



Regroupement des polygones écoforestiers

Introduction

L'étape de regroupement des polygones écoforestiers en strates d'aménagement servant au calcul des possibilités forestières est réalisée à l'aide du progiciel *HorizonCPF*, application interne développée par le Forestier en chef.

Le fondement

La réalisation d'un calcul des possibilités forestières à partir d'un inventaire écoforestier documentant les peuplements individuellement impose de créer des entités qui sont relativement similaires selon des critères établis et moins nombreuses. Le regroupement utilise les caractéristiques écologiques et forestières des polygones issus de l'inventaire écoforestier pour créer des entités servant à la modélisation. Pour chaque unité d'aménagement, un regroupement distinct est produit.

Lien avec l'évolution de la forêt¹

Les placettes échantillons permanentes et temporaires disponibles provenant de l'inventaire écoforestier du Québec méridional établies sur le territoire permettent de générer des courbes d'évolution. Dans le cas des peuplements de feuillus tolérants, les placettes d'intervention locales ont été utilisées afin de générer les courbes d'évolution de ces types de forêt. L'échelle retenue pour réaliser cette étape est le sous-domaine bioclimatique.

Afin d'obtenir un regroupement représentatif, un lien doit être créé entre les polygones provenant de la carte écoforestière et les courbes disponibles pour le territoire. Les courbes d'évolution sont bâties en utilisant une nomenclature et une méthodologie qui sont similaires au regroupement. Il est donc possible d'associer directement les polygones aux courbes en utilisant leurs noms qui sont une concaténation des valeurs issues des différents critères utilisés pour réaliser l'association. Ce lien entre les courbes d'évolution et les polygones forestiers est crucial lors du regroupement. En effet, chaque polygone de la carte se voit attribuer une courbe qui possède des valeurs de critères similaires.

Éléments distinctifs du regroupement

Certains critères sont employés pour classer les forêts en groupes distincts :

La hauteur

La hauteur permet de séparer les polygones de 7 mètres et plus de ceux qui n'ont toujours pas atteint cette valeur. Cette mesure est utilisée dans plusieurs orientations de gestion de même que dans la réglementation en vigueur. De plus, il s'agit d'une valeur qui permet de séparer une forêt en régénération d'une forêt déjà établie.

L'origine

L'origine ou la perturbation d'origine est généralement identifiée dans la cartographie. Elle identifie l'événement qui a permis la mise en place du peuplement ou qui a pu en modifier la composition afin d'isoler les peuplements issus de traitements sylvicoles, dont notamment les plantations et les éclaircies précommerciales.

¹ Voir la fiche *Évolution de la forêt*

La productivité

- ▶ Une relation âge-hauteur et les caractéristiques de la courbe d'évolution sont utilisées afin d'attribuer une classe de productivité à chaque polygone. Ainsi, il est possible de classer tous les polygones sur une échelle de productivité.
- ▶ Les polygones de faible productivité peuvent quant à eux être identifiés comme des peuplements où il ne sera pas possible de produire un minimum de 50 mètres cubes de bois par hectare sur un horizon de 90 ou 120 ans et seront donc classés en forêt peu productive.

Le regroupement des polygones de plus de 7 mètres, de ceux de moins de sept mètres, des plantations et des éclaircies précommerciales suit une démarche similaire. Toutefois, il existe des particularités à chacun de ces groupes.

Traitement des polygones de plus de sept mètres

Dans le regroupement d'une unité d'aménagement, les différentes valeurs associées au type de forêt, au groupe de stations, aux enjeux potentiels d'évolution et de stratégie de même qu'à la classe de rendement forment la base sur laquelle chaque polygone se voit attribuer une courbe d'évolution.

Pour les peuplements de 7 mètres et plus, chaque polygone se voit attribuer une valeur pour chacun des critères. L'association des polygones à une courbe d'évolution est ensuite réalisée et les courbes d'évolution sont associées aux polygones qui partagent les mêmes critères. Finalement, tous les polygones s'agglomèreront en groupes homogènes selon des balises précises lors de l'étape de la création des strates d'aménagement.

