



Est-il possible de **MODIFIER** la **COMPLEXITÉ** de peuplements aménagés sans réduire leur **PRODUCTIVITÉ** ?

Laurie Dupont-Leduc

sous la direction de Robert Schneider et Luc Sirois

UQAR

11^e Colloque annuel du CEF, 2 mai 2017

I. INTRODUCTION



I.1 Contexte

- > Exploitation forestière (20^e siècle), modification **composition** et **structure** des forêts
- > Au Bas-Saint-Laurent, on se retrouve avec beaucoup de **PLANTATIONS**



I. INTRODUCTION



I.1 Contexte

- > Exploitation forestière (20^e siècle), modification **composition** et **structure** des forêts
- > Au Bas-Saint-Laurent, on se retrouve avec beaucoup de **PLANTATIONS**



ÉCART

avec les forêts
naturelles



I. INTRODUCTION



I.1 Contexte



Loi québécoise sur
l'aménagement
durable du
territoire forestier

I. INTRODUCTION



I.1 Contexte



Loi québécoise sur
l'aménagement
durable du
territoire forestier



Modalités
d'aménagements qui se
rapproche de la
dynamique des
perturbations naturelle

I. INTRODUCTION



I.1 Contexte



Loi québécoise sur
l'aménagement
durable du
territoire forestier



Modalités
d'aménagements qui se
rapproche de la
dynamique des
perturbations naturelle

- ✓ Ouvertures partielles dans la canopée
- ✓ Récolte, éducation et régénération
- ✓ Renouvellement partiel et continu du couvert

I. INTRODUCTION



I.1 Contexte

Plusieurs dizaines de milliers d'ha de jeunes forêts résineuses sont prêtes à recevoir une **1^{ere} éclaircie commerciale**

www.shutterstock.com

I. INTRODUCTION



I.1 Contexte

Plusieurs dizaines de milliers d'ha de jeunes forêts résineuses sont prêtes à recevoir une **1^{ere} éclaircie commerciale**

www.shutterstock.com



Quels sont les traitements sylvicoles les plus appropriés pour :

- ✓ Diminuer les **écarts observés**
- ✓ Modifier la **complexité**
- ✓ Sans réduire la **productivité**

I. INTRODUCTION



I.1 Contexte

EXPÉRIENCE D'ÉCLAIRCIES COMMERCIALES

2008

www.shutterstock.com



UQAR



comme 1^{ère} étape de la
conversion structurale
de jeunes peuplements
réguliers/équiennes vers une
structure irrégulière/inéquienne

I. INTRODUCTION



I.2 Objectifs

> OBJECTIF #1 : Structure

Comparer les effets des éclaircies sur la *distribution diamétrale* et sur la *complexité spatiale*

