

**Remise en production des pessières noires à lichens de la forêt boréale commerciale :
Aspects physico-chimiques des sols et croissance et physiologie de la régénération après
CPRS et scarifiage**
Daniel Lord

Préambule

Cette étude porte sur la comparaison de deux types de peuplement immédiatement adjacent (dénudés secs à lichens ou DS et pessières à mousses ou PM) afin de valider l'idée que les DS peuvent soutenir un peuplement aussi productif que les PM lorsque des opérations de restauration forestière y sont consentis. Les différents projets mis sur pied pendant les 3 années d'étude ont permis d'atteindre tous les objectifs fixés dans le cadre de cette subvention. Les principaux résultats obtenus, ainsi que les premières conclusions qui en découlent quant à la réponse hâtive des dénudés secs aux traitements sylvicoles, sont présentés ci-après. Faute d'espace, les données descriptives des sites à l'étude (notamment celles sur les pédons, sur la caractérisation écoforestière des sites et sur l'évaluation des niveaux de perturbation atteints après traitements sylvicoles) ne sont pas ici présentées. À noter également que seuls les effets significatifs, issus des analyses de variance, sont ci-après présentés, à l'exception des figures 4 et 7 pour lesquelles des tests statistiques n'étaient pas prévus.

Objectifs, méthodologie et résultats obtenus

Le premier objectif du projet consiste à comparer les DS et les PM quant à la croissance et la physiologie de la régénération préétablie et artificielle (regarni) après perturbation (CPRS à l'été 2005 suivi ou non d'un scarifiage). Le second objectif vise à comparer les DS et les PM quant à la sensibilité (réponse) et la résilience à court terme des propriétés physico-chimiques des sols après cette même perturbation). Pour ce faire, 6 blocs expérimentaux ont été établis au cours de l'été 2005, comprenant chacun deux peuplements adjacents d'épinettes noires aux densités arborescentes contrastantes – en l'occurrence une PM de densité B (60 à 80 % de recouvrement) adjacente à un DS (moins de 25% de recouvrement) – et partageant des caractéristiques biophysiques comparables (âge, pente, orientation, dépôt de surface). Quatre de ces blocs se trouvent tout juste au sud du lac Péribonka (UG 24, entre les km 104 et 117 sur le chemin des Passes), alors que les deux autres blocs se trouvent le long de la rivière Mistassibi (UG 27, aux km 156 et 187). Chaque bloc de 4 ha ont été d'abord récolté (CPRS), au début juillet à l'UG 24 et début août à l'UG 27, puis rapidement scarifié (scarificateur TTS) sur la moitié des 2 ha pour chaque type de peuplement composant une paire (Fig. 1). Tout les blocs ont été par la suite immédiatement plantés en utilisant les deux plus petits types de gabarit de plants utilisés au Québec (67-50 et 126-25), et ce à un espacement de 2 mètres, tant dans les sentiers de débardage (portions non scarifiées) que dans les sillons de scarifiage. De plus, chaque bloc comportait une modalité de scarifiage sans coupe dans les DS afin d'évaluer le potentiel de régénération par ensemencement naturel (autre projet subventionné).

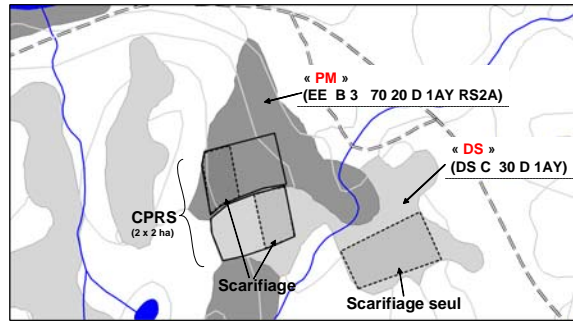


Figure 1 : Exemple d'un bloc expérimental permettant de comparer les dénudés secs à lichens (DS) aux pessières à mousses (PM), ainsi que l'impact relatif du scarifiage dans les deux types de peuplements.

