

3^e COLLOQUE ANNUEL

Chaire industrielle CRSNG-UQAT sur la biodiversité en contexte minier

21-22 AVRIL 2021

UQAT
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

EN WEBDIFFUSION



**NSERC
CRSNG**



**NEMASKA
LITHIUM**



MINE
**CANADIAN
MALARTIC**

Québec 



**CREE NATION
GOVERNMENT**



Horaire – Schedule

21 AVRIL 2021

HEURE TIME	PRESENTATEUR SPEAKER	CONTENU CONTENT
---------------	-------------------------	--------------------

08:45	Sophie Laliberté	Consignes Zoom Zoom instructions
-------	------------------	-------------------------------------

09:00	Nicole Fenton	Mot de bienvenue – Portrait de la Chaire et retour sur l'année 2020 Welcoming words – Chair's portrait and 2020 highlights
-------	---------------	---

09:15	Mélanie Jean	Empreinte spatiale des polluants particuliers autour des mines actives et restaurées – Croissance et bioaccumulation des bryophytes Spatial footprint of particulate pollutants around active and restored mines: bryophyte growth and bioaccumulation
-------	--------------	---

09:40	Xiangbo Yin	Déterminer l'empreinte spatiale des mines sur la diversité végétale: intégrations des impacts énigmatiques et du cycle de vie des mines Determining the footprint of mines on plant diversity: integrating enigmatic impacts and the mine life cycle
-------	-------------	---

10:05	Mélanie Nagati	Empreinte spatiale des mines sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du sol Spatial footprint of mines on soil physicochemical and microbiological properties
-------	----------------	---

10:25		Questions et discussion sur l'objectif 1 A Questions and discussion on Objectif 1 A
-------	--	--

10:40		PAUSE – Break
-------	--	----------------------

10:55	Guillaume Grosbois	Présentation invitée IRF – Une forêt les pieds dans l'eau : Utiliser l'écologie aquatique pour mieux comprendre la forêt boréale Guest Presentation IRF – A forest with its feet in the water: Using aquatic ecology to better understand the boreal forest
-------	--------------------	--

11:20	Lucienne Anciault	Présentation Partenaire – Hecla Québec Partner's Presentation – Hecla Québec
-------	-------------------	---

11:35		Vidéo présentation du laboratoire de bryologie Presentation video of the bryology lab
-------	--	--

11:55		DINER – Lunch
-------	--	----------------------



	HEURE TIME	PRESENTATEUR SPEAKER	CONTENU CONTENT
Objectif 1 B - Objective 1 B	13:00	Frédéric Poisson	Présentation Partenaire – Ministère de l’environnement et de la lutte aux changements climatiques (MELCC) Partner’s Presentation – Ministry of environment and fight against climate change (MELCC)
	13:15	Supun Madhumadha- wa Pawuluwage	Facteurs influant la facilitation entre les espèces d’arbres boréaux pendant le processus de régénération dans un site post-minier Below-ground facilitation between tree species in the re-vegetalization of a post-mining site
	13:40	Louis Imbeau	Utilisation des parcs à résidus miniers par la sauvagine en comparaison avec des étangs à castors en Abitibi-Témiscamingue Regional importance of tailings for waterfowl compared to beaver ponds in Abitibi-Témiscamingue
	14:05	Nils Ambec	Etude d’habitats rares et de leur apport en biodiversité à l’échelle régionale Regional importance of mining sites for plant biodiversity
	14:25		Discussions sur l’objectif 1 B – Discussions on objective 1 B
	14:40		PAUSE - Break
Obj 3	14:55	Marie Guittonny	Présentation invitée IRME – Revégétalisation des sites miniers avec des plantes à fleurs indigènes attirant les pollinisateurs Guest presentation IRME – Revegetation of mine sites with native flowering plants attracting pollinators
	15:20	Maxime Thomas	Vulnérabilité d’espèces culturelles clés aux impacts cumulatifs des changements environnementaux Cultural key species vulnerability to cumulative impacts of environmental changes

22 AVRIL 2021

	HEURE TIME	PRESENTATEUR SPEAKER	CONTENU CONTENT
Objectif 2 - Objective 2	08:45	Sophie Laliberté	Mot de bienvenue - Consignes Zoom Welcoming words - Zoom instructions
	09:00	Carlos Cerrejon	Petits mais visibles: prédire la distribution et la richesse des bryophytes rares dans la forêt boréale à l'aide de satellites Small but visible: predicting the distribution and richness of rare bryophytes in the boreal forest using satellites
	09:25	Marc-Frédéric Indorf	Analyse et modélisation des dynamiques des cortèges de bryophytes et trachéophytes des tourbières du nord-ouest du Québec Analysis and modeling of the dynamics of bryophyte and tracheophyte communities in peatlands of northwestern Quebec
	09:50	Nicole Fenton et Tana Route	Les lichens et les communautés de lichen des tourbières en Eeyou Istchee Baie-James : biodiversité et facteurs environnementaux déterminants Lichen communities of peatlands in Eeyou Istchee James Bay: Biodiversity and environmental factors
	10:15		PAUSE - Break

HEURE TIME	PRESENTATEUR SPEAKER	CONTENU CONTENT
10:30	Mariano Feldman	Communautés d'amphibiens utilisant des petits étangs du Nord-du-Québec Amphibian communities using small ponds in Northern Quebec
10:55	Eliane Grant	Connaissances traditionnelles autochtones sur les milieux humides en Eeyou Istchee – Baie-James et la santé de l'orignal comme indicateur de détérioration de son habitat. Indigenous use and importance of wetlands and assessment of moose stress near mines in Eeyou Istchee
11:15	Nicole Fenton	Présentations du projet postdoctoral – Postdoctoral project presentation
11:25		Discussions sur l'objectif 2 – Discussion on objective 2
11:40	Michelle Garneau	Présentation invitée UQAM – Dynamique écohydrologique et budget de carbone des tourbières de la région du centre-nord du Québec Guest presentation UQAM – Ecohydrological dynamics and carbon budget of peatlands in the north-central region of Quebec
12:05	Virginie Le Pape	Présentation invitée USherbrooke – UQAT – La question aride des milieux humides : cas de la FERLD! Guest presentation USherbrooke – UQAT – The arid question of wetlands: the case of the FERLD!



