



**Effets de l'éclaircie commerciale**  
en **peSSIÈRE** noire à mousse  
sur la **densité**  
et la **hauteur**  
de la **régénération** par **semis**  
**10 ans après coupe**

**Lupi C., Morin H., Lussier J.M.**  
**Montebello (Qc), 23 Avril 2013**  
**7<sup>e</sup> colloque annuel du Centre d'Étude de la Forêt**

# Plan de la présentation

- Problématique
- Objectifs
- Méthodologie
- Résultats
- Conclusions



# Problématique Motivation

- Coupes à blanc (ex. CPRS)\* ... impact négatif possible
  - Régénération
  - Habitat faune et insectes
- Aménagement écosystémique:
  - Coupes partielles (CP)
    - Favoriser l'établissement et la croissance de la régénération naturelle sous-couvert (éviter la plantation, -\$)
    - Modérer l'impact négatif sur la faune et les insectes
    - Différentes modalités CP: ex. Éclaircie commerciale (EC)

\* <http://www.ledevoir.com/environnement/actualites-sur-l-environnement/37317/foret-le-quebec-coupe-a-blanc>

# Systemes de coupes partielles

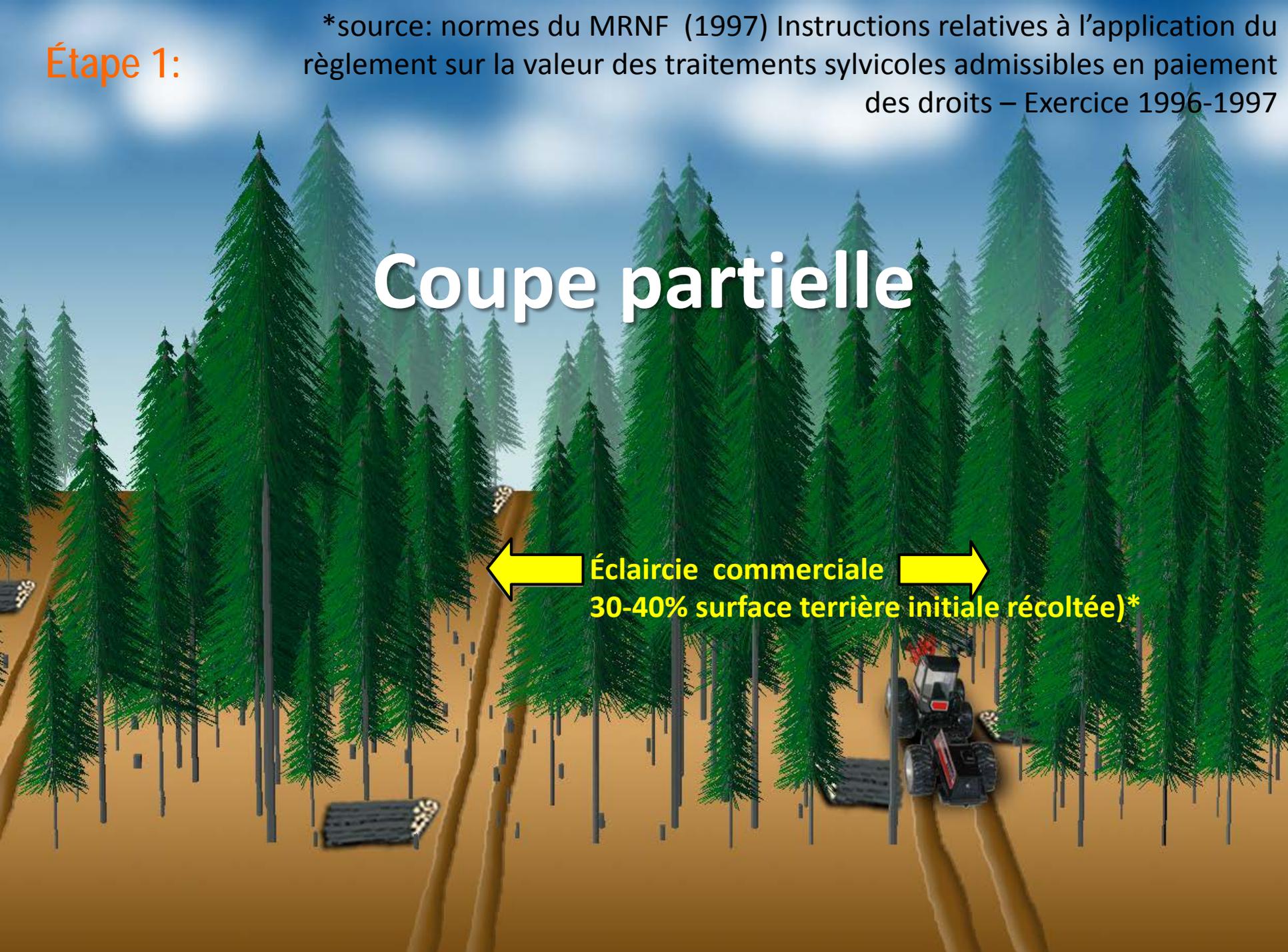
A dense forest of tall, green coniferous trees, likely spruce or fir, filling the frame. The trees are arranged in a regular, grid-like pattern, suggesting a managed forest. The sky is a clear, bright blue with a soft, glowing light source, possibly the sun or moon, visible in the upper left quadrant. The ground is a solid, light brown color, representing the forest floor. The overall scene is a stylized, digital rendering of a forest.

