

Vers la restauration des forêts mixtes :

Les coupes partielles industrielles permettent-elles de diminuer l'enfeuillagement?

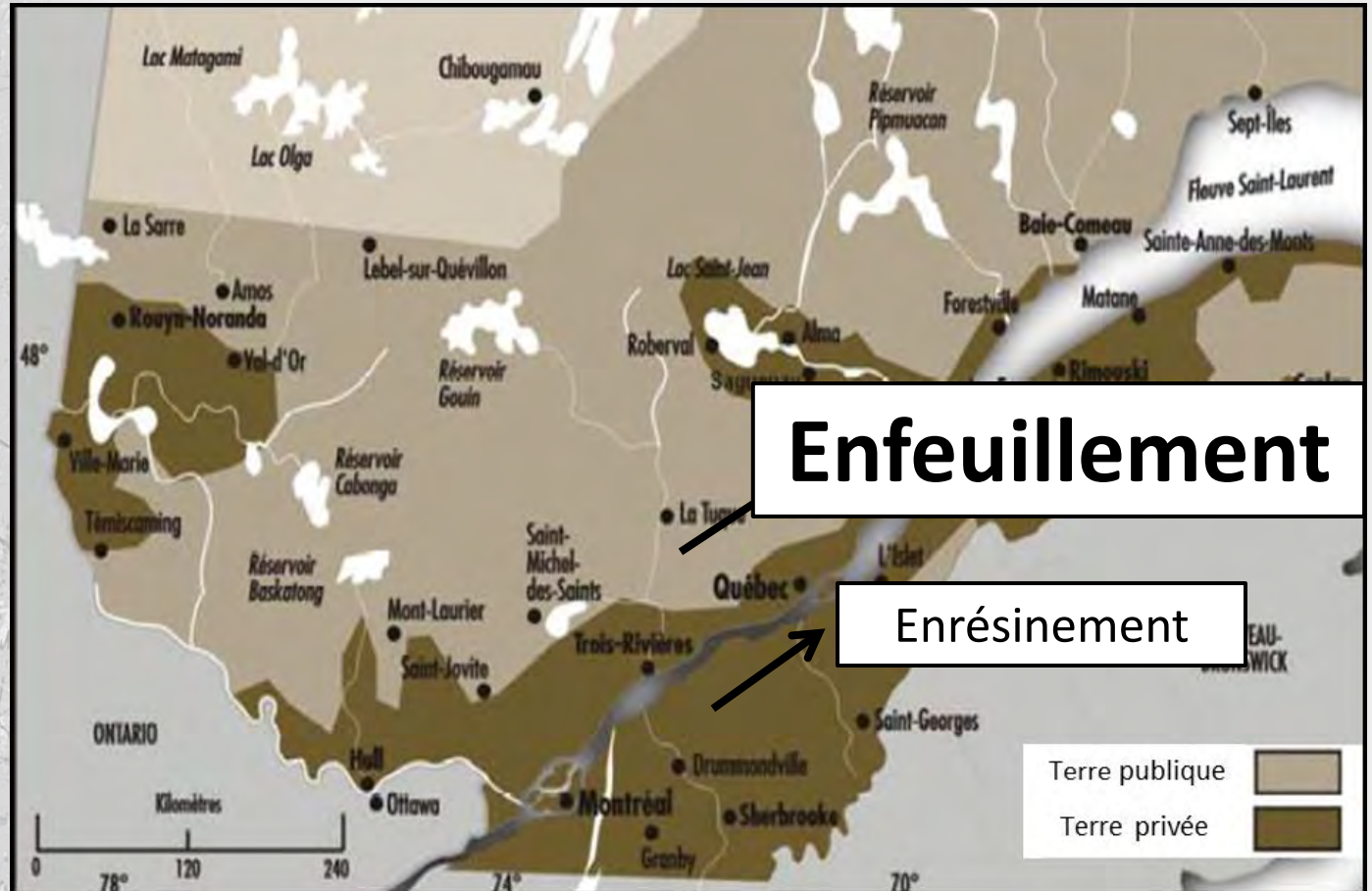
Sous la direction de :
Alexis Achim
et
Alison Munson

Alexandre Guay-Picard
Colloque du CEF 2014



Mise en contexte

L'aberration québécoise



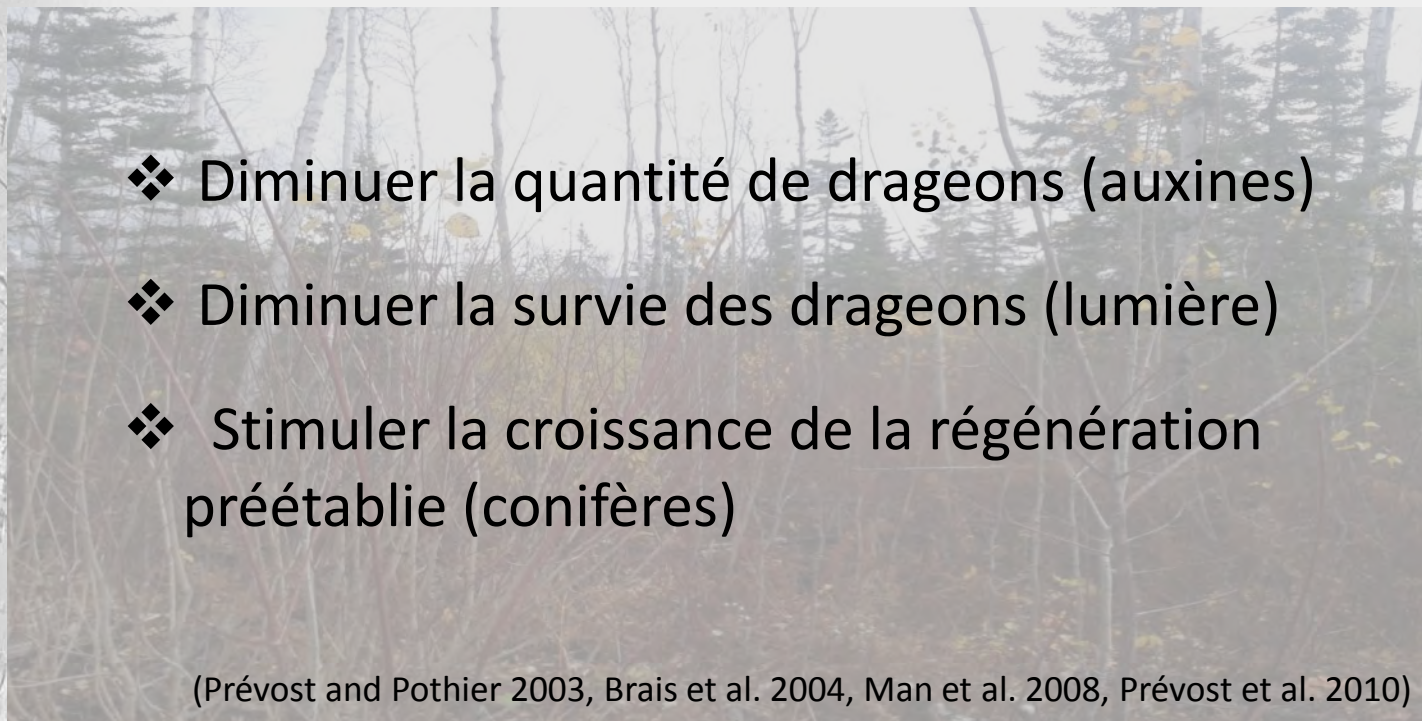
Carte tiré de Parent (2009)

L'utilisation des coupes partielles pour contrer l'enfeuillage de la sapinière à bouleau jaune



Mise en contexte

Restaurer la composante résineuse des forêts mixtes : les coupes partielles

- 
- ❖ Diminuer la quantité de drageons (auxines)
 - ❖ Diminuer la survie des drageons (lumière)
 - ❖ Stimuler la croissance de la régénération préétablie (conifères)

(Prévost and Pothier 2003, Brais et al. 2004, Man et al. 2008, Prévost et al. 2010)