Présentations invitées – Guest presentations

21 avril – 10:55

UNE FORET LES PIEDS DANS L'EAU : UTILISER L'ÉCOLOGIE AQUATIQUE POUR MIEUX COMPRENDRE LA FORET BOREALE

Guillaume Grosbois, Institut de recherche sur les forêts, UQAT

Environ 30% du territoire de la forêt boréale est recouvert par les milieux aquatiques qui forment un réseau hydrographique complexe. Ce réseau est composé d'une grande diversité de milieux hydriques tels que les lacs et les rivières et de milieux humides tels que les marais ou les tourbières. Au Québec, ces milieux représentent 3% de la réserve d'eau douce mondiale et sont d'une grande importance écologique, économique et culturelle car ils fournissent de nombreux services écosystémiques. Ceci est particulièrement vrai en Abitibi-Témiscamingue, une région qui comporte plus de 20 000 lacs. La plupart des écosystèmes de cette région ont très peu été étudiés mais sont pourtant déjà en pleine mutation avec les changements climatiques. Je présenterai ici les résultats de ma recherche sur le rôle des changements climatiques dans les modifications des interactions entre la forêt et les lacs du biome boréal, notamment l'impact de l'augmentation des apports terrestres sur la santé et le fonctionnement des réseaux trophiques aquatiques. Je présenterai ensuite la programmation de recherche se développant ici en Abitibi-Témiscamingue qui vise à mieux intégrer les milieux aquatiques dans l'aménagement durable du territoire. Je vous invite donc à venir découvrir tous ces nouveaux projets de recherche répondant à des problématiques passionnantes qui permettront de mieux comprendre la complexité de la forêt boréale.



A FOREST WITH ITS FEET IN THE WATER: USING AQUATIC ECOLOGY TO BETTER UNDERSTAND THE BOREAL FOREST

Around 30% of the boreal forest is covered by aquatic environments that form a complex hydrographic network. This network is composed of a great diversity of hydric environments such as lakes and rivers and wetlands such as marshes or peat bogs. In Quebec, these environments represent 3% of the world's freshwater supply and are of great ecological, economic and cultural importance because they provide many ecosystem services. This is particularly relevant in Abitibi-Témiscamingue, a region with over 20,000 lakes. Most of the ecosystems in this region have been little studied but are already undergoing major changes due to climate change. I will present the results of my research on the role of climate change in modifying forest-lake interactions in the boreal biome, including the impact of increased terrestrial inputs on the health and functioning of aquatic food webs. I will then present the research program being developed in Abitibi-Témiscamingue, which aims to better integrate aquatic environments into the sustainable development of the territory. I invite you to come and discover all these new research projects that address exciting issues that will help us better understand the complexity of the boreal forest.

REVEGETALISATION DES SITES MINIERES AVEC DES PLANTES A FLEURS INDIGENES ATTIRANT LES POLLINISATEURS

Marie Guittonny, Cynthia Cadet, Institut de recherche en mines et environnement, UQAT



Le secteur minier cherche des moyens de contribuer à la conservation de la biodiversité. Une initiative régionale a été développée dans le Nord-Ouest du Québec par des mines en exploitation et d'autres partenaires afin de favoriser le rétablissement des insectes pollinisateurs. En effet, les populations de pollinisateurs déclinent en raison de l'exposition aux pesticides et de la perte d'habitats, entre autres facteurs. Un projet de recherche a été développé pour revégétaliser les sites miniers avec des plantes à fleurs indigènes et pionnières connues pour attirer

les abeilles et les papillons. Tout d'abord, une base de données des plantes à fleurs indigènes capables de s'établir sur les sites miniers de la région boréale canadienne et attirant les pollinisateurs a été dressée. Ce travail s'appuie sur une revue de la littérature concernant les plantes pionnières à fleurs que l'on trouve sur les sites miniers, les bords de route et les friches industrielles urbaines, ainsi que sur des enquêtes de terrain sur la végétation colonisatrice des sites miniers régionaux. Ensuite, les éléments de la base de données ont été utilisés pour construire neuf dispositifs expérimentaux sur plusieurs sites miniers. Ces expériences ont été conçues selon un plan en blocs complets avec quatre répétitions pour tester plusieurs traitements : ensemencement de revégétalisation standard avec des espèces herbacées agronomiques et un engrais minéral, ensemencement d'un mélange de plantes indigènes sélectionnées, améliorées ou non, avec un amendement organique ou une espèce de légumineuse nourricière, et un mélange de semis de plantes indigènes sélectionnées. Les résultats à court terme (première saison de croissance en 2019) du succès de l'établissement des plantes (couverture végétale et survie des semis) seront présentés. Ce projet ouvre de nouvelles avenues pour ajouter une valeur écologique aux sites miniers réhabilités.

REVEGETATION OF MINE SITES WITH NATIVE FLOWERING PLANTS ATTRACTING POLLINATORS

The mining sector is searching ways to contribute to biodiversity conservation. A regional initiative was developed in Northwestern Quebec by local operating mines and other partners aiming at favoring the reestablishment of insect pollinators. Pollinator populations are indeed declining due to exposure to pesticides and habitat losses, among other factors. A research project was developed to revegetate mine sites with native and pioneer flowering plants known to attract bees and butterflies. First, a database of native flowering plants able to establish on mine sites of the Canadian boreal region and attracting pollinators was set. This work relied on a literature review regarding flowering pioneer plants found on mine sites, roadsides, and urban brownfields, as well as on field surveys of colonizing vegetation on regional mine sites. Second, the database results were used to construct nine experimental settings on several mine sites. These experiments were designed in a complete block design with four repetitions to test several treatments: standard revegetation seeding with agronomic herbaceous species and mineral fertilizer, seeding mixture of native selected plants improved or not with an organic amendment or a nurse legume species, and a mixture of seedlings of native selected plants. Short-term results (first growing season in 2019) of the plant establishment success (plant cover and seedling survival) will be presented. This project opens new avenues to add ecological value to rehabilitated mine sites.



