



Organisation spatiale dans le calcul des possibilités forestières

Contexte

Dans le cadre du calcul des possibilités forestières 2023-2028, le Forestier en chef a amélioré le processus de prise en compte de la dimension spatiale de l'aménagement des forêts.

Depuis le calcul de la période 2018-2023, l'approche par compartiments qui était généralisée dans les unités d'aménagement du domaine de la pessière a été implantée graduellement dans celui de la sapinière.

Les versions antérieures du *Manuel de détermination des possibilités forestières* de 2013 et la mise à jour en 2018 décrivent abondamment les méthodes et les objectifs de l'organisation spatiale appliquée dans le calcul. Les changements survenus dans les travaux et les particularités pertinentes appliquées au calcul 2023-2028 sont expliqués ci-dessous.

Intégration au calcul des possibilités forestières

Plusieurs modes d'organisation spatiale sont actuellement déployés dans les forêts du domaine de l'État. Hormis le territoire de l'*Entente concernant une nouvelle relation entre le Gouvernement du Québec et les Cris du Québec* et celui visé par le règlement du *Différend Baril-Moses*, le domaine de la pessière faisait déjà l'objet d'une organisation par compartiments depuis 2013.

Pour la période 2018-2023, une transition a été graduellement implantée dans le domaine de la sapinière vers une organisation par compartiments adaptée à ce domaine. Il est assumé qu'à partir de 2023, l'ensemble de ce domaine bioclimatique sera couvert par l'approche par compartiments. À l'exception des territoires de l'*Entente concernant une nouvelle relation entre le Gouvernement du Québec et les Cris du Québec* et celui visé par le règlement du *Différend Baril-Moses*, où une organisation spatiale par coupe mosaïque spécifique continue de s'appliquer. De façon générale, la coupe mosaïque prévue au *Règlement sur l'aménagement durable du territoire forestier* continue à s'appliquer dans le domaine bioclimatique de l'érablière.

Les travaux réalisés pour 2023-2028 reflètent cette diversité d'approches. Le découpage par domaine de végétation ne correspondant pas à celui des unités d'aménagement pour certaines d'entre elles. Les aménagistes du Secteur des opérations régionales du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ont parfois adopté l'approche dominante pour éviter d'avoir de multiples approches dans la même unité d'aménagement. Ce n'est cependant pas le cas partout, certaines unités d'aménagement pouvant avoir deux, voire trois modes d'organisation spatiale différents. Les rapports de calcul des possibilités forestières de chaque unité d'aménagement précisent où sont appliqués ces différents modes de répartition spatiale.

Organisation spatiale dans le calcul des possibilités forestières

Les versions antérieures du *Manuel de détermination des possibilités forestières* ont décrit de façon détaillée les modes d'organisation spatiale utilisés lors des périodes précédentes, notamment au niveau des fondements et des considérations à la base de ces approches :

Modes d'organisation spatiale	Manuel de détermination des possibilités forestières 2018-2023
Organisation par compartiment avec modalités pour la pessière (RADF, articles 144-146)	Fascicule 4.5
Organisation par compartiment avec modalités pour la sapinière (dérogation autorisée pour 2018-2023)	Fascicule 4.5
Coupe mosaïque (RADF, articles 138-143)	Fascicule 2.7
Coupe mosaïque (ENRQC, chapitre 3)	Fascicule 4.17

Les éléments auxquels répondent les travaux de modélisation dans le cadre du calcul des possibilités forestières sont résumés ci-dessous :

Organisation spatiale adaptée à la pessière (RADF, articles 144-146)

Une contrainte de maintien de 30 % de forêts de plus de 7 mètres par compartiment, une ouverture à la récolte de 10 ans suivie d'une période de fermeture d'au moins 30 ans viennent encadrer les travaux de modélisation des compartiments standards. De plus, des compartiments dits *pérennes* n'ont pas de contraintes d'ouverture/fermeture, mais ont une contrainte de maintien d'au moins 70 % de forêt de plus de 7 mètres en permanence. Dans cette approche, la taille générale des compartiments est de l'ordre de 10 000 hectares.