\*source: normes du MRNF (1997) Instructions relatives à l'application du règlement sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits – Exercice 1996-1997

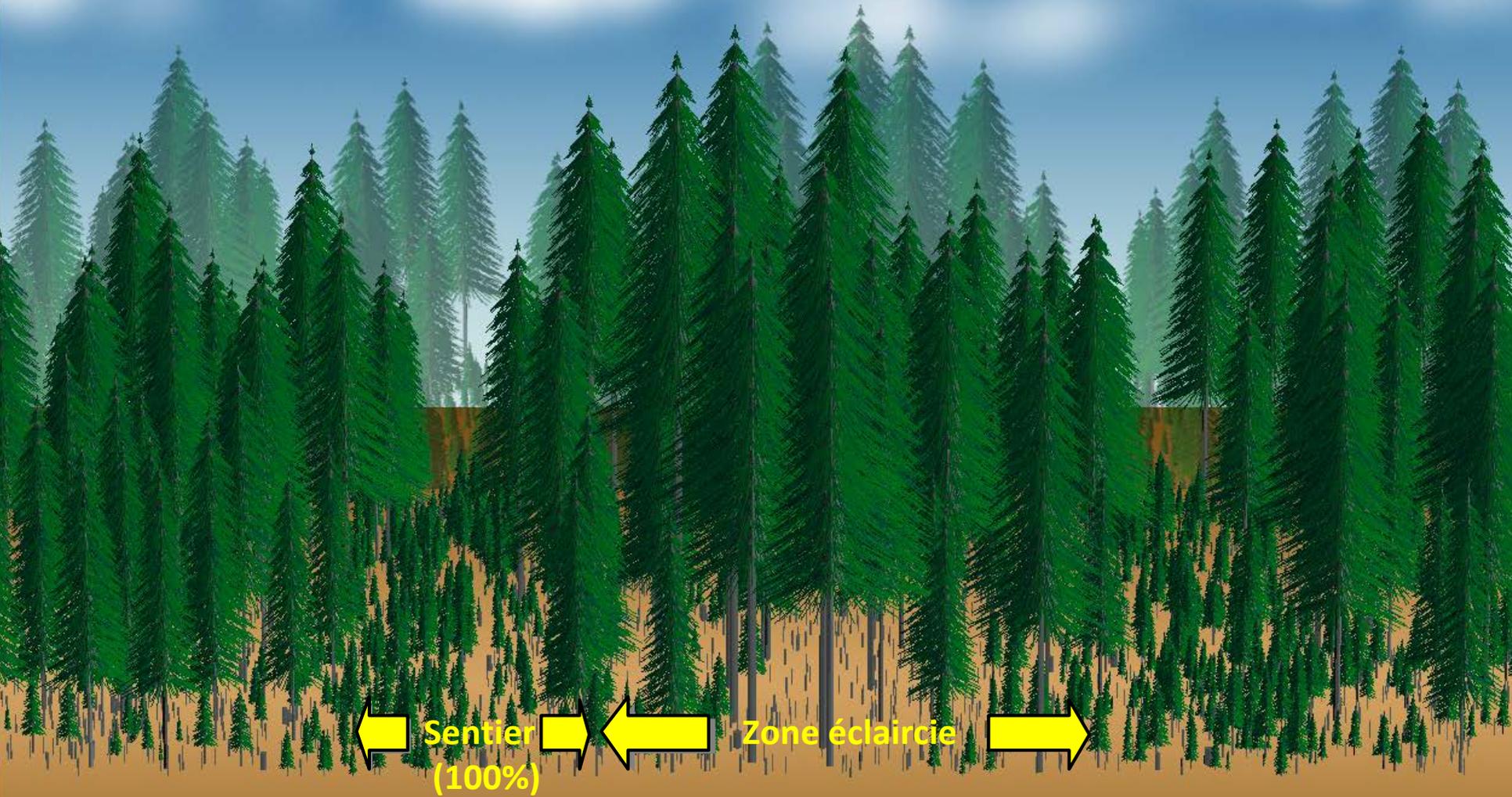
## Étape 1:

# Coupe partielle

← **Éclaircie commerciale** →  
**30-40% surface terrière initiale récoltée)\***

The illustration shows a dense forest of tall, thin evergreen trees. In the center, a yellow double-headed arrow points to a specific area, indicating a commercial thinning operation. Below the arrow, text specifies that 30-40% of the initial basal area is harvested. In the foreground, a tracked vehicle is visible on the right, and several logs are scattered on the ground, suggesting active logging work.

# Régénération



# Motivation

- Pas beaucoup de résultats publiés pour les coupes partielles en pessière noire au Québec

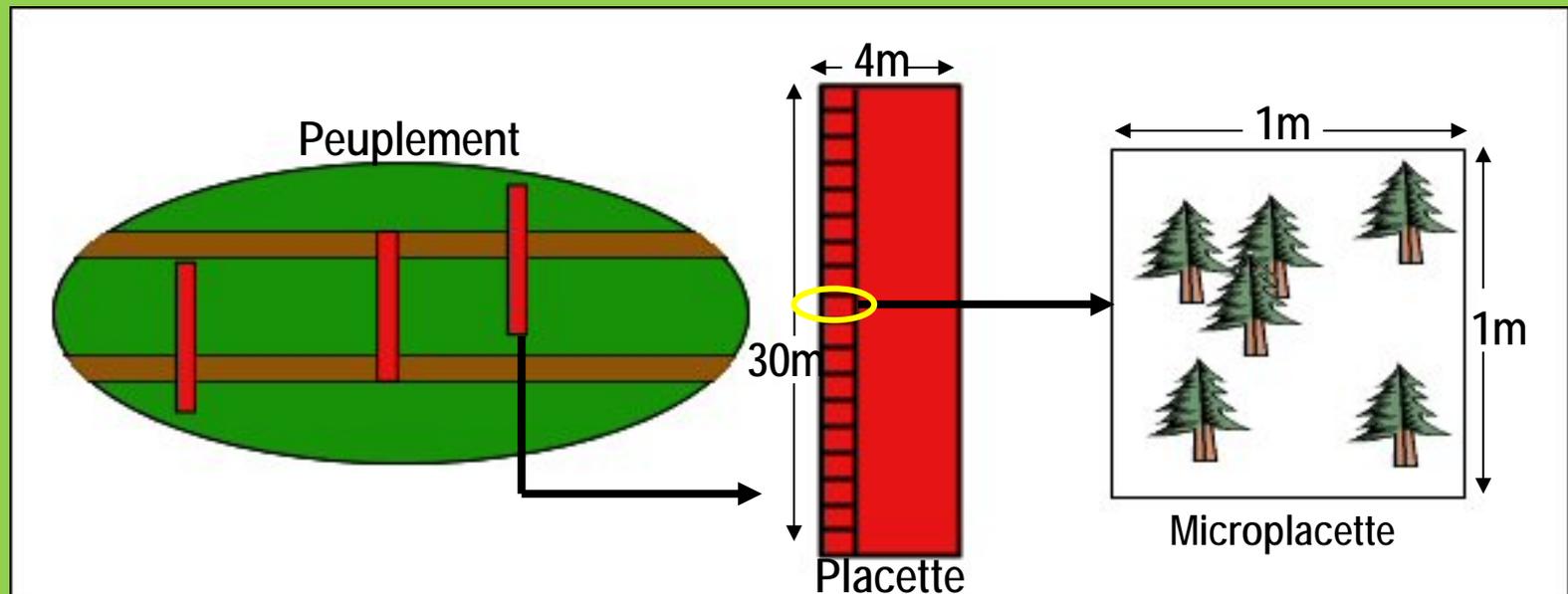
## Objectifs

- Développer des modèles prédictifs de:
  - La **densité** et la distribution de semis établis après coupe (EC)
  - La **croissance** en hauteur de semis établis après coupe (EC)

en fonction de la densité du couvert résiduel (évaluée à l'aide du **rayonnement** solaire ou de la surface terrière résiduelle) et du type de **substrat**

