



EsPaCe, un simulateur pour les jeunes peuplements traités en éclaircie précommerciale (EPC)

Emmanuel Duchateau, DRF



Bienvenue dans le modèle

EsPaCe

Conception :

Emmanuel Duchateau
Isabelle Auger
Hugues Power
Stéphane Tremblay

Ressources naturelles
et Forêts
Québec 

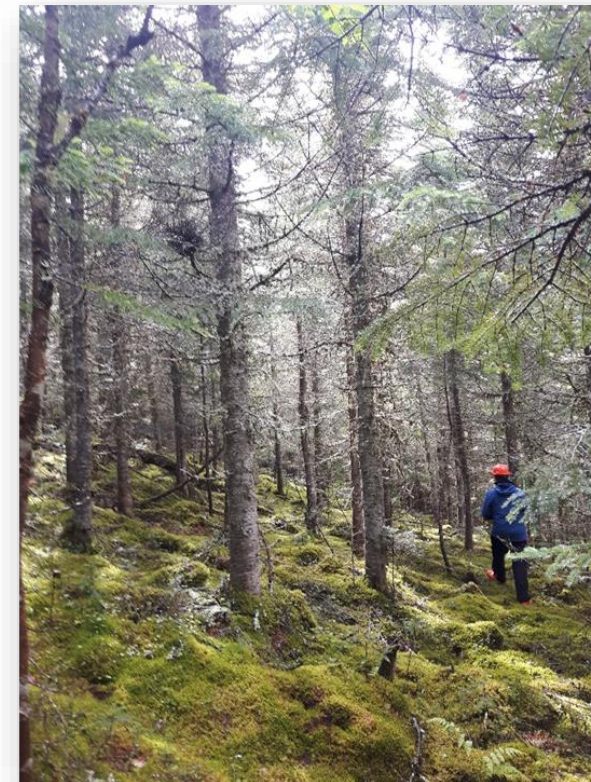


Contexte – Objectifs et principes de l'EPC

- Réduction de la compétition pour favoriser la croissance des tiges résiduelles.
- Redistribution des ressources sur un nombre réduit d'arbres.
- Sélection des essences désirées pour moduler la composition du peuplement.
- Préparation aux traitements futurs comme l'éclaircie commerciale.



Témoin



Traité

Contexte – Critères d'application de l'EPC

- Peuplements denses avec une régénération naturelle réussie.
- Densité initiale $\geq 8\ 000$ tiges/ha (ou $4\ 000$ tiges/ha pour le pin gris).
- Hauteur minimale de 2-3 m et âge entre 5 et 20 ans.



Témoin



Traité



Contexte – Importance de l’EPC au Québec

- Introduite dans les années 1960, intensifiée dans les années 1990.
 - Jusqu’à 100 000 ha/an traités au milieu des années 2000.
 - Toujours utilisée (40 000 ha en 2020) malgré une baisse des surfaces traitées
- ➡ Influence la croissance, la qualité du bois et la gestion à long terme des forêts.
- ➡ Importance de pouvoir simuler l’évolution de ces peuplements sur le long terme.

Problématique – des effets incertains de l'EPC sur la production forestière

- Impact sur l'âge d'exploitabilité, le volume et le diamètre moyen encore incertain
- Évolution des hypothèses
 - 1990s : Assimilation aux plantations (MRN 1998)
 - 2002 : Assimilation aux peuplements naturels productifs (CCSMAF 2002)
- Résultats contrastés des études
 - Gain en volume marchand (Tong et Zhang 2005, Zhang et al. 2006, Pitt et Lanteigne 2008)
 - Pas de différence observée (Pothier 2002)

➔ Les effets de l'EPC restent une question ouverte

Problématique – modéliser la croissance forestière

Pourquoi utiliser des modèles de croissance forestière ?