Mise en contexte

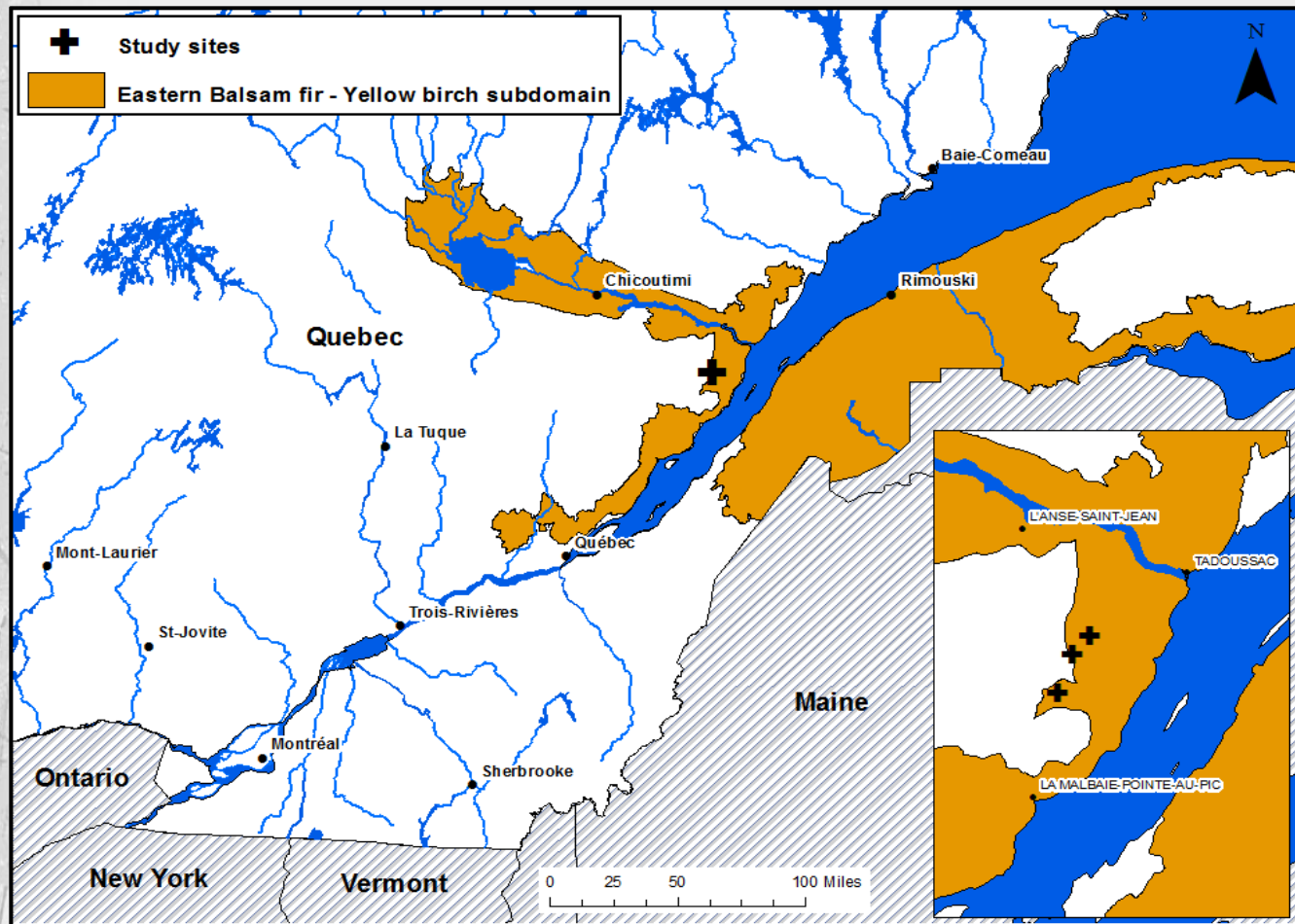
Objectif

Évaluer la capacité
des coupes partielles
industrielles à limiter
la régénération du
peuplier faux-tremble
en fonction des
caractéristiques
locales de la forêt



Méthodologie

Aire d'étude



L'utilisation des coupes partielles pour contrer l'enfeuillement de la sapinière à bouleau jaune

Méthodologie

Reconstitution du couvert principal

- 90 parcelles (81 utilisables)
- Observation visuelle avant coupe (couverture résineuse)
- Couvert post-intervention (prisme)
- Couvert pré-intervention (souches)
- Régénération – densité + croissance





1^{ere} étape

Analyses statistiques

Probabilité de transition (P.t.)

- Composition future du peuplement
– 4 m
- Densité + Croissance en hauteur
- **Avantage** – Prédire le futur afin de changer les pratiques aujourd'hui

(Hill et al. 2005)



2^e étape

Analyses statistiques

Modèle final

- Distribution des données
 - Beaucoup de «0» ($43 / 81 = 53\%$)
- Package GAMLSS (family = BEINF)
 - Beta inflated distribution
 - Modélisation de la probabilité d'avoir un zéro ou un non-zéro
 - Prédiction moyenne = probabilité d'un non-zéro puis ajout de la portion non-zéro

Résultats

Caractéristiques des placettes

Attributs	Moyenne	ET*	Min.	Max.
Surface terrière initiale (m ² ha ⁻¹)	25.2	7.6	4	48
Surface terrière finale (m ² ha ⁻¹)	13.8	7.3	0	34
Prélèvement de la surface terrière (%)	45.4%	25.0%	0%	100%
Surface terrière initiale PET (m ² ha ⁻¹)	8.4	8.7	0	40
Surface terrière finale PET (m ² ha ⁻¹)	3.3	4.5	0	20

* ET = Écart-type

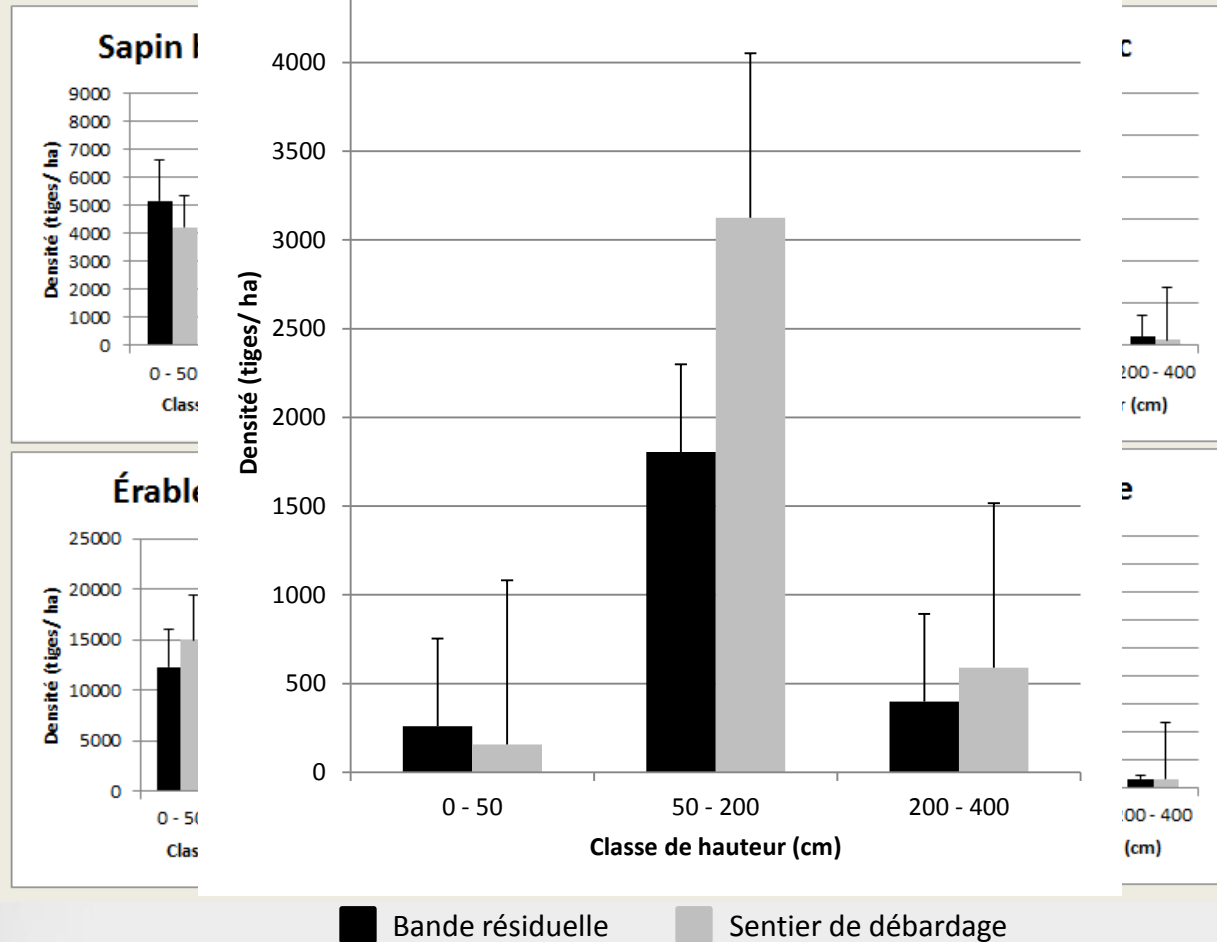
À retenir!

