



Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Méthodologie pour la réalisation d'analyses de rentabilité économique de certains scénarios sylvicoles

Mars 2020

Analyse économique des investissements sylvicole

Responsable

Maxime Auger, Ing.f., M.Sc., Bureau de mise en marché des bois

Sébastien Crosnier-Pichette, Ing.f., Bureau de mise en marché des bois

Collaborateurs

Alexis Leroux, ing.f., M.B.A., Bureau de mise en marché des bois

François Labbé, Ing.f., M.Sc., Bureau de mise en marché des bois

Mélissa Lainesse, économiste, M.A., Bureau de mise en marché des bois

Mylène Savard, ing.f., M.Sc., Bureau du Forestier en Chef

Simon Guay, ing.f., Bureau du forestier en chef

Sylvie Carles, ing.f., Ph. D., Direction générale de la production de semences et de plants forestiers

Maxime Matte, ing.f., Direction de la planification et de la gestion forestière

André Rainville, Direction de la recherche forestière

Charles Ward, ing.f., M.Sc., Direction de la recherche forestière

François Guillemette, ing. f., M.Sc., Direction de la recherche forestière

Patricia Raymond, ing.f., Ph. D., Direction de la recherche forestière

Steve Bédard, ing.f., M.Sc., Direction de la recherche forestière

Stéphane Tremblay, ing. f., M.Sc., Direction de la recherche forestière

François Boucher, ing. f., Direction de la gestion des forêts de Lanaudière et des Laurentides

Isabelle Paquin, ing. f., Direction de la gestion des forêts de l'Outaouais

Vincent Nadeau, ing. f., Direction de la gestion des forêts de l'Abitibi-Témiscamingue

Nelson Thiffault, Service canadien des forêts

Photographies des pages xx :

Noms

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018

Analyse économique des investissements sylvicole

ISBN (version imprimée) : xxx-x-xxx-xxxxx-x

ISBN (PDF) : xxx-x-xxx-xxxxx-x

Table des matières

Table des matières	IV
Introduction	7
1 L'indicateur économique	8
1.1 Interprétation des résultats	8
2 Scénarios sylvicole de référence	10
2.1 Contexte	10
2.2 Concept du scénario sylvicole de référence.....	10
2.3 Moment de départ de l'analyse.....	11
2.4 Simulation de l'évolution des peuplements de référence	12
2.4.1 Généralités	12
2.4.2 Peuplement de feuillus ou de résineux intolérants	14
2.4.3 Peuplements mixtes à dominance de feuillus intolérants	15
2.4.4 Peuplements mixte résineux à feuillus intolérants.....	17
2.4.5 Pessières et sapinières.....	19
2.4.6 Peuplements moins documenté par rapport au retour après CPRS.....	21
2.4.7 Peuplements qui se régénère peu ou pas après CPRS	24
3 Fiches synthèses de la réalisation de l'analyse de rentabilité économique des traitements sylvicoles	27
4 Scénarios sylvicoles associés au traitement de plantations	28
4.1 Description du traitement	28
4.2 État des connaissances sur les effets attendus du traitement.....	29
4.3 Hypothèses de rendement.....	30
4.3.1 Sources d'information et outils disponibles	30
4.3.2 Courbes d'évolution du CPF	35
4.3.3 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	36
4.3.4 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	39
4.3.5 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	39
4.4 Structure de l'analyse de la rentabilité économique	39
4.4.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	39
4.4.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés	40
4.5 Analyse de sensibilité	43
5 Scénarios sylvicoles associés au traitement de regarni	44
5.1 Description des traitements	44
5.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements	44
5.3 Hypothèses	44
5.3.1 Sources d'information et outils disponibles	45
5.3.2 Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF	46
5.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	47
5.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses	47
5.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	48
5.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	48
5.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique	48
5.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	49
5.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence.....	49
5.6 Analyse de sensibilité	51
6 Scénarios sylvicoles d'éducation de peuplement en forêt naturelle	52

Analyse économique des investissements sylvicole

6.1	Description des traitements	52
6.2	État des connaissances sur les effets attendus des traitements	53
6.3	Hypothèses de rendement.....	54
6.3.1	Sources d'informations et outils disponibles	54
6.3.2	Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF	57
6.4	Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	58
6.4.1	Effets économiques et sensibilité des hypothèses	58
6.4.2	Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	60
6.4.3	Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	61
6.5	Structure de l'analyse de la rentabilité économique	61
6.5.1	Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	61
6.5.2	Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence.....	62
6.5.3	Éclaircie précommerciale en peuplement naturel feuillu	63
6.5.4	Nettoisement de la régénération naturelle résineuse et la régénération naturelle de feuillus durs	65
6.6	Analyse de sensibilité	67
7	Scénarios sylvicoles d'éclaircie commerciale en forêt naturelle	68
7.1	Description des traitements	68
7.2	État des connaissances sur les effets attendus des traitements	68
7.3	Hypothèses de rendement.....	69
7.3.1	Sources d'informations et outils disponibles	69
7.3.2	Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF	71
7.4	Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	73
7.4.1	Effets économiques et sensibilité des hypothèses	73
7.4.2	Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	75
7.4.3	Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	75
7.5	Structure de l'analyse de la rentabilité économique	75
7.5.1	Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	75
7.5.2	Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence.....	76
7.6	Analyse de sensibilité	81
8	Scénario sylvicoles de coupe partielle à couvert permanent en peuplement résineux (SEPM).....	82
8.1	Description des traitements	82
8.2	État des connaissances sur les effets attendus des traitements	82
8.3	Hypothèses de rendement.....	83
8.3.1	Sources d'information et outils disponibles	83
8.3.2	Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF	86
8.4	Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	88
8.4.1	Effets économiques et sensibilité des hypothèses	88
8.4.2	Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	90
8.4.3	Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	90
8.5	Structure de l'analyse de la rentabilité économique	91
8.5.1	Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	91
8.5.2	Caractéristiques générales des scénarios types analysés	91
8.6	Analyse de sensibilité	95
9	Scénario sylvicoles de coupe partielle à couvert permanent en peuplement de feuillu tolérant (FT).....	96
9.1	Description des traitements	96

Analyse économique des investissements sylvicole

9.2	État des connaissances sur les effets attendus des traitements	97
9.3	Hypothèses de rendement.....	97
9.3.1	Sources d'information et outils disponibles	97
9.3.2	Prise en compte des effets de traitement dans les courbes d'évolution du CPF	102
9.4	Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	104
9.4.1	Effets économiques et sensibilité des hypothèses	104
9.4.2	Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	105
9.4.3	Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	106
9.5	Structure de l'analyse de la rentabilité économique	106
9.5.1	Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	106
9.5.2	Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence.....	106
9.6	Analyse de sensibilité	111
10	Scénario sylvicoles de coupe progressive avec coupe finale	112
10.1	Description des traitements.....	112
10.2	État des connaissances sur les effets attendus des traitements.....	113
10.3	Hypothèses de rendement	113
10.3.1	Sources d'information et outils disponibles	113
10.3.2	Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF	120
10.4	Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	121
10.4.1	Effets économiques et sensibilité des hypothèses	121
10.4.2	Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	123
10.4.3	Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	123
10.5	Structure de l'analyse de la rentabilité économique.....	124
10.5.1	Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	124
10.5.2	Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence.....	124
10.6	Analyse de sensibilité.....	133
11	Scénario sylvicole de coupe avec protection des petites tiges marchandes	134
11.1	Description des traitements.....	134
11.2	État des connaissances sur les effets attendus des traitements.....	134
11.3	Hypothèses de rendement	135
11.3.1	Sources d'informations et outils disponibles	135
11.3.2	Prise en compte des effets de traitement dans les courbes d'évolution du CPF	136
11.4	Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses	137
11.4.1	Effets économiques et sensibilité des hypothèses	137
11.4.2	Coûts et les éléments susceptibles de les influencer	138
11.4.3	Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques.....	139
11.5	Structure de l'analyse de la rentabilité économique.....	139
11.5.1	Identification des scénarios types où ce traitement se réalise.....	139
11.5.2	Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence.....	139
11.6	Analyse de sensibilité.....	141
12	Bibliographie.....	142
ANNEXES		148
Annexe I.	Paramétrage de MÉRIS pour la gestion des bois sans preneur	149
Annexe II.	Ajustement du DHP moyen des volumes récoltés dans les courbes du BFEC.....	150
Annexe III.	Calcul du gain en DHP, lors de la récolte finale, d'une éclaircie commercial en peuplement naturel résineux.....	151
Annexe IV.	Méthode pour ajouter l'effet des TSNC	166

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe V.	Méthode pour estimer l'année de la première action sur les courbes produites par Artémis	169
Annexe VI.	Méthode par soustraction de courbes	170
Annexe VII.	Méthode de caractérisation des volumes récoltés (simulés) pour un traitement de récolte (ex. CPPTM)	171

Introduction

L'analyse de la rentabilité économique a pour objectif d'estimer, **du point de vue de la société**, le bénéfice ou la perte potentielle qui est généré à partir d'un investissement particulier. Concrètement, cette analyse considère les coûts et les revenus pour tous les agents économiques de la société, sans se soucier de savoir qui paie et qui reçoit. Elle permet donc de mesurer le bien-être ou la richesse que la société crée par un investissement. Dans le cas d'un investissement¹ en aménagement forestier, l'analyse considère les travailleurs, les entreprises de l'industrie de l'aménagement forestier, de la récolte, de la transformation et le gouvernement du Québec².

Par ailleurs, il faut mentionner que les revenus économiques ne permettent pas de capter tous les revenus et coûts associés aux biens et services de la forêt, notamment ceux reliés à la conservation des paysages, aux services écologiques ou à toute autre valeur n'étant pas associée à la production de matière ligneuse. Autrement dit, l'analyse économique ne capte pas toutes les valeurs économiques qui pourraient être à prendre en considération lors du choix d'un traitement ou d'un scénario sylvicole. D'une part, les connaissances actuelles ne permettent pas de quantifier l'impact des différents choix sylvicoles sur ces éléments auxquels des bénéfices pourraient être associés et, d'autre part, parce que plusieurs de ces éléments sont intangibles, que leur valeur est subjective et variable.

Que ce soit par l'entremise de la Stratégie d'aménagement durable des forêts ou des Orientations ministérielles de la stratégie nationale de production de bois, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a convenu de grands objectifs dont le but principal est d'assurer la rentabilité économique des investissements dans l'aménagement de la forêt publique québécoise.

Le présent document vise à établir et diffuser les méthodes utilisées pour la réalisation, par le Réseau d'experts en économie forestière (REEF), des analyses de la rentabilité économique des investissements sylvicoles en fonction des grandes familles de scénario sylvicole qui sont réalisés dans les forêts du domaine de l'État. Les principaux concepts de l'analyse de rentabilité économique dont l'indicateur économique développé pour les analyses et les méthodes utilisées pour l'élaboration des scénarios de « référence » de même que les éléments permettant de structurer les analyses des scénarios de « plantation », de « regarni », « d'éducation en forêt naturelle », « d'éclaircie commerciale en forêt naturelle », de « coupe partielle à couvert permanent », de « coupe progressive avec coupe totale » et de « coupe avec protection des petites tiges marchandes » sont présentés dans les chapitres suivants. Le principal objectif est d'assurer une stabilité dans la réalisation des analyses en établissant une méthodologie d'analyse uniforme pour chacun des traitements susmentionnés.

¹ L'investissement sylvicole correspond aux dépenses engagées pour régénérer ou éduquer un peuplement forestier.

² La théorie et les principes économiques qui soutiennent les analyses de rentabilité économique des investissements sylvicoles ainsi que les outils d'analyse développés sont détaillés dans le Guide d'analyse économique disponible sur le site internet du Bureau de mise en marché des bois (BMMB) (https://bmmb.gouv.qc.ca/media/45568/guide_economique_2018.pdf).

1 L'indicateur économique

Les prémisses qui ont conduit à l'élaboration d'un indicateur économique spécifique aux analyses de rentabilité économique des investissements sylvicoles sont les suivantes :

- L'investissement vise une ressource renouvelable qui produit de la matière ligneuse sans intervention.
- Les investissements ont une durée variable et s'inscrivent dans un contexte de réutilisation du sol.
- La taille des investissements est variable.

L'indicateur économique (IÉ) a été développé par les économistes du Bureau de mise en marché des bois (BMMB) pour pallier au fait qu'aucun des indicateurs classiques de rentabilité économique ne permettait de classer adéquatement des scénarios (BMMB 2018) :

- de tailles variables (niveau de l'investissement);
- de durées variables (horizon des scénarios);
- en considérant le coût d'opportunité de la forêt (production forestière sans investissement);
- en assurant une comparabilité entre les différentes analyses.

L'IÉ est :

$$IÉ =: (VANP^3 \text{ scénario} - VANP \text{ référence}) / (Cp^4 \text{ scénario})$$

Cet indicateur représente le gain de richesse à perpétuité pour chaque dollar investi à perpétuité, sur tout l'horizon. Il permet de comparer de manière unique l'ensemble des cas analysés ayant des durées et des niveaux d'investissement variables tout en considérant que :

- L'investissement vise une ressource renouvelable qui produit de la matière ligneuse sans intervention (ou investissement);
- La rentabilité économique peut être négative;
- Les investissements s'inscrivent dans un contexte de réutilisation du sol.

1.1 Interprétation des résultats

Lorsque l'IÉ est positif, c'est que l'investissement génère plus de richesse en termes de production et de transformation de matière ligneuses que ce qu'on obtiendrait si on ne faisait pas l'investissement. Cela est aussi vrai lorsque l'investissement a une VAN négative, c'est-à-dire que pour chaque dollar investi, la perte nette associée à l'investissement est moindre que celle obtenue sans investissement. En d'autres termes, on est mieux d'aménager pour améliorer la qualité de la forêt d'un point de vue économique que de laisser la forêt agir seule. À l'inverse le scénario a une rentabilité inférieure au scénario de référence en termes de production de matière ligneuse lorsque l'IÉ est négatif. Dans ce cas, il vaut mieux d'un point de vue économique intervenir avec le scénario de référence s'il est réalisable ou ne rien faire s'il n'est pas réalisable.

³ Valeur actuelle nette à perpétuité = Σ (Revenus actualisés à perpétuité – coûts actualisés à perpétuité)

⁴ Coût actualisé à perpétuité

Analyse économique des investissements sylvicole

Toutefois, lorsque l'indicateur est négatif et que le scénario de référence n'est pas un scénario réalisable, il demeure intéressant d'utiliser l'IE pour ordonnancer les scénarios analysés et choisir ceux dont l'IE est le moins négatif.

La VAN ou VANP du scénario pourrait, quant à elle, être utilisée pour démontrer que l'argent dépensé ne crée pas un déficit, et ce même s'il n'y a pas création de richesse (IE négatif). En d'autres termes, si l'indicateur économique est négatif et que la VAN ou la VANP du scénario analysé est positive, notre investissement ne génère pas plus de richesse que ce que la forêt produit par elle-même, mais génère tout de même un revenu net positif. Ainsi, compte tenu des autres valeurs à considérer pour aménager la forêt qui ne sont pas toutes prises en compte dans nos revenus économiques, cet investissement pourrait être justifié et ce, malgré qu'il ne crée pas de richesse supplémentaire à la situation sans investissement, car il ne crée pas de déficit pour la société.

Enfin, pour l'interprétation des résultats, il est important de considérer qu'il existe plusieurs objectifs d'aménagement qui sont difficilement quantifiables et qui ne peuvent pas être intégrés directement dans les analyses de rentabilité économiques. Par conséquent, les résultats des analyses de rentabilité économique représentent un éclairage additionnel important pour guider le choix des scénarios sylvicole. Incidemment, ceux-ci ne peuvent pas être le seul critère de décision.

Scénarios sylvicole de référence

1.2 Contexte

L'analyse économique des investissements sylvicoles doit considérer le fait que même sans investissement, la forêt produit naturellement des volumes de bois marchand. Le scénario sylvicole de référence vise à capter la valeur de cette production sans investissement.

Un des principaux objectifs poursuivis par la réalisation des investissements en sylviculture est d'accroître les bénéfices économiques découlant de la récolte de la forêt et de son aménagement pour chaque dollar investi. Du point de vue de la société, une intervention sylvicole est rentable lorsque les gains économiques qu'elle génère sont supérieurs à l'investissement requis pour sa réalisation. L'appréciation de ces revenus nécessite de procéder à une estimation des gains forestiers reliés à la réalisation de l'intervention. Les gains forestiers et économiques s'estiment en déduisant du rendement forestier et économique attendu de la forêt aménagée celui que la forêt aurait produit « sans investissement »⁵, c'est-à-dire le rendement de référence dans le contexte des analyses de rentabilité économique.

Les gains en quantité et en qualité résultant de la réalisation des investissements sont déduits à partir de cette offre de bois « naturelle ». La référence permet donc d'isoler les effets d'un investissement et de mesurer son efficacité.

Ce rendement de référence doit être le résultat d'une démarche objective qui évite de faire des choix. Quoique son utilité et sa fonction soient bien comprises, il existe une difficulté historique à définir le scénario de référence devant être considéré dans les analyses économiques. Il importe donc de définir des balises précises pour construire le scénario de référence approprié afin d'assurer l'intégrité, la rigueur et la comparabilité des analyses.

1.3 Concept du scénario sylvicole de référence

Comme la forêt produit du bois sans intervention, on ne peut pas attribuer à la réalisation des traitements sylvicoles le résultat de la forêt sans intervention. La valeur attribuable à la production naturelle de bois en forêt devient le coût d'opportunité (scénario de référence) à considérer pour l'analyse de la rentabilité des investissements sylvicoles. Ainsi, l'écart entre les revenus générés par les investissements et le coût d'opportunité permet d'estimer la rentabilité économique de la sylviculture, c'est-à-dire l'impact réel de l'aménagement.

Le scénario sylvicole de référence correspond à la valeur de la production naturelle de la forêt après une coupe totale⁶ 7 d'un peuplement forestier. Cela vise à mesurer la rentabilité de la production future de nos forêts, conséquentes à nos investissements actuels et futurs.

⁵ Aux fins de l'analyse économique, on considère comme des investissements les coûts des actions d'un scénario sylvicole qui ont pour but d'agir sur l'établissement, la composition, la croissance, la santé ou la qualité des peuplements forestiers afin que ceux-ci soient de plus grande valeur (quantité et qualité) que la forêt naturelle.

⁶ Coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS)

Analyse économique des investissements sylvicole

Pour ce faire, il faut simuler l'évolution d'un peuplement forestier après coupe totale de façon à laisser le temps à la dynamique naturelle de succession végétale de faire son œuvre et ainsi recréer naturellement un peuplement de composition équivalente à celui récolté avant de pouvoir le récolter de nouveau. Ce scénario ne considère aucun investissement⁸. Le prix à payer est le temps d'attente pour atteindre un peuplement équivalent ou similaire.

Il importe de mentionner que le temps d'attente est différent d'un peuplement à l'autre en fonction de sa composition et végétation potentielle. Un scénario de référence avec son temps d'attente doit donc être élaboré pour chacun des peuplements dans lesquels des analyses de rentabilité économique de scénarios sylvicoles sont réalisées. Ainsi, un scénario sylvicole pourrait être rentable dans un type de peuplement et être non rentable dans un autre.

De plus, le scénario sylvicole de référence n'a aucun autre objectif que celui de reproduire un peuplement équivalent. Il ne vise ni à ramener le peuplement que l'on voudrait (ou devrait) avoir sur un site donné ni à prendre en considération les différentes préoccupations, biologiques, fauniques, environnementales et sociales. Il vise principalement à évaluer la valeur économique du peuplement en termes de production de matière ligneuse.

Afin de représenter la réalité opérationnelle et refléter la valeur potentielle réelle d'un peuplement, le scénario sylvicole de référence permet de considérer les bois sans preneur, c'est-à-dire des essences pour lesquels il n'existe pas de marché ou de débouché. En d'autres termes, une essence sans preneur sur un territoire ne doit pas générer de revenus économiques dans le scénario de référence s'il n'existe pas de marché pour le produit. Dans un tel cas la valeur économique associée à une essence sans preneur sera exclue du scénario de référence et du scénario sylvicole analysé.

1.4 Moment de départ de l'analyse

Le choix du moment où débute le scénario sylvicole analysé a un impact sur **le niveau de rentabilité** (valeur actualisée nette [VAN] ou valeur actualisée nette à perpétuité [VANP]), principalement en raison de l'actualisation. Le fait d'inclure la récolte initiale dans l'analyse de rentabilité augmente le niveau de rentabilité (VAN ou VANP) du scénario par rapport à une analyse qui débiterait après la coupe initiale. Cela peut aussi affecter la rentabilité relative des scénarios entre eux, mais seulement pour certains cas particuliers. Ainsi, ce qui importe lorsque l'on veut comparer différentes analyses de scénarios, c'est de **débuter tous les scénarios au même moment, incluant le scénario de référence**.

Considérant que l'objectif est de mesurer la création de richesse futures des choix actuels et non de déterminer la valeur des choix passés, il est recommandé de débiter les scénarios après coupe afin de mesurer la rentabilité des investissements.

⁷ Bien que la coupe totale soit une action rarement envisagée dans les peuplements de feuillus tolérants, l'objectif du scénario de référence est de comparer un scénario sylvicole avec investissements à la production « naturelle » de la forêt.

⁸ Idem 5

1.5 Simulation de l'évolution des peuplements de référence

Cette section détaille la méthode pour simuler l'évolution des peuplements en fonction de la composition en essence et la végétation potentielle. Celle-ci permet d'estimer le temps d'attente pour retrouver un peuplement équivalent suite au scénario de référence. Ce dernier servira de base à la comparaison du scénario sylvicole analysé.

La section est divisée en sept sous-sections selon les types de peuplement pour établir le scénario de référence. Les généralités sont exposées dans la première sous-section alors que les autres sous-sections sont consacrées à chaque type de peuplement. Les types de peuplements qui seront abordés dans la présente section sont (1) les peuplements de feuillus ou de résineux intolérants, (2) les peuplements mixtes à tendance feuillus intolérants, (3) les peuplements mixtes à tendance résineux à feuillus intolérants, (4) les pessières et les sapinières, (5) les peuplements principalement à régénération lente qui sont peu documentés en scénario de coupe totale (peuplement composés de feuillus tolérants ou semi tolérants, cédrières, prucherais, etc.) et finalement (6) les peuplements qui se régénèrent peu ou pas après CPRS (peuplement sujets à la paludification, à l'envahissement par les éricacées, à dominances de pin gris, etc.).

1.5.1 Généralités

Cette sous-section aborde les étapes récurrentes pour établir l'hypothèse du scénario de référence.

1.5.1.1 Établir le lien entre le peuplement analysé et le groupe de strates du BFEC

L'objectif consiste à utiliser certaines informations de composition, de rendement et d'horizon temporel provenant du calcul de possibilité forestière (CPF) pour définir le scénario de référence. L'analyste peut ajuster certaines informations provenant du bureau du forestier en chef (BFEC) pour mieux répondre aux particularités des analyses économiques.

Les analyses de rentabilité économique de scénarios sylvicoles sont effectuées dans des peuplements ayant des caractéristiques distinctes. Pour formuler l'hypothèse du scénario de référence, il faut relier le peuplement dans lequel s'effectue l'analyse au groupe de strates (GS) du BFEC.

1.5.1.2 Choisir la composition et le rendement du peuplement au moment de la récolte

Le scénario de référence récolte en CPRS à perpétuité⁹ un peuplement dont les caractéristiques dendrométriques correspondent à celles du GS initial (avant la CPRS). Le fichier Detail.dbf permet de connaître le choix de courbes du BFEC par GS.

Sur les courbes évoluant en fonction de l'âge (modèle Natura), la composition et le rendement à l'âge où le peuplement est admissible à la récolte sont disponibles sur la courbe actuelle du BFEC à l'âge d'exploitabilité absolue (AE).

⁹ Exception : dans certains cas liés aux peuplements qui se régénèrent peu ou pas après CPRS, l'horizon d'analyse peut être fini

Analyse économique des investissements sylvicole

Sur les courbes évoluant en fonction de la surface terrière (modèle Artémis), la composition et le rendement à l'âge où le peuplement est admissible à la récolte sont disponibles sur la courbe actuelle du BFEC au moment où elle atteint les critères déclencheurs pour effectuer une coupe partielle.

L'âge où le peuplement est admissible à la récolte peut être différent de l'horizon calculé à la sous-section suivante selon la trajectoire de succession végétale. Cependant, on utilise toujours la même courbe d'évolution que le peuplement de départ (courbe actuelle). Pour simplifier, une trajectoire de succession amenant au stade "vieux" utilisera tout de même la courbe du peuplement de départ à l'AE (stade "mature"). La comparaison sommaire de gains et de pertes liées à certaines caractéristiques connues du stade "vieux" permet de justifier ce choix. Par exemple :

- La baisse potentielle de rendement dans des vieilles forêts;
- Le changement de qualité due à la présence de vétérans sénescents de stade évolutif précédent (matrice répartition par produit);
- Le changement de structure diamétrale;
- La baisse de proportion de certaines essences compagnes.

