon de la Forêt Montmorency, serait à l'origine du pH élevé des sols de ce secteur. En effet, les eaux de drainage auraient préalablement percolé à travers de la pierre calcaire concassée servant de remplissage autour de ce bâtiment. Cette eau chargée d'ions calcium aurait donc contribué à l'augmentation du pH du sol. Dans ces conditions de pH, il n'est donc pas surprenant de noter la présence d'espèces typiques de milieux plus riches, comme *A. trapezoides*, *L. terrestris* et *O. tyrtaeum*. La présence d'un humus de type mull (figure 3) et de jeunes vers dans le milieu LP laisse supposer que ces dernières

espèces, présentes habituellement plus au sud de la province, peuvent survivre et se reproduire à la Forêt Montmorency. À la lumière de ces résultats, on peut émettre l'hypothèse que les conditions de sol, et non le régime de température, sont responsables de la faible abondance des vers de terre dans les sols « naturels » de ce secteur.

L'échantillonnage dans le parc des Grands-Jardins

Une seule espèce a été répertoriée (*L. terrestris*) dans le secteur du lac Laroche du parc des Grands-Jardins, sous un débris ligneux, dans la partie organique et superficielle du sol. Un pH de 5 a été mesuré à cet endroit. Ailleurs dans le parc, le pH de l'humus est d'environ 4,5 et celui du sol minéral peut atteindre 6,5 à certains endroits (source : inventaire écologique 1990 du MRNF). La présence de vers de terre dans le parc des Grands-Jardins et à la Forêt Montmorency constitue de rares mentions de vers de terre en forêt boréale nord-américaine (Reynolds, 1976b). En effet, à notre connaissance, seul Reynolds (1975c) avait signalé leur présence en forêt boréale, soit dans les hautes-terres de la Gaspésie. L'absence de jeunes *L. terrestris* et d'activité importante au sol ne nous permet toutefois pas de conclure à la capacité de survie et de reproduction de cette espèce dans le parc.

Les humus de type mull au Québec

La présence d'humus de type mull a été fréquemment notée lors de l'inventaire écologique des forêts québécoises effectué par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec entre 1986 et 2000 (figure 1). Parmi les 28 429 points d'observations, les sols de 851 ont été classifiés « mull ». Ces observations sont intéressantes étant donné que ce type d'humus ne prend forme qu'en présence de vers de

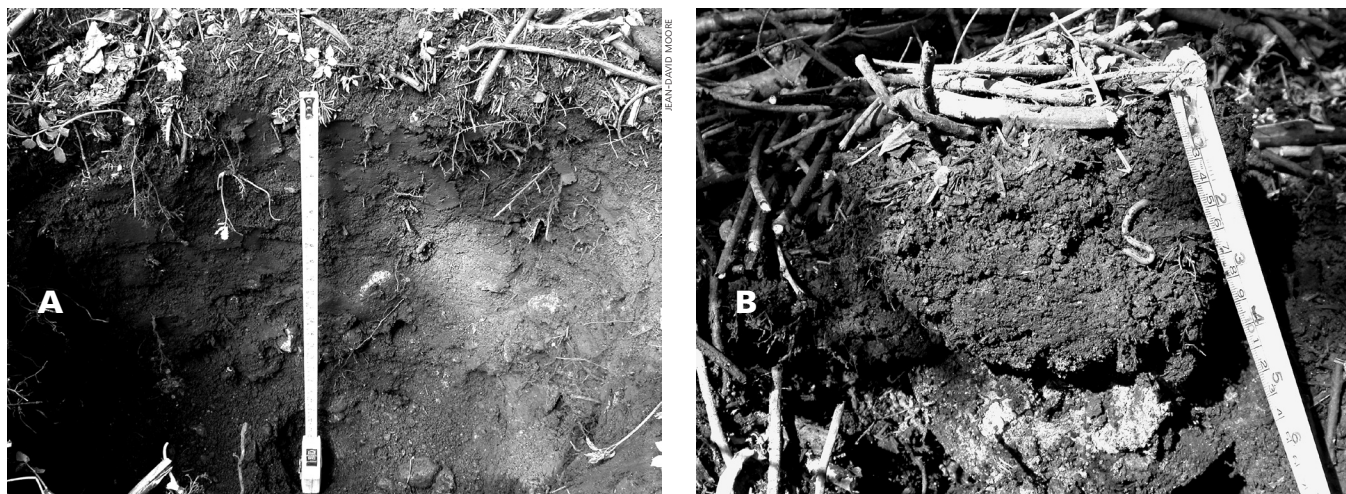


Figure 3. Pédon (A) et humus de type mull (B) dans le secteur « enrichi » de la forêt Montmorency. Dans les humus de type mull, l'incorporation de la litière (feuilles, aiguilles, brindilles) qui tombe au sol se fait rapidement, sous l'action des vers de terre. Le mull est de couleur brun-noir.

terre. Il se pourrait donc que les vers de terre soient également présents dans la région de l'Abitibi et des Hautes-Laurentides, territoires non couverts par les échantillonnages de vers de terre antérieurs.

