Groupe de recherche en écologie des tourbières

Peatland Ecology Research Group

25th PERG Symposium / *25e Symposium du GRET*

Tuesday, February 19th, 2019 / *Jeudi 19 février 2019*

Université Laval, Québec

Room 1110-1116, Paul-Comtois building / *Salle 1110-1116, pavillon Paul-Comtois*

Schedule and abstracts / *Programme et résumés*

Université Laval

University of Waterloo

McGill

Brandon University

Valorès

University of Alberta

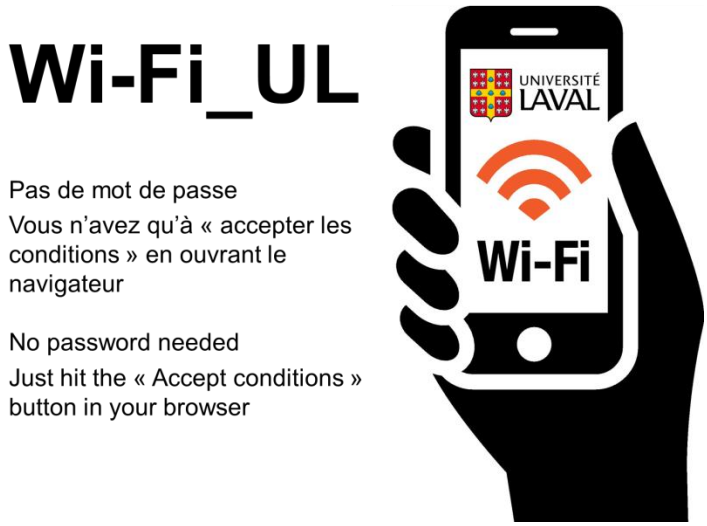
Centre d'études nordiques

AIM OF THE SYMPOSIUM:

The annual Symposium of the Peatland Ecology Research Group (PERG) aims to present to the various stakeholders in the peat, peatland and wetland sectors of (researchers, industrial partners, ministries and municipalities, students, environmental firms of consultants, etc.) the latest developments in research projects in the restoration, management and conservation of peatlands and other wetlands.

BUT du SYMPOSIUM :

Le Symposium annuel du Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) a pour but de présenter aux divers intervenants des secteurs de la tourbe, des tourbières et des milieux humides (chercheurs, partenaires industriels, ministères et municipalités, étudiants, firmes de consultants en environnement, etc.) les derniers développements réalisés dans le cadre des projets de recherche en restauration, en aménagement et en conservation des tourbières et autres milieux humides.



Layout / Mise en page : Kathy Pouliot & Claire Boismenu

Note : The content of the abstracts has not been reviewed by the organizing committee. /
Le contenu des résumés n'a pas été révisé par le comité organisateur.

25th Symposium of the Peatland Ecology Research Group

25e symposium du Groupe de recherche en écologie des tourbières

Program and Index / *Programme et index*

February 19th, 2019 / *19 février 2019*

Université Laval, Québec City, Canada

Room/*Salle* 1110-1116, building / *pavillon* Paul-Comtois,
(2425, rue de l'Agriculture, Québec, QC, G1V 0A6)

Symposium langage: mostly in English / *Langue du symposium : majoritairement en anglais*

***** Indicates a student presentation (for the vote!) / ***** *Indique les présentations étudiantes (à considérer pour le vote!)*

Time	Speaker	Affiliation	Title	Page
8:30	REGISTRATION			
9:00	Line Rochefort	U. Laval (Québec)	Introduction: 25 years of wetland restoration and creation in Canada	1
9:45	Keynote speaker[1]: Maria Strack	U. of Waterloo (Ontario)	Resource extraction and peatland function: Towards developing and evaluating best management practices to protect carbon stocks	2
10:30	Coffee break (30 min.)			
11:00	William Shotyk	U. of Alberta (Alberta)	Variability in major ions and nutrients in surface waters from natural and disturbed continental and maritime bogs (by videoconference)	3
11:20	Sandrine Hugron and Robert Lagacé	U. Laval (Québec)	Remote and/or automated control of the water table in *Sphagnum* farming basins: Is the investment worthwhile?	4
11:35	Sebastian Gutierrez-Pacheco*	U. Laval (Québec)	Use of cumulative indicators to estimate biomass accumulation in *Sphagnum* farms	5
11:50	Lunch break (in the LOBBY of the Paul-Comtois building) (1h45)			
13:35	Bin Xu	NAIT Boreal Research Institute (Alberta)	Removing in-situ oil and gas footprint on Alberta's peatlands	6
13:50	Torben Rocco Russo*	U. of Waterloo (Ontario)	Water table dynamics in a restored peatland on a former oil well-pad	7

[1] Sponsored by the Center for Northern Studies (Centre d'études nordiques: www.cen.ulaval.ca)

14:05	**Anna Dabros**	Natural Resources Canada	The effects of seismic lines on soil properties, permafrost and vegetation in peatlands of NW Alberta	10
14:20	**Line Rochefort**	U. Laval (Québec)	Wetlands restoration on former cranberry farms	11
14:35	**Tasha-Leigh Gauthier***	U. of Waterloo (Ontario)	Mechanical compression of regenerated *Sphagnum* moss: Findings and implications for management of restored peatlands	12
14:50	**Chao Liu***	Northeast Normal University (China) & U. Laval (Québec)	Comparative study on the response of *Sphagnum* and vascular plants to warming, nitrogen and phosphorus input in Hani Peatland of Changbai Mountains, China	13
15:05	**Coffee break** (and vote for the student award) (30 min.)			
15:35	**André Desrochers**	U. Laval (Québec)	An automated approach to assess the recolonization of peatlands by birds	15
15:50	**Sylvain Jutras** and **Sandrine Hugron**	U. Laval (Québec)	Ecohydrological change following rewetting of the Grande plée Bleue raised bog	16
16:05	**Monique Poulin**	U. Laval (Québec)	How to navigate through research outcomes when time comes to restore pools in peatlands: A synthesis of the PERG projects	17
16:20	**Line Rochefort**	U. Laval (Québec)	Declaring success in *Sphagnum* peatland restoration: Identifying outcomes from readily measurable vegetation parameters	18
16:35	Student Award			
16:45	**Line Rochefort**	Closing comments		
17:00 – 21:00	COCKTAIL-DINNER for the 25th anniversary of the PERG symposium! **Products made on the campus of Université Laval![2]** **(in the LOBBY of the Paul-Comtois building)**			

[2] Sponsored by the Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation of Université Laval (www.fsaa.ulaval.ca)

25 years of wetland restoration and creation in Canada

25 ans de restauration et de création de milieux humides au Canada

Line Rochefort[1] and 25 years of PERG colleagues, students and partners

[1] Peatland Ecology Research Group, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux; Université Laval, QC, Canada; email: Line.Rochefort@fsaa.ulaval.ca

Abstract: The state of scientific knowledge on how to restore peatlands and other wetland types on the past 25 years in Canada will be reviewed. First the PERG general philosophy about the goals to aim at, in terms of ecological restoration, will be presented. The notion of reference ecosystem is central to this approach. Achievements in restoration after peat extraction, after drainage, after degradation by infrastructure (road, parking lot), in pool creation, in *Sphagnum* culture and in adaptation to climate change will be presented. Shortcomings (with some achievements) about *Sphagnum* peatland restoration such as eco-hydrological connectivity, lagg restoration, invasive plant control, species autoecology and water quality will be reviewed. Lastly, the relatively little knowledge gained in other wetland types such as fens, swamps, riparian zones, freshwater and tidal marshes will be discussed. In conclusion, industrial research partnership is proving very beneficial to the advancement of wetland science.