- Prédire l'évolution des peuplements
 - Anticiper la croissance, la mortalité et le recrutement des arbres
- Aider à la gestion forestière
 - Planifier les récoltes et les traitements sylvicoles (ex. EPC, éclaircies, coupes)
 - Comparer différents scénarios
- Optimiser la possibilité forestière
 - Évaluer l'impact des interventions sylvicoles sur le long terme

Au Québec, les deux modèles les plus utilisés sont :

- **Natura** (modèle à l'échelle de la placette)
- **Artémis** (modèle à l'échelle de l'arbre)

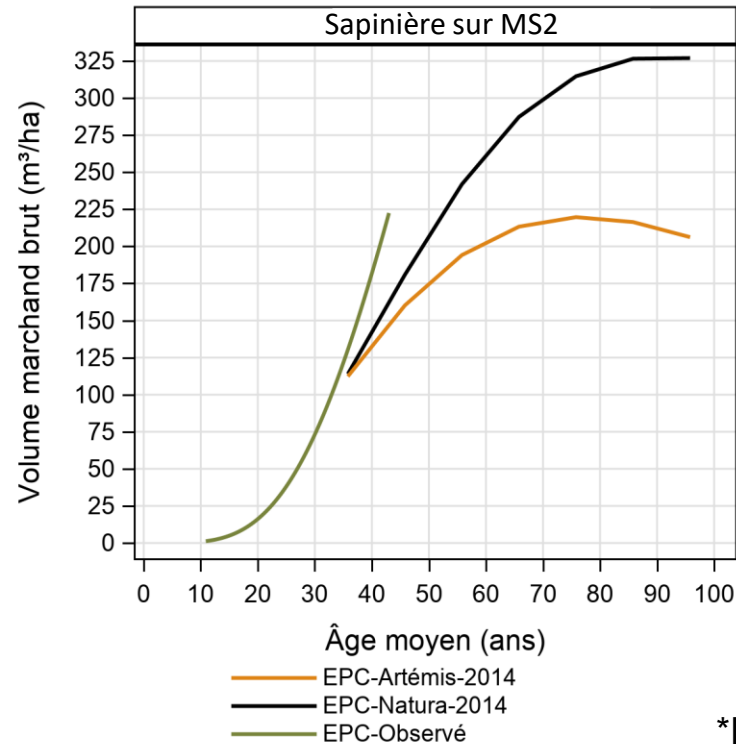
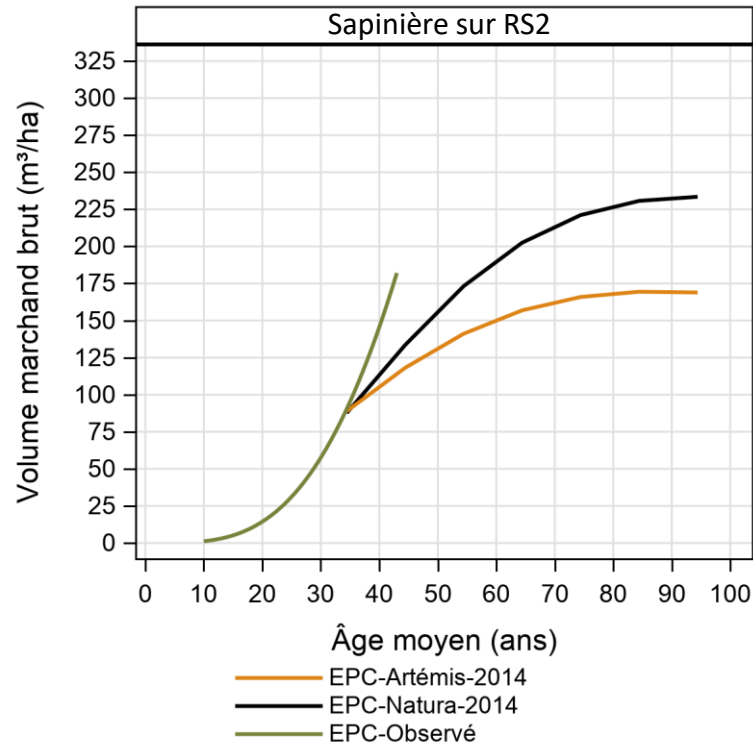
Problématique – Des modèles mal adaptés à l’EPC

- Les peuplements traités en EPC sont différents de ceux servant à calibrer les modèles Artemis et Natura
 - Plus jeunes
 - Nombreuses gaules (non-prise en compte actuellement)
 - Plus denses
 - Distribution spatiale différente
 - Composition différente et contrôlée
- Les modèles existants (Artémis et Natura) fonctionnent bien pour des peuplements composés majoritairement d’arbres de dimensions commerciale
- Artémis et Natura ne permettent pas de simuler adéquatement les peuplements traités avec EPC.
Ils sous-estiment le volume marchand brut, la surface terrière et la densité de tiges marchandes
Les biais s’accroissent dans le temps