# Méthodologie Dispositif expérimental

- 9 peuplements
- 3 placettes de 4 m × 30 m (120 m<sup>2</sup>)
- 30 microplacettes (MPE) de 1 m × 1 m (1 m<sup>2</sup>)/placette
  - **Densité semis et stocking** (% de MPE avec au moins un semis): une observation par chaque MPE
  - Pour la **hauteur des semis** (tous d'âge >1 et installés après coupe): plusieurs observations par MPE



# Matériels et méthodes

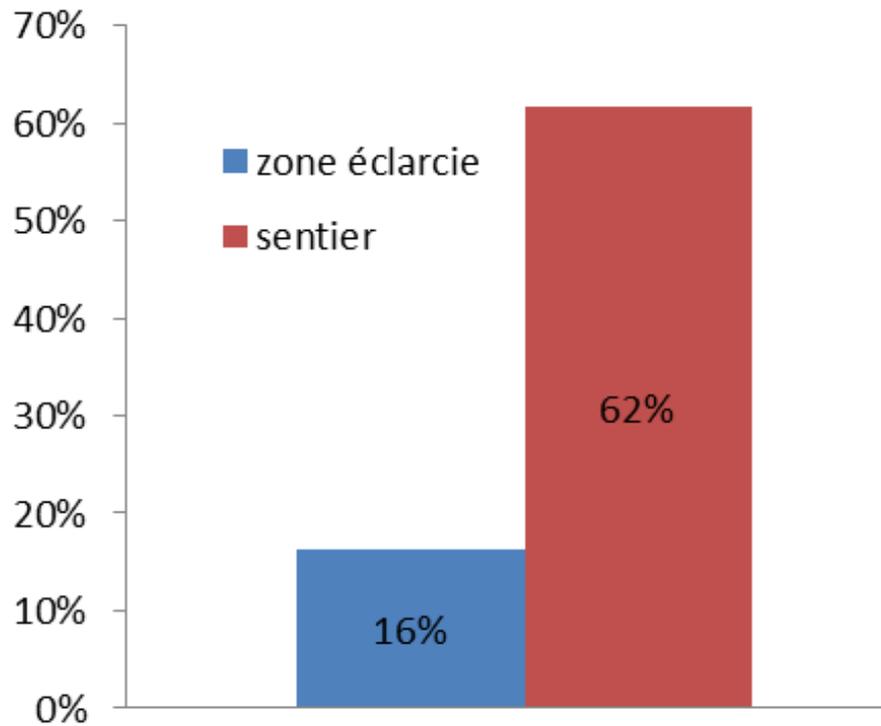
- Caractérisation du substrat:
  - niveau de perturbation;
  - profondeur de la matière organique;
  - présence ou abondance de débris ligneux
  - Pour le semis, type dominant à la surface ou substrat de germination (niveau du collet)
- Évaluation de l'ouverture du milieu
  - lumière transmise (LAI-200);
  - surface terrière (prisme de facteur 3)
- Compétition d'autres espèces:
  - pourcentages de recouvrement de mousses, herbacées et strate arborescente
- Position relative
  - zone éclaircie: bande éclaircie, bordure de bande;
  - Sentier de débardage: ornière, monticule entre les ornières