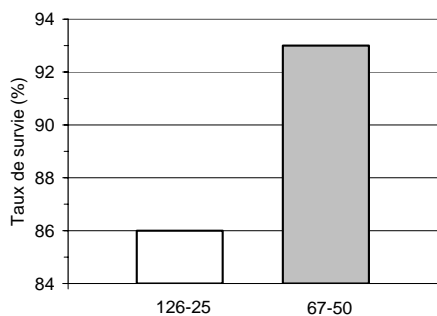
La mise en place des sites expérimentaux s'est achevée pendant l'automne 2005 avec l'installation des acquiseurs automatiques de données, sur deux blocs complets, qui dès lors ont permis la mesure et l'enregistrement continus de la température du sol dans les différents microsites créés par les traitements sylvicoles, ainsi que la température et l'humidité relative de l'air. Par ailleurs, des pédoncs de 1 m³ ont été pratiqués dans chaque type de peuplements de chacun des blocs de l'UG 24 pour les besoins d'une caractérisation pédologique exhaustive, incluant l'épaisseur, la texture, la couleur, etc., de chaque horizon, ainsi que la récolte d'échantillons de substrat également de chaque horizon, et ce pour analyses chimiques en laboratoire.

Objectif 1: Comparer les pessières noires à lichens et les pessières noires à mousses quant à la croissance et la physiologie de la régénération préétablie et artificielle (regarni) après perturbation (CPRS avec/sans scarifiage)

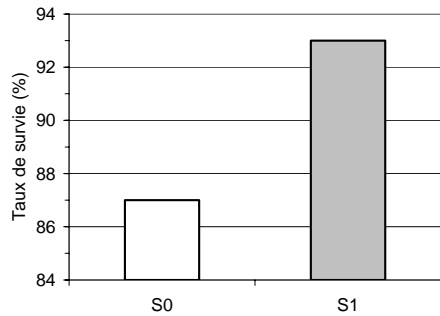
Régénération artificielle

De façon générale, tant la survie que la croissance des plants ne sont pas directement expliquées par leurs fonctions physiologiques, lors de la première année complète après traitements sylvicoles. Si cela suggère qu'aucune limitation micro-environnementale ne contrôle la croissance hâtive des plants, il reste que la croissance des plants dans les dénudés secs (DS) a connu un retard significatif par rapport aux plants dans les pessières à mousses (PM) adjacentes (Fig. 2). Par ailleurs, à la fois l'utilisation du scarifiage et des plants de petit gabarit (126-25) s'avère, à court terme, des choix sylvicoles adéquats tant dans les DS que les PM, quoique le suivi à plus long terme de la croissance des plants dans les DS et de la survie des 126-25 sera important.

