Rôle de la strate des mousses et lichens dans l'établissement et le maintien de milieux ouverts stables en forêt boréale

Marine Pacé

Soutenance de thèse pour l'obtention du doctorat en sciences de l'environnement

29 août 2017

Direction:

Nicole Fenton

Codirection:

David Paré et Yves Bergeron

Comité d'évaluation :

Benoît Lafleur, François Girard et Luc Sirois

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Institut de recherche sur les forêts Chaire en aménagement forestier durable Centre de foresterie des Laurentides

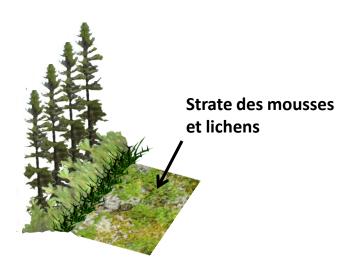




La strate des mousses et lichens en forêt boréale

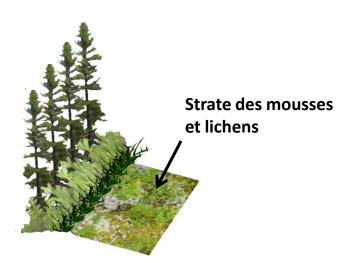


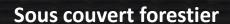
La strate des mousses et lichens en forêt boréale





La strate des mousses et lichens en forêt boréale







Les mousses hypnacées

Pleurozium schreberi (bryophytes)

Milieux forestiers ouverts

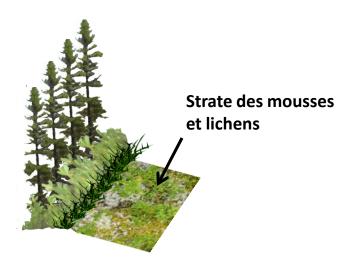


Les lichens terricoles

Cladonia spp.

Fort drainage

La strate des mousses et lichens en forêt boréale



Sous couvert forestier



Les mousses hypnacées

Pleurozium schreberi (bryophytes)

Milieux forestiers ouverts



Les lichens terricoles

Cladonia spp.

Fort drainage

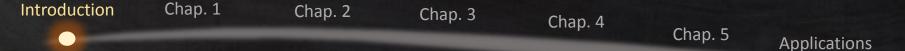


Les sphaignes

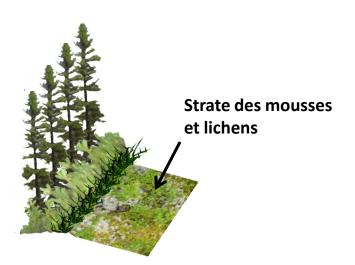
Sphagnum spp.

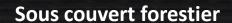
(bryophytes)

Faible drainage



La strate des mousses et lichens en forêt boréale







Les mousses hypnacées

Pleurozium schreberi (bryophytes)

Milieux forestiers ouverts



Les lichens terricoles

Cladonia spp. Fort drainage



Les sphaignes

 ${\it Sphagnum}\ {\it spp}.$

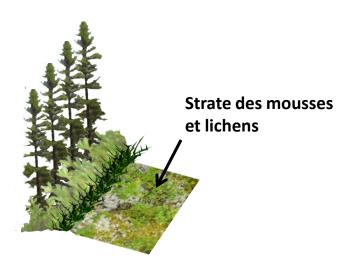
(bryophytes)

Faible drainage

Pourquoi s'y intéresser?

Influence les processus écosystémiques C, N, pH, T°C etc...

La strate des mousses et lichens en forêt boréale



Sous couvert forestier



Les mousses hypnacées

Pleurozium schreberi (bryophytes)

Milieux forestiers ouverts



Les lichens terricoles

Cladonia spp. Fort drainage



Les sphaignes

Sphagnum spp.

(bryophytes)

Faible drainage

Pourquoi s'y intéresser?

- Influence les processus écosystémiques C, N, pH, T°C etc...
 - Structure la communauté végétale forestière Facilitation/inhibition germination et croissance



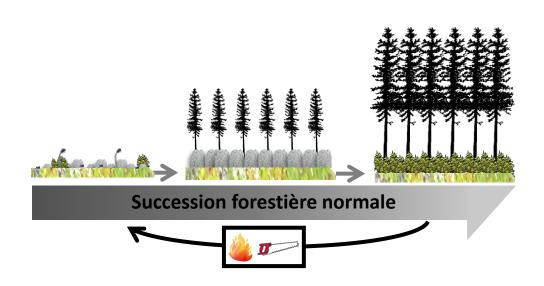
Établissement de milieux ouverts stables en forêt boréale :

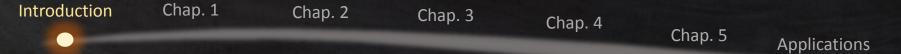




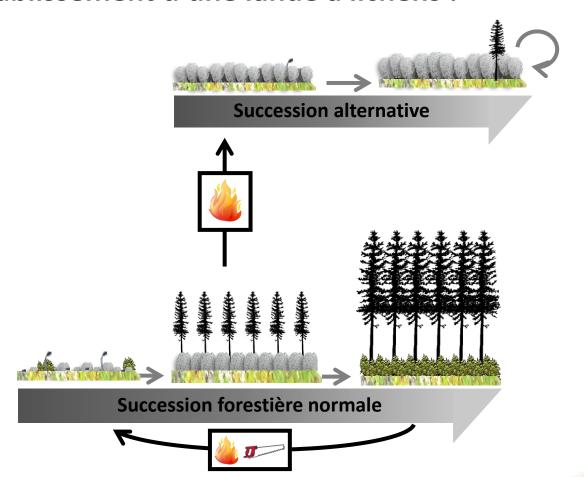
Établissement d'une lande à lichens :