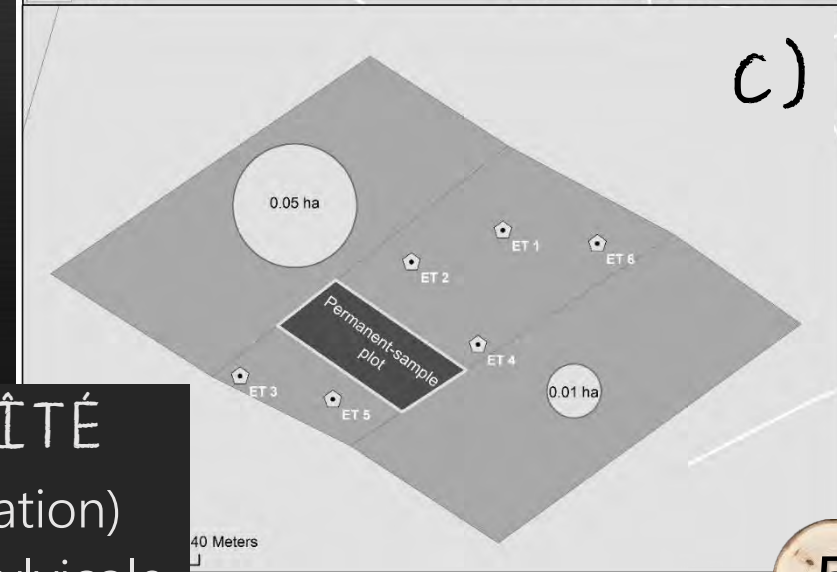
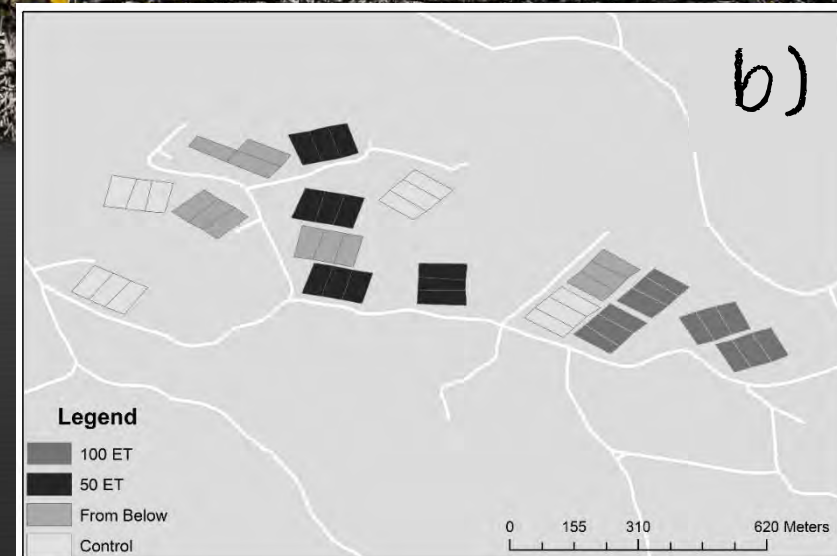
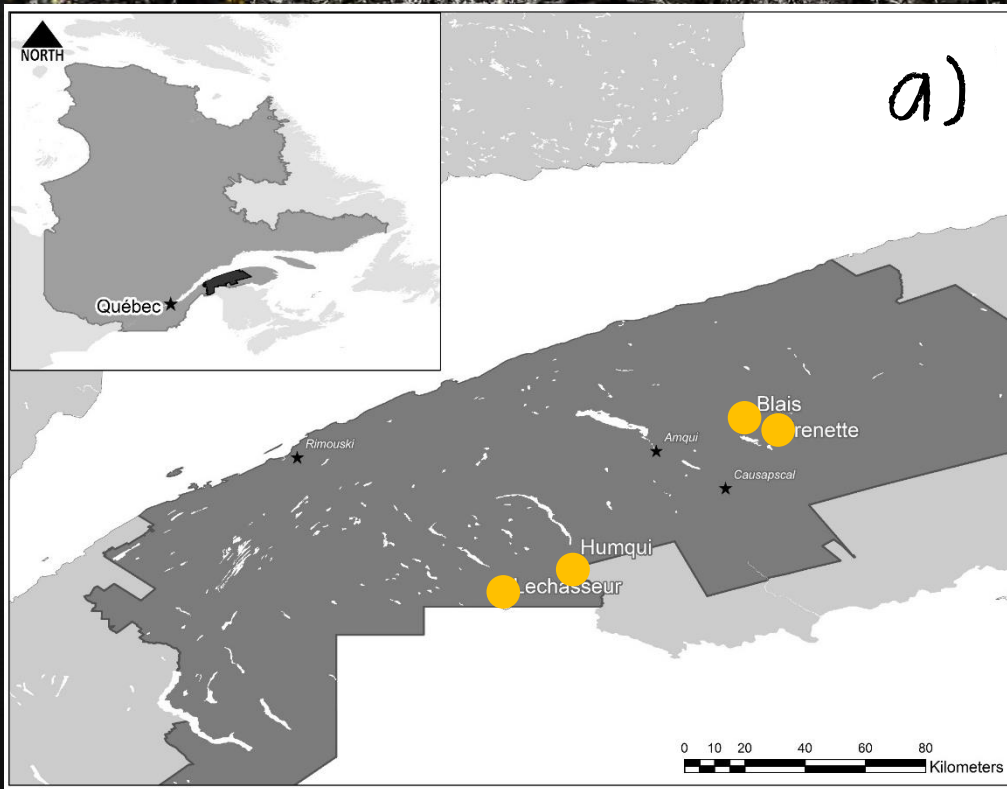
> OBJECTIF #2 : Échelle du peuplement

Comparer les effets des éclaircies sur l'*accroissement en surface terrière*

2. MÉTHODOLOGIE



2.1 Aire d'étude



DESIGN PARTIELLEMENT EMBOÎTÉ

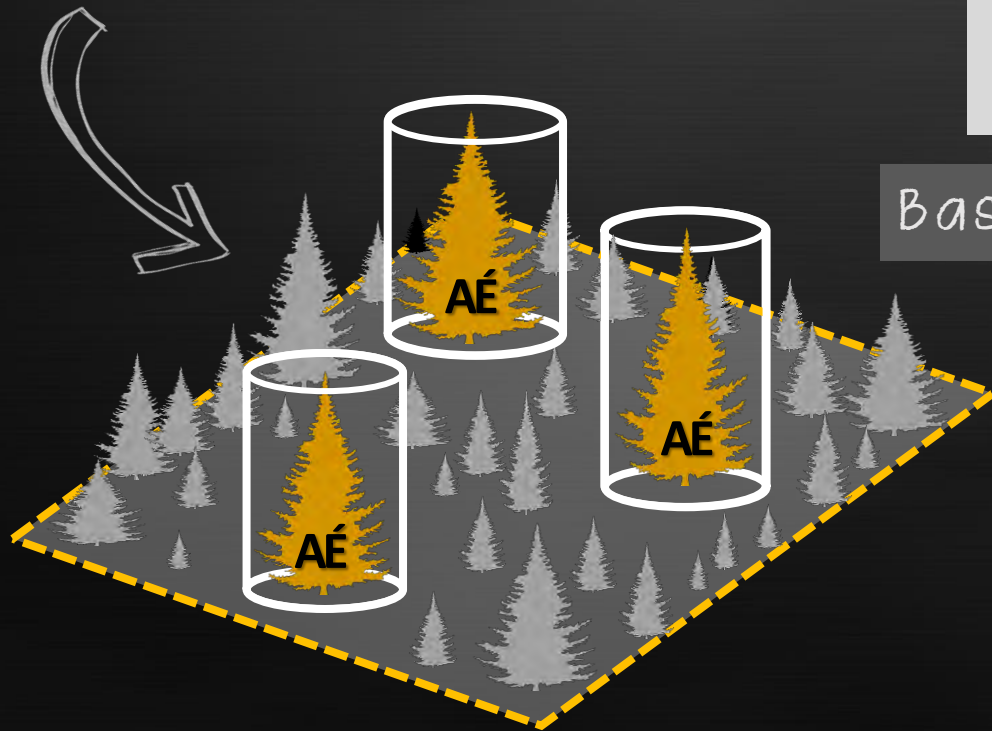
BLOC > Type de peuplement (naturel, plantation)
UNITÉ EXPÉRIMENTALE > Traitement sylvicole