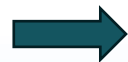


Problématique – Biais de simulations de l'EPC

Exemples de simulation à long terme avec Artémis et Natura*



*Note de recherche forestière n° 153

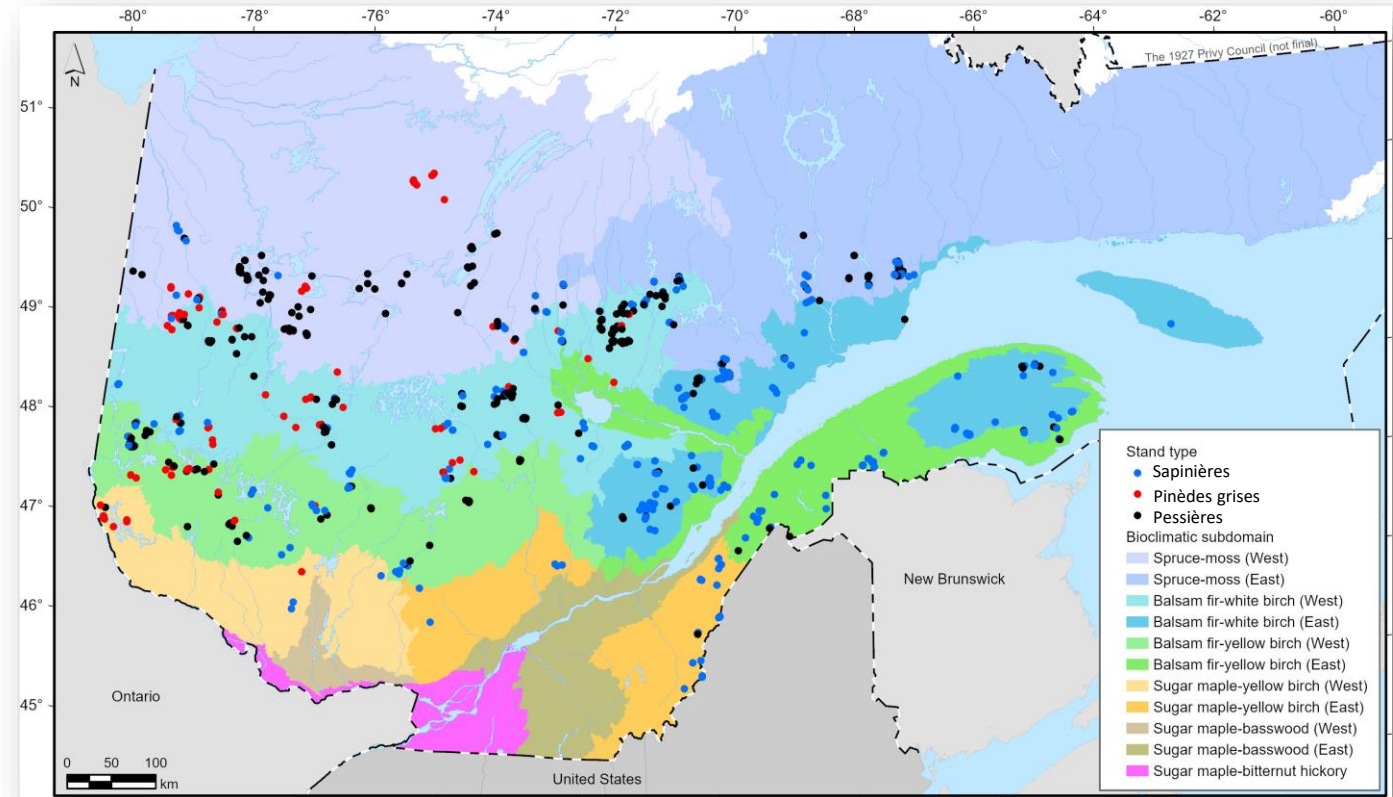


Besoin d'un modèle de croissance spécifique aux peuplements traités en EPC



EsPaCe – Un simulateur spécifique à l'EPC

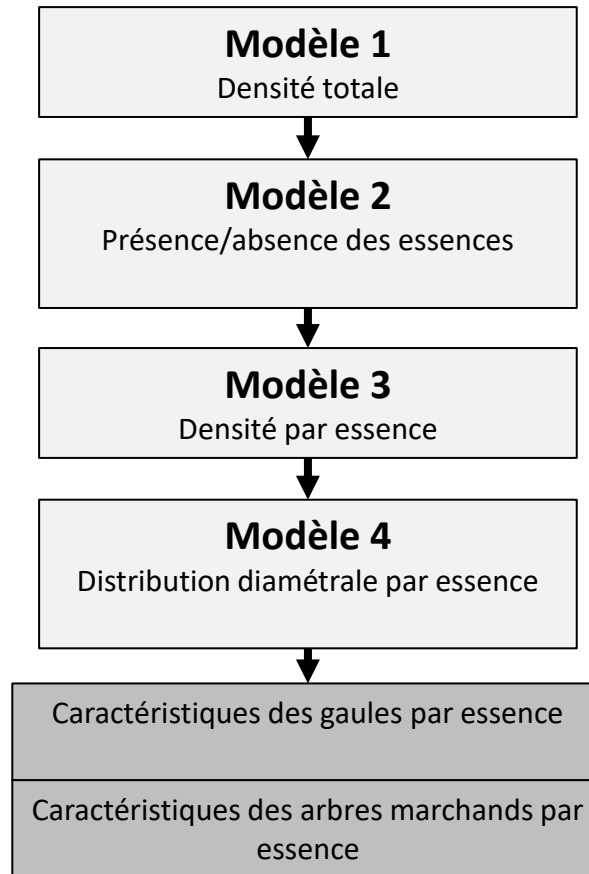
- Basé sur les placettes du réseau de suivis des effets réels de l'EPC