1. Les coupes partielles industrielles créent un patron de récolte très variable



Résultats

Peuplier faux-tremble

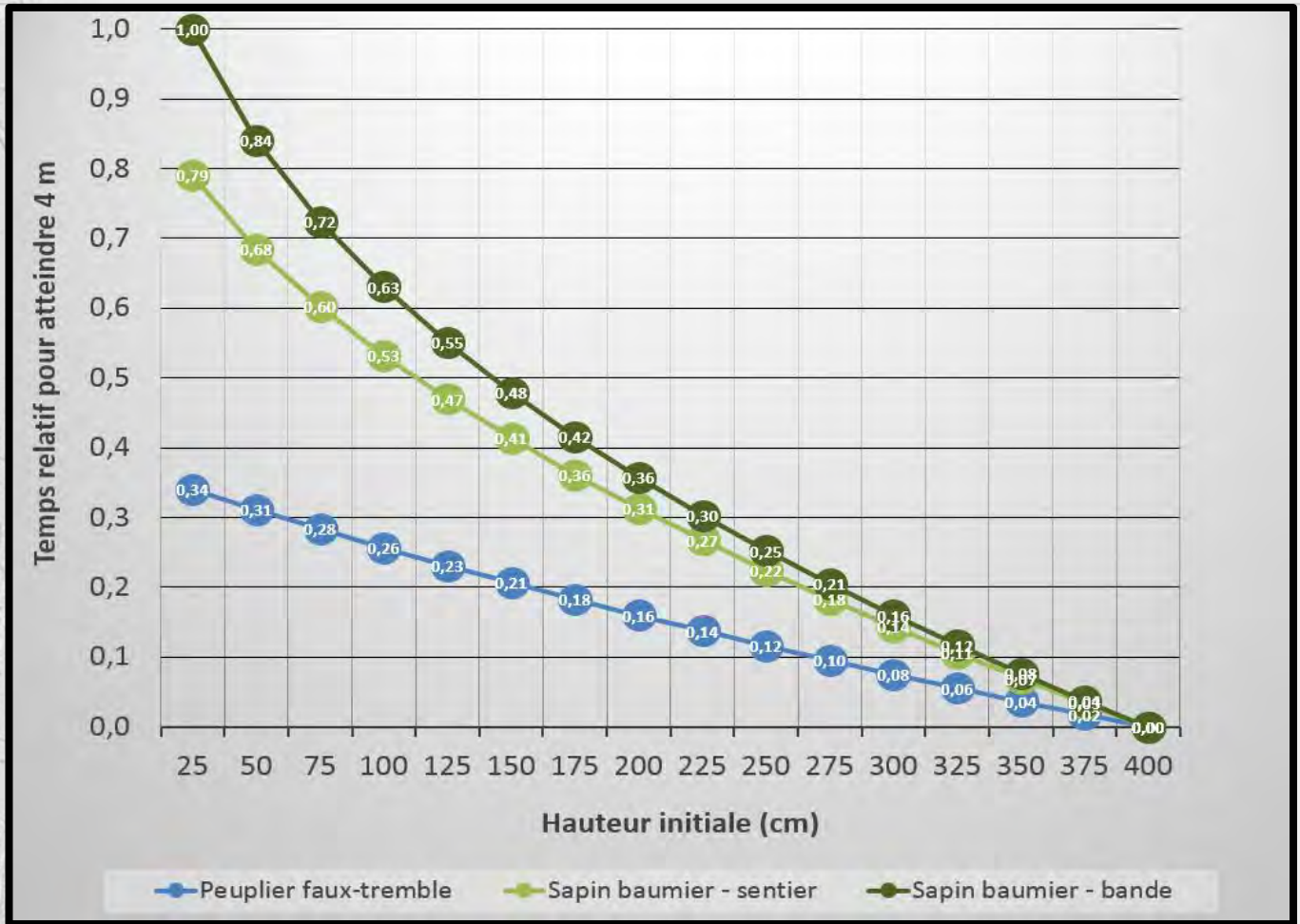


À retenir!

1. Les coupes partielles industrielles créent un patron de récolte très variable
2. Importance des sentiers de débardage (largeur / emplacement)

Résultats

Croissance relative

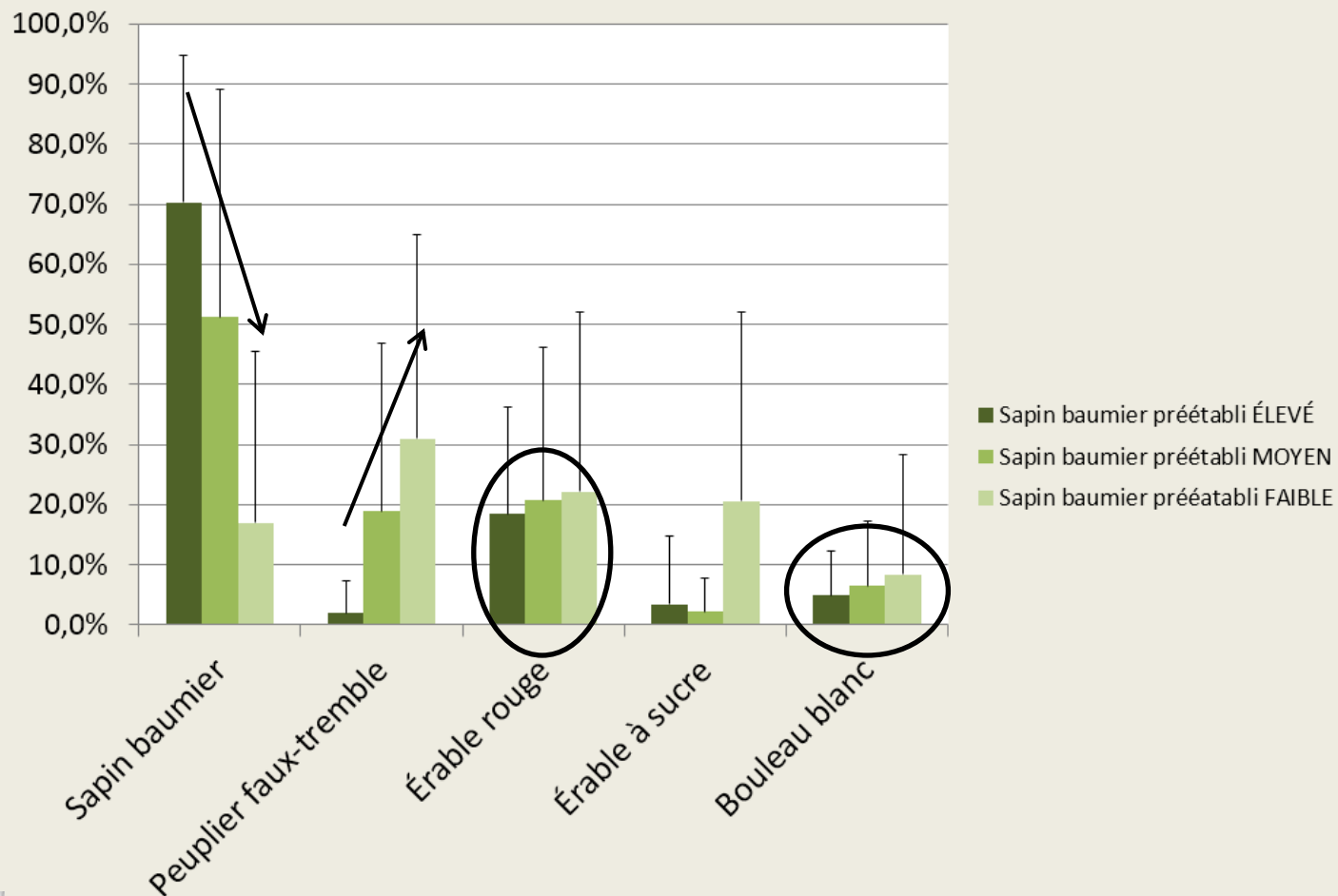


L'utilisation des coupes partielles pour contrer l'enfeuillement de la sapinière à bouleau jaune



Résultats

Probabilité de transition



À retenir!