La colonisation des forêts par les vers de terre

Notre étude ne permet pas d'établir avec certitude depuis quand les vers de terre se sont établis dans les écosystèmes étudiés. Toutefois, de nombreux cas de colonisation du milieu forestier par les vers de terre ont été observés au cours des dernières années au Canada (Alberta : Dymond et collab., 1997; McLean et Parkinson, 1997), ainsi qu'aux États-Unis (Minnesota : Alban et Berry, 1994; Gundale, 2002, New York : Burtelow et collab., 1998). Au début des années 1960, Langmaid (1964) avait aussi observé la colonisation de certaines forêts du Nouveau-Brunswick par les vers de terre. Il est donc possible qu'un phénomène similaire soit en cours dans les écosystèmes visités, bien que les températures froides et les conditions relativement acides des sols de ces écosystèmes puissent grandement ralentir, voire limiter la propagation des vers de terre. La colonisation de certaines forêts de l'Amérique du Nord par les vers de terre est un facteur qui peut contribuer au changement de la disponibilité de certains éléments nutritifs du sol et de la dynamique du carbone, et affecter certaines populations floristiques et fauniques (Bohlen et collab., 2004). Certains chercheurs ont observé une incorporation complète de la litière dans les sols forestiers à la suite de la colonisation par les vers de terre (Langmaid, 1964; Alban et Berry, 1994). Les travaux de Gundale (2002) laissent croire que la disparition d'une espèce de fougère (*Botrychium mormo*) dans certaines forêts du Minnesota puisse être liée à ce phénomène d'incorporation rapide de la litière par les vers de terre.

La migration « naturelle » des vers de terre, à la suite de leur introduction par les colons européens, ne peut expli-

quer leur présence dans les trois écosystèmes à l'étude et dans plusieurs régions où des mentions d'humus de type mull ont été faites. En effet, plusieurs études font état d'une migration annuelle maximale de 10 m pour les vers de terre (van Rhee, 1969; Stockdill, 1982; Curry et Boyle, 1987; Marinissen et van den Bosch, 1992). En prenant en compte qu'il s'est écoulé environ 500 ans depuis l'arrivée des premiers colons dans la région de Québec, le déplacement possible maximum des vers de terre, depuis leur point d'introduction le long du fleuve Saint-Laurent, ne pourrait être que de 5 km. En fait, la pratique de la pêche sportive est la cause la plus probable pour expliquer la présence des vers de terre dans plusieurs de ces écosystèmes. En effet, les vers de terre sont souvent utilisés comme appât pour la pêche sportive. Des récipients contenant à la fois des vers et des cocons sont souvent abandonnés ou vidés en bordure des lacs par les pêcheurs. D'ailleurs, de tels récipients ont été trouvés par l'auteur principal dans chacun des trois secteurs échantillonnés (figure 4).



Figure 4. Contenants trouvés sur les sites d'étude et servant aux pêcheurs à transporter les vers de terre.

Conclusion

Notre étude a permis de noter la présence de vers de terre dans des milieux en apparence inadéquats pour leur survie, soit en raison de l'acidité du sol ou du climat rigoureux, notamment en forêt boréale nord-américaine. Bien que les températures froides jumelées aux conditions acides du sol rendent peu probable une invasion rapide des vers de terre dans les écosystèmes visités, notre échantillonnage, combiné aux mentions d'humus de type mull de l'inventaire écologique, indique que le territoire propice à la présence ou à la colonisation des vers de terre au Québec est plus étendu que ce que l'on croyait auparavant.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier sincèrement Denis Hotte et Jean Noël de la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec pour leur contribution au support visuel de l'article. ◀

