

Effet de la proximité des feuillus sur la croissance des épinettes en plantation:

Le dégagement est-il toujours souhaitable?



Par: Julie Fradette
Directeurs: Alain Leduc, Suzanne Brais



**Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue**

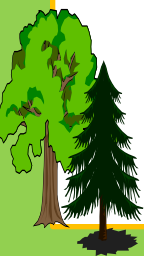
Le reboisement en épinette au Québec: considérable?



Portrait statistique (2009) MRNF, Ressources et industries forestières.

	Superficie annuelle (ha) Moyenne 2002-2009	Total (ha) 2002-2009
Reboisement	71 807	495 945
Dégagement	23 042	230 003

130 à 160 millions de plants annuellement **mis en terre** sur des superficies de 72 000ha dont **70% en épinette**



Les feuillus en plantation : bénéfiques?

Effets **bénéfiques** des feuillus dans les peuplements d'épinettes:

Groot et Carlson (1996)

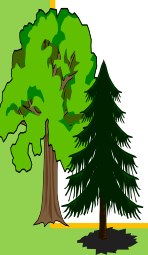
Man et Lieffers (1999)

Légaré et al. (2005)

Sainte-Marie (2009)



Ex: Plants d'épinettes en sous couvert de peupliers pour limiter la compétition des graminées



Dégager ou pas ?

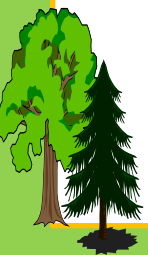


Plantation d'épinettes dégagée



Plantation d'épinettes non-dégagée

Modèle d'interactions à l'échelle de l'arbre (Gratzer al. 2004)



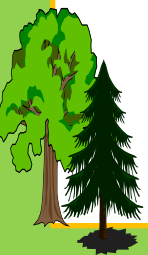
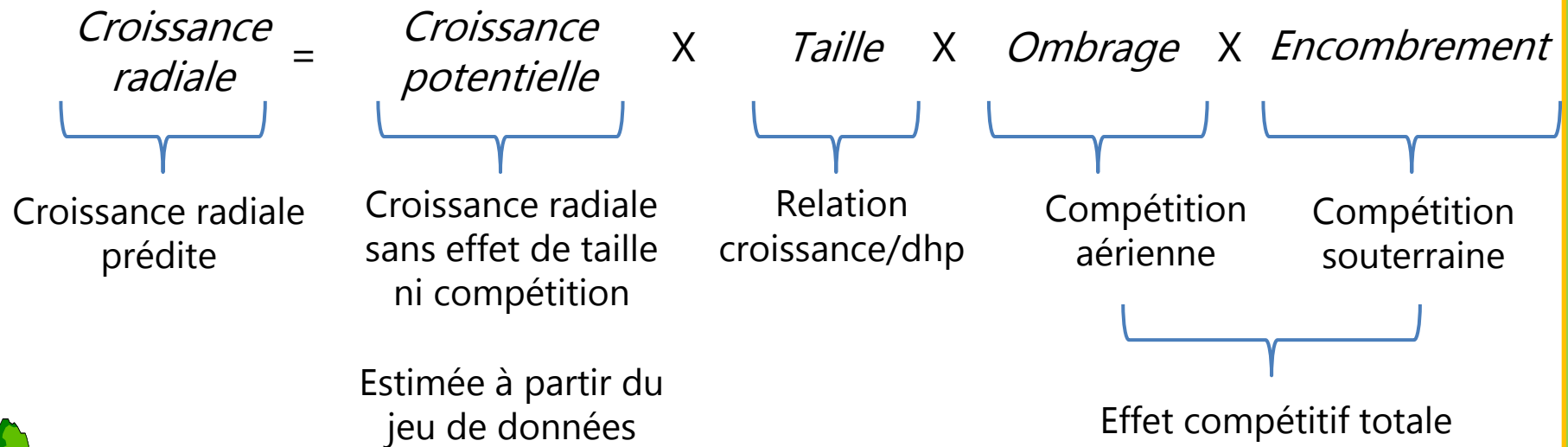
Modèle à l'échelle de l'arbre

Modèle NCI → Modèle à l'échelle de l'arbre

Canham et al. (1999), Canham et al. (2004), Uriarte et al. (2004), Canham et al. (2006)

- Mesure la compétition à partir du voisinage direct de l'arbre
- Relation croissance: taille
- Partitionne compétition aérienne et souterraine

Modèle complet:



Objectif et Hypothèses

Objectif:

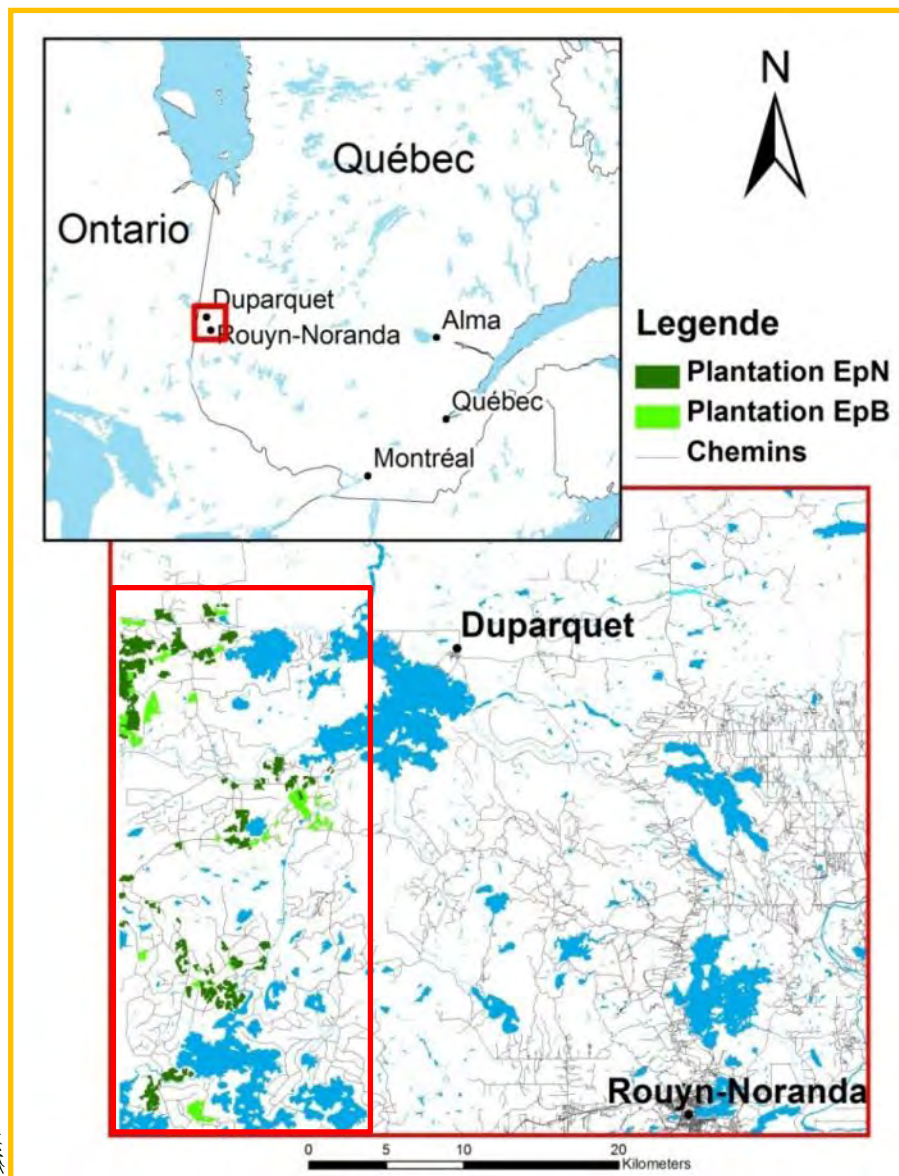
Qualifier et quantifier les interactions compétitives des plantations d'épinettes noires (EpN) et blanches (EpB) associées à la fermeture du couvert