- Portée du modèle
 - Jeunes peuplements traités par EPC depuis moins de 35 ans
 - Forêt boréale du Québec
 - Simule les sapinières, les pessières et les pinèdes grises
 - Modèle à l'échelle de la placette





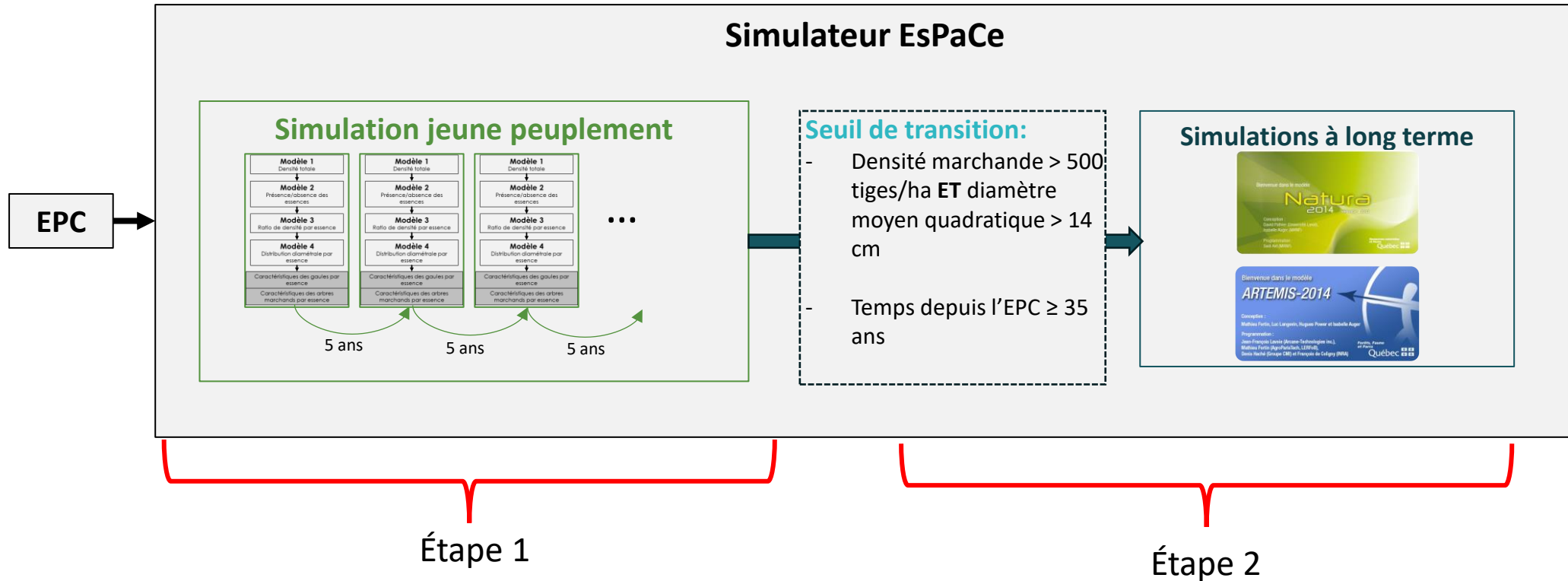
EsPaCe – Fonctionnement en 2 étapes

- Fonctionne par pas de 5 ans
- Chaque pas de simulation des jeunes peuplements inclut plusieurs modèles successifs
- Paramétrés par type de peuplements