2. MÉTHODOLOGIE



2.2 Éclaircies commerciales

ÉCLAIRCIE PAR DÉGAGEMENT D'ARBRES-ÉLITES (AÉ)



Arbre à **grand potentiel**, nombre prédéterminé (100 ou 50 AÉ/ha), dégagé de leur **compétiteurs** (rayon 3m)

Basé sur Schütz (1997), un arbre était considéré **AÉ** si :

- > Sapin baumier ou Épinette blanche
 - > Dominant ou co-dominant
- > Vigoureux sans signe de défoliation
 - > Branches à petit diamètre (<2cm)
 - > Forme régulière de la couronne
 - > Aucun défaut apparent

2. MÉTHODOLOGIE



2.2 Éclaircies commerciales



Consistait à retirer uniformément les **petites** tiges, les tiges **malades** ou **déformées**

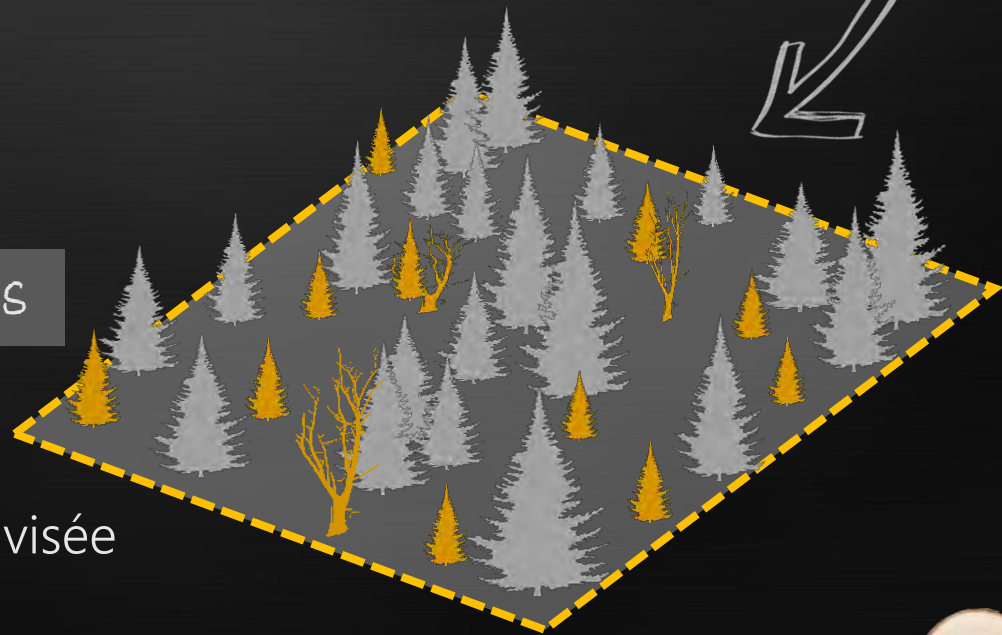
Basé sur le guide présence/

absence défauts et maladies

(Boulet et al., 2007)

- > Essentiellement DHP < 12cm
- > Sapin baumier était prioritairement visée

ÉCLAIRCIE PAR
LE BAS

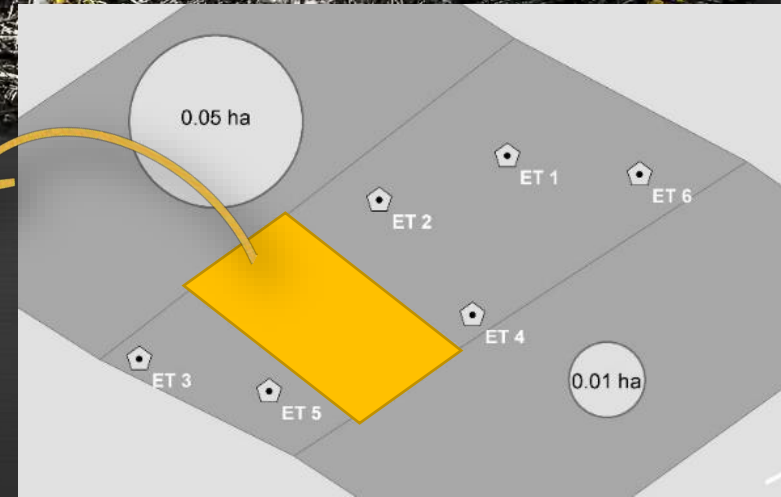


2. MÉTHODOLOGIE



2.3 Échantillonnage

placette
Permanente
2014



- > Inventaire + carottes d'accroissement (essences commerciales, DHP > 5cm)

8 000 x



- > Scan LIDAR (plantations), coordonnées XY
 - > Calculer l'indice d'agrégation Clark-Evans (R) (Clark and Evans, 1954).