Hypothèses:

- 1) Tolérance à l'ombre et importance de la lumière vs ressources du sol
- 2) Séparation des niches entre les feuillus et les épinettes
→ Compétition intra vs inter spécifique
- 3) Évolution de la plantation = ↓ sensibilité à la compétition



Dispositif de mesure



20 plantations EpN et EpB âgées entre 15-30 ans sur sols argileux

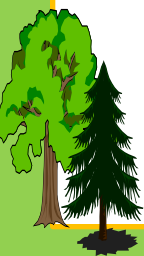
126 placettes

Gradient d'enfeuillement:

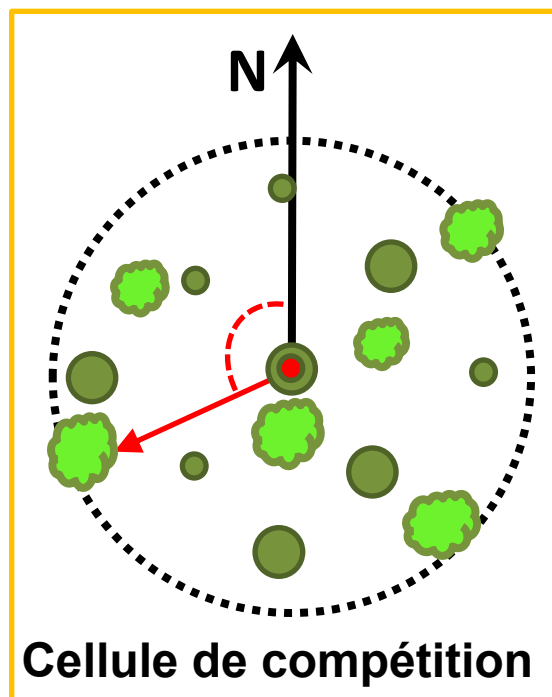
- En proportion
- En densité

Espèces voisines:

- Feuillus (tremble, bouleau)
- Arbustes (aulne, cerisier, saule)
- Conifères (sapin, épinette)



Dispositif de mesure



Cellule de compétition:

- Placettes de 10 mètres de rayon
- Mesure du **voisinage** autour d'un **arbre cible**
- Cibles **dominantes**, **co-dominantes** et **supprimées**

Les mesures :

- L'espèce
- La distance
- Le dhp
- L'azimut



Mesure de la croissance radiale:

- **378** arbres cibles carottés
- Lecture des 5 dernières années



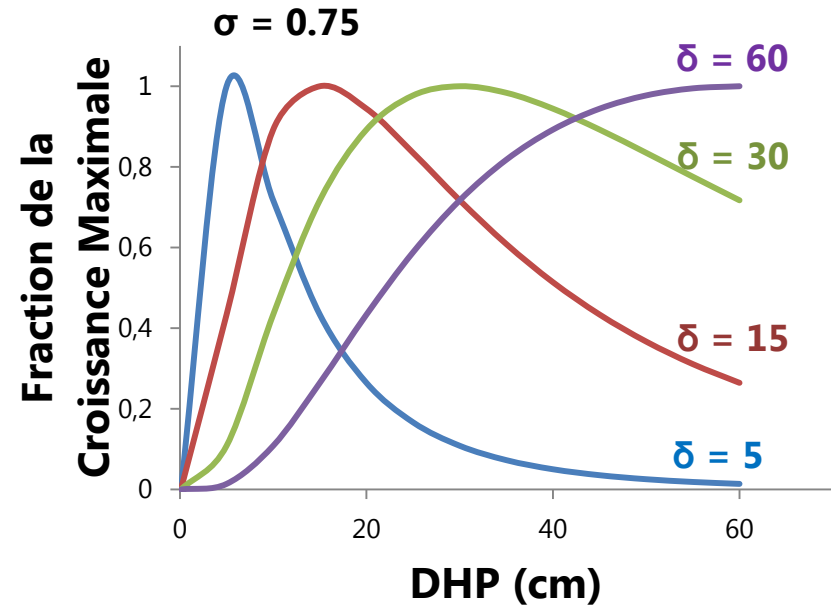
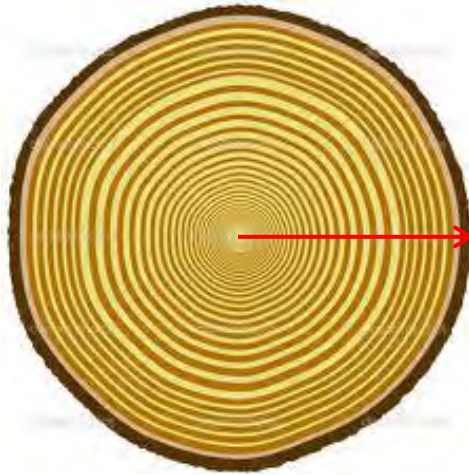
Modèle à l'échelle de l'arbre