Résumé : L'état des connaissances scientifiques sur la restauration des tourbières et d'autres types de milieux humides au cours des 25 dernières années au Canada sera examiné. Tout d'abord, la philosophie générale du GRET sur les objectifs à atteindre, en termes de restauration écologique, sera présentée. La notion d'écosystème de référence est au cœur de cette approche. Les réalisations en matière de restauration après l'extraction de tourbe, après drainage, après dégradation par des infrastructures (routes, stationnements), en création de mares, en culture de sphaigne et en adaptation aux changements climatiques seront présentées. Les lacunes (avec quelques réalisations) en matière de restauration des tourbières à sphaignes, telles que la connectivité écohydrologique, la restauration des laggs, le contrôle des plantes envahissantes, l'autoécologie des espèces et la qualité de l'eau, seront examinées. Enfin, les connaissances, en moindre abondance, acquises dans d'autres types de zones humides telles que les fens, les marécages, les zones riveraines, les marais d'eau douce et les marais à marées seront abordées. En conclusion, le partenariat de recherche industrielle s'avère très bénéfique pour le progrès de la science des milieux humides.

KEYNOTE SPEAKER

Resource extraction and peatland function: Towards developing and evaluating best management practices to protect carbon stocks

Extraction des ressources et fonction des tourbières : vers l'élaboration et l'évaluation de meilleures pratiques de gestion visant à protéger les stocks de carbone

Maria Strack

Peatland Ecology Research Group, NSERC Canada Research Chair: Ecosystem and Climate; Department of Geography and Environmental Management, University of Waterloo, ON, Canada; email: mstrack@uwaterloo.ca

Abstract: Canada is a country rich in natural resources, including over 113 million hectares of peatland ecosystems. These peatlands represent a globally significant soil carbon stock of ~150 billion tonnes of carbon (C), and also a valuable source of growing media. In addition to horticultural peat extraction, peatlands in Canada are also affected by the extraction of other resources, such as minerals, oil and forest products, that are co-located with these ecosystems. Together, these resource extraction activities disturb over 250,000 ha of peatland, but the actual impact on C stocks and fluxes is poorly quantified. Over 25 years, the Peatland Ecology Research Group, in collaboration with Canada's horticultural peat industry, has improved peatland management and developed restoration methods that can return C sink function to disturbed sites. This long-term research program has provided important process-based understanding of the response of peatland C dynamics to disturbance, and it serves as a valuable model for other industries. Case studies regarding the impact of roads and cutlines on peatland function will also be discussed and opportunities for developing and evaluating the effectiveness of best management practices explored.

Résumé : Le Canada est un pays riche en ressources naturelles, comptant plus de 113 millions d'hectares d'écosystèmes de tourbières. Ces tourbières représentent un important stock de carbone dans le sol d'environ 150 milliards de tonnes de carbone (C) au niveau mondial, ainsi qu'une précieuse source pour les substrats de croissance. En plus de l'extraction de tourbe horticole, les tourbières du Canada sont également touchées par l'extraction d'autres ressources, telles que les minéraux, les huiles et les produits forestiers, qui se fait aux mêmes endroits que les écosystèmes de tourbières. Ensemble, ces activités d'extraction de ressources perturbent plus de 250 000 ha de tourbières, mais l'impact réel sur les stocks et les flux de C est mal quantifié. En 25 ans, le Groupe de recherche en écologie des tourbières, en collaboration avec l'industrie canadienne de la tourbe horticole, a amélioré la gestion des tourbières et mis au point des méthodes de restauration permettant de rétablir la fonction de puits de C sur des sites perturbés. Ce programme de recherche à long terme a fourni une compréhension importante, basée sur les processus, de la réponse de la dynamique du C des tourbières aux perturbations, et constitue un modèle précieux pour d'autres industries. Des études de cas concernant l'impact des routes et des lignes de démarcation sur la fonction des tourbières seront également discutées et les possibilités de développer et d'évaluer l'efficacité des meilleures pratiques de gestion explorées.

A few words about Dr. Maria Strack: Maria Strack is an Associate Professor in the Department of Geography and Environmental Management at the University of Waterloo where she is also the NSERC Canada Research Chair in Ecosystem and Climate. Her research focuses on peatland greenhouse gas fluxes and the ecological, hydrological and chemical controls on these fluxes. She is particularly interested in the effect of disturbance on wetland function and the development of effective mitigation and restoration strategies.

Variability in major ions and nutrients in surface waters from natural and disturbed continental and maritime bogs

Variabilité des principaux ions et éléments nutritifs dans les eaux de surface provenant de tourbières continentales et maritimes naturelles et perturbées

Kevin Devito[1] & William Shotyk[2]

[1] Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada
[2] Bocock Chair in Agriculture and the Environment; Department of Renewable Resources, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada; email: shotyk@ualberta.ca

Abstract: There is ongoing concern about the possible environmental impacts and ecological consequences of peatland drainage upon receiving waters. Whether industrial activities involve commercial peat harvesting or removal of peatlands to extract underlying mineral resources (such as bitumen), the concerns are the same: what are the effects of draining oligotrophic, acidic, organic-rich, peatland waters upon receiving waters? To quantify changes in water quality (pH, DOC, major ions and nutrients), water samples were collected from peatlands: i) being prepared for harvesting (OPEN), ii) currently being exploited (EXTR), iii) actively being restored (RES), and iv) from natural, undisturbed mires (NAT). The peatlands studied are from the Acadian Peninsula in New Brunswick with its humid maritime climate (Lameque, Savoy, St. Leolin) and Alberta with its dry continental climate (Avenir and Seba). The chemical data will be combined with the water budgets to estimate export of species of concern. Water from the AB bogs contains greater concentrations of DOC, Ca and soluble reactive P compared to the NB bogs, most likely a reflection of climate (DOC) and geology (Ca and P). To help put the AB results into perspective, available data is being compiled from the pristine peatlands of the Utikuma Regional Study Area (URSA). A preliminary review of the first sets of chemical analyses shows that pH, EC, bicarbonate and major cations are sensitive indicators of water-sediment interactions. Comparing variation within the bogs with outflow suggests that drainage channels have cut into the underlying sediment layers: here, mineral dissolution reactions are actively neutralizing acidity. The increase in pH seen in this zone will decrease the solubilities of both Al and Fe which, in turn, will affect P, the nutrient of greatest concern. Processes taking place at these outflows may be playing a key role in regulating water chemistry, and will receive greater attention during the upcoming field season.

Remote and/or automated control of the water table in *Sphagnum* farming basins: Is the investment worthwhile?

Contrôle à distance et automatisé de la nappe phréatique dans les bassins de culture de sphaigne : est-ce que l'investissement en vaut la peine?

Sandrine Hugron[1], Robert Lagacé[2], Sebastian Gutierrez-Pachecho[1]

[1] Peatland Ecology Research Group, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux; Université Laval, QC, Canada; email: Sandrine.Hogue-Hugron@fsaa.ulaval.ca

[2] CentrEau, Peatland Ecology Research Group; Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, QC, Canada; email: robert.lagace.qc@gmail.com

Abstract: Since 2013, two *Sphagnum* farms with automated irrigation were implemented in Eastern Canada to produce *Sphagnum* fibres on a cyclic and renewable basis. In both sites, two targets for water table (-10 cm and -20 cm) and different positions of irrigation/drainage channels were tested. The irrigation system of the two sites, and especially Shippagan experimental site, were implemented at low costs. Water table level was monitored in the sites regularly and the accumulation of biomass (yields) was evaluated yearly. We observed that *Sphagnum* establishment was faster in irrigated cultivation basins compared to unmanaged basins. After 4 and 5 growing seasons, *Sphagnum* productivity in irrigated basins is higher than in unmanaged basins: biomass accumulation was 3 to 6 times higher in irrigated basins with a water table target at -10 cm whereas when maintained around -20 cm the biomass accumulation doubled in comparison to unmanaged *Sphagnum* culture basins. *Sphagnum* species composition generally remains dominated by the species that were introduced over time, although species from the subgenus Acutifolia tend to increase in cover in the driest basins.

