



PUBLICATIONS RÉCENTES / RECENT PUBLICATIONS

Voici un numéro du bulletin Écho tourbières dédié exclusivement aux récentes publications de membres du Groupe de recherche en écologie des tourbières. Bonne lecture!

Here is an issue of the Écho tourbières newsletter dedicated exclusively to recent publications of members of the Peatland Ecology Research Group. Good reading!

→ **Bérubé, V. 2017.** Restauration des tourbières minérotophes : études approfondies des communautés végétales. Thèse de Ph.D., Université Laval, Québec. 212 p. (Disponible sur demande à / Available upon request to: gret@fsaa.ulaval.ca)

Toutes nos félicitations à **Vicky Bérubé** pour le dépôt final de sa thèse de doctorat!



Fig. A. Vicky Bérubé sur le terrain pendant son doctorat. / Vicky Bérubé on the field during her PhD. Photo : GRET/PERG

Résumé : Lors de la mise en place d'un projet de restauration, il est impératif de définir un écosystème de référence qui aidera à orienter les actions à poser. La restauration écologique des tourbières minérotophes

(fens) en est à ses débuts au Canada. À court terme, le but est d'introduire des communautés végétales qui ont le potentiel d'accélérer le retour de l'accumulation de la tourbe. Or, les connaissances actuelles des communautés végétales et des processus écosystémiques propres aux fens sont limitées. Cette recherche doctorale a pour objectif de définir un écosystème de référence pour des fens modérément riches à riches du sud-est du Canada et de cibler des communautés végétales préférentielles à l'atteinte des buts de restauration écologique des tourbières. Afin de consolider l'écosystème de référence, trois sources d'informations (temporelle, spatiale et empirique) ont été utilisées. L'analyse paléoécologique nous informe sur la dynamique de développement hydrosérial, somme toute stable, d'un écosystème tourbeux sur une période de 8000 ans. Le comblement d'un plan d'eau est à l'origine de la tourbière où se sont succédé des communautés végétales de grandes cypéracées, puis des communautés dominées par les mousses brunes et les cypéracées basses. Les processus autogènes semblent avoir été prédominants dans l'évolution de la tourbière telle qu'elle est aujourd'hui. La caractérisation de treize fens naturels a résulté à l'identification de deux communautés végétales. La première est une communauté de grandes cypéracées (magnocariçaie) associée à une production de biomasse et à un niveau d'eau élevés. La seconde est une communauté plus diversifiée de *Sphagnum(warnstorffii) – Thuja*. À l'exception du *S. warnstorffii*, cette communauté se compose davantage d'espèces généralistes des tourbières boréales qui croissent dans des habitats plus secs ou ombragés tels que les buttes ou les sous-bois. L'étude met aussi en lumière l'importance du *Thuja*

occidentalis dans les fens régionaux. Sa présence, en densité modérée, devrait être favorisée à long terme. Trois fens naturels ont été sélectionnés pour une étude approfondie des caractéristiques fonctionnelles de production primaire nette (PPN) et de taux de décomposition. La moyenne de PPN incluant toutes les strates de végétation est de $450 \text{ g m}^{-2} \text{ an}^{-1}$. Cette étude confirme l'importance des estimations de PPN du compartiment souterrain (45 % de la biomasse totale), des bryophytes (21 %) et des arbres (16 %). Le *S. warnstorffii* est la mousse la plus productive ($140 \text{ g m}^{-2} \text{ an}^{-1}$) et celle qui se décompose le plus lentement (valeur annuelle de décomposition exponentielle k de 0,07). La présence du *S. warnstorffii* contribue à l'augmentation du potentiel d'accumulation de tourbe. Les communautés du biotope des buttes ont également un meilleur potentiel d'accumulation de tourbe que celles des plaines. Finalement, dans la partie expérimentale de la thèse, il a été conclu qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter la diversité spécifique et structurelle pour accroître les chances de retour de l'accumulation de tourbe. La performance des variables mesurées est plutôt dépendante de l'identité des espèces composant les assemblages. La présence du *Myrica gale*, du *Carex aquatilis* ou du *S. warnstorffii* dans une communauté augmente significativement la production de biomasse sur le terrain. La présence d'une bryophyte augmente le recrutement de nouvelles espèces tandis que le *M. gale* ou le *C. aquatilis* le diminue. La complémentarité entre les espèces a été l'effet dominant sur la production de biomasse dans l'expérience terrain, tandis que l'effet de sélection a été observé en serre. On conclut qu'il existe des relations synergiques dans la décomposition de plusieurs litières mises en association. Une production de biomasse plus élevée devra ainsi être ciblée si le taux global de décomposition est prévu d'augmenter. Suite à la synthèse de ces trois chapitres, il est recommandé d'inclure des bryophytes dans les communautés à restaurer, en particulier le *S. warnstorffii*, afin d'accélérer le retour des fonctions dans les tourbières restaurées et le recrutement de nouvelles espèces. Une communauté de grandes cypéracées est considérée lorsque l'introduction de bryophytes est hasardeuse.