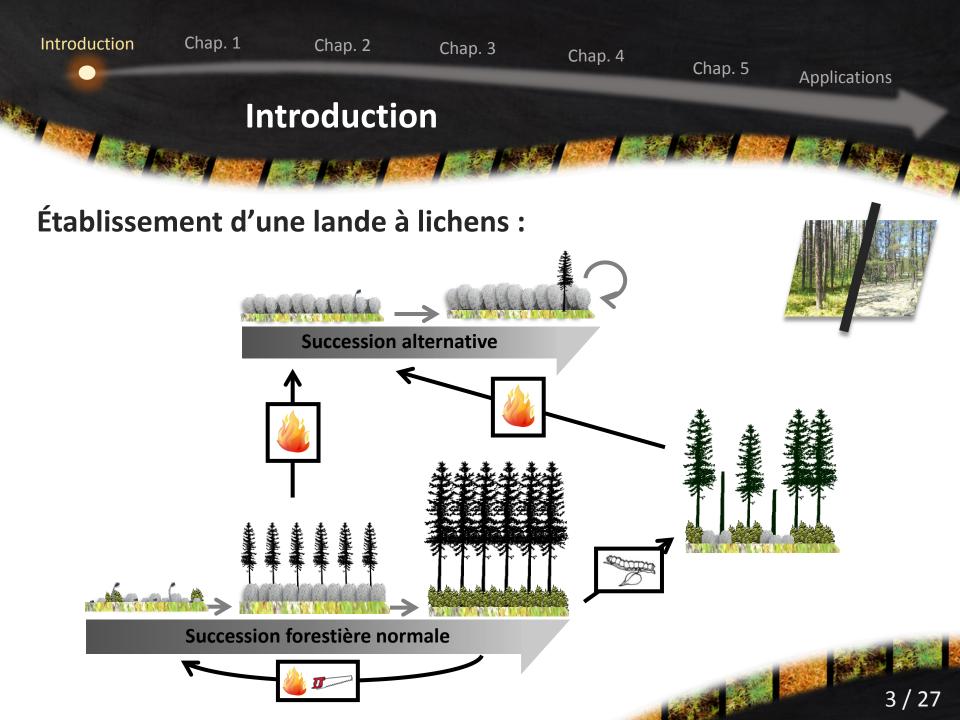


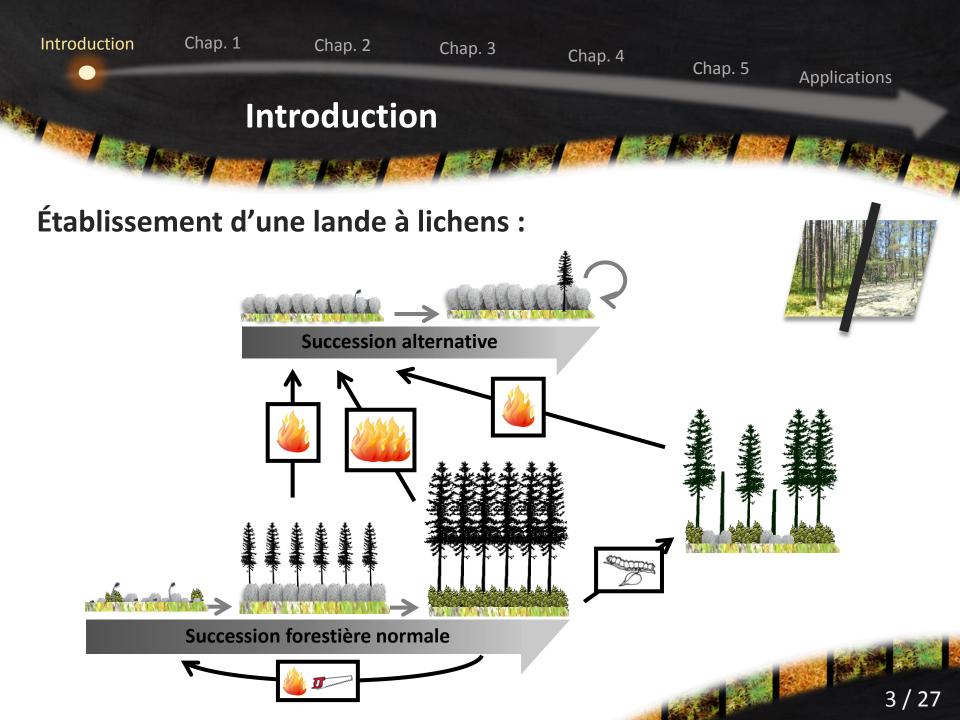


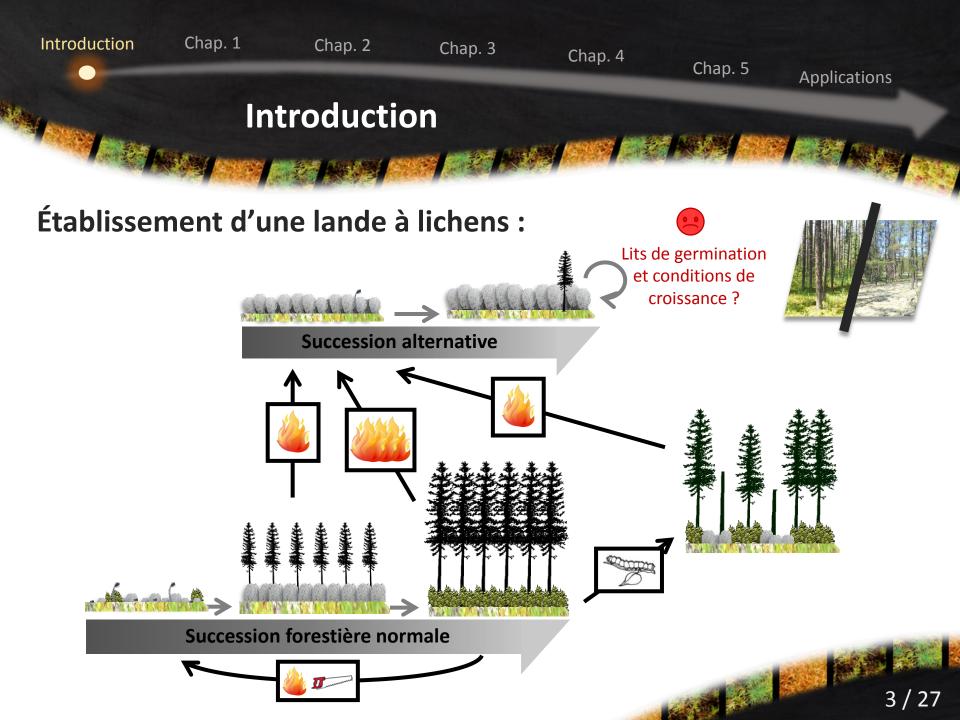
Établissement d'une lande à lichens :









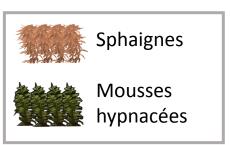


Établissement d'une tourbière boisée à sphaignes :



Paludification successionnelle



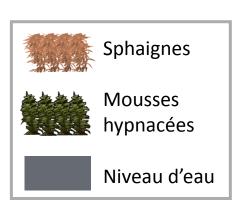


Établissement d'une tourbière boisée à sphaignes :



Paludification successionnelle



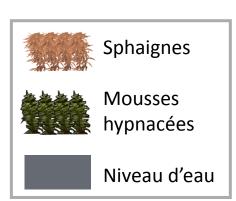


Établissement d'une tourbière boisée à sphaignes :

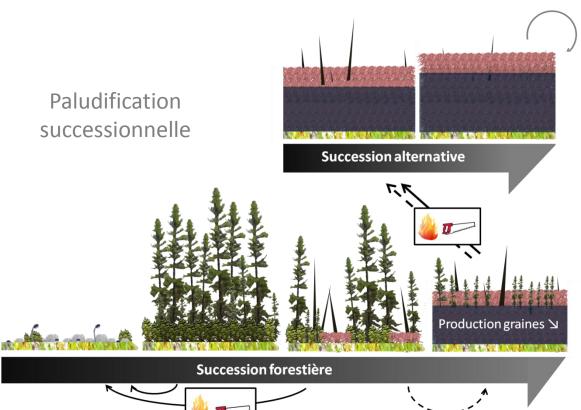


Paludification successionnelle





Établissement d'une tourbière boisée à sphaignes :







Sphaignes

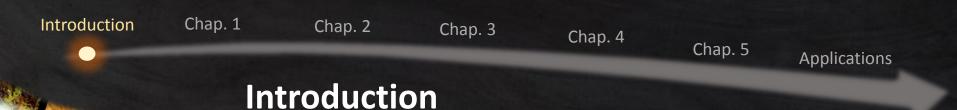


Mousses hypnacées



Niveau d'eau





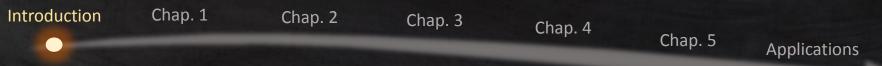
Points communs entre les deux types de transition :

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens





Ouverture à long-terme du peuplement lié à un défaut de régénération et/ou croissance des arbres



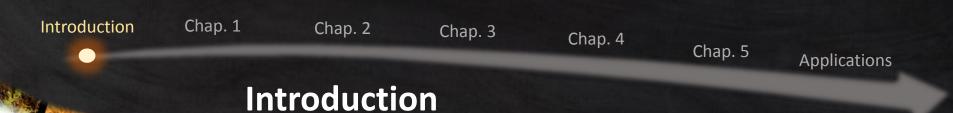
Points communs entre les deux types de transition :

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens





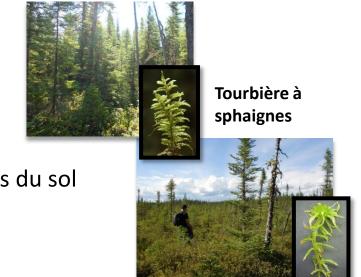
Ouverture à long-terme du peuplement lié à un défaut de régénération et/ou croissance des arbres



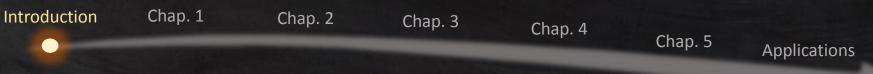
Points communs entre les deux types de transition :

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens





Ouverture à long-terme du peuplement lié à un défaut de régénération et/ou croissance des arbres



Points communs entre les deux types de transition :

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens



2 Modification des conditions du sol



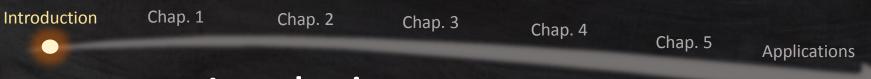
Tourbière à sphaignes



Landes à lichens

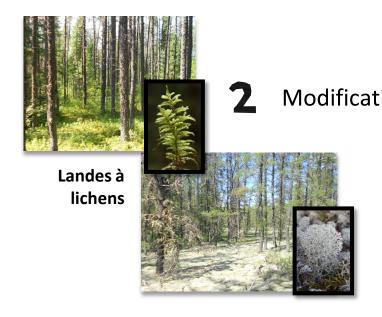


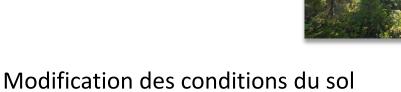
Ouverture à long-terme du peuplement lié à un défaut de régénération et/ou de croissance des arbres



Points communs entre les deux types de transition :

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens





Tourbière à sphaignes

Ouverture à long-terme du peuplement lié à un défaut de régénération et/ou de croissance des arbres

... Rôle de la strate des mousses et lichens?