Modèle complet:

$$\text{Croissance radiale} = \text{Croissance potentielle} \times \text{Taille} \times \text{Ombrage} \times \text{Encombrement}$$

L'effet de taille = $\exp^{-0.5((\ln(DHP)/\delta)/\sigma)^2}$



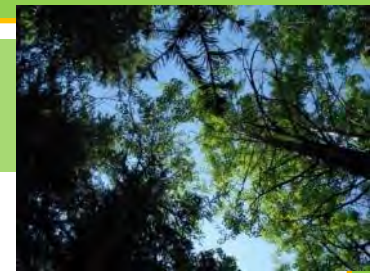
Concepts explorés:

Croissance en fonction des caractéristiques intrinsèques de l'arbre

Croissance en absence de compétition



Modèle à l'échelle de l'arbre



Modèle complet:

$$\text{Croissance radiale} = \text{Croissance potentielle} \times \text{Taille} \times \textbf{Ombrage} \times \text{Encombrement}$$

L'effet d'ombrage (Compétition aérienne) = $\exp(-m \% \text{Ombrage})$

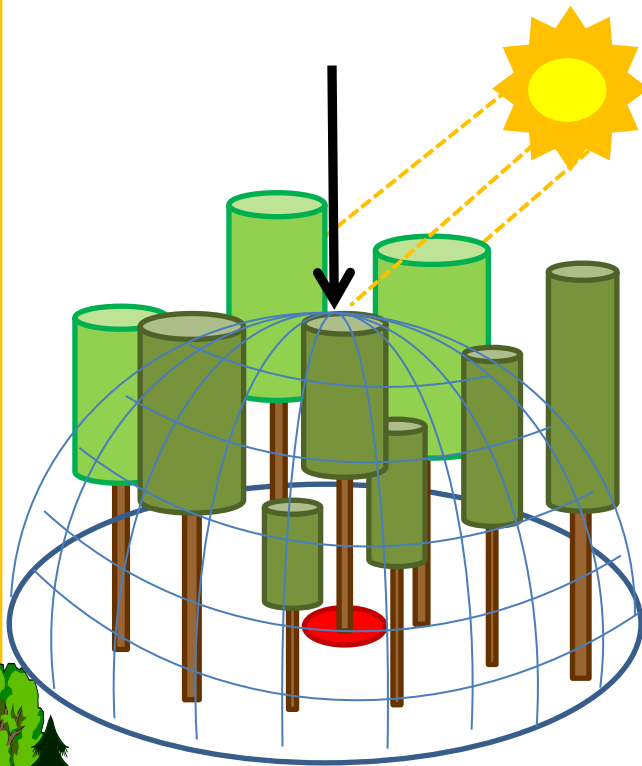
Quantification de l'environnement lumineux pour l'Abitibi:

- Latitude (48.5)
- Coefficient de transmission lumineuse (65%)
- Période croissance (jour julien 105 à 258)

Subdivision du ciel en fenêtres

Calcul de proportion de lumière interceptée dans chaque fenêtre avec:

- Relations allométriques des espèces
- Position des individus



Modèle à l'échelle de l'arbre



Modèle complet:

$$\text{Croissance}_{\text{radiale}} = \text{Croissance}_{\text{potentielle}} \times \text{Taille} \times \text{Ombrage} \times \text{Encombrement}$$

L'effet d'encombrement (Compétition souterraine) = $\exp^{-C \times (NCI)}$

↓ la croissance en fonction de l'indice de compétition du voisinage (NCI)

$$NCI = \left[\sum \text{Indice de compétition de l'espèce} \times \frac{Dhp_{\text{voisins}}}{\text{Distance}_{\text{voisins}}} \right] \times \text{Sensibilité de l'arbre cible selon sa taille (dhp)}$$

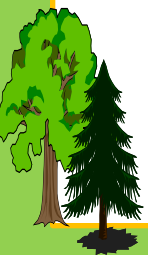
Concepts explorés :

Le rôle de l'**Espèce**

Évolution des voisins avec la **distance**

L'importance des effets **Asymétrique** vs **Symétrique** des voisins

Sensibilité de la cible à l'encombrement

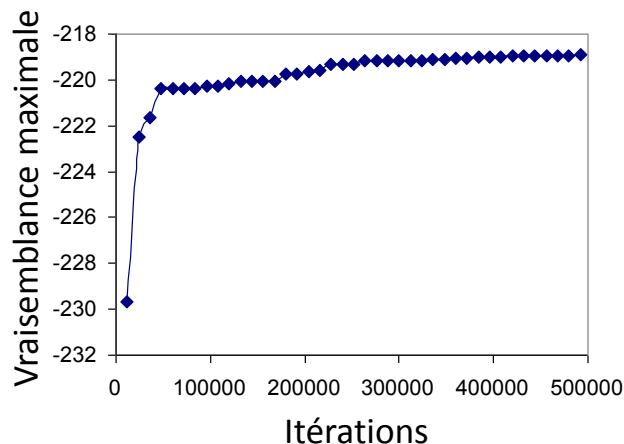


Analyses

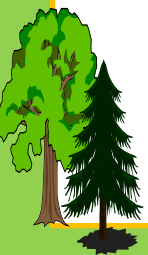
Modèle complet:

$$\text{Croissance}_{\text{radiale}} = \text{Croissance}_{\text{potentielle}} \times \text{Taille} \times \text{Ombrage} \times \text{Encombrement}$$

1. Estimation des paramètres par la méthode de **vraisemblance maximale**
2. Comparaison de modèles avec le **critère d'information d'Akaike (AICc)**
3. Paramètres du **meilleur modèle (BMI)** pour décrire les interactions

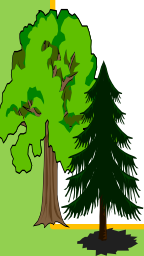


$$\text{AICc} = -2(\log\text{-Vraisemblance maximale}) + 2K + \text{facteur de correction}$$



Description des sites échantillonnés

	Minimum	Moyenne	Maximum
Âge des sites (années)	18	24	27
Hauteur des cibles (m)	6	11	18
Argile dans le sol (%)	47	59	68
Texture du sol	Argile à Argile lourde		
Densité épinettes (m ² /ha)	8	19	30
Densité feuillus (m ² /ha)	0	16	31
Densité totale (m ² /ha)	11	36	56
Dhp des cibles EpN (cm)	6	12	18
Dhp des cibles EpB (cm)	6	12	22