Sites d'étude : tourbière de Bic – Saint-Fabien et différentes autres tourbières minérotrophes du Bas-Saint-Laurent (QC)

*

Congratulations to **Vicky Bérubé** for the final deposit of her doctoral thesis!

Abstract: When setting up a restoration project, it is imperative to define a reference ecosystem. This will determine the actions to be taken. In Canada, the ecological restoration of the minerotrophic peatlands (fens) is at its infancy stage. In the short term, the restoration goal is to introduce plant communities that have the potential to accelerate the return of peat accumulation. However, current knowledge of plant communities and ecosystem processes specific to fen are limited. The aim of this doctoral research is to define a

reference ecosystem for moderately rich to rich fens in southeastern Canada and to target preferential plant communities to achieve the ecological restoration goals of peatlands. In order to consolidate the reference ecosystem, three sources of information were used: temporal, spatial, and empirical. Paleoecological analysis shows us the dynamics of the hydrosere development, notably how stable plant communities have been over a period of 8000 years. Terrestrialization was at the origin of the peatland development. Not long after body of water filled, tall Cyperaceae communities were followed by communities dominated by the brown mosses and the small Cyperaceae. Autogenous processes seem to have been predominant in the evolution of the peatland. The characterization of thirteen natural fens has resulted in the grouping of two plant communities. The first is a tall Cyperaceae (magnocaricion) community associated with high biomass production and high-water level, the second is a more diverse community of Sphagnum (*warnstorffii*)–Thuja. With the exception of *S. warnstorffii*, this community is composed primarily of generalist species of boreal peatlands that grow in drier or shaded habitats, such as underwood or hummocks. The study also highlights the importance of Thuja occidentalis in regional fens. Over time and in moderate density, its presence should be promoted. Three natural fens were selected for an in-depth study of the functional characteristics of net primary production (NPP) and decomposition rates. The average production, including all vegetation layers, is $450 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$. This study confirms the importance of the NPP estimations with regard to belowground (representing 45% of total biomass), bryophytes (21%) and trees (16%), among others. *S. warnstorffii* is the most productive bryophyte ($140 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$) and decomposes the slowest (annual exponential decomposition value k of 0.07). The presence of *S. warnstorffii* contributes to the increased potential for peat accumulation. The communities of the hummock biotope also have a better peat accumulation potential than those of lawns. Finally, in the experimental part of the thesis, it was concluded that there is no need to increase specific or structural diversity to increase the chances of return of peat accumulation. The performance of the measured variables is rather dependent on the identity of the species composing the assemblages. In the field, the presence of *Myrica gale*, *Carex aquatilis* or *Sphagnum warnstorffii*, individually or in combination, increases biomass production. The combination of these three species leads to transgressive overyielding for the production of aerial biomass. The presence of a bryophyte increases the recruitment of new species while *M. gale* or *C. aquatilis* will decrease it. The complementarity between species was the dominant effect on biomass production in the field experiment, while the selection effect was observed in greenhouses. Moreover, we concluded that there are synergistic relationships in the decomposition of litters when grouped. Higher biomass production should therefore be targeted if the overall rate of decomposition is predicted to increase. Following the synthesis of the three chapters,

it is recommended to include bryophytes in the communities to be restored, in particular *S. warnstorffii*, in order to accelerate the return of functions in the restored peatlands, and the recruitment and establishment of new species. A community of tall *Cyperaceae* could be considered when the introduction of bryophytes is hazardous and where water levels are

forecasted to be high. In short, the preferential plant communities targeted in the reference will accelerate the return of the peat accumulation function and the revival of plant diversity.

Study sites: Bic – Saint-Fabien peatland and several fens of the Bas-Saint-Laurent region (QC)

→ **Bérubé, V., L. Rochefort & C. Lavoie. 2017.** Fen restoration: defining a reference ecosystem using paleoecological stratigraphy and present-day inventories. *Botany* 95: 731-750. (Disponible sur demande à / Available upon request to: gret@fsaa.ulaval.ca)

Cette publication est le premier article scientifique issu de la thèse de doctorat le **Vicky Bérubé** mentionnée plus haut.