Hypothèse générale :

1 Ouverture du couvert forestier

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance



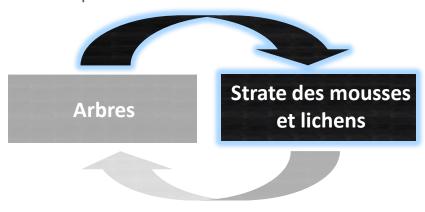
Hypothèse générale :

- 1 Ouverture du couvert forestier
 - 2 Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

☑ mousses hypnacées➢ lichens ou sphaignes

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance



Hypothèse générale :

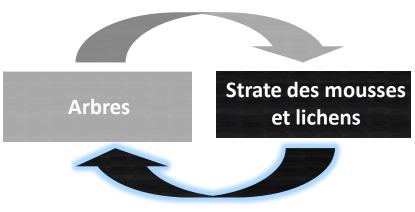
- 1 Ouverture du couvert forestier
 - 2 Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

☑ mousses hypnacées➢ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance

Hypothèse générale :

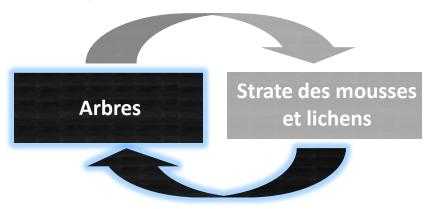
- Ouverture du couvert forestier
 - Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

☑ mousses hypnacées➢ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance

Régénération ligneuse

(établissement et/ou croissance)

Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Introduction

Hypothèse générale :

1 Ouverture du couvert forestier

2 Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

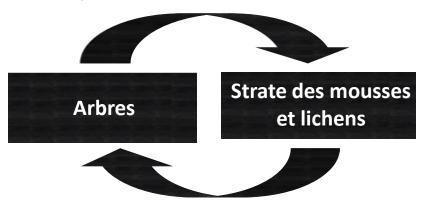
∠ mousses hypnacées

→ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance

Rétroaction +

= transition vers milieu ouvert stable Régénération ligneuse

(établissement et/ou croissance)

Objectifs de la thèse :

Déterminer les effets différentiels des mousses hypnacées, des lichens et des sphaignes sur la germination et la croissance du pin gris et de l'épinette noire



Objectifs de la thèse :

- Déterminer les effets différentiels des mousses hypnacées, des lichens et des sphaignes sur la germination et la croissance du pin gris et de l'épinette noire
- 2 Identifier les mécanismes à l'origine de ces effets



Objectifs de la thèse :

- Déterminer les effets différentiels des mousses hypnacées, des lichens et des sphaignes sur la germination et la croissance du pin gris et de l'épinette noire
- 2 Identifier les mécanismes à l'origine de ces effets

Introduction

Évaluer les risques d'accidents de régénération liés à l'ouverture du couvert forestier par éclaircie précommerciale

Objectifs de la thèse :

- Déterminer les effets différentiels des mousses hypnacées, des lichens et des sphaignes sur la germination et la croissance du pin gris et de l'épinette noire
- 2 Identifier les mécanismes à l'origine de ces effets

Volet expérimental

Évaluer les risques d'accidents de régénération liés à l'ouverture du couvert forestier par éclaircie précommerciale

Volet appliqué

Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Introduction



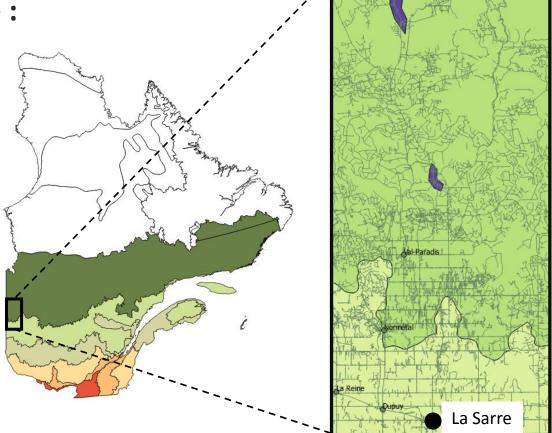
Erablière à caryer cordiforme

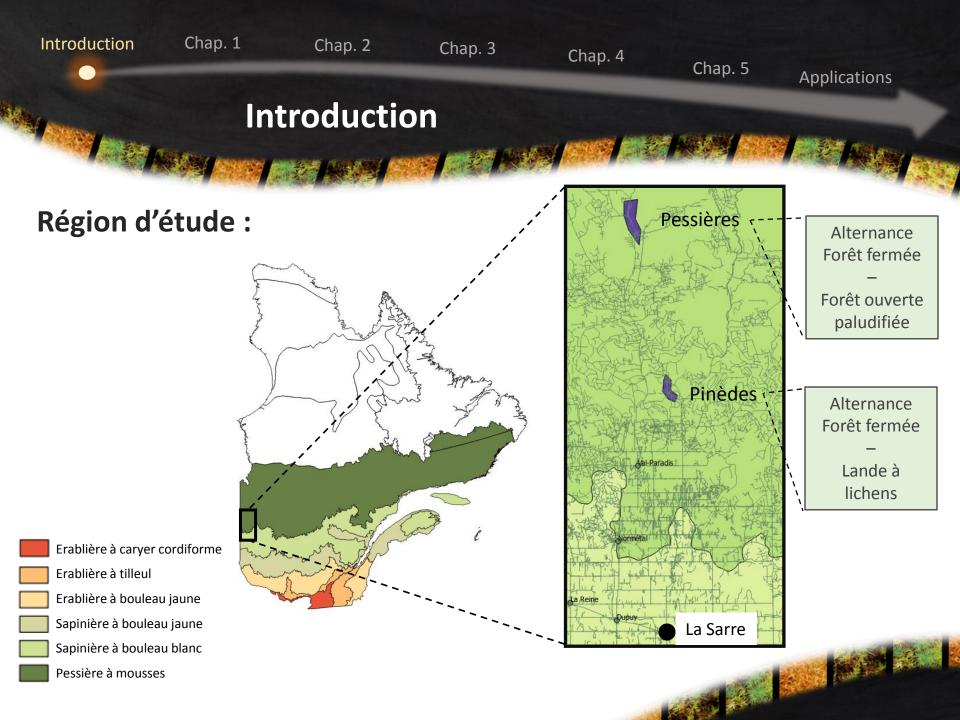
Erablière à bouleau jaune Sapinière à bouleau jaune

Sapinière à bouleau blanc

Pessière à mousses

Erablière à tilleul





Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire



Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)



Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Introduction

Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Chap. 2 et 3 : Germination, croissance des plantules (0 à 6 mois) et croissance de jeunes plants (2 à 3 ans).



Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Introduction

Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Chap. 2 et 3 : Germination, croissance des plantules (0 à 6 mois) et croissance de jeunes plants (2 à 3 ans).

Chap. 4 : Effets des lessivats sur la croissance des plantules et des jeunes plants.



Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Introduction

Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Chap. 2 et 3 : Germination, croissance des plantules (0 à 6 mois) et croissance de jeunes plants (2 à 3 ans).

Chap. 4 : Effets des lessivats sur la croissance des plantules et des jeunes plants.

Volet appliqué :

La strate des mousses et lichens, un indicateur utile à l'aménagement écosystémique

Chap. 5 : Suivi des effets de l'éclaircie pré-commerciale en forêt boréale

Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Chapitre 1

Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Pacé M., Fenton N.J., Paré D. & Bergeron Y. 2017. Ground layer composition affects tree fine root biomass and soil nutrient availability in jack pine and black spruce forests under extreme drainage conditions.

Canadian Journal of Forest Research 47(3): 433-444.

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)



Pourquoi les racines fines ?

Pacé M., Fenton N.J., Paré D. & Bergeron Y. 2017. Ground layer composition affects tree fine root biomass and soil nutrient availability in jack pine and black spruce forests under extreme drainage conditions.

Canadian Journal of Forest Research 47(3): 433-444.

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)



Pourquoi les racines fines ?

1 20 premiers cm du sol = zone d'influence des mousses et lichens

Pacé M., Fenton N.J., Paré D. & Bergeron Y. 2017. Ground layer composition affects tree fine root biomass and soil nutrient availability in jack pine and black spruce forests under extreme drainage conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 47(3): 433-444.

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)



Pourquoi les racines fines?

- 1 20 premiers cm du sol = zone d'influence des mousses et lichens
- 2 Adaptation de l'arbre à la disponibilité en ressources et aux conditions du milieu

Pacé M., Fenton N.J., Paré D. & Bergeron Y. 2017. Ground layer composition affects tree fine root biomass and soil nutrient availability in jack pine and black spruce forests under extreme drainage conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 47(3): 433-444.

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)



Pourquoi les racines fines?

- 1 20 premiers cm du sol = zone d'influence des mousses et lichens
- 2 Adaptation de l'arbre à la disponibilité en ressources et aux conditions du milieu
- 3 Échelle de temps = durée de vie de quelques mois <<< arbre

Pacé M., Fenton N.J., Paré D. & Bergeron Y. 2017. Ground layer composition affects tree fine root biomass and soil nutrient availability in jack pine and black spruce forests under extreme drainage conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 47(3): 433-444.











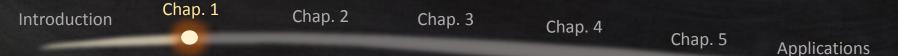




Objectifs du chapitre

 Approche descriptive: Déterminer les liens entre l'ouverture de la canopée, la composition de la strate des mousses et lichens, la biomasse de racines fines et la disponibilité des nutriments.









Objectifs du chapitre

 Approche descriptive: Déterminer les liens entre l'ouverture de la canopée, la composition de la strate des mousses et lichens, la biomasse de racines fines et la disponibilité des nutriments.