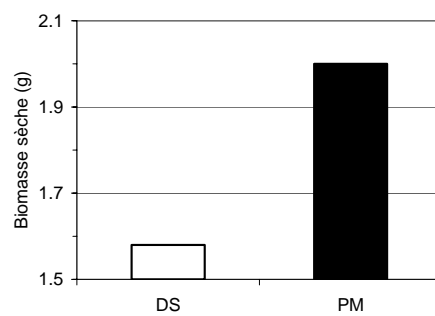
A) Taux de survie – gabarits



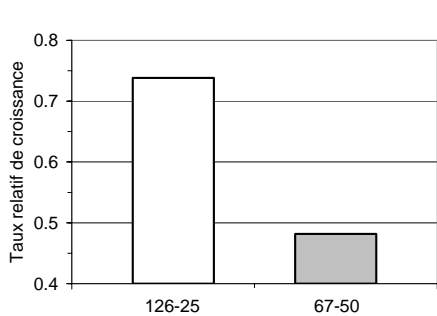
B) Taux de survie – scarifiage



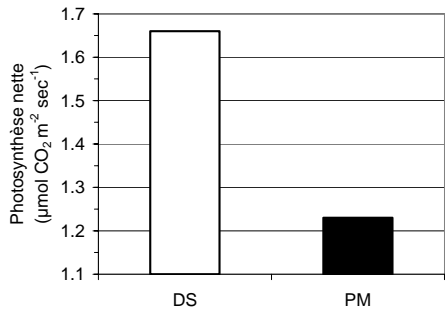
C) Biomasse sèche –



D) Taux de croissance – gabarits



E) Photosynthèse – peuplements



F) Photosynthèse – scarifiage

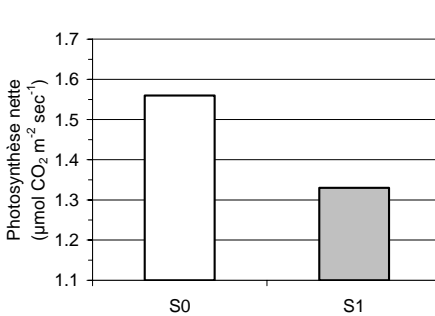


Figure 2 : Influence significative ($P<0.05$) du type de peuplement, du scarifiage du sol et/ou du type de gabarit de plant sur (A) et (B) le taux de survie, (C) la biomasse sèche, (D) le taux relatif de croissance, (E et F) et le taux de photosynthèse nette de plants d'épinette noire 1 an après traitements sylvicoles. Abréviations : DS = Dénudé sec à cladonie, PM = pessière noire à

mousses, S0 = CPRS sans scarifiage, S1 = CPRS avec scarifiage, 126-25 = petit gabarit, 67-50 = gabarit traditionnel.

Régénération pré-établie

Deux constats importants émergent des résultats obtenus à propos de la régénération pré-établie en épinettes noires. D'abord, le stocking dans les DS est étonnamment élevé, tant sans qu'avec traitements sylvicoles (Fig. 3). Ce stocking relativement élevé contraste avec la couverture arborescente pourtant très faible dans les DS et, conséquemment, ne suggérerait qu'un regarni, compte tenu des normes de reboisement en vigueur au Québec. Deuxièmement, les résultats de distribution de la hauteur des tiges (ainsi que de croissance en hauteur et en diamètre, non montrés) indiquent que la régénération des DS est davantage résiliente que celle des PM face aux traitements sylvicoles, les nombreuses petites tiges des PM semblant se faire sévèrement éliminées après traitements (Fig. 4). Ces résultats suggèrent, d'une part, que dans une optique de reboisement on pourrait davantage compter sur la régénération pré-établie dans les DS, par rapport à ce qu'on posait comme hypothèse de départ, et que, d'autre part, le manque d'évidence d'une redensification naturelle effective des DS pourrait être relié à certaines limitations pour la croissance des marcottes et/ou à une propension plus élevée des DS aux feux de faible intensité.

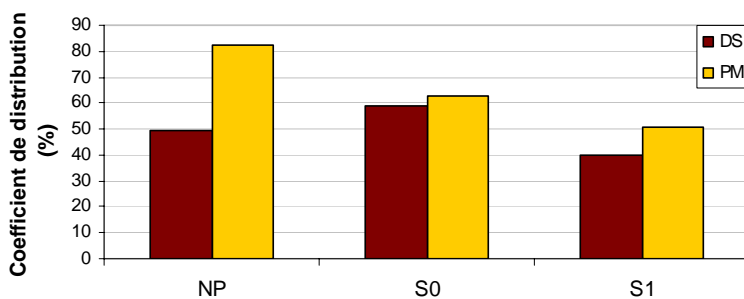


Figure 3 : Influence significative ($P < 0.05$) du type de peuplement et du niveau de perturbation sur le coefficient de distribution (*stocking*) de la régénération pré-établie d'épinette noire 1 an après traitements sylvicoles. Abréviations : voir figure 2 et NP = Non perturbé (sans coupe ni scarifiage).