Résultats – Sélection de modèle

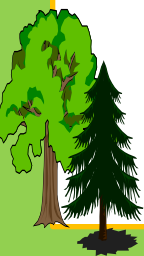
Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins			Symétrie des voisins			Compétiteurs équivalents			Pas de Sensibilité de la cible			Sans l'effet Encombrement		
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i
Taille + Encombrement															
Encombrement															
Ombrage + Encombrement															
Taille + Ombrage + Encombrement															

Différence de taille (dhp) entre le voisins et la cible compte

Taille (dhp) de tous les voisins compte

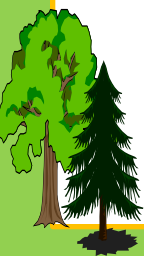
Les espèces ont le même effet compétitifs

La taille de la cible n'influence pas sa sensibilité à la compétition



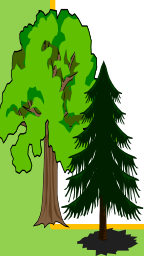
Résultats – Sélection de modèle EpN

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement								
	Asymétrie des voisins			Symétrie des voisins			Compétiteurs équivalents		
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i
	Épinette Noire n=195								
Taille + Encombrement									130.0 (5) 0.02 0
Encombrement									n/a n/a n/a
Ombrage + Encombrement									50.9 (4) 0.34 0
Taille + Ombrage + Encombrement									39.9 (6) 0.39 0



Résultats – Sélection de modèle EpN

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins			Symétrie des voisins			Compétiteurs équivalents			Pas de Sensibilité de la cible			Sans l'effet Encombrement		
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i
	Épinette Noire n=195														
Taille + Encombrement	1.7 (16)	0.53	0.22							0 (15)	0.53	0.52			
Encombrement															
Ombrage + Encombrement															
Taille + Ombrage + Encombrement	3.0 (17)	0.54	0.11							2.4 (16)	0.53	0.15			



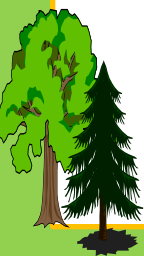
Résultats – Sélection de modèle EpN

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins			Symétrie des voisins			Compétiteurs équivalents			Pas de Sensibilité de la cible			Sans l'effet Encombrement		
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i
	Épinette Noire n=195														
Taille + Encombrement	1.7 (16)	0.53	0.22							0 (15)	0.53	0.52			
Encombrement															
Ombrage + Encombrement															
Taille + Ombrage + Encombrement															



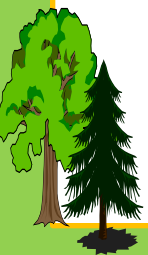
Résultats – Sélection de modèle EpN

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins					Symétrie des voisins					Compétiteurs équivalents				
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i		
	Épinette Noire n=195														
Taille + Encombrement											0 (15)	0.53	0.52		
Encombrement															
Ombrage + Encombrement															
Taille + Ombrage + Encombrement															



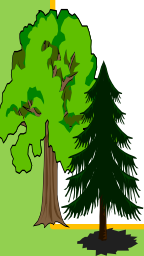
Résultats – Sélection de modèle EpB

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement								
	Asymétrie des voisins			Symétrie des voisins			Compétiteurs équivalents		
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i
	Épinette Blanche n=183								
Taille + Encombrement									185.8 (5) 0.03 0
Encombrement									n/a- n/a n/a
Ombrage + Encombrement									43.8 (4) 0.55 0
Taille + Ombrage + Encombrement									46.8 (6) 0.55 0



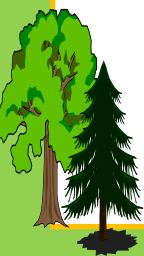
Résultats – Sélection de modèle EpB

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins			Symétrie des voisins			Compétiteurs équivalents			Pas de Sensibilité de la cible			Sans l'effet Encombrement		
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i
	Épinette Blanche n=183														
Taille + Encombrement															
Encombrement				8.3 (14)	0.67	0.01									
Ombrage + Encombrement	9.0 (15)	0.67	0.01	0 (15)	0.69	0.66									
Taille + Ombrage + Encombrement	2.7 (17)	0.69	0.17	3.0 (17)	0.69	0.15									



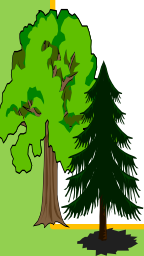
Résultats – Sélection de modèle EpB

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins					Symétrie des voisins					Compétiteurs équivalents				
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i		
	Épinette Blanche n=183														
Taille + Encombrement															
Encombrement						8.3 (14)	0.67	0.01							
Ombrage + Encombrement						0 (15)	0.69	0.66							
Taille + Ombrage + Encombrement						3.0 (17)	0.69	0.15							



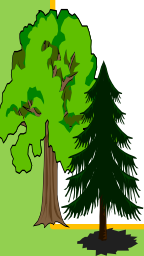
Résultats – Sélection de modèle EpB

Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins					Symétrie des voisins					Compétiteurs équivalents				
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i		
	Épinette Blanche n=183														
Taille + Encombrement															
Encombrement															
Ombrage + Encombrement						0 (15)	0.69	0.66							
Taille + Ombrage + Encombrement						3.0 (17)	0.69	0.15							