Méthodes

 Relevés en forêt le long d'un gradient d'ouverture du couvert - Analyse de pistes







Objectifs du chapitre

- Approche descriptive: Déterminer les liens entre l'ouverture de la canopée, la composition de la strate des mousses et lichens, la biomasse de racines fines et la disponibilité des nutriments.
- Approche expérimentale: Déterminer les effets de la suppression du lichen et de la sphaigne sur la biomasse de racines fines et la disponibilité des nutriments

Méthodes

 Relevés en forêt le long d'un gradient d'ouverture du couvert - Analyse de pistes







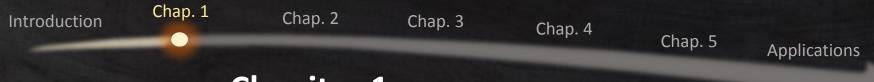
Objectifs du chapitre

- Approche descriptive: Déterminer les liens entre l'ouverture de la canopée, la composition de la strate des mousses et lichens, la biomasse de racines fines et la disponibilité des nutriments.
- Approche expérimentale : Déterminer les effets de la suppression du lichen et de la sphaigne sur la biomasse de racines fines et la disponibilité des nutriments

Méthodes

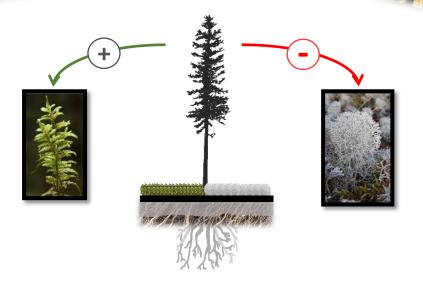
- Relevés en forêt le long d'un gradient d'ouverture du couvert - Analyse de pistes
- Expérience in situ en milieu forestier ouvert (pinède à lichens et pessière à sphaignes)





Résultats clés

Pinède à lichens





Résultats clés

Pinède à lichens

Suppression du lichen =

 ⊅ biomasse de racines fines de plus de 50 %

 ⊅ disponibilité des nutriments

 (cations basiques)

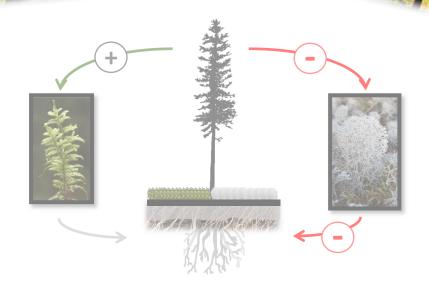


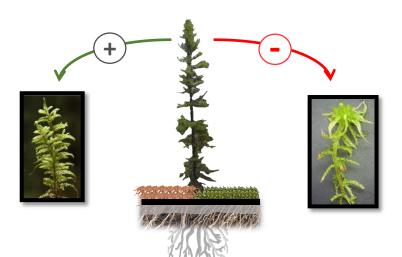


Résultats clés

Pinède à lichens

Suppression du lichen =





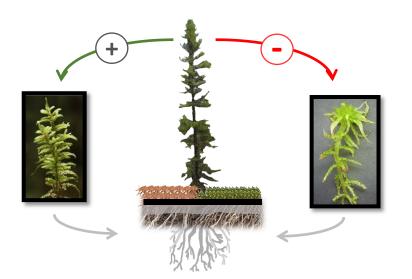
Pessière à mousses

Résultats clés

Pinède à lichens

Suppression du lichen =





Pessière à mousses

Pas d'effet à court-terme de la suppression de la sphaigne sur la biomasse de racines fines

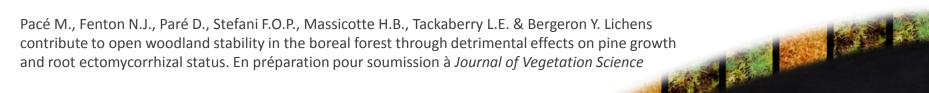
Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Chap. 2 et 3 : Germination, croissance des plantules (0 à 6 mois) et croissance de jeunes plants (2 à 3 ans).

Chap. 2 : Développement du pin gris – Mousses hypnacées *vs* lichens

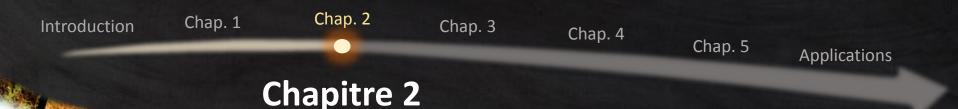








- Déterminer les effets différentiels du lichen et des mousses hypnacées sur la germination et la croissance du pin gris (plantule et jeune plant)
- Identifier les facteurs impliqués







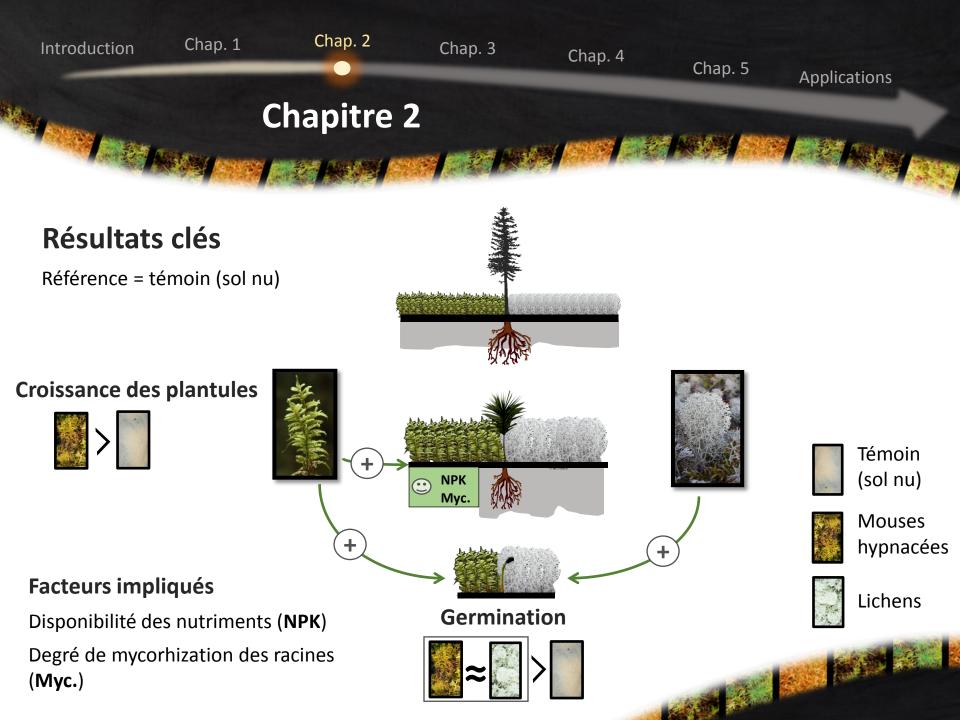
- Déterminer les effets différentiels du lichen et des mousses hypnacées sur la germination et la croissance du pin gris (plantule et jeune plant)
- Identifier les facteurs impliqués

Méthodes

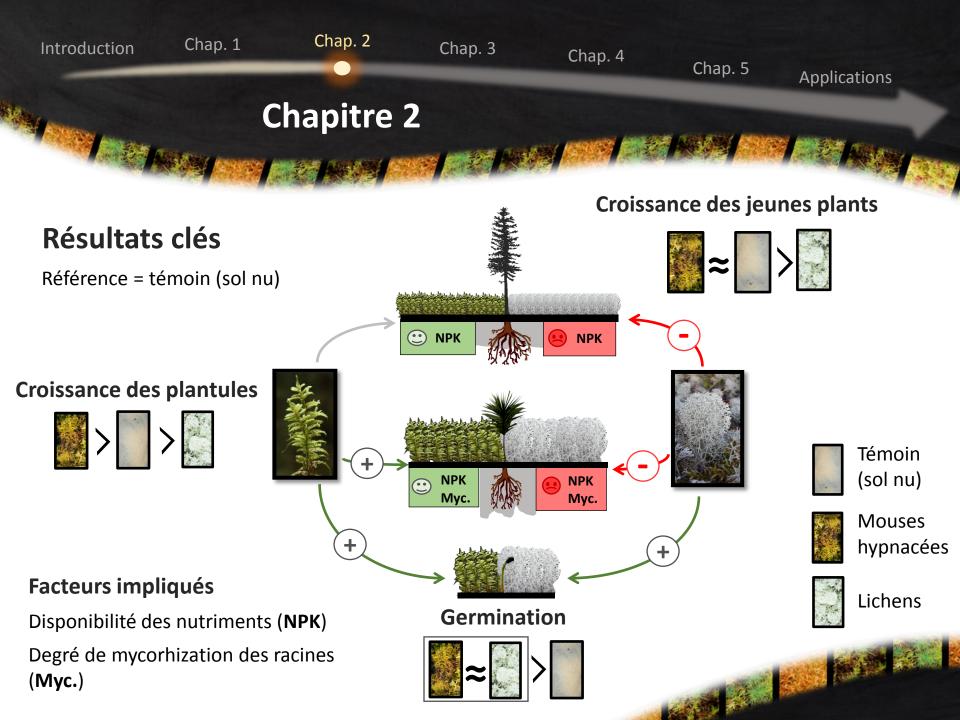
- Expériences en serre et sur le terrain
- Manipulation de la disponibilité en nutriments
- Analyse des ectomycorhizes associées aux racines du pin gris











Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Chapitre 3

Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Chap. 2 et 3 : Germination, croissance des plantules (0 à 6 mois) et croissance de jeunes plants (2 à 3 ans).