Résumé : Depuis 2013, deux sites expérimentaux de culture de sphaignes avec un système automatisé de contrôle du niveau d'eau ont été mis en place dans l'est du Canada. Le but de la culture de sphaigne est de produire des fibres non décomposées sur une base cyclique et renouvelable. Pour les deux sites, deux cibles de niveaux d'eau (-10 cm et -20 cm) et différentes positions de canaux d'irrigation/drainage ont été testées. La conception et l'installation du système d'irrigation des deux sites, et plus spécialement celui de Shippagan, ont nécessité des investissements monétaires relativement faibles. Le niveau de la nappe phréatique a été mesuré régulièrement et l'accumulation de la biomasse de sphaigne (les rendements) a été évaluée annuellement. Nous avons observé que l'établissement de la sphaigne était plus rapide dans les bassins irrigués que dans les bassins sans système de contrôle. Après 4 et 5 saisons de croissance, la productivité était plus élevée dans les bassins irrigués : l'accumulation de biomasse était 3 à 6 fois supérieure dans les bassins irrigués avec une cible de niveau d'eau à -10 cm alors que pour les bassins avec une cible à -20 cm la production de biomasse était deux fois supérieure aux bassins sans système de contrôle. Au cours des années, la composition en espèces de sphaigne demeurait généralement dominée par les espèces introduites, bien que le couvert des espèces du sous-genre Acutifolia avait tendance à augmenter dans les bassins les plus secs.

Use of cumulative indicators to estimate biomass accumulation in *Sphagnum* farms

Utilisation d'indicateurs cumulatifs pour estimer l'accumulation de la biomasse dans les bassins de culture de sphaigne

Sebastian Gutierrez-Pacheco[1-2], Sandrine Hugron[1], Line Rochefort[1], Robert Lagacé[2], Stéphane Godbout[3]

[1] Peatland Ecology Research Group, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux; Université Laval, QC, Canada; email: sebastian.gutierrez-pacheco.1@ulaval.ca

[2] CentrEau, PERG; Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, QC, Canada

[3] PERG, Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, Québec, QC, Canada

Abstract: For the success of *Sphagnum* farming, it is necessary to consider several factors: selection of donor material, possibilities of peatland adequacy, quality and quantity of ground and surface water and management operations to control vascular plants. However, most research in *Sphagnum* farming suggests that water table management is an important factor for *Sphagnum* biomass accumulation. The aim of this study was to estimate the biomass accumulation in *Sphagnum* farm with a cumulative index which allows to describe the seasonal water table fluctuation. For this project, the concept of sum of exceedances / deficit of water (SEW) compared to a reference water table depth (X) was adopted. Database consisting of water table fluctuations as well as the vegetal inventory from summer 2016 (biomass, *Sphagnum* cover and moss mat thickness) were considered. Three species were chosen: *Sphagnum papillosum* (PAP), *S. medium* (MED) and *S. rubellum* (RUB), for six basins in Saint-Modeste (Quebec) with different irrigation configurations: no canal, peripheral drainage ditch, peripheral irrigation ditch and central irrigation ditch. The concept of SEW was introduced to explain *Sphagnum* biomass production for the conditions of the year considered (~1050 mm of precipitations). An increase in SEW means that a stress condition in comparison to the reference water table depth (X) was more frequent during the season. Each introduced species has a different X value: -15 cm for RUB (R^2=0.729), -25 cm for PAP (R^2=0.277) and -30 cm for MED (R^2=0.305). At the same time, the cross-validation of biomass with the *Sphagnum* cover showed that once the cover reaches a percentage of at least 90%, the accumulation of biomass is independent of the cover. It indicates that X value should be high in the first years of establishment and then it could be lower in order to allow an easier water table control.

Résumé : Pour le succès dans la culture de sphaigne, il est nécessaire de prendre en compte plusieurs facteurs : la sélection du matériel de donneur, les possibilités d'adéquation des tourbières, la qualité et la quantité des eaux souterraines et de surface et les opérations de gestion visant à contrôler les plantes vasculaires. Cependant, la plupart des recherches sur la culture de sphaigne suggèrent que la gestion de la nappe phréatique est un facteur important d'accumulation de la biomasse de sphaigne. Le but de cette recherche était d'estimer l'accumulation de biomasse dans la culture de sphaigne à l'aide d'un indice cumulatif permettant de décrire simultanément les fluctuations saisonnières de la nappe phréatique. Pour ce projet, le concept de somme des dépassements / déficit d'eau (SEW) par rapport à un niveau de référence de la nappe phréatique (X) a été adopté. Une base de données comprenant le suivi du niveau de la nappe phréatique ainsi que l'inventaire des végétaux de l'été 2016 (biomasse, couverture de sphaignes et épaisseur du tapis de mousses) a été examiné. Trois espèces ont été considérées : *Sphagnum papillosum* (PAP), *S. medium* (MED) et *S. rubellum* (RUB), pour six bassins à Saint-Modeste (Québec) avec différentes configurations d'irrigation : aucun canal, un canal de drainage périphérique, un canal d'irrigation périphérique et un canal d'irrigation central. Le concept de SEW a été introduit pour expliquer la production de biomasse de sphaigne dans les conditions de l'année considérée (~ 1050 mm de précipitations). Une augmentation du SEW signifie qu'une condition de stress relative au niveau de référence de la nappe phréatique (X) était plus fréquente pendant la saison. Chaque espèce introduite a une valeur X différente : -15 cm pour RUB (R^2 = 0,729), -25 cm pour PAP

(R^2 = 0,277) et -30 cm pour MED (R^2 = 0,305). Parallèlement, la validation croisée de la biomasse avec le recouvrement de sphaigne a montré qu'une fois que le recouvrement atteint un pourcentage de 90%, l'accumulation de biomasse est indépendante du recouvrement. Cela indique que la valeur X devrait être élevée au cours des premières années d'établissement et qu'elle pourrait ensuite être inférieure afin de permettre un contrôle plus facile de la nappe phréatique.

Removing in-situ oil and gas footprint on Alberta's boreal peatlands

Élimination in situ de l'empreinte gazière et pétrolière sur les tourbières boréales de l'Alberta

Bin Xu & Melanie Bird

NSERC Industrial Research Chair for Colleges, Centre for Boreal Research, Northern Alberta Institute of Technology, Peace River, AB Canada; email: BINX@nait.ca

Abstract: Restoration of peatlands disturbed by in-situ oil and gas exploration across Alberta's boreal regions is a complex process that requires: 1) a thorough understanding of the impact of linear disturbances and the ecosystems they are built in, 2) clear and well-defined restoration goals, 3) practical field techniques to reclaim and revegetate, and 4) effective tools and methods for monitoring and assessment at the local and landscape scales. In this talk, I will provide an overview of reclamation challenges to restore peatland affected by in-situ oil and gas activities in Alberta. I will present case studies to reclaim well pads and linear features built in peatland settings. Approaches to remove clay fill and geotextile, and methods to create microsites and restore hydrologic/edaphic conditions will be highlighted. Different options to introduce wetland/peatland vegetation through natural ingress, donor transfer, and stock planting will also be evaluated. Their effectiveness to achieve reclamation goals and to restore valuable peatland function will be discussed. Lastly, I will highlight key knowledge gaps and immediate technological challenges still facing peatland scientists, practitioners, land managers, and policy makers in Alberta.

Résumé : La restauration des tourbières perturbées par l'exploration pétrolière et gazière in situ dans les régions boréales de l'Alberta est un processus complexe qui nécessite: 1) une compréhension approfondie de l'impact des perturbations linéaires et des écosystèmes dans lesquels elles sont construites, 2) des objectifs de restauration clairs et bien définis , 3) des techniques de terrain pratiques pour réhabiliter et revégétaliser et 4) des outils et des méthodes efficaces de suivi et d'évaluation à l'échelle locale et à l'échelle du paysage. Dans cet exposé, je donnerai un aperçu des problèmes de remise en état posés par la restauration des tourbières affectées par les activités pétrolières et gazières in situ en Alberta. Je présenterai des études de cas sur la réhabilitation des plateformes de forage et des entités linéaires construites dans des environnements de tourbières. Les approches pour éliminer le remblai d'argile et le géotextile, ainsi que les méthodes pour créer des microsites et restaurer les conditions hydrologiques / édaphiques seront mises en évidence. Différentes options pour introduire la végétation des zones humides / tourbières par la colonisation spontanée, le transfert de matériel végétal donneur et de la plantation seront également évaluées. Nous discuterons de leur efficacité pour atteindre les objectifs de remise en état et pour restaurer la précieuse fonction des tourbières. Enfin, je soulignerai les principales lacunes dans les connaissances et les défis technologiques immédiats auxquels sont confrontés les scientifiques, praticiens, gestionnaires de terres et responsables des politiques des tourbières de l'Alberta.