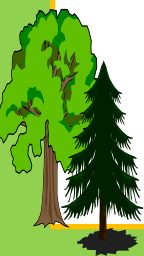
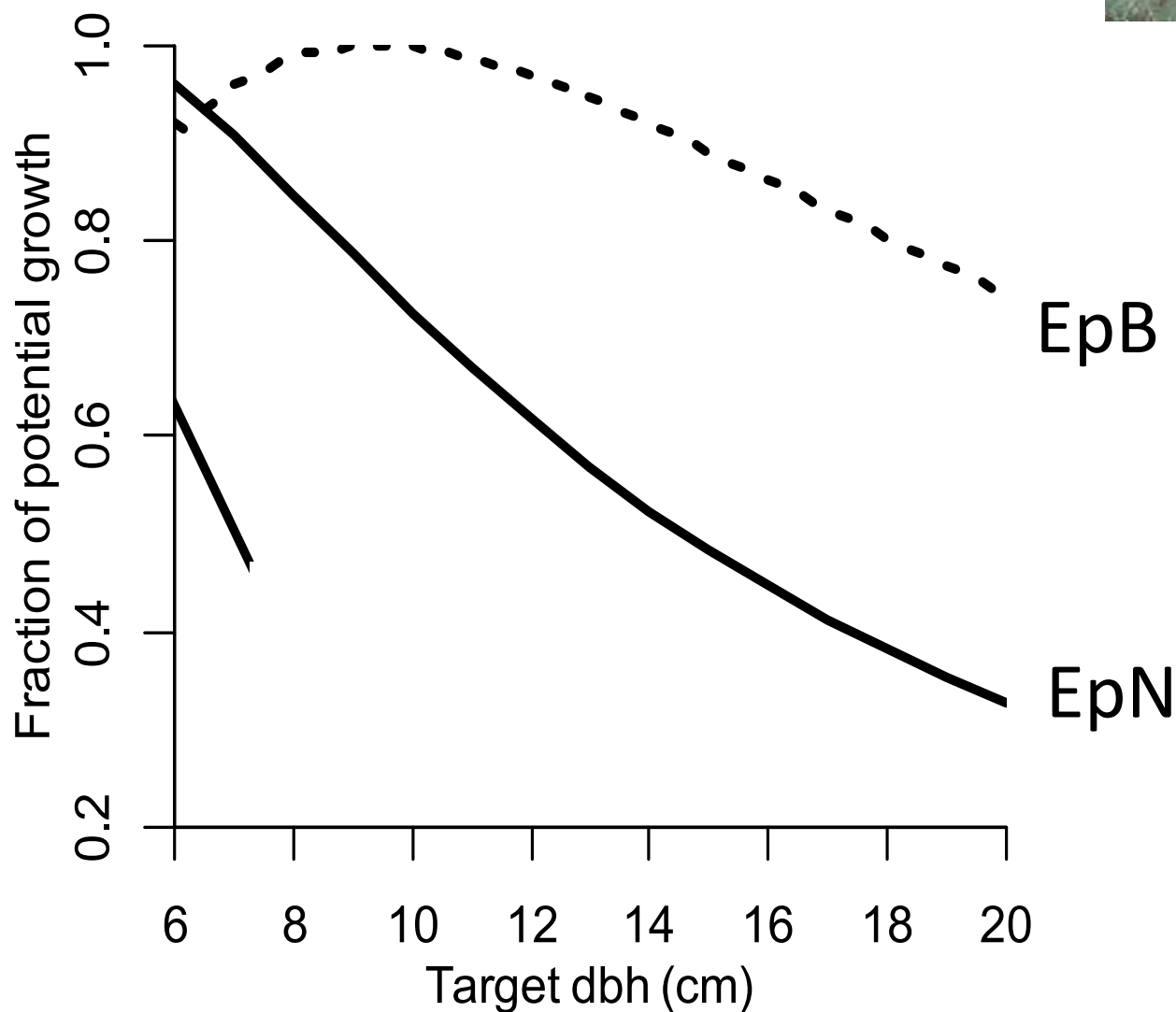


Résultats – Sélection de modèle EpB

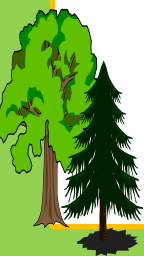
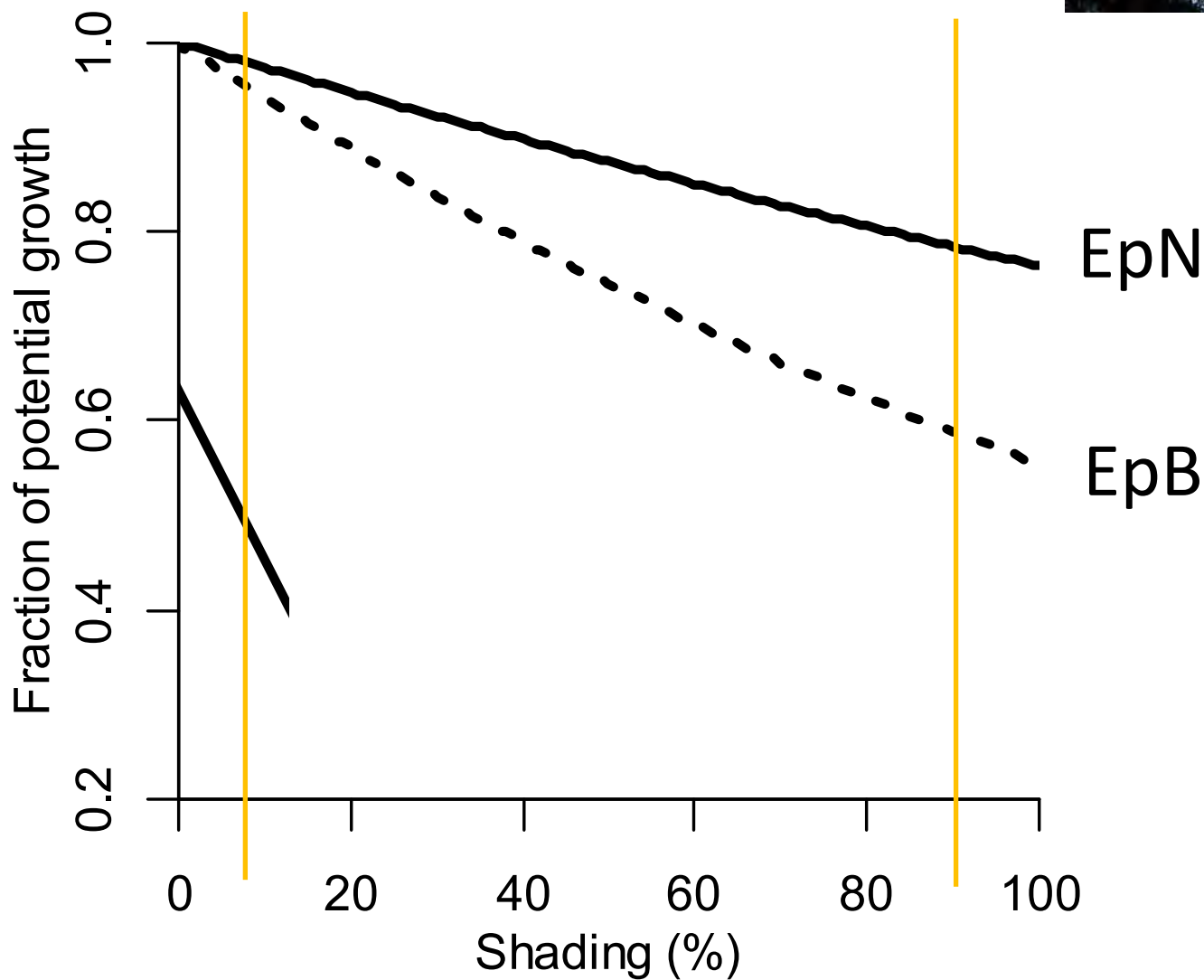
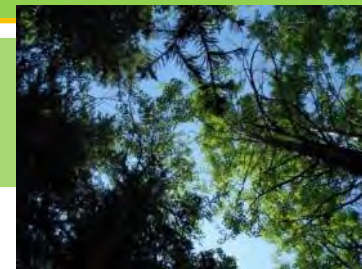
Modèles (Effets)	Formulations du NCI de l'effet d'encombrement														
	Asymétrie des voisins					Symétrie des voisins					Compétiteurs équivalents				
	ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i			ΔAIC_c (k)	GF	ω_i		
	Épinette Blanche n=183														
Taille + Encombrement															
Encombrement															
Ombrage + Encombrement						0 (15)	0.69	0.66							
Taille + Ombrage + Encombrement															