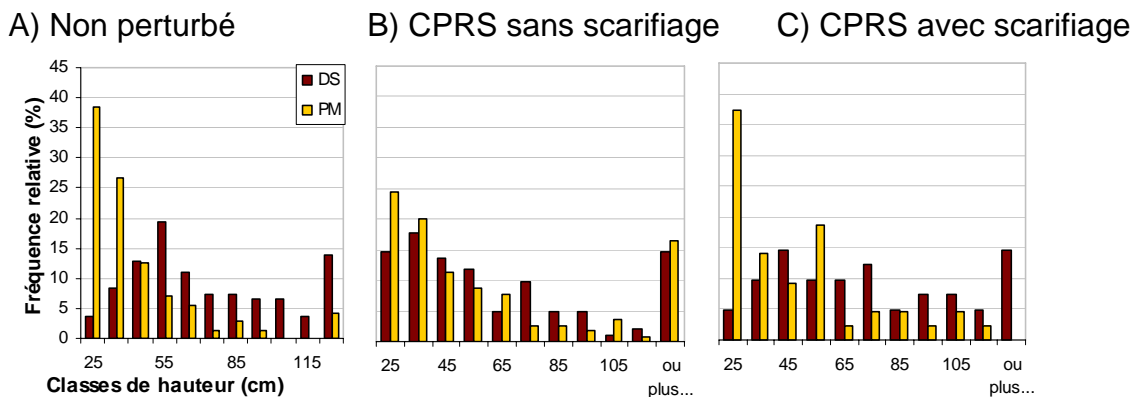


Figure 4 : Fréquence de distribution des classes de hauteur de la régénération pré-établie d'épinette noire en fonction du type de peuplement et du niveau de perturbation, 1 an après traitements sylvicoles. Abréviations : voir figure 2.

Objectif 2: Comparer les pessières noires à lichens et les pessières noires à mousses quant à la sensibilité (réponse) et la résilience à court terme des propriétés physico-chimiques des sols après perturbation (CPRS avec/sans scarifiage)

Physico-chimie du sol

Deux premiers constats ressortent. D'abord, l'humus a été généralement moins sensible que l'horizon minéral, à court terme, face aux perturbations sylvicoles, en particulier lorsqu'on considère le gradient d'intensité des perturbations allant du non-perturbé (NP) à CPRS avec scarifiage (S1) (Fig. 5 B, C, D). Par contre, cette différence entre les horizons est en bonne partie causée par l'échantillonnage supplémentaire de sol minéral dans les sillons de scarifiage (S1-sillon) (Fig. 6 A, B, D, E). Deuxièmement, certains résultats indiquent une résilience inférieure des DS par rapport aux PM, en particulier en ce qui touche le manganèse et le carbone de l'humus (Fig. 5 D et E). Par contre, plusieurs autres indicateurs (humus – N et minéral – Ca, Mg, Mn) suggèrent davantage une différence initiale intrinsèque entre les deux types de peuplement (Figs. 5 A et 5 C). Enfin, les données de température du sol et de l'air montrent que non seulement les DS et les PM diffèrent entre eux, mais que l'impact des perturbations sylvicoles sur les deux types de peuplement s'inverse au fil de la saison, notamment lors du passage du printemps à l'été (Fig. 7). En effet, alors que la température du sol et de l'air est clairement inférieure dans les DS que dans les PM au printemps, elle est supérieure dans les DS à l'été. Cela suggère deux choses : la couverture de neige fond plus rapidement au printemps dans les DS (à cause du vent y soufflant plus fort), privant le sol de l'isolation thermique de la neige, d'une part, et, d'autre part, l'effet albedo vraisemblablement plus élevé dans les DS (à cause du tapis de lichens) est contre-carré par un humus moins isolant, parce que moins épais, résultant en des températures du sol plus élevées dans les DS pendant la saison estivale. L'effet de la couverture nivale demande, par contre, à être testé.