Water table dynamics in a restored peatland on a former oil well-pad

Dynamique de la nappe phréatique dans une tourbière restaurée sur un ancien puits de pétrole

Torben Rocco Russo & Maria Strack

Department of Geography and Environmental Management, University of Waterloo, Ontario, Canada;
email: trrusso@uwaterloo.ca

Abstract: Well-pads are a common disturbance in the Alberta oil sands. Federal and provincial law requires some measure of restoration after site abandonment or disuse, yet research on restoration of well-pads and other associated disturbances is limited, particularly in peatland ecosystems. This study evaluates the hydrologic function of experimental treatments on a restored peatland well-pad.

Study objectives include quantifying hydrological conditions on the well-pad and natural areas and observing hydrology of the well-pad within the context of the natural peatland. The field site is a 1 ha well-pad (IPAD) and surrounding natural peatland located near Peace River, Alberta. Surface layers of IPAD's clay well-pad and underlying geotextile were removed, and underlying peat was decompacted (i.e., inverted) with some of the clay pad buried under the peat to achieve the desired surface elevation. Therefore, three main restoration techniques were used: 1. Clay Inversion (clay buried under peat), 2. Peat Inversion (no clay), and 3. Mixed Clay Inversion (clay buried, but with some mixing into peat). Transects of piezometer nests (x3 piezometers and x1 well at 30, 50, 100 and 100cm respectively) were installed that crossed IPAD and extended 100 m into the natural site: Two were oriented east-west and two north-south. Between June and August 2017, water table was measured up to twice a week, hydraulic conductivity was measured once at each piezometer, and elevation was determined. Three core samples were taken from each treatment and four from natural areas to investigate soil hydrophysical properties. In August 2018, all 30 and 50 cm piezometers were measured with dataloggers for greater accuracy in determining hydraulic conductivity. Elevation data using RTK GPS surveying equipment, three rounds of water table measurements, and LiDAR data of the site was acquired.

Water table and elevation data suggests the restored site is forming a small perched water table - a possible hydrological disconnect between restored and natural sites. This could be due to a combination of factors including peat compression and treatment type. Challenges in running both saturated and unsaturated hydraulic conductivity experiments on the core samples will be discussed. Differences in hydraulic conductivity between the restoration treatments and undisturbed natural areas will also be presented.

Résumé : Les plates-formes de forage constituent une perturbation courante dans la région des sables bitumineux de l'Alberta. Les lois fédérales et provinciales exigent certaines mesures de restauration après la fermeture ou l'abandon du site, mais les recherches sur la restauration des puits et autres perturbations associées sont limitées, en particulier dans les écosystèmes de tourbières. Cette étude évalue la fonction hydrologique de traitements expérimentaux sur une plateforme de forage restaurée en tourbière.

Les objectifs de l'étude incluent la quantification des conditions hydrologiques sur la plateforme de forage et les zones naturelles et la surveillance de l'hydrologie de l'ancien site de forage dans le contexte des tourbières naturelles. Le site consiste en une plateforme de forage de 1 ha (IPAD) entourée de tourbières naturelles situées près de Peace River, en Alberta. Les couches d'argile de l'IPAD et du géotextile sous-jacent ont été retirées et la tourbe sous-jacente a été décompactée (c'est-à-dire inversée), une partie de la couche d'argile étant enfouie sous la tourbe pour obtenir l'élévation de surface souhaitée. Par conséquent, trois techniques de restauration principales ont été utilisées: 1) inversion de l'argile (argile enfouie dans de la tourbe), 2) inversion de la tourbe (sans argile) et 3) inversion de l'argile mélangée (argile enfouie, mais un peu mélangée dans la tourbe). Des transects de nids piézométriques (x3 piézomètres et x1 puits à 30, 50, 100 et 100 cm respectivement) ont été installés, traversant l'IPAD et s'étendant sur 100 m dans le site naturel: deux étaient orientés est-ouest et deux nord-sud. Entre juin et août 2017, la nappe phréatique a été mesurée jusqu'à deux

fois par semaine, la conductivité hydraulique a été mesurée une fois à chaque piézomètre et l'altitude a été déterminée. Trois échantillons de carottes ont été prélevés dans chaque traitement et quatre dans des zones naturelles pour étudier les propriétés hydrophysiques du sol. En août 2018, tous les piézomètres de 30 et 50 cm ont été mesurés avec des enregistreurs de données pour une plus grande précision dans la détermination de la conductivité hydraulique. Les données d'élévation obtenues à l'aide d'un équipement topographique RTK GPS, de trois séries de mesures de la nappe phréatique et de données LiDAR du site ont été acquises.

Les données de la nappe phréatique et de l'élévation suggèrent que le site restauré est en train de former une petite nappe phréatique perchée - une déconnexion hydrologique possible entre les sites restaurés et les sites naturels. Cela pourrait être dû à une combinaison de facteurs, notamment la compression de la tourbe et le type de traitement. Les défis liés à la réalisation d'expériences de conductivité hydraulique saturée et non saturée sur les carottes seront discutés. Les différences de conductivité hydraulique entre les traitements de restauration et les zones naturelles non perturbées seront également présentées.

The effects of seismic lines on soil properties, permafrost and vegetation in peatlands of NW Alberta

Les effets des lignes sismiques sur les propriétés du sol, le pergélisol et la végétation dans les tourbières du nord-ouest de l'Alberta

Anna Dabros[1], Jaime Pinzon[2] & David Langor[2]

[1] Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Ottawa, ON, Canada; email: anna.dabros@canada.ca
[2] Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, AB, Canada

Abstract: Linear features such as seismic lines built through boreal peatlands can have direct impacts on soil moisture and thermal dynamics, permafrost, ecosystem functions such as carbon accumulation and climate regulation, and vegetation recovery. Removal of vegetation reduces water intake and decreases evapotranspiration, which may contribute to higher soil moisture conditions on seismic lines than in the adjacent ecosystems. High moisture makes soils more prone to compaction and subsidence, which further affects moisture and thermal regimes. Within permafrost regions, these impacts may contribute to permafrost thaw and damage. All of these factors lead to reduced chances of vegetation recovery. The objective of our research was to assess the impact of seismic lines in treed peatlands on environmental conditions (light levels, soil moisture, temperature, permafrost presence), and on plant recovery patterns, in comparison to the adjacent treed parts of the peatlands. We compared the conditions on the lines to the adjacent peatland by investigating the distance of influence (edge effects) from the line edge into the peatland. As well, we assessed if the orientation of the seismic lines affects the extent of edge effects. The study was located in the peatlands of Peace River region, NW Alberta, on over 30-year-old conventional seismic lines. We sampled along 22 transects (11 oriented N-S and 11 E-W) running perpendicularly to the seismic line, and extending 75 metres away from the edge of the line in both directions. Results show that moisture was higher on the lines at all distances away from the line edge, except for the line edges themselves and 1 m away from the edge, where the conditions were also wetter. Temperature was lower on the line only in comparison to mid-interior adjacent peatland, 25 m away from the edge. Light was higher on the lines than anywhere else in the adjacent peatland. Permafrost is less likely to occur under the lines in comparison to the adjacent peatlands (especially on the N-S-oriented lines), implying deeper active layer due to more prominent permafrost thaw under the lines. In terms of plant species abundance for the understory vascular species, there was no effect on the abundance of low shrubs, but the abundance of herbs (forbs and grasses) was significantly lower on the lines than at any distance away from the edge of the line into the adjacent peatland. On the other hand, there was no difference in richness or diversity of herbs on lines and in the adjacent peatland, but shrubs were more diverse and had a higher species richness on lines in comparison to any distance away from the line edge. Overall richness for all understory vascular plant species was higher on seismic lines in comparison to 2, 5, 15, 25 and 75 m away from the line. This means that richness was higher on the lines, at the edge, and 1 m away from the edge (where moisture was also higher). Bryophyte species were significantly more abundant on the lines, though they consisted mostly of different species of *Sphagnum*. The abundance of tree species on the lines was significantly lower than in the adjacent peatland.