EsPaCe – Fonctionnement en 2 étapes





EsPaCe – Le simulateur

Simulateur EsPaCe

Version 1.0.0



Conception:
Emmanuel Duchateau
Isabelle Auger
Stéphane Tremblay
Hugues Power

Québec

- EsPaCe simule l'évolution d'un peuplement traité par EPC. Le peuplement doit avoir été mesuré entre 0 et 30 ans après EPC.
- Le modèle EsPaCe est utilisé pour simuler au maximum 35 ans après EPC. Lorsque les données marchandes prédites atteignent un seuil suffisant (ou que la simulation dépasse 35 ans), les modèles de croissance Natura 2.1.0 et Artémis 4.3.0 sont utilisés pour continuer la simulation.
- Le fichier d'inventaire peut contenir une ou plusieurs placettes et doit avoir une structure précise. Les données incorrectes sont supprimées au lancement de la simulation
[Cliquer ici pour voir la structure du fichier d'inventaire](#)
- Deux fichiers .csv seront générés en fin de simulation et pourront être exportés
[Cliquer ici pour voir la définition des variables de ces fichiers](#)

X Fermer l'application

Choisir un fichier d'inventaire après éclaircie précommerciale (.csv ou .txt)

Parcourir... Sélectionner le fichier

Réinitialiser

8 placettes ont été chargées

Nombre d'années de simulation



Simulation terminée

Résultats de la simulation :

Téléchargez le fichier de la simulation EsPaCe seulement

Téléchargez le fichier de la simulation complète

Simulations (total)

Simulations (par groupe d'essences)

Sélectionner :