La composition et le rendement, disponibles sur les courbes du BFEC, sont saisies dans MÉRIS. Les volumes saisis dans MÉRIS doivent être ajustés advenant des bois sans preneur. Rappelons que l'analyste peut ajuster certaines informations provenant du BFEC pour mieux répondre aux particularités des analyses économiques. Par exemple, l'analyste peut ajouter un effet de traitements qui n'est pas intégré dans les courbes du BFEC.

1.5.1.3 Estimer l'horizon temporel du scénario de référence pour retrouver le peuplement de départ

Cette sous-section aborde le processus pour estimer l'horizon des GS dont les courbes évoluent en fonction de l'âge (modèle Natura). Le processus pour estimer l'horizon des GS dont les courbes évoluent en fonction de la surface terrière (modèle Artémis) et dont les peuplements sont moins documentés par rapport au retour après CPRS est abordé à la sous-section 2.4.6.

L'horizon correspond au temps nécessaire pour laisser le temps à la dynamique naturelle de succession végétale pour recréer un peuplement correspondant au peuplement initial. Le calcul de l'horizon débute au temps 0 après CPRS.

En fonction du GS avant CPRS, le BFEC a établi des hypothèses après CPRS. Ces hypothèses sont généralement appuyées par les guides sylvicoles du Québec. Il s'agit de la trajectoire de succession moyenne considérant la perturbation CPRS, supposant une régénération et des caractéristiques de sites moyennes.

Toujours selon les hypothèses du BFEC, chaque GS est lié à une première courbe d'évolution avant CPRS (courbe actuelle) et une seconde après CPRS (courbe CT). Les courbes d'évolution présentent la composition et le rendement en fonction du temps. On y trouve deux informations essentielles pour estimer l'horizon temporel du scénario de référence, soit l'âge d'exploitabilité absolue (AE) et l'âge de sénescence (AS).

- L'**AE** correspond au temps nécessaire à la dynamique naturelle pour passer du stade de développement "régénération" à "mature".
- L'**AS** correspond au temps pour passer du stade de développement "régénération" à "vieux". C'est l'âge où le volume maximum est atteint.

Analyse économique des investissements sylvicole

La composition de la courbe CT permet de déterminer si le GS change de stade évolutif après CPRS. Lorsque la composition de la courbe CT appartient au même stade évolutif que la courbe actuelle, l'horizon correspond à l'AE de la courbe actuelle.

Lorsque la composition de la courbe CT n'appartient pas au même stade évolutif que la courbe actuelle, il faut d'abord déterminer combien de stade(s) évolutif(s) séparent la courbe actuelle de la courbe CT. On calcule ensuite l'horizon selon la formule suivante :

Horizon = AS du feuillu intolérant le plus abondant sur la courbe CT + (AE courbe actuelle * nombre de stades évolutifs séparant la courbe actuelle de la courbe CT)

Un tableau par type de peuplement qui résume la composition et les choix de courbes d'évolution utilisées selon les hypothèses du BFEC est présenté dans les sous-sections suivantes. Le choix de courbe est fonction de l'appellation du GS comprenant sa végétation potentielle (voir Detail.dbf). Les flèches du tableau indiquent l'horizon temporel du scénario de référence pour retrouver un peuplement correspondant à celui de départ suite à la dynamique naturelle.

1.5.2 Peuplement de feuillus ou de résineux intolérants

Cette sous-section présente les éléments nécessaires à l'établissement du scénario de référence pour les peuplements de type feuillus ou résineux intolérants (Fi_Ri).

Peuplement de départ ¹⁰ :	Fi ou Ri (mature)
Végétation potentielle :	Toutes (surtout FE, ME1, MJ1-2, MS 1-2-4-6, RS1-2)
Scénario de référence :	CPRS suivi de la dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ

1.5.2.1 Horizon temporel du scénario de référence

Le tableau suivant illustre comment calculer l'horizon temporel du scénario de référence pour le groupe de peuplements Fi_Ri.

Stade évolutif :	Lumière	Intermédiaire	Faciès	Stable
Classe de type de couvert :	Fi ou Ri (>= 75 % intolérants)	MFi ou Ri (74 à 50 % intolérants)	MR (49 à 26 % int.)	R (<= 25 % int.)
Composition synthèse :	Pinède grise ou Mélézin	Pinède grise à résineux ou RPg	Pessière à feuillus	Pessière noire
	Pinède grise à feuillus	Peupleraies à résineux	Sapinière à feuillus	Pessière à résineux
	Peupleraie	Bétulaies blanches à résineux	Résineux à feuillus	Sapinière à résineux
	Bétulaie blanche	Érable rouge à résineux		Sapinière
Stade :	régénération	régénération	régénération	régénération
	jeune	jeune	jeune	jeune
	mature	mature	mature	mature
	vieux	vieux	vieux	vieux

bleu : Peuplement à retrouver à la fin de l'horizon du scénario.

¹⁰ Le peuplement de départ correspond au peuplement à retrouver après la CPRS pour établir le scénario de référence.

Analyse économique des investissements sylvicole

rouge : Peuplement qui se régénère mal après CPRS.

gris : Non applicable ou situation moins probable s'écartant de la moyenne.

Ces peuplements appartiennent au stade « Lumière ». Après CPRS, ils demeureront au stade lumière. L'horizon correspond donc à l'AE.

Exemple : Peuplement de départ : **Bp MS2 stade "mature"**.

- Retour après CPRS selon les hypothèses du BFEC = **Bp MS2 stade "régénération"** (courbe « A Bp MS2 » ; AE = 70 ans). Selon le tableau, cette courbe correspond à la composition synthèse "Bétulaie blanche" stade "régénération".
- Dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ **Bp MS2 stade "mature"** = Selon le tableau, la flèche indique que le temps nécessaire pour passer de la composition synthèse "Bétulaie blanche" stade "régénération" à la même composition au stade "mature" correspond à l'AE de la courbe du BFEC après CPRS. Donc, l'horizon du scénario est 70 ans.

1.5.2.2 Composition et rendement du peuplement au moment de la récolte

La composition du peuplement à inscrire dans MÉRIS correspond aux valeurs sur la courbe actuelle à l'AE.

Voici un exemple pour choisir la composition et le rendement du peuplement au moment de la récolte à saisir dans MÉRIS.

Exemple : Peuplement de départ : **Bp MS2 stade "mature"**.

- Selon les hypothèses du BFEC pour **Bp MS2 stade "mature"**, utiliser la courbe « A Bp MS2 » à l'AE (70 ans) pour saisir par essence dans MÉRIS : le volume moyen (m³/ha), le diamètre moyen quadratique, la densité (nombre tige/ha) et le volume moyen par tige (DCM3/ti).
- La CPRS simulée dans MÉRIS correspond donc à une récolte d'un peuplement ayant les caractéristiques indiquées sur la courbe « A Bp MS2 » à 70 ans, à tous les 70 ans (horizon).

1.5.3 Peuplements mixtes à tendance de feuillus intolérants

Cette sous-section présente les éléments nécessaires à l'établissement du scénario de référence pour les peuplements de type mixtes à tendance de feuillus intolérants (MFi).

Peuplement de départ ¹¹ :	MFi (mature)
Végétation potentielle :	Toutes (surtout FE, ME1, MJ1-2, MS 1-2-4-6, RS1-2)
Scénario de référence :	CPRS et évolution naturelle pour retrouver le peuplement de départ (suite à la sénescence des arbres)

¹¹ Le peuplement de départ correspond au peuplement à retrouver après la CPRS du scénario de référence.

Analyse économique des investissements sylvicole

1.5.3.1 Horizon temporel du scénario de référence

Le tableau suivant illustre comment calculer l'horizon temporel du scénario de référence pour le groupe de peuplements MFi.

Stade évolutif :	Lumière	Intermédiaire	Faciès	Stable
Classe de type de couvert :	Fi ou Ri (>= 75 % intolérants)	MFi ou Ri (74 à 50 % intolérants)	MR (49 à 26 % int.)	R (<= 25 % int.)
Composition synthèse :	Pinède grise ou Mélézin	Pinède grise à résineux ou RPg	Pessière à feuillus	Pessière noire
	Pinède grise à feuillus	Peupleraies à résineux	Sapinière à feuillus	Pessière à résineux
	Peupleraie	Bétulaies blanches à résineux	Résineux à feuillus	Sapinière à résineux
	Bétulaie blanche	Érable rouge à résineux		Sapinière
Stade :	régénération		régénération	régénération
	jeune	jeune	jeune	jeune
	mature	mature	mature	mature
	vieux	vieux	vieux	vieux

¹ bleu : Peuplement à retrouver à la fin de l'horizon du scénario.

rouge : Peuplement qui se régénère mal après CPRS.

gris : Non applicable ou situation peu probable s'écartant de la moyenne.

Deux trajectoires de succession végétale sont possibles pour le groupe de peuplements MFi : le stade évolutif « Lumière » ou le stade évolutif « Intermédiaire ». Le choix de la trajectoire est déterminé par la courbe sélectionnée par le BFEC après CPRS. Au besoin, l'analyste peut ajuster le choix de trajectoire du BFEC pour tenir compte d'enjeux mentionnés dans les guides sylvicoles du Québec (ex : enjeu d'enfeuillage ou enjeu d'ensapinnage qui n'aurait pas été considéré par le BFEC pour des cas particuliers) :

Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Lumière"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'addition de l'AS sur la courbe CT et de l'AE sur la courbe actuelle. Ainsi, on pose l'hypothèse que les caractéristiques du peuplement initial MFi seront obtenues après cet horizon. L'évolution du peuplement après CPRS est illustrée au tableau précédent :

- Après CPRS, le peuplement est au stade de développement « régénération » dans le stade évolutif « Lumière ».
- Avec le temps, le peuplement, toujours au stade évolutif « Lumière », atteint le stade de développement « vieux ».
- En absence de perturbations, les essences intolérantes vont débiter leur senescence.
 - L'AS utilisée pour l'hypothèse correspond à l'âge où le volume de la principale essence intolérante commence à diminuer.
- Avec la senescence des essences intolérantes à l'ombre et le remplacement de celles-ci par des essences tolérantes qui étaient dans le sous-couvert, le stade évolutif « Lumière » change pour le stade évolutif « Intermédiaire ». Le stade évolutif du peuplement initial est atteint.
 - L'hypothèse du temps pour passer d'un stade évolutif de stade "vieux" au stade évolutif suivant correspond à l'AE de la courbe du peuplement de départ (courbe actuelle).

Analyse économique des investissements sylvicole

- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Intermédiaire"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'AE.

Pour simplifier le calcul, l'AS est celui de l'essence intolérante dominante selon l'appellation du groupe de strates après CPRS et l'AE est toujours celui du peuplement de départ.

Exemple : Peuplement de départ : **PeSb MS2 stade "mature"**.

- Retour après CPRS selon les hypothèses du BFEC = **Pe MS2 stade "régénération"** (courbe « CT2 Pe MS2 » ; AE = 50 ans ; AS = 70 ans du Pe). Selon le tableau, cette courbe correspond à la composition synthèse "Peupleraies" stade "régénération".
- Dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ **PeSb MS2 stade "mature"** = Selon le tableau, les flèches indiquent que le temps nécessaire pour passer de la composition synthèse "Peupleraies" stade "régénération" à la composition **PeRx MS2 au stade "mature"** correspond à l'addition de l'AS du peuplier de la courbe « CT2 Pe MS2 » après CPRS et l'AE de la courbe « PeRx MS2 » (55 ans). Donc, l'horizon du scénario est 125 ans (70 ans + 55 ans).

1.5.3.2 Composition et rendement du peuplement au moment de la récolte

La composition du peuplement à inscrire dans MÉRIS correspond aux valeurs sur la courbe actuelle à l'AE.

Voici un exemple pour choisir la composition et le rendement du peuplement au moment de la récolte à saisir dans MÉRIS.

Exemple : Peuplement de départ : **PeSb MS2 stade "mature"**.

- Selon les hypothèses du BFEC pour **PeSb MS2 stade "mature"**, utiliser la courbe « A PeRx MS2 » à l'AE (55 ans) pour saisir par essence dans MÉRIS : le volume moyen (m³/ha), le diamètre moyen quadratique, la densité (nombre tige/ha) et le volume moyen par tige (DCM3/ti).
- La CPRS simulée dans MÉRIS récoltera donc à chaque 125 ans (horizon), le volume de la courbe « A PeRx MS2 » à 55 ans.

1.5.4 Peuplements mixtes à tendance résineux à feuillus intolérants

Cette sous-section présente les éléments nécessaires à l'établissement du scénario de référence pour les peuplements de type mixtes à tendance résineux à feuillus intolérants (MR_Fi).

Peuplement de départ ¹² :	MR Fi (mature)
Végétation potentielle :	Toutes (surtout FE, ME1, MJ1-2, MS 1-2-4-6, RS1-2)
Scénario de référence :	CPRS et évolution naturelle pour retrouver le peuplement de départ (suite à la sénescence des arbres)

¹² Le peuplement de départ correspond au peuplement à retrouver après la CPRS du scénario de référence.

Analyse économique des investissements sylvicole

1.5.4.1 Horizon temporel du scénario de référence

Le tableau suivant illustre comment calculer l'horizon temporel du scénario de référence pour le groupe de peuplements MR_Fi.

Stade évolutif :	Lumière	Intermédiaire	Faciès	Stable
Classe de type de couvert :	Fi ou Ri (>= 75 % intolérants)	MFi ou Ri (74 à 50 % intolérants)	MR (49 à 26 % int.)	R (<= 25 % int.)
Composition synthèse :	Pinède grise ou Mélézin	Pinède grise à résineux ou RPg	Pessière à feuillus	Pessière noire
	Pinède grise à feuillus	Peupleraies à résineux	Sapinière à feuillus	Pessière à résineux
	Peupleraie	Bétulaies blanches à résineux	Résineux à feuillus	Sapinière à résineux
	Bétulaie blanche	Érable rouge à résineux		Sapinière
Stade :	régénération		régénération	régénération
	jeune	jeune	jeune	jeune
	mature	mature	mature	mature
	vieux	vieux	vieux	vieux

¹ bleu : Peuplement à retrouver à la fin de l'horizon du scénario.

rouge : Peuplement qui se régénère mal après CPRS.

gris : Non applicable ou situation peu probable s'écartant de la moyenne.

Trois trajectoires de succession végétale sont possibles pour le groupe de peuplements MR_Fi : le stade évolutif « Lumière », le stade évolutif « intermédiaire » ou le stade évolutif « Faciès ». Le choix de la trajectoire est déterminé par la courbe sélectionnée par le BFEC après CPRS. Au besoin, l'analyste peut ajuster le choix de trajectoire du BFEC pour tenir compte d'enjeux mentionnés dans les guides sylvicoles du Québec (ex : enjeu d'enfeuillage ou enjeu d'ensapinnage qui n'aurait pas été considéré par le BFEC pour des cas particuliers) :

- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Lumière"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'addition de l'AS et de deux AE pour retrouver le peuplement de départ de composition MR. L'évolution du peuplement après CPRS est illustrée au tableau précédent :
 1. Après CPRS, le peuplement est au stade de développement « régénération » dans le stade évolutif « Lumière ».
 2. Avec le temps, le peuplement, toujours au stade évolutif « Lumière », atteint le stade de développement « vieux ».
 3. En absence de perturbations, les essences intolérantes vont débiter leur senescence.
 - L'AS utilisée pour l'hypothèse correspond à l'âge où le volume de la principale essence intolérante commence à diminuer.
 4. Avec la senescence des essences intolérantes à l'ombre et le remplacement de celles-ci par des essences tolérantes qui étaient dans le sous-couvert, le stade évolutif « Lumière » change pour le stade évolutif « Intermédiaire » et ensuite pour « Faciès ». Le stade évolutif du peuplement initial est atteint.
 - L'hypothèse du temps pour passer d'un stade évolutif de stade "vieux" au stade évolutif suivant correspond à l'AE de la courbe du peuplement de départ (courbe actuelle).

Analyse économique des investissements sylvicole

- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Intermédiaire"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'addition de l'AS et l'AE.
- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Faciès"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'AE.

Pour simplifier le calcul, l'AS est celui de l'essence intolérante dominante selon l'appellation du groupe de strates après CPRS et l'AE est toujours celui du peuplement de départ.

Exemple : Peuplement de départ : **SbBp MS2 stade "mature"**.

- Retour après CPRS selon les hypothèses du BFEC = **BpRx MS2 stade "régénération"** (courbe « CT2 BpRx MS2 »; AE = 75 ans ; AS du BOP = 90 ans). Selon le tableau, cette courbe correspond à la composition synthèse "Bétulaies blanches à résineux" stade "régénération".
- Dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ **SbBp MS2 stade "mature"**. Selon le tableau, les flèches indiquent que le temps nécessaire pour passer de la composition synthèse "Bétulaies blanches à résineux" stade "régénération" à la composition **SbBp MS2 au stade "mature"** correspond à l'addition de l'AS du BOP de la courbe « CT2 BpRx MS2 » après CPRS et l'AE de la courbe « SbBp MS2 » (60 ans). Donc, l'horizon du scénario est 150 ans (90 ans + 60 ans).

1.5.4.2 Composition et rendement du peuplement au moment de la récolte

La composition du peuplement à inscrire dans MÉRIS correspond aux valeurs sur la courbe actuelle à l'AE.

Voici un exemple pour choisir la composition et le rendement du peuplement au moment de la récolte à saisir dans MÉRIS.

Exemple : Peuplement de départ : **SbBp MS2 stade "mature"**.

- Selon les hypothèses du BFEC pour **SbBp MS2 stade "mature"**, utiliser la courbe « A SbBp MS2 » à l'AE (60 ans) pour saisir par essence dans MÉRIS : le volume moyen (m³/ha), le diamètre moyen quadratique, la densité (nombre tige/ha) et le volume moyen par tige (DCM3/ti).
- La CPRS simulée dans MÉRIS récoltera donc à chaque 150 ans (horizon), le volume de la courbe « A SbBp MS2 » à 60 ans.

1.5.5 Pessières et sapinières

Cette sous-section présente les éléments nécessaires à l'établissement du scénario de référence pour les peuplements de type pessière et sapinière.

Peuplement de départ ¹³ :	Pessière et Sapinière (mature)
Végétation potentielle :	autres que RE1-RE2, RE3, RS3 (surtout ME1, MJ1-2, MS1-2-4-6,

¹³ Le peuplement de départ correspond au peuplement à retrouver après la CPRS du scénario de référence.

Analyse économique des investissements sylvicole

	RS1-2)
Scénario de référence :	CPRS et évolution naturelle pour retrouver le peuplement de départ (suite à la sénescence des arbres)

1.5.5.1 Horizon temporel du scénario de référence

Le tableau suivant illustre comment calculer l'horizon temporel du scénario de référence pour le groupe de peuplements des pessières et des sapinières (Pessière_SAB).

Stade évolutif :	Lumière	Intermédiaire	Faciès	Stable
Classe de type de couvert :	Fi ou Ri (>= 75 % intolérants)	MFi ou Ri (74 à 50 % intolérants)	MR (49 à 26 % int.)	R (<= 25 % int.)
Composition synthèse :	Pinède grise ou Mélézin	Pinède grise à résineux ou RPg	Pessière à feuillus	Pessière noire
	Pinède grise à feuillus	Peupleraies à résineux	Sapinière à feuillus	Pessière à résineux
	Peupleraie	Bétulaies blanches à résineux	Résineux à feuillus	Sapinière à résineux
	Bétulaie blanche	Érable rouge à résineux		Sapinière
Stade :	régénération	régénération	régénération	régénération
	jeune	jeune	jeune	jeune
	mature	mature	mature	mature
	vieux	vieux	vieux	vieux

¹ bleu : Peuplement à retrouver à la fin de l'horizon du scénario

rouge : peuplement qui se régénère mal après CPRS (voir tableau traitant ces cas onglet "PIG_paludifié_éricacé_dégradé")

gris : non applicable ou situation peu probable s'écartant de la moyenne

Quatre trajectoires de succession végétale sont possibles pour le groupe de peuplements Pessière_SAB : le stade évolutif « Lumière », le stade évolutif « intermédiaire », le stade évolutif « Faciès » ou », le stade évolutif « Stable ». Le choix de la trajectoire est déterminé par la courbe sélectionnée par le BFEC après CPRS. Au besoin, l'analyste peut ajuster le choix de trajectoire du BFEC pour tenir compte d'enjeux mentionnés dans les guides sylvicoles du Québec (ex : enjeu d'enfeuillage ou enjeu d'ensapinnage qui n'aurait pas été considéré par le BFEC pour des cas particuliers) :

- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Lumière"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'addition de l'AS et de trois AE pour retrouver le peuplement de départ de composition R. L'évolution du peuplement après CPRS est illustrée au tableau précédent :
 1. Après CPRS, le peuplement est au stade de développement « régénération » dans le stade évolutif « Lumière ».
 2. Avec le temps, le peuplement, toujours au stade évolutif « Lumière », atteint le stade de développement « vieux ».
 3. En absence de perturbations, les essences intolérantes vont débiter leur sénescence.
 - L'AS utilisée pour l'hypothèse correspond à l'âge où le volume de la principale essence intolérante commence à diminuer.
 4. Avec la sénescence des essences intolérantes à l'ombre et le remplacement de celles-ci par des essences tolérantes qui étaient dans le sous-couvert, le stade évolutif

Analyse économique des investissements sylvicole

« Lumière » va évoluer du stade évolutif « Intermédiaire » vers « Faciès » et finalement « Stable ». Le stade évolutif du peuplement initial est atteint.

- L'hypothèse du temps pour passer d'un stade évolutif de stade "vieux" au stade évolutif suivant correspond à l'AE de la courbe du peuplement de départ (courbe actuelle).
- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Intermédiaire" ou "Faciès"**, l'horizon du scénario de référence correspond respectivement à l'addition de l'AS et deux AE ou l'AS + l'AE.
- Si la trajectoire est une courbe de **stade évolutif "Stable"**, l'horizon du scénario de référence correspond à l'AE.

Pour simplifier le calcul, l'AS est celui de l'essence intolérante dominante selon l'appellation du groupe de strates après CPRS et l'AE est toujours celui du peuplement de départ.

Exemple : Peuplement de départ : **Pessière noire RS2 stade "mature"**.

- Retour après CPRS selon les hypothèses du BFEC = **SbBp RS2 stade "régénération"** (courbe « CT2 SbBp RS2 » ; AE = 50 ans ; AS du BOP = 75 ans). Selon le tableau, cette courbe correspond à la composition synthèse " Sapinière à feuillus" stade "régénération".
- Dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ **En RS2 stade "mature"**. Selon le tableau, les flèches indiquent que le temps nécessaire pour passer de la composition synthèse "Sapinière à feuillus" stade "régénération" à la composition **En RS2 au stade "mature"** correspond à l'addition de l'AS du BOP de la courbe « CT2 SbBp RS2 » après CPRS et l'AE de la courbe « A En RS2 » (75 ans). Donc, l'horizon du scénario est 150 ans (75 ans + 75 ans).

1.5.5.2 Composition et rendement du peuplement au moment de la récolte

La composition du peuplement à inscrire dans MÉRIS correspond aux valeurs sur la courbe actuelle à l'AE.

Voici un exemple pour choisir la composition et le rendement du peuplement au moment de la récolte à saisir dans MÉRIS.

Exemple : Peuplement de départ : **En RS2 stade "mature"**.

- Selon les hypothèses du BFEC pour **En RS2 stade "mature"**, utiliser la courbe « A En RS2 » à l'AE (75 ans) pour saisir par essence dans MÉRIS : le volume moyen (m³/ha), le diamètre moyen quadratique, la densité (nombre tige/ha) et le volume moyen par tige (DCM3/ti).
- La CPRS dans MÉRIS récoltera donc à chaque 150 ans (horizon), le volume de la courbe « A En RS2 » à 75 ans.

1.5.6 Peuplements moins documenté par rapport au retour après CPRS

Cette sous-section présente les éléments nécessaires à l'établissement du scénario de référence pour les peuplements moins documentés par rapport au retour après CPRS.

Analyse économique des investissements sylvicole

Peuplement de départ ¹⁴ :	Peuplement rare, à régénération lente ou structure complexe (mature)
Scénario de référence :	CPRS et évolution naturelle pour retrouver le peuplement de départ (suite à la sénescence des arbres)

1.5.6.1 Horizon temporel du scénario de référence

Pour ces types de peuplement, il y a peu de documentation sur le retour de la régénération après CPRS et le processus de succession naturelle qui suit.

Pour évaluer l'impact de l'incertitude sur les résultats d'analyses économiques, un test de sensibilité devient nécessaire. Il s'agit de faire varier la durée de l'horizon et mesurer l'effet sur l'indicateur économique (IÉ) et la valeur actuelle nette à perpétuité (VANP).