Overall, the patterns show that environmental conditions and vegetation patters are significantly different on seismic lines in comparison to the adjacent peatland, even after over 30 years since the lines were constructed, which corroborates with the other studies that found evidence of arrested succession and poor recovery of seismic lines in peatlands. However, the differences seem to be mostly contained within the boundaries of the seismic lines, as evidence of edge effects spilling into the adjacent peatland was very weak (1 m away from the line edge for the soil moisture and richness of understory vascular plants). Interestingly, in another study following the same methodology, we observed significant edge effects for four-year-old low impact seismic (LIS) lines in upland sub boreal forests in Swan Hills region of NW Alberta, where species diversity of herbaceous plants was lowest on the lines and up to 15 m into the adjacent forest. Further research is needed

to investigate why edge effects were evident for relatively young LIS lines in the forest, but not for much older conventional seismic lines in the peatlands.

Résumé : Les structures linéaires telles que les lignes sismiques construites dans les tourbières boréales peuvent avoir des effets directs sur l'humidité et la dynamique thermique du sol, le pergélisol, les fonctions écosystémiques telles que l'accumulation de carbone et la régulation du climat, ainsi que le rétablissement de la végétation. L'enlèvement de la végétation réduit la consommation d'eau et diminue l'évapotranspiration, ce qui peut contribuer à des conditions d'humidité du sol plus élevées sur les lignes sismiques que dans les écosystèmes adjacents. Une humidité élevée rend les sols plus sujets au compactage et à l'affaissement, ce qui affecte également les régimes d'humidité et thermiques. Dans les régions de pergélisol, ces impacts peuvent contribuer au dégel et aux dommages du pergélisol. Tous ces facteurs réduisent les chances de rétablissement de la végétation. L'objectif de notre recherche était d'évaluer l'impact des lignes sismiques dans les tourbières arborées sur les conditions environnementales (luminosité, humidité du sol, température, présence de pergélisol) et sur les schémas de récupération des plantes par rapport aux parties boisées adjacentes des tourbières. Nous avons comparé les conditions des lignes à la tourbière adjacente en examinant la distance d'influence (effets de bordure) de la marge vers l'intérieur de la tourbière. Nous avons également évalué si l'orientation des lignes sismiques avait une incidence sur l'étendue des effets de bord. L'étude était située dans les tourbières de la région de Peace River, dans le nord-ouest de l'Alberta, sur des lignes sismiques classiques âgées de plus de 30 ans. Nous avons échantillonné le long de 22 transects (11 orientés N-S et 11 E-W) perpendiculaires à la ligne sismique et s'étendant à 75 mètres de part et d'autre des marges de la ligne. Les résultats montrent que l'humidité était plus élevée sur les lignes à toutes les distances du bord de la ligne, à l'exception des bords de la ligne eux-mêmes et à 1 m du bord, où les conditions étaient également plus humides. La température était inférieure sur la ligne uniquement par rapport aux tourbières adjacentes, à 25 m du bord. La quantité de lumière était plus grande dans les lignes que partout ailleurs dans la tourbière adjacente. Le pergélisol est moins susceptible de se produire sous les lignes par rapport aux tourbières adjacentes (en particulier sur les lignes orientées N-S), ce qui implique une couche active plus profonde en raison d'un dégel du pergélisol plus important sous les lignes. En ce qui concerne l'abondance des espèces végétales vasculaires de sous-bois, l'abondance des arbustes bas n'a pas eu d'effet, mais l'abondance des herbacées était nettement plus faible sur les lignes qu'à n'importe quelle distance dans la tourbière adjacente. D'autre part, il n'y avait aucune différence de richesse ou de diversité d'herbacées sur les lignes et dans la tourbière adjacente, mais les arbustes étaient plus diversifiés et avaient une richesse en espèces plus élevée sur les lignes par rapport à toutes les distances dans la tourbière adjacente. La richesse globale de toutes les espèces de plantes vasculaires de sous-bois était plus élevée sur les lignes sismiques par rapport à 2, 5, 15, 25 et 75 m de la ligne. Cela signifie que la richesse était plus élevée sur les lignes, au bord et à 1 m du bord (où l'humidité était également plus élevée). Les espèces de bryophytes étaient significativement plus abondantes sur les lignes, même si elles étaient principalement composées de différentes espèces de sphaignes. L'abondance des espèces d'arbres sur les lignes était nettement inférieure à celle des tourbières adjacentes.

Globalement, les schémas montrent que les conditions environnementales et les structures de végétation sont significativement différentes sur les lignes sismiques par rapport aux tourbières adjacentes, même plus de 30 ans après la construction des lignes, ce qui corrobore les autres études qui ont mis en évidence une succession arrêtée et une récupération médiocre des lignes sismiques en tourbière. Cependant, les différences semblent être en grande partie contenues dans les limites des lignes sismiques, car les effets de bordure se propageant dans la tourbière adjacente étaient très faibles (à 1 m de la ligne de démarcation pour l'humidité du sol et la richesse des plantes vasculaires de sous-bois). Fait intéressant, dans une autre étude suivant la même méthodologie, nous avons observé des effets de bordure significatifs sur des lignes sismiques à faible impact de quatre ans dans les forêts hautes terres sub-boréales de la région de Swan Hills, dans le nord-ouest de l'Alberta, où la diversité des espèces de plantes herbacées était plus faible sur les lignes et jusqu'à 15 m dans la forêt adjacente. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer pourquoi les effets de bordure étaient évidents pour les lignes sismiques à faible impact relativement jeunes dans la forêt, mais pas pour les lignées sismiques conventionnelles beaucoup plus anciennes dans les tourbières.

Wetlands restoration on former cranberry farms

Restauration de milieux humides sur d'anciennes cultures de canneberge

Line Rochefort & Kathy Pouliot

Peatland Ecology Research Group, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux; Université Laval, QC, Canada; emails: Line.Rochefort@fsaa.ulaval.ca, Kathy.Pouliot@sbf.ulaval.ca

Abstract: Cranberries are small fruits that are well known to the broader community of the Peatland Ecology Research Group, but few people know that Quebec ranks second in the world in the cultivation of this fruit, almost ex æquo with the state of Massachusetts, with Wisconsin being the largest producer. In the early 1800s, cranberry was grown on peat, that is where we found them after all. Already in the 1860s, they discovered that a sand amendment favours crops. Thus, cranberries are grown on peat with sand amendment or directly on the sand. Productions on sand in the southwest of the Great Lakes, and more recently in Quebec and Chile, have such yields that peat producers are struggling to survive in the market. This is causing many peat growers to shut down, mainly in Massachusetts, leaving hundreds of acres of cranberry farms abandoned. The Massachusetts Department of Ecological Restoration in the Cape Cod region has carried out a few restoration projects on wetlands that have been used for growing cranberries for more than 100 years. The geomorphological context of peatlands in the region is quite different from Quebec. Even if the Quebec industry is in expansion, it would be very advantageous to begin now research on the restoration of on-peat cranberry farms through a technological adaptation of the Moss Layer Transfer Technique, but also about the swamp restoration. Indeed, growing on sand saves peat bogs but it affects other wetlands like swamps. In Quebec, 90% of production is in the Centre-du-Québec region, in the sugar maple-basswood domain, but very little research has been done on the restoration of deciduous forest swamps. Thus, efforts should be made in the study of the restoration of swamps even if it is tedious because of the slow growth of trees.