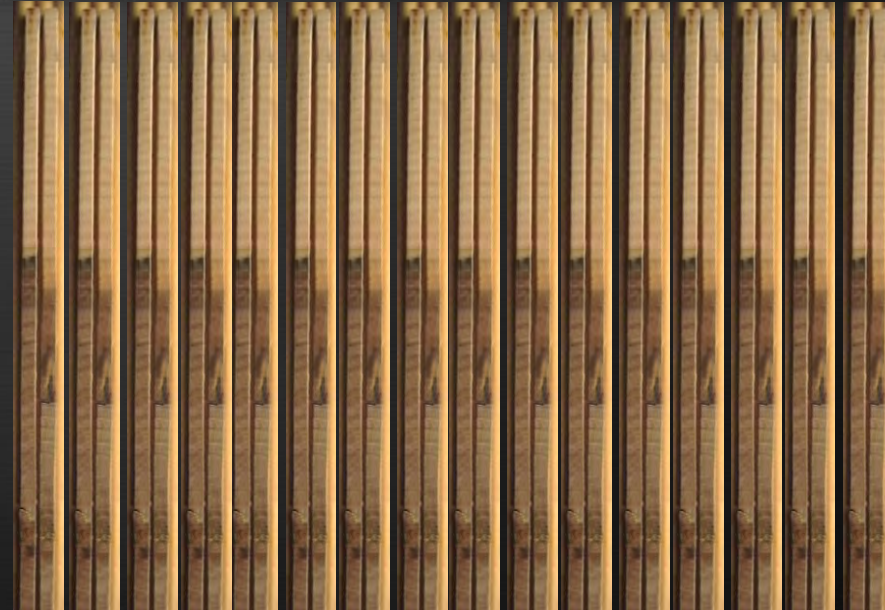
(FARO Focus 3D terrestrial laser scanner)

2. MÉTHODOLOGIE



2.4 Carottes d'accroissement

- > **8 000 carottes**
 - > DHP au moment de l'éclaircie (2008)
 - > DHP 5 ans après l'éclaircie (2013)
- > Mesures sur les **souches**
 - > ST avant éclaircie



2. MÉTHODOLOGIE



2.5 Analyses statistiques



Modèle à effets mixtes

« split-plot design »

$$Y_{ij} = \mu + \beta_1 \cdot BA_{ij} + TY_i + TR_{ij} + TY_i \cdot TR_{ij} + v_i + \varepsilon_{ij}$$

- > Y_{ij} = variable du peuplement (ST, R, SCALE et SHAPE) └ + erreur
- > **Type de peuplement** (TY_i) (naturel, plantation) └ + effet du bloc
- > **Traitement sylvicole** (TR_{ij}) (100 AÉ/ha, 50 AÉ/ha, bas, témoin)
- > **Covariable** : différences dans la densité initiale du peuplement

(DISTRIBUTION DIAMÉTRALE)

Distribution à 2 paramètres de Weibull

- > **L'année** (YE_{ij}) (avant l'éclaircie, après l'éclaircie et 5 ans après l'éclaircie)

2. MÉTHODOLOGIE



2.5 Analyses statistiques



Modèle à effets mixtes

« split-plot design »

$$Y_{ij} = \mu + \beta_1 \cdot BA_{ij} + TY_i + TR_{ij} + TY_i \cdot TR_{ij} + v_i + \varepsilon_{ij}$$

→ + erreur
→ + effet du bloc

> Analyse avec et sans l'aire des sentiers de débardage

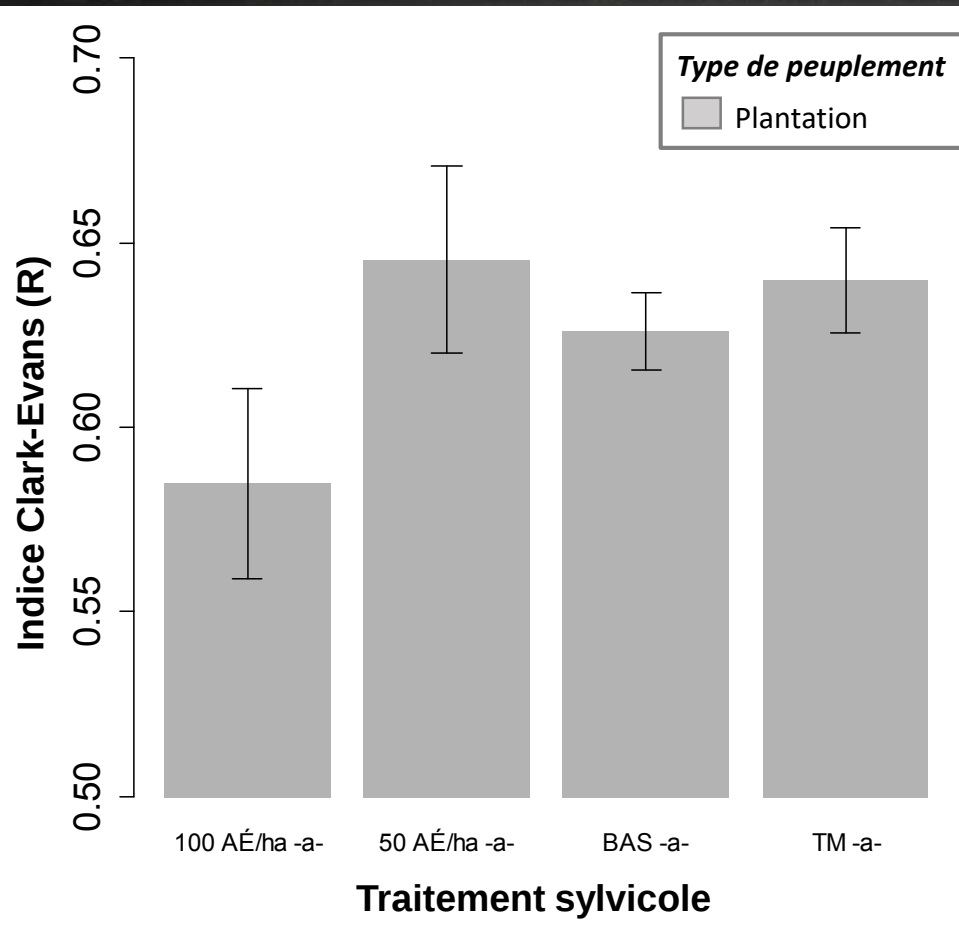


> Indice Clark-Evans (R) : seulement en plantation ($\emptyset$ TY)