Résultats – Effet Taille de la cible



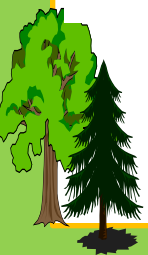
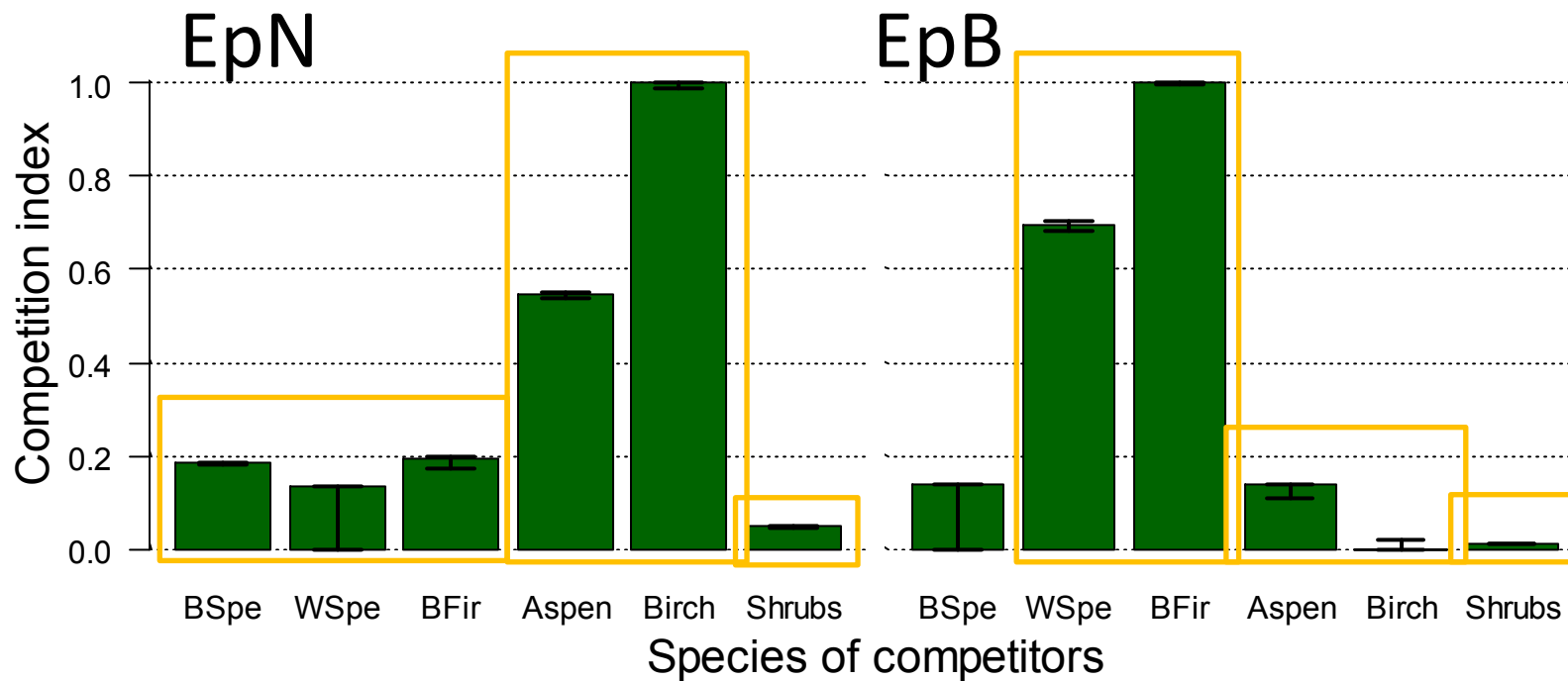
Résultats – Effet d'Ombrage



