

## Le simulateur de Croissance des Épinettes en Plantation (CEP)

Robert Schneider<sup>(1)</sup>, Tony Franceschini<sup>(1)</sup>, Emmanuel Duchateau<sup>(2)</sup>, Alexa Bérubé-Deschênes<sup>(1)</sup>, Laurie Dupont-Leduc<sup>(1)</sup>, Sophie Proudfoot<sup>(1)</sup>, Hugues Power<sup>(2)</sup>, François de Coligny<sup>(3)</sup>

-----  
<sup>(1)</sup> Université du Québec à Rimouski, QC. Canada

<sup>(2)</sup> Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, QC. Canada

<sup>(3)</sup> L'institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. France

### Contexte de l'étude

Les pratiques sylvicoles évoluent avec les exigences législatives et réglementaires. De plus les régions peuvent se doter d'objectifs particuliers visant à adapter l'aménagement forestier à leur situation particulière. Dans ce contexte, certains scénarios sylvicoles sont donc opérationnalisés régionalement sans essais sylvicoles, ou à tout le moins, en même temps que les essais sylvicoles sont implantés. Les gestionnaires utilisent donc des outils d'aide à la décision, comme les simulateurs de croissance, pour comparer différents scénarios. Le simulateur de croissance CroirePlant a été développé par le Ministère des Forêts, de la Faune et de Parcs pour les plantations. Ce simulateur, à l'échelle du peuplement, fonctionne bien pour les plantations pures et où les interventions à simuler ont fait l'objet d'essais sylvicoles. Il est donc difficile de l'appliquer aux plantations de la sapinière à bouleau jaune ou à bouleau blanc de l'Est où la régénération naturelle peut représenter jusqu'à 40 % de stocking. Ce travail a pour but de développer un simulateur à l'échelle de l'arbre qui permet d'évaluer le développement des plantations de l'épinette blanche de l'Est-du-Québec selon différents scénarios sylvicoles.

### Données d'étalonnage et de validation

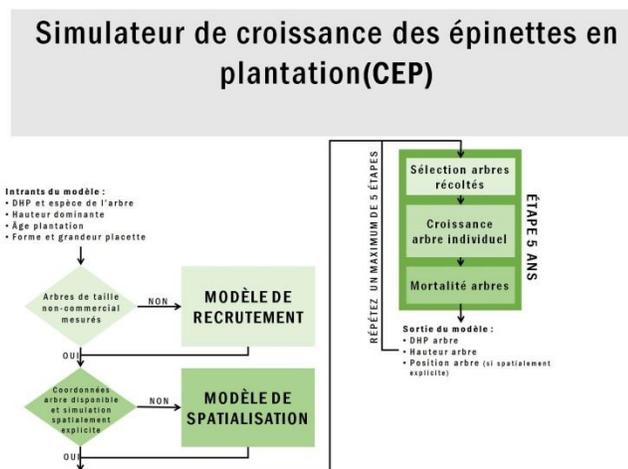
Le simulateur a été étalonné à l'aide de 94 placettes échantillons permanentes situées dans les sous-domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et à bouleau blanc de l'Est-du-Québec. Les placettes ont été installées dans 48 plantations d'épinette blanche établies en 2013 couvrant différents types écologiques, densités de peuplement et hauteurs dominantes de peuplement.

Le jeu de données de validation consiste en un essai d'éclaircies ayant commencé en 2008 et qui visait à convertir des peuplements équiens en peuplements irréguliers ou inéquiennes. Le dispositif est détaillé dans l'article de Dupont-Leduc et al. (2020). Brièvement, le dispositif expérimental consiste en deux blocs de plantations d'épinette blanche où les trois traitements suivants ont été aléatoirement assignés : (i) un traitement témoin (sans éclaircie) (ii) une éclaircie par le bas (les arbres les plus petits représentant environ 30% de la surface terrière ont été récoltés) (iii) une éclaircie par dégagement de 50 et de 100 arbres élités/ha de leurs compétiteurs.

## Structure du simulateur

Le simulateur CEP (Croissance des Épinettes blanches en Plantation) fonctionne sur un pas de 5 ans, pour atteindre un horizon maximal de 25 ans. Il utilise les variables d'entrée suivantes : (i) l'espèce et le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de tous les arbres (ii) la hauteur des arbres dominants ou l'indice de qualité de station de la plantation (iii) l'âge de la plantation et (iv) la forme et la taille de la parcelle.