DYNAMIQUE ECOHYDROLOGIQUE ET BUDGET DE CARBONE DES TOURBIÈRES DE LA RÉGION DU CENTRE-NORD DU QUÉBEC

Michelle Garneau, Université du Québec à Montréal

Dans la région du centre-nord du Québec ($52^{\circ} 40'N$ $72^{\circ} 10'O$), les milieux humides sont principalement représentés par des tourbières structurées s'apparentant aux tourbières minérotrophes pauvres de la taïga. Ces tourbières développées pour la plupart dans les dépressions topographiques du Bouclier canadien n'avaient encore jamais fait l'objet d'études détaillées. C'est dans ce contexte qu'a été mené le projet de reconstitution des variations écohydrologiques holocènes et récentes afin d'évaluer la sensibilité de ces tourbières aux changements climatiques et hydrologiques. La reconstitution paléoécologique de deux tourbières de la région de la mine Renard a permis de confirmer que l'accumulation de la tourbe a commencé vers 6500 cal. a BP sous des conditions ombrotrophes alors que le climat était plus chaud dû en partie à une insolation plus élevée. Avec l'avènement de l'épisode Néoglaciale vers 3500 cal. a BP, les conditions froides et humides ont favorisé une hausse de l'humidité qui a persisté jusqu'à la fin du Petit Âge Glaciaire. Suivant ces conditions plus humides qui ont modifié l'hydrologie, le régime nutritif et les assemblages végétaux des tourbières, une transition écohydrologique récente a été identifiée. En effet, un retour à des conditions plus sèches dominées par les sphaignes (*Sphagnum fuscum*), jumelé à des taux d'accumulation plus importants, a été enregistrée et ces changements, généralisés à l'ensemble des deux tourbières suggère l'influence de l'augmentation des températures et de la durée des saisons de croissance sur l'accumulation de la tourbe et donc du carbone depuis le début du 20^e siècle.



ECOHYDROLOGICAL DYNAMICS AND CARBON BUDGET OF PEATLANDS IN THE NORTH-CENTRAL REGION OF QUEBEC

In the north-central region of Quebec ($52^{\circ} 40'N$ $72^{\circ} 10'W$), wetlands are mainly represented by structured peatlands similar to the poor minerotrophic peatlands of the taiga. These peatlands, which are mostly found in topographic depressions of the Canadian Shield, have never before been studied in detail. In this context, we conducted a project to reconstruct the Holocene and recent ecohydrological variations in order to evaluate the sensitivity of peatlands to climatic and hydrological changes. The paleoecological reconstruction of two peat bogs in the Mine Renard area has confirmed that peat accumulation began around 6500 cal. BP under ombrotrophic conditions when the climate was warmer due in part to higher insolation. With the advent of the Neoglacial episode around 3500 cal. a BP, cold and wet conditions favored an increase in humidity that persisted until the end of the Little Ice Age. Following these wetter conditions, which altered the hydrology, nutrient regime, and plant assemblages of peatlands, a recent ecohydrological transition has been identified. Indeed, a return to drier conditions dominated by sphagnum mosses (*Sphagnum fuscum*), coupled with higher accumulation rates,

has been recorded and these changes, generalized to both bogs, suggest the influence of increased temperatures and length of growing seasons on peat accumulation and thus carbon since the beginning of the 20th century.



22 avril – 11:40

LA QUESTION ARIÈRE DES MILIEUX HUMIDES : CAS DE LA FERLD!

Virginie Le Pape, Université de Sherbrooke, UQAT



Dans un souci d'amélioration continue de la stratégie d'aménagement de la FERLD, ce projet s'est penché sur une première estimation des services écosystémiques de 42 milieux humides durant l'été 2020. C'est en s'appuyant sur la méthodologie du Wetland Ecosystem Services Protocol (WESP) que les fonctions relatives aux habitats aquatiques et terrestres, aux processus aquatiques ainsi qu'au stockage et à la qualité de l'eau ont été évalués. La réalisation du projet visait à comparer et hiérarchiser les services écosystémiques dans un contexte de gestion du territoire.

Plus spécifiquement, les analyses tentaient de quantifier les effets potentiels de différents niveaux de pression de récolte forestière par bassin versant sur le maintien de ces services entre 2008 et 2018. Bien que la méthodologie WESP comporte plusieurs limites d'application dans le contexte régional de l'Abitibi, les résultats préliminaires laissent présager qu'aucune fonction écosystémique des milieux humides ne soit significativement altérée par l'aménagement forestier.

THE ARID QUESTION OF WETLANDS: THE CASE OF THE FERLD!

In an effort to continuously improve the management strategy of the FERLD, this project focused on an initial estimate of the ecosystem services of 42 wetlands during the summer of 2020. Using the methodology of the Wetland Ecosystem Services Protocol (WESP), the functions related to aquatic and terrestrial habitats, aquatic processes, and water storage and quality were assessed. The project aimed to compare and prioritize ecosystem services in a land management context. Specifically, the analyses attempted to quantify the potential effects of different levels of forest harvesting pressure by watershed on the maintenance of these services between 2008 and 2018. Although the WESP methodology has several limitations for application in the Abitibi regional context, preliminary results suggest that no wetland ecosystem function is significantly altered by forest management.



Objectif 1 - Objective 1

Réduire l'empreinte écologique des mines sur la biodiversité pendant leur cycle de vie complet - Understanding mine footprints over the mine life cycle

21 avril - 9:15

EMPREINTE SPATIALE DES POLLUANTS PARTICULAIRES AUTOUR DES MINES ACTIVES ET RESTAUREES - CROISSANCE ET BIOACCUMULATION DES BRYOPHYTES

Mélanie Jean, Benoit Plante

Les impacts indirects des mines sont encore peu connus, en particulier dans la forêt boréale, et peuvent varier en fonction du cycle de vie de la mine et de l'écosystème environnant. Nous visons à déterminer l'empreinte spatiale des mines en 1) évaluant les concentrations de base des métaux, 2) en évaluant comment les interactions entre le cycle de vie de la mine et le type d'écosystème (forêts de conifères, forêts de feuillus et milieux humides) influencent l'étendue spatiale de la pollution, et 3) en mesurant les impacts sur la croissance des mousses. Nous avons échantillonné autour de six mines à différents stades, le long de transects de 100 m perpendiculaires au périmètre de chaque mine et dans des parcelles témoins. Les concentrations de 25 éléments et la croissance annuelle ont été mesurés sur la mousse *Pleurozium schreberi*. Nos résultats préliminaires indiquent que des concentrations de métaux plus élevées que dans les témoins ont été trouvées jusqu'à environ 200 m de la bordure autour d'une mine active et les concentrations sont plus faibles autour de la mine Joutel (fermée depuis 1998) que de LaRonde (active), mais les tendances varient dans l'espace. Nos résultats contribueront à réduire les impacts environnementaux des activités minières dans la forêt boréale.