Traitement des polygones de moins de sept mètres

Le traitement des polygones de moins de 7 mètres de hauteur suit la même logique que celui des 7 mètres et plus. Il y a toutefois une particularité. En effet, il arrive qu'il manque des données dans l'inventaire pour certains de ces peuplements pour définir le type de forêt. Pour pallier à ce manque, une technique d'intelligence artificielle capable de prédire la composition forestière du polygone dans le futur est employée.

La méthode statistique d'apprentissage dirigé par forêt d'arbres décisionnels appelée « *Random forest* » est utilisée pour réaliser cette tâche. Le *Random forest* utilise une partie des polygones de 7 mètres et plus et des polygones de moins de 7 mètres possédant une valeur connue pour faire des prédictions à partir d'un ensemble de conditions spécifiques parmi les données cartographiques et écologiques disponibles. L'algorithme retient les différentes combinaisons de variables permettant de mieux prédire le type de forêt.

Avec l'information du *Random forest*, il devient donc possible d'attribuer d'autres valeurs manquantes aux polygones de moins de 7 mètres, comme la classe de productivité, pour ainsi effectuer l'ensemble des étapes du regroupement de la même manière que pour les forêts de plus de 7 mètres.

Traitement des plantations et des éclaircies précommerciales

Les données liées à l'origine et aux perturbations permettent de distinguer les polygones écoforestiers sur lesquels des travaux sylvicoles ont été effectués. Les polygones provenant d'une plantation ou ayant subi une éclaircie précommerciale sont isolés lors du regroupement afin de suivre un cheminement qui leur est propre. Il est à noter que des courbes d'évolution sont également générées de façon spécifique pour représenter ces entités. Pour les plantations, des critères tels que l'indice de qualité de station et l'essence reboisée sont utilisés pour caractériser les polygones. Pour les éclaircies précommerciales, seulement l'origine et le type de forêt sont utilisés.

Création des strates d'aménagement

La carte écoforestière d'un territoire, les courbes d'évolution et le résultat du modèle d'apprentissage *Random forest* sont la base du regroupement. Avec ces intrants, une séquence générale en trois étapes est appliquée dans le but d'obtenir un regroupement final.

Caractérisation des polygones

Chaque polygone de la carte écoforestière est caractérisé selon des critères de regroupement. Ces valeurs jugées importantes ont été retenues afin de permettre une agglomération en groupes homogènes. La figure 1 dresse la liste des critères² utilisés pour caractériser chaque polygone. Il est à noter que la construction des courbes d'évolution utilise les mêmes critères. Ainsi, la nomenclature des courbes dispose d'un lien avec les mêmes critères que ceux des polygones.

Sous-domaine bioclimatique	Type de forêt
Hauteur confirmée	Essence retenue
Groupe de stations	Plantation
Origine	Classe de rendement
Perturbation	Superficie improductive
Classe d'âge confirmée	Type de courbe
Enjeu Stratégie	Enjeu Évolution

Figure 1. Critères employés pour la caractérisation des polygones

Association des polygones aux courbes d'évolution

Chaque polygone est associé à une courbe d'évolution spécifique du sous-domaine bioclimatique (figure 2). Cette association est réalisée sur la base des variables dendrométriques et cartographiques de regroupement des polygones et celles utilisées pour la courbe. Tous les polygones qui s'associent à une même courbe forment un « Groupe évolutif ».