1. Les vers de terre sont reconnus pour jouer un rôle important dans divers processus physiques, chimiques et biologiques de certains sols forestiers, notamment la minéralisation de la litière et le recyclage des éléments nutritifs (Lee, 1985; Edwards, 2004).
2. On distingue habituellement trois types d'humus en milieu forestier, soit le mull, le moder et le mor. Le **mull** est présent dans les forêts sur sols riches et peu acides. L'activité biologique, principalement effectuée par les vers de terre, y est intense. La litière (feuilles mortes) est rapidement incorporée au sol. Le **moder** est présent dans les forêts à activité biologique moyenne. Cet humus est formé, essentiellement, par l'action de petites espèces fauniques (larves d'insectes, vers Enchytréides, etc.). Les processus de décomposition-humification sont nettement ralentis et il y a formation d'horizons holorganiques : couches L (litière), F (fibrique) et H (humique) en proportions variables. Le **mor** est un humus formé dans des conditions climatiques et chimiques défavorables. L'activité biologique est faible dans ce type d'humus. La décomposition de la litière est très lente.

Références

- ALBAN, D.H. et E.C. BERRY, 1994. Effects of earthworm invasion on morphology, carbon, and nitrogen of a forest soil. *Applied Soil Ecology*, 1 : 243-249.
- BEAUDRY, S., B. ESTEVEZ, et D. CODERRE, 1996. Observations sur les communautés lombriciennes soumises aux régies conventionnelles et biologiques des vergers de pommiers au Québec. *Agrisol*, 9 : 32-42.
- BOHLEN, P.J., S. SCHEU, C.M. HALE, M.A. MCLEAN, S. MIGGE, P.M. GROFFMAN et D. PARKINSON, 2004. Non-native invasive earthworms as agents of change in northern temperate forests. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2 : 427-435.
- BRIONES, M.J.I., R. MASCATO et S. MATO, 1995. Autecological study of some earthworm species (Oligochaeta) by means of ecological profiles. *Pedobiologia*, 39 : 97-106.
- BURTELOW, A., P.J. BOHLEN et P.M. GROFFMAN, 1998. Influence of exotic earthworm invasion on soil organic matter, microbial biomass and denitrification potential in forest soils of the northeastern U.S. *Applied Soil Ecology*, 9 : 197-202.
- CODERRE, D., Y. MAUFFETTE, D. GAGNON, S. TOUSIGNANT et G. BESSETTE, 1995. Earthworm populations in healthy and declining sugar maple forest. *Pedobiologia*, 39 : 86-96.
- CURRY, J.P. et K.E. BOYLE, 1987. Growth rates, establishment, and effects on herbage yield of introduced earthworms in grassland on reclaimed cutover peat. *Biology and Fertility of Soils*, 3 : 95-98.
- DELEPORTE, S., 2001. Changes in the earthworm community of an acidophilous lowland beech forest during a stand rotation. *European Journal of Soil Biology*, 37 : 1-7.
- DYMOND, P., S. SCHEU et D. PARKINSON, 1997. Density and distribution of *Dendrobaena octaedra* (Lumbricidae) in aspen and pine forests in the Canadian Rocky Mountains (Alberta). *Soil Biology and Biochemistry*, 29 : 265-273.
- EDWARDS, C.A. et P.J. BOHLEN, 1996. *Biology and ecology of earthworms* (3rd edition). Chapman and Hall, London, UK, 426 p.
- EDWARDS, C.A., 2004. *Earthworm ecology* (2nd edition). CRC Press, Boca Raton, FL, 440 p.
- GARCEAU, C., D. CODERRE et P. POPOVICH, 1988. Impact du labour-hersage sur la communauté lombricienne en plantation récente de feuillus. *Canadian Journal of Zoology*, 66 : 1777-1782.
- GATES, G.E., 1982. Farewell to North American megadriles. *Megadrilologica*, 4 : 12-77.
- GUNDALE, M. J., 2002. Influence of exotic earthworms on the soil organic horizon and the rare fern *Botrychium mormo*. *Conservation Biology*, 16 : 1555-1561.
- HOULE, D. et R. CARIGNAN, 1992. Sulfur speciation and distribution in soils and aboveground biomass of a boreal coniferous forest. *Biogeochemistry*, 16 : 63-82.
- LANGMAID, K.K., 1964. Some effect of earthworms invasion in virgin podzols. *Canadian Journal of Soil Science*, 44 : 34-37.
- LEE, K.E., 1985. *Earthworms : Their ecology and relationships with soil and land use*. Academic Press, New York, NY, 411 p.
- LÉGER, R.G. et G.F.J. MILLETTE, 1979. Distribution écologique des vers de terre (Oligochaeta : Lumbricidae) dans la forêt du Morgan arboretum. *Le Naturaliste canadien*, 106 : 369-376.
- LESAGE, L. et D.P. SCHWERT, 1978. Premières récoltes de vers de terre (Oligochaeta : Lumbricidae) sur la rive nord du Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, 105 : 209-211.
- MARINISSEN, J.C.Y. et F. VAN DEN BOSCH, 1992. Colonisation of new habitats by earthworms. *Oecologia*, 91 : 371-376.
- MCLEAN, M.A. et D. PARKINSON, 1997. Changes in structure, organic-matter and microbial activity in pine forest soil following the introduction of *Dendrobaena octaedra* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Soil Biology and Biochemistry*, 29 : 537-540.
- MOORE, J.-D. et J.W. REYNOLDS, 2003. Premières mentions de vers de terre (Oligochaeta : Lumbricidae) dans deux écosystèmes forestiers du Bouclier canadien, Québec, Canada. *Megadrilologica*, 9 : 53-60.
- MOORE, J.-D., 2005. Use of native dominant wood as a new coverboard type for monitoring eastern red-backed salamanders. *Herpetological Review*, 36 : 268-271.
- NORDSTRÖM, S. et S. RUNDGREN, 1974. Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden. *Pedobiologia*, 14 : 1-27.
- PIEARCE, T.G., 1972. Acid tolerant and ubiquitous Lumbricidae in selected habitats in north Wales. *Journal of Animal Ecology*, 41 : 317-410.
- REYNOLDS, J.W., 1975a. Les lombricidés (Oligochaeta) des Iles-de-la-Madeleine. *Megadrilologica*, 2 : 4-9.
- REYNOLDS, J.W., 1975b., Les lombricidés (Oligochaeta) de l'île d'Orléans, Québec. *Megadrilologica*, 2 : 8-11.
- REYNOLDS, J.W., 1975c., Les lombricidés (Oligochaeta) de la Gaspésie, Québec. *Megadrilologica*, 2 : 4-9.
- REYNOLDS, J.W., 1976a. Catalogue et clé d'identification des Lombricidés du Québec. *Le Naturaliste canadien*, 103 : 21-27.
- REYNOLDS, J.W., 1976b. Un aperçu des vers de terre dans les forêts nord-américaines, leurs activités et leur répartition. *Megadrilologica*, 2 : 1-11.