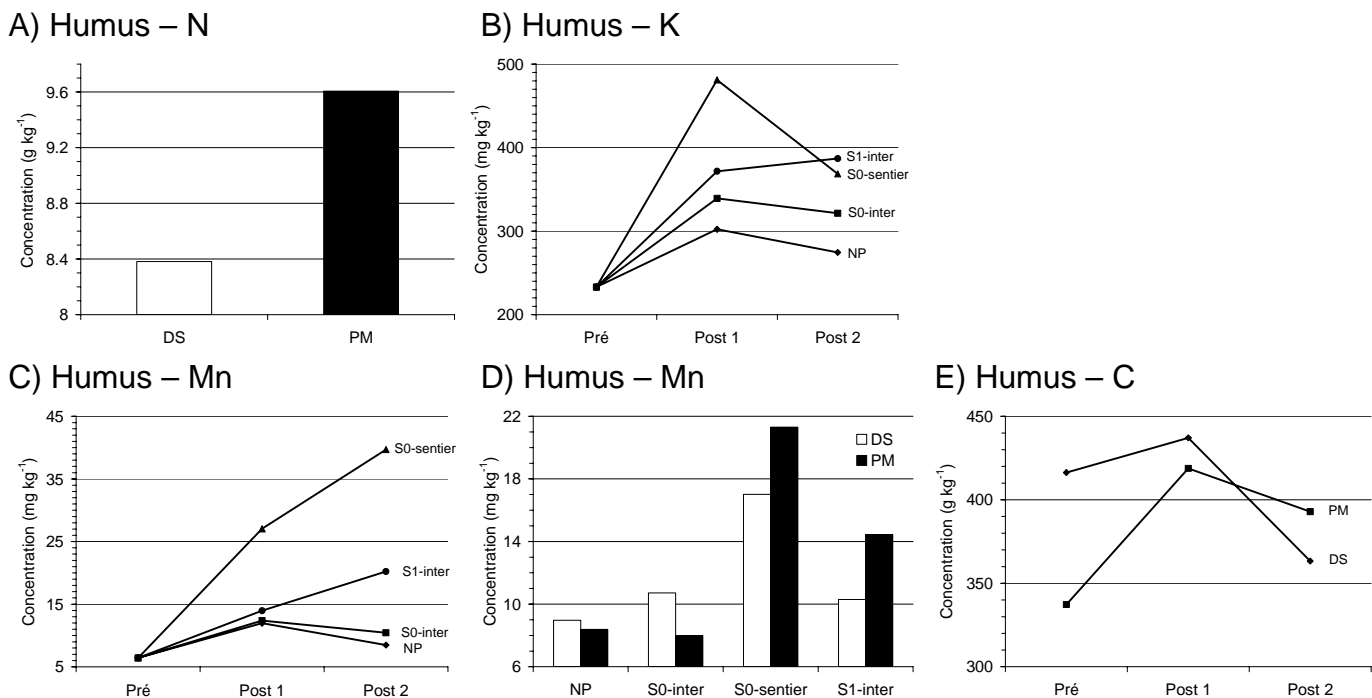
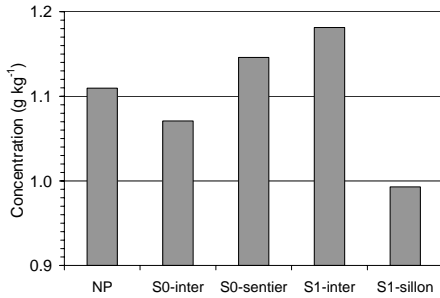


Figure 5 : Influence significative ($P < 0.05$) du temps, du type de peuplement et/ou du niveau de perturbation sur la concentration en (A) azote, en (B) potassium, en (C et D) manganèse et en (E) carbone de l'humus mesurée avant et après perturbations sylvicoles. Abréviations : voir la figure 2 et Pré = 1 à 2 mois avant perturbation, Post 1 = 1 à 2 mois après perturbation, Post 2 = 1 an après