SPATIAL FOOTPRINT OF PARTICULATE POLLUTANTS AROUND ACTIVE AND RESTORED MINES: BRYOPHYTE GROWTH AND BIOACCUMULATION

Indirect impacts of mines are still poorly understood, particularly in the boreal forest, and may vary with the life cycle of the mine and the surrounding ecosystem. We aim to determine the spatial footprint of mines by 1) assessing baseline concentrations of metals, 2) assessing how interactions between mine life cycle and ecosystem type (coniferous forests, deciduous forests, and wetlands) influence the spatial extent of pollution, and 3) measuring impacts on moss growth. We sampled around six mines at different stages, along 100 m transects perpendicular to the perimeter of each mine and in control plots. Concentrations of 25 elements and annual growth were measured on the moss *Pleurozium schreberi*. Our preliminary results indicate that higher concentrations of metals than in controls were found up to about 200 m from the edge around an active mine, and concentrations are lower around the Joutel mine (closed since 1998) than LaRonde (active), but the trends vary spatially. Our results will contribute to reducing the environmental impacts of mining activities in the boreal forest.

DETERMINER L'EMPREINTE SPATIALE DES MINES SUR LA DIVERSITE VEGETALE: INTEGRATIONS DES IMPACTS ENIGMATIQUES ET DU CYCLE DE VIE DES MINES

Xiangbo Yin, Christine Martineau



L'exploitation minière est l'une des principales sources de perturbation anthropique sur la biodiversité et les services écologiques de la région boréale du Canada. Les impacts écologiques hors site des mines ont récemment fait l'objet de préoccupations importantes en raison de l'augmentation des activités minières mondiales depuis la dernière décennie. Cette étude visait à examiner et à évaluer les impacts hors site des mines sur les plantes de sous-bois et la phyllosphère de l'hypne dorée (*Pleurozium schreberi*) dans six mines à deux stades de développement (en exploitation et hors exploitation) dans les régions boréales. Les résultats préliminaires indiquent que : 1) la diversité des plantes de sous-bois

présente une association significative avec la distance, par exemple, la richesse des espèces végétales indigènes augmente avec la distance du bord de la mine ; 2) les stades de la mine et les types d'habitat présentent une association significative avec l'ampleur des impacts hors site des mines. Par exemple, plus d'espèces végétales non indigènes sont trouvées près des mines en exploitation que près des mines non exploitées. En conclusion, nos résultats démontrent la présence d'impacts hors site des mines sur la diversité et la structure des plantes de sous-bois. Ils révèlent aussi que le stade de développement et les habitats environnant les mines peuvent influencer les impacts hors site dans les zones boréales étudiées. Ils fournissent une référence de base et des indicateurs pour guider les évaluations des risques écologiques pour les projets miniers prenant en compte les impacts hors site impliqués dans les zones boréales.

DETERMINING THE FOOTPRINT OF MINES ON PLANT DIVERSITY: INTEGRATING ENIGMATIC IMPACTS AND THE MINE LIFE CYCLE

Mining is one of the main sources of anthropogenic disturbance on boreal biodiversity and ecological services in Canada. The off-site ecological impacts of mines have recently gradually obtained extensive concerns with increasing global mining activities since the last decade. This study aimed to examine and evaluate the off-site impacts of mines on understory plants and phyllosphere of feather moss (*Pleurozium schreberi*) with six mines at two stages (operating and non-operating) in boreal areas. Preliminary results indicate the following: 1) the diversity of understory plants present a significant association with the distance, for instance, the richness of native plant species increased with the distance from mine edge; 2) Mine stages and habitat types present a significant association with the magnitude of off-site impacts of mines. For instance, more of non-native plant species were found near operating mines than those of non-operating mines. In conclusion, our results supported the presence of off-site impacts of mines on the diversity and structure of understory plants. They also show that mine stages and habitats can influence the off-site impacts in studied boreal areas. It provides a baseline reference and evidence to guide ecological risk assessments for mining projects considering off-site impacts involved in boreal areas.



EMPREINTE SPATIALE DES MINES SUR LES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DU SOL

Melissande Nagati, Christine Martineau

Les mines sont associées à une perturbation très locale et visible au point d'implantation et à des perturbations moins visibles au-delà du point d'implantation. Les sols et les microorganismes qui y vivent ont été caractérisés dans un rayon de 1 km autour de 6 mines afin de déterminer si celles-ci les impactent au-delà du point d'implantation. Des concentrations supérieures à la référence et un effet de la distance au site minier ont été détectés pour certains métaux lourds. Cependant, une corrélation simple entre la concentration en métaux lourds et la distance à la mine ne permet pas de représenter la complexité des données, l'effet de la distance étant variable en fonction de la position du transect par rapport à la mine. La concentration en métaux lourds est néanmoins rarement supérieure à la référence à 1 km du point d'implantation. Les champignons et les bactéries du sol ne semblent pas significativement impactés par la distance à la mine, bien que la concentration en métaux lourds soit corrélée à l'abondance relative de certains groupes. De manière générale, les communautés microbiennes du sol autour des mines se structurent en fonction de la végétation et des propriétés physico-chimiques, dont le pH et la concentration en métaux lourds.



SPATIAL FOOTPRINT OF MINES ON SOIL PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES

Mines are associated with very local and visible disturbance at the site and less visible disturbance beyond the site. Soils and soil microorganisms were characterized within a 1 km radius of 6 mines to determine if they are impacted beyond the site. Higher than baseline concentrations and a distance effect from the mine site were detected for some heavy metals. However, a simple correlation between heavy metal concentration and distance from the mine does not represent the complexity of the data, as the effect of distance varies with the position of the transect relative to the mine. Nevertheless, the heavy metal concentration is rarely higher than the reference at 1 km from the site. Soil fungi and bacteria do not seem to be significantly impacted by distance from the mine, although heavy metal concentration is correlated with the relative abundance of some groups. In general, soil microbial communities around mines are structured by vegetation and physicochemical properties, including pH and heavy metal concentration.