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.1 Structure / COMPLEXITÉ SPATIALE



> Ø de différences
($F_{3,33} = 1,44$; $p = 0.25$)

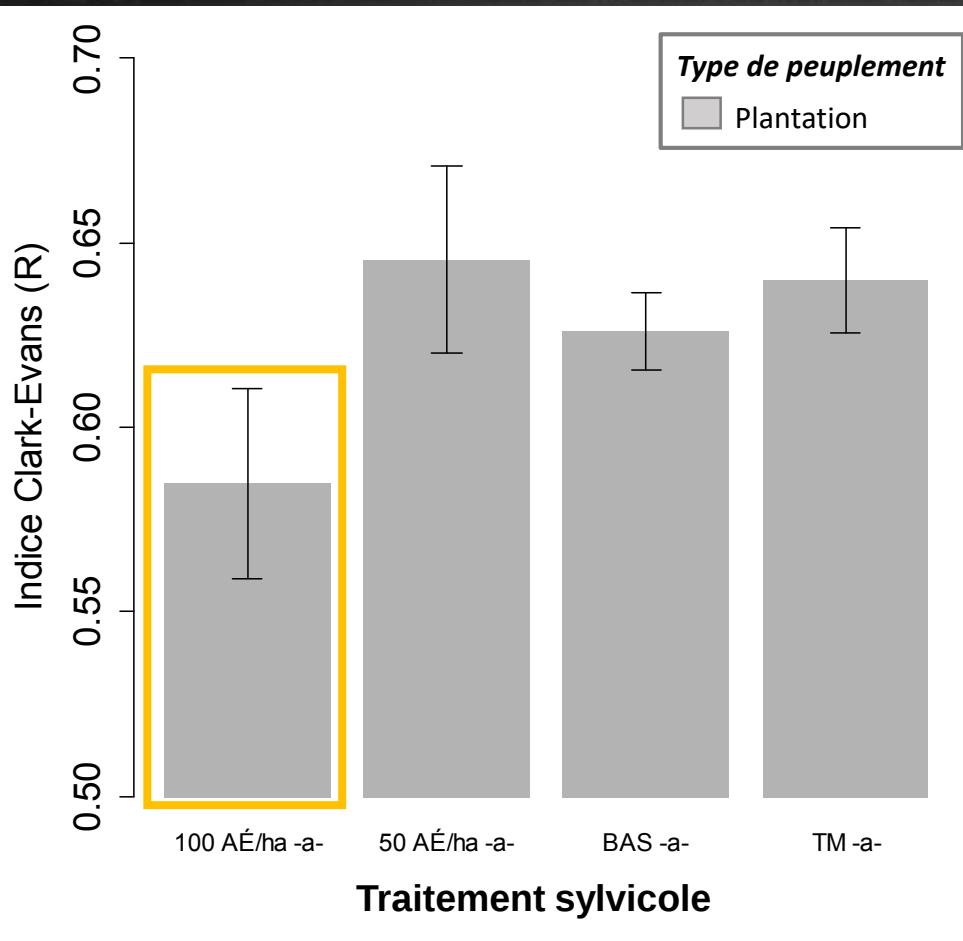
> Tendance :
100 AÉ/ha a la plus
petite valeur de R

Figure 1 : Indice Clark-Evans (R) (en 2014) selon le traitement sylvicole (plantations d'ÉPB). *Lettres = différences significatives.*

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.1 Structure / COMPLEXITÉ SPATIALE



> Ø de différences
($F_{3,33} = 1,44$; $p = 0.25$)

> Tendance :
100 AÉ/ha a la plus
petite valeur de R

Figure 1 : Indice Clark-Evans (R) (en 2014) selon le traitement sylvicole (plantations d'ÉPB). Lettres = différences significatives.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

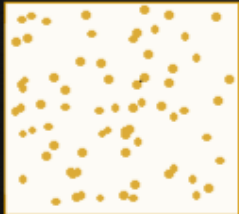


3.1 Structure / COMPLEXITÉ SPATIALE

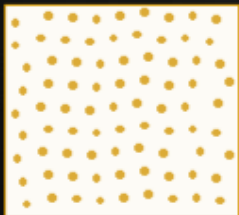
Indice Clark-Evans (Clark and Evans, 1954)



$R < I$: distribution en **agrégats**



$R \sim I$: distribution **aléatoire**



$R > I$: distribution **régulière**

(<http://educationally.narod.ru/>)

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.1 Structure / COMPLEXITÉ SPATIALE

Indice Clark-Evans (Clark and Evans, 1954)



$R < 1$: distribution en **agrégats**

- > Indice Clark-Evans $< 1 \rightarrow$ tendance pour l'agrégation
- > Plus efficace : éclaircie 100 AÉ/ha $\rightarrow$ plus d'ouvertures partielles



3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.1 Structure / COMPLEXITÉ SPATIALE

Indice Clark-Evans (Clark and Evans, 1954)



$R < 1$: distribution en agrégats

- > Indice Clark-Evans $< 1 \rightarrow$ tendance pour l'agrégation
- > Plus efficace : éclaircie 100 AÉ/ha $\rightarrow$ plus d'ouvertures partielles

Les plantations **étaient probablement déjà agrégées** dans une certaine mesure avant les éclaircies.