Les tests de sensibilités portent minimalement sur trois hypothèses d'horizons :

1. Optimiste (court)
2. Plausible (moyen)
3. Pessimiste (long)

Le choix de trois horizons permet de capter une certaine variabilité des résultats tout en conservant une approche simple.

Le tableau suivant présente les horizons selon les compositions synthèses :

Composition synthèse	Végétation potentielle	Horizons (ans)		
		optimiste	plausible	pessimiste
Chênaie	FC1, FE	250	350	400
Érablière	FE1 à 6, FC, MJ	185	285	385
Ormaie	FO1	200	300	400
Frênaie noire à sapin	MF1	200	250	300
Bétulaie jaune (à SAB et ERS, BjFi)	MJ1, MJ2	225	275	325
Sapinière à BOJ	MS1	175	225	275
Pessière blanche	RB1 à 5	200	250	300
Cédrière (à SAB, ToBj, ToFx, ToFi)	RC3	200	250	300
Pinède blanche ou rouge (RXPb, PbRx, FtPb, FiPb)	RP1, MJ	250	350	400
Sapinière à THO	RS1	200	250	300
Sapinière à épinette rouge	RS5	200	250	300
Prucheraie	RT1, MJ	200	300	400

Selon la composition synthèse, l'horizon "Plausible" est fonction de deux hypothèses :

1. Le temps pour retrouver la composition du peuplement de départ. L'hypothèse du retour après CPRS est une augmentation de la proportion de surface terrière en essences de lumières. Cette augmentation d'essences de lumières correspondant à une régression de composition.

¹⁴ Le peuplement de départ correspond au peuplement à retrouver après la CPRS pour établir le scénario de référence.

Analyse économique des investissements sylvicole

Exemple : EsFi (peuplement de départ) --> retour après CPRS est FiEs --> dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ EsFi.

ET

2. Le temps pour retrouver l'âge et la structure du peuplement de départ. L'hypothèse du retour après CPRS est une structure régulière.

Exemple : EsFi irrégulière (peuplement de départ) --> retour après CPRS est FiEs structure régulière --> dynamique naturelle pour retrouver le peuplement de départ EsFi irrégulière.

Dans le tableau, certaines compositions synthèses regroupent plus d'une végétation potentielle. Bien que cette dernière puisse influencer la durée de l'horizon, l'étendu des trois hypothèses d'horizons par composition synthèse permet de capter, entre autres, l'effet de différentes végétations potentielles.

Les raisons principales qui expliquent les hypothèses d'horizons différents par composition synthèse sont :

- Le processus de régénération naturelle des essences. Par exemple, les peuplements qui se régénèrent naturellement après feux tels les pinèdes ou les chênaies rouges ont un succès de régénération plus incertain après CPRS. L'horizon est donc plus long.
- L'autécologie des essences. Par exemple, les essences tolérantes à l'ombre ont généralement un développement racinaire et une croissance en hauteur plus lents que les essences intolérantes. Ces dernières sont donc favorisées après CPRS.
- L'âge de sénescence des espèces de transitions et leur proportion dans le peuplement de départ. Par exemple, les peuplements de départs qui ont une proportion de Fi ou SAB (bon retour après CPRS) ont un horizon plus court que ceux qui en contiennent peu.

1.5.6.2 Composition et rendement du peuplement au moment de la récolte

Les compositions synthèses abordées ici sont rarement récoltées en CPRS. Par conséquent, il n'y a pas de courbes CT élaborées par le BFEC.

La composition du scénario de référence correspond aux valeurs dendrométriques de la courbe actuelle à l'âge où le peuplement atteint les critères d'admissibilités à une coupe partielle.

Voici un exemple pour choisir la composition et le rendement du peuplement au moment de la récolte à saisir dans MÉRIS.

Exemple : Peuplement de départ : **EsFi FE3 stade "mature"** (admissible à la récolte).

- Selon les hypothèses du BFEC pour **EsFi FE3 stade "mature"**, utiliser la courbe « A EsFi FE3 » à 75 ans (critère d'admissibilité à un coupe partielle atteint > 22 m²/ha) pour saisir par essence dans MÉRIS : le volume moyen (m³/ha), le diamètre moyen quadratique, la densité (nombre tige/ha) et le volume moyen par tige (DCM3/ti).
- La CPRS dans MÉRIS récoltera donc à chacun des trois horizons du tableau (185, 285 et 385 ans), le volume de la courbe « A EsFi FE3 » à 75 ans.

Analyse économique des investissements sylvicole

1.5.7 Peuplements qui se régénèrent peu ou pas après CPRS

Cette sous-section présente les éléments nécessaires à l'établissement du scénario de référence pour les peuplements dégressifs ou à régénération sensible. Deux types de peuplements sont classés dans cette catégorie : les peuplements (A) sujets à **l'envahissement par les éricacées, dégradés ou paludifiés** et (B) les peuplements **dominés par le pin gris (PIG)**.

Peuplement de départ ¹⁵ :	Pinède grise, peuplement dégradé, sujet à paludification ou à l'envahissement par les éricacées (mature)
Scénario de référence :	CPRS et évolution naturelle pour tendre vers le peuplement de départ (suite à la sénescence des arbres)

1.5.7.1 Horizon temporel du scénario de référence, composition et rendement du peuplement au moment de la récolte

Selon le type de peuplement (A ou B), il y a 2 types d'hypothèses possibles pour déterminer l'horizon du scénario de référence.

A. Éricacées, dégradés ou paludifiés

Pour les cas d'envahissement par les éricacées, de peuplement dégradé et de paludification, l'horizon sera déterminé en fonction de la composition et du type de peuplement. Pour ce faire, on doit se référer aux sous-sections correspondantes. Par exemple, on se référera à la sous-section 2.4.5 portant sur les pessières et les sapinières pour déterminer l'horizon temporel du scénario de références d'une pessière paludifiée.

L'hypothèse du retour après CPRS est une diminution de la proportion d'arbres matures dans la composition du peuplement. Afin de simuler le peuplement de retour, on doit utiliser les hypothèses de diminution de rendements du BFEC ou d'une autre source en réduisant les volumes récoltés à chaque rotation :

- a) **Cas d'éricacées ou de peuplement dégradés** : Pour déterminer la rotation qui doit être utilisée pour la simulation à perpétuité, le résultat de cette dernière rotation doit respecter les 2 conditions suivantes :
 - Au moins 3 rotations sont réalisées ;
 - Le volume récolté à la dernière rotation est de 30 m³ ou moins
- b) **Cas de paludification** : Vous pouvez simplement arrêter la simulation lorsque le résultat de cette dernière rotation respectera ces 2 mêmes conditions.

Comme nous supposons qu'en théorie pour les **cas d'éricacées ou de peuplements dégradés** la décroissance devrait stagner à un certain moment (le peuplement devrait conserver un faible volume marchand à perpétuité), il est logique qu'un certain volume récoltable soit simulé à perpétuité. Pour les **cas de paludification**, puisqu'il est plus probable d'avoir une absence de volume marchand à perpétuité, il serait justifiable de mettre un volume récolté à 0 pour la perpétuité. Dans les deux cas, le

¹⁵ Le peuplement de départ correspond au peuplement à retrouver après la CPRS pour établir le scénario de référence.

Analyse économique des investissements sylvicole

résultat est peu influencé (ordonnancement et I.E.), mais c'est davantage cohérent avec le retour potentiel.

L'horizon correspond donc à l'AE et la perpétuité sera n'importe quelle année (à partir de la 3^e rotation) entre la dernière action du scénario et l'avant-dernière.

Contrairement à un scénario de référence « normal » à une action (CPRS), celui-ci en comportera plusieurs. Voici un exemple de scénario d'éricacées:

Exemple : peuplement de départ **EN RE2 stade "mature"**.

- Supposons que selon les hypothèses du BFEC, pour un peuplement **EN RE2 stade "mature"**, on utilise la courbe « *A En RE2* » à l'AE (80 ans) et que le volume à 80 ans est de 100 m³/ha.
- Supposons que l'hypothèse de diminution de rendement utilisée pour les cas d'éricacées est de de 30% après CPRS.
- Le scénario de référence impliquera la saisie de quatre interventions de CPRS dans MÉRIS qui récolteront donc :

Année de la CPRS	Volume récolté (m ³)
80	100 m ³ /ha (pris sur la courbe source à 80 ans)
160	70 m ³ /ha (70% des volumes de la courbe source)
240	40 m ³ /ha (40% des volumes de la courbe source)
320	10 m ³ /ha (10% des volumes de la courbe source)

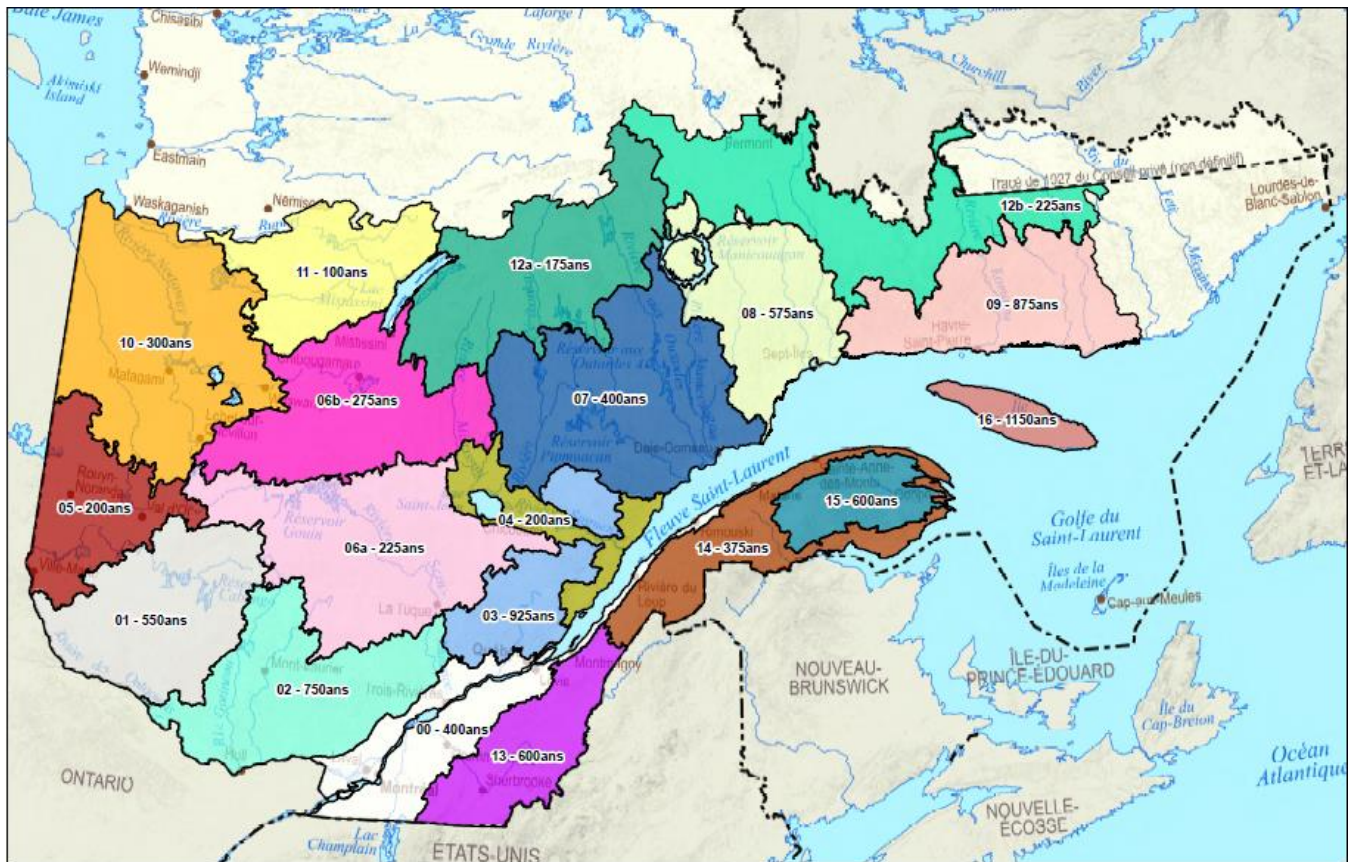
L'horizon sera de 80 ans et le début de perpétuité sera n'importe quel âge entre 240 et 320 ans.

B. Pin gris

Dans le cas des peuplements dominés par le PIG où le succès de régénération après CPRS est faible, nous proposons d'établir l'horizon du scénario de référence en utilisant les temps de retour du cycle de feux sur le territoire pour atteindre l'âge de maturité d'un peuplement de PIG. Le justificatif est que le PIG est une espèce très bien adaptée à la récurrence des feux de forêt (production de cônes sérotineux qui ne s'ouvrent qu'après une chaleur intense comme celle d'un feu), un des critères de succès de la régénération du PIG est la présence de feux.

La carte suivante présente les temps de retour moyen des cycles de feu sur le territoire.

Analyse économique des investissements sylvicole



Pour établir le moment de la 2^e rotation (rotation qui doit être envoyée à perpétuité) nous devons considérer l'âge à laquelle le peuplement de départ est coupé (correspond normalement à l'AE). Ensuite, il faut soustraire le cycle de feu moyen du territoire où se trouve le peuplement de l'âge de maturité du peuplement (AE - temps de retour moyen du feu). Finalement, il faut rajouter l'âge à laquelle le peuplement atteint la maturité et qu'il est prêt pour la coupe (AE - temps de retour + AE).

Exemple :

- Cycle de feu moyen du territoire = 150 ans
- Peuplement de départ coupé à 70 ans
- Âge de maturité estimé à 70 ans

2e rotation prévue à $150 - 70 + 70 = 150$ ans.

Dans la grande majorité des cas, le peuplement de départ devrait être coupé à son âge de maturité. Cela revient à utiliser le temps de retour du cycle de feu pour établir le moment de la coupe pour la 2e rotation. Cependant, il serait possible dans certains cas que le peuplement de départ soit coupé avant ou après son AE. Dans ce cas le calcul s'avère nécessaire (Ex : coupe à 65 ans + cycle de 150 ans – AE de 70 ans = 145 ans).

2 Fiches synthèses de la réalisation de l'analyse de rentabilité économique des traitements sylvicoles

Un réseau d'expert en économie forestière (REEF) regroupant des répondants régionaux et centraux a été mis en place afin d'outiller les Directions de la gestion des forêts (DGFo) dans l'évaluation de la rentabilité économique des scénarios sylvicoles et d'assurer la prise en compte de ces valeurs lors de l'élaboration des stratégies d'aménagement forestier et des plans d'aménagement forestier intégré tactique et opérationnel.

Les travaux ont pris la forme d'ateliers pour transmettre aux répondants du REEF l'expertise et la connaissance nécessaires à l'évaluation de la rentabilité économique des scénarios sylvicoles applicables sur leur territoire. Ces ateliers permettent d'échanger sur les méthodes pour formuler les hypothèses utilisées dans les analyses de rentabilité économique des différents types de traitements sylvicoles. L'information découlant des ateliers a été intégrée dans le présent document qui sert de référence aux DGFo lors l'élaboration des hypothèses économiques.

3 Scénarios sylvicoles associés au traitement de plantations

3.1 Description du traitement

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

Une plantation est un peuplement forestier établi par la mise en terre de plants issus de semences ou de boutures, d'une essence désirée selon un espacement régulier. La plantation a pour objectif principal de restaurer le couvert forestier et d'utiliser pleinement la capacité de production ligneuse de la superficie. Elle peut permettre de générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle, de gérer la composition du futur peuplement, de favoriser la gestion de la densité et de la distribution des arbres (Gravel et al. 2014). Les plantations forestières sont généralement associées à la production de matière ligneuse et demeurent le principal moyen d'augmenter le rendement de nos forêts.

Selon le gradient d'intensité sylvicole défini dans le Guide sylvicole du Québec, les plantations peuvent faire l'objet d'une sylviculture de base, intensive ou d'élite.

Au sens du Guide sylvicole du Québec (Gravel et Meunier 2013) :

La sylviculture de base : *Les interventions sont orientées vers la gestion de la composition du peuplement, soit la concurrence interspécifique. Afin d'augmenter le rendement en essences désirées, les espèces concurrentes sont maîtrisées (p. ex. : à l'aide du dégagement, du nettoyage ou de coupes progressives) et, au besoin, il y a recours à la régénération artificielle.*

La sylviculture intensive : *Les interventions visent l'augmentation de la croissance et l'amélioration des caractéristiques (qualité) d'arbres sélectionnés d'une ou de plusieurs essences désirées. Les rotations ou révolutions sont plus courtes et prédéterminées. Plusieurs interventions sont réparties dans le temps et permettent de sélectionner et de favoriser les meilleurs arbres. La sylviculture intensive se distingue aussi de la sylviculture de base par une gestion de la concurrence intraspécifique (p. ex. : régulariser l'espacement entre les arbres d'avenir d'une même essence lors d'éclaircies précommerciales et commerciales).*

La sylviculture d'élite :

- *En essence indigènes* : *Les interventions visent l'optimisation de la croissance et l'amélioration des caractéristiques d'arbres sélectionnés d'une ou de plusieurs essences indigènes désirées sur de courtes rotations ou des révolutions prédéterminées. Elle se distingue de la sylviculture intensive par l'amélioration des conditions du site (p. ex. : le drainage sylvicole, la fertilisation) ou l'amélioration des caractéristiques des tiges par l'élagage ou la taille de formation.*

- *En essences exotiques ou hybrides* : *Les interventions visent l'optimisation de la croissance et l'amélioration des caractéristiques d'arbres sélectionnés d'une ou de plusieurs essences exotiques ou hybrides à croissance rapide sur de très courtes révolutions prédéterminées. Il y a une maîtrise soutenue des espèces concurrentes et une attention particulière est portée aux conditions du site (p. ex. : le drainage sylvicole, la fertilisation) ou à l'amélioration des caractéristiques des tiges par l'élagage ou la taille de formation.*

Analyse économique des investissements sylvicole

Les objectifs de la plantation (objectifs de production, type et valeur des produits recherchés) et les caractéristiques de la station déterminent le choix de l'essence à mettre en terre et de l'intensité de la sylviculture qui y sera pratiquée. L'intensité sylvicole retenue déterminera la densité de plantation (1600 tiges/ha pour le « de base » et 2000 tiges/ha pour « intensif » ou « élite ») et le niveau d'amélioration génétique des sources de semences utilisées pour la production des plants. Les conditions de succès d'une plantation reposent sur la mise en terre de plants de qualité adaptés à la station dans un microsite optimal. Un encadrement rigoureux de toute la chaîne opérationnelle est nécessaire, de la préparation de terrain à la récolte finale, pour que le plein potentiel des plants s'exprime. Notamment, la maîtrise de la végétation concurrente et de la densité sont essentielles pour atteindre les objectifs.

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités (Gravel et al. 2014) :

De 0 à 5 ans

- Une régénération dominée par l'essence reboisée, répartie de manière uniforme et selon une densité qui optimise la capacité de production de la station pour l'essence désirée.

De 5 à 20 ans

- Un peuplement dominé par l'essence désirée, de structure verticale et horizontale régulière, pouvant offrir un potentiel d'éclaircie commerciale dans les scénarios sylvicoles intensifs ou d'élite;
- Une croissance soutenue de l'essence désirée.

20 ans et plus

- Un peuplement de structure verticale et horizontale régulière, dont l'essence plantée est dominante, bien répartie, et présente une croissance soutenue pouvant faire l'objet d'une ou de plusieurs éclaircies commerciales dans les scénarios sylvicoles intensifs ou d'élite.

3.2 État des connaissances sur les effets attendus du traitement

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

i. Les peuplements établis par plantation génèrent des rendements supérieurs en volume à ceux de la forêt naturelle

- Le plein boisement des aires récoltées permet un rendement supérieur en volume ligneux;
- En plantation, de bons choix sylvicoles (essence, source de semences et degrés d'amélioration génétique adaptés au site) permettent d'atteindre des rendements supérieurs par rapport à la forêt naturelle.

ii. Les peuplements établis par plantation ont la capacité de produire des tiges de plus fortes dimensions lors de la récolte finale

- Le DHP moyen est influencé par la densité initiale de reboisement et l'éclaircie commerciale.

iii. Les traitements de plantation peuvent diminuer l'âge d'exploitabilité absolue du peuplement

Analyse économique des investissements sylvicole

- Le reboisement permet de raccourcir la phase d'établissement du peuplement;
- Le reboisement peut aussi diminuer le retard de croissance associé à la présence de végétaux concurrents comme les éricacées;
- L'augmentation de la densité initiale de reboisement diminue l'âge de rotation, tandis que la diminution de la densité augmente l'âge de rotation.

iv. Les peuplements établis par plantation peuvent produire du bois de qualité inférieure à celle du bois issu d'un peuplement naturel

- La croissance rapide en plantation résulte en la formation d'un bois moins dense que celui provenant d'arbres croissant plus lentement.

v. Les peuplements établis par plantation permettent de gérer la composition du peuplement

- La plantation permet de choisir les essences les mieux adaptées aux conditions de stations et aux objectifs de production;
- La composition est généralement monospécifique en plantation.

3.3 Hypothèses de rendement

3.3.1 Sources d'information et outils disponibles

*Responsable de la section : Direction de la recherche forestière
Collaborateur : Réseau d'experts en économie forestière*

Effets du traitement	Gradient d'intensité de sylviculture		Sources d'information et outils disponibles	Remarques
	de base	Intensif ou élite		
i. Les peuplements établis par plantation génèrent des rendements supérieurs en volume à ceux de la forêt naturelle	X	X	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simulateur de croissance CroiRePlant ➤ Mémoire de recherche n°176 : modèles de croissance EPO ➤ Mémoire de recherche n°160 : modèles de croissance EPB ➤ Mémoire de recherche n°118 : modèles de croissance EPN ➤ Mémoire de recherche n°79 : Autres essences résineuses 	Le simulateur CroiRePlant intègre les informations contenues dans les mémoires 118, 160 et 176
ii. Les peuplements établis par plantation ont la capacité de		X	Mémoire de recherche n°133 : L'éclaircie des plantations	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Intervenir par éclaircie commerciale lorsque surface terrière entre 25 et 35 m²/ha; ➤ Une station riche, une

Analyse économique des investissements sylvicole

produire des tiges de plus fortes dimensions lors de la récolte finale				essence à croissance rapide ou avec un niveau élevé d'amélioration génétique et une densité élevée lors du reboisement, favorisent une éclaircie commerciale hâtive dans la vie du peuplement
iii. Les traitements de plantation peuvent diminuer l'âge d'exploitabilité absolue du peuplement	X	X	Aucun	
iv. Les peuplements établis par plantation peuvent produire du bois de qualité inférieure à celle du bois issu d'un peuplement naturel	X	X	Hébert et al. 2016. Forests 7(276) 16 p. Zhang et al. 2002. Wood and Fiber Science 34(3) p 460-475	Sur des stations fertiles, les propriétés du bois (densité, module d'élasticité (MOE) et module de rupture (MOR)) et le défilement ne sont pas influencés par la densité initiale de reboisement La fertilité de la station influence davantage les propriétés du bois que la densité initiale de reboisement. Croissance radiale significative sur les stations fertiles
v. Les peuplements établis par plantation permettent de gérer la composition du peuplement	X	X	Thiffault et Roy. 2011. European journal of Forest Research 130 p 117-133 Thiffault et al. 2014. Forestry 87 p 153-164	Important de gérer la compétition spécifique en bas âges

*** Ajout 2 : Pour obtenir facilement les rendements par essence / densité + effet des EC

- Estimation précise pour déterminer le rendement pour une essence et une densité initiale de reboisement
- Estimation grossière de l'effet de l'éclaircie commerciale sur le rendement forestier

*** Ajout 3 : Pour savoir quel IQS utiliser

Analyse économique des investissements sylvicole

- IQS estimés par domaine bioclimatique et type écologique à l'aide du réseau de parcelles de la DRF

Tableau 2. IQS moyen par essence, par végétation potentielle et par domaine bioclimatique des courbes *effets de traitement* de la plantation uniforme¹⁰.

Essence Végétation potentielle	Âge de référence de l'IQS ^a	IQS par domaine bioclimatique			
		Pessière	Sapinière à bouleau blanc	Sapinière à bouleau jaune	Érablière
Épinette noire	25				
ME1		7	7		
MJ2			9 ^b	8	7
MS2		8	8		
RE2		6	6	7	7 ^b
RS2		6	7	9 ^b	9 ^b
Épinette blanche	25				
FE3					11 ^b
MJ1				9 ^b	11
MJ2 ou MS1		10 ^b	11	9	11
MS2		10 ^b	10	10 ^b	10 ^b
RE2		6			
RS2			8		
Pin gris	15				
ME1		6	6		
MS2		5 ^b			
RE2		5	4	5	5 ^b
RS2		5	5	6	6 ^b
Pin blanc	25				
MJ1			8	8	9
MJ2				8	9
Pin rouge	15				
RP1				5	6

^a L'âge de référence de l'IQS est l'âge de la plantation pour l'épinette blanche et l'âge total (incluant les années passées en pépinière) pour les autres essences.