1. Importance des sentiers de débardage
2. Sans coupe finale il faudra de nombreuses années pour constituer un étage intermédiaire
3. Importance de la régénération préétablie des résineux sur la transition future
4. Attention à l'érable rouge!

Résultats

Modélisation - Les zéros

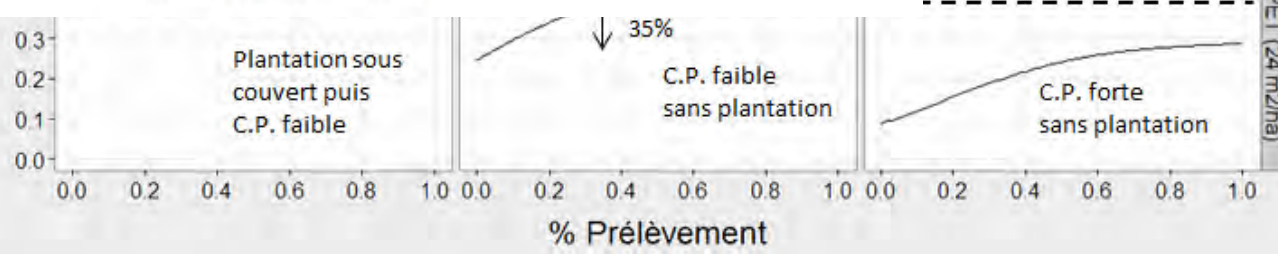
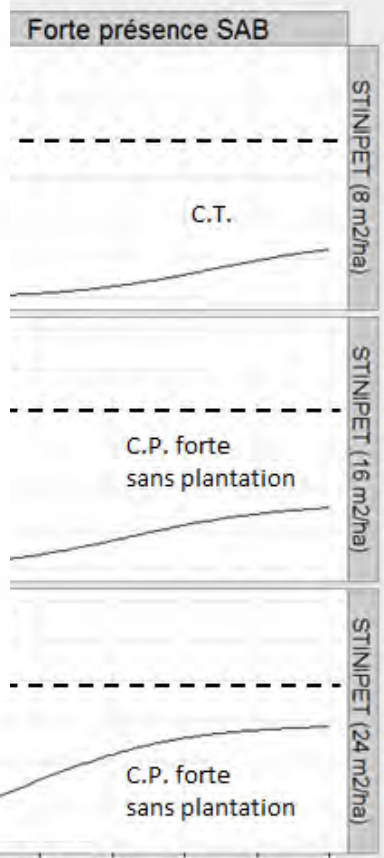
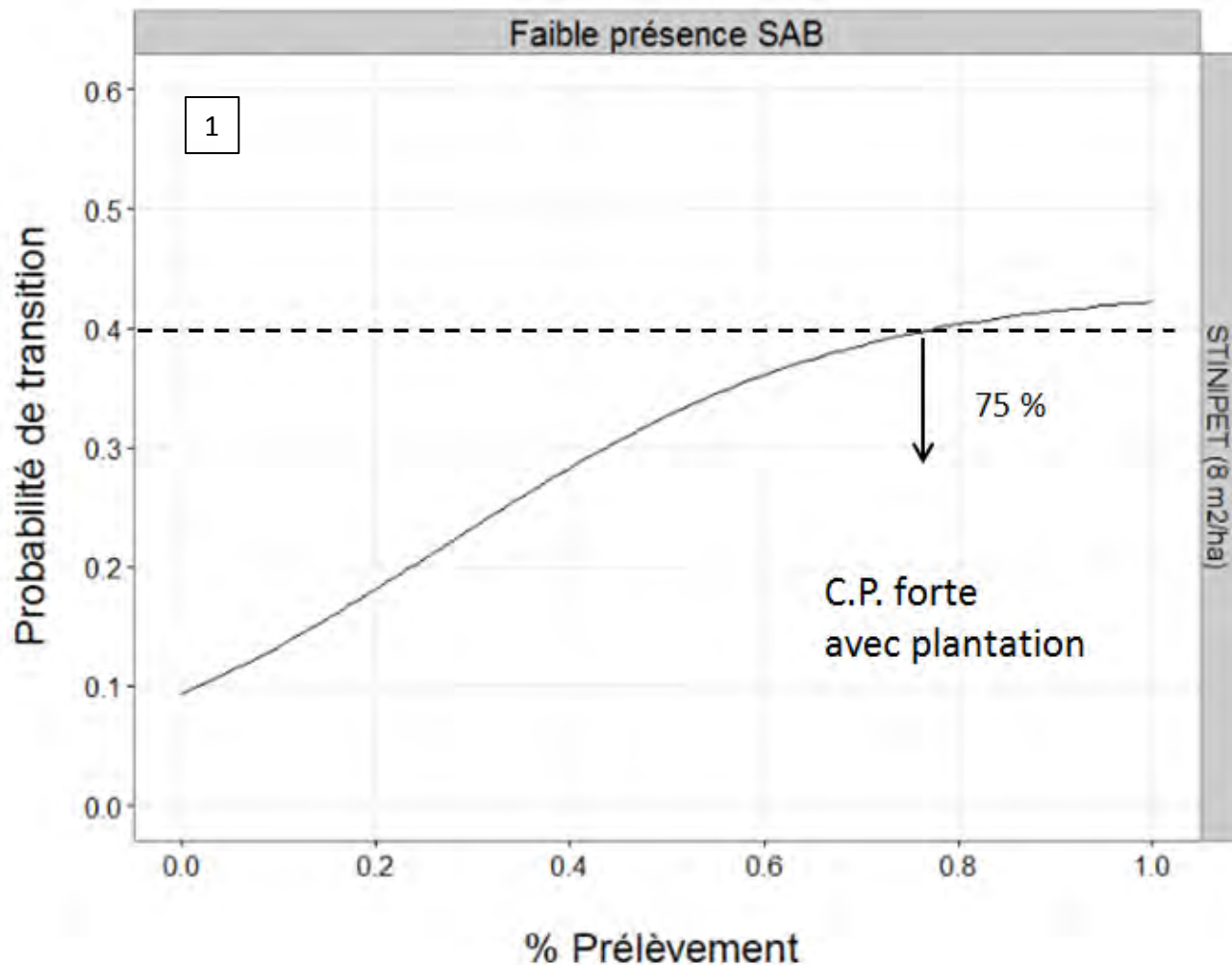
- S.T. initiale en peuplier faux-tremble
- Importance de la régénération résineuse préétablie
- % Prélèvement

Résultats

Modélisation – Les non-zéros

- Importance de la régénération résineuse préétablie

oles



Conclusion

- Les coupes industrielles permettent de limiter l'enfeuillement. Mais...
- Seulement dans certaines conditions
- Nécessité de considérer la variabilité spatiale et de mettre en doute la sylviculture des forêts mélangées baser sur une moyenne par peuplements

Remerciements

- CRSNG-FRQNT-COOP4TEMPS (Michaël Tremblay, Valérie Laberge, Gilbert Massicotte)
- Alexis Achim, Alison Munson, David Pothier, Marcel Prévost
- Mes assistants de terrain (Sophie Bordeleau, Martine Lapointe, Félix Bernard-Brouillard, Marie-Hélène Sauvé, Samuel Guy-Plourde, Gabriel Beaudet)