# Statistiques: régressions multiples

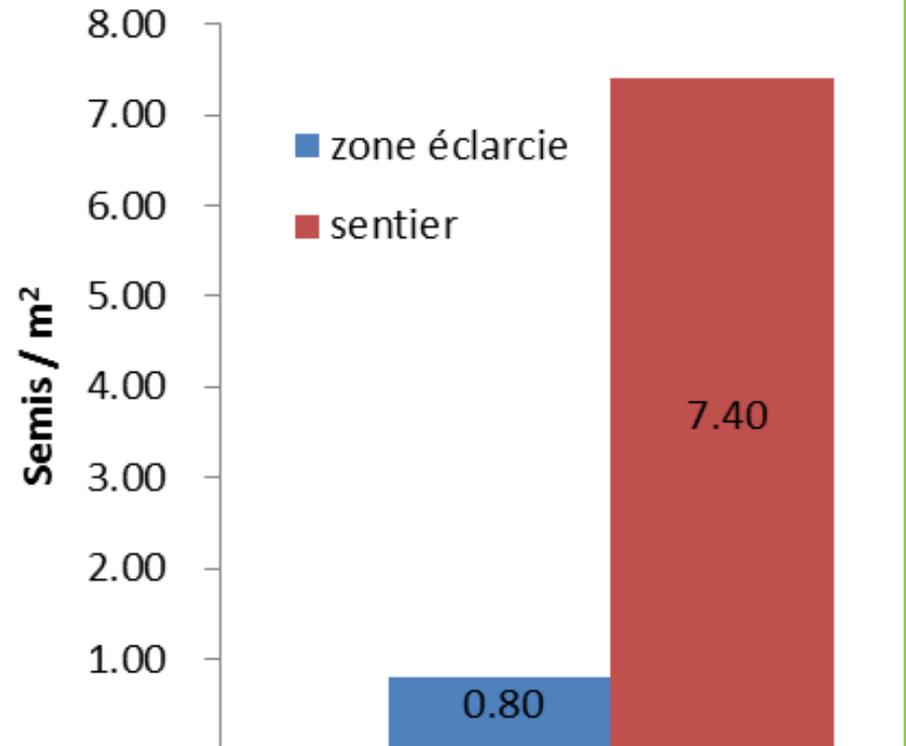
- Modèles linéaires mixtes, considérants les effets de différentes variables explicatives (substrat et perturbation, ouverture du milieu, compétition par d'autres espèces)
- **Densité**:  $Y$  = nombre de semis par MPE; distribution de Poisson, effet aléatoire du site et des placettes nichées dans le site
- **Hauteur**:  $Y$  = logarithme de la hauteur du semis; distribution normale, effet aléatoire du site, placette nichée dans le site, et microplacette nichée dans la placette (site/P/MPE); l'âge du semis est inclus dans tous les modèles
- Analyses en *R* 2.15.2 (package **lme4** et **AICcmodavg** )
  - Choix du/des meilleur/s modèle/s à l'aide du AICc (critère d'information d'Akaike) et inférence multi-modèle
  - Seulement modèles avec effets additifs considérés (pas d'interaction)

# Résultats: description de la régénération sexuée

## Stocking des semis d'EPN



## Densité des semis d'EPN



- Stocking\* et densité semis EPN augmentent avec le niveau de perturbation
- L'accroissement moyen en hauteur passe de 2 cm an<sup>-1</sup> dans la bande éclaircie à 2.7 cm an<sup>-1</sup> dans le sentier (ornière et monticule)

\*stocking ou coefficient de distribution de la régénération

# Modélisation: effets sur la densité

Nombre d'observations: 809 MPE (810 – 1 outlier)

Meilleur modèle:

$$\text{densité} = \beta_1 (\text{transmittance}) + \beta_2 (\text{prof. m.o.}) + \beta_3 (\text{LFH intact}) + \beta_4 (\text{débris ligneux})$$