Résumé : La canneberge est un petit fruit bien connu de la communauté élargie du Groupe de recherche en écologie des tourbières, par contre peu de personnes savent que le Québec se classe au deuxième rang mondial dans la culture de ce fruit, presque ex æquo avec l'état du Massachusetts, le Wisconsin étant le plus grand producteur. Au début des années 1800, la canneberge était cultivée sur la tourbe, c'est tout de même en tourbière qu'on la retrouve après tout. Déjà, dans les années 1860, on découvre qu'un amendement de sable favorise les cultures. Ainsi, la canneberge est cultivée sur tourbe avec amendement de sable ou directement sur le sable. Les productions sur sable du sud-ouest des Grands Lacs, et plus récemment du Québec et du Chili, offrent un tel rendement que les producteurs sur tourbe peinent à survivre dans le marché. Cela pousse plusieurs producteurs sur tourbe à mettre fin à leurs activités, principalement au Massachusetts, laissant des centaines d'hectares de champs de cannebergières à l'abandon. Quelques projets de restauration de tourbières ayant servi à la culture de la canneberge pendant plus de 100 ans ont été réalisés par la Division de la Restauration écologique du Massachusetts, dans la région de Cape Code. Le contexte géomorphologique des tourbières de cette région est bien différent de celui du Québec. Même si l'industrie québécoise est en pleine expansion, il serait fort avantageux de commencer maintenant des travaux de recherche sur la restauration de cannebergières sur tourbe via, notamment, une adaptation technologique de la « Technique de transfert du tapis muscinal », mais également à propos de la restauration de marécages. En effet, la culture sur sable épargne les tourbières, mais touche les marécages. Au Québec, 90 % de la production se fait dans la région du Centre-du-Québec, dans le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul, par contre, très peu de recherches ont été faites sur la restauration de marécages de forêt décidue. Ainsi, des efforts devraient être déployés dans l'étude de la restauration de marécages même si c'est fastidieux en raison de la croissante lente des arbres.

Mechanical compression of regenerated *Sphagnum* moss: Findings and implications for management of restored peatlands

Compression mécanique des mousses de sphaigne régénérées : résultats et implications pour la gestion des tourbières restaurées

Tasha-Leigh Gauthier[1-2], Maria Strack[1], Jonathan S. Price[2]

[1] Peatland Ecology Research Group, NSERC Canada Research Chair: Ecosystem and Climate; Wetland Soils & Greenhouse Gas Exchange Lab, Department of Geography and Environmental Management, University of Waterloo, ON, Canada; email: tjjgauthier@uwaterloo.ca

[2] PERG, Wetlands Research Centre; Wetlands Hydrology Lab, Department of Geography and Environmental Management, University of Waterloo, ON, Canada.

Abstract: Ten years after restoration was implemented at the Bois-des-Bel peatland (BdB) in Quebec, there was limited hydrological connectivity between the regenerated *Sphagnum* moss and the remnant cutover peat due to the formation of a capillary barrier. This resulted in lower soil water content in comparison to a natural analogue, which may limit carbon sequestration potential of the regenerated moss. Based on the success of a laboratory based mechanical compression study, two fields at BdB were compressed using a John Deere 6430 series tractor to apply the necessary force, followed by hydrological and CO_2 flux monitoring May-August 2016. The compressed fields were compared to an adjacent uncompressed field to determine relative success of mechanical compression. Field compression resulted in a moss height reduction of 8.5 cm (48%), an increase in bulk density, and a reduction in the proportion of macropores throughout the moss layer, which indicates an increase in resilience to drying. Compression increased soil water retention and as such, the average soil moisture content in the Compressed site was consistently higher throughout the moss profile than in the Uncompressed site. Despite this increase in water content, moss productivity was not significantly higher in the Compressed site ($p > 0.05$; Kruskal-Wallis one-way ANOVA on ranks). Further, ecosystem respiration was significantly higher in the Compressed site ($p < 0.01$; Kruskal-Wallis one-way ANOVA on ranks), causing the area to be a slightly weaker CO_2 sink. Having not characterized the degree of increased resilience to drying, and with the increase in CO_2 release, wide-scale implementation of mechanical compression is not recommended without further investigation.

Résumé : Dix ans après la mise en œuvre de la restauration à la tourbière Bois-des-Bel (BdB) au Québec, la connectivité hydrologique entre la sphaigne régénérée et la tourbe résiduelle due à la formation d'une barrière capillaire était insuffisante. Il en résulte une teneur en eau du sol inférieure à celle d'un analogue naturel, ce qui peut limiter le potentiel de séquestration du carbone de la mousse régénérée. À la suite du succès d'une étude de compression mécanique en laboratoire, deux portions de BdB ont été compressées à l'aide d'un tracteur de la série 6430 de John Deere afin d'appliquer la force nécessaire. Un suivi des flux hydrologiques et de CO_2 a été réalisé de mai à août 2016. Les portions compressées ont été comparées à une autre non compressée adjacente pour déterminer le succès relatif de la compression mécanique. La compression sur le terrain a entraîné une réduction de la hauteur de la mousse de 8,5 cm (48 %), une augmentation de la densité apparente et une réduction de la proportion de macropores dans la couche de mousses, ce qui indique une augmentation de la résistance au séchage. La compression augmentait la rétention d'eau du sol et, de ce fait, la teneur moyenne en eau du site compressé était systématiquement plus élevée sur tout le profil de mousses que sur le site non compressé. Malgré cette augmentation de la teneur en eau, la productivité en mousses n'était pas significativement supérieure dans le secteur compressé ($p > 0,05$; ANOVA unidirectionnelle de Kruskal-Wallis). De plus, la respiration de l'écosystème était significativement plus élevée sur le site compressé ($p < 0,01$; ANOVA unidirectionnelle de Kruskal-Wallis), ce qui rendait la zone en un puits de CO_2 légèrement plus faible. Comme le degré d'augmentation de la résilience au séchage et l'augmentation du rejet de CO_2 n'ont pas été caractérisés, la mise en œuvre à grande échelle de la compression mécanique n'est pas recommandée sans recherche supplémentaire.

Comparative study on the response of *Sphagnum* and vascular plants to warming, nitrogen and phosphorus input in Hani Peatland of Changbai Mountains, China

Étude comparative sur la réponse des sphaignes et des plantes vasculaires au réchauffement et à l'apport d'azote et de phosphore dans la tourbière Hani dans le massif du Changbai, Chine

Chao Liu[1-2], Zhao-jun Bu[1], Jin-ze Ma[1], Min Yuan[1], Lu Feng[1-3], Line Rechort[2]

[1] State Environmental Protection Key Laboratory of Wetland Ecology and Vegetation Restoration, Institute for Peat and Mire Research, Northeast Normal University, Changchun, China; email: liuc272@nenu.edu.cn; chao.liu.3@ulaval.ca
[2] PERG, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux; Université Laval, QC, Canada
[3] Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Chenyang, China

Abstract: It is unclear how different types of plants in peatlands respond to warming, nitrogen deposition and phosphorus inputs, which could impact ecosystem processes. Our objective was to investigate the effects of warming and different levels of nitrogen and phosphorus additions (1 or 2 mg/m^2/yr of N; 0.1 or 0.2 mg/m^2/yr of P) on *Sphagnum* mosses, deciduous shrubs, evergreen shrubs, herbs and sedges in Hani Peatland of Changbai Mountains through 6 years of experimental simulation. The responses to the treatments were different among plant types. Warming reduced the cover of *Sphagnum* mosses, while deciduous and evergreen dwarf shrubs increased their cover. No effect of warming was detected on herbs and sedges. Both N and P additions reduced the cover of *Sphagnum* mosses even at lower inputs. Both N treatments negatively affected the evergreen dwarf shrubs whereby even lower N inputs decreased evergreen dwarf shrubs dominance index by 50% (an index integrating cover, height and density). Deciduous dwarf shrubs were only negatively affected by the 2 mg/m^2/yr of N inputs and not influenced by the lower N treatments. Contrary to the dwarf shrubs, herb and sedge dominance were increased by higher additions of N but not affected by the lower N inputs. As for the effect of P, the fertilizing effect positively increased the dominance of dwarf shrubs but negatively affected herbs and sedges. Indeed, the dominance index of deciduous and evergreen dwarf shrubs increased by 30% and 78% at lower levels of P input whereas, herbs and sedges decreased their dominance by 28% and 36% respectively with only the 0,1 mg/m^2/yr of P treatments.