Résumé : Lors d'un projet de restauration écologique, la description de l'écosystème de référence est renforcée par l'utilisation d'indicateurs combinant les études temporelles et spatiales. Se basant sur une étude paléoécologique et la caractérisation de treize sites naturels, la référence pour une tourbière minérotrophe modérément riche située dans le sud-est du Canada se compose de deux types d'assemblages d'espèces végétales : l'assemblage des grandes cypéracées et l'assemblage général de *Sphagnum-Thuja*/mousse brune. Dans l'étude paléoécologique, la communauté des grandes cypéracées est observée à la transition entre les écosystèmes de marais et de tourbières. Dans l'étude des sites naturels, cette communauté est associée à une production de biomasse élevée, un niveau d'eau élevé et aux fens de type riparien. L'assemblage *Sphagnum-Thuja* est semblable à ceux inventoriés dans les fens de type bassin. En faisant l'exception du *Sphagnum warnstorffii* Russ., cet assemblage, très diversifié, inclut surtout des espèces généralistes provenant des tourbières boréales telles le *Rhododendron groenlandicum* (Oeder) Kron & Judd, le *Thuja occidentalis* L., le *Linnaea borealis* L. et le *Maianthemum trifolium* L. L'importance des mousses brunes est révélée dans l'analyse paléoécologique. En somme, les deux approches sont complémentaires : la paléoécologie nous informe sur la dynamique de l'écosystème tandis que les inventaires des sites naturels nous ont permis de définir les assemblages et leurs associations aux conditions environnementales. Les étendues de variabilité définies dans ce travail sont un outil à la décision essentiel dans un projet de restauration écologique de fen.

*

This publication is the first scientific paper from the Ph.D. thesis of **Vicky Bérubé** presented above.

Abstract: Choosing past and present-day indicators could strengthen the reference ecosystem used for ecological restoration projects. Based on the paleoecological analysis of four peat cores and the characterization of 13 contemporary natural sites, the reference ecosystem for minerotrophic peatlands in southeastern Canada is composed of two broad categories of plant assemblages described as tall-sedge and *Sphagnum-Thuja*/brown

moss. In paleoecological peat profiles, tall-sedge communities were found at the transition between aquatic and terrestrial, and were associated with high graminoid production, riverine peatlands, and elevated water table in the present-day analyses. *Sphagnum-Thuja* communities resemble the present-day vegetation found in natural basin type peatlands. Except for *Sphagnum warnstorffii* Russ., these communities, with high taxonomical diversity, contain more generalist species from boreal peatland vegetation, such as *Rhododendron groenlandicum* (Oeder) Kron & Judd, *Thuja occidentalis* L., *Linnaea borealis* L., and *Maianthemum trifolium* L. They grow in dryer or shady habitats such as hummocks or forest understory. The importance of brown mosses was revealed by paleoecological analysis. Overall, findings from both approaches are complementary: paleoecological stratigraphy informs us about past ecosystem dynamics, while present-day inventories allow us to define current plant communities and their major environmental characteristics. The range of variability of vegetation and environmental variables found in these studies are essential tools for fen restoration projects.

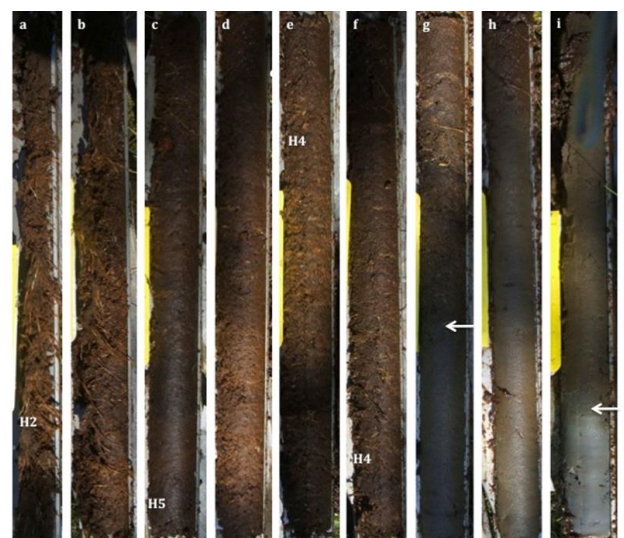


Fig. B. Exemples de carottes de tourbe (50 cm de hauteur) prélevées dans la partie ouverte de la tourbière de Bic – Saint-Fabien permettant l'étude paléoécologique du site. / Examples of peat cores (50 cm high) taken from the open part of the Bic – Saint-Fabien peatland allowing the paleoecological study of the site. Photo : E. Sararas

→ [Brown, M.C., M. Strack & J.S. Price. 2017.](#) The effects of water management on the CO₂ uptake of *Sphagnum* moss in a reclaimed peatland. *Mires and Peat* 20, Article 05, 1–15; doi: 10.19189/MaP.2016.OMB.258.