Chap. 3 : Développement de l'épinette noire – Mousses hypnacées *vs* sphaignes







- Déterminer les effets différentiels de la sphaigne et des mousses hypnacées sur la germination et la croissance de l'épinette noire (plantule et jeune plant)
- Identifier les facteurs impliqués



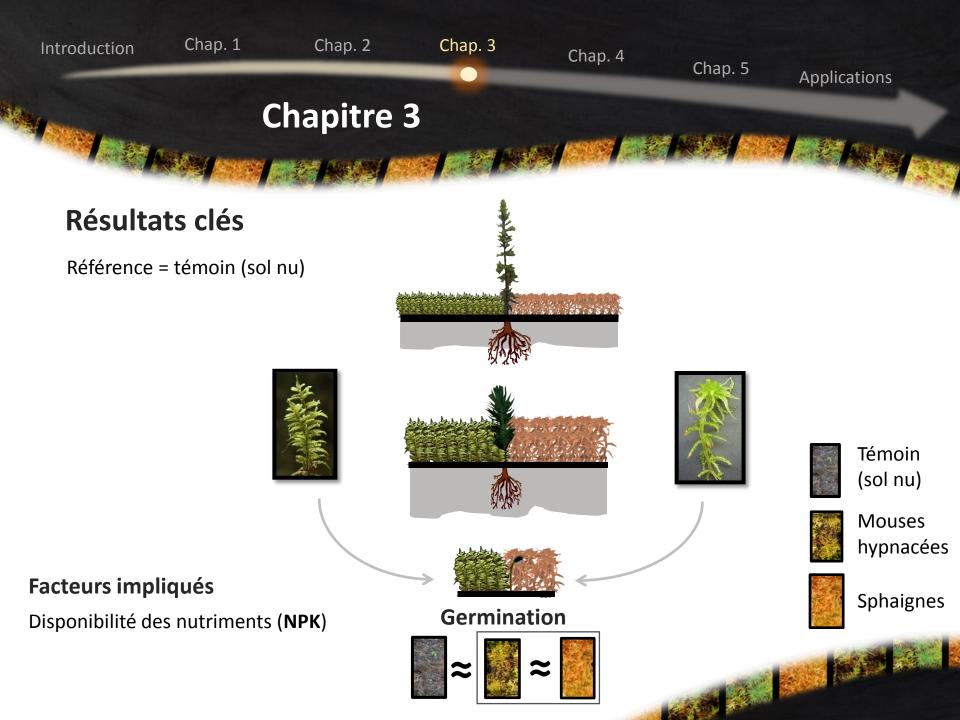


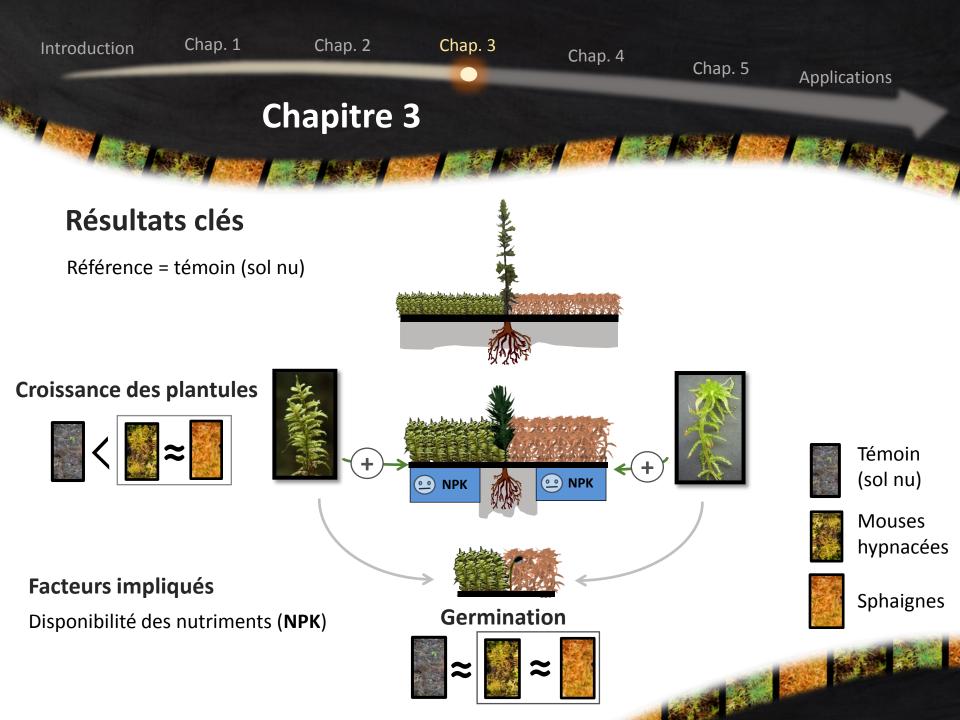


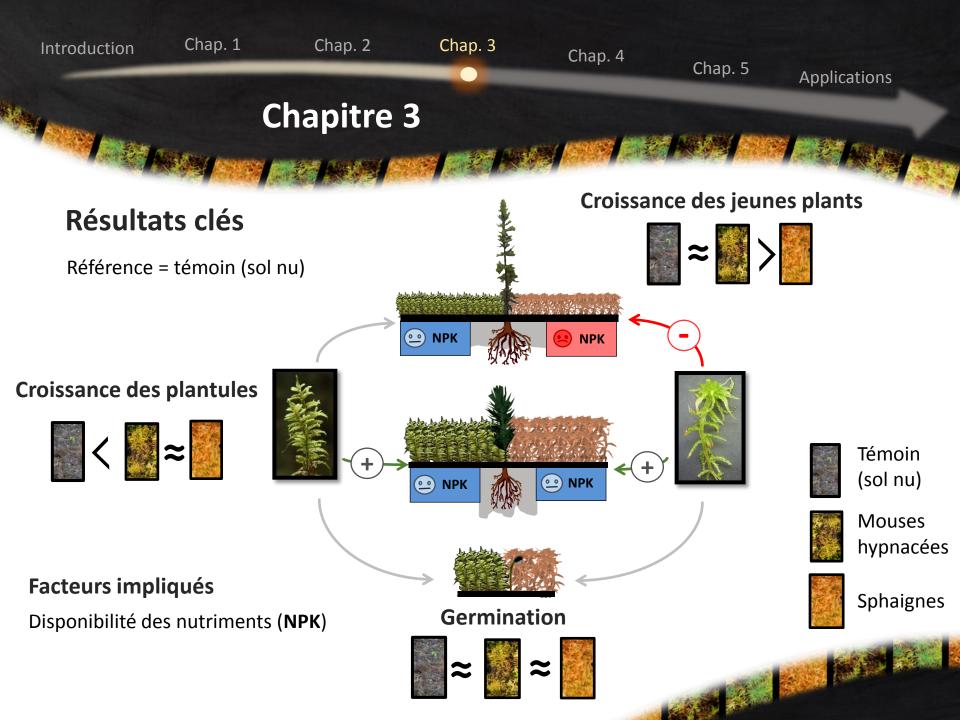
- Déterminer les effets différentiels de la sphaigne et des mousses hypnacées sur la germination et la croissance de l'épinette noire (plantule et jeune plant)
- Identifier les facteurs impliqués

Méthodes

- Expériences en serre et sur le terrain
- Manipulation de la disponibilité en nutriments







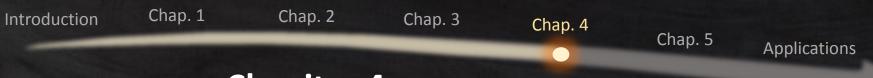
Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Chap. 1 : Biomasse de racines fines = indicateur de la qualité des conditions de croissance d'arbres adultes (≈ 25 ans)

Chap. 2 et 3 : Germination, croissance des plantules (0 à 6 mois) et croissance de jeunes plants (2 à 3 ans).

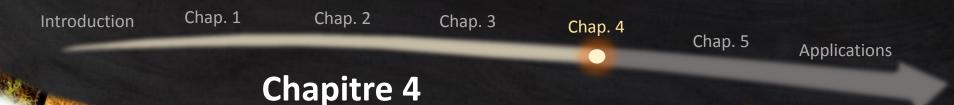
Chap. 4 : Effets des lessivats sur la croissance des plantules et des jeunes plants.