Poids d'Akaike du meilleur modèle = 1;      19 modèles testés

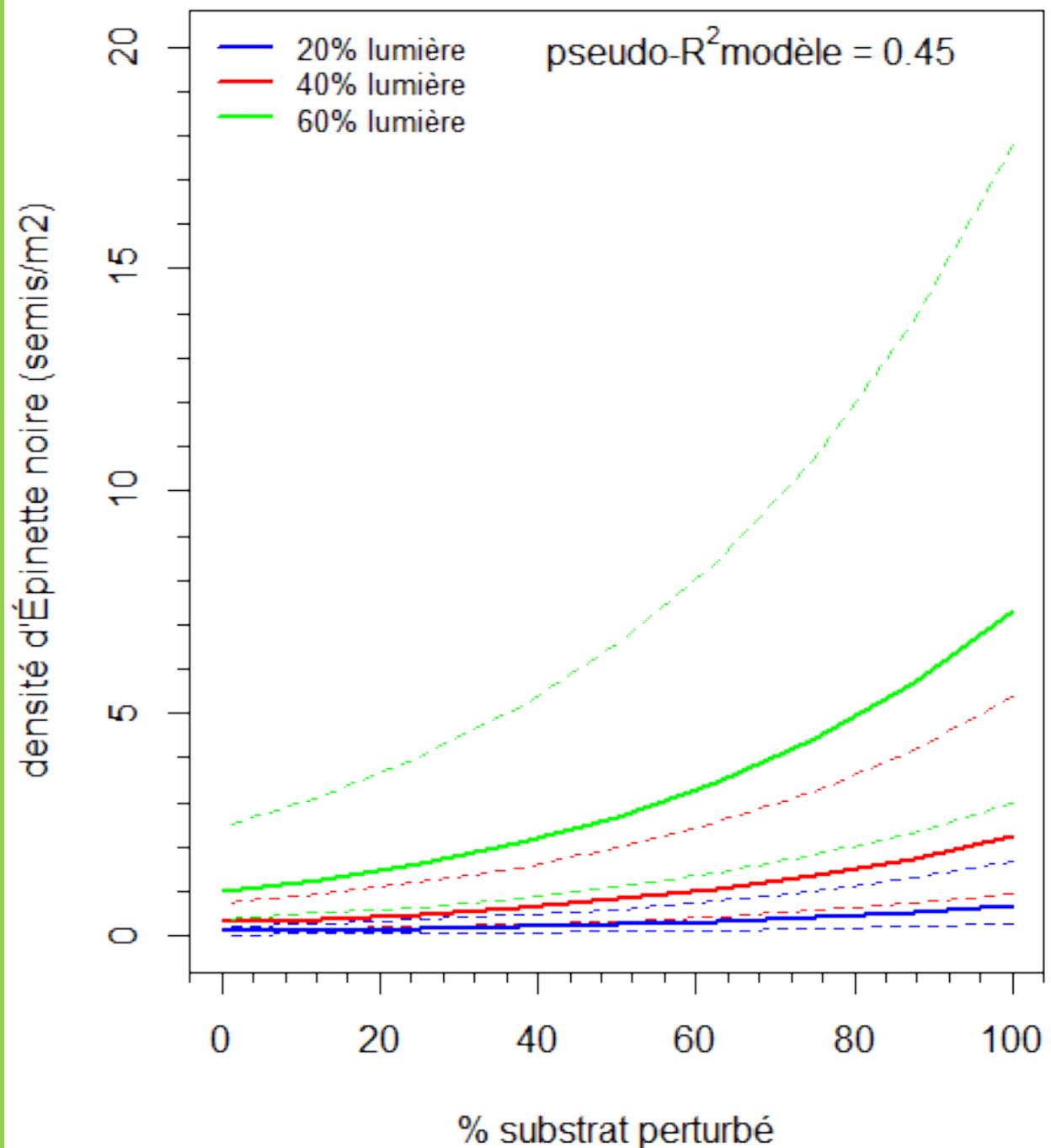
\*Pseudo-R<sup>2</sup> = 0.45

Variable	Paramètre du modèle	Intervalle de confiance inférieur (95%)	Intervalle de confiance supérieur (95%)	La variable a un effet?
<b>Transmittance</b> (ratio entre 0 et 1)	5.9	5.32	6.48	Oui et effet positif
<b>Profondeur de la matière organique</b> (cm)	-0.16	-0.18	-0.14	Oui et effet négatif
<b>% LFH intact/100</b>	-2.00	-2.25	-1.75	Oui et effet négatif
<b>% débris ligneux/100</b>	-2.35	-3.07	-1.64	Oui et effet négatif