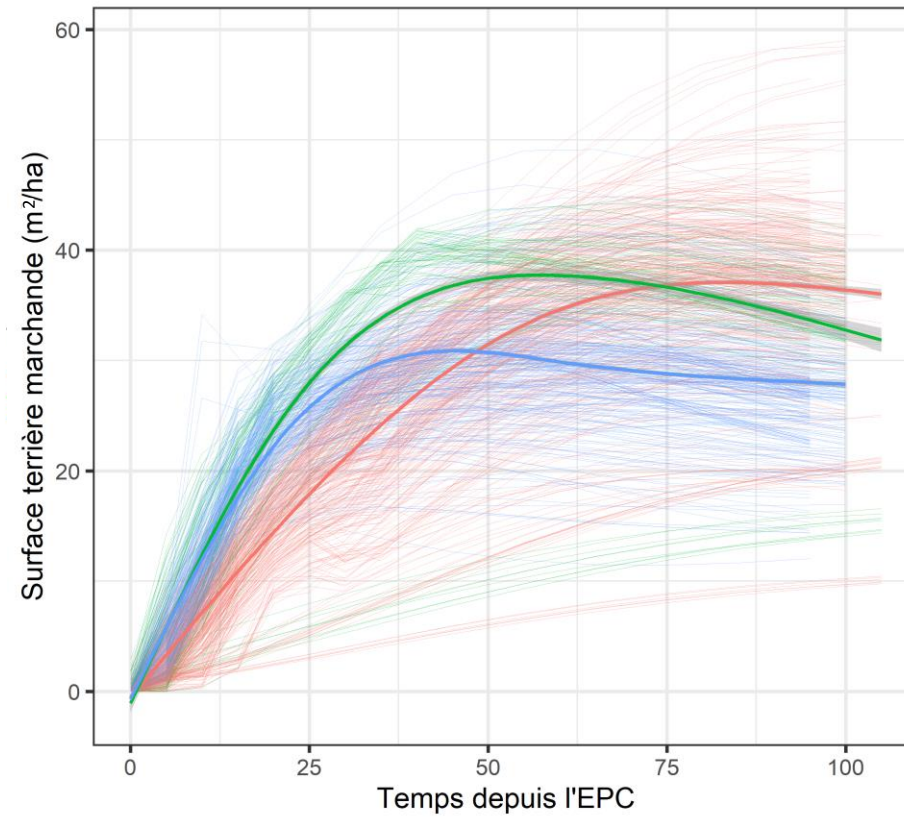
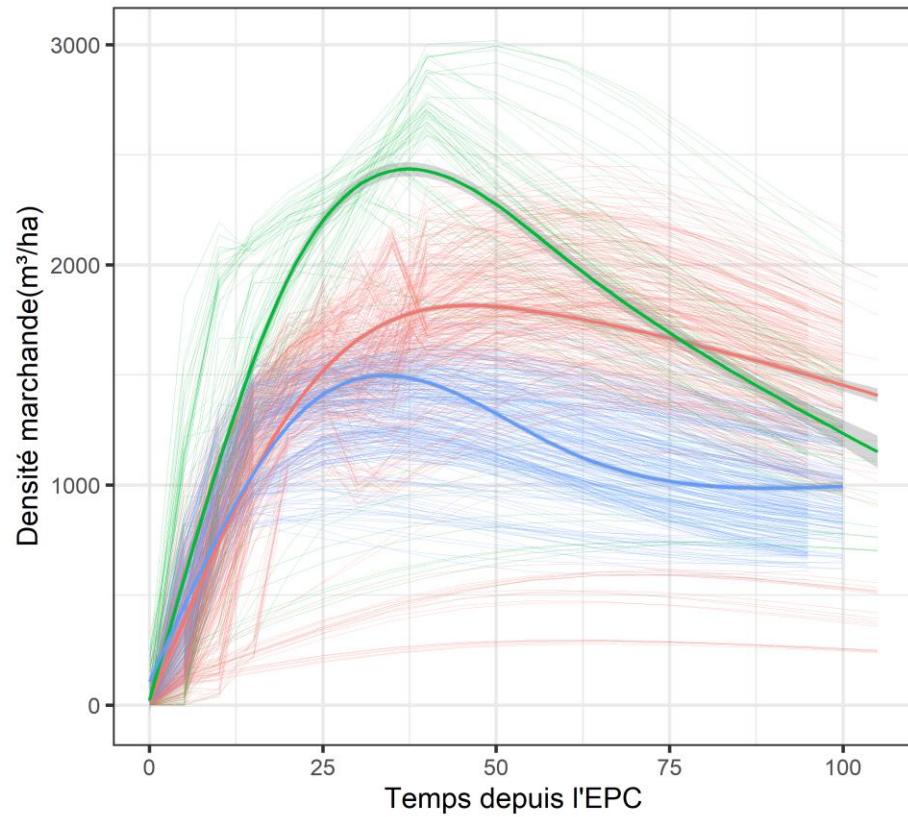
Surface terrière marchande (m²/ha)





EsPaCe – Simulations

Exemple: Simulation sur 100 ans avec le simulateur EsPaCe pour différents types de peuplement