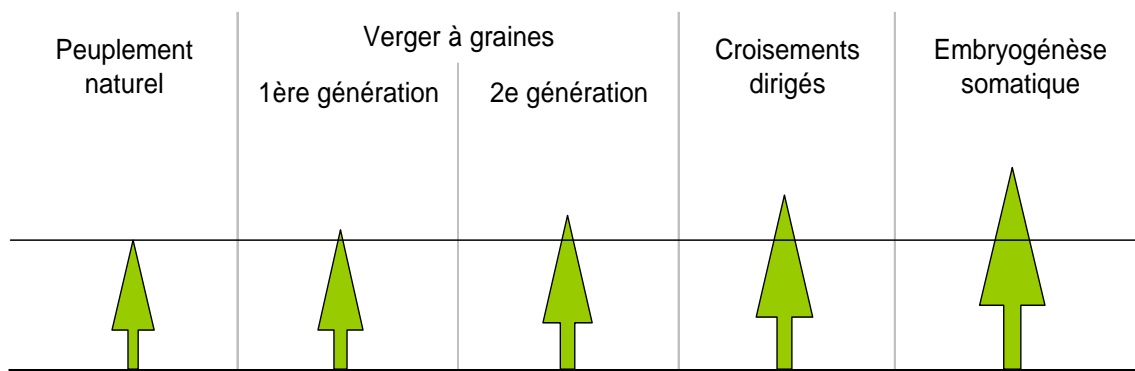
^b Ces IQS ont été estimés.

- IQS variable par type écologique

*** Ajout 4 : Gain des améliorations génétiques (intégrer méthode Rainville) ***

- Avancement technologique permet de bénéficier des gains de l'amélioration génétique beaucoup plus rapidement
 - Vergers à graines et croisements dirigés : délai environ 30 ans
 - Embryogénèse somatique : délai d'environ 10 ans

Analyse économique des investissements sylvicole



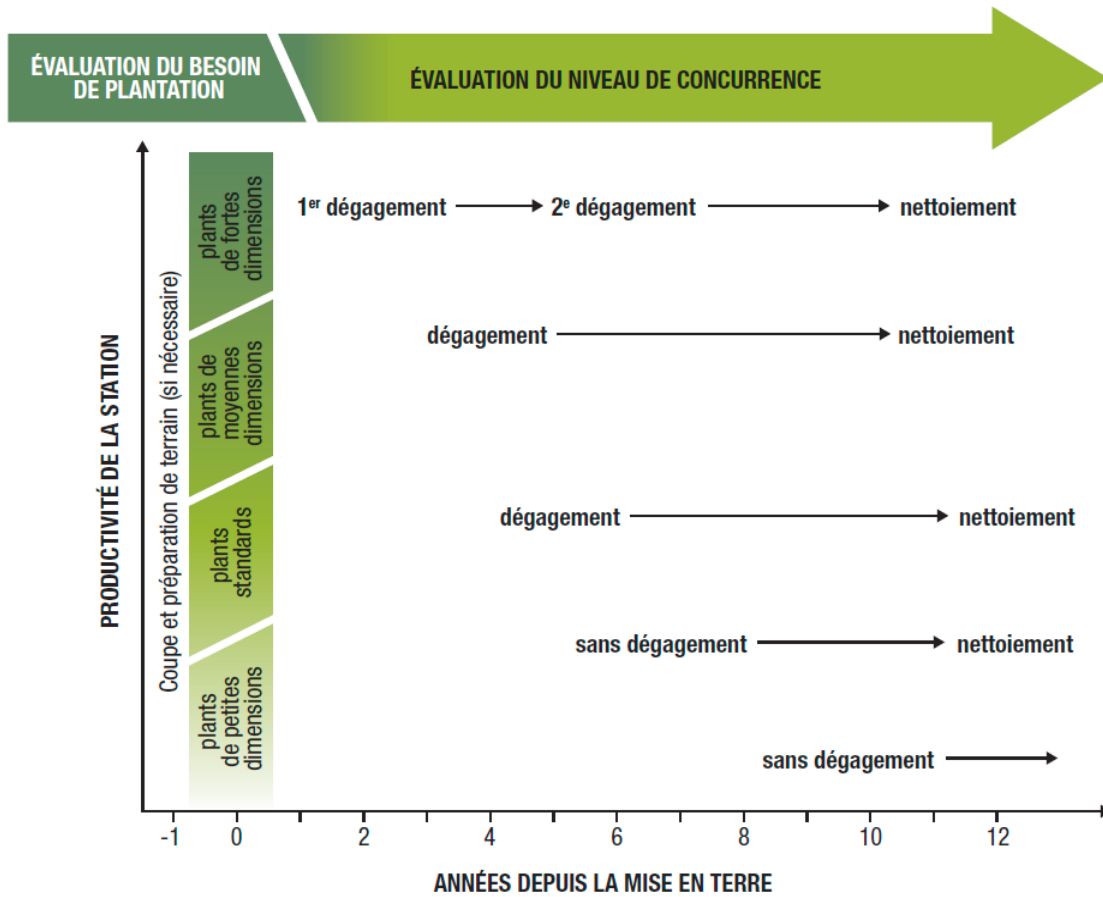
➤ Gains génétiques en hauteur estimés selon l'origine de semences

Essences	Origine des semences				
	Peuplement naturel	Vergers à graines		Variétés multi-familiales	Variétés multi-clonales
		1 ^{ère} génération	1 ^e génération		
Épinette blanche	0,0%	5,0%	15,0%	25,0%	≥ 35,0%
Épinette noire		7,9%	21,0%	28,0%	s/o
Pin gris		5,9%	11,2%	s/o	s/o

Analyse économique des investissements sylvicole

*** Ajout 5 : L'importance du contrôle de la végétation compétitrice ***

S'assurer que les semis mis en terre sont libres de croître



Analyse économique des investissements sylvicole

3.3.2 Courbes d'évolution du CPF

Responsable de la section : Bureau du forestier en chef

3.3.2.1 Bilan de la prise en compte des effets du traitement

Effets du traitement	Division BFEC	Prise en compte (oui/non)	Remarques
i. Les peuplements établis par plantation génèrent des rendements supérieurs en volume à ceux de la forêt naturelle	Général	Oui et non	Oui pour toutes les plantations futures, mais variable selon un ensemble de facteurs pour les plantations déjà sur pied.
ii. Les peuplements établis par plantation ont la capacité de produire des tiges de plus fortes dimensions lors de la récolte finale	Général	Oui et non	Oui pour toute les plantations futures, mais variable selon un ensemble de facteur pour les plantations déjà sur pied.
iii. Les traitements de plantation peuvent diminuer l'âge d'exploitabilité absolue du peuplement	Général	Oui	Toutefois le calcul de l'âge de maturité demeure le même, soit le croisement de AAM et de l'AAC.
iv. Les peuplements établis par plantation peuvent produire du bois de qualité inférieure à celle du bois issu d'un peuplement naturel	Général	Non	La qualité des bois n'est pas une variable utilisée dans les courbes d'évolution de plantation.

Analyse économique des investissements sylvicole

v. Les peuplements établis par plantation permettent de gérer la composition du peuplement	Général	Oui	Pour les plantations actuelles, introduction d'essences compétitrices. Pour les futures, le peuplement demeure composé principalement d'essences plantées. Sur certaines végétations potentielles, des traitements d'éducation peuvent être nécessaires pour maintenir cette composition.
---	---------	-----	---

3.3.2.2 Description de la méthode de modélisation du traitement

- Lien SharePoint vers la présentation du dernier atelier : REEF_Courbes_evolution_6sept2017
- Lien vers la fiche du BFEC sur les plantations : http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/077-81_MDPF_Plantation.pdf
- Personne ressource au BFEC pour répondre aux questionnements des répondants régionaux : Simon Guay

3.3.3 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

Responsable de la section : Bureau de la mise en marché des Bois

Collaborateur : Réseau d'experts en économie forestière

3.3.3.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description
i. Les peuplements traités par plantation génèrent des rendements supérieurs en volume à ceux de la forêt naturelle	Baisse des coûts de dispersion (\$/ha).	Oui	L'ajustement dispersion SEPM, si activé, calcul le «gain» économique résultant d'une production SEPM accrue de volume par hectare. Récolter plus de volume par unité de surface (m ³ /ha) permet d'amortir et de diminuer certains coûts d'exploitations (ex : voirie, fardier). L'ajustement dispersion doit seulement être activé dans la strate SEPM pur (ST SEPM >= 75%)

Analyse économique des investissements sylvicole

	Augmentation des revenus de récolte (\$/ha).	Oui	Le calcul des revenus se réalise en multipliant la quantité de volume (m ³ /ha) par les revenus associés. Toutes choses égales par ailleurs, il y aura plus de revenus s'il y a plus de volumes.
	Augmentation des coûts de récolte totaux (\$/ha).	Oui	Les coûts de récolte par m ³ (\$/m ³) sont multipliés par le nombre de m ³ /ha.
ii. Les peuplements traités par plantation ont la capacité de produire des tiges de plus fortes dimensions lors de la récolte finale	Diminution des coûts de récolte (\$/m ³).	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
	Augmentation de la valeur par m ³ en raison des DHP plus gros (\$/m ³).	SEPM = oui Feuillus = oui/non	SEPM : L'ajustement usine permet de calculer le gain de valeur par m ³ résultant de l'augmentation du DHP des arbres. Feuillus : La matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP dans la version 2.2 du MÉRIS. Les autres matrices (ABCD, MSCR-OP et MSCR12) présentent des variations par groupes de DHP. Des travaux de modification des matrices de répartition sont actuellement en cours. À terme, ceux-ci devraient permettre de solutionner cette problématique
iii. Les traitements de plantation peuvent diminuer l'âge d'exploitabilité absolue du peuplement	Augmentation potentielle de la possibilité forestière.	Non	Les effets possibles ne sont pas intégrés dans les analyses à l'échelle de l'hectare.
	Réduction du délai d'attente entre le revenu et l'investissement. Cela a un impact	Oui	Le calcul de la VAN et de la VANP est influencé par l'horizon du scénario en raison du taux d'actualisation.

Analyse économique des investissements sylvicole

	sur la VAN et la VANP, car les coûts et revenus sont plus fréquents et rapprochés dans le temps.		
iv. Les peuplements traités par plantation produisent du bois de moins bonne qualité par rapport à la forêt naturelle	Valeur unitaire moindre pour chacun des m ³ (\$/m ³).	Non	<p>Pour le SEPM, aucun élément ne prend directement en compte un effet de ce genre. Pour l'intégrer, il faudrait moduler directement les revenus économiques.</p> <p>Au niveau des essences du groupe SEPM, les attributs de qualité sont principalement l'essence et le DHP des tiges. Les hypothèses de valeur de MÉRIS sont sensibles à ces deux éléments. Les autres éléments susceptibles d'influencer la valeur (ex : carie, défilement, etc.) ne sont pas captés dans les intrants forestier et les modèles d'évolution. Par ailleurs, même s'ils l'étaient, les hypothèses économiques ne sont pas sensibles à ces facteurs.</p>
v. Les peuplements traités par plantation permettent de contrôler la composition du peuplement	Utilisation accrue des bois qui seront récoltés.	Oui	Par défaut, l'ensemble des volumes récoltés sont considérés utilisés dans MÉRIS. La gestion des bois sans preneur pour le scénario de référence est présentée à l'annexe I.
	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha).	Oui	<p>Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence et du DHP).</p> <p>Voir l'annexe I pour la gestion des bois sans preneurs.</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

3.3.4 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Il est recommandé d'intégrer les coûts qui reflètent le mieux les réalités régionales. Les coûts présents dans MÉRIS sont des moyennes provinciales qui doivent être considérées comme des valeurs par défaut.

Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation du traitement :

- Difficultés du terrain à reboiser (éloignement d'une municipalité, pente forte, chemin d'hiver, etc.)
- Type de préparation de terrain
- Dimension des plants (ex. calibre 45-110)
- Nombre de plants mise en terre (ex. 1 600 vs 2 000 tiges/ha)
- Type de plants (bouture, embryogénèse somatique, etc.)
- Nombre de dégagement (variable selon la station et l'essence)
- Coûts des dégagements (variable selon la station et le % de superficie traitée)
- Nombre d'éclaircie commerciale

3.3.5 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.
Dispersion	Pour les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.

3.4 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

Responsable : Bureau de la mise en marché des bois

Collaborateur : Réseau d'experts en économie forestière

3.4.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Remarques
Plantation résineuse de base (EPB, EPN, PIG)	Plantation monospécifique de structure régulière	Sans EC. EPB, EPN et PIG
Plantation résineuse intensive (EPB, EPN, PIG)	Plantation monospécifique de structure régulière	Avec EC EPB, EPN et PIG
Plantation autres résineux	Plantation monospécifique de structure régulière	Pins
Plantation élite	Plantation monospécifique de	MEH, PEH

Analyse économique des investissements sylvicole

	structure régulière avec essences à haut rendement et courtes révolutions	
Plantation feuillus	Plantation monospécifique de structure régulière	Feuillus durs (ex : chêne)
Plantation mélangée	Plantation plurispécifique de structure régulière	Mixte de résineux ou de feuillus/résineux. Peu de connaissances sur les effets attendus et la conduite sylvicole.

3.4.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés

- Les caractéristiques des prélèvements peuvent être principalement alimentées par deux sources : les courbes du BFEC et les tables de rendement de Prégent.
- Les courbes du BFEC contiennent les caractéristiques du rendement des plantations sur un IQS moyen par végétation potentielle. Elles peuvent contenir des hypothèses d'essences compétitrices.
- Les tables de rendement de Prégent contiennent les caractéristiques du rendement des plantations monospécifiques pour un éventail d'IQS. Elles permettent aussi de déduire facilement les caractéristiques des prélèvements en EC.

3.4.2.1 Plantation résineuse de base (EPB, EPN, PIG)

Caractéristiques générales

- L'analyse doit refléter les résultats escomptés pour un scénario réussi, par conséquent :
 - Le scénario de plantation doit contenir l'ensemble des entretiens requis pour assurer sa réussite;
 - Le scénario de plantation doit, normalement, conduire à l'obtention d'un volume en essences désirées à l'hectare plus élevés que celui de la référence;
 - La principale essence récoltée à maturité doit être celle mis en terre au moment de la plantation.

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	n/a	n/a
Préparation de terrain	0	Variable selon le type de préparation	n/a

Analyse économique des investissements sylvicole

		de terrain retenu.	
Plantation	1	Variable selon la dimension des plants, la quantité mis en terre et leur niveau d'amélioration génétique.	n/a
Entretien	2 à X Moment de réalisation et nombre variables selon la fertilité de la station, l'essence reboisée et la dimension initiale des plants.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités.	La réalisation d'un nombre suffisant d'entretien est requise pour permettre d'atteindre les rendements escomptés.
Récolte finale	Âge de maturité Variable selon productivité de la station (IQS) et l'essence reboisée.	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM	Pour l'essence reboisée, définir l'IQS de la station analysée en référant, au besoin, au tableau 2 de la section 3.1 (Ajout 3). Utiliser les tables de rendement de Prégent ou les courbes du BFEC pour établir les caractéristiques des volumes à l'âge de maturité.

- Début de perpétuité : 0
- Horizon : âge de maturité

3.4.2.2 Plantation résineuse intensive (EPB, EPN, PIG)

Caractéristiques générales

- L'analyse doit refléter les résultats escomptés pour un scénario réussi, par conséquent :
 - Le scénario de plantation doit contenir l'ensemble des entretiens requis pour assurer sa réussite;
 - Le scénario de plantation doit, normalement, conduire à l'obtention d'un volume en essence désirées à l'hectare plus élevés que celui de la référence;
 - La principale essence récoltée à maturité doit être celle mis en terre au moment de la plantation.
 - Le scénario peut contenir plus d'une éclaircie commerciale;

Analyse économique des investissements sylvicole

- Les arbres récoltés lors de la récolte finale doivent avoir un DHP plus grand, en moyenne, que ceux qui seraient récoltés dans une plantation équivalente sans éclaircie commerciale.

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	n/a	n/a
Préparation de terrain	0	Variable selon le type de préparation de terrain retenu.	n/a
Plantation	1	Variable selon la dimension des plants, la quantité mis en terre et leur niveau d'amélioration génétique.	n/a
Entretien	2 à X Moment de réalisation et nombre variables selon la fertilité de la station, l'essence reboisée et la dimension initiale des plants.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités.	La réalisation d'un nombre suffisant d'entretien est requise pour permettre d'atteindre les rendements escomptés.
Éclaircie commerciale	Variable Il peut y en avoir plus d'une. Moment de réalisation et nombre variables selon la fertilité de la station, l'essence reboisée. Le déclencheur est normalement l'atteinte d'une surface terrière	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM Martelage : (si applicable)	Pour l'essence reboisée, définir l'IQS de la station analysée en référant, au besoin, au tableau 2 de la section 3.1 (Ajout 3). Utiliser les tables de rendement de Prégent pour établir les caractéristiques des volumes récoltés lors de chacune des éclaircies commerciales. Lors de l'utilisation des courbes du BFEC, veuillez-vous référer à la fiche sur

Analyse économique des investissements sylvicole

	spécifique.		l'éclaircie commerciale pour déduire les caractéristiques du prélèvement.
Récolte finale	Âge de maturité Variable selon productivité de la station (IQS) et l'essence reboisée.	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM	Pour l'essence reboisée, définir l'IQS de la station analysée en référant, au besoin, au tableau 2 de la section 3.1 (Ajout 3). Utiliser les tables de rendement de Prégent pour établir les caractéristiques des volumes, lors de la récolte finale, conséquent au nombre d'éclaircie réalisé dans le scénario. Lors de l'utilisation des courbes du BFEC, veuillez-vous référer à la fiche sur l'éclaircie commerciale pour déduire les caractéristiques du prélèvement.

- Début de perpétuité : 0
- Horizon : âge de maturité

3.5 Analyse de sensibilité

Responsable : Bureau de la mise en marché des bois
Collaborateur : Réseau d'experts en économie forestière

- Zone de tarification;
- Coût des entretiens (pour 10 000, 15 000, 20 000 tiges/ha);
- Coût de la plantation :
 - Calibre des plants
 - Densité de mise en terre (plants/hectare)
- Coût de la préparation de terrain;
- Variation de l'IQS;
- Contamination par des essences compétitrices;
- Pour les courbes du BFEC avec EC :
 - Gain en DHP (+2, +4, +6, +8);
 - Gain en volume par tige
- Etc.

4 Scénarios sylvicoles associés au traitement de regarni

4.1 Description des traitements

Le regarni et l'enrichissement sont des traitements sylvicoles qui consistent à **augmenter la densité d'une essence dans un peuplement** en mettant des plants en terre (MFFP 2016). Le regarni a pour objectif d'**assurer le plein boisement permettant au peuplement traité de réaliser son plein potentiel de productivité**. L'enrichissement a plutôt comme objectif de répondre à des enjeux écologiques, notamment en **restaurant la composition de la forêt naturelle**. Le regarni et l'enrichissement peuvent être réalisés dans le cadre d'une sylviculture de base, intensive ou d'élite et s'appliquent dans des strates aménagées selon le régime de la futaie régulière ou irrégulière.

4.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

Il existe très peu de connaissances sur les effets du regarni et de l'enrichissement sur la productivité des forêts. Nous savons que le regarni d'épinette noire (*Picea mariana*) sans scarifiage est nettement moins efficace pour la survie et la croissance initiale que la plantation combinée au scarifiage (Prévost et Dumais 2003; Gauthier et Ruel 2008). D'ailleurs, Prévost et Dumais (2018), considèrent que c'est une pratique très discutable que de regarnir de l'épinette noire dans les sols froids de la forêt boréale sans scarifier au préalable, parce que dans ces conditions, les semis plantés ont une croissance similaire aux marcottes. En Scandinavie, la survie et la croissance d'épinettes de Norvège (*Picea abies*) regarnies dans des trouées s'est amélioré avec l'augmentation de la grandeur de celles-ci, avec la diminution de la hauteur ou de la croissance des arbres préexistants bordant la trouée, ainsi qu'avec la diminution du temps depuis la perturbation et le regarni (Gemmel 1988; Braathe 1992).

Pour ce qui est de l'enrichissement, il n'y a que quelques études en cours au Québec. D'après les travaux de Hébert et al. (2013) menée en Mauricie, l'enrichissement dans des trouées de 500 m², combiné au dégagement mécanique, pourrait permettre de restaurer l'épinette blanche (*Picea glauca*). Dans un peuplement appauvri de Charlevoix, l'enrichissement en épinette blanche (avec scarifiage) a également nécessité un dégagement mécanique pour maintenir la survie et la croissance des plants (Prévost et Charette 2019; Dumais et Prévost 2019). Pour l'épinette rouge (*Picea rubens*), les premiers essais d'enrichissement ont montré que le couvert forestier, la végétation concurrente et le broutement réduisent la survie et la croissance initiales des plants (Dumais et al. 2019). Une étude en cours indique que les épinettes rouges plantées dans des trouées sylvicoles ont des performances équivalentes à celles de la régénération naturelle préétablie (Dumais et al., en préparation). Dans tous les cas, les effets à long terme restent à déterminer. À cet égard, Barrette et al. (2019) ont démontré qu'à long terme la plantation d'épinettes sur les types écologiques de sapinières a un effet mitigé sur la composition et la productivité des peuplements plantés.

Ainsi, selon les connaissances actuelles, la seule prédiction que nous pouvons soutenir est que si le regarni ou l'enrichissement sont réussis et permettent d'atteindre le plein boisement, ils devraient permettre d'atteindre une productivité similaire à celle de la forêt naturelle ayant atteint le plein boisement.

4.3 Hypothèses

Selon l'état des connaissances forestières, nous posons les hypothèses suivantes :

Analyse économique des investissements sylvicole

- i. La plantation d'enrichissement et le regarni peuvent générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle non traitée et atteindre des rendements équivalents à ceux de la forêt naturelle pleinement boisée;
- ii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la composition du futur peuplement;
- iii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la densité et la distribution des arbres.

4.3.1 Sources d'information et outils disponibles

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
<p>i. La plantation d'enrichissement et le regarni peuvent générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle non traitée mais équivalent à la forêt naturelle pleinement boisée</p>	<p>Martin Barette (DRF)</p>	<p>Si le regarni est réussi et permet d'atteindre le plein boisement, il devrait permettre d'atteindre une productivité similaire à celle de la forêt naturelle ayant atteint le plein boisement.</p>
<p>ii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la composition du futur peuplement</p>	<p>Manuel de détermination des possibilités forestière, chapitre 3.1 Plantation</p> <p>Gravel et coll. (2016) Le regarni et l'enrichissement de résineux. Fiche d'aide à la décision n° F-011</p>	<p>Regarni : Si le traitement est réussi et atteint le plein boisement, la proportion en essence(s) désirée(s) devrait(ent) être supérieure au peuplement non traité.</p> <p>Plantation d'enrichissement : Modification de la composition due à l'intégration d'essences en raréfaction ou d'une essence absente du couvert forestier, mais de plus grande valeur (MRN 2013).</p>
<p>iii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la densité et la distribution des arbres</p>	<p>Gravel et coll. (2016) Le regarni et l'enrichissement de résineux. Fiche d'aide à la décision n° F-011</p>	<p>Lorsqu'associé avec un traitement d'éclaircie précommerciale dans la partie régénérée naturellement.</p>

4.3.2 Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF

Effets du traitement	Division BFEC	Prise en compte (oui/non)	Remarques
i. La plantation d'enrichissement et le regarni peuvent générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle non traitée mais équivalent à la forêt naturelle pleinement boisée	TOUTES	OUI	La courbe de plein boisement naturel est alors utilisée. Toutefois, des outils permettent de modifier les essences pour représenter ce traitement. Le traitement a donc pour but d'augmenter la composante résineuse d'un peuplement Ex : FxRx >>> RxFx
ii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la composition du futur peuplement	TOUTES	OUI	En effet, les essences sont modifiées pour tenir compte du traitement.
iii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la densité et la distribution des arbres	TOUTES	NON	Le traitement peut parfois être accompagné d'un dégagement et/ou nettoyage pour maintenir le changement de composition. Toutefois, il n'y a pas d'augmentation du rendement lié à la gestion de la densité.