Les éclaircies ont **accentué** cette tendance.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.2 Structure / DISTRIBUTION DIAMÉTRALE

Distribution à 2 paramètres de Weibull

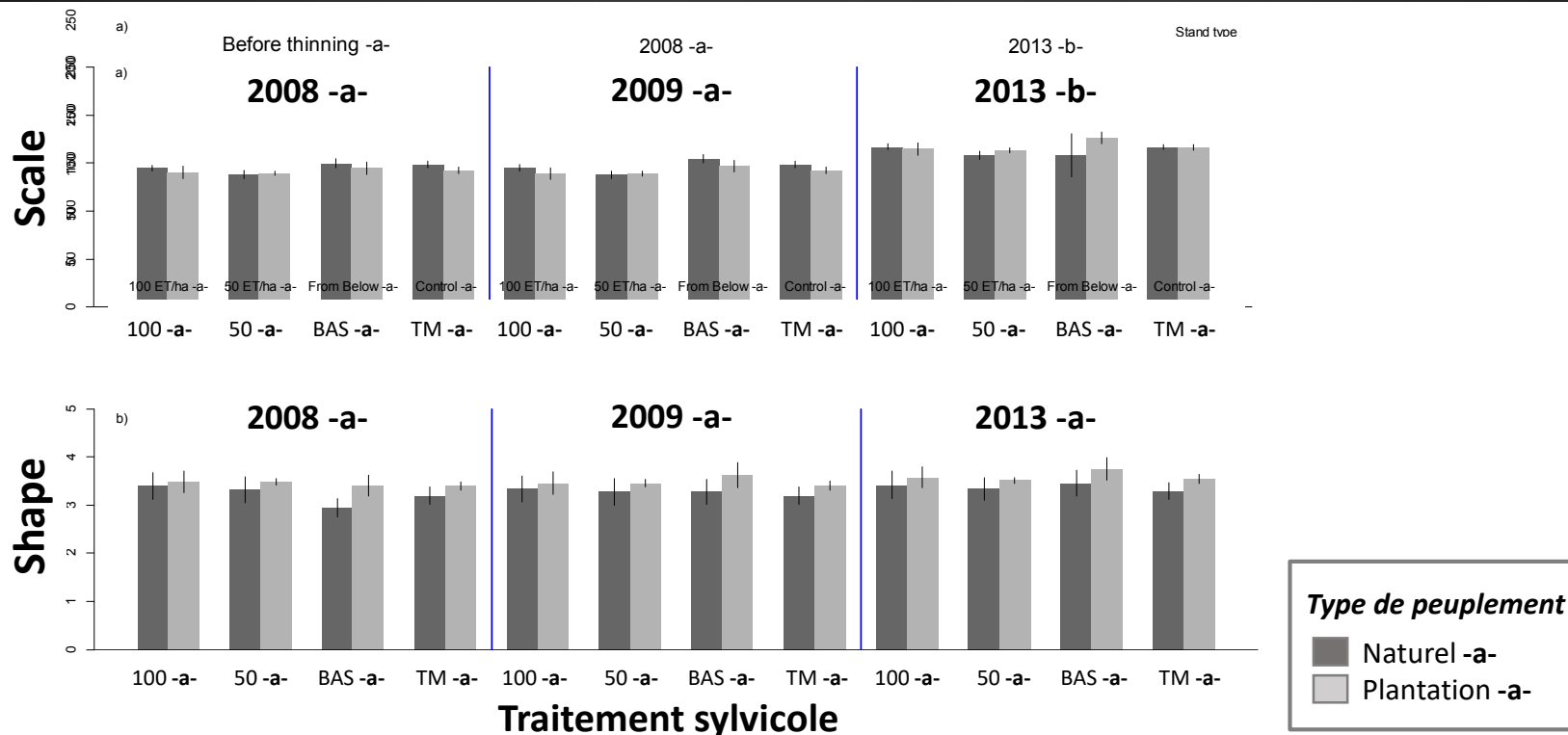
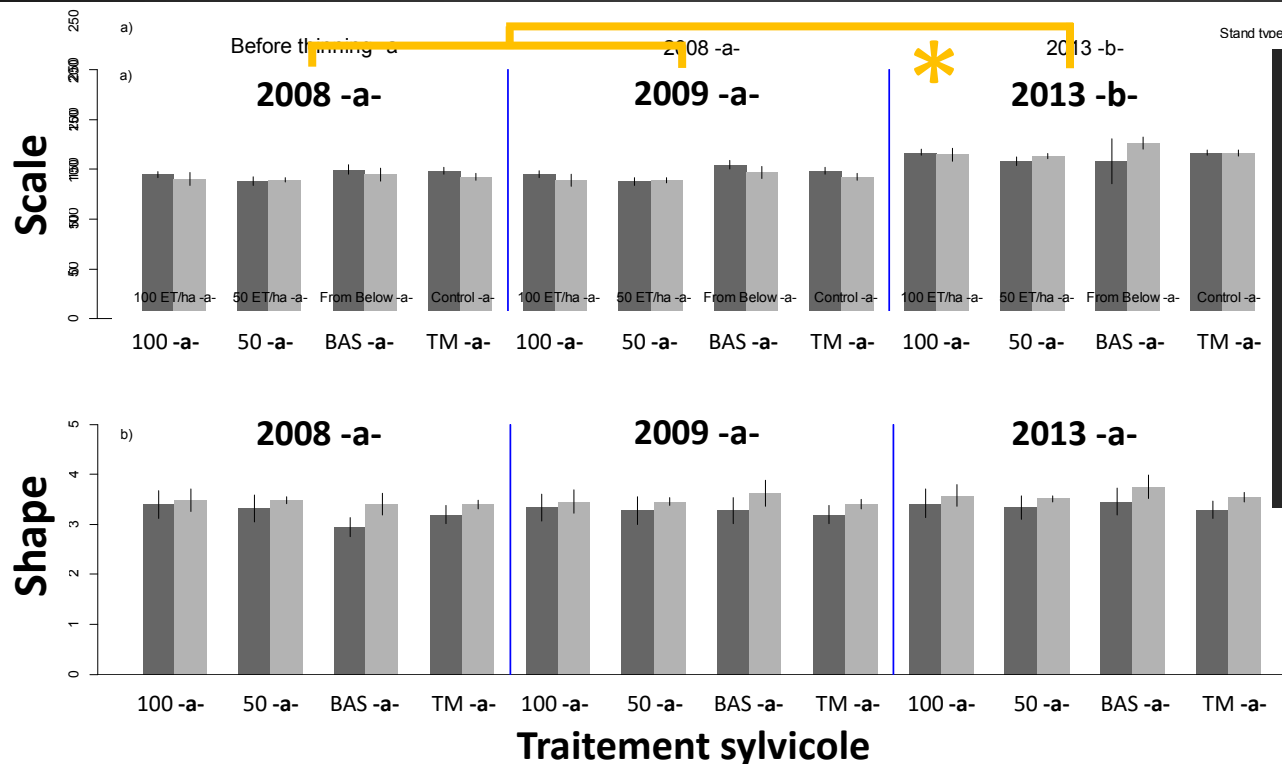