La première étape est l'initialisation du simulateur (partie de gauche de la Fig. 1). La présence et le nombre de gaules par groupe d'essence (épinette blanche ; sapin baumier ; autres résineux ; feuillus) est prédit, si ces informations ne sont pas disponibles dans l'inventaire. La position des arbres (coordonnées XY) est ensuite attribuée selon un algorithme dans le cas où elle n'a pas été mesurée sur le terrain. Il est aussi possible d'agrandir la placette-échantillon à 1 ha.



**Figure 1.** Schéma de la structure du simulateur CEP (source : Projet Capsis <http://capsis.cirad.fr/capsis/models>)

Ensuite vient l'étape de croissance, où les arbres à récolter sont choisis, la croissance des arbres résiduels prédite, et ainsi que leur mort/survie. La compétition, qui intervient dans la croissance des arbres, est quantifiée avec un indice de compétition dépendant des distances (si la localisation des tiges dans la placette est disponible ou attribuées à l'initialisation) ou non. L'étape de croissance, d'une durée de 5 ans peut être répétée pour un maximum de 5 fois, pour simuler un horizon de 25 ans.

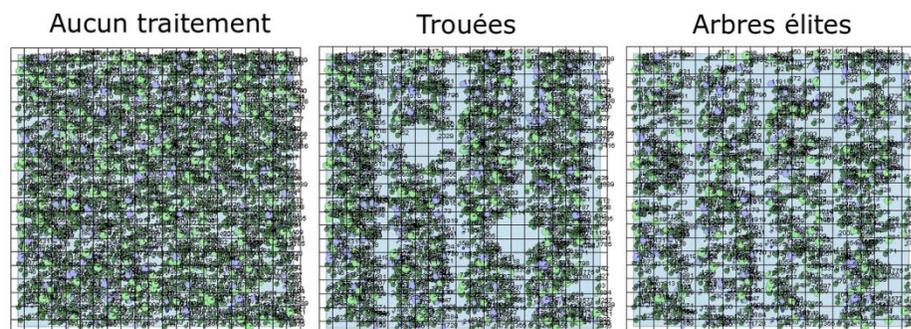
## Validation

La validation du module de croissance du simulateur ne montre aucun biais, tant à l'échelle de l'arbre individuel qu'à l'échelle de la placette. La version utilisant des indices de compétition indépendants des distances a montré des statistiques de validation légèrement supérieures à

la version dépendant des distances, bien que ces différences restent minimes (biais relatif de -0,015 vs -0,021).

### Études de cas

Une éclaircie par le bas, une éclaircie avec dégagement de 100 arbres-élites par hectare et un témoin avec et sans trouées, similaires aux traitements étudiés par Dupont-Leduc et al. (2020), ont été simulés (Fig. 2). Les résultats des simulations montrent que les traitements d'éclaircie n'ont pas diminué la productivité des peuplements. Ceci écarte les craintes d'une baisse de rendement des peuplements quand l'éclaircie menant à la conversion de peuplements réguliers/équiennes en peuplements inéquiennes, et ce pour au moins pour les 25 premières années. En revanche, l'indice d'agrégation spatiale des arbres (distance entre arbres voisins) dans les peuplements éclaircis a été inférieur à celui des peuplements témoins. Aussi, cet indice demeure stable selon les simulations sur 25 ans dans les traitements d'éclaircie alors qu'il baisse avec l'âge du peuplement pour le traitement témoin.



**Figure 2.** Un exemple d'éclaircie par dégagement d'arbre élite avec trouées réalisé avec CEP (source : Projet Capsis <http://capsis.cirad.fr/capsis/models>)

### En résumé

Le simulateur CEP a l'avantage, contrairement à d'autres simulateurs conçus pour les plantations, d'intégrer la diversité des essences d'arbres trouvée dans les plantations. Aussi, CEP permet de choisir entre des indices de compétition dépendants ou indépendants de la distance entre les arbres. Il est alors possible de simuler de nouvelles pratiques sylvicoles autre que l'éclaircie par le bas et d'analyser leurs effets sur la structure spatiale du peuplement. Ceci lui confère plus de versatilité selon les spécificités des traitements et des peuplements. Afin de faire des prévisions à plus long terme, d'autres éléments seront à prendre en compte comme le développement de la régénération, les interactions avec les changements des conditions climatiques et l'effet la défoliation par les insectes ravageurs telle que la tordeuse des bourgeons de l'épinette.