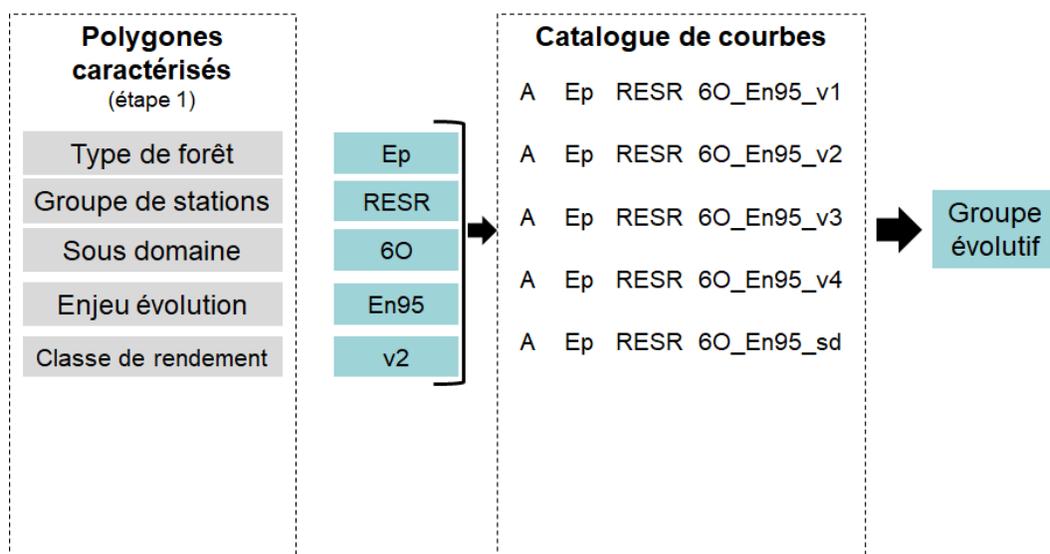


Figure 2. Schématisation de l'association des polygones aux courbes d'évolution

² Pour le critère « Type de forêt », le filtre utilisé pour caractériser les polygones de plus de sept mètres est disponible sur le site Internet du Forestier en chef.

Regroupement des groupes évolutifs en strates d'aménagement

Une fois que chaque polygone s'est vu attribuer une courbe d'évolution, l'étape suivante est de générer des groupes homogènes de superficie suffisante.

Une superficie minimale est requise pour les groupes évolutifs. Un processus de compromis automatisé est utilisé afin de regrouper les entités similaires qui ne respectent pas ce critère. L'agglomération ainsi produite permet d'obtenir des superficies plus importantes et de limiter ainsi la volumétrie de la modélisation.

Lors du processus, si un groupe évolutif ne respecte pas l'un des critères de superficie minimale déterminée, il passe dans une série de compromis afin qu'un groupe similaire lui soit attribué. Dans un premier temps, des efforts sont consacrés dans une recherche à l'échelle des classes de rendement. Le système cherchera des ressemblances de critères dans une classe de rendement regroupée (v12, v34). Si une correspondance n'est pas possible, une classe de rendement générale est recherchée. Enfin, si aucun lien ne peut se faire peu importe la classe de rendement, le groupe évolutif se voit contraint de cheminer à travers une série de compromis dont le but est de lui attribuer un groupe évolutif partageant une certaine similarité au niveau des critères de regroupement (figure 3). Il se peut qu'à cette étape, un groupe évolutif se dirige vers un autre qui ne partage pas l'ensemble de ses critères. Toutefois, une analyse automatisée de similarité est effectuée entre les courbes afin d'attribuer la courbe dont l'évolution en termes de volume est la plus similaire possible.

Superficie minimale du GE : xxxx ha								Échelle des courbes		
	Sous domaine	Famille stations	Groupe stations	Type couvert	Grand type forêt	Type forêt	Enjeu	Générale	Rendement v12-v34	Rendement v1-v2-v3-v4
1	■		■			■	■	■	■	■
2	■		■			■	■	■	■	
3	■		■			■	■	■		
Compromis 1		←	■			■	■	Analyse de similarité entre les courbes		
Compromis 2		←	■			■	→			
Compromis 3		■				■				
Compromis 4			■	■	■					
Compromis 5			■	■						
Compromis ...										