Figure 2 : Distribution à deux paramètres de Weibull, selon le traitement sylvicole et le type de peuplement avant, après et 5 ans après le traitement.
Lettres = différences significatives.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.2 Structure / DISTRIBUTION DIAMÉTRALE

Distribution à 2 paramètres de Weibull



LARGEUR de la distribution
 > Différences entre ANNÉES
 ($F_{2,190} = 4.97$; $p = 0.008$)

Largeur supérieure 5 ans
 après l'éclaircie pour tous
 les traitements

Figure 2 : Distribution à deux paramètres de Weibull, selon le traitement sylvicole et le type de peuplement avant, après et 5 ans après le traitement.
 Lettres = différences significatives.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.2 Structure / DISTRIBUTION DIAMÉTRALE

- > Largeur de la distribution plus grande 5 ans après l'éclaircie
 - > Serait l'effet du développement normal d'un peuplement
 - > Pas de différences entre les traitements
- > On s'attend à ce que les peuplements irréguliers aient une distribution décroissante des classes de diamètre à mesure qu'ils vieillissent (Boucher et al., 2003 ; Rossi et al., 2009).



3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.2 Structure / DISTRIBUTION DIAMÉTRALE

- > Largeur de la distribution plus grande 5 ans après l'éclaircie
 - > Serait l'effet du développement normal d'un peuplement
 - > Pas de différences entre les traitements
- > On s'attend à ce que les peuplements irréguliers aient une distribution décroissante des classes de diamètre à mesure qu'ils vieillissent (Boucher et al., 2003 ; Rossi et al., 2009).

Selon Schütz (1997), le traitement d'éclaircie par dégagement d'AÉ **devrait être répété plusieurs fois** pour terminer la conversion structurale des peuplements