4.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

4.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description
i. Le regarni et l'enrichissement peuvent générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle non traitée mais équivalent à la forêt naturelle pleinement boisée	Augmentation des revenus de récolte (\$/ha).	Oui	Le calcul des revenus se réalise en multipliant la quantité de volume (m ³ /ha) par les revenus associés. Toutes choses égales par ailleurs, il y aura plus de revenus s'il y a plus de volumes.
	Augmentation ou diminution des revenus de récolte (\$/m ³).	Oui	Par exemple, il y aura diminution si les tiges regarnies sont à termes moins grosses que celles du peuplement non traitée.
	Augmentation des coûts de récolte totaux (\$/ha).	Oui	Les coûts de récolte par m ³ (\$/m ³) sont multipliés par le nombre de m ³ /ha.
	Augmentation ou diminution des coûts de récolte (\$/m ³).	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
	Baisse des coûts de dispersion (\$/ha).	Oui	L'ajustement dispersion SEPM, si activé, calcul le « gain » économique résultant d'une production SEPM accrue de volume par hectare. Récolter plus de volume par unité de surface (m ³ /ha) permet d'amortir et de diminuer certains coûts d'exploitations (ex : voirie, fardier). L'ajustement dispersion doit seulement être activé dans la strate SEPM pur (ST SEPM >= 75%).

Analyse économique des investissements sylvicole

ii. Le regarni et l'enrichissement permettent de gérer la composition du futur peuplement	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha).	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence et du DHP). Voir l'annexe I pour la gestion des bois sans preneurs.
iii. La plantation d'enrichissement et le regarni permettent de gérer la densité et la distribution des arbres	Augmentation ou diminution potentielle de la valeur par m ³ en raison de la variation des DHP.	Oui	L'ajustement SEPM permet de calculer le gain ou la perte de valeur par m ³ résultant de la variation du DHP des arbres.

4.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Il est recommandé d'intégrer les coûts qui reflètent le mieux les réalités régionales. Les coûts présents dans MÉRIS sont des moyennes provinciales qui doivent être considérées comme des valeurs par défaut.

Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation du traitement :

- Difficultés du terrain à reboiser (éloignement d'une municipalité, pente forte, chemin d'hiver, patron de reboisement, etc.)
- Avec ou sans préparation de terrain
- Type de préparation de terrain (ex. Scarificateur à disques hydrauliques (TTS) sur 25 % de la superficie (sentiers))
- Nombre de plants mis en terre (voir avec votre aménagiste régional, c'est variable en fonction du «stocking» résineux préétabli, de la proportion de sentiers, de l'espacement entre les plants mis en terre, etc.)
- Dimension des plants (ex. calibre 45-110, plants à forte dimension, etc.)
- Type de plants (bouture, embryogénèse somatique, etc.)
- Type de mise en terre : Plantation vs. Ensemencement par graines (terrestre ou aérien)
- Nombre de dégagements (variable selon la station et l'essence)
- Coûts des dégagements (variable selon la station et le % de superficie traitée)

4.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.

Analyse économique des investissements sylvicole

Dispersion	Pour les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.
------------	--

4.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

4.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Grand type de couvert	Exemple de scénarios
Regarni d'EPN, PIG ou EPB de base ou intensif	Structure régulière	Pessières Sapinières Pinèdes grises Mixtes	Scénario de base : REG-CPRS SCA-REG-CPRS SCA-REG-DEG-CPRS SCA-REG-DEG-NET-CPRS Scénarios intensifs: SCA-REG-EPC-CPRS SCA-REG-EPC-EC-CPRS
Enrichissement ou regarni de base	Structure régulière	Chênaies	Essence mise en terre: CHR Scénario: CPR-(SCA)-REG-(DEG)-(NET)
Regarni ou enrichissement (scénario de base)	Structure irrégulière	Bétulaies blanches Bétulaies blanches à résineux Peupleraies Peupleraies à résineux Érablières rouges	Essences mises en terre: BOJ, CHR Scénario: CPIRL-(SCA)-(REG)
Regarni ou enrichissement (scénario intensif ou élite)	Structure régulière	Pinèdes blanches Pinèdes blanches à feuillus Pinèdes blanches à résineux	Essence mise en terre: PIB Scénario intensif: CPR-(SCA)-REG-(DEG)-ELA-NET Scénario élite: CPR-(SCA)-ENS-(DEG)-ELA-NET-EC-ELA

4.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence

Caractéristiques générales

- Les scénarios types sont caractérisés par la présence d'une régénération préétablie avec une densité variable et une hauteur variable;
- De manière générale, il s'agit de scénario avec regarni suite à une coupe avec la protection de la régénération (CPRS, CPHRS, CPPTM);

Analyse économique des investissements sylvicole

- L'interaction entre la régénération artificielle et naturelle est variable. Il s'agit d'un facteur prépondérant pour juger de la rentabilité de l'investissement en regarni.
 - Par exemple, un scarifiage combiné à un regarni d'EPN sur RE2, avec peu de compétition aura un résultat potentiellement intéressant. En contrepartie, reboiser de l'EPN dans une régénération préétabli de SAB de 2 mètres de hauteur risque d'être un investissement non rentable.

Scénario analysé (générique)

<i>Action</i>	<i>Moment de réalisation</i>	<i>Coûts</i>	<i>Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)</i>
Après récolte	0	n/a	n/a
Préparation de terrain	0	Variable selon le type de préparation de terrain retenu (machine et % de superficie couverte).	n/a
Regarni	1	Variable selon la dimension des plants, la quantité mis en terre et leur niveau d'amélioration génétique (ex. calibre 45-110 à 800 plants/hectare).	n/a
Entretien	2 à X Moment de réalisation et nombre variables selon la fertilité de la station, l'essence reboisée et la dimension initiale des plants.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités.	n/a
Récolte finale	Âge de maturité	Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Volume : Une récolte composée de régénération naturelle et de plants regarnis. Très variable, plusieurs cas sont possibles.

- Début de perpétuité : 0
- Horizon : âge de maturité

4.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Volumes récoltés (hypothèse optimiste, réaliste et pessimiste);
- Coût des traitements :
 - Préparation de terrain
 - Travaux d'entretien
 - Calibre des plants
 - Densité de mise en terre (plants/hectare)
- Etc.

5 Scénarios sylvicoles d'éducation de peuplement en forêt naturelle

5.1 Description des traitements

Lors de la réalisation de l'atelier, des participants ont évoqués que des travaux de dégagement de la régénération naturelle se réalisaient dans leur région. Afin de limiter la multiplication des cas d'analyse, il est proposé, pour les fins du présent document, d'assimiler ces travaux à du nettoyage hâtif. Les effets attendus sont donc les mêmes. Seuls les moments de réalisation diffèrent.

Le **dégagement ou nettoyage hâtif** consiste à couper la végétation concurrente pour libérer la régénération d'essences désirées au stade de semis ou à créer des conditions propices à l'établissement de la régénération. En plus de l'enlèvement des espèces concurrentes, le dégagement peut également inclure l'élimination des sujets avec des déformations de la tige.

Le **nettoyement** réfère pour sa part à un dégagement réalisé au stade de gaulis. Il consiste donc à couper les espèces concurrentes, mais plus tard dans la vie du peuplement. Le nettoyage peut être appliqué lorsque la régénération est obtenue naturellement ou par plantation. L'objectif principal du dégagement et du nettoyage est de diriger l'évolution de la succession forestière au profit d'essences désirées. Ces traitements permettent aux essences désirées d'exprimer leur potentiel de croissance en éliminant les espèces concurrentes qui provoquent des interactions négatives directes (concurrence pour les ressources) ou indirectes (allélopathie). Comme le dégagement est exclusivement appliqué dans un contexte de remise en production de manière artificielle, ses effets sont présentés dans le document synthèse sur le traitement de plantation.

L'**éclaircie précommerciale** (EPC) consiste à réduire l'intensité de la concurrence exercée sur des arbres d'avenir en coupant certains autres arbres. Le traitement peut être appliqué dans un peuplement de structure régulière ou irrégulière. Il est réalisé en éliminant principalement des arbres d'essences désirées en surnombre ainsi que d'espèces à maîtriser dans les strates de gaules (toutes les compositions de peuplements) ou de perches (peuplements feuillus). L'EPC reproduit ainsi le phénomène d'autoéclaircie (mort induite par la concurrence). Le principal objectif est de stimuler la croissance en diamètre des arbres d'avenir choisis.

En peuplements naturels, le nettoyage s'inscrit dans une intensité de sylviculture de base alors que l'éclaircie précommerciale peut aussi être appliquée dans un scénario sylvicole intensif (Gravel et Meunier 2013).

Les résultats qui devraient être observés dans les peuplements traités varient en fonction du traitement et de la période de temps considérée.

Pour le nettoyage (Gravel et al. 2014) :

De 0 à 5 ans

- Un peuplement principalement composé d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED) libres de croître, distribués individuellement ou en groupe, avec quelques îlots de végétation concurrente.
- Une augmentation de la croissance annuelle (surtout en diamètre) et, potentiellement, du taux de survie des AAED.

Analyse économique des investissements sylvicole

De 5 à 20 ans

- Une succession traitée de manière à assurer une présence importante d'AAED dans l'étage dominant du peuplement.

20 ans et plus

- Une augmentation de la production ligneuse d'AAED à l'hectare.
- La facilitation d'une éventuelle éclaircie commerciale.

Pour l'éclaircie précommerciale (Barette et al. 2014, Guillemette et al. 2014) :

De 0 à 5 ans

- Un peuplement composé d'un nombre déterminé d'AAED éclaircis et spatialement bien distribués.
- Une concentration des ressources sur les AAED afin de favoriser leur croissance (surtout en diamètre).

De 5 à 20 ans

- Une augmentation de la survie et de la croissance et le maintien du peuplement des AAED éclaircis dans le couvert dominant.
- En général, on peut espérer que les AAED éclaircis aient un diamètre moyen supérieur.

20 ans et plus

- Une augmentation de la production ligneuse à l'hectare constituée d'AAED ayant un diamètre plus grand (p. ex. : le volume de sciage en peuplement résineux).

5.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

i. L'EPC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis

- Le DHP moyen devrait donc être supérieur si ces traitements sont réalisés.

ii. L'EPC et le nettoyage influencent la composition finale du peuplement

- Composition finale du peuplement non traité potentiellement différente :
 - I. Plus d'essences non désirées dans le cas des peuplements propices au nettoyage non traités;
 - II. Plus d'essences moins intéressantes parmi le groupe d'essences désirées en l'absence d'une EPC.

iii. L'EPC et le nettoyage ne permettent pas d'obtenir une plus grande production de volume marchand par unité de surface

- Dans le cas du nettoyage, la production marchande toutes essences peut être diminuée en fonction de l'importance du changement de composition réalisé au profit d'essences à croissance moins rapide, mais son impact réel sur la production utile dépend de la possibilité ou non de disposer des essences peu ou pas désirées.

iv. L'EPC et le nettoyage permettent de diminuer l'âge d'exploitabilité absolue

Analyse économique des investissements sylvicole

- v. L'EPC permet de réduire l'âge d'exploitabilité technique¹⁶
- vi. L'EPC peut affecter la qualité des arbres éclaircis

5.3 Hypothèses de rendement

5.3.1 Sources d'informations et outils disponibles

5.3.1.1 Cas 1. Peuplements résineux

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
i. L'EPC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	EPC-puits et EPC-systématique : Tremblay et al. (2013), p. 288 à 290; Barrette et al. (2014); Gravel et al. (2014); Newton et Charlebois (2003).	L'hypothèse posée est que l'EPC permet d'augmenter de 1 à 2 cm , le DHP des arbres éclaircis 20 à 25 ans après le traitement. Par la suite, nous posons l'hypothèse que ce gain se maintiendra jusqu'à maturité , sans toutefois produire une augmentation de la production marchande. Cela implique donc une diminution du nombre total d'arbres/ha pour compenser le gain de DHP.
ii. L'EPC et le nettoyage influencent la composition finale du peuplement	Aucun	L'hypothèse posée est que des essences moins ou non désirées seront coupées. L'effet devrait être proportionnel au succès du traitement dans le cas du nettoyage. Pour l'EPC, la modification de la composition au profit d'essences plus désirées devrait être fonction de l'abondance et de la répartition de ces essences et de la proportion du peuplement traitée.
iii. L'EPC et le nettoyage ne permettent pas d'obtenir une plus grande production de volume marchand par unité de surface	Newton et Charlebois (2003)	Dans le cas de l'EPC, l'effet se manifeste au cours des 20 années suivant le traitement. Pendant ce temps et par la suite, l'auto-éclaircie s'opère dans les peuplements non traités de telle sorte que la production marchande est semblable à maturité. Dans le cas du nettoyage, la production marchande toutes essences devrait diminuer en fonction de l'importance du changement de composition réalisé au profit d'essences à croissance moins rapide, mais son impact réel sur la production utile dépend de la possibilité ou

¹⁶ Âge où on obtient la plus grande quantité de matière ligneuse pour un usage donné (p. ex., le sciage). En augmentant la croissance en DHP des tiges, la réalisation d'une EPC peut permettre d'atteindre plus rapidement l'obtention de tiges aptes au sciage.

Analyse économique des investissements sylvicole

		non de disposer des essences peu ou pas désirées.
iv. L'EPC et le nettoyage permettent de diminuer l'âge d'exploitabilité absolue	Résultats en parallèle des travaux du Comité scientifique sur l'EPC qui ont menés à la Note de recherche n° 153 forestière en préparation	<p>Dans le cas du nettoyage, le fait de couper des essences à croissance rapide afin de favoriser des essences à croissance moins rapide peut augmenter l'âge d'exploitabilité absolue.</p> <p>Dans le cas de l'EPC, l'âge d'exploitabilité absolue sera devancé de 5 à 15 ans en fonction notamment des essences et des stations.</p>
v. L'EPC permet de réduire l'âge d'exploitabilité technique	Résultats en parallèle des travaux du Comité scientifique sur l'EPC qui ont menés à la Note de recherche n° 153 forestière en préparation	<p>Le gain de DHP des arbres éclaircis (point i) permet d'obtenir des arbres avec un diamètre marchand ainsi que de dimensions sciage plus rapidement.</p> <p>L'écart de 2 cm au DHP pourrait se traduire par une diminution de l'âge d'exploitabilité technique de 5 à 10 ans. Les diamètres supérieurs permettent également de réaliser une éclaircie commerciale ou encore de la devancer.</p>
vi. L'EPC peut affecter la qualité des arbres éclaircis	Aucun	<p>Une libération trop importante des arbres d'essences désirées peut avoir pour effets d'augmenter la proportion de bois juvénile et le défilement en plus de favoriser le maintien et le développement des branches basses sur le tronc.</p> <p>La sélection préférentielle des essences ayant naturellement une meilleure qualité de fibre peut avoir un effet bénéfique à l'échelle du peuplement.</p> <p>Les risques de blessures portées aux arbres sur toute leur révolution sont grands (vents, verglas, etc.).</p>

5.3.1.2 Cas 2. Peuplements feuillus

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
i. L'EPC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	<p>EPC-puits : Tremblay et al. (2013), p. 290 à 292</p> <p>EPC-systématique : Swift et al. (2016)</p>	<p>Permet d'augmenter de 2 cm le DHP des arbres éclaircis au moment où les arbres des étages dominants et codominants atteignent au moins 10 cm de DHP.</p> <p>Par la suite, nous posons l'hypothèse que ce gain se maintiendra jusqu'à maturité, sans toutefois produire une</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

		augmentation de la production, ce qui implique une diminution du nombre total d'arbres/ha pour compenser le gain de DHP.
ii. L'EPC et le nettoyage influencent la composition finale du peuplement	Aucun	L'hypothèse posée est que des essences moins ou non désirées seront davantage coupées. Cet effet est proportionnel à la proportion du peuplement qui est couvert par la coupe (le cas de l'EPC-puits ne couvre pas toute la superficie).
iii. L'EPC et le nettoyage ne permettent pas d'obtenir une plus grande production de volume marchand par unité de surface	Swift et al. (2016)	Que l'EPC ait été faite par puits de lumière ou systématique (cas de Swift et al. 2016), son effet sur le volume devrait être atténué environ 50 ans après l'EPC. Il n'y a pas raison de penser que cet effet puisse être différent pour le nettoyage.
iv. i. L'EPC et le nettoyage permettent de diminuer l'âge d'exploitabilité absolue	Aucun	Cohérence avec le point iii.
v. L'EPC permet de réduire l'âge d'exploitabilité technique	Aucun	Le gain de DHP des arbres éclaircis (point i), permet de récolter un peu plus tôt les arbres pour un même diamètre visé, parmi ceux d'une même essence. Toutefois, l'écart de 2 cm au DHP représente environ 5 années de croissance.
vi. L'EPC peut affecter la qualité des arbres éclaircis	Swift et al. (2016)	L'EPC-systématique a démontré que la densité résiduelle n'avait pas d'effet significatif sur la qualité des arbres. Il n'existe pas de démonstration à long terme des bénéfices engendrés par l'EPC-puits sur la qualité des arbres qui serait attribuable à la sélection intra spécifique. Les risques de blessures portées aux arbres sur toute leur révolution sont grands (vents, verglas, etc.).

5.3.2 Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF

Effets du traitement	Division BFEC	Prise en compte (oui/non)		Remarques
		Cas 1. Peuplements résineux	Cas 2. Peuplements feuillus	
i. L'EPC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis		NON	NON	Aucun ajustement fait, ni au DHP, ni au nombre de tiges.
	DSE	OUI	NON	Les courbes d'EPC résineuses utilisées pour les EPC actuelles et futures avaient un gain moyen de 17% du dm^3/ti . Pour les peuplements feuillus, la remarque générale s'applique.
ii. L'EPC et le nettoyage influencent la composition finale du peuplement		OUI	OUI	Une courbe de composition désirée est choisie parmi celles de l'UA.
iii. L'EPC et le nettoyage ne permettent pas d'obtenir une plus grande production de volume marchand par unité de surface		OUI/NON	OUI/NON	Une courbe de composition désirée est choisie parmi celles de l'UA. Donc productivité en plus ou en moins pouvant être observée.
	DSE	OUI	OUI/NON	Les courbes d'EPC résineuses utilisées pour les EPC actuelles et futures avaient un gain moyen de $65\text{m}^3/\text{ha}$ à maturité. Pour les peuplements feuillus, la remarque générale s'applique.
iv. L'EPC et le nettoyage permettent de diminuer l'âge d'exploitabilité absolue du peuplement		OUI/NON	OUI/NON	Une courbe de composition désirée est choisie parmi celle de l'UA. Donc un âge de maturité différent (en plus ou en moins) peut être observé.
	DSE	OUI	OUI/NON	Les courbes d'EPC résineuses utilisées pour les EPC actuelles et futures avaient un devancement de la maturité moyen d'une période (5 ans). Pour les peuplements feuillus, la remarque générale s'applique.
v. L'EPC permet de réduire l'âge d'exploitabilité technique		NON	NON	Pas de maturité technique dans les travaux du BFEC.
vi. L'EPC peut affecter la qualité des		NON	NON	Pas de qualité en général dans les modèles du BFEC. Pour ce qui est du bois feuillu, aucun ajustement en lien

Analyse économique des investissements sylvicole

arbres éclaircis				avec l'EPC.
------------------	--	--	--	-------------

Pour plus d'information, voir la fiche 3.2 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* intitulée [Éducation au stade gaulis](#) :

5.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

5.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description
i. L'EPC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	Augmentation de la valeur par m ³ en raison des DHP plus gros (\$/m ³).	SEPM = oui Feuillus =oui/non	SEPM : L'ajustement usine permet de calculer le gain de valeur par m ³ résultant de l'augmentation du DHP des arbres. Feuillus : La matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP dans la version 2.2 du MÉRIS. Les autres matrices (ABCD, MSCR-OP et MSCR12) présentent des variations par groupes de DHP. Des travaux de modification des matrices de répartition sont actuellement en cours. À terme, ceux-ci devraient permettre de solutionner cette problématique
	Diminution des coûts de récolte (\$/m ³).	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
ii. L'EPC et le nettoiement influencent la composition finale du peuplement	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha).	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine

Analyse économique des investissements sylvicole

			SEPM en fonction de l'essence et du DHP). Voir l'annexe I pour la gestion des bois sans preneurs.
	Utilisation accrue des bois qui seront récoltés.	Oui	Par défaut, l'ensemble des volumes récoltés sont considérés utilisés dans MÉRIS. La gestion des bois sans preneur pour le scénario de référence est présentée à l'annexe I.
iii. L'EPC et le nettoyage ne permettent pas d'obtenir une plus grande production de volume marchand par unité de surface	Aucun. Toutefois les courbes d'effets de traitement assignée par le BFEC sont susceptibles d'influencer ce paramètre en plus ou en moins	n/a	n/a
iv. L'EPC et le nettoyage permettent de diminuer l'âge d'exploitabilité absolue du peuplement	Peuplements résineux : Réduction du délai d'attente entre le revenu et l'investissement. Cela a un impact sur la VAN et la VANP, car les coûts et revenus sont plus fréquents et rapprochés dans le temps.	Oui	Le calcul de la VAN et de la VANP est influencé par l'horizon du scénario en raison du taux d'actualisation.
	Peuplements feuillus : Aucun. Toutefois les courbes d'effets de traitement assignée par le BFEC sont susceptibles d'influencer ce paramètre en plus ou en moins.	n/a	n/a
v. L'EPC permet de réduire l'âge d'exploitabilité technique	Réduction du délai d'attente entre le revenu et l'investissement. Cela a un impact sur la VAN et la VANP, car les coûts et revenus sont plus fréquents et rapprochés dans le temps.	Oui	Le calcul de la VAN et de la VANP est influencé par l'horizon du scénario en raison du taux d'actualisation.
vi. L'EPC peut affecter la qualité des arbres éclaircis	Valeur unitaire moindre pour chacun des m ³ (\$/m ³) si leur qualité est moindre.	SEPM = oui Feuillus =	SEPM : Aucun élément ne prend directement en compte un effet de ce genre. Pour l'intégrer, il faudrait moduler

Analyse économique des investissements sylvicole

		oui/non	directement les revenus économiques. Feuillus : Les matrices de répartition par produits de MÉRIS, à l'exception de la matrice Essence-DHP, prennent en compte la qualité des arbres. Un arbre de qualité produit normalement plus de bois d'œuvre qu'un arbre de qualité inférieure
--	--	---------	---

5.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Il est recommandé d'intégrer les coûts qui reflètent le mieux les réalités régionales. Les coûts présents dans MÉRIS sont des moyennes provinciales qui doivent être considérées comme des valeurs par défaut.

Les éléments qui influencent les coûts de réalisation ont été déduit du document « [Valeur des traitements sylvicoles non commerciaux pour l'année financière 2017-2018](#) ».

Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation des traitements d'éducation :

- **Nettoisement (peuplement naturel) :**
 - Densité initiale
 - Coefficient de distribution des résineux libre de croître
 - Pente du terrain
 - Hébergement (avec ou sans camp)
- **Éclaircie précommerciale systématique (peuplement naturel)**
 - Densité initiale
 - Type de composition visée (Peuplier, Résineux, Mixte à tendance résineuse)
 - Pente du terrain
 - Hébergement (avec ou sans camp)
- **Éclaircie précommerciale par puits de lumière et taille de formation avec martelage :**
 - Densité des arbres à éclaircir
 - Hauteur des arbres à éclaircir
 - Avec ou sans taille de formation
 - Pente du terrain
 - Hébergement (avec ou sans camp)

Analyse économique des investissements sylvicole

5.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur (nettoisement)	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.
Dispersion	Pour les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.

5.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

5.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Grand type de couvert	Remarques
Éclaircie précommerciale en peuplement naturel résineux	Structure régulière	SEPM SEPM-FI	EPC-EC-CPRS EPC - CPRS
Éclaircie précommerciale en peuplement naturel feuillus (puits de lumière)	Structure régulière	FT MFT FI MFI BOP	EPC-EC-CPRS SCA- EPC -CPRS
Nettoisement de la régénération naturelle résineuse	Structure régulière ou irrégulière	MFI	NET -CPRS
Nettoisement de la régénération naturelle de feuillus durs	Structure régulière ou irrégulière	FT-FI FT-R	<u>Rappel : dans le cadre du présent document, les scénarios de dégagement de la régénération naturelle sont associés à un nettoisement hâtif.</u> Scénarios de base : CPR + SCA + NET + CT CPR + SCA + NET + CT+ EPC CRS + SCA + NET CPI_RL + SCA + NET Scénarios intensifs : CPR + SCA + NET + CT + EPC* + EPC* + EC CRS + SCA + NET + EPC* + EPC* + EC

Analyse économique des investissements sylvicole

			* Dans les scénarios intensifs avec Bj ou Es, les EPC correspondent à des traitements d'éducation combinés à une taille de formation / élagage
--	--	--	--

5.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence

5.5.2.1 Éclaircie précommerciale en peuplement naturel résineux

Caractéristiques générales

- Le scénario analysé, qui contient une ÉPC, doit avoir **un âge d'exploitabilité absolue inférieur de 10 ans** et le **même volume à maturité** qu'un scénario équivalent sans EPC;
- En contrepartie, le scénario analysé nécessitera probablement un regarni ou une plantation pour la prochaine révolution. Ce qui ne saura pas nécessairement le cas dans le scénario sans EPC. La section « Analyse de sensibilité » suggère des tests possibles pour prendre en compte cela;
- Les arbres récoltés à maturité, dans le scénario analysé, doivent avoir un **DHP moyen plus élevé** que celui d'un scénario équivalent sans EPC;
- Dans le cas d'un peuplement initialement composé d'un mélange d'essences résineuses (ex SAB et EPB), **la proportion d'essences désirées est plus importante** dans les volumes récoltés à maturité que dans ceux d'un scénario équivalent sans EPC.