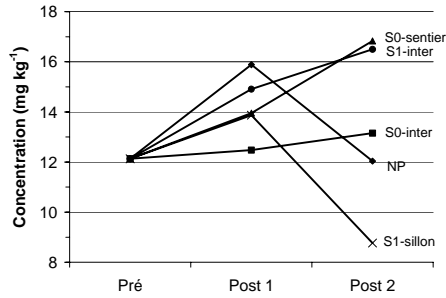
perturbation, NP = Non perturbé, S0-inter = entre les sentiers de débardage, S0-sentier = sur les sentiers de débardage, S1-inter = entre les sillons de scarifiage.



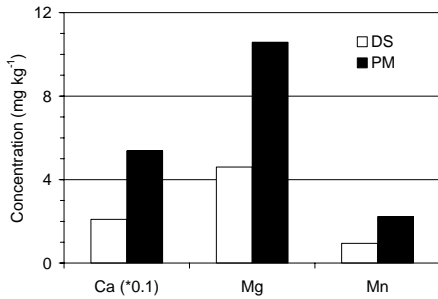
A) Minéral – N



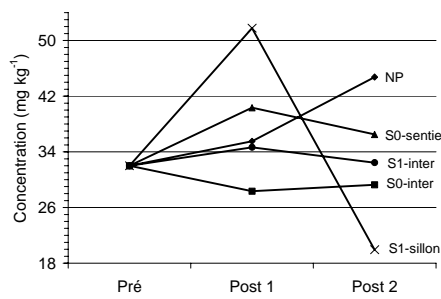
B) Minéral – K



C) Minéral – Ca, Mg, Mn



D) Minéral – Ca



E) Minéral – C

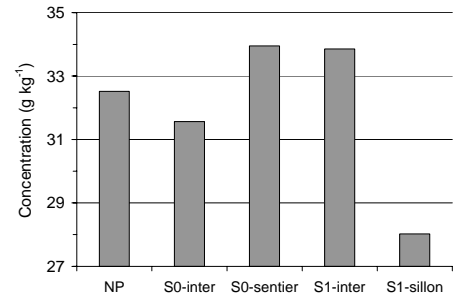
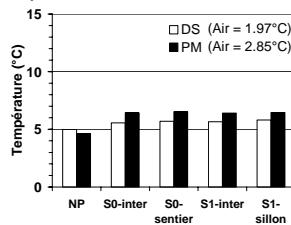
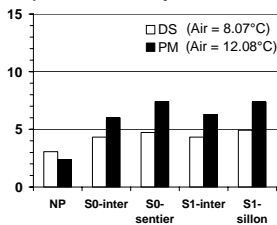


Figure 6 : Influence significative ($P < 0.05$) du temps, du type de peuplement et/ou du niveau de perturbation sur la concentration en (A) azote, en (B) potassium, en (C et D) calcium, magnésium et manganèse et en (E) carbone du sol minéral (horizon B) mesurée avant et après perturbations sylvicoles. Abréviations : voir la figure 5 et S1-sillon = dans les sillons de scarifiage.

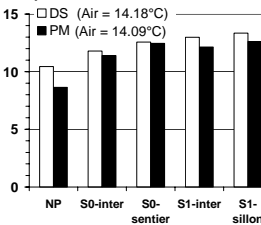
A) Année



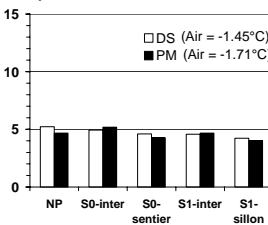
B) Printemps



C) Été



D) Automne



E) Hiver

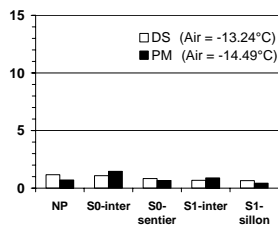


Figure 7 : Variation saisonnière de la température du sol et de l'air en fonction du type de peuplement et du niveau de perturbation, durant l'année après traitements sylvicoles. Abréviations : voir figure 6.