FACTEURS INFLUANT LA FACILITATION ENTRE LES ESPÈCES D'ARBRES BOREAUX PENDANT LE PROCESSUS DE RÉGÉNÉRATION DANS UN SITE POST-MINIER

Supun Madhumadhawa Pawuluwage, Philippe Marchand



La succession primaire de la végétation dans les zones post-minières offre de grandes opportunités pour étudier comment la symbiose mycorhizienne influence la revégétalisation des environnements dégradés. Dans cette étude, nous déterminons comment la croissance et la survie des semis sont affectées par la facilitation souterraine via les réseaux mycorhiziens. Le site d'étude est un site de résidus miniers de la mine d'or Beattie près du lac Duparquet dans le nord-ouest du Québec. Les champignons mycorhiziens ont été séquencés à l'aide de marqueurs moléculaires et analysés pour déterminer leur richesse et abondance, et pour détecter un éventuel partage des espèces.

Betula papyrifera, *Populus balsamifera*, *Picea glauca* et *Thuja occidentalis* ont été utilisés comme espèces focales et l'influence des indices de compétition de proximité, des communautés mycorhiziennes et des nutriments du sol a été testée. Grâce à l'ADN fongique amplifié à partir de 40 % des échantillons de plantes, 474 unités taxonomiques opérationnelles (UTO) fongiques ont été identifiées, dont 52 UTO ectomycorhiziennes et 20 UTO mycorhiziennes à arbuscules. Les espèces ectomycorhiziennes étaient partagées par toutes les espèces hôtes, sans spécificité d'hôte significative, mais étaient distinctes à l'échelle des plantes individuelles. La concentration en azote et en phosphore du sol était extrêmement faible et des niveaux élevés d'arsenic ont été détectés sur le terrain. Cette étude révèle que les interactions plante-plante, les réseaux mycorhiziens et les nutriments du sol ne sont pas des facteurs importants pour déterminer la croissance des plantes dans notre site d'étude en raison de fortes limitations des nutriments.

BELOW-GROUND FACILITATION BETWEEN TREE SPECIES IN THE RE-VEGETALIZATION OF A POST-MINING SITE

Primary succession of vegetation in post-mining areas offers great opportunities to study how mycorrhizal symbiosis influences the revegetalization of degraded environments. In this study, we determine how seedling growth and survival is affected by below-ground facilitation via mycorrhizal networks. The study site is a mine tailings site of the Beattie Gold Mine near Lake Duparquet in north-west Quebec.

Mycorrhizal fungi were sequenced using molecular markers and analyzed to determine richness and abundance, and to detect possible species sharing. *Betula papyrifera*, *Populus balsamifera*, *Picea glauca* and *Thuja occidentalis* were used as focal species and the influence of neighbourhood competition indices, mycorrhizal communities and soil nutrients were tested. With fungal DNA amplified from 40% of plant samples, 474 fungal operational taxonomic units (OTUs) were identified with 52 ectomycorrhizal OTUs and 20 arbuscular mycorrhizal OTUs. Ectomycorrhizal species were shared among all host species with no significant host specificity but were segregated at the scale of individual plants. Soil nitrogen and phosphorus concentration were extremely low and high arsenic levels were detected in the field. This study reveals that plant-plant interactions, mycorrhizal networks and soil nutrients are not important factors for determination of plant growth in our study site due to strong nutrient limitations.



UTILISATION DES PARCS A RESIDUS MINIER PAR LA SAUVAGINE EN COMPARAISON AVEC DES ETANGS A CASTORS EN ABITIBI-TEMISCAMINGUE

Louis Imbeau, Emilie Desjardins

En Abitibi-Témiscamingue, région où l'industrie minière est d'une grande importance, la création de parcs à résidus miniers entraîne régulièrement la formation de nouveaux étangs, qui sont fréquemment utilisés par la faune aviaire. Malgré les nombreuses espèces qui ont été répertoriées sur certains sites miniers de la région, l'importance de ces sites pour la biodiversité demeure méconnue. Notre objectif était de quantifier la valeur des étangs de parcs à résidus miniers et des bassins de polissage pour la sauvagine. Pour ce faire, nous avons évalué l'utilisation par les couples nicheurs et la présence de couvées de sauvagine sur un total de 12 étangs miniers et 38 étangs de castors (réputés comme habitat de qualité pour la sauvagine). Nos résultats montrent que les étangs miniers sont plus utilisés que les étangs de castors par les couples nicheurs de Garrot à œil d'or. Les indices de reproduction de cette espèce étaient également plus fréquents dans les étangs miniers. Pour les autres espèces étudiées, les couples nicheurs et leurs couvées utilisaient les étangs miniers et les étangs de castors dans une même mesure. En somme, il semble que les étangs miniers puissent présenter un potentiel intéressant pour la sauvagine en période de reproduction.



REGIONAL IMPORTANCE OF TAILINGS FOR WATERFOWL COMPARED TO BEAVER PONDS IN ABITIBI-TEMISCAMINGUE

In Abitibi-Témiscamingue, a region where the mining industry is of great importance, the creation of tailings ponds regularly leads to the formation of new ponds, which are frequently used by birdlife. Despite the numerous species that have been recorded at some of the region's mine sites, the importance of these sites for biodiversity remains poorly understood. Our objective was to quantify the value of tailings ponds and polishing ponds to waterfowl. To do so, we assessed breeding pair use and waterfowl brood presence on a total of 12 mine ponds and 38 beaver ponds (known to be quality waterfowl habitat). Our results show that mining ponds are used more than beaver ponds by breeding pairs of Common Goldeneye. Breeding evidence for this species was also more frequent in the mining ponds. For the other species studied, breeding pairs and their broods used the mine ponds and beaver ponds to the same extent. In summary, it appears that the mine ponds may have some potential for waterfowl breeding.



ÉTUDE D'HABITATS RARES ET DE LEUR APPORT EN BIODIVERSITÉ À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

Nils Ambec, Yves Bergeron

Dans un contexte d'anthropisation et de réchauffement global, la compréhension des écosystèmes est capitale. Elle passe notamment par la connaissance de la biodiversité et des mécanismes expliquant sa présence à un point donné du territoire. Dans ces mécanismes on retrouve notamment l'habitat, l'histoire du paysage (glaciation, feux), la dispersion, la colonisation et l'extinction. Les plaines forestières et tourbières de l'Abitibi-Témiscamingue sont des systèmes bien étudiés mais l'emphasis n'a jamais été mise sur les milieux rares alentour : comme les collines. Ces dernières contrastent par leur élévation et la présence d'un socle rocheux. Les résultats préliminaires de ma première année de terrain permettent de caractériser les différents milieux que l'on retrouve sur ces collines. En effet, les plantes vasculaires contrastent bien évidemment parmi les trois types d'habitats collinaires sélectionnés : roches humides, roches sèches et vieilles forêts. Les bryophytes, toujours en cours d'identification, ont permis des nouvelles mentions et découvertes d'intérêt pour la région. Il est en revanche trop tôt pour commencer à étudier des contrastes à l'aide de la strate muscinale bien que des schémas de richesse spécifique puissent commencer à émerger.