Chapitre 4



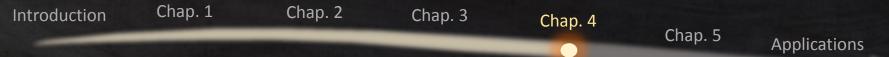








- Déterminer les effets différentiels des lessivats :
 - de mousses hypnacées et de lichens sur la croissance du pin gris
 - de mousses hypnacées et de sphaignes sur la croissance de l'épinette noire
- Identifier les facteurs chimiques impliqués





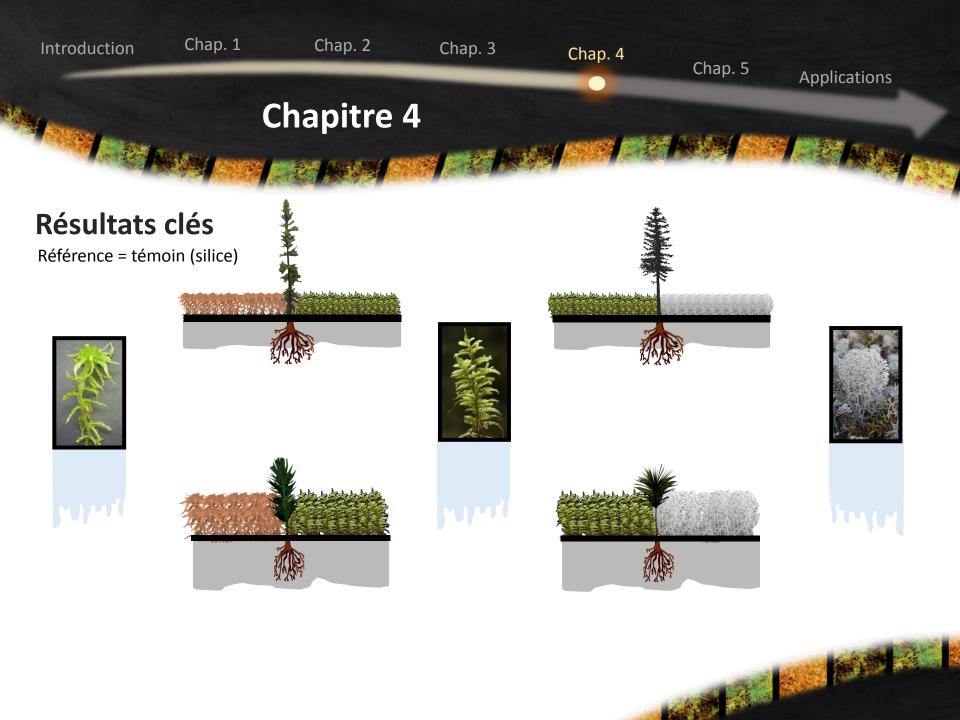
Objectifs du chapitre

- Déterminer les effets différentiels des lessivats :
 - de mousses hypnacées et de lichens sur la croissance du pin gris
 - de mousses hypnacées et de sphaignes sur la croissance de l'épinette noire
- Identifier les facteurs chimiques impliqués



Méthodes

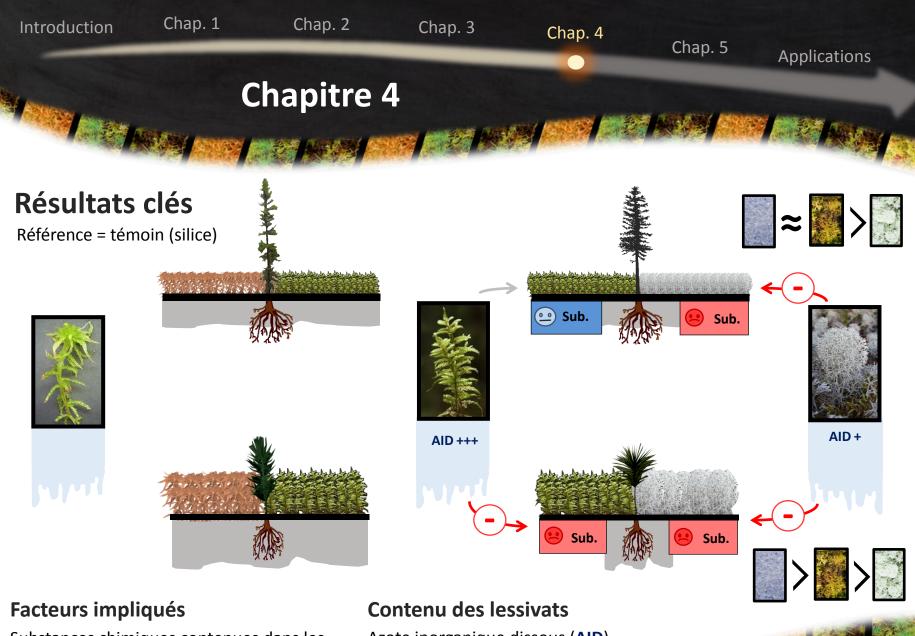
- Expériences en serre
- Mesure du contenu en N inorganique dissous des lessivats
- Détection de la présence d'acide usnique dans les lessivats

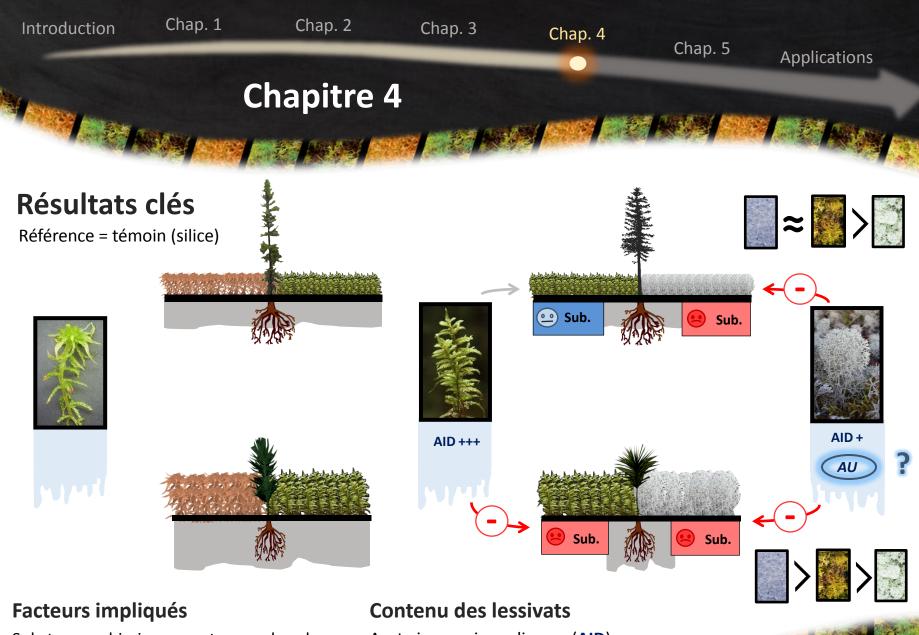




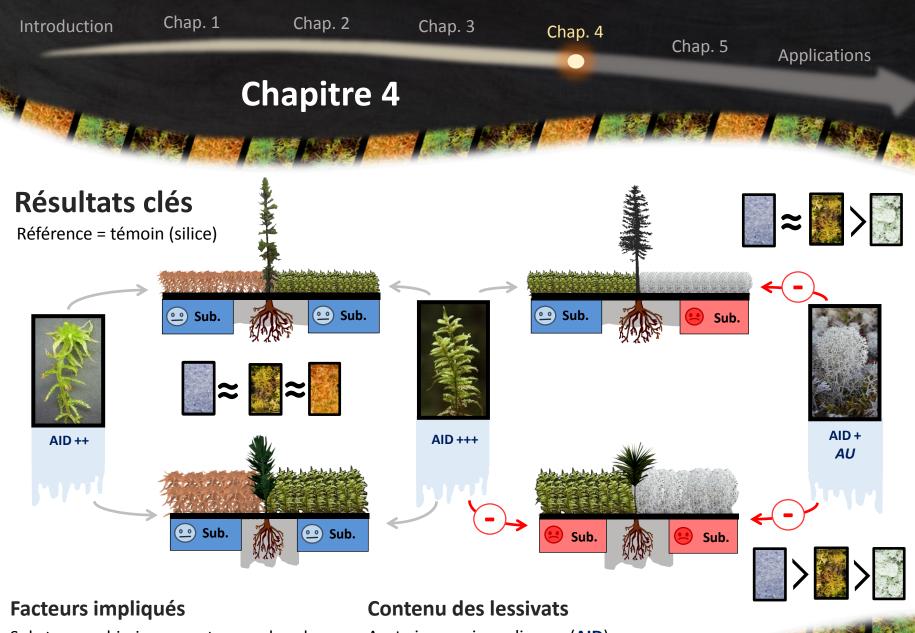
Azote inorganique dissous (AID), Acide usnique (AU)

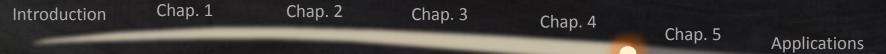








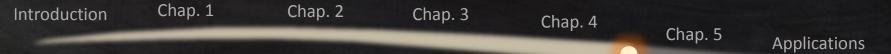




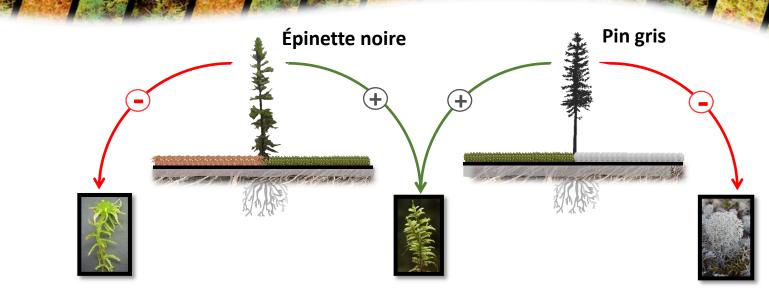
Bilan volet expérimental

Référence = témoin (sol nu)