Scénario analysé

- Pour l'ensemble des régions, l'utilisation des courbes d'effets de traitement EPC du CPF est recommandée :
 - Pour la plupart des régions, elles ont un volume à maturité et une composition conforme aux effets attendus du traitement;
 - Une modification de l'âge de maturité est toutefois nécessaire pour s'ajuster au point iv des peuplements résineux (section 3.1);
 - Les courbes d'effets de traitement de l'EPC sont toutefois susceptibles d'influencer l'âge d'exploitabilité et le volume à maturité en plus et en moins. Il est recommandé de procéder à quelques vérifications sommaires afin de s'assurer qu'elles ne véhiculent pas de distorsions importantes;
 - Le gain en DHP n'est généralement pas capté. Un ajustement doit être fait sur les caractéristiques des prélèvements déduits des courbes afin de l'intégrer. L'annexe II présente comment réaliser simplement un ajustement du DHP moyen.
- Pour les régions du Sud-Est, les courbes d'effets de traitement EPC du CPF ne peuvent être utilisées car elles véhiculent des hypothèses d'effets de traitement qui ne sont pas conformes avec l'état des connaissances (sections 2 et 3 du présent document). Pour ces régions, il est requis de générer des nouvelles courbes d'effets de traitement. Pour y parvenir, une simple réutilisation de la courbe qui précède celles de l'effet de traitement est suffisante. Cette réutilisation permettra de générer des courbes équivalentes à celles des autres régions. La démarche présentée dans le tableau qui suit pourra par la suite être utilisée.

Analyse économique des investissements sylvicole

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	n/a	n/a
Éclaircie précommerciale	Variable selon les modalités régionales.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités.	n/a
Traitement commercial intermédiaire	Variable Il peut y en avoir aucun ou plusieurs. Leur moment de réalisation est variable selon le scénario analysé et peut être déduit des courbes.	Variable selon le traitement et les caractéristiques du peuplement. Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Variable selon la courbe du BFEC. Pour les EC, le DHP moyen des tiges prélevées doit être augmenté de façon à capter le gain du traitement d'EPC sur le diamètre. L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement.
Récolte finale	Âge de maturité Variable selon la courbe du BFEC utilisé.	Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Variable selon la courbe du BFEC. Le DHP moyen des tiges prélevées doit être augmenté de façon à capter le gain du traitement d'EPC sur le diamètre. L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement.

5.5.3 Éclaircie précommerciale en peuplement naturel feuillu

Caractéristiques générales

- Le scénario analysé, qui contient une ÉPC, doit avoir le **même âge d'exploitabilité absolue** et le **même volume à maturité** qu'un scénario équivalent sans EPC;
- Les arbres récoltés à maturité, dans le scénario analysé, doivent avoir un **DHP moyen plus élevé** que celui d'un scénario équivalent sans EPC;
- Dans le cas d'un peuplement initialement composé d'un mélange d'essences, la **proportion d'essences désirées est plus importante** dans les volumes récoltés à maturité que dans ceux d'un scénario équivalent sans EPC.

Scénario analysé

Analyse économique des investissements sylvicole

- Pour l'ensemble des régions, l'utilisation des courbes d'effets de traitement EPC du CPF est recommandée :
 - Pour la plupart des régions, elles ont un volume à maturité, une composition et un âge de maturité conforme aux effets attendus du traitement;
 - Les courbes d'effets de traitement de l'EPC sont toutefois susceptibles d'influencer l'âge d'exploitabilité et le volume à maturité en plus et en moins. Il est recommandé de procéder à quelques vérifications sommaires afin de s'assurer qu'elles ne véhiculent pas de distorsions importantes;
 - Le gain en DHP n'est généralement pas capté. Un ajustement doit être fait sur les caractéristiques des prélèvements déduits des courbes afin de l'intégrer. L'annexe II présente comment réaliser simplement un ajustement du DHP moyen;
 - La matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP depuis la version 2.2 du MÉRIS. Les autres matrices (ABCD, MSCR-OP et MSCR12) présentent des variations par groupes de DHP. Des travaux de modification des matrices de répartition sont actuellement en cours. À terme, ceux-ci devraient permettre de solutionner cette problématique.

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	Aucun	Na
Éclaircie précommerciale	Variable selon les modalités régionales.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités. Martelage : si applicable pour EPC-puit	Na
Traitement commercial intermédiaire	Variable Il peut y en avoir aucun ou plusieurs. Leur moment de réalisation est variable selon le scénario analysé et peut être déduit des courbes.	Variable selon le traitement et les caractéristiques du peuplement. Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Variable selon la courbe du BFEC. Pour les EC, le DHP moyen des tiges prélevées doit être augmenté de façon à capter le gain du traitement d'EPC sur le diamètre. L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement. Nous rappelons que seul la matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP depuis la version 2.2 du MÉRIS. Dans

Analyse économique des investissements sylvicole

			les autres matrices, le gain de valeur associé à l'augmentation de la dimension des arbres ne sera pas capté.
Récolte finale	Âge de maturité Variable selon la courbe du BFEC utilisé.	Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Variable selon la courbe du BFEC. Pour les EC, le DHP moyen des tiges prélevées doit être augmenté de façon à capter le gain du traitement d'EPC sur le diamètre. L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement. Nous rappelons que seul la matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP depuis la version 2.2 du MÉRIS. Dans les autres matrices, le gain de valeur associé à l'augmentation de la dimension des arbres ne sera pas capté.

5.5.4 Nettoiement de la régénération naturelle résineuse et la régénération naturelle de feuillus durs

Caractéristiques générales

- Le scénario analysé, qui contient un nettoiement, doit avoir **une proportion des volumes en essences désirées plus importante** que celle d'un scénario équivalent sans nettoiement;
- Le scénario analysé contient un volume et une maturité équivalentes à celui d'un scénario équivalent sans nettoiement;
- Il n'est pas requis de procéder à un ajustement des DHP moyen des arbres.

Scénario analysé

- Pour l'ensemble des régions, l'utilisation des courbes d'effets de traitement du CPF est recommandée :
 - Pour la plupart des régions, elles ont un volume à maturité, une composition et un âge de maturité conforme aux effets attendus du traitement;
 - Les courbes d'effets de traitement du nettoiement sont toutefois susceptibles d'influencer la composition, l'âge d'exploitabilité et le volume à maturité en plus et en moins. Il est

Analyse économique des investissements sylvicole

recommandé de procéder à quelques vérifications sommaires afin de s'assurer qu'elles ne véhiculent pas de distorsions importantes;

- Pour les fins de l'analyse, il est essentiel de paramétrer MÉRIS afin de gérer convenablement les essences sans preneur (Annexe I).

Analyse économique des investissements sylvicole

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	Aucun	Na
Nettoiemment	Variable selon les modalités régionales.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités.	Na
Traitement commercial intermédiaire	Variable Il peut y en avoir aucun ou plusieurs. Leur moment de réalisation est variable selon le scénario analysé et peut être déduit des courbes.	Variable selon le traitement et les caractéristiques du peuplement. Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Variable selon la courbe du BFEC. Aucun ajustement requis à l'exception du paramétrage de MÉRIS pour la gestion des sans preneur (Annexe I)
Récolte finale	Âge de maturité Variable selon la courbe du BFEC utilisé.	Calcul automatique du coût de récolte avec MÉRIS.	Variable selon la courbe du BFEC. Aucun ajustement requis à l'exception du paramétrage de MÉRIS pour la gestion des sans preneur (Annexe I)

5.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Gain en DHP (+2, +4, +6, +8);
- Coût du traitement;
- Variation de l'âge d'exploitabilité absolue entre 5 et 15 ans pour l'EPC résineuse;
- Âge exploitabilité technique plutôt qu'absolue;
- Gain en volume;
- Variation de la composition (effet du traitement dans le cas du nettoyage);
- Nécessité de regarnir ou planter après la première révolution :
 - Ajouté au scénario analysé les coûts liés au REG/PLT après la première révolution;
 - Ajouté un scénario REG/PLT en deuxième révolution;
 - Retarder la coupe finale pour permettre un ensemencement naturel.
- Etc.

6 Scénarios sylvicoles d'éclaircie commerciale en forêt naturelle

6.1 Description des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

L'**éclaircie commerciale** (EC) consiste à récolter une partie des arbres marchands de structure régulière, parvenus en période de prématurité, afin d'en répartir le potentiel de production sur un nombre limité d'arbres. Les principaux objectifs de l'EC sont d'augmenter la croissance en diamètre des arbres résiduels, et donc leur vigueur, ainsi que d'améliorer la qualité et, par conséquent, la valeur du peuplement résiduel. Elle maintient aussi la vigueur des arbres et diminue le taux de mortalité dans le peuplement résiduel.

En peuplements naturels, l'éclaircie commerciale s'inscrit dans scénario sylvicole intensif (Gravel et Meunier 2013).

Les résultats qui devraient être observés dans les peuplements traités varient en fonction du traitement et de la période de temps considérée (Latrémouille et Larouche 2014) :

De 0 à 5 ans

- Le maintien de la vigueur des arbres et l'amélioration de la qualité du peuplement résiduel.
- La régularisation des approvisionnements en matière ligneuse au cours de la révolution et l'anticipation d'une partie de la récolte finale.

De 5 à 20 ans

- La diminution de la concurrence entre les arbres et du taux de mortalité dans le peuplement résiduel.

20 ans et plus

- La production de tiges de gros diamètre ayant une grande valeur au moment de la récolte finale (ex. : volume de bois de sciage et de déroulage).

6.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

i. L'EC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres résiduels

- Le DHP moyen devrait donc être supérieur si ce traitement est réalisé.

ii. L'EC modifie la composition finale du peuplement

- Plus d'essences moins intéressantes parmi le groupe d'essences désirées en l'absence d'une EC.

iii. L'EC maintient la production de volume marchand par unité de surface

- L'EC peut *toutefois* augmenter la production en volume marchand des peuplements de feuillus nobles lorsqu'elle est faite tôt.

iv. L'EC modifie la qualité des arbres résiduels

6.3 Hypothèses de rendement

- En peuplement résineux et feuillus, l'EC permet d'avoir la même production marchande cumulative à maturité que celle du peuplement non traité, mais elle est distribuée sur moins d'arbres.
- En peuplement de feuillus nobles, l'EC réalisée hâtivement et de manière graduelle par des interventions répétées peut permettre d'augmenter la production marchande.

6.3.1 Sources d'informations et outils disponibles

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

6.3.1.1 Cas 1. Peuplement résineux (SEPM)

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
i. L'EC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	CCSMAF (2003), Laflèche et al. (2013), p. 315 à 317 Latremouille et Larouche (2014)	L'hypothèse posée est que l'EC permet d'augmenter l'accroissement en DHP des arbres éclaircis au cours de la période allant jusqu'à la récolte finale qui devrait avoir lieu au moins 15 ans après traitement. Cela implique donc une diminution du nombre total d'arbres/ha pour compenser le gain de DHP.
ii. L'EC modifie la composition finale du peuplement	Aucun	L'hypothèse posée est que les essences moins ou pas désirées seront récoltées en priorité. Cet effet doit être adapté à la variante d'EC, au taux de prélèvement et à leur proportion initiale.
iii. L'EC maintient la production de volume marchand par unité de surface	CCSMAF (2003), Laflèche et al. (2013), p. 315 à 317	L'EC permet d'obtenir une production marchande cumulative (volume récolté lors de l'éclaircie + volume récolté à la coupe finale) à maturité semblable à celles du peuplement non traité. Par contre, la production est moindre lorsque l'intervention diminue l'utilisation du territoire, p. ex. en créant des trouées. En stimulant le développement en diamètre des arbres, l'EC permet d'avoir une plus grande

Analyse économique des investissements sylvicole

		production en arbres de plus gros diamètres (p. ex. volume sciage).
iv. L'EC modifie la qualité des arbres résiduels	CCSMAF (2003), Laflèche et al. (2013), p. 315 à 317 Latrémouille et Larouche (2014)	<p>Une libération trop importante des arbres d'essences désirées et les blessures peuvent avoir pour effet de modifier les propriétés des bois et ainsi annuler les bénéfices possibles de la sélection des meilleurs arbres.</p> <p>La sélection préférentielle des essences ayant naturellement une meilleure qualité de fibre peut avoir un effet bénéfique à l'échelle du peuplement.</p>

6.3.1.2 Cas 2. Peuplement feuillu

Le moment idéal de réalisation d'une première éclaircie commerciale est le plus tôt possible, dès que les volumes à récolter sont suffisant pour permettre la mise en marché des bois. Les plus jeunes peuplements traités dans les expériences québécoises avaient des diamètres moyens quadratiques d'environ 16 à 17 cm et une surface terrière d'au moins 22 m²/ha.

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
i. L'EC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	Pothier (1996), Bédard et al. (2018), Données non publiées du Dispositif SV2006	<p>L'éclaircie commerciale permet d'augmenter de 2 cm le DHP des arbres résiduels sur une période de 20 ans. Le gain se fait principalement pour des perches (10-18 cm), puis un peu pour des petits bois (20-28 cm).</p> <p>Par la suite, nous posons l'hypothèse que ce gain se maintiendra jusqu'à maturité.</p>
ii. L'EC modifie la composition finale du peuplement	Aucun	L'hypothèse posée est que des essences moins ou non désirées seront davantage coupées. Cet effet doit être adapté à la variante d'EC, au taux de prélèvement et à la proportion initiale des essences.
iii. L'EC maintien la production de volume marchand par unité de surface	Pothier (1996), Bédard et al. (2018), Données non publiées du Dispositif SV2006	Pour des éclaircies ciblant la récolte d'arbres susceptibles de mourir (opprimé, faible vigueur ou affligé de défauts majeurs) à un taux de récolte de 20 à 40 %, il est possible d'augmenter la

Analyse économique des investissements sylvicole

		production cumulative du peuplement (volumes des éclaircies + volume final). Pour une rotation de 20 ans suivant une EC, de 50 à 80 % du volume récolté devrait s'ajouter à la production totale du peuplement. Toutefois, ce volume sera composé presque exclusivement de bois de faible valeur (pâte, chauffage). Aussi, le volume final du peuplement sera légèrement inférieur à celui d'un peuplement non éclairci (environ -10 à -20 %).
iv. L'EC modifie la qualité des arbres résiduels	Aucun	Les bénéfices possibles de la sélection des meilleurs arbres à éclaircir peuvent être annulés par les blessures de récolte et les blessures naturelles portées aux arbres sur toute leur révolution (vents, verglas, etc.). Les gains possibles n'ont pas encore été démontrés pour nos conditions.

6.3.2 Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF

Responsable : Bureau du forestier en chef

Effets du traitement	Division BFEC	Prise en compte (oui/non)		Remarques
		Cas 1. Peuplements résineux	Cas 2. Peuplements feuillus*	
i. L'EC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	Est	Non	NA	Dans le cas des résineux, le % des tiges prélevées est le même que le volume, donc non ciblé vers les petites tiges.
	Ouest	Oui/Non	NA	Pour les régions 08 et 10, un effet a été intégré dans les courbes d'évolution des peuplements résineux pour capter l'accroissement en DHP des arbres éclaircis : <ul style="list-style-type: none"> • 33 % du volume total; • 40 % du nombre de tige total; • 40 % de la surface terrière totale.

Analyse économique des investissements sylvicole

				Pour les autres régions du service de l'Ouest, le % des tiges prélevées dans les peuplements résineux est le même que le volume, donc non ciblé vers les petites tiges.
<i>ii. L'EC modifie la composition finale du peuplement</i>		Non	NA	Même prélèvement appliqué à tous les groupes d'essences, donc même composition.
<i>iii. L'EC maintien la production de volume marchand par unité de surface</i>	Est	Oui/Non	NA	Dans les 2 modèles 2018 du BSL, des courbes proportionnelles ont été produites pour fixer le prélèvement initial de l'EC. Sinon, pour les autres régions du service de l'Est, la courbe d'effet est une courbe parallèle donc la somme des volumes récoltés du scénario EC est égale à celle sans EC.
	Ouest	Oui/Non	NA	Pour le service de l'Ouest, on retrouve dans le CPF 2013-2018 des courbes de type proportionnel et parallèle. Dans le cas des courbes de type parallèle, aucun effet n'est considéré. La somme des volumes récoltés du scénario EC est donc égale à celle sans EC. Dans le cas des courbes de type proportionnel, un effet a été intégré.
<i>iv. L'EC modifie la qualité des arbres résiduels</i>		Non	NA	La qualité des résineux n'est pas saisie dans les travaux du FEC

* Contenue du tableau toujours à « NA », car éclaircie commerciale en peuplement feuillus non modélisée dans les CPF.

Pour plus d'information, voir la fiche 3.5 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* intitulée *Éclaircie Commerciale* : http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/095-98_MDPF_EC.pdf

6.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

6.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description (spécifier les éléments des revenus et de coûts affectés)
i. L'EC permet l'augmentation de l'accroissement en DHP des arbres éclaircis	Augmentation de la valeur par m ³ en raison des DHP plus gros (\$/m ³).	SEPM = oui Feuillus = oui/non	SEPM : L'ajustement usine permet de calculer le gain de valeur par m ³ résultant de l'augmentation du DHP des arbres. Feuillus : La matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP dans la version 2.2 du MÉRIS. Les autres matrices (ABCD, MSCR-OP et MSCR12) présentent des variations par groupes de DHP. Des travaux de modification des matrices de répartition sont actuellement en cours. À terme, ceux-ci devraient permettre de solutionner cette problématique
	Augmentation des coûts de récolte (\$/m ³) lors de l'EC, car volume par tige moins élevé.	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
	Diminution des coûts de récolte (\$/m ³) lors de la récoltes finale, car volume par tige plus élevé.	Oui	
ii. L'EC modifie la composition finale du peuplement	Bois de plus faible valeur lors de la réalisation de l'EC, car récolte des essences de faibles valeur ou non désirées.	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence

Analyse économique des investissements sylvicole

	Bois de plus grande valeur lors de la récolte finale, car il reste les essences de plus grande valeur.	Oui	et du DHP). Voir l'annexe I pour la gestion des bois sans preneurs.
iii. L'EC maintien la production de volume marchand par unité de surface	Aucun	n/a	n/a
iv. L'EC modifie la qualité des arbres résiduels	Valeur unitaire moindre pour chacun des m ³ (\$/m ³) si leur qualité est moindre.	SEPM = oui Feuillus = oui/non	SEPM : Aucun élément ne prend directement en compte un effet de ce genre. Pour l'intégrer, il faudrait moduler directement les revenus économiques. Feuillus : Les matrices de répartition par produits de MÉRIS, à l'exception de la matrice Essence-DHP, prennent en compte la qualité des arbres. Un arbre de qualité produit normalement plus de bois d'œuvre qu'un arbre de qualité inférieure.
***Ajout : Moins de volume récolté par unité de surface comparativement à une coupe totale. Pour illustrer, il faut environ 3 ha en coupe partielle pour récolter le même volume sur un hectare en coupe totale.	Augmentation des coûts de dispersion (\$/ha).	Oui/Non	L'ajustement dispersion SEPM, si activé, calcul le « gain » économique résultant d'une production SEPM accrue de volume par hectare. Récolter plus de volume par unité de surface (m ³ /ha) permet d'amortir et de diminuer certains coûts d'exploitations (ex : voirie, fardier). Pour les essences autres que le SEPM, il n'existe pas d'ajustement automatique pour calculer l'augmentation des coûts de dispersion. Il faut les introduire manuellement dans l'analyse. À ce titre, des traitements « dispersion » ont été introduit dans MÉRIS 2.2 (table RATF). Ceux-ci permettent de tenir compte de l'effet dispersion en coupe partielle. Les coûts de dispersion varient par classe de volume net récolté.

Analyse économique des investissements sylvicole

6.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Il est recommandé d'intégrer les coûts qui reflètent le mieux les réalités régionales. Les coûts présents dans MÉRIS sont des moyennes provinciales qui doivent être considérées comme des valeurs par défaut.

Les éléments qui influencent les coûts de réalisation sont tirés du document « Directives sur les paiements du programme d'investissement dans les forêts traitées par coupes partielles, saison 2018-2019 »¹⁷. Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation des traitements de l'EC :

1. **Volume moyen des tiges à récolter (m³/tige) (influence le coût de récolte)**

L'équation de calcul des coûts de récolte intégrée dans MÉRIS est sensible au volume moyen des tiges à récolter. Par conséquent, aucun ajustement des coûts n'est requis pour prendre en compte l'influence de ce paramètre.

2. **Volume à prélever (m³/ha) (influence les coûts de dispersion)**

Il est requis d'introduire manuellement, dans l'analyse en peuplement mixte et feuillu, un coût supplémentaire de dispersion lors de chaque traitement d'EC (voir section précédente). Nous suggérons d'activer le modèle dispersion en peuplement SEPM.

6.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur (nettoisement)	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.
Dispersion	Pour les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.

6.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

6.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Grand type de couvert	Remarques
Éclaircie commerciale	Structure régulière, peuplement naturel.	Peuplements résineux	Scénarios avec ou sans EPC
Éclaircie	Structure	Peuplements feuillus	Scénarios avec ou

¹⁷ <https://bmmb.gouv.qc.ca/publications-et-reglements/valeur-des-traitements-sylvicoles/traitements-sylvicoles-commerciaux/directives-sur-les-paiements-du-programme-d-investissement-dans-les-forets-traitees-par-coupes-partielles>

Analyse économique des investissements sylvicole

commerciale	régulière, peuplement naturel.		sans EPC
Éclaircie commerciale	Structure régulière, peuplement naturel.	Peuplement de bouleau à papier (BOP)	À définir
Éclaircie commerciale	Structure régulière, peuplement naturel.	Peuplement de pins	À définir

6.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence

- On retrouve une diversité importante de caractéristiques des courbes du CPF pour les effets de traitement de l'EC en peuplement naturel résineux (i.e. Avec ou sans ajustement des DHP, maintien ou perte de rendement après EC (courbes parallèles ou proportionnelles)).
- Une utilisation directe de ces courbes, sans aucun ajustement, conduira inévitablement à l'obtention de différences importantes au niveau des hypothèses considérées par chacune des régions ainsi que par rapport à l'état des connaissances sur les effets attendus de l'EC en peuplement naturel résineux (sections 2 et 3 du présent document).
- Afin d'obtenir, en peuplement naturel résineux, des analyses cohérentes des scénarios d'EC, il est souhaitable de ne pas utiliser les courbes d'effets de traitement de l'EC du CPF. Il est préférable de déduire directement, à partir des courbes d'évolution avant EC, les caractéristiques dendrométriques des volumes prélevés lors de l'EC et de la coupe finale.
- **Cependant, il est primordial de valider le réalisme de ces caractéristiques dendrométriques (âge, DHP, nb ti/ha) à la surface terrière cible.** En effet, on observe sur certaines courbes que l'atteinte de la surface terrière pour déclencher l'EC arrive à un âge avancé (ex : sur la courbe A SbEn MS2, ST 25m²/ha est atteint à 80 ans avec de gros DHP. L'âge d'exploitabilité est à 70 ans). Rien n'est présentement développé pour solutionner cette problématique.
- Il est possible que sur les courbes d'effet de traitement EPC ou DEG-NET-EPC, normalement réalisés avant l'EC, on retrouve des améliorations de composition. Dans ces situations, on peut procéder à une vérification afin de choisir la courbe (actuelle ou effet de traitement EPC) qui donne le plus de bénéfices en terme de composition, dimension, etc.
- À l'échelle opérationnelle, les EC réalisées en peuplement naturel résineux correspondent à des éclaircies neutres. C'est-à-dire que lors de l'EC, on prélève des bois qui ont les mêmes caractéristiques que la moyenne du peuplement.
- Si un EPC a été préalablement réalisé, il faut ajuster les caractéristiques des prélèvements pour prendre en compte son effet sur le DHP des tiges (ex : +2 cm au moment de l'EC et lors de la récolte finale).
- Les effets de l'EPC et de l'EC sont additifs. Autrement dit, le gain de 2 cm au DHP des arbres obtenus par l'EPC doit être additionné à celui de l'EC.

Analyse économique des investissements sylvicole

- Pour les peuplements de feuillus, comme le traitement n'a pas été modélisé pour les fins du CPF, il ne devrait pas y avoir de courbes d'effet de traitement d'EC disponibles. Les orientations définies précédemment s'appliquent donc aussi à ces peuplements. Toutefois, si jamais des courbes étaient disponibles, il faudrait valider l'origine de ces courbes pour voir s'il serait préférable de les utiliser.