Respiration microbienne

Le taux de respiration microbienne a été mesuré à partir d'échantillons d'humus prélevés dans les deux types de peuplement et dans tous les niveaux de perturbations à l'étude, à l'aide d'un respiromètre en laboratoire. Lorsque exprimé sur une base de masse sèche d'humus, le taux de

respiration de l'humus des DS était significativement plus bas que celui des PM (Fig. 8B). Par contre, une fois exprimé sur la base de la quantité de matière organique (MO) contenu dans l'humus (par perte au feu), le taux de respiration microbienne devenait égal entre les deux types de peuplement (Fig. 8C). Puisque la température estivale du sol et le ratio C/N de l'humus (résultat non montré) ne s'avèrent pas limitants pour l'activité microbienne des DS, par rapport aux PM, il ressort donc que la qualité de l'humus dans les DS constituerait un facteur déterminant pour l'activité microbienne, plus que d'autres importants facteurs connus. Un suivi à plus long terme permettra de vérifier si ce facteur est réversible avec la croissance d'un couvert végétal dense et sans lichens.

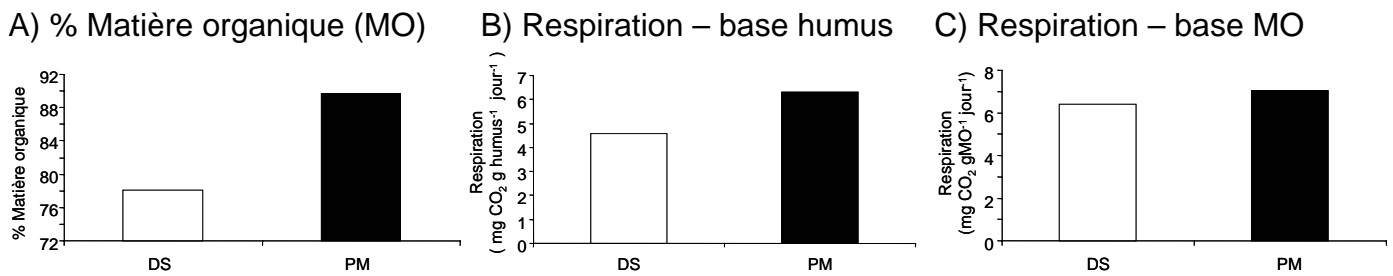


Figure 8 : Influence significative ($P<0.05$) du type de peuplement sur (A) le % de matière organique de l'humus et le taux de respiration microbienne sur la base (B) de la masse sèche de l'humus ou (C) de la masse de matière organique contenue dans l'humus, mesurés 1 an après perturbations sylvicoles. Abréviations : voir la figure 2.

Végétation indicatrice

L'approche « avant-après perturbation » préconisée dans l'étude a permis d'utiliser également la végétation pré-établie comme indicateur de la résilience des écosystèmes DS et PM, face aux traitements sylvicoles. L'ensemble des résultats portant sur cette végétation (dont ceux sur le recouvrement ci-bas), tant en termes de recouvrement que de la réponse physiologique, indiquent que les éricacées sont plutôt sensibles au passage de la machinerie forestière, et ce de façon plus prononcée dans les PM. D'une part, l'ouverture du couvert est évidemment plus importante dans les PM que dans les DS, et il semble aussi que l'apport plus grand en débris ligneux dans les PM après traitements augmente d'autant plus l'intensité de la perturbation.