Facteurs impliqués :



Bilan volet expérimental

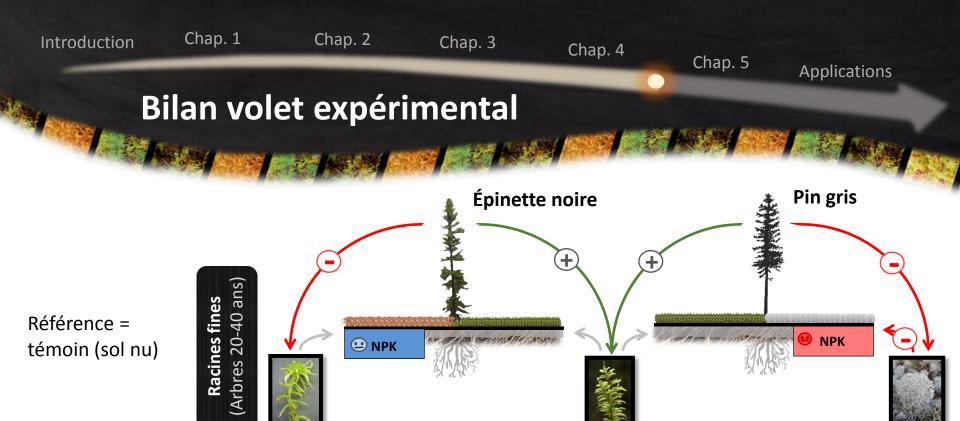


Référence = témoin (sol nu)

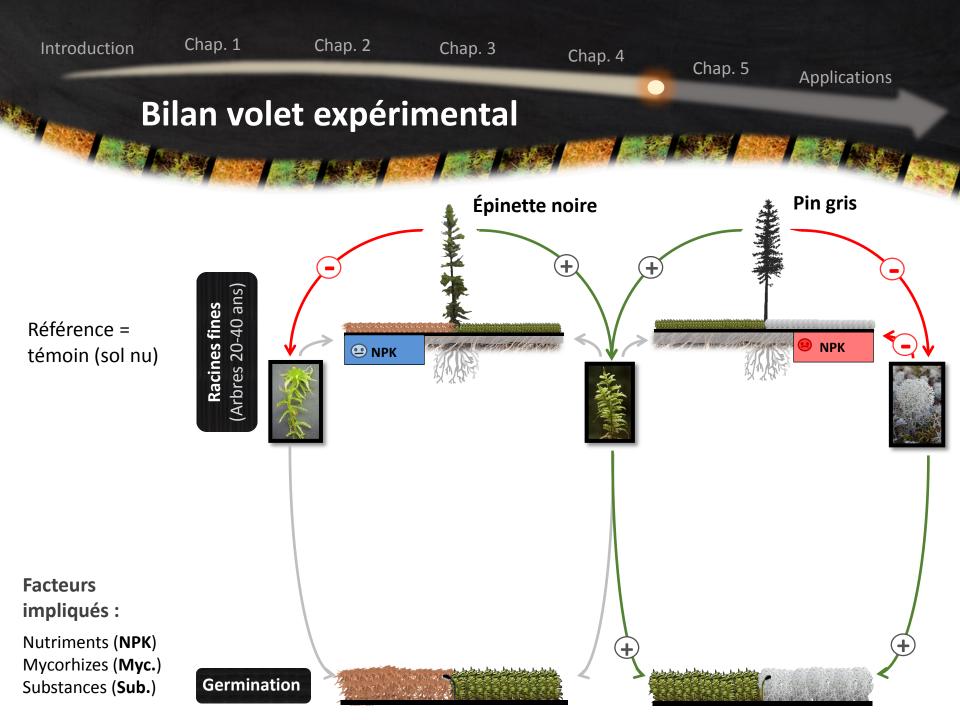
Facteurs impliqués :

Nutriments (**NPK**) Mycorhizes (**Myc.**)

Substances (Sub.)



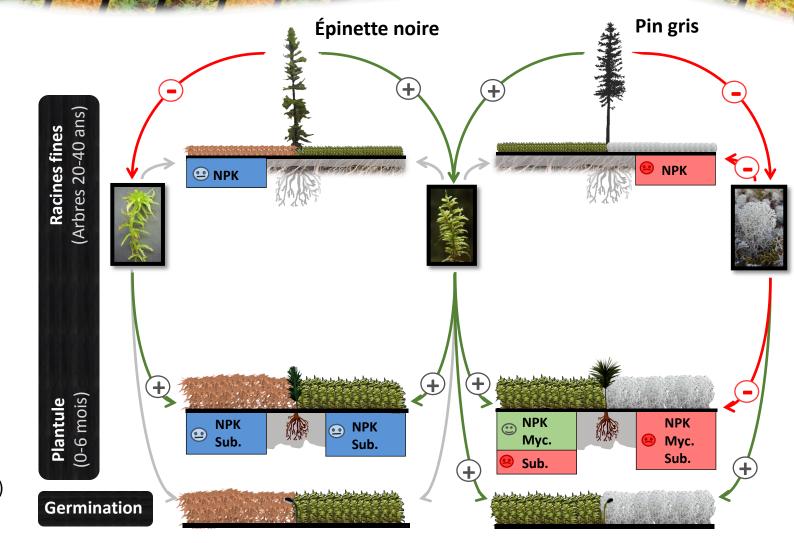
Facteurs impliqués :



Bilan volet expérimental

Référence = témoin (sol nu)

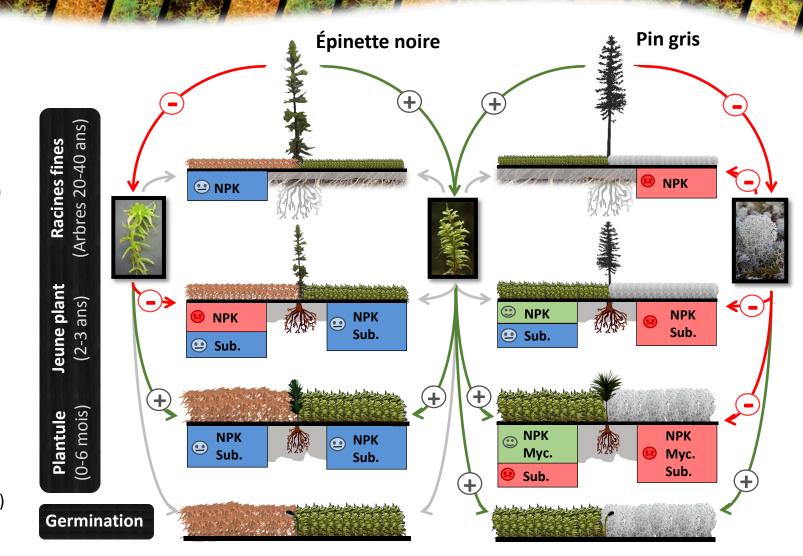
Facteurs impliqués :



Bilan volet expérimental

Référence = témoin (sol nu)

Facteurs impliqués :



Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Bilan volet expérimental

Hypothèse générale :

1 Ouverture du couvert forestier

2 Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

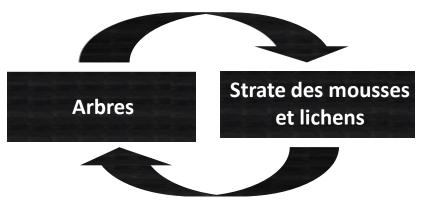
∠ mousses hypnacées

→ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance

Rétroaction +

= transition vers milieu ouvert stable Régénération ligneuse

(établissement et/ou croissance)

Bilan volet expérimental

Bilan:

1 Ouverture du couvert forestier

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

∠ mousses hypnacées

→ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance

Rétroaction + = transition vers milieu ouvert stable Régénération ligneuse \(\sigma\) (établissement et/ou croissance)

Bilan volet expérimental

Bilan:

1 Ouverture du couvert forestier

Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

☑ mousses hypnacées➢ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Lit de germination et conditions de croissance

Vérifié expérimentalement (Chap. 1-4)

Rétroaction + = transition vers milieu ouvert stable Régénération ligneuse

(établissement et/ou croissance)

Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Bilan volet expérimental

Bilan : hypothèse vérifiée

1 Ouverture du couvert forestier

2 Modification de la composition de la strate des mousses et lichens

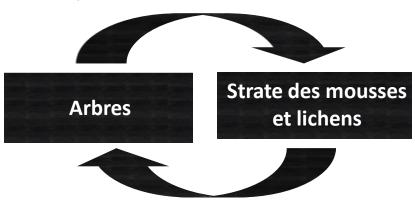
∠ mousses hypnacées

→ lichens ou sphaignes

Modification des conditions physico-chimiques et biologiques du sol

Couvert forestier

Disponibilité en lumière et microclimat



Propriétés physico-chimiques et biologiques du sol

Lit de germination et conditions de croissance

Rétroaction +

= transition vers milieu ouvert stable Régénération ligneuse

(établissement et/ou croissance)