REGIONAL IMPORTANCE OF MINING SITES FOR PLANT BIODIVERSITY

In a context of anthropization and global warming, understanding ecosystems is crucial. This requires knowledge of biodiversity and the mechanisms that explain its presence in a given area. These mechanisms include habitat, landscape history (glaciation, fires), dispersion, colonization and extinction. The forest plains and peat bogs of Abitibi-Témiscamingue are well-studied systems, but the emphasis has never been placed on the rare environments around them, such as the hills. The latter contrast with their elevation and the presence of bedrock. The preliminary results of my first year of fieldwork allow me to characterize the different environments found on these hills. Indeed, the vascular plants contrast obviously among the three types of hilly habitats selected: wet rocks, dry rocks and old forests. The bryophytes, still in the process of being identified, have led to new records and discoveries of interest for the region. It is too early to begin investigating contrasts using the muscular stratum, although patterns of species richness may begin to emerge.



Objectif 3 - Objective 3

Diminuer les impacts cumulatifs sur les services écosystémiques fournis par la biodiversité - Reduce the impacts of cumulative disturbances on ecosystem services

21 avril - 15:20

VULNERABILITE D'ESPECES CULTURELLES CLES AUX IMPACTS CUMULATIFS DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Maxime Thomas, Hugo Asselin, Mebarek Lamara



En forêt boréale, les perturbations naturelles, les changements climatiques et l'exploitation industrielle interagissent et génèrent des impacts cumulatifs difficiles à prédire. Ces impacts touchent particulièrement les communautés autochtones en raison de leur lien étroit au territoire. Ce lien passe notamment par les espèces culturelles clés végétales, ayant une importance forte sur le plan écosystémique et dans la culture autochtone. Étudier ces espèces est donc un moyen de comprendre l'effet des impacts cumulatifs sur ces aspects. Ainsi, ce projet a pour but d'étudier les impacts cumulatifs subis par trois espèces culturelles clés sur les territoires

traditionnels de deux communautés crie et d'une communauté anicinapek. L'effet des impacts cumulatifs sur ces espèces, choisies en collaboration avec les communautés, sera étudié selon trois aspects suivants. 1) L'aire de répartition, modélisée selon les caractéristiques du milieu, pour les années à venir et sous différents scénarios de changements environnementaux. 2) La diversité génétique, examinée à l'aide des analyses de variations d'expression génétique entre différents individus de la même espèce. 3) Les services écosystémiques, évalués selon la teneur en composés d'intérêt de fruits ou feuilles. Les résultats permettront d'améliorer la gestion des espèces culturelles clés en forêt boréale.

CULTURAL KEY SPECIES VULNERABILITY TO CUMULATIVE IMPACTS OF ENVIRONMENTAL CHANGES

In the boreal forest, natural disturbances, climate change and industrial exploitation interact and generate cumulative impacts that are difficult to predict. These impacts particularly affect Aboriginal communities because of their close connection

to the land. This link is especially true for key cultural plant species, which are of great importance to the ecosystem and to Aboriginal culture. Studying these species is therefore a way to understand the effect of cumulative impacts on these aspects. Thus, the purpose of this project is to study the cumulative impacts on three key cultural species in the traditional territories of two Cree communities and one Anicinapek community. The effect of cumulative impacts on these species, selected in collaboration with the communities, will be studied according to three aspects: 1) distribution area, modelled according to the characteristics of the environment, for the coming years and under different scenarios of environmental change. 2) Genetic diversity, examined using analyses of gene expression variation between different individuals of the same species. 3) Ecosystem services, evaluated according to the content of compounds of interest in fruits or leaves. The results will help improve the management of key cultural species in the boreal forest.



Objectif 2 - Objective 2

Éviter le risque pour la biodiversité en développant des outils pour la planification écologique – Avoiding risk for biodiversity: developing tools for ecological planning

22 avril – 9:00

PETITS MAIS VISIBLES: PREDIRE LA DISTRIBUTION ET LA RICHESSE DES BRYOPHYTES RARES DANS LA FORET BOREALE A L'AIDE DE SATELLITES

Carlos Cerrejón , Osvaldo Valeria

Dans les forêts boréales canadiennes les bryophytes représentent une composante essentielle de la biodiversité et jouent un rôle important dans le fonctionnement et les services des écosystèmes. Cependant, les lacunes dans les connaissances sur la répartition des bryophytes conduisent à les négliger dans les stratégies de conservation, posant un risque particulier pour leurs espèces rares. Cette étude vise à développer des modèles prédictifs de la présence des espèces rares de bryophytes, ainsi qu'à identifier leurs points chauds de diversité dans la forêt boréale en utilisant des données de télédétection. La zone d'étude est située dans l'ouest du Québec, dans la région d'Eeyou Istchee James Bay. Nous avons sélectionné 52 espèces rares en fonction de leur prévalence dans la zone d'étude (<30 occurrences). Les modèles et la cartographie prédictive ont été développés en utilisant le cadre de modélisation "Ensemble de Petits Modèles" en combinaison avec des prédicteurs de télédétection (végétation, topographie). Les patrons de richesse en bryophytes rares ont également été cartographiés en agrégeant leurs prédictions. Les modèles individuels ont montré une valeur prédictive allant d'utile (mieux que par hasard) à excellente pour 73% des espèces, malgré leur faible nombre d'occurrences. Ces modèles ont permis d'identifier les points chauds de diversité de bryophytes rares, ainsi que d'évaluer leur correspondance spatiale avec ceux de bryophytes totaux récemment identifiés dans une étude précédente. Nos résultats démontrent le potentiel de la télédétection pour prédire la distribution des espèces rares et peu visibles dans le paysage, facilitant l'inclusion des bryophytes dans la planification du développement durable dans l'est du Canada.