In conclusion, only the evergreen dwarf shrubs and *Sphagnum* mosses revealed to be sensitive to lower N inputs while the other plant types were not affected by lower levels of N additions. Both treatments of P were positive for the development of shrubs but negatively affected mosses, herbs and sedges. Our study suggests that under the background of warming, only shrubs may obtain growth advantages; N or P additions could change the balance between *Sphagnum* mosses and vascular plants, which will have a profound impact on the vegetation pattern of peatlands.

Résumé : Il est difficile d'établir comment différentes plantes de tourbières réagissent au réchauffement, aux dépôts d'azote et aux apports de phosphore, ce qui pourrait avoir une incidence sur les processus écosystémiques. Notre objectif était d'étudier les effets du réchauffement et de différents niveaux d'addition d'azote et de phosphore (1 ou 2 mg / m^2 / an de N; 0,1 ou 0,2 mg / m^2 / an de P) sur la sphaigne, les arbustes à feuilles caduques, les arbustes à feuilles persistantes, les herbacées et les plantes graminoïdes de la tourbière d'Hani du massif de Changbai au cours de six années de simulation expérimentale. Les réponses aux traitements étaient différentes selon les types de plantes. Le réchauffement a réduit le couvert des sphaignes, tandis que les arbustes à feuilles caduques et à feuilles persistantes ont augmenté leur recouvrement. Aucun effet du réchauffement n'a été détecté sur les herbacées et les plantes graminoïdes. Les additions de N et de P ont engendré une diminution du couvert des sphaignes même à des apports plus faibles. Les deux traitements à l'azote ont eu un effet négatif sur les arbustes à feuilles persistantes, car même des apports d'azote plus

faibles ont diminué l'indice de dominance des arbustes à feuilles persistantes de 50 % (indice intégrant le couvert, la hauteur et la densité). Les arbustes à feuilles caduques n'ont été affectés négativement que par les apports de 2 mg/m^2/an d'azote et n'ont pas été influencés par les traitements à faible teneur en azote. Contrairement aux arbustes, la dominance des herbacées et des plantes graminoïdes a été augmentée par des ajouts plus élevés d'azote, mais elle n'a pas été affectée par des apports en azote inférieurs. En ce qui concerne l'effet de P, la fertilisation a augmenté positivement la dominance des arbustes, mais a eu un effet négatif sur les herbacées et les plantes graminoïdes. En effet, l'indice de dominance des arbustes à feuilles caduques et à feuilles persistantes a augmenté de 30 % et 78 % respectivement à un niveau faible d'apport en phosphore, tandis que les herbacées et les plantes graminoïdes ont vu leur dominance diminuer respectivement de 28 % et 36 % avec seulement 0,1 mg/m^2/an des traitements de P.

En conclusion, seuls les arbustes à feuilles persistantes et les sphaignes se sont révélés sensibles aux intrants à faible teneur en azote, tandis que les autres types de plantes n'étaient pas affectés par des apports plus faibles en azote. Les deux traitements de P ont été positifs pour le développement des arbustes, mais ils ont affecté négativement les sphaignes, les herbacées et les plantes graminoïdes. Notre étude suggère que, dans le contexte du réchauffement climatique, seuls les arbustes peuvent obtenir des avantages de croissance; les ajouts de N ou de P pourraient modifier l'équilibre entre les sphaignes et les plantes vasculaires, ce qui aura un impact profond sur le schéma de végétation des tourbières.

An automated approach to assess the recolonization of peatlands by birds

Une approche automatisée pour évaluer la recolonisation des tourbières par les oiseaux

André Desrochers

Centre d'étude de la forêt, Peatland Ecology Research Group; Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec Canada; email: Andre.Desrochers@sbf.ulaval.ca

Abstract: The recolonization of peatlands by wildlife is a relevant measure for assessing the success of ecosystem restoration. Since 1993, we have measured bird recolonization by conducting surveys with experienced ornithologists. Recent technological advances have made possible a more economical approach to capturing and analyzing ornithological data. This approach is based on the deployment of field recorders, whose acoustic data (bird songs) are analyzed automatically. We adopted this approach in 2018 in 50 restored and natural peatland sites in eastern Quebec. I will present the fundamentals of acoustic analysis now used, summarizing its strengths and weaknesses. Then, I will summarize the few similarities and many differences observed in the bird species encountered in the restored sites versus the surrounding natural sites in the light of the new results and those obtained in the past years.

Résumé : La recolonisation des tourbières par la faune est une mesure pertinente pour évaluer le succès de la restauration écosystémique. Depuis 1993, nous avons mesuré la recolonisation par les oiseaux en effectuant des inventaires avec des ornithologues expérimentés. Les avancées technologiques récentes ont rendu possible une approche plus économique dans la saisie et l'analyse de données ornithologiques. Cette approche est basée sur le déploiement d'enregistreurs sur le terrain, dont les données acoustiques (chants d'oiseaux) sont analysées de manière automatique. Nous avons adopté cette approche en 2018 dans 50 sites de tourbières restaurées et naturelles de l'est du Québec. Je présenterai les fondements de l'analyse acoustique désormais utilisée, en résumant ses forces et faiblesses. Ensuite, je résumerai les quelques similitudes et nombreuses différences observées dans les espèces d'oiseaux rencontrées dans les sites restaurés versus les sites naturels avoisinants à la lumière des nouveaux résultats et de ceux obtenus dans les années passées.

Ecohydrological change following rewetting of the Grande plée Bleue raised bog

Changement écohydrologique à la suite du remouillage de la tourbière de la Grande plée Bleue

Paul P.J. Gaffney[1], Sandrine Hugron[2], Sylvain Jutras[3], Line Rochefort[2]

[1] Environmental Research Institute, North Highland College, University of the Highlands and Islands, Castle Street, Thurso, UK

[2] Peatland Ecology Research Group, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux, Université Laval, QC, Canada

[3] Centre d'étude de la forêt, CentrEau, PERG; Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, QC, Canada

Abstract: Restoration of degraded peatland ecosystems (by rewetting) is undertaken to bring back key ecosystem services. However, the restoration process can have a range of ecohydrological effects, due to the physical and biogeochemical disturbance associated with rewetting. In the case for peatlands drained by large and deep ditches, these are relatively unknown. The Grande plée Bleue (GPB) is one of the largest pristine, relatively untouched bogs in the St-Lawrence lowlands, however, it contained an old (> 60 years), 750 m long, 3.5 m deep and 8 m wide ditch on average). Rewetting of the area affected by the ditch, was carried out by the construction of six dams at 40 cm elevation intervals and felling of all trees with DBH >10 cm. At distances up to 65 m from a dam, water table was restored to levels similar to pristine bog reference sites, while the rewetting did not affect pore-water chemistry. To restore the hydrology more fully, dams should be spaced at smaller elevation intervals (e.g. every 20 cm of elevation), to allow recovery of the water table along the entire length of the ditch. Five-six years post-rewetting, the cover of both pioneer mosses and late successional mosses (*Sphagnum*) had not changed significantly compared to pre-rewetting. This may have been due to the presence of a high cover of shrubby vegetation and/or that conditions for spore germination were not sufficient for *Sphagnum* mosses to re-establish.