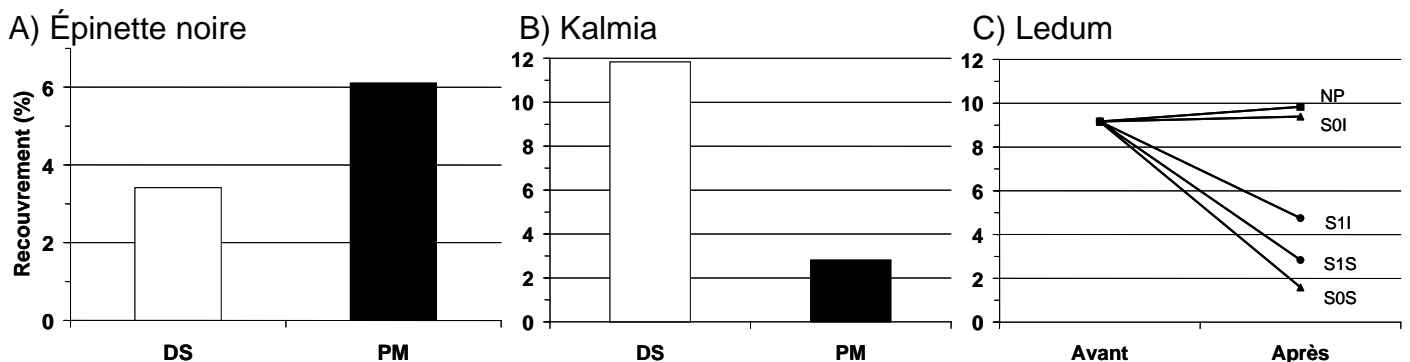


Figure 9 : Influence significative ($P<0.05$) du temps, du type de peuplement et/ou du niveau de perturbation sur le recouvrement de (A) l'épinette noire, du (B) Kalmia et du (C) Ledum mesurée avant et après perturbations sylvicoles. Abréviations : voir figure 2 et Avant = 1 à 2 mois avant perturbation, Après = 1 à 2 mois après perturbation, NP = Non perturbé, S0I = entre les sentiers de débardage, S0S = sur les sentiers de débardage, S1I = entre les sillons de scarifiage, S1S = dans les sillons de scarifiage.

Applicabilité de résultats et retombées escomptées

Les résultats obtenus montrent que la croissance hâtive de la régénération artificielle dans les DS, quoique soutenue tant pour l'un ou l'autre des gabarits de plants testés, accuse, après un an, un retard significatif d'environ 15 % par rapport à celle des PM comparables. Cette différence, par contre, n'apparaît pas être essentiellement reliée à la disponibilité des éléments minéraux du sol, mais également au régime de température du sol et de l'air ambiant et au régime hydrique lié à la neige, deux groupes de facteurs contrôlés par la faible densité du couvert forestier typique des DS. Ces mêmes facteurs pourraient également expliquer en partie l'incapacité apparente de la régénération pré-établie, pourtant relativement abondante, à assurer une redensification naturelle

du couvert forestier dans les DS. Par ailleurs, les DS étudiés n'ont pas montré une résilience plus faible, prise globalement, que celle des PM après perturbations sylvicoles, tant sur les plans de la physico-chimie des sols que de la réponse des bioindicateurs choisis.

Bref, les résultats de cette étude soutiennent l'hypothèse d'une remise en production viable des DS, avec un rendement potentiellement plus faible, du moins à court terme, que celui normalement obtenu dans les pessières à mousses productives du même domaine bio-climatique. Si les tendances observées se maintiennent à plus long terme, il serait alors envisageable de considérer la plantation avec le plus petit gabarit de plants produit au Québec (126-25, dorénavant 113-25), compte tenu de leur bonne performance sur le terrain et des avantages logistiques et économiques qu'ils présentent.

Les retombées potentielles de la remise en production des DS, ne serait-ce qu'une partie d'entre eux, pourraient évidemment s'avérer considérables compte tenu des DS disponibles à l'échelle du Qc (environ 1.6 M ha sous la limite nordique des forêts attribuables), ainsi que du potentiel auquel correspond ce type de reboisement en termes de création de puits de carbone.