Résultats – Effet d'Encombrement



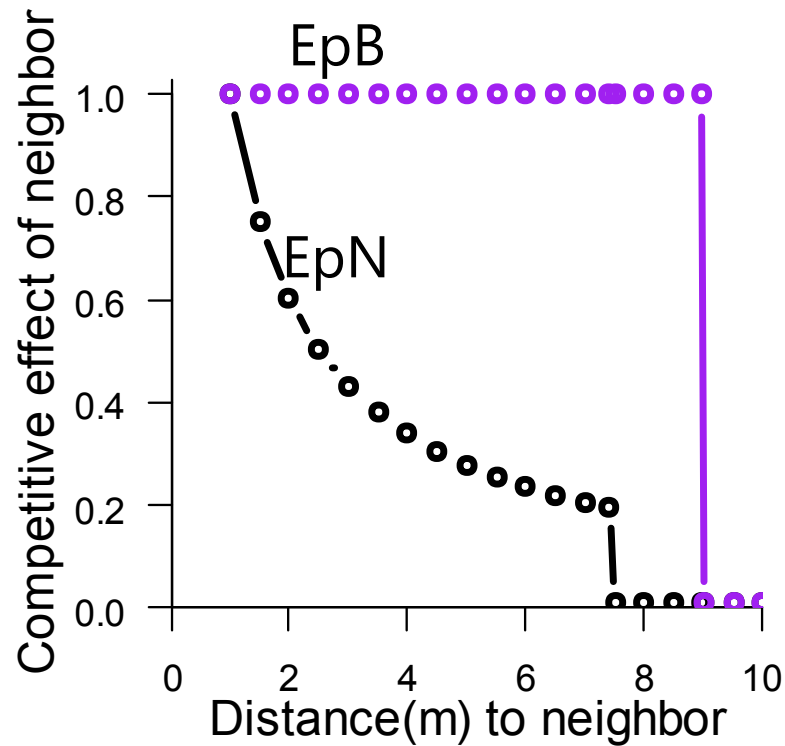
Effet des **espèces compétitrices**



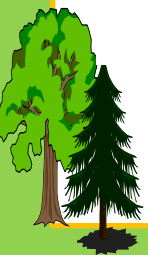
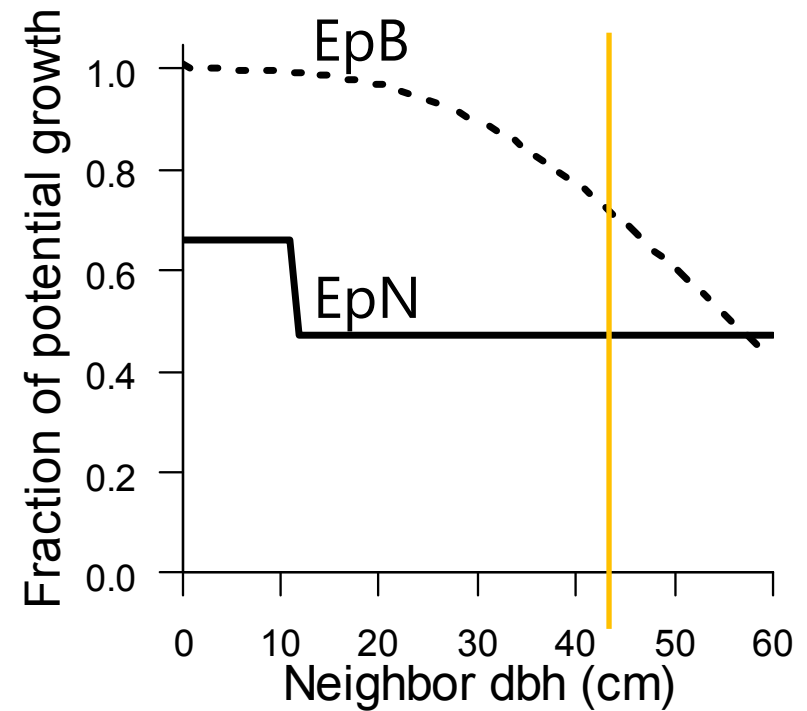
Résultats – Effet d'Encombrement



Effet de la **distance** des voisins



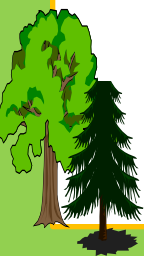
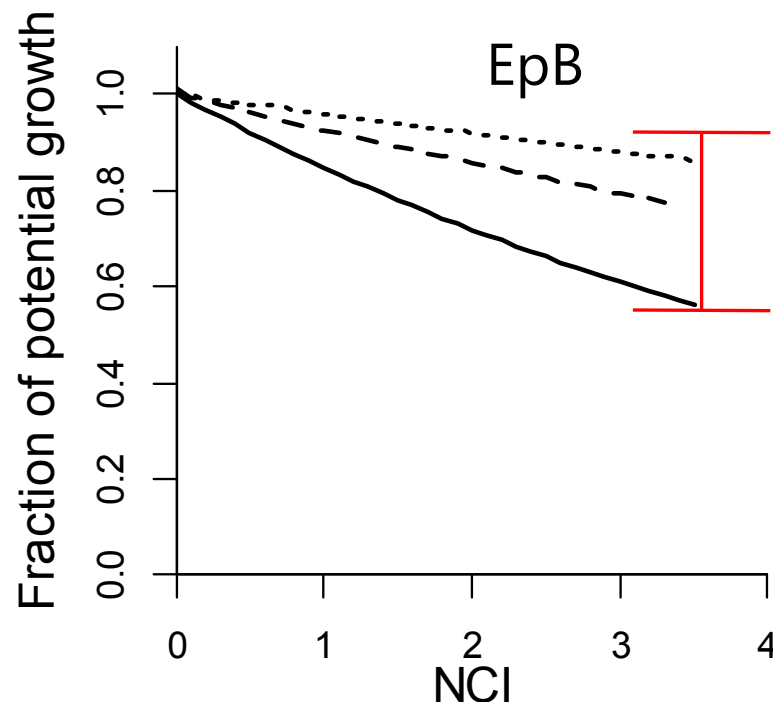
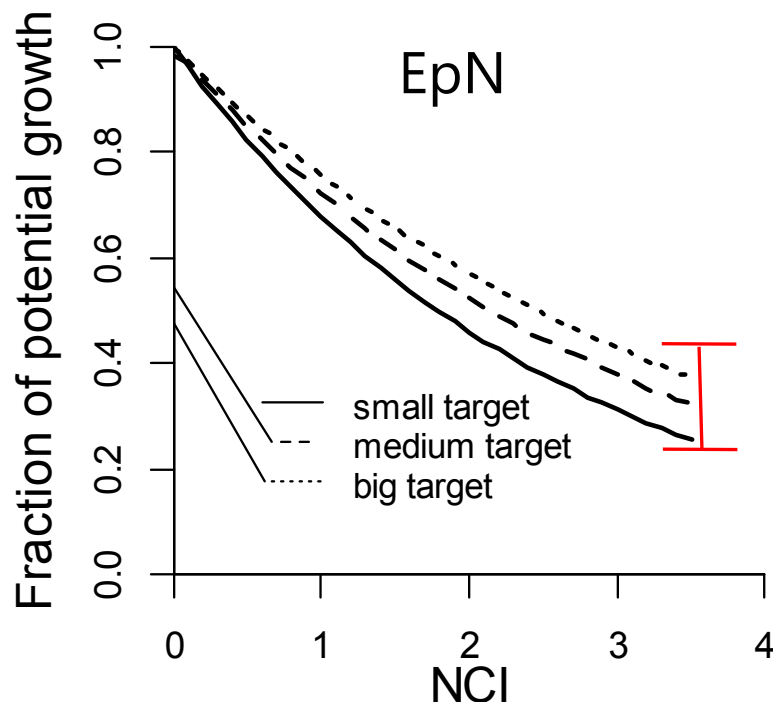
Effet de la **taille** des voisins