Type :
— Pessière
— Pinède grise
— Sapinière



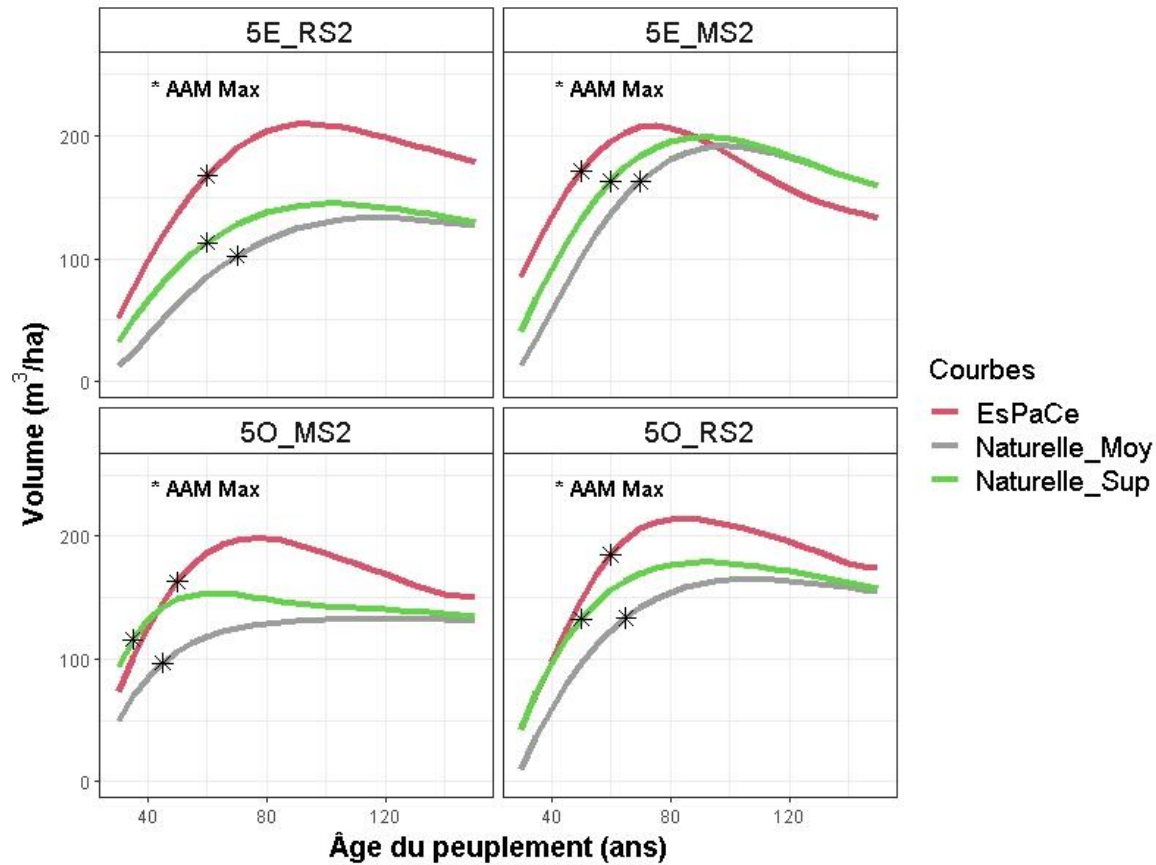
EsPaCe - comparaison de courbes de production

Les courbes de productions générées par EsPaCe pour les peuplements traités peuvent être comparé à celles de peuplements naturels non traités provenant de Natura et Artémis.

Toutefois, EsPaCe ne simule pas l'évolution de peuplements témoins, il ne s'agit donc pas d'une comparaison témoins/traités



EsPaCe - comparaison de courbes de production (Sapinières)