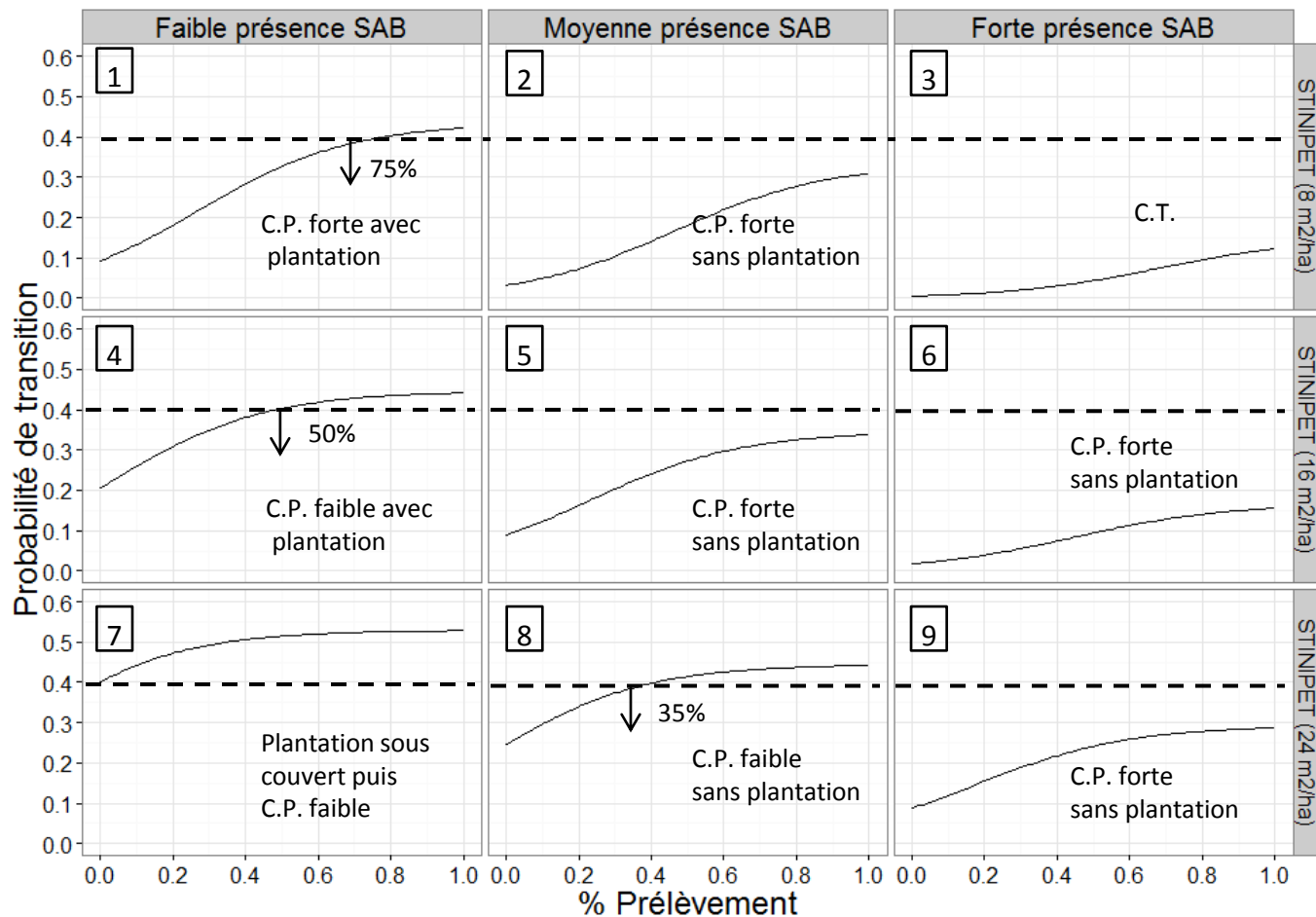


Références

- Brais, S., Bergeron, Y., Messier, C., Greene, D.F., Belleau, A. et Paré, D. 2004. Testing ecosystem management in boreal mixed woods of Quebec: response of Aspen stands. *Can. J. For. Res.* **34** : 431–446.
- Grondin, P., Noël, J., Hotte, D. 2007. L'intégration de la végétation et de ses variables explicatives à des fins de classification et de cartographie d'unités homogènes du Québec méridional. Mémoire de recherche forestière no 150. Direction de la recherche forestière MRNF. 62 p.
- Hill, S.B., Mallik, A.U., Chen, H.Y.H. 2005. Canopy gap disturbance and succession in trembling aspen dominated boreal forests in northeastern Ontario. *Can. J. For. Res.*, **35** : 1942-1951.
- Man, R., Kayahara, G.J., Rice, J. a., MacDonald, G.B. 2008. Eleven-year responses of a boreal mixedwood stand to partial harvesting: Light, vegetation, and regeneration dynamics. *For. Ecol. Man.* **255** : 697–706.
- Ministère des ressources naturelles. 2013. *Le guide sylvicole du Québec – Tome 1. Les fondements biologiques de la sylviculture*, ouvrage collectif sous la supervision de B. Boulet et M. Huot, Les Publications du Québec. 1044 p.
- Parent, Blaise. 2009. Ressources et industries forestières – Portrait statistique édition 2010. Ministère des ressources naturelles. Direction du développement de l'industrie des produits forestiers. 498p.
- Prévost, M., et Pothier, D. 2003. Partial cuts in a trembling aspen-conifer stand: effects on microenvironmental conditions and regeneration dynamics. *Can. J. For. Res.* **33** : 1–15.
- Prévost, M., Dumais, D., Pothier, D. 2010. Growth and mortality following partial cutting in a trembling aspen-conifer stand: results after 10 years. *Can. J. For. Res.* **40** : 894–903.