Aperçu du résumé et des conclusions : Pour récolter de la sphaigne sur une base cyclique et accumuler rapidement de la biomasse, une gestion active de l'eau est nécessaire. Par ailleurs, les recherches démontrent que la position de la nappe phréatique dans les tourbières restaurées après la récolte de tourbe affecterait l'absorption de CO₂ par les sphaignes. L'objectif de cette étude était de déterminer les conditions hydrologiques qui maximisent la séquestration du CO₂ par les mousses dans des bassins de culture de sphaigne où la technique de transfert de la couche muscinale a été utilisée. Sur le site expérimental de culture de sphaigne irrigué de cette étude, il n'y avait pas de différence significative dans l'absorption de CO₂ par les mousses entre les bassins de production dont les cibles de position de la nappe phréatique étaient de -10 et de -20 cm. Les fluctuations saisonnières et quotidiennes de la nappe phréatique se sont révélées plus importantes que la position réelle de la nappe pour augmenter ou limiter la séquestration du CO₂ lorsque la nappe était peu profonde (<25 cm). La productivité des sphaignes était plus grande lorsque la gamme saisonnière de la nappe phréatique était inférieure à 15 cm; en fait, des fluctuations de la nappe de moins de ± 7,5 cm par rapport à la moyenne saisonnière sont recommandées pour optimiser la séquestration du CO₂ par les espèces de sphaignes formant des buttes. Cette étude souligne donc l'importance de maintenir des conditions d'humidité stables pour augmenter la croissance des sphaignes et leur captation de CO₂.

Site d'étude : tourbière 530 de Shippagan (NB)

*

Abstract: To harvest *Sphagnum* on a cyclic basis and rapidly accumulate biomass, active water management is necessary. The goal of this study is to determine the hydrological conditions that will maximise CO₂ uptake in *Sphagnum* farming basins following the moss-layer transfer technique. Plot CO₂ uptake doubled from the

first growing season to the second, but growth was not uniform across the site. Results indicate that the seasonal oscillations in water table (WT) position were more important than actual WT position for estimating *Sphagnum* ground cover and CO₂ uptake when the seasonal WT is shallow (< -25 cm). Plots with higher productivity had a WT range (seasonal maximum – minimum) less than 15 cm, a WT position which did not fluctuate more than ± 7.5 cm, and a low WT standard deviation. Each basin was a CO₂ source during the second growing season, and seasonal modelled NEE ranged from 107.1 to 266.8 g CO₂ m⁻². Decomposition from the straw mulch accounted for over half of seasonal respiration, and the site is expected to become a CO₂ sink as the straw mulch decomposes and moss cover increases. This study highlights the importance of maintaining stable moisture conditions to increase *Sphagnum* growth and CO₂ sink functions.

Study site: bog 530, Shippagan (NB)



Fig. C. Catherine Brown au Nouveau-Brunswick. / Catherine Brown in New Brunswick. Photo : équipe du laboratoire de J.S. Price / J.S. Price lab team.

→ [Brummell, M.E., C. Lazcano & M. Strack. 2017.](#) The effects of *Eriophorum vaginatum* on N₂O fluxes at a restored, extracted peatland. *Ecological Engineering* 106: 287-295. (Disponible sur demande à / Available upon request to: gret@fsaa.ulaval.ca)

Aperçu du résumé et des conclusions : Les plantes vasculaires telles que la linaigrette *Eriophorum vaginatum* peuvent rapidement s'établir dans les tourbières restaurées par la technique de transfert de la couche muscinale. Par ailleurs, les flux d'oxyde nitreux (N₂O), un gaz à effet de serre, n'ont pas été beaucoup étudiés dans les écosystèmes restaurés de tourbières.