SMALL BUT VISIBLE: PREDICTING THE DISTRIBUTION AND RICHNESS OF RARE BRYOPHYTES IN THE BOREAL FOREST USING SATELLITES SENSING

In Canada's boreal forests, bryophytes are an essential component of biodiversity and play an important role in ecosystem functioning and services. However, gaps in knowledge about the distribution of bryophytes lead to their neglect in conservation strategies, leading to particular risk of their rare species. This study aims to develop predictive models for the occurrence of rare bryophyte species, as well as to identify their diversity hotspots in the boreal forest using remote sensing data. The study area is located in western Quebec, in the Eeyou Istchee James Bay region. We selected 52 rare species based on their prevalence in the study area (<30 occurrences). Models and predictive mapping were developed using the "Small Model Ensemble" modeling framework in combination with remote sensing

predictors (vegetation, topography). Rare bryophyte richness patterns were also mapped by aggregating their predictions. Individual models showed useful (better than randomly) to excellent predictive value for 73% of species, despite their low number of occurrences. These models allowed us to identify diversity hotspots of rare bryophytes, as well as to assess their spatial correspondence with those of total bryophytes recently identified in a previous study. Our results demonstrate the potential of remote sensing to predict the distribution of rare and inconspicuous species on the landscape, facilitating the inclusion of bryophytes in sustainable development planning in eastern Canada.

22 avril - 9:25

ANALYSE ET MODELISATION DES DYNAMIQUES DES CORTEGES DE BRYOPHYTES ET TRACHEOPHYTES DES TOURBIERES DU NORD-OUEST DU QUEBEC

Marc-Frédéric Indorf, Philippe Marchand, Yves Bergeron

Dans un contexte de changements climatiques, les tourbières en Eeyou Istchee Baie-James risquent de subir des conséquences non négligeables et de modifier le fonctionnement hydrologique et écologique du paysage. Nous avons cherché à explorer les différentes trajectoires possibles des tourbières jamésiennes à l'horizon de 2100 selon deux scénarios climatiques régionalisés et établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). L'analyse des données récoltées sur le terrain dans 36 tourbières a souligné l'importance de la profondeur de la nappe d'eau pour différencier entre tourbière ombrotrophe et minérotrophe et aussi l'interaction entre cette nappe et les communautés végétales. Pour la modélisation, nous avons employé le modèle DigiBog, développé par des chercheurs à l'Université de Leeds, Royaume Uni, pour simuler l'évolution de la nappe d'eau dans une colonne de tourbe en fonction des températures et précipitations estivales. Les sorties du modèle suggèrent que les tourbières possèdent une bonne résilience face aux changements climatiques, mais que dans certains cas, les phénomènes climatiques extrêmes pourraient suffire à faire basculer les tourbières jamésiennes vers une situation plus ombrotrophe avec une nappe plus basse. La conservation de ces milieux ne peut donc pas ignorer l'importance du maintien du niveau de la nappe d'eau.

ANALYSIS AND MODELING OF THE DYNAMICS OF BRYOPHYTE AND TRACHEOPHYTE COMMUNITIES IN WETLANDS OF NORTHWESTERN QUEBEC

Peatlands in Eeyou Istchee James-Bay (EIJB) may be at risk due to climate change, which could impact hydrological and ecological systems across the landscape. In order to better understand resilience capacities of these systems, we have explored various possible trajectories of peatlands in EIJB for the remainder of the century according to two regionalised climate scenarios as established by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Previous analysis of data collected from 36 peatlands has underlined the importance of water table depth for the different plant communities and for distinguishing between ombrotrophic and minerotrophic peatlands. Thus we have employed the DigiBog model, developed at the University of Leeds in the United Kingdom, to simulate water table changes in a column of peat in relation to summer temperatures and precipitations. The model results show that generally, peatlands of EIJB will be resilient in their changing environment, however, extreme climate events may suffice to push peatland systems into another functioning state characterised by a lower water table and a more ombrotrophic vegetation. As a result, conservation efforts should concentrate on maintaining a stable water table.



LES LICHENS ET LES COMMUNAUTES DE LICHEN DES TOURBIERES EN EYYOU ISTCHEE BAIE-JAMES : BIODIVERSITE ET FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX DETERMINANTS

Nicole Fenton, Tana Route

Cette étude examine la biodiversité des lichens dans différents types de tourbières dans différentes parties du territoire Eeyou Istchee et comment cette diversité peut être affectée par des facteurs environnementaux tels que l'humidité et la disponibilité des microhabitats. Cela facilitera les décisions futures en matière de gestion et de conservation.

LICHEN COMMUNITIES OF PEATLANDS IN EYYOU ISTCHEE JAMES BAY: BIODIVERSITY AND ENVIRONMENTAL FACTORS

This study on lichens of peatlands looks at lichen biodiversity in different types of peatlands and different regions of the Eeyou Istchee and how this diversity may be affected by environmental factors such as humidity and microhabitat availability. This will aid in future management and conservation decisions.

COMMUNAUTES D'AMPHIBIENS UTILISANT DES PETITS ETANGS DU NORD-DU-QUEBEC

Mariano Feldman, Louis Imbeau, Marc Mazerolle



Dans le Nord-du-Québec, les espèces d'amphibiens dépendent partiellement ou entièrement de certains milieux humides, tels que des étangs de tourbières et les étangs créés par le castor. Par conséquent, la perte potentielle de ces habitats pourrait entraîner la disparition ou l'isolement de communautés d'amphibiens. Notre objectif était d'évaluer des variables à l'échelle de l'étang et du paysage sur la fréquentation des étangs par les amphibiens. Nous avons échantillonné 50 étangs à proximité de trois sites miniers du Nord-du-Québec en 2018 et 2019. À l'aide d'enregistreurs acoustiques et de décomptes visuels d'adultes et de masses d'œufs, nous avons estimé la présence des grenouilles et l'abondance d'adultes et de

masses d'œufs de trois espèces d'amphibiens : la grenouille des bois, la grenouille du Nord et la rainette crucifère. L'abondance des grenouilles du Nord diminuait avec la superficie des étangs ainsi qu'avec la diminution de l'acidité. L'effort reproducteur chez la grenouille des bois était plus important dans les étangs à castors que dans les étangs de tourbières. Dans un contexte nordique, où peu d'espèces d'amphibiens sont présentes, ces résultats fournissent une nouvelle référence pour orienter les décisions de gestion dans ces milieux humides qui sont importants pour les communautés d'amphibiens.