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.3 Échelle peuplement

With skid trails

Without skid trails

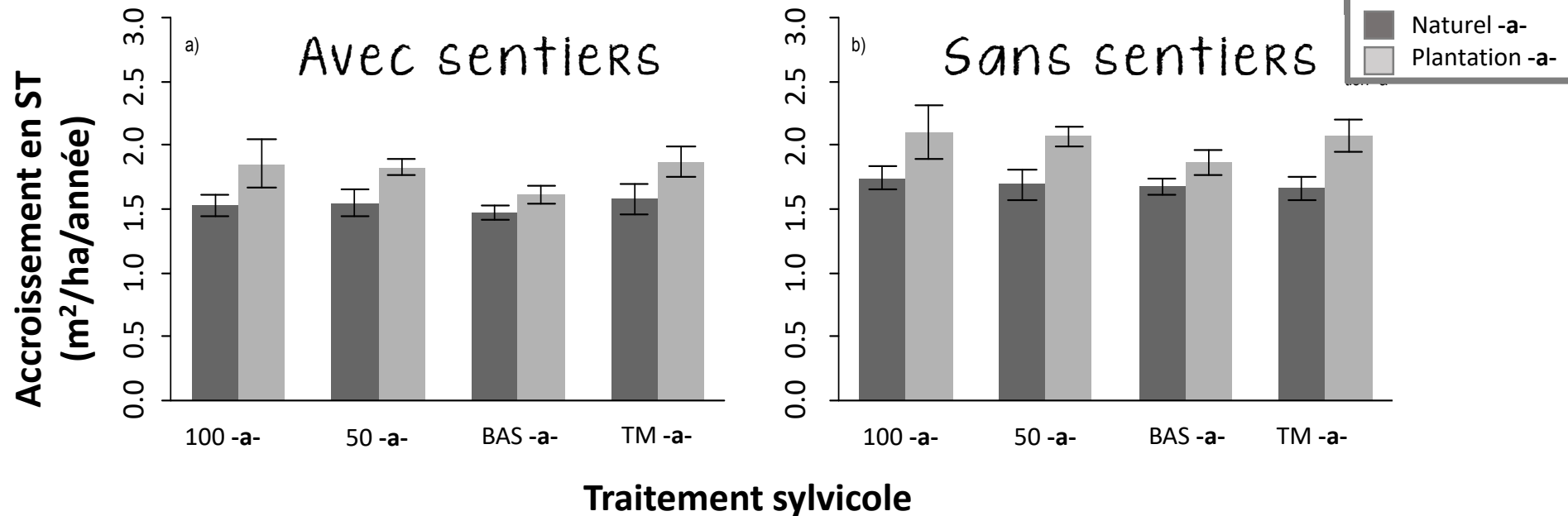


Figure 3 : Différences accroissement ST (m²/ha/année) selon le traitement sylvicole pour le total des arbres.
Lettres = différences significatives.

> Ø de différences

avec sentier ($F_{3,61} = 0.19$; $p = 0.90$)

sans sentier ($F_{3,61} = 0.14$; $p = 0.94$)

> Aussi analyse avec :

arbres DHP $\geq 9,1$ cm

arbres DHP $\geq 15,1$ cm

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.3 Échelle peuplement

À court terme, l'éclaircie par dégagement d'AÉ **ne réduit pas** le potentiel de croissance

- > En peuplement SAB-ÉPB : aucune différence dans l'accroissement en ST suite à une éclaircie commerciale (7 à 10 ans après traitement).
(Boivin-Dompierre et al., 2017).
- > En peuplement dense SAB : Ø d'augmentation de la productivité (20 ans).
(Raulier et al., 2003)
- > Attendre de 7 à 10 ans (Bolghari, 1980)

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.3 Échelle peuplement

À court terme, l'éclaircie par dégagement d'AÉ **ne réduit pas** le potentiel de croissance

- > En peuplement SAB-ÉPB : aucune différence dans l'accroissement en ST suite à une éclaircie commerciale (7 à 10 ans après traitement).
(Boivin-Dompierre et al., 2017).
- > En peuplement dense SAB : Ø d'augmentation de la productivité (20 ans).
(Raulier et al., 2003)
- > Attendre de 7 à 10 ans (Bolghari, 1980)

Période d'acclimatation (0-5 ans) avant réaction

Pas encore profité pleinement de l'éclaircie (5 ans)?
Différences observées dans quelques années?

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.3 Échelle peuplement

Analyse à l'échelle des arbres individuels

> Réponse favorable des AÉ au dégagement



Plus grande croissance des AÉ s'expliquent par l'effet de la **COMPÉTITION**

Éclaircie par
dégagement d'AÉ



compétition : FAIBLE
accroissement : ÉLEVÉE

Témoin



compétition : ÉLEVÉE
accroissement : FAIBLE

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION



3.3 Échelle peuplement



Analyse à l'échelle des arbres individuels

> Réponse favorable des AÉ au dégagement



Plus grande croissance des AÉ s'expliquent
par l'effet de la **COMPÉTITION**

> Au niveau du peuplement, cette tendance est contrebalancé par
le fait qu'il n'y a pas beaucoup d'**ARBRES-ÉLITES**



4. CONCLUSION



Perspectives pour l'aménagement forestier

- > **1 seule éclaircie** n'est pas suffisante pour changer la structure
- > **Trouées** (0,01 et 0,05 ha)
- > Pas beaucoup de différence entre **50 AÉ/ha** et **témoin**
 - > Intensité suffisante?
 - > Plus grand nombre d'AÉ
 - > But : Ø coupe finale, il faut laisser de bons candidats
- > **Plus grand rayon** pour imiter une perturbation plus sévère

4. CONCLUSION



Perspectives pour l'aménagement forestier

- > **1 seule éclaircie** n'est pas suffisante pour changer la structure
- > **Trouées** (0,01 et 0,05 ha)
- > Pas beaucoup de différence entre **50 AÉ/ha** et **témoin**
 - > Intensité suffisante?
 - > Plus grand nombre d'AÉ
 - > But : Ø coupe finale, il faut laisser de bons candidats
- > **Plus grand rayon** pour imiter une perturbation plus sévère

Des **INTERVENTIONS SUBSÉQUENTES** sont nécessaires pour atteindre les **OBJECTIFS DE DIMINUTION DES ÉCARTS** entre la forêt naturelle et la forêt aménagée ☺



REMERCIEMENTS

- > Le **MFFP**
(Programme de financement de la recherche et développement en aménagement forestier)
- > La **CréBSL**
(Conférence régionale des éluEs du Bas-Saint-Laurent)
- > À **Luc Lavoie** et à **Laurent Gagné** pour la mise sur pied du projet
- > À **David Grenier-Héon** et **Sophie Proudfoot** pour leur travail sur le terrain et en laboratoire
- > À l'ensemble des assistants de recherches pour le travail en laboratoire
- > À mon laboratoire de recherche (CRFH, UQAR)
- > À Pierre-André Lalanne pour les cartes, les photos et le soutien 😊



UQAR





MERCI!

QUESTIONS?