Nous avons donc comparé le flux de N₂O des parcelles contenant de l'*E. vaginatum* à celui de parcelles dépourvues de couvert végétal vasculaire dans une tourbière récemment restaurée. Après une période d'émissions de N₂O au début de l'été, les parcelles contenant de l'*E. vaginatum* sont devenues des consommatrices de N₂O, tandis que les parcelles nues

sont demeurées une source de ce gaz pour le reste de l'été. En outre, nous avons trouvé beaucoup plus d'azote extractible dans l'eau interstitielle recueillie dans la tourbe à 75 cm sous la surface, soit au-delà de la profondeur de la plupart des racines, dans les parcelles où l'*E. vaginatum* poussait dans les secteurs les plus humides du site d'étude. Nous suggérons que l'effet d'amorçage de la libération d'azote entraîné par les racines de cette plante vasculaire, combiné à des niveaux élevés d'eau, provient d'une matière organique qui était précédemment inaccessible. Cet azote est ensuite absorbé par les racines des plantes et/ou les microorganismes du sol, empêchant sa libération sous forme de N_2O . Les plantes vasculaires peuvent jouer des rôles importants dans les processus de gaz à effet de serre et dans les cycles nutritifs des tourbières restaurées et ces processus complexes nécessitent des recherches supplémentaires pour guider des efforts de restauration efficaces visant à permettre à ces écosystèmes perturbés de redevenir des puits nets de gaz à effet de serre.

Site d'étude : un complexe de tourbières près de Seba Beach (AB)

*

Abstract: Restoration of extracted horticultural peatlands commonly includes distribution of vegetation and propagules from nearby undisturbed sites over the recently-exposed surface. The resulting growth includes both mosses and vascular plants, which are important contributors to returning a peatland to a net carbon-storing ecosystem. Nitrous oxide (N_2O) flux has not been widely investigated in these restored ecosystems. We compared the N_2O flux from plots containing a vascular plant, the cottongrass *Eriophorum vaginatum*, to plots lacking vascular plant cover at a recently restored peatland. We hypothesized that *E. vaginatum* would result in decreased N_2O emissions compared to areas with only moss or bare peat due to rapid plant uptake of peat nitrogen. After an early summer pulse of emitted N_2O , study plots containing *E. vaginatum* transitioned to

net consumers of N_2O while bare plots remained sources as the summer progressed. Furthermore, *E. vaginatum* growing in the wettest parts of the study site also had significantly more extractable nitrogen in pore water collected from 75 cm below the surface, beyond the depth of most roots. We suggest the priming effect driven by the roots of this vascular plant, combined with high water levels, frees some nitrogen from previously inaccessible recalcitrant organic matter that then is taken up by plant roots and/or soil microorganisms, preventing its release as N_2O . Vascular plants may play important roles in both greenhouse gas processes and in the nutrient cycles of restored peatlands and these complex processes need further investigation to guide effective restoration efforts that aim to return these disturbed ecosystems to net greenhouse gas sinks.

Study site: a peat bog/fen complex near Seba Beach (AB)

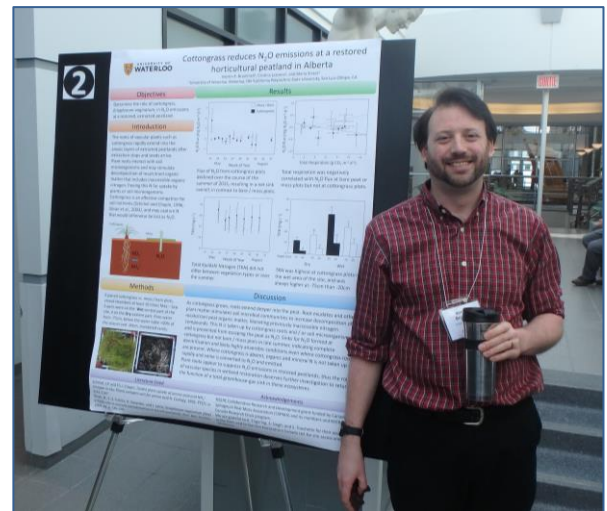


Fig. D. Martin Brummell lors de la présentation de son affiche au 23e symposium du GREP (février 2017) sur la réduction des émissions de N_2O grâce à *Eriophorum vaginatum* dans une tourbière restaurée de l'Alberta. / Martin Brummell at the presentation of his poster at the 23rd PERG Symposium (February 2017) on the role of cottongrass in reducing N_2O emissions in a restored peatland in Alberta. Photo : GREP/PERG

CB

Rédaction : Claire Boismenu
Édition : Claire Boismenu

Site Internet du GREP / PERG website : <http://www.grep-perg.ulaval.ca>

Photo du bandeau de la première page : A.-P. Drapeau Picard
Conception du bandeau : Sandrine Hugron

Pour nous contacter / To contact us : grep@fsaa.ulaval.ca