AMPHIBIAN COMMUNITIES USING SMALL PONDS IN NORTHERN QUEBEC

In Northern Quebec, amphibian species are partially or entirely dependent on certain wetlands, such as peat-bog ponds and beaver ponds. Therefore, the potential fragmentation of these habitats could lead to the disappearance or isolation of amphibian communities. Our objective was to assess local and landscape wetlands characteristics on amphibian use of ponds. We sampled 50 ponds near three mining sites in Northern Quebec in 2018 and 2019. Our objective was to assess the influence of several local and wetland landscape characteristics on the occurrence and abundance of frogs in beaver and peat-bog ponds.



We used acoustic recorders and visual counts of adults and egg masses to survey three amphibian species: wood frog, mink frog, and spring peeper. The mink frog abundance decreased with increasing pond size and decreasing acidity. The reproductive effort of the wood frog was greater in beaver ponds than in peat-bog ponds. In a northern context, where few amphibian species are present, these results provide a new baseline reference to guide management decisions in these wetlands that are valuable habitats for amphibian communities.

22 avril - 10:55

CONNAISSANCES TRADITIONNELLES AUTOCHTONES SUR LES MILIEUX HUMIDES EN EYYOU ISTCHEE - BAIE-JAMES ET LA SANTE DE L'ORIGNAL COMME INDICATEUR DE DETERIORATION DE SON HABITAT

Eliane Grant, Hugo Asselin



En Eeyou Istchee - Baie-James, les milieux humides occupent une grande place dans le paysage et font donc partie intégrante de la culture des Premières Nations. La région est exploitée pour ses nombreuses ressources naturelles, sauf que cette exploitation ne se fait pas sans perturbations. Ce projet permettra d'avoir une perspective autochtone sur les milieux humides dans un contexte d'exploitation industrielle du territoire. Des chasseurs autochtones ont formulé des inquiétudes concernant la qualité de la viande de gibier, surtout de l'orignal qui habite ces mêmes milieux humides. En plus des entrevues qui seront effectuées avec des utilisateurs du territoire afin de documenter le savoir traditionnel lié aux milieux humides, un deuxième volet biologique permettra d'évaluer la santé de l'orignal (*Alces americanus*) en utilisant le stress comme indicateur. L'hormone de stress, le cortisol, sera mesurée dans le poil de l'animal. L'hypothèse est que plus l'habitat de l'orignal est détérioré par l'activité humaine, plus les concentrations de cortisol seront élevées et qu'il y aura présence d'anomalie physique. Ce projet permettra de développer un outil non invasif de suivi de la santé de l'orignal, de démontrer l'importance des milieux humides dans la culture autochtone, tout en espérant fournir des réponses aux questions soulevées par les membres des Premières Nations d'Eeyou Istchee - Baie-James.

INDIGENOUS TRADITIONAL KNOWLEDGE OF WETLANDS IN EYYOU ISTCHEE - JAMES BAY AND MOOSE HEALTH AS AN INDICATOR OF HABITAT DECLINE

In Eeyou Istchee - James Bay, wetlands are an important part of the landscape and therefore an integral part of First Nations culture. The region is exploited for its many natural resources, but this exploitation leads to disturbance. This project will provide an Aboriginal perspective on wetlands in the context of industrial development of the territory. Aboriginal hunters have expressed concerns about the quality of game meat, especially moose that inhabit these same wetlands. In addition to the interviews that will be conducted with users of the territory in order to document the traditional knowledge related to the wetlands, a second biological component will make it possible to evaluate the health of the moose (*Alces americanus*) by using stress as an indicator. The stress hormone, cortisol, will be measured in the animal's hair. The hypothesis is that the more the moose's habitat is degraded by human activity, the higher the cortisol concentrations will be and the more physical abnormalities will be present. This project will allow the development of a non-invasive tool for monitoring the health of moose, demonstrate the importance of wetlands in Aboriginal culture, and hopefully provide answers to questions raised by members of the First Nations of Eeyou Istchee - James Bay.

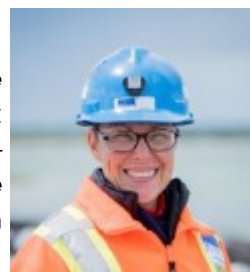
Présentations des partenaires – Partners presentations

21 avril – 11:20

UN TOUR D'HORIZON D'HECLA QUÉBEC ET DE SON IMPLICATION

Lucienne Anttil, Hecla Québec

La participation d'Hecla Québec à la Chaire s'inscrit dans une démarche plus large de responsabilité sociale de l'entreprise et dans un appui aux projets pouvant améliorer les connaissances pour une meilleure planification, notamment sur les milieux humides et la biodiversité. Un portrait de l'entreprise, de ses actions en lien avec le développement durable et son implication avec la Chaire sera dressé.



AN OVERVIEW OF HECLA QUEBEC AND ITS INVOLVEMENT

Hecla Québec's participation in the Chair is part of a broader approach of corporate social responsibility and support for projects that can improve knowledge for better planning, particularly with respect to wetlands and biodiversity. A portrait of the company, its actions related to sustainable development and its involvement with the Chair will be drawn up.

21 avril – 13:00

MILIEUX HUMIDES ET BIODIVERSITÉ AU MELCC

Frédéric Poisson, Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques

La biodiversité et les milieux humides sont au cœur des préoccupations du Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques (MELCC). Les grandes lignes des différents rôles joués par le MELCC en termes de conservation et protection de la biodiversité notamment.

WETLANDS AND BIODIVERSITY AT MELCC

Biodiversity and wetlands are at the heart of the concerns of the Ministry of the Environment and Climate Change (MELCC). The following is an outline of the different roles played by the MELCC in terms of biodiversity conservation and protection.



MERCI A TOUS NOS PARTENAIRES!



**NSERC
CRSNG**

Québec 



MINE
CANADIAN
MALARTIC



**NEMASKA
LITHIUM**



AGNICO EAGLE



UQAT
LA FONDATION



·ÀσVθΔΑΡΕΛ· ƒ"ΓΓΡΔΑΡΕΛ· ƒ ΔΕΙΔ-Ε· (ΔΑΡΕ ΔΕΙΔ)
Grand Council of the Crees (Eeyou Istchee)
Grand Conseil des Cris (Eeyou Istchee)

ΔΑΡΕ ΝΥΑΠΓΓΡΔ
Cree Nation Government
Gouvernement de la Nation Crie