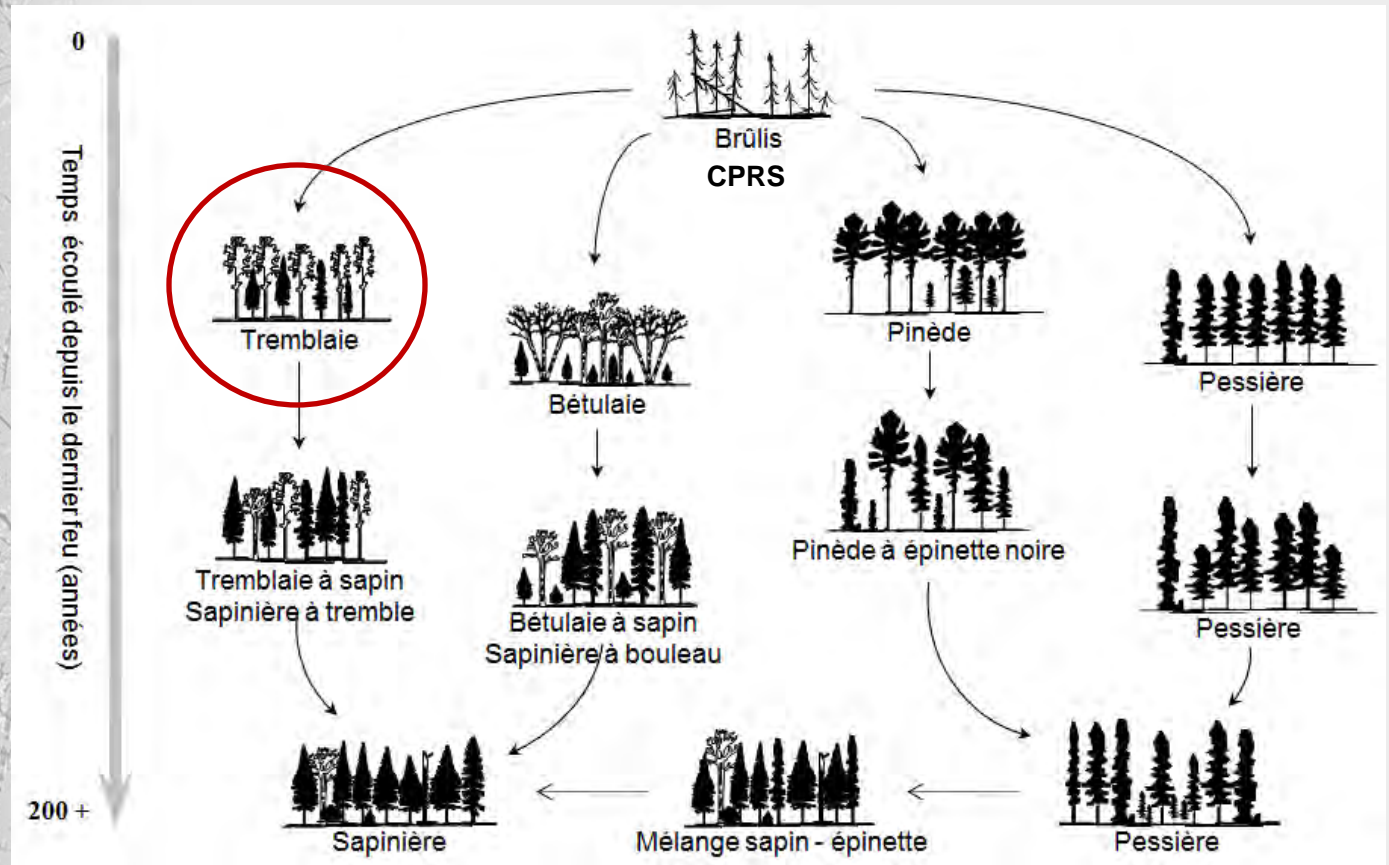
Résultats

Les hypothèses



Mise en contexte

La dynamique forestière



1^{ère} étape

Analyses statistiques

Exemples

		0-50	50-200	200-400
Densité absolue	PET	2500	7500	0
	SAB	0	2500	7500
Densité relative	PET	1	0,75	0
	SAB	0	0,25	1
Croissance relative	PET	0,3	0,2	0,1
	SAB	0,8	0,5	0,25

P.t. PET =	0,61
P.t. SAB =	0,39

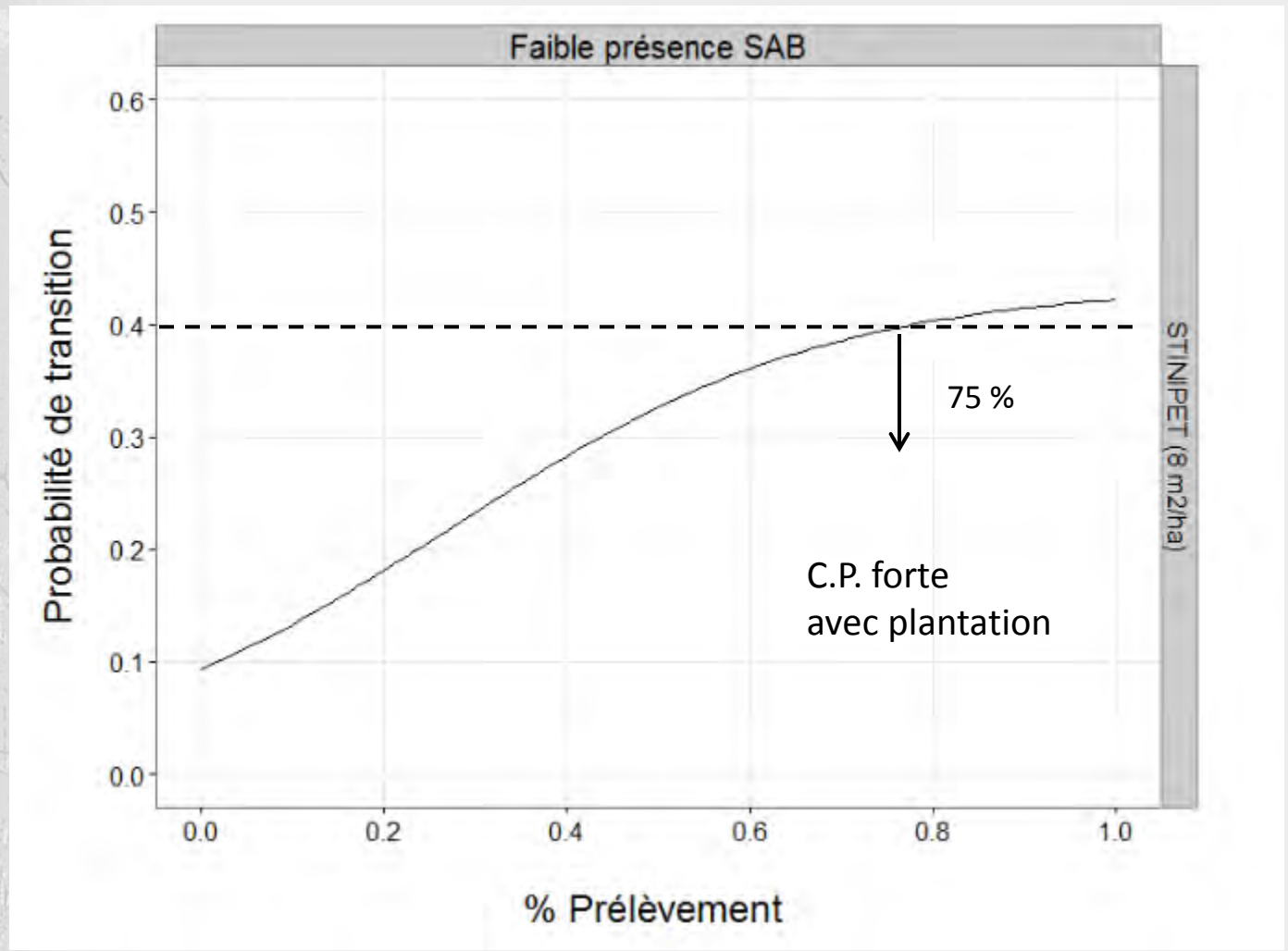
Résultats

Nombre d'années pour atteindre 4 mètres

Hauteur initiale (cm.)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
Sapin baumier - Bande	42,54	34,68	29,36	25,21	21,76	18,78	16,15	13,78	11,62	9,62	7,77	6,03	4,40	2,86	1,39	0,00
Sapin baumier - Sentier	30,81	25,12	21,26	18,26	15,76	13,60	11,70	9,98	8,41	6,97	5,63	4,37	3,19	2,07	1,01	0,00
Peuplier faux-tremble	13,65	12,12	10,85	9,72	8,68	7,72	6,81	5,94	5,11	4,31	3,54	2,80	2,07	1,36	0,67	0,00
Érable rouge - Bande	26,02	21,80	18,76	16,32	14,23	12,39	10,73	9,21	7,81	6,50	5,28	4,12	3,01	1,97	0,96	0,00
Érable rouge - Sentier	15,03	11,99	10,02	8,52	7,30	6,26	5,35	4,54	3,81	3,15	2,53	1,96	1,43	0,92	0,45	0,00
Érable à sucre - Bande	18,42	15,43	13,29	11,55	10,07	8,77	7,60	6,52	5,53	4,60	3,74	2,91	2,13	1,39	0,68	0,00
Érable à sucre - Sentier	12,41	9,91	8,27	7,04	6,03	5,17	4,42	3,75	3,15	2,60	2,09	1,62	1,18	0,76	0,37	0,00
Bouleau à papier	18,13	15,69	13,80	12,20	10,78	9,49	8,30	7,19	6,14	5,15	4,20	3,30	2,43	1,59	0,78	0,00
Bouleau jaune	17,90	15,34	13,41	11,79	10,38	9,10	7,94	6,86	5,84	4,89	3,98	3,12	2,30	1,50	0,74	0,00
Épinette blanche	45,73	35,85	29,41	24,62	20,80	17,63	14,92	12,54	10,44	8,54	6,82	5,25	3,79	2,44	1,18	0,00
Épinette noire	29,78	23,06	18,81	15,69	13,23	11,20	9,46	7,95	6,61	5,41	4,31	3,32	2,40	1,54	0,75	0,00

L'utilisation des coupes partielles pour contrer l'enfeuillement de la sapinière à bouleau jaune

Discussion À retenir!