- REYNOLDS, J.W., 1977. Earthworms utilized by the American woodcock. Proceedings of Woodcock Symposium, 6: 161-169.
- REYNOLDS, J.W., 1995. Status of exotic earthworm systematics and biogeography in North America. Dans: Hendrix, P.F. (édit.), Earthworm ecology and biogeography in North America. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, p. 1-27.
- REYNOLDS, J. W. et K.W. REYNOLDS, 1992. Les vers de terre (Oligochaeta: Lumbricidae et Sparganophilidae) sur la rive nord du Saint-Laurent (Québec). Megadrilogica, 4: 145-161.
- REYNOLDS, J.W., E.E.C. CLEBSCH et W.M. REYNOLDS, 1974. The earthworms of Tennessee (Oligochaeta). I. Lumbricidae. Contributions to North American Earthworms (Oligochaeta). Bulletin Tall Timbers Research Station No. 17, p. 133.
- SATCHELL, J.E., 1967. Lumbricidae. Dans: Burgess, A. et F. Raw (édit.). Soil Biology. Academic Press, New York, NY, p. 259-322.
- SAUCIER, J.-P., J.-F. BERGERON, P. GRONDIN et A. ROBITAILLE, 2001. Cartographie numérique des niveaux supérieurs du système hiérarchique de cartographie écologique et banque des données descriptives des districts écologiques. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.
- SMITH, F., 1928. An account of changes in the earthworm fauna of Illinois and a description of one new species. Illinois Division Natural History Bulletin, 18: 347-362.
- STOCKDILL, S.M.J., 1982. Effects of introduced earthworms on the productivity of New Zealand pasture. Pedobiologia, 24: 29-35.
- TERHIVUO, J., 1988. The Finnish Lumbricidae (Oligochaeta) fauna and its formation. Annales Zoologici Fennici, 25: 229-247.
- VAN RHEE, J.A., 1969. Development of earthworm populations in polder soils. Pedobiologia, 9: 133-140.
- WISHART, R.A. et J.R. BIDER, 1976. Habitat preferences of woodcock in southwestern Québec. Journal of Wildlife Management, 40: 523-531.



GENIVAR
des gens constructifs



***Un développement durable
pour les générations futures***

www.genivar.com

Environnement nos solutions

- Planification et gestion stratégique
- Implantation et opération
- Intégration sociale des projets



- *Environnement*
- *Sciences sociales*
- *Économie*