Chapitres de la thèse

Volet expérimental :

Effets de la composition de la strate des mousses et lichens sur le développement du pin gris et de l'épinette noire

Volet appliqué :

La strate des mousses et lichens, un indicateur utile à l'aménagement écosystémique

Chap. 5 : Suivi des effets de l'éclaircie pré-commerciale en forêt boréale

Chapitre 5



Source : Fiche d'aide à la décision n° F002, MFFP



Objectifs du chapitre

- Déterminer les effets de l'EPC sur la composition de la strate des mousses et lichens
- Déterminer les liens entre la composition de la strate au sol et les effets de l'EPC sur la productivité du peuplement après 15 ans

Chapitre 5





Source: Fiche d'aide à la décision n° F002, MFFP

Photos: K. Tremblay

Objectifs du chapitre

- Déterminer les effets de l'EPC sur la composition de la strate des mousses et lichens
- Déterminer les liens entre la composition de la strate au sol et les effets de l'EPC sur la productivité du peuplement après 15 ans

Méthodes

- Données MFFP
- Suivi sur 15 ans des effets de l'EPC

Pour cette étude, essences dominantes = épinette noire et pin gris

Forêts, Faune et Parcs







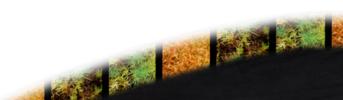


Résultats

Effet de l'EPC sur strate au sol?



- Expansion du lichen sur les sites fortement drainés
- Pas d'effet sur le couvert en sphaignes



Chapitre 5

Résultats

Effet de l'EPC sur strate au sol?



- Expansion du lichen sur les sites fortement drainés
- Pas d'effet sur le couvert en sphaignes

Lien entre strate au sol et gain en productivité?





Forte abondance de lichens au moment de l'EPC
 = effets nuls à négatifs de l'EPC sur la productivité



Chapitre 5

Résultats

Effet de l'EPC sur strate au sol?



- Expansion du lichen sur les sites fortement drainés
- Pas d'effet sur le couvert en sphaignes

Lien entre strate au sol et gain en productivité?





- Forte abondance de lichens au moment de l'EPC
 = effets nuls à négatifs de l'EPC sur la productivité
- Forte abondance de sphaignes = Faible potentiel productif



Résultats

Effet de l'EPC sur strate au sol?



- Expansion du lichen sur les sites fortement drainés
- Pas d'effet sur le couvert en sphaignes

Lien entre strate au sol et gain en productivité?





- Forte abondance de lichens au moment de l'EPC
 = effets nuls à négatifs de l'EPC sur la productivité
- Forte abondance de sphaignes = Faible potentiel productif

Recommandations : les sites avec fort recouvrement en lichens ou en sphaignes ne devraient pas être ciblés pour EPC

Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



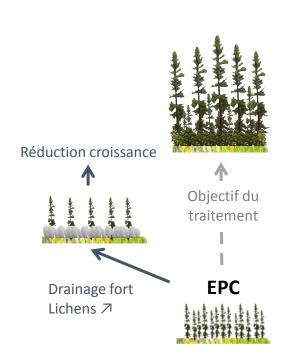
1 Prévention des risques

Éviter de recourir à des interventions sylvicoles qui ouvrent le couvert forestier sur les sites forestiers à risque (Chap. 5).

Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



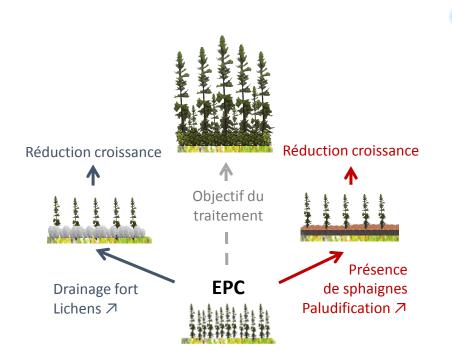
1 Prévention des risques

Éviter de recourir à des interventions sylvicoles qui ouvrent le couvert forestier sur les sites forestiers à risque (Chap. 5).

Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



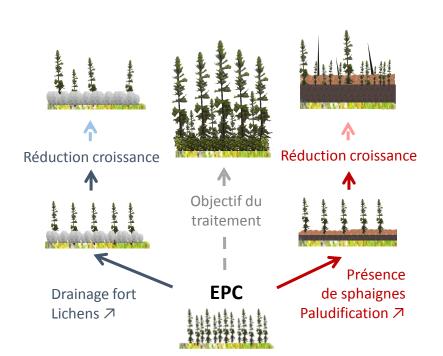
1 Prévention des risques

Éviter de recourir à des interventions sylvicoles qui ouvrent le couvert forestier sur les sites forestiers à risque (Chap. 5).

Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



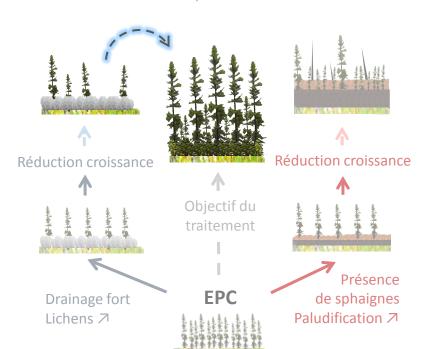
1 Prévention des risques

Éviter de recourir à des interventions sylvicoles qui ouvrent le couvert forestier sur les sites forestiers à risque (Chap. 5).

Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



1 Prévention des risques

Éviter de recourir à des interventions sylvicoles qui ouvrent le couvert forestier sur les sites forestiers à risque (Chap. 5).

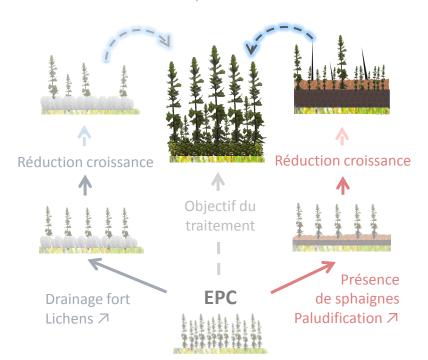
2 Restauration de la productivité

Ensemencement et plantation à forte densité Fermeture rapide du couvert

Implications des résultats pour l'aménagement écosystémique

Réduire les écarts entre forêt aménagée et forêt naturelle

L'aménagement forestier ne doit pas favoriser l'expansion des clairières ouvertes aux dépens de la forêt fermée



1 Prévention des risques

Éviter de recourir à des interventions sylvicoles qui ouvrent le couvert forestier sur les sites forestiers à risque (Chap. 5).

2 Restauration de la productivité

Ensemencement et plantation à forte densité Fermeture rapide du couvert

Contrôler le couvert de sphaignes Type de coupe, préparation de terrain, brûlage dirigé



Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5

Remerciements

Directeurs et codirecteurs : Nicole Fenton, David Paré, Yves Bergeron

Jury de thèse : Benoît Lafleur, François Girard et Luc Sirois

Coauteurs : Martin Barrette, Franck Stefani, Hugues Massicotte, Linda Tackaberry

Superviseur en milieu pratique : Roch Plusquellec de Matériaux Blanchet

Danièle Laporte, Marie-Hélène Longpré et Danielle Charron

Stéphane Tremblay, Laurence Auger, Samuel Laflèche, Pauline Suffice, Lili Perreault, Benjamin Gadet et Marion Barbé

Sylvie Gauthier, Michel Cusson, Armand Seguin, Denis Lachance, Serge Rousseau, Julien Béguin, Marc Mazerolle, Sébastien Dagnault, Jacques Morissette, Fanny Michaud, Esther Pouliot, Françoise Pelletier, Nicole Sukdeo et Keith Egger.

Applications

Tout le personnel du centre de foresterie des Laurentides à Québec, tous les étudiants de l'IRF et de l'IRME à l'UQAT

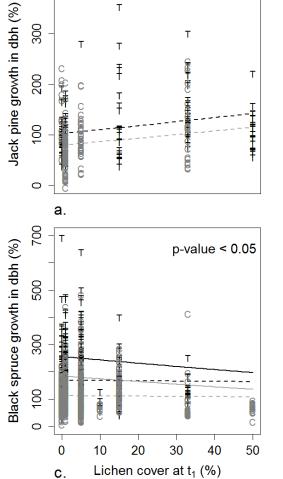
La MCF (Modélisation de la Complexité de la Forêt) et le CEF (Centre d'Étude de la Forêt)

La Chaire industrielle en Aménagement Forestier Durable (CRSNG-UQAT-UQAM), le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) et le Fonds Québécois de la Recherche sur la Nature et les Technologies (FRQNT)

Introduction Chap. 1 Chap. 2 Chap. 3 Chap. 4 Chap. 5 Applications

Chapitre 5

p-value < 0.01



400

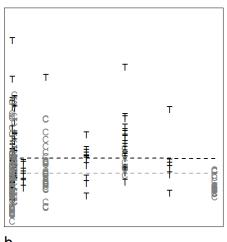


Figure 2 : Relative growth in dbh of the study trees as a function of tree species and ground cover composition at t₁.