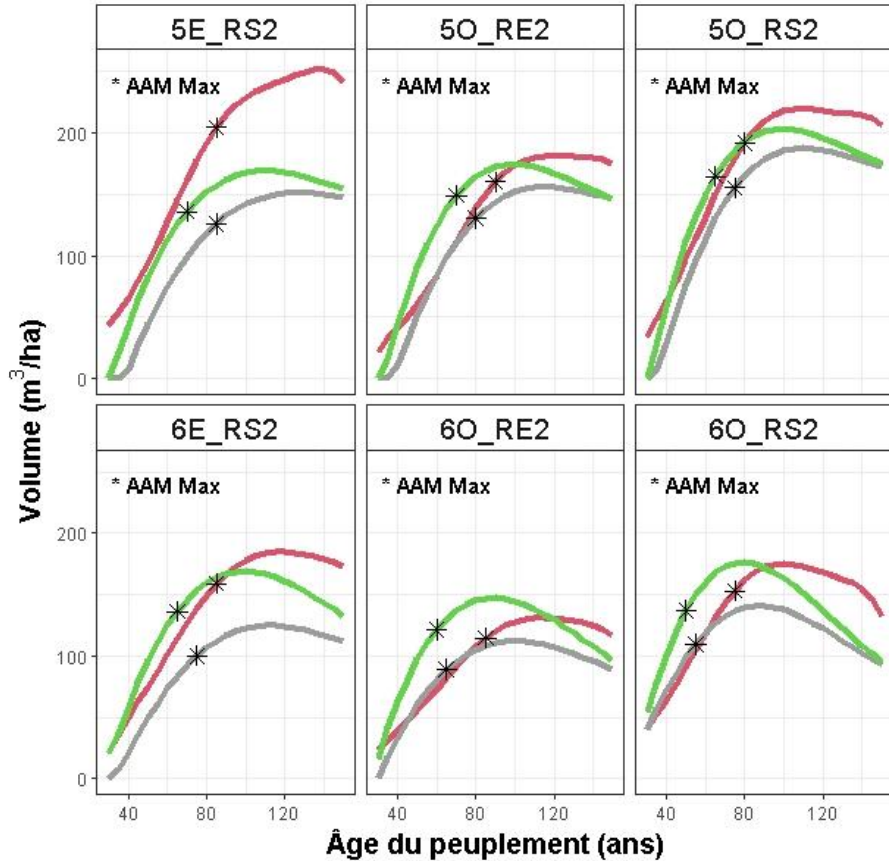


Groupe	Source	Âge d'exploitabilité (ans)	AAMM (m³/ha/an)	DQM (cm)
5E_MS2	EsPaCe	50	3,4	16,2
5E_MS2	Naturelle_Sup.	60	2,7	15,7
5E_MS2	Naturelle_Moy.	70	2,3	16,4
5E_RS2	EsPaCe	60	2,8	15,5
5E_RS2	Naturelle_Sup.	60	1,9	14,5
5E_RS2	Naturelle_Moy.	70	1,5	14,7
5O_MS2	Naturelle_Sup.	40	3,3	15,7
5O_MS2	EsPaCe	50	3,3	15,8
5O_MS2	Naturelle_Moy.	45	2,1	15,3
5O_RS2	EsPaCe	60	3,1	15,8
5O_RS2	Naturelle_Sup.	50	2,6	15,3
5O_RS2	Naturelle_Moy.	65	2,1	15,4

Avis technique no SSRF-25



EsPaCe - comparaison de courbes de production (Pessières)



Courbes
 — EsPaCe
 — Naturelle_Moy
 — Naturelle_Sup

Groupe	Source	Âge d'exploitabilité	AAMM (m³/ha/an)	DQM (cm)
5E_RS2	EsPaCe	85	2,4	15,7
5E_RS2	Naturelle_Sup.	70	1,9	14,9
5E_RS2	Naturelle_Moy.	85	1,5	15,3
5O_RE2	Naturelle_Sup.	70	2,1	15,1
5O_RE2	EsPaCe	90	1,8	15,3
5O_RE2	Naturelle_Moy.	80	1,6	15,1
5O_RS2	Naturelle_Sup.	65	2,5	15,5
5O_RS2	EsPaCe	80	2,4	16,0
5O_RS2	Naturelle_Moy.	75	2,1	15,7
6E_RS2	Naturelle_Sup.	65	2,1	15,1
6E_RS2	EsPaCe	85	1,9	15,5
6E_RS2	Naturelle_Moy.	75	1,3	14,7
6O_RE2	Naturelle_Sup.	60	2,0	13,9
6O_RE2	Naturelle_Moy.	65	1,4	13,8
6O_RE2	EsPaCe	85	1,3	14,5
6O_RS2	Naturelle_Sup.	50	2,7	14,5
6O_RS2	Naturelle_Moy.	55	2,0	14,6
6O_RS2	EsPaCe	75	2,0	15,5



EsPaCe – limite des comparaisons

- Ce n'est pas une comparaison traités vs témoins, les différences pourraient s'expliquer par autres choses que l'EPC :
 - Les peuplements traités par EPC peuvent avoir été sélectionnés pour avoir des rendement supérieurs (meilleur IQS)
 - Différents modèles sont utilisés pour prévoir l'évolution
- Les modèles Artémis et Natura sont utilisés hors de leurs données de calibration
- La validation des simulations est difficile



Conclusions

- **EsPaCe : un outil adapté pour la simulation de peuplements traités en EPC**
 - Permet de modéliser la croissance après EPC
 - Génère des courbes de production pour appuyer l'aménagement
 - Meilleure compréhension des effets de l'EPC sur la production à long terme
- **Limites et précautions**
 - Pas une comparaison directe témoins/traités
- **Perspectives**
 - Intégration de nouvelles données pour affiner les simulations

Références

DUCHATEAU E., AUGER I., TREMBLAY S., POWER H. 2025. EsPaCe: A growth model for balsam fir stands following precommercial thinning in Québec, Canada. Canadian Journal of Forest Research. Doi: 10.1139/cjfr-2024-0223

POWER H., DUCHATEAU E., AUGER I. et TREMBLAY S. 2021. *Comparaison des courbes de production de peuplements résineux traités en éclaircie précommerciale réalisées avec le simulateur EsPaCe et de courbes de production de peuplements non traités.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique no SSRF-25.

TREMBLAY S., POWER H., AUGER I. 2019. *Effets réels de l'éclaircie précommerciale : Évaluation des prévisions des modèles de croissance Natura-2014 et Artémis-2014 dans des peuplements de résineux propices à une éclaircie précommerciale.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière no 153



Questions



Témoin



Traité