\*Pseudo-R<sup>2</sup> = carré de la corrélation entre valeurs observées et prédites

# Prédiction de la densité en fonction du niveau de perturbation et de l'ouverture du milieu

débris ligneux  $\cong 20\%$   
prof. m.o.  $\cong 8$  cm



# Modélisation: effets sur la croissance en **hauteur**

Nombre d'observations: 1231 semis

Meilleurs modèles (95% du support entre les modèles testés):

1)  $\text{hlog} \sim \beta_1 \text{ transmittance} + \beta_2 \text{ substrat de germination} + \beta_3 \text{ âge}$

Poids d'Akaike = 0.67, AICc = 1570.38, \*pseudo-R<sup>2</sup> = 0.6853;

2)  $\text{hlog} \sim \beta_1 \text{ transmittance} + \beta_2 \text{ substrat de germination} + \beta_3 \text{ âge}$   
 $+ \beta_4 \% \text{ Mousse} + \beta_5 \% \text{ Herbacées} + \beta_6 \% \text{ Arbustes}$

Poids d'Akaike = 0.20, AICc = 1572.80, \*pseudo-R<sup>2</sup> = 0.6851;

3)  $\text{hlog} \sim \beta_1 \text{ transmittance} + \beta_2 \text{ substrat de germination} + \beta_3 \text{ âge}$   
 $+ \beta_4 \% \text{ Mousse} + \beta_5 \% \text{ Herbacées} + \beta_6 \% \text{ Arbustes}$   
 $+ \beta_7 \text{ présence/absence de débris ligneux}$

Poids d'Akaike = 0.08, AICc = 1574.62, \*pseudo-R<sup>2</sup> = 0.6851;

\*Pseudo-R<sup>2</sup> = carré de la corrélation entre valeurs observées et prédites

# Modélisation: effets sur la croissance en hauteur

Variable	Paramètre du modèle	Intervalle de confiance inférieur (95%)	Intervalle de confiance supérieur (95%)	La variable a un effet?
<b>Âge</b> du semis	0.28	0.26	0.30	Oui et effet positif
<b>Transmittance</b> (ratio entre 0 et 1)	1.77	1.24	2.31	Oui et effet positif
Présence/absence de <b>débris</b> ligneux	0.03	-0.09	0.14	<b>NON</b>
% <b>mousses</b> /100	0.02	-0.29	0.33	<b>NON</b>
% <b>herbacées</b> /100	-0.14	-0.39	0.12	<b>NON</b>
% <b>arbustes</b> /100	0.32	-0.03	0.67	<b>NON</b>
Type de substrat de germination ( <b>minéral vs bois pourri</b> )	0.12	0.02	0.21	Oui et effet positif par rapport au bois pourri
Type de substrat de germination ( <b>mousse vs bois pourri</b> )	-0.06	-0.19	0.06	NON