Résumé : Le but de la restauration (par remouillage) de tourbières dégradées est le retour des fonctions écosystémique. Toutefois, le processus de restauration peut avoir une large gamme d'effets écohydrologiques, en raison des perturbations physique et physicochimique qu'entraîne le remouillage. Pour le cas des tourbières drainées par des fossés de grandes dimensions, ces effets sont relativement peu connus. La tourbière de la Grande plée Bleue (GPB) est l'une des dernières tourbières relativement intactes des Basses Terres du Saint-Laurent. Toutefois, un vieux (> 60 ans) fossé de drainage de grande dimension (longueur : 750 m; profondeur : 3,5 m; largeur : 8 m) est présent. Le remouillage du secteur affecté par le fossé a été réalisé par la construction de six barrages localisés à des intervalles de dénivellation de 40 cm. Tous les arbres de plus de 10 cm de diamètre à largeur de poitrine ont également été coupés. À des distances atteignant 65 m en aval du barrage, la nappe phréatique a été restaurée à des niveaux similaires au secteur de référence, soit le bog naturel non impacté par le fossé de drainage. Afin d'atteindre un remouillage tout le long de la longueur du fossé de drainage, les barrages auraient probablement dû être placés à des intervalles d'élévation moindre (par exemple à 20 cm). Le remouillage n'a pas affecté la chimie de l'eau. Cinq à six ans post-remouillage, le couvert des mousses pionnières et des mousses de succession tardive (sphaignes) n'a pas changé significativement comparativement aux conditions de pré-remouillage. Cette faible colonisation par la sphaigne pourrait être expliquée par la présence d'un couvert très dense d'arbustes à proximité du fossé et/ou par des conditions non adéquates pour la germination des spores de sphaignes.

How to navigate through research outcomes when time comes to restore pools in peatlands: A synthesis of the PERG projects

Comment naviguer dans les résultats de recherche lorsque vient le temps de restaurer les mares en tourbières : synthèse des projets du GRET

Monique Poulin

[1] Quebec Centre for Biodiversity Science, Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, Canada; email: Monique.Poulin@fsaa.ulaval.ca

Abstract: Pools are known to show a unique plant diversity in peatlands. Their creation and the restoration of associated plant communities are often considered increasing ecological value of restored peatlands. In the last decade, the PERG has conducted a series of projects that should foster restoration success of pools and their specific flora. Experiments in growth chambers, greenhouses and in the field have been conducted to identify the best strategy to establish a good plant diversity along pool margins. The Moss Layer Transfer Technique seems to be efficient to establish bryophyte carpets, including both *Cladopodiella fluitans* and *Sphagnum*, but does not lead to a well-established vascular flora. Seed germination of vascular species is favoured by a water table at the surface compared to -10 cm below surface and by *Sphagnum* or peat substrate compared to *Cladopodiella fluitans* substrate. The development stage of the bryophyte carpet (fragments or full carpet) has no impact on seed germination but plants grow faster when established in newly established carpets (fragments). Frost heaving is a major factor to consider and the establishment of ericaceous shrubs can reduce it and promote *Sphagnum* establishment close to the water edge. Lastly, invasive species like *Typha angustifolia* can be controlled by the establishment of a full moss carpet, which limits seed germination. This is especially true for fen peat compared to bog peat where seeds do not germinate no matter the development stage of the moss carpet. The establishment of *Carex* and *Scirpus validus* can also limit the propagation of *Typha latifolia* and *Scirpus cyperinus* from rhizomes. These findings should help to foster a good plant diversity in depressions or along pool margins in restored fens and bogs.

Résumé : Les mares sont connues pour montrer une diversité végétale unique dans les tourbières. Leur création et la restauration des communautés végétales associées sont souvent considérées comme augmentant la valeur écologique des tourbières restaurées. Au cours des dix dernières années, le GRET a mené une série de projets qui devraient favoriser le succès de la restauration des mares et de leur flore spécifique. Des expériences dans des chambres de croissance, en serre et sur le terrain ont été menées pour identifier la meilleure stratégie pour établir une bonne diversité de plantes en marge des mares. La Technique du transfert du tapis muscinal semble être efficace pour établir des tapis de bryophytes, comprenant à la fois *Cladopodiella fluitans* et des sphaignes, mais ne conduit pas à une flore vasculaire bien établie. La germination des graines des espèces vasculaires est favorisée par une nappe phréatique affleurante comparée à -10 cm sous la surface et par un substrat de sphaigne ou de tourbe par rapport au substrat de *Cladopodiella fluitans*. Le stade de développement du tapis de bryophytes (fragments ou tapis complet) n'a pas d'impact sur la germination des graines, par contre la plante pousse plus vite lorsqu'elle est établie dans des tapis néoformés (fragments). Le soulèvement gélival est un facteur majeur à prendre en compte et l'établissement d'éricacées peut le réduire et favoriser l'établissement de sphaignes au bord de l'eau. Enfin, des espèces envahissantes telles que *Typha angustifolia* peuvent être contrôlées par la mise en place d'un tapis de mousses complet limitant la germination des graines. Cela est particulièrement vrai pour la tourbe de fen comparée à la tourbe de bog où les graines ne germent pas, peu importe le stade de développement du tapis de mousses. L'établissement de *Carex* et de *Scirpus validus* peut également limiter la propagation du *Typha latifolia* et du *Scirpus cyperinus* à partir de rhizomes. Ces résultats devraient aider à favoriser une bonne diversité végétale dans les dépressions ou en marge des mares dans les bogs et les fens restaurés.

Declaring success in *Sphagnum* peatland restoration: Identifying outcomes from readily measurable vegetation parameters

Déclaration du succès de la restauration des tourbières à sphaigne : identification des résultats à partir de paramètres de végétation facilement mesurables

Eduardo González[1] & Line Rochefort[2]

[1] Department of Biological Sciences, Colorado State University, CO, U.S.A.
[2] Peatland Ecology Research Group, Centre for Northern Studies, Centre de recherche en innovation sur les végétaux; Université Laval, QC, Canada; email: Line.Rochefort@fsaa.ulaval.ca

Abstract: Managers need readily applicable tools that give them an unequivocal declaration of success or failure of restoration projects based on their primary goals that may differ according to different jurisdictions. We used restored extracted *Sphagnum* peatlands in Canada to illustrate how different typologies of plant communities assigned to different restoration outcomes can be identified from readily measurable parameters. Vegetation was surveyed from 5 to 10 years since restoration on 2-3 year intervals in a total of 274 permanent plots in 66 restored peatlands across 4500 km, from the drier interior continental Alberta to the wetter maritime coastal New Brunswick. Plant community data was subject to a k-means clustering that resulted in three restoration outcome categories. A linear discriminant analysis (LDA) model (the "declaration" tool) correctly classified 91% of the plots of a calibration database (including 75% of the peatlands) and 93% of the validation database (25% of the peatlands) into the three restoration outcome categories, using plant strata and number of years since restoration only. The model includes classification functions that can be used to assign a restoration outcome category to new plots not used to construct the model. We assessed that close to 70% of the severely degraded peatlands are successfully regenerating towards the targeted peatland plant communities. Our approach will help restoration practitioners to assess the effectiveness of restoration without the input of an expert bryologist.

Résumé : Les gestionnaires ont besoin d'outils facilement applicables qui leur fournissent une idée sans équivoque de réussite ou d'échec des projets de restauration, en fonction de leurs objectifs principaux qui peuvent différer selon les juridictions. Au Canada, nous avons utilisé des tourbières à sphaigne dont la tourbe a été extraite et qui ont été restaurées pour illustrer la manière dont différents types de communautés végétales issues de la restauration peuvent être identifiées à partir de paramètres facilement mesurables. La végétation a été étudiée de 5 à 10 ans après la restauration, tous les 2 ou 3 ans, sur 274 parcelles permanentes réparties dans 66 tourbières restaurées sur 4 500 km, de l'Alberta continentale plus sèche à la côte maritime plus humide du Nouveau-Brunswick. Les données sur la communauté végétale ont fait l'objet d'une classification en k-moyennes qui a abouti à trois catégories de résultats de restauration. Un modèle d'analyse discriminante linéaire (ADL) (l'outil de « déclaration ») a correctement classé 91 % des parcelles d'une base de données d'étalonnage (comprenant 75 % des tourbières) et 93 % de la base de données de validation (25 % des tourbières) en trois catégories de résultats de restauration, en utilisant les strates végétales et le nombre d'années depuis la restauration seulement. Le modèle comprend des fonctions de classification qui peuvent être utilisées pour attribuer une catégorie de résultats de restauration à de nouvelles parcelles non utilisées pour construire le modèle. Nous avons constaté que près de 70 % des tourbières gravement dégradées se régénèrent avec succès vers les communautés végétales ciblées. Notre approche aidera les praticiens de la restauration à évaluer l'efficacité de la restauration sans l'intervention d'un expert en bryologie.