Résultats

Couvert principal

Espèce	Tiges initiales	Souches dénombrées	<u>Tiges dénombrées</u>	% Initial	% Final
Peuplier faux-tremble	403	239	164	34.7%	25.7%
Bouleau blanc	328	148	180	28.3%	28.3%
Sapin baumier	147	61	86	12.7%	13.5%
Érable rouge	127	31	96	10.9%	15.1%
Bouleau jaune	66	11	55	5.7%	8.6%
Érable à sucre	36	9	27	3.1%	4.2%
Épinette blanche	31	19	12	2.7%	1.9%
Frêne noir	10	3	7	0.9%	1.1%
Épinette noire	6	2	4	0.5%	0.6%
Autres	7	1	6	0.7%	1.0%
TOTAL	1161	524	637	100.0%	100.0%

L'utilisation des coupes partielles pour contrer l'enfeuillement de la sapinière à bouleau jaune

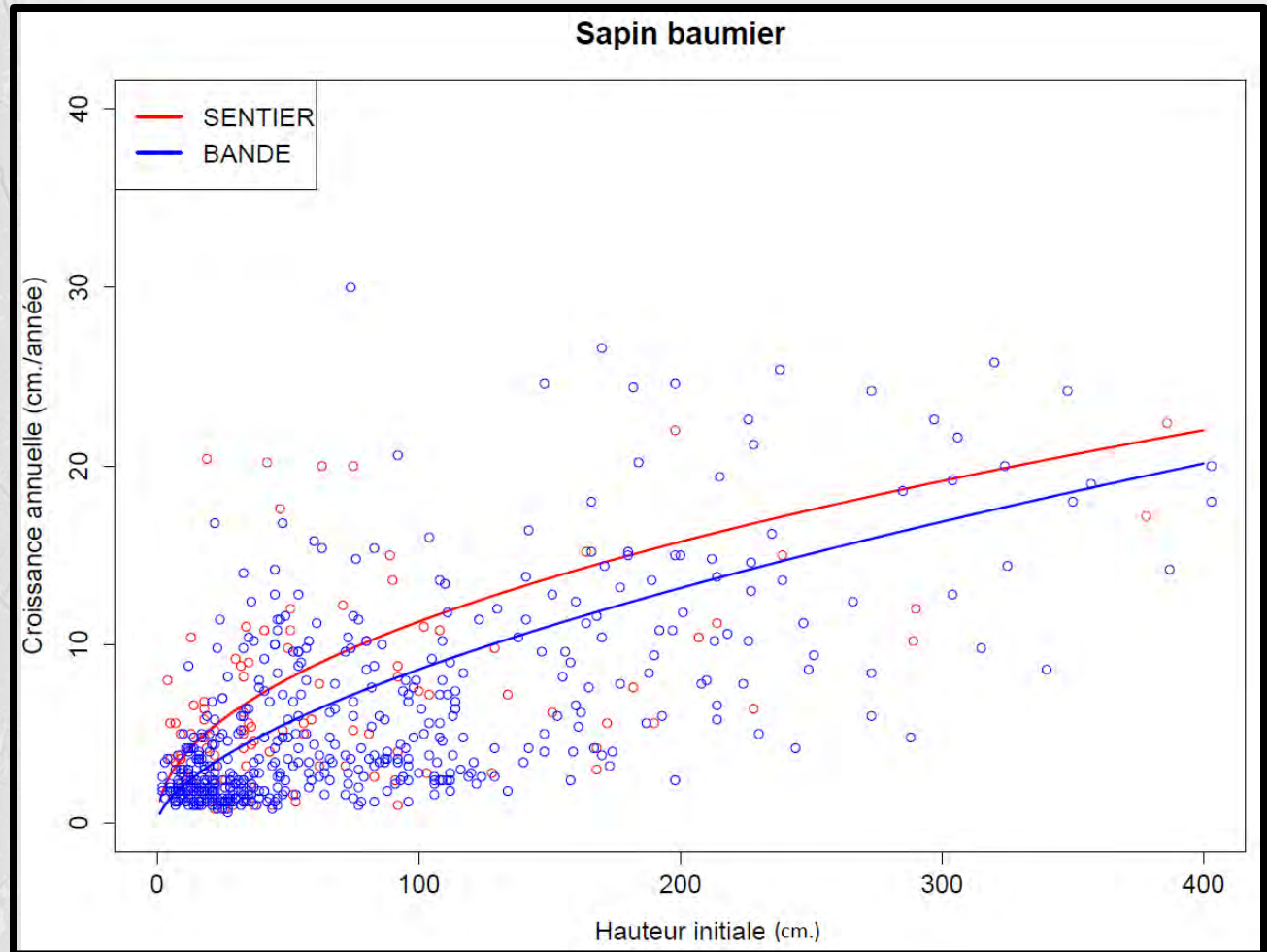
Résultats

Probabilité de transition moyenne

Espèce	<u>Total</u>		<u>Sapin baumier préétablie élevé (15)</u>		<u>Sapin baumier préétablie moyen (20)</u>		<u>Sapin baumier préétablie faible (46)</u>	
	Moyenne	ET	Moyenne	ET	Moyenne	ET	Moyenne	ET
Sapin baumier	35.3	37.3	70.3	24.5	51.2	37.9	17.0	28.5
Peuplier faux- tremble	22.7	31.0	2.0	5.4	18.9	28.0	31.0	33.9
Érable rouge	21.1	26.8	18.4	17.9	20.7	25.6	22.2	29.9
Érable à sucre	12.9	25.8	3.4	11.3	2.2	5.5	20.6	31.5
Bouleau blanc	7.3	16.3	4.9	7.5	6.5	10.9	8.4	20.0
Autres	0.7	n.d	0.9	n.d	0.5	n.d	0.8	n.d

Analyses statistiques

Exemple – Modèle croissance



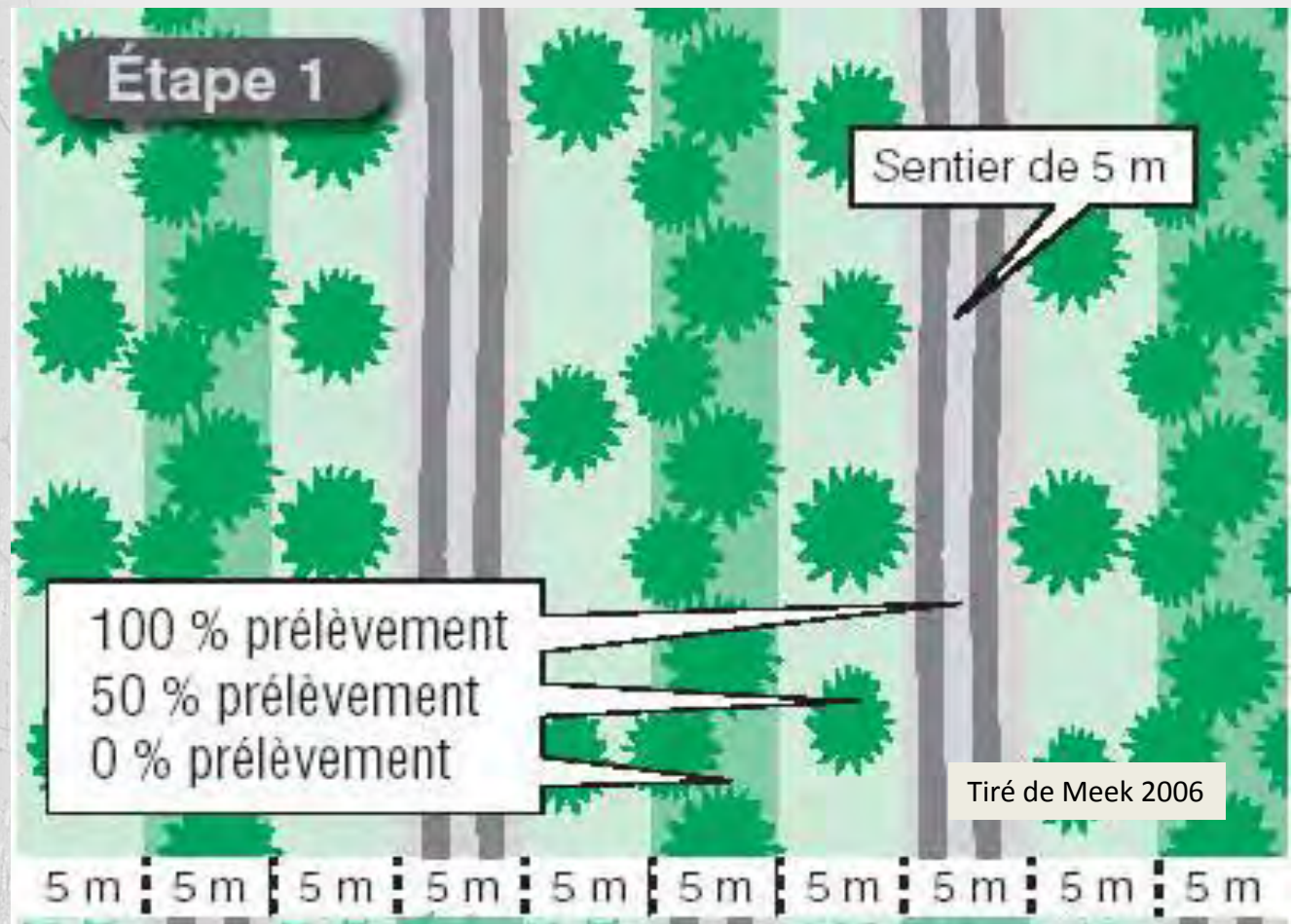
Mise en contexte

Hypothèses

- Drageons ↑
 - Pourcentage de prélèvement de la surface terrière
 - Proportion de peuplier faux-tremble
- Drageons ↓
 - Régénération préétablie des conifères