Figure 3. Schématisation des compromis appliqués lors de la création des strates d'aménagement

Une fois les groupes évolutifs regroupés en unités homogènes et représentatives du territoire, la création des strates d'aménagement peut s'effectuer. Chaque strate d'aménagement doit respecter une superficie minimale. Un dernier critère défini fait référence au nombre de points d'attache possibles sur une même courbe ou sur un même groupe évolutif. La figure 4 illustre le positionnement de chaque polygone. Il est à noter que le volume fourni dans les données de l'inventaire servira pour positionner les polygones de 7 mètres et plus sur la courbe d'évolution en lui attribuant ainsi un âge. Pour les polygones de moins de 7 mètres, ceux ayant subi une éclaircie précommerciale ou encore provenant d'une plantation sont positionnés sur la courbe selon le temps écoulé depuis la perturbation. Cette dernière étape permet de répartir les polygones d'un même groupe évolutif selon leur âge, créant ainsi les strates d'aménagement.

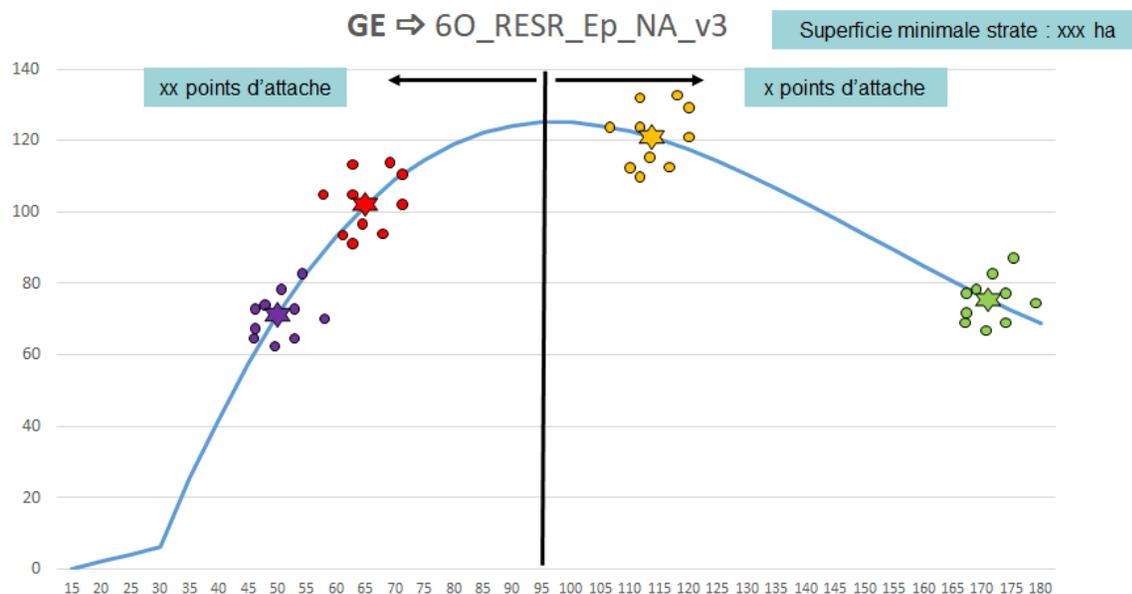


Figure 4. Positionnement des strates d'aménagement sur un groupe évolutif

Les entités ainsi formées servent de base dans la création des modèles d'optimisation. Les étapes d'évolution et de la stratégie sont également des étapes clés de cet assemblage. Il est conseillé de prendre connaissance des fiches *Évolution de la forêt* et *Stratégie sylvicole* afin de mieux comprendre les interactions qui existent entre ces différentes étapes du calcul des possibilités forestières³.

Rédaction : Francis Wagner, ing.f.

Collaboration : Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D.

Révision : Jean Girard, ing.f., M.Sc.; David Baril, ing.f.; Philippe Marcotte, ing.f., M.Sc.; Stéphane Petitclerc, ing.f.

Approbation : Louis Pelletier, ing.f., Forestier en chef

Mise à jour le 10 août 2022

³ Disponibles à l'adresse suivante : [Fiches thématiques](#)