6.5.2.1 Éclaircie commerciale en peuplement naturel résineux

Caractéristiques générales

- Le volume total récolté (EC + coupe finale) au cours du scénario est identique à celui d'un scénario équivalent sans EC. Il n'y a ni gain, ni perte de volume;
- Le scénario analysé, qui contient une EC, doit avoir le **même âge d'exploitabilité absolue** et un **volume à maturité inférieur** à celui d'un scénario équivalent sans EC. Cependant, l'ajout d'un EPC dans le scénario analysé devancera l'atteinte de l'âge d'exploitabilité absolue. Veuillez-vous référer à la fiche synthèse portant sur l'EPC pour plus de détails;
- Les arbres récoltés à maturité, dans le scénario avec EC, doivent avoir un **DHP moyen plus élevé** que celui d'un scénario équivalent sans EC;
- Les arbres récoltés lors de l'EC doivent avoir un **DHP moyen plus faible** que celui des arbres récoltés à maturité;
- Les arbres récoltés lors de l'EC ont les mêmes caractéristiques que la moyenne du peuplement (éclaircie neutre);
- Si une EPC a été réalisé préalablement à l'EC, le DHP moyen des tiges prélevé lors de l'EC et lors de la récolte finales doit être augmenté afin de prendre en compte les effets de ce traitement (ex : + 2 cm). Ces effets s'additionnent à ceux de l'EC;
- Le gain sur le DHP des tiges, au moment de la récolte finale, est de l'ordre de 1 à 5 cm. Une formule présentée à l'annexe III permet de procéder à un calcul plus précis de ce gain pour chacun des scénarios.

Scénario analysé

- Deux scénarios :
 - (NET-EPC) - EC – CT
 - EC – CT

<i>Action</i>	<i>Moment de réalisation</i>	<i>Coûts</i>	<i>Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)</i>
Après récolte	0	n/a	n/a
Traitement sylvicole non commerciaux (NET-EPC)	Variable selon les modalités régionales.	Le coût unitaire de chacun des traitements varie selon ses modalités.	n/a
Éclaircie	Année	Récolte :	Volume : Les volumes par

Analyse économique des investissements sylvicole

<p>commerciale (EC)</p>	<p>correspondante à l'atteinte des critères déclencheurs :-</p> <p>-Surface terrière du peuplement entre 25 et 35 m²/ha.</p> <p>-Au moins 15 ans avant l'âge d'exploitabilité.</p>	<p>Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM</p> <p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>essence prélevés sont établis en multipliant les volumes de la courbe source, au moment retenus pour la réalisation de l'EC, par le % de prélèvement considéré.</p> <p>Les volumes récoltés ont les mêmes caractéristiques que ceux de la courbe source. Le niveau moyen de prélèvement devrait se situer entre 28 et 35%.</p> <p>DHP : Si une EPC a préalablement été réalisée dans le scénario analysé, le DHP moyen des tiges prélevées doit être augmenté de façon à capter le gain de ce traitement sur le diamètre moyen par essence (ex : + 2 cm). Le nombre de tiges et le volume par tige seront également ajustés. L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement.</p> <p>Dans le cas contraire (aucune EPC), le DHP moyen par essence utilisé est celui sur la courbe, comme le nombre de tiges et le volume par tige.</p>
<p>Récolte finale (CT)</p>	<p>Âge de maturité</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM</p>	<p>Volume totaux : Les volumes et les tiges par essence prélevés correspondent à ceux à l'âge d'exploitation sur la courbe source desquels on soustrait les volumes récoltés lors de l'EC.</p> <p>DHP : Le DHP moyen, le nombre de tiges et le volume par tige prélevés doivent être ajustés de façon à capter le gain du traitement d'EC et de l'EPC, si ce dernier a eu lieu.</p> <p>L'annexe III présente comment calculer le gain en DHP d'une EC. L'annexe II présente comment procéder aux ajustements requis</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

			de DHP.
--	--	--	---------

6.5.2.2 Éclaircie commerciale en peuplement naturel de feuillus

Caractéristiques générales

- Lorsque le traitement est réalisé en jeune âge, le volume total récolté (EC + coupe finale) est plus grand que celui d'une strate non éclaircie. Il y a un gain de volume car le volume récolté lors de l'EC se reconstitue partiellement;
- Le niveau de reconstitution du volume prélevé lors de l'EC est de l'ordre de 50 à 80 %. À titre d'exemple, si lors de l'EC on prélève 10m³, au moment de la coupe finale, 5 à 8 m³ de ces 10m³ se seront reconstitués et s'ajouteront à la production totale du peuplement;
- Le scénario analysé, qui contient une EC, doit avoir le **même âge d'exploitabilité absolue** et un **volume à maturité inférieur** à celui d'un scénario équivalent sans EC;
- Les arbres récoltés à maturité, dans le scénario avec EC, doivent avoir un **DHP moyen plus élevé** que celui d'un scénario équivalent sans EC;
- Le gain sur le DHP des tiges, au moment de la récolte finale, est de l'ordre de 2 cm;
- Les arbres récoltés lors de l'EC doivent avoir un **DHP moyen plus faible** que celui des tiges récoltés à maturité;
- Si une EPC a été réalisé préalablement à l'EC, le DHP moyen des tiges prélevé lors de l'EC et lors de la récolte finales doit être augmenté par exemple de 2 cm afin de prendre en compte les effets de ce traitement. Ces effets s'additionnent à ceux de l'EC;
- Si une courbe d'effet de traitement produite par Artémis pour l'EC existe, il est préférable d'utiliser celles-ci car elle repose sur une simulation de prélèvement d'Artémis.

Scénario analysé

- Deux scénarios :
 - EPC - EC – CT
 - EC – CT

<i>Action</i>	<i>Moment de réalisation</i>	<i>Coûts</i>	<i>Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)</i>
Après récolte	0	n/a	n/a
Traitement sylvicole (TS) non commerciaux (NET-EPC)	Variable selon les modalités régionales.	Variable selon les modalités régionales.	n/a
Éclaircie commerciale	Année correspondante	Récolte : Calcul automatique	Volume : Les volumes par essence prélevés sont établis en

Analyse économique des investissements sylvicole

<p>(EC)</p>	<p>à l'atteinte des critères déclencheurs :-</p> <ul style="list-style-type: none"> - Surface terrière du peuplement de 22 m²/ha. - DHP moyen d'au moins 16 cm. -Au moins 20 ans avant l'âge d'exploitabilité. 	<p>avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2 pour les peuplements mixtes et feuillus.</p> <p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>multipliant les volumes de la courbe source, au moment retenus pour la réalisation de l'EC, par le % de prélèvement considéré.</p> <p>Le niveau de récolte ou prélèvement est déterminé par la surface terrière résiduelle de 16 m²/ha.</p> <p>DHP : Si une EPC a préalablement été réalisée dans le scénario analysé, le DHP moyen des tiges prélevées doit être augmenté de façon à capter le gain de ce traitement sur le diamètre moyen par essence (ex : + 2 cm). Le nombre de tiges et le volume par tige seront également ajustés. L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement.</p> <p>Dans le cas contraire (aucune EPC), le DHP moyen par essence utilisé est celui sur la courbe, comme le nombre de tiges et le volume par tige.</p>
<p>Récolte finale (CT)</p>	<p>Âge de maturité</p>	<p>Récolte : Calcul automatique avec MÉRIS</p>	<p>Volume totaux : Les volumes et les tiges par essence prélevés correspondent à ceux à l'âge d'exploitation sur la courbe d'effet de traitement de l'EC, si disponible, ou sinon de la courbe actuelle d'évolution du GS. On soustrait alors 20 à 50% des volumes récoltés lors de l'EC.</p> <p>DHP : Le DHP moyen, le nombre de tiges et le volume par tige prélevés doivent être ajustés de façon à capter le gain du traitement d'EC (ex : + 2cm) et de l'EPC (ex : + 2cm), si ce dernier a eu lieu.</p> <p>L'annexe II présente comment procéder à cet ajustement pour le</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

			gain en DHP.
--	--	--	--------------

6.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Gain en DHP (+2, +4, +6, +8) de l'EC;
- Niveau de prélèvement lors de l'EC;
- Pour les scénarios feuillus, pourcentage de reconstitution du volume prélevé lors de l'EC;
- Etc.

7 Scénario sylvicoles de coupe partielle à couvert permanent en peuplement résineux (SEPM)

7.1 Description des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

La coupe progressive irrégulière (CPI) est un procédé de régénération qui vise à récolter le peuplement par une série de coupes partielles étalées sur une longue période dans le but d'établir, après chaque coupe, une nouvelle cohorte de régénération sous un couvert protecteur (Raymond et al. 2013). La période de régénération s'accomplit sur plus de 1/5 de la révolution et engendre des peuplements formés de deux à quatre classes d'âge. La structure du peuplement résultant est donc irrégulière (ni équiennne, ni équilibrée). Comme son nom l'indique, la variante de **CPI à couvert permanent (CPI-CP)** ne comporte pas de coupe finale. Le patron de récolte est libre et il peut résulter d'une intervention par pieds d'arbres ou par groupes d'arbres, en fonction de la localisation des arbres à récolter. La souplesse de la CPI-CP permet de s'adapter aux conditions hétérogènes des peuplements de structure irrégulière et de ceux composés de mélange d'essences dont les longévités et les tolérances à l'ombre diffèrent.

Les résultats qui devraient être observés dans les peuplements traités varient en fonction du traitement et de la période de temps considérée (Tremblay et al. 2014) :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier permanent et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une nouvelle cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.
- La conservation des attributs des vieilles forêts.

De 5 à 20 ans

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération d'essences désirées (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité.

7.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

Analyse économique des investissements sylvicole

- i. La coupe progressive irrégulière permet de stimuler la croissance en diamètre des arbres pendant les 15 à 20 années suivant l'intervention.
- ii. La coupe progressive irrégulière peut fournir une production relativement constante à intervalle régulier.
- iii. La coupe progressive irrégulière influence la composition du peuplement.
- iv. La coupe progressive irrégulière influence la qualité des arbres du peuplement.

7.3 Hypothèses de rendement

7.3.1 Sources d'information et outils disponibles

Critères normaux de prélèvement en peSSIères blanches et en sapinières boréales :

- Prélèvement d'environ 33 % de la surface terrière.
- La répartition spatiale du prélèvement couvre toute la surface, sous la forme de trouées de 50 à 200 m² (0,5 à 1H pour des sapins de 15 m) et pour l'épinette blanche de 200 m² (1 H).
- L'intervalle de coupe varie de 20 à 30 ans en fonction de la productivité de la station et de l'importance relative des essences. Un intervalle de coupe court est utilisé dans les conditions plus productives.
- Récolter en priorité les arbres défectueux, peu vigoureux, les gros arbres d'arbres d'essences peu longévives (p. ex. sapins DHP > 20 cm) et ceux à risque pour le chablis.

Critères normaux de prélèvement en peSSIères noires :

- Prélèvement d'environ 30 à 40 % de la surface terrière
- La répartition spatiale du prélèvement couvre toute la surface, sous la forme de trouées de 300 à 700 m² (1,5 à 2 H).
- L'intervalle de coupe varie de 50 à 70 ans en fonction de la productivité de la station et de l'importance relative des essences. Un intervalle court est utilisé dans les conditions plus productives.
- Récolter en priorité les arbres défectueux, peu vigoureux, les gros arbres d'arbres d'essences peu longévives (p. ex. sapins DHP > 20 cm) et ceux à risque pour le chablis (p. ex. épinettes noires DHP > 25 cm).

Analyse économique des investissements sylvicole

<i>Effets</i>	<i>Sources d'information et outils disponibles</i>	<i>Remarques</i>
i. La coupe progressive irrégulière permet de stimuler la croissance en diamètre des arbres pendant les 15 à 20 années suivant l'intervention.	Aucun	<ul style="list-style-type: none"> - La CPI-CP étant un nouveau traitement, la production à moyen et long terme n'est pas documentée. - L'hypothèse posée est qu'en récoltant les arbres moins vigoureux ainsi qu'une partie des vieux arbres, il sera possible de stimuler la croissance en diamètre des arbres résiduels et d'augmenter le recrutement des arbres marchands. - Le gain d'accroissement sera fonction de la vigueur ainsi que du degré de compétition subie par les arbres résiduels et des ressources rendues disponibles par la récolte d'arbres. Ainsi, un arbre résiduel suffisamment vigoureux et subissant des effets de la compétition devrait profiter de la récolte des compétiteurs.
ii. La coupe progressive irrégulière peut fournir une production relativement constante à intervalle régulier.	Raymond et al. 2013 (Tome 2 : chapitre 20 – La coupe progressive irrégulière)	<ul style="list-style-type: none"> - La CPI-CP étant un nouveau traitement, la production à moyen et long terme n'est pas documentée. - L'hypothèse posée est que la production devrait demeurer relativement constante lors de chaque intervention de récolte. Étant donné la diversité de la structure et la longueur de la période entre les récoltes partielles, le diamètre moyen des arbres récoltés devrait demeurer constant. - La meilleure croissance en diamètre des arbres résiduels combinée au recrutement accru dans les dimensions marchandes devraient permettre de compenser les pertes par chablis résultant de la récolte, et ce, d'autant plus que les peuplements irréguliers sont généralement moins enclins à subir du chablis et que l'intervention permet de récolter les arbres les plus à risque.
iii. La coupe progressive irrégulière influence la composition du peuplement.	Raymond et al. 2013 (Tome 2 : chapitre 19 – La coupe progressive régulière et chapitre 20 – La coupe progressive	<ul style="list-style-type: none"> - La CPI-CP étant un nouveau traitement, la production à moyen et long terme n'est pas documentée. Par contre, comme la CPI-CP est un procédé de récolte, elle vise aussi assurer l'installation d'une cohorte de régénération après chaque intervention de récolte et à stimuler le développement de celles déjà présentes. Pour ce faire, il faut créer des conditions propices notamment en créant des trouées. - L'hypothèse posée est que la CPI-CP devrait permettre d'avoir une meilleure proportion de la

Analyse économique des investissements sylvicole

	irrégulière)	<p>composition en essences désirées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La CPI-CP influence la composition du couvert par le choix des arbres à récolter et de ceux conservés comme semenciers. Cela combiné à la création des conditions favorables sur plus de 75 % de la superficie à régénérer devrait permettre d'éviter d'avoir recours à la plantation tout en favorisant l'installation et le développement des semis d'essences désirées. - La CPI-CP peut également avoir pour effet de stimuler la présence d'essences moins désirées ou des espèces compétitrices. - Un scarifiage peut être nécessaire dans les trouées afin de contrôler la présence des espèces préétablies non désirées ou de créer des microsites favorables à l'établissement des semis lorsque l'humus est trop épais. Au besoin, une intervention visant à contrôler la composition ou encore la végétation concurrente peut également être requise.
iv. La coupe progressive irrégulière influence la qualité des arbres du peuplement.	Aucun	<ul style="list-style-type: none"> - La CPI-CP étant un nouveau traitement, la production à moyen et long terme n'est pas documentée. Toutefois, la récolte prioritaire d'arbres défectueux et d'une partie des vieux arbres peut permettre d'augmenter la quantité d'arbres de qualité.

Analyse économique des investissements sylvicole

7.3.2 Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF

Responsable de la section : Bureau du forestier en chef

7.3.2.1 Bilan de la prise en compte des effets du traitement

<i>Effets du traitement</i>	<i>Division BFEC</i>	<i>Prise en compte (oui/non)</i>	<i>Remarques</i>
<i>i. La coupe progressive irrégulière permet de stimuler la croissance en diamètre des arbres pendant les 15 à 20 années suivant l'intervention.</i>	Tous	Oui et non	Suite au prélèvement, la strate est repositionnée sur une copie de la courbe actuelle. La position sur la courbe d'effet de traitement est fonction de la surface terrière avant traitement et du prélèvement cible.
<i>ii. La coupe progressive irrégulière peut fournir une production relativement constante à intervalle régulier.</i>	Tous	Oui	
<i>iii. La coupe progressive irrégulière influence la composition du peuplement.</i>	Tous	Non	Pour la CPIcp dans les peuplements à dominance de résineux, il n'y a pas de changement de composition puisque la strate traitée évolue sur une copie de la courbe actuelle.
<i>iv. La coupe progressive irrégulière influence la qualité des arbres du peuplement..</i>	Tous	Non	Pour la CPIcp dans les peuplements à dominance de résineux, il n'y a pas de changement dans la qualité des arbres du peuplement puisque la strate traitée évolue sur une copie de la courbe actuelle.
<i>v. Les effets des travaux connexes nécessaires au recrutement d'essences à promouvoir sont-ils pris en compte dans les courbes</i>	Tous	Non	Pour la CPIcp dans les peuplements à dominance de résineux, les travaux connexes n'ont pas d'influence puisque la strate traitée évolue sur une copie de la courbe actuelle.

Analyse économique des investissements sylvicole

<i>d'évolution du CPF (Ex : Utilisation du scarifiage pour favoriser l'établissement de la régénération en essences désirées – Impact sur le recrutement)?</i>			
<i>vi. Les simulations des coupes partielles (CP) par trouées sont-elles différentes de celles des autres types de CP (CPI-CP par arbres ou groupes d'arbres)?</i>	Tous	Non	

Pour plus d'information, voir la fiche 3.7 et 3.8 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* :

http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/103-107_MDPF_CPI.pdf

http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/109-111_MDPF_CJ.pdf

7.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

7.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description (spécifier les éléments des revenus et de coûts affectés)
i. La coupe progressive irrégulière permet de stimuler la croissance en diamètre des arbres pendant les 15 à 20 années suivant l'intervention.	Augmentation de la valeur par m ³ en raison des DHP plus gros (\$/m ³).	Oui	L'ajustement usine SEPM permet de calculer le gain de valeur par m ³ résultant de l'augmentation du DHP des arbres.
	Diminution des coûts de récolte (\$/m ³).	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
ii. Les coupes partielles peuvent fournir une production relativement constante à intervalle régulier si une structure de peuplement équilibrée est maintenue.	Stabilité des approvisionnements	Non	<p>Une production de bois constante à intervalles réguliers n'implique pas de gains économiques à l'échelle de l'hectare.</p> <p>Au niveau d'une unité d'aménagement, elles pourraient permettre de récolter des volumes dans des strates où on ne pourrait intervenir si on ne faisait que de la CPRS. Qui plus est, si la récolte est synchronisée avec une période au cours de laquelle le volume de bois disponible pour la récolte est la plus basse, cela pourrait avoir un effet sur la possibilité annuelle.</p>
iii. Les coupes partielles influencent la composition du peuplement.	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha), car leurs proportions est susceptible d'augmenter puisque la coupe partielle vise à favoriser leurs régénérations.	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence et du DHP).

Analyse économique des investissements sylvicole

<p>iv. Les coupes partielles influencent la qualité des arbres du peuplement.</p>	<p>Valeur unitaire meilleure pour chacun des m³ (\$/m³) si leur qualité est meilleure.</p>	<p style="text-align: center;">Non</p>	<p>Pour le SEPM, aucun élément ne prend directement en compte un effet de ce genre. Pour l'intégrer, il faudrait moduler directement les revenus économiques.</p> <p>Au niveau des essences du groupe SEPM, les attributs de qualité sont principalement l'essence et le DHP des tiges. Les hypothèses de valeur de MÉRIS sont sensibles à ces deux éléments. Les autres éléments susceptibles d'influencer la valeur (ex : carie, défilement, etc.) ne sont pas captés dans les intrants forestier et les modèles d'évolution. Par ailleurs, même s'ils l'étaient, les hypothèses économiques ne sont pas sensibles à ces facteurs.</p>
<p>***Ajout : Moins de volume récolté par unité de surface comparativement à une coupe totale. Pour illustrer, il faut environ 3 ha en coupe partielle pour récolter le même volume sur un hectare en coupe totale.</p>	<p>Augmentation des coûts de dispersion (\$/ha).</p>	<p style="text-align: center;">Oui</p>	<p>L'ajustement dispersion SEPM, si activé, calcul la «perte» économique résultant d'une récolte SEPM moindre par hectare. Récolter plus de volume par unité de surface (m³/ha) permet d'amortir et de diminuer certains coûts d'exploitations (ex : voirie, fardier).</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

7.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Les éléments qui influencent les coûts de réalisation ont été déduits du document « Valeur des traitements sylvicoles commerciaux 2018-2019 » (<https://bmmb.gouv.qc.ca/publications-et-reglements/valeur-des-traitements-sylvicoles/>).

Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation des traitements de coupe progressive irrégulière des peuplements SEPM :

1. **Volume moyen des tiges à récolter (m³/tige) (influence le coût de récolte)**

L'équation de calcul des coûts de récolte intégrée dans MÉRIS est sensible au volume moyen des tiges à récolter. Par conséquent, aucun ajustement des coûts n'est requis pour prendre en compte l'influence de ce paramètre.

2. **Volume à prélever (m³/ha) (influence les coûts de dispersion)**

Si activé, l'ajustement dispersion de MÉRIS permet de capter les coûts supplémentaires induits par la récolte d'un plus faible volume par hectare.

Les aides financières pour les coupes partielles peuvent aussi inclure des majorations :

- Réduction selon le ratio des trouées sous forme de CPRS
- Réduction pour les bandes non traitées
- Majoration en fonction de la pente
- Majoration pour l'hébergement

La prise en compte de ces majorations se traduit par l'ajout d'un traitement dans le scénario auquel on associe un coût équivalant à la majoration.

Autres coûts à intégrer si applicables :

- Martelage
- Tous autres coûts imputable au scénario sylvicole (ex : mesure PIAF)

7.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.
Dispersion	Comme l'analyse porte sur les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.

7.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

7.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

<i>Type de traitement</i>	<i>Type et structure du peuplement</i>	<i>Grand type de forêts</i>	<i>Remarques</i>
Coupe progressive irrégulière à couvert permanent	Structure irrégulière	Résineux (SEPM)	Scénarios de base: CPICP (par trouées) CPICP-SCA (par trouées) Option de NET ou EPC

7.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés

- Les effets à moyen et à long terme de la CPI-CP dans les peuplements résineux ne sont pas documentés.
- Artémis devrait permettre d'assez bien prédire l'évolution des peuplements résineux suite à la réalisation d'une CPI-CP. Les principales forces du modèle Artémis sont :
 1. qu'il est calibré à l'échelle de l'arbre, ce qui lui permet de représenter les différences de croissance entre les arbres de différentes espèces et tailles composant un peuplement irrégulier (Power et Auger 2018);
 2. que des données prises après des coupes partielles ont aussi été utilisées pour calibrer le modèle.
- L'utilisation d'Artémis est toutefois plus laborieuse que celle des courbes d'évolution et nécessite, évidemment, de disposer de parcelles échantillons. Comme les inventaires d'intervention ne sont souvent pas réalisés dans les peuplements SEPM, il y a un risque non négligeable pour plusieurs régions de ne pas disposer de ces informations. Par ailleurs, si jamais elles sont disponibles, les modalités de sélection des parcelles échantillons à retenir restent à définir (tous ou un sous-échantillon? Combien? Comment les sélectionner?).
- Les courbes d'évolution du CPF capturent la plupart des effets attendus du traitement (maintien d'une composition intéressante, récolte à intervalle régulier). Il manque toutefois l'effet sur l'augmentation du diamètre des tiges résiduelles qui, au besoin, peut être intégré dans les courbes sur la base d'hypothèses (annexe II). Les courbes du CPF ne permettent pas de simuler les effets d'une CPI réalisée suivant un patron de récolte autre que par la sélection de tiges individuelles.
- Comme l'absence de données d'inventaire est susceptible de forcer le choix d'utiliser les courbes du CPF plutôt qu'Artémis, les méthodologies des deux méthodes seront présentées.

Analyse économique des investissements sylvicole

- Si on désire comparer entre elles différentes modalités de traitements de CPI-CP, l'utilisation d'Artémis est requise. Pour des comparaisons entre différents scénarios possibles pour un même GS, l'utilisation des courbes du CPF peut être suffisante.

7.5.2.1 Utilisation du modèle de croissance Artémis

- D'un point de vue méthodologique, simuler une CPI-CP consiste à simuler la récolte et à simuler par la suite l'évolution du résiduel avec Artémis.
- Le recrutement prévu correspond à celui qui se produit si aucun effort particulier n'est réalisé afin de favoriser le retour d'une essence spécifique (ex : scarifiage pour favoriser la régénération de l'EPB) ou encore, maîtriser des essences indésirables (ex : abatage des gaules de PET). Si des efforts de scarifiage ou de contrôle de la régénération sont réalisés, il est donc nécessaire de modifier le recrutement prévu.

7.5.2.1 CAS 1 : CPICP

Caractéristiques générales

- Simulation d'un prélèvement et évolution du résiduel dans Artémis jusqu'à l'atteinte des critères requis pour la réalisation d'un nouveau traitement (ex : surface terrière de 22 m²/ha).
- Aucune modification requise du recrutement prédit.
- Les effets des traitements sont estimés par Artémis. Ceux-ci varieront selon le choix des tiges à récolter et de la proportion de la surface terrière récoltée.