Méthodologie

Les modalités de coupe



Méthodologie

L'échantillonnage

- 90 parcelles (81 utilisables)
- Grille systématique 100m X 100m
- Stratification des parcelles en fonction de
 - 1) surface terrière initiale
 - 2) importance du peuplier
 - 3) importance de la régénération préétablie en résineux



1^{ere} étape

Analyses statistiques

Croissance annuelle

- Variable dépendante
 - Croissance en hauteur annuelle
- Variables explicatives
 - Hauteur initiale
 - Emplacement (sentier – bande)
 - % matière fine
- Stepwise ($p < 0.05$)



1^{ere} étape

Analyses statistiques

Probabilité de transition

- Approche développée par Hill et al. (2005)
- $\Delta T = \int_a^b$ Inverse de la fonction de croissance
- Densité relative et croissance relative

Méthodologie

Régé

- Densité
 - 5 sous-parcelles m^2
 - 3 classes de hauteur : 200, 200-400 cm
- Croissance en hauteur
 - 2 individus par sous-parcelle pour chaque espèce et classe de hauteur
 - Croissance inter-annuelle
 - 5 ans résineux
 - 2 ans feuillus

zone éclaircie zone non-traitée zone éclaircie

r=113m

sentier

Mise en contexte

Les enjeux

➤ Écologiques



Le peuplier faux-tremble occupe des superficies bien au-delà de sa représentativité historique

➤ Économiques

- Mise en marché
- Faible valeur (1000 \$ / camion PET , 1800\$ / camion SEPM) – SPBRQ (2013)





Résultats

Modélisation - Les zéros

<u>Variables explicatives</u>	<u>Modèle</u>	DL	<u>AICc</u>	<u>Δ AICc</u>
<u>Intercept</u>	1	4	132,61	30,67
STINIPET	2	5	115,22	13,28
ISBP	3	5	130,45	28,51
STI	4	5	130,22	28,28
STINIPET + ISBP	5	7	115,63	13,69
STINIPET + ISBP + STI	6	7	117,52	15,58
STINIPET + ISBP + PREL	7	7	101,94	0
PREL	8	5	118,85	16,91
STINIPET + STF	9	6	111,3	9,36
PREL + STF	10	6	115,02	13,08
STFINPET + STF	11	6	122,75	20,81

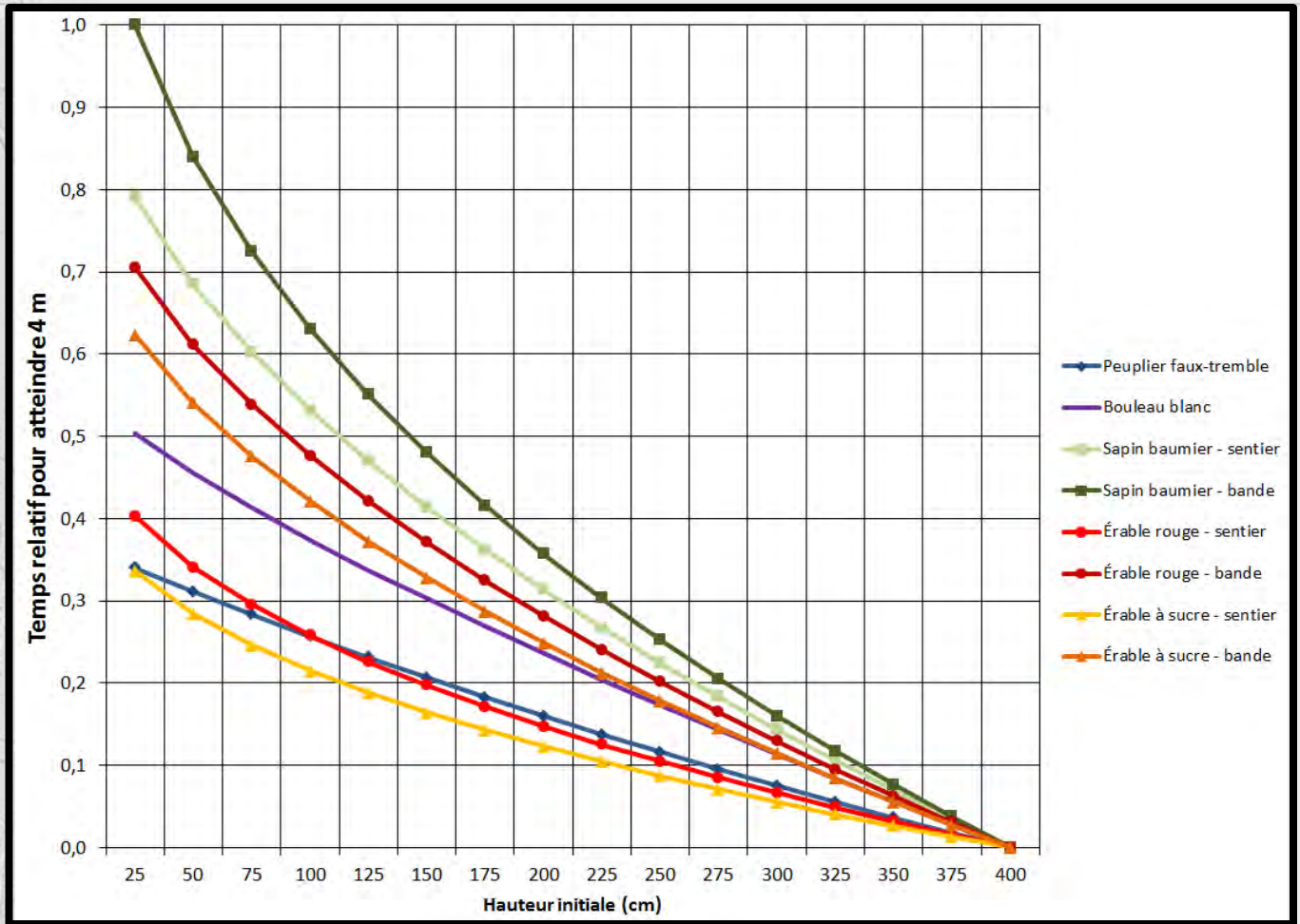
Résultats

Modélisation – Les non-zéros

<u>Variables explicatives</u>	<u>Modèle</u>	DL	<u>AICc</u>	<u>Δ AICc</u>
<u>Intercept</u>	1	4	132,61	4,11
STINIPET	2	5	131,39	2,89
ISBP	3	5	128,5	0
STI	4	5	130,71	2,21
STINIPET + ISBP	5	7	129,32	0,82
STINIPET + ISBP + STI	6	7	131,3	2,8
STINIPET + ISBP + PREL	7	7	129,49	0,99
PREL	8	5	134,6	6,1
STINIPET + STF	9	6	133,39	4,89
PREL + STF	10	6	135,1	6,6
STFINPET + STF	11	6	135,93	7,43

Résultats

Croissance relative



L'utilisation des coupes partielles pour contrer l'enfeuillement de la sapinière à bouleau jaune

Formule

$$P_t = \frac{\sum_{i=1}^3 (RA_i / \Delta T_i)}{\sum_{t=1}^n \sum_{i=1}^3 (RA_i / \Delta T_i)_n}$$