# Prédiction de la hauteur du semis en fonction de l'âge et de la lumière

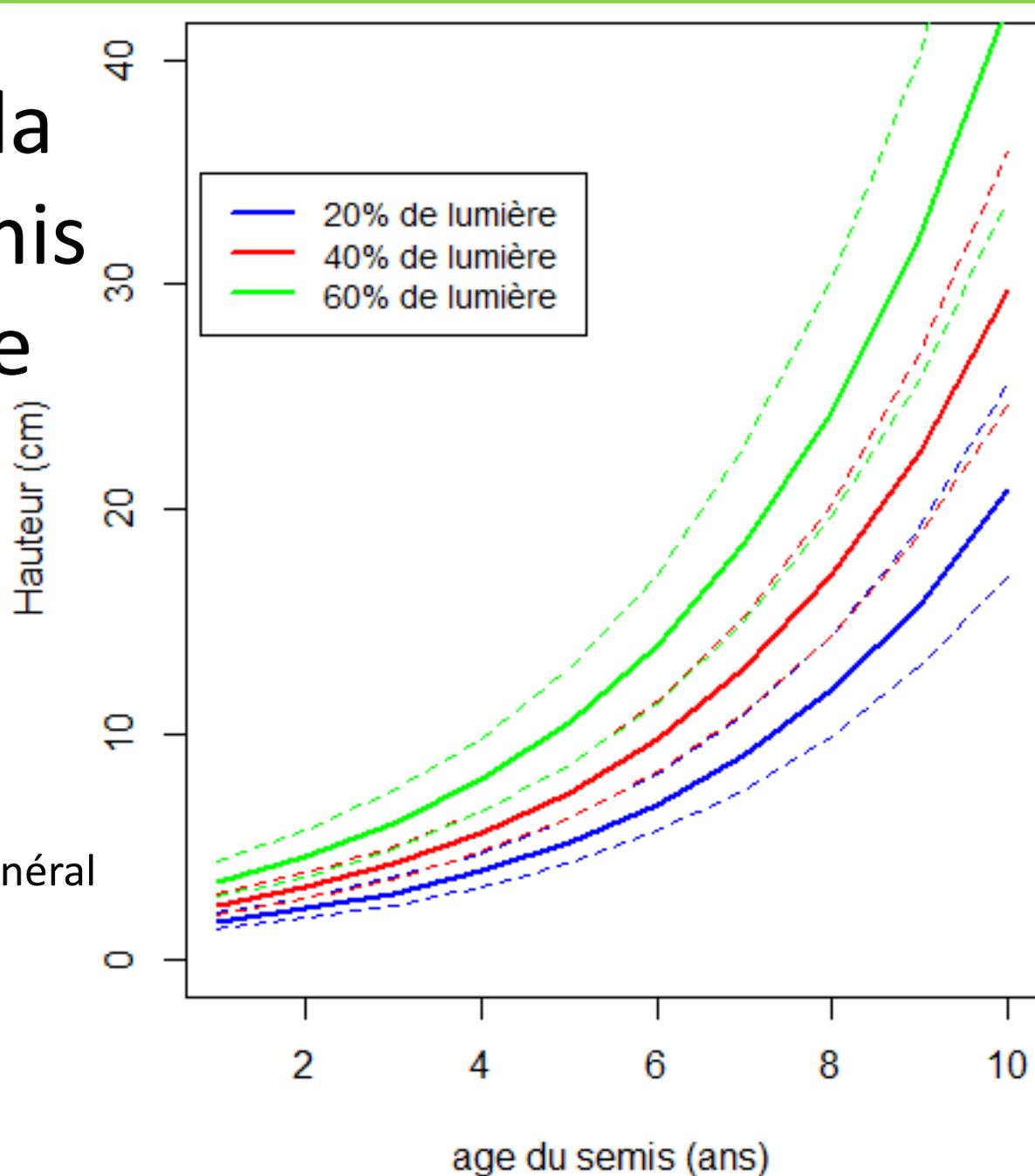
% mousses  $\cong$  70%

% herbacées.  $\cong$  30%

% arbustes  $\cong$  20%

débris ligneux absents

substrat de germination sol minéral



# Conclusions

- La **densité de semis** augmente avec l'ouverture du milieu et le niveau de perturbation
- La profondeur de la matière organique a un effet négatif sur la densité, ainsi que le recouvrement en débris ligneux
- La **hauteur des semis** est affectée surtout par
  - la disponibilité de lumière et le type de substrat de germination
  - aucun effet clair de la profondeur de la matière organique et de l'abondance des autres espèces ou la présence/absence de débris ligneux
- Pour la croissance en hauteur, le sol minéral semble être un meilleur substrat de germination que les mousses ou le bois pourri
- Remarque: la mortalité de semis depuis la coupe n'est pas tenue en compte dans cette analyse

# Remerciements

- Les diagrammes explicatifs de coupes partielles et du dispositif expérimental proviennent d'une présentation préparée par Eve Therrien, biologiste
- Les organismes subventionnaires...
- Les partenaires industriels...
- Projet de recherche débuté en 2003, concerté entre
  - MRN faune et parc, UQAC, RNCAN/SCF, FERIC
  - Abitibi-Consolidated, Scieries Saguenay et Boisaco