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	Aide financière allouée pour la réalisation du traitement	n/a
Seconde récolte	Variable Lorsque la croissance du peuplement résiduel de la récolte initiale atteint les critères minimaux requis pour la réalisation d'une prochaine récolte (ex : 22 m ² /ha).	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM Martelage : (si applicable) Majoration : (si applicable)	Corresponds à la simulation de prélèvement réalisée sur le peuplement résiduel (après récolte initiale) suite à son évolution dans Artémis. La méthode de simulation est expliquée dans l'annexe III. Les grandes lignes de la méthode sont : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chargement dans MÉRIS des parcelles échantillons d'inventaires réalisées dans le groupe de strates

Analyse économique des investissements sylvicole

			<p>analysées;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulation du prélèvement initial (récolte 1); ▪ Évolution du peuplement résiduel avec Artémis; ▪ Récupération de la table de stock du peuplement lorsqu'il a atteint les critères requis pour la réalisation d'une nouvelle récolte; ▪ Simulation du prélèvement (récolte 2); ▪ Transfert dans la section économique des volumes prélevés lors de la récolte 2.
Troisième récolte	Variable Idem seconde récolte	Idem seconde récolte	Idem aux 4 dernières étapes à la seconde récolte

- Perpétuité :
 - Prélèvement : Celui de la troisième récolte
 - Horizon : Moment de la récolte 3 – moment de la récolte 2

7.5.2.1 CAS 2 : CPICP Traitements de contrôle de la régénération (CPICP-SCA ; CPICP-NET ou EPC)

Description

- Les effets des traitements de contrôle de la régénération dans le cas des CPI-CP dans les peuplements à dominance de SEPM ne sont pas connus.
- Considérant ce fait, il est proposé de tester l'effet de ces travaux en analyse de sensibilité plutôt qu'en utilisant une procédure complexe de modification du recrutement prévu par Artémis.
- Dans ce contexte, l'analyse de sensibilité à produire consiste à modifier les prélèvements de façon à augmenter progressivement, d'un prélèvement à l'autre, l'importance en volume des essences favorisées.

Analyse économique des investissements sylvicole

7.5.2.2 Utilisation des courbes de rendement du CPF

7.5.2.2 CAS 1 : CPICP

Caractéristiques générales

- Utilisation de la courbe actuelle d'évolution du groupe de strates analysé afin de calculer la surface terrière résiduelle du peuplement après prélèvement.
- Positionnement à la surface terrière du peuplement résiduel sur la courbe d'effet de traitement de la CPI-CP
- Calcul du temps requis pour atteindre la surface terrière requise pour réaliser une nouvelle intervention (ex : surface terrière de 22 m²/ha).

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	Aide financière allouée pour la réalisation du traitement	n/a
Seconde récolte	<p>Variable</p> <p>1 – Utilisation de la courbe actuelle d'évolution du groupe de strates analysé afin de calculer la surface terrière résiduelle du peuplement après prélèvement.</p> <p>2 – Positionnement à la surface terrière résiduelle de la courbe d'effet de traitement CPICP du GS analysé (normalement même courbe que courbe actuelle).</p> <p>3 – Le moment de récolte correspond au temps requis pour atteindre, avec la courbe d'effet de traitement, <i>les critères minimaux requis pour la réalisation d'une prochaine récolte (ex ; 22 m²/ha).</i></p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM</p> <p>Martelage : (si applicable)</p> <p>Majoration : (si applicable)</p>	<p>Volume : Les volumes prélevés sont établis en multipliant les volumes de la courbe source, au moment retenus pour la réalisation de la récolte, par le % de prélèvement considéré.</p> <p>Les volumes récoltés ont les mêmes caractéristiques que ceux de la courbe source. Selon la composition en essence et les modalités régionales de traitement, le niveau devrait se situer entre 30 et 40%.</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

Troisième récolte	Variable	Idem seconde récolte	Idem seconde récolte
	<p>1 – Utilisation de la courbe d'effet de traitement CPI-CP du groupe de strates analysé afin de calculer la surface terrière résiduelle du peuplement après prélèvement.</p> <p>2 – Idem seconde récolte</p> <p>3 – Idem seconde récolte</p>		

- Perpétuité :
 - Prélèvement : Celui de la troisième récolte
 - Horizon : Moment de la récolte 3 – moment de la récolte 2

7.5.2.2 CAS 2 : CPICP Traitements de contrôle de la régénération (CPICP-SCA ; CPICP-NET ou EPC)

- Les effets des traitements de contrôle de la régénération, dans le cas des CPI-CP dans les peuplements à dominance de SEPM ne sont pas connus.
- Considérant, ce fait, il est proposé de tester l'effet de ces travaux en analyse de sensibilité. Dans ce contexte, l'analyse de sensibilité à produire consiste à modifier les prélèvements de façon à augmenter progressivement, d'un prélèvement à l'autre, l'importance en volume des essences favorisées.

7.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Durée de la rotation à perpétuité (+5 ans ; -5 ans);
- Modification de la composition en essence pour prendre en compte les travaux de contrôle de la régénération.
- Etc.

8 Scénario sylvicoles de coupe partielle à couvert permanent en peuplement de feuillu tolérant (FT)

8.1 Description des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

Les coupes de jardinage (CJ) présentées dans ce document comprennent la coupe de jardinage par pieds d'arbres (CJP), la coupe de jardinage par pieds d'arbres et groupes d'arbres (CJPG) et la coupe de jardinage par trouées (CJT). Par extension du concept de jardinage, nous incluons aussi l'éclaircie jardinatoire (EJ). Ces coupes de jardinage ont pour objectif commun de viser une production relativement constante de bois à intervalles réguliers. Les CJP et les CJPG sont gérées par arbre (Guillemette et al. 2013), alors que la CJT est gérée par superficie (Pin et al. 2013). Les CJ avec gestion par arbre visent à accomplir toutes les fonctions de la sylviculture (récolte, régénération, éducation et amélioration) à chaque intervention en équilibrant la structure diamétrale du peuplement. La CJP tend à favoriser la régénération des essences tolérantes à l'ombre, alors que CJPG permet de régénérer des essences moins tolérantes à l'ombre dans les groupes d'arbres récoltés (diamètre d'au plus 1H; H = hauteur du peuplement). La CJP et la CJPG visent à produire des gros bois de qualité supérieure. La récolte anticipée des arbres peu vigoureux et ayant une faible probabilité de survie stimule la production nette du peuplement. La CJT est parfois employée dans le but d'augmenter la proportion des essences moins tolérantes à l'ombre dans le peuplement. La conduite du peuplement est néanmoins différente puisqu'on crée des trouées, soit des mini-coupes totales de 1 à 2 fois la hauteur des arbres dominants au sein d'une matrice de forêt. Il peut y avoir un prélèvement entre les trouées, en particulier lorsque le peuplement contient une forte proportion d'essences peu longévives ou d'arbres peu vigoureux. Le cas particulier de l'EJ est un procédé de régénération qui vise à convertir graduellement la structure régulière ou irrégulière d'un peuplement en une structure jardinée.

La coupe progressive irrégulière (CPI) est un procédé de régénération qui vise à récolter le peuplement par une série de coupes partielles étalées sur une longue période dans le but d'établir, après chaque coupe, une nouvelle cohorte de régénération sous un couvert protecteur (Raymond et al. 2013). La période de régénération s'accomplit sur plus de 1/5 de la révolution et engendre des peuplements formés de deux à quatre classes d'âge. La structure du peuplement résultant est donc irrégulière (ni équiennne, ni équilibrée). Comme son nom l'indique, la variante de **CPI à couvert permanent (CPI-CP)** ne comporte pas de coupe finale. Le patron de récolte est libre et il peut résulter d'une intervention par pieds d'arbres ou par groupes d'arbres, en fonction de la localisation des arbres à récolter. La souplesse de la CPI-CP permet de s'adapter aux conditions hétérogènes des peuplements de structure irrégulière et de ceux composés de mélange d'essences dont les longévités et les tolérances à l'ombre diffèrent. Contrairement aux CJ, la CPI-CP n'a pas pour objectif de régulariser la structure

Analyse économique des investissements sylvicole

diamétrale du peuplement afin de produire des arbres de fortes dimensions à intervalle régulier.

Pour les besoins du présent document, le terme « coupe partielle » est utilisé pour référer à l'ensemble de ces procédés de régénération.

8.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

- i. **Les coupes partielles par pieds d'arbres ou groupes d'arbres permettent d'obtenir un accroissement annuel net sur 15 à 20 ans supérieur à celui d'un même peuplement non traité.**
- ii. **Les coupes partielles peuvent fournir une production relativement constante à intervalle régulier si une structure de peuplement équilibrée est maintenue.**
- iii. **Les coupes partielles influencent la composition du peuplement.**
- iv. **Les coupes partielles influencent la qualité des arbres du peuplement.**

8.3 Hypothèses de rendement

8.3.1 Sources d'information et outils disponibles

Critères normaux de prélèvement (réf. Tome 2) :

- De 25 à 35 % de la surface terrière (CJ) ou de 30 à 40 % (CPI_CP), laissant une surface terrière résiduelle de 18 à 20 m²/ha (CJ) ou de 14 à 16 m²/ha (CPI_CP).
- La répartition spatiale du prélèvement couvre toute la surface, avec des concentrations sous la forme de groupes d'arbres (0,5 à 1 H) ou de trouées (1 à 2 H).
- Priorité de récolte aux essences peu longévives selon un DHP (SAB, PEU, BOP, ERR, HEG dans le contexte de la MCH, etc.), puis le reste du prélèvement est réparti entre des arbres matures et des arbres à haut risque de mortalité.

Analyse économique des investissements sylvicole

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
<p>i. Les coupes partielles par pieds d'arbres ou groupes d'arbres permettent d'obtenir un accroissement annuel net sur 15 à 20 ans supérieur à celui d'un même peuplement non traité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mémoires de recherche n° 148, 165, 168, - Résultats 20 ans non publiés des effets réels CJ (Guillemette et Gauthier 2018), - simulations effectuées avec SaMARE 2014 et Artémis 2014 (résultats non publiés) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ce gain est le résultat d'une diminution de la mortalité, d'une augmentation de l'accroissement en diamètre des arbres résiduels et d'une augmentation du recrutement (i.e. même production avec moins d'arbres sur pieds). Le gain possible sur plus de 20 ans n'est pas encore documenté empiriquement dans nos conditions. - L'accroissement de la première rotation peut être estimé à l'aide des modèles de croissance SaMARE 2014 ou Artémis 2014. SaMARE permet de capter les effets de sélection des arbres selon la priorité de récolte (MSCR) et peut mieux capter l'effet de traitement. Toutefois, SaMARE a été étalonné pour des érablières seulement, bien qu'il parvienne aussi bien qu'Artémis à simuler des bétulaies jaunes résineuses (Gauthier et al. 2016). Artémis est étalonné pour tous les types de couverts, mais pourrait moins bien capter les effets de traitements étant donné le type de données d'étalonnage (PEP) et qu'il ne tient pas compte du classement des arbres selon la priorité de récolte. - À titre indicatif, l'accroissement net sur les 15 à 20 premières années est d'environ 1,5 à 4 m³/(ha·an) (ou 0,20 à 0,35 m²/(ha·an)), selon le sous-domaine bioclimatique et l'état du peuplement (Guillemette et Gauthier 2018). Cet accroissement du volume marchand brut est composé d'environ 20 à 50 % de bois d'œuvre (toutes essences et qualités). <p>Conditions particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lorsque la CJT est réalisée sans éclaircie dans la matrice résiduelle, alors l'hypothèse posée est que l'accroissement de cette matrice est le même que celui d'un peuplement non traité. - L'accroissement provenant des trouées (1 à 2 H) dans la CJT ou la CPI_CP doit être simulé de façon indépendante de la matrice résiduelle. La méthode proposée par Bédard et al. (2014) consiste à : <ol style="list-style-type: none"> 1. Évaluer la proportion de la superficie occupée par de nouvelles trouées à chaque rotation (p. ex., 20 % selon l'exemple fourni dans le Tome 2, p. 608). 2. Poser une hypothèse de composition des trouées (% par essence, voir iii). 3. Poser une hypothèse de temps requis pour que les arbres codominants atteignent au moins 10 cm de DHP. Pour les feuillus durs, Bédard et al. (2014) ont posé une hypothèse de 30 ans.

Analyse économique des investissements sylvicole

		<p>4. Poser une hypothèse de densité des arbres marchands. Pour les feuillus durs à 30 ans, Bédard et al. (2014) ont posé une hypothèse 1000 arbres/ha d'un diamètre moyen quadratique de 14 cm.</p> <p>Puis simuler l'évolution des arbres de 10 cm et plus dans un modèle de croissance.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour simuler l'effet de la maladie corticale du hêtre (MCH), les 2 méthodes proposées sont soit d'utiliser le modèle prévu à cette fin dans Artémis, sinon de changer la priorité de récolte des HEG dans SaMARE (attribuer une priorité M à tous les arbres).
<p>ii. Les coupes partielles peuvent fournir une production relativement constante à intervalle régulier si une structure de peuplement équilibrée est maintenue.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guillemette et al. (2013 Tome 2), - Saucier et al. (2014 CIMOTFF), - DRF (2017 Avis HEG-ERS) 	<ul style="list-style-type: none"> - La régularité de la production dépend de la structure diamétrale résiduelle du capital forestier en croissance (CFC) et de la pratique régulière d'une coupe partielle. Pour la production de bois d'œuvre feuillu de haute valeur, c'est la structure de ce groupe d'essences qui importe le plus : BOJ, ERS, BOP, CHR. - Évaluation : <ol style="list-style-type: none"> 1. Selon les régressions du CIMOTFF, elles-mêmes étalonnées sur des simulations effectuées avec SaMARE 2014, et la structure recommandée aux États-Unis par Arbogast (1957), la régularité serait approximativement atteinte si le rapport entre la surface terrière des perches (10 à 22 cm) des essences feuillues désirées et celle du CFC des arbres feuillus de DHP de 24 à 44 cm est de 1 : 2,5 (DRF 2017, p. 67). Un rapport plus petit (p. ex., 1 : 4) indique qu'il faudra anticiper, soit une diminution de la production dans l'avenir ou l'allongement d'une rotation. Un rapport plus grand (p. ex., 1 : 1) indique que la production devrait augmenter au cours des prochaines rotations. 2. Selon les recommandations d'Arbogast (1957) pour les érablières, il faudrait maintenir environ 1000 gaules/ha après la coupe partielle pour régulariser le recrutement. Le nombre de gaules par essence devrait être proportionnel à l'objectif de composition du couvert (c'est une hypothèse). 3. La période de rotation devrait généralement être d'au plus 25 ans. De plus, elle devrait être pratiquée avant que le peuplement ne se referme trop, entraînant ainsi une forte mortalité des gaules et semis sous le couvert. Compte tenu de l'accroissement, les prélèvements devraient donc être d'environ 6 à 8 m²/ha (50 à 70 m³/ha) par rotation. <p>Conditions particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Structures irrégulières : il faut s'attendre à un intervalle de retour plus long si le rapport 10-22 cm : 24-44 cm est petit (comme 1 : 4, par exemple).

Analyse économique des investissements sylvicole

		<ul style="list-style-type: none"> - La possibilité de régulariser la production avec une rotation de plus de 20 à 25 ans est incertaine. Les incertitudes principales sont : (1) le risque de perdre une forte proportion de la cohorte de régénération établie sous un couvert partiel lors de la coupe et (2) le risque d'augmentation des pertes par mortalité dans le couvert principal. Noter que le risque (1) est plus faible si la régénération à promouvoir est située dans des trouées.
<p>iii. Les coupes partielles influencent la composition du peuplement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Données après 10 ans non publiées de trouées (dispositifs de recherche projet # 142332023 et réseau d'effets réels projet # 142332045), - Simulations dans SaMARE et Artémis (données non publiées) 	<ul style="list-style-type: none"> - La coupe partielle influence la composition du couvert par le choix des arbres à récolter. Elle a aussi une influence sur le recrutement à long terme. Dans les érablières, les modèles de croissance tendent à recruter les principales essences à promouvoir (celles ayant $\geq 25\%$ de la ST résiduelle) dans une proportion inférieure à celle présente initialement (composition du recrutement est de 25 à 75 % de l'abondance relative initiale), sauf pour le HEG dans SaMARE (115 %) et les résineux (surtout du SAB) dans Artémis (185 %, simulations non publiées). Cette tendance à obtenir un recrutement relativement plus grand des essences moins désirées (HEG, SAB) et relativement moins grand des essences à promouvoir (ERS, BOJ) est observée aussi dans le réseau des dispositifs de CJ (Gauthier et al. 2015) et d'effets réels de la CJ (données non publiées). Le reste du recrutement simulé par les modèles est composé d'une faible proportion (1-15 %) de nombreuses autres essences plus marginales. Ces résultats supportent l'hypothèse que pour maintenir ou augmenter la proportion d'essences à promouvoir, comme le BOJ et l'ERS, il faut fréquemment recourir à des traitements non commerciaux sous couvert ou à des modalités de coupe différentes de la coupe par pied d'arbres (ex. groupes d'arbres ou trouées). - Aussi, il est important de noter que les modèles de croissance ne captent pas le risque accru de mortalité du hêtre causée par la maladie corticale du hêtre. Une option est présentement offerte dans Artémis qui permet approximativement de doubler le risque de mortalité du hêtre, mais la validité de cette option reste à démontrer. Aussi, les modèles peuvent ne pas bien capter certaines situations d'envahissement par le hêtre lorsque celui-ci est confiné aux semis et gaules, lesquels ne sont pas pris en compte par les modèles. <p>Conditions particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conditions de succès de régénération dans les trouées : un scarifiage est nécessaire pour régénérer le bouleau jaune et contrôler la présence des espèces préétablies. Ainsi, il faut s'assurer que les trouées sont placées dans des peuplements et des emplacements où un scarifiage de bonne qualité sera possible. Il faut éviter les terrains où la rugosité est élevée et les dépressions où une remontée de la nappe phréatique peut survenir, soit les codes de

Analyse économique des investissements sylvicole

		<p>drainage 31, 40 ou 50.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hypothèses de composition moyenne du couvert régénéré à partir des données préliminaires des effets réels trouées : <ul style="list-style-type: none"> • Bétulaie jaune résineuse (35 trouées, effets réels 10 ans) : 40 % BOJ, 15 % ERR, 25 % autres feuillus et 20 % résineux. • Érablières (66 trouées, effets réels 10 ans) : 25 % BOJ, 25 % ERS, 25% ERR, 20 % autres feuillus, 5 % résineux. - Le broutement par les cervidés peut freiner abondamment le développement du BOJ aux endroits où les populations locales sont élevées. - Le contrôle des gaules d'essences feuillues non désirées (HEG, OSV) sous couvert fermé ou partiel cause d'abord une rupture de recrutement d'arbres de dimension marchande de ces essences sur une période d'environ 20 à 25 ans. L'effet à plus long terme est en cours d'évaluation.
<p>iv. Les coupes partielles influencent la qualité des arbres du peuplement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guillemette et Bédard (soumis) 	<ul style="list-style-type: none"> - La récolte prioritaire d'arbres défectueux peut permettre d'augmenter d'environ 10 % la quantité d'arbres de qualité sur pied entre 10 et 25 ans après une première CJ. <p>Conditions particulières :</p> <p>CPI-CP, CJT : Rien ne démontre une augmentation de la qualité après l'application de ces traitements. Des études sont en cours pour évaluer les effets à long terme.</p>

8.3.2 Prise en compte des effets de traitement dans les courbes d'évolution du CPF

<i>Effets du traitement</i>	<i>Division BFEC</i>	<i>Prise en compte (oui/non)</i>	<i>Remarques</i>
i. Les coupes partielles par pieds d'arbres ou groupes d'arbres permettent d'obtenir un accroissement annuel net sur 15 à 20 ans supérieur à celui d'un même peuplement non traité.	Tous	Oui / non	Le module de prélèvement d'Artémis 2009 a été utilisé afin de représenter ce prélèvement. La validation des surfaces terrières et du volume a été réalisée. Ce module a été calibré à partir des placettes d'intervention fournies par les régions.
ii. Les coupes partielles peuvent fournir une production relativement constante à intervalle régulier si une structure de peuplement équilibrée est maintenue.	Tous	Oui	Des coupes d'amélioration ont été simulées afin de rendre plusieurs strates aptes au jardinage. Deux interventions ont été prévues dans l'ouest alors qu'une seule a été planifiée par les UA de l'est. Deux courbes d'effet de traitement ont été créées pour chacun des groupes de strate à la suite de quoi le retour est réalisé sur la même courbe.
iii. Les coupes partielles influencent la composition du peuplement.	Tous	Oui	Le module de prélèvement d'Artémis 2009 a été utilisé afin de représenter ce prélèvement. La validation des surfaces terrières et du volume a été réalisée. Ce module a été calibré à partir des placettes d'intervention fournies par les régions.
iv. Les coupes partielles influencent la qualité des arbres du peuplement.	Tous	Non / oui	La notion de qualité a été ajoutée aux calculs servant de base à la détermination des possibilités forestières uniquement pour la période 2018-2023. Dans cet exercice, nous remarquons une baisse de volume dans les classes de qualité F1 et F2 au profit de la classe F3.
v. Les effets des travaux connexes nécessaires au recrutement d'essences à promouvoir sont-ils pris en compte dans les courbes d'évolution du CPF (Ex :	Tous	Non / oui	Le module de prélèvement d'Artémis 2009 a été utilisé afin de représenter ce prélèvement. La validation des surfaces terrières et du volume a été réalisée. Ce module a été calibré à partir des placettes d'intervention fournies par les régions. Le recrutement se réalise à l'intérieur même d'Artémis et varie selon la végétation potentielle. Certains types de station nécessitent un scarifiage pour maintenir la

Analyse économique des investissements sylvicole

Utilisation du scarifiage pour favoriser le retour bouleau jaune – Impact sur le recrutement)?			composition. Dans ce cas, le scarifiage est inclus au scénario pour maintenir la composition en bouleau jaune.
vi. Les simulations des coupes partielles (CP) par trouées sont-elles différentes de celles des autres types de CP (CJ/CPI-CP par arbres ou groupes d'arbres)?	Tous	Non	Dans le cadre des calculs, le niveau stratégique de l'activité ne permet pas de saisir autant de subtilités dans les évolutions après traitement. L'utilisation des traitements génériques est nécessaire afin d'exécuter l'optimisation.

Pour plus d'information, voir la fiche 3.7 et 3.8 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* :
http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/103-107_MDPF_CPI.pdf http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/109-111_MDPF_CJ.pdf

8.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

8.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

<i>Effets du traitement</i>	<i>Effets économiques anticipés</i>	<i>Sensibilité des hypothèses économiques</i>	
		<i>Oui / non</i>	<i>Description (spécifier les éléments des revenus et de coûts affectés)</i>
i. Les coupes partielles par pieds d'arbres ou groupes d'arbres permettent d'obtenir un accroissement annuel net sur 15 à 20 ans supérieur à celui d'un même peuplement non traité.	Augmentation des revenus de récolte (\$/ha), car plus de volume récolté sur un même horizon de temps.	Oui	Le calcul des revenus se réalise en multipliant la quantité de volume (m ³ /ha) par les revenus associés. Toutes choses égales par ailleurs, il y aura plus de revenus s'il y a plus de volumes.
	L'accroissement accru des survivants entraîne une diminution des coûts de récolte en raison de l'augmentation du volume par tige récoltée (dm ³ /tige).	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
ii. Les coupes partielles peuvent fournir une production relativement constante à intervalle régulier si une structure de peuplement équilibrée est maintenue.	Stabilité des approvisionnements	Non	<p>Une production de bois constante à intervalles réguliers n'implique pas de gains économiques à l'échelle de l'hectare.</p> <p>Au niveau d'une unité d'aménagement, elles pourraient permettre de récolter des volumes dans des strates où on ne pourrait intervenir si on ne faisait que de la CPRS. Qui plus est, si la récolte est synchronisée avec une période au cours de laquelle le volume de bois disponible pour la récolte est la plus basse, cela pourrait avoir un effet sur la possibilité annuelle.</p>
iii. Les coupes partielles influencent la composition du peuplement.	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha), car leurs proportions est susceptible d'augmenter puisque la coupe partielle vise à favoriser leurs	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées.

Analyse économique des investissements sylvicole

	régénérations.		
iv. Les coupes partielles influencent la qualité des arbres du peuplement.	Valeur unitaire meilleure pour chacun des m ³ (\$/m ³) si leur qualité est meilleure.	Oui/non	Les matrices de répartition par produits de MÉRIS, à l'exception de la matrice Essence-DHP, prennent en compte la qualité des feuillus. Un arbre de qualité produit normalement