Organisation spatiale adaptée à la sapinière

Une contrainte de maintien de 30 % de forêts de plus de 7 mètres par compartiment d'organisation spatiale et de 60 % de forêts de plus de 7 mètres par unité territoriale d'analyse ainsi qu'une période de retour d'au moins 20 ans viennent encadrer les travaux de modélisation. Dans cette approche, la taille générale des compartiments est de l'ordre de 1 000 hectares.

Coupe mosaïque (RADF, articles 138-143)

Cette approche est émulée en utilisant un pseudo-planificateur qui crée et améliore par essais successifs des aires de coupes et des forêts résiduelles. Les paramètres employés (taille, adjacence, délais) sont calibrés afin de représenter les contraintes imposées par le Règlement. Cette approche tient aussi compte d'une taille minimale opérationnelle de 5 hectares pour les coupes totales et de 15 hectares pour les coupes partielles. En raison de contraintes de l'outil employé, les paramètres spatiaux sont évalués sur 30 ans.

Coupe mosaïque (ENRQC, chapitre 3)

Cette approche est reproduite en utilisant un pseudo-planificateur qui crée et améliore par essais successifs des aires de coupe et des forêts résiduelles. Les paramètres employés (taille, adjacence, délais) sont calibrés afin de représenter les contraintes imposées par les modalités de l'*Entente*. Conformément à celle-ci, des paramètres différents sont employés pour les coupes dans les territoires d'intérêt faunique et dans la partie résiduelle des aires de trappe. Cette approche tient aussi compte d'une taille minimale opérationnelle de 5 hectares pour les coupes totales et de 15 hectares pour les coupes partielles. En raison de caractéristiques du logiciel utilisé, les paramètres spatiaux sont évalués sur 30 ans.

En plus de ces règles générales, des considérations spécifiques peuvent venir ajuster l'approche déployée dans une unité d'aménagement donnée en ce qui a trait, par exemple, aux accès stratégiques,

aux plans de protection de l'habitat du caribou, aux mesures d'harmonisation particulières, à l'arrimage avec les activités d'aménagement en cours et aux ajustements de paramètres liés à la taille de l'unité d'aménagement ou aux activités qui s'y déroulent.

Développement d'une approche heuristique de génération du calendrier d'ouverture et de fermeture des compartiments

Dans le calcul des possibilités forestières de 2018-2023 et des précédents, l'approche de modélisation des compartiments utilisait le concept d'aire d'analyse (AAunit). Elle a été abandonnée au profit d'une nouvelle approche plus performante qui repose sur une application interne appelée *BFECopt*.

La modélisation des approches par compartiments repose sur l'imposition d'un calendrier prévoyant l'ouverture périodique des compartiments pour forcer l'agglomération des coupes désirée. Cette application assure dorénavant la génération du calendrier d'ouverture et de fermeture des compartiments d'organisation spatiale des modèles de programmation linéaire du Forestier en chef.

L'approche est basée sur une formulation par *unit restricted model*¹. La méthode de génération du calendrier d'ouverture et de fermeture se divise en deux phases. La première phase consiste à la génération d'une solution initiale qui respecte l'ensemble des éléments de contrainte. Cette phase consiste à réoptimiser le modèle à la suite de l'application de calendrier d'ouverture et de fermeture pour chaque tranche de 25 % de compartiments d'organisation spatiale du territoire jusqu'à l'obtention d'une solution réalisable. La deuxième phase consiste à une série d'essais d'amélioration par permutation de la solution obtenue dans la phase 1 par *Greedy Algorithm*². Même si le critère d'optimalité de la solution ne peut pas être mathématiquement prouvé, l'approche permet la génération d'un calendrier satisfaisant en réalisant une trentaine de cycles d'amélioration. De plus, cette approche permet de traiter en une seule opération des compartiments en pessière et d'autres en sapinière, ce qui est très avantageux dans le cas d'unités d'aménagement qui ont les deux approches sur leur territoire.

Le 1^{er} novembre 2021

¹ Baskent, E. Z., et S. Keles, 2005. Spatial forest planning : A review. *Ecological modelling*, 188(2-4), 145-173.

² Corman T. H., C. E. Leiserson, R. L. Rivest et C. Stein, 1990. Introduction to Algorithms, Chapter 17 Greedy Algorithms p.329