Résultats – Effet d'Encombrement



Sensibilité de la l'arbre à l'encombrement



Retour sur les hypothèses et conclusions

Hyp. 1 Tolérance à l'ombre et importance lumière vs ressources du sol

- ✓ Vrai **mais** l'ombrage peut fortement affecter l'EpB

Hyp. 2 Séparation des niches diminue la compétition intra spécifique

- ✓ Vrai **mais** chevauchement des niches
 - EpN lorsque feuillus + gros
 - EpB pour l'ombrage

Hyp. 3 Évolution de la plantation = ↓ sensibilité à la compétition

- ✓ Vrai pour les 2 espèces mais avec des différences



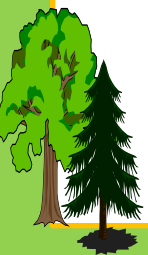
Retour sur les hypothèses et conclusions

On a aussi remarqué:

- Forte ↓ de la croissance radiale avec la taille pour EpN
- EpB plus productive dans ces sites

En conclusion:

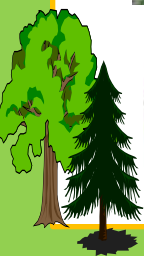
- ❖ Les feuillus sont de forts compétiteurs pour l'EpN s'ils sont gros et près.
- ❖ Les feuillus sont de faibles compétiteurs pour l'EpB
- ❖ L'EpN et l'EpB ne voit pas les petites tiges et celles de même taille
- ❖ L'effet de la présence d'arbustes est négligeable



Merci!



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue



Chaire
INDUSTRIELLE CRAND LOGAT BICAN
en aménagement
forestier durable

cef
Centre d'étude de la forêt



Forêt
d'enseignement et de recherche
du lac Duparquet



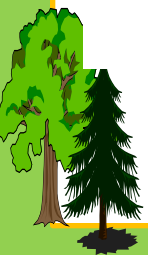
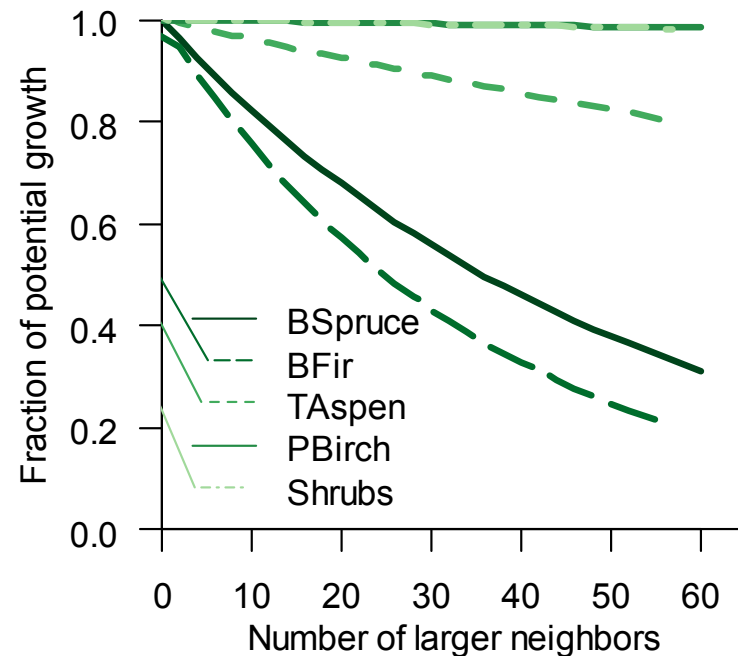
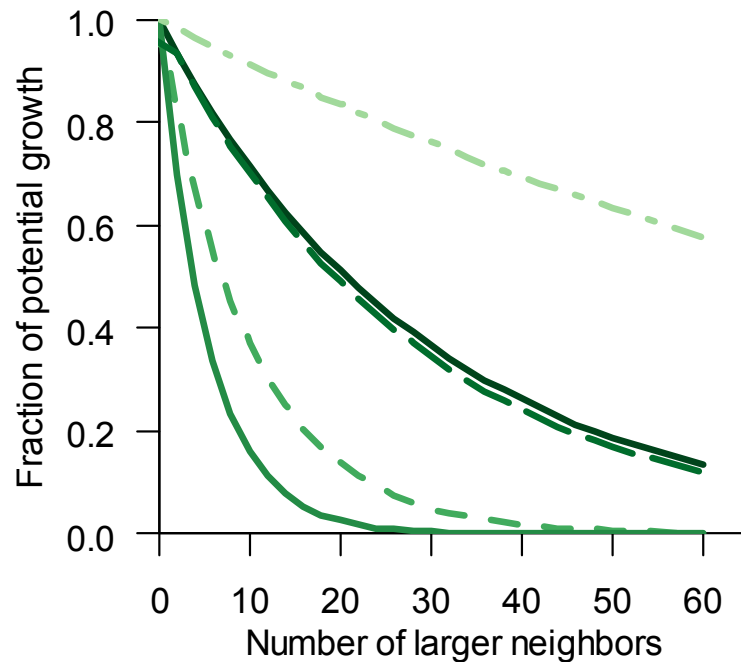
Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies
Québec

Colloque du Cef 2013

Résultats – Effet d'Encombrement



Effet de la **densité** des voisins selon l'espèce



Résultats – Estimés des paramètres

Parameters	Black Spruce	S.I	White Spruce	S.I
1 MaxRG	7.581	7.503 - 7.657	7.893	7.814-8.051
2 m	0.269	0.259 - 0.289	0.589	0.569-0.599
3 C	0.674	0.574 - 0.774	1.294	1.194-1.394
4 α	0.000	0.000 - 0.005	2.977	2.947-3.006
5 β	0.945	0.935 - 0.955	0.000	0.000-0.006
6 γ	-0.302	-0.310 - -0.298	-0.992	-1.002- -0.982
7 R (m)	7.360	7.300 – 7.440	8.960	8.860- 9.040
8 δ	5.304	5.054 - 5.554	10.467	10.217 – 10.717
9 σ	0.848	0.798 - 0.898	0.889	0.839 – 0.939
10 $\lambda_{\text{Black Spruce}}$	0.184	0.180 - 0.186	0.137	0.000-0.139
11 $\lambda_{\text{White Spruce}}$	0.133	0.000 - 0.134	0.695	0.681-0.702
12 λ_{Aspen}	0.545	0.539 -0.550	0.139	0.110-0.141
13 λ_{Birch}	1.000	0.990 - 1.000	0.000	0.000-0.020
15 λ_{Shrubs}	0.050	0.046 - 0.051	0.011	0.010-0.011
16 λ_{BFir}	0.195	0.172 - 0.197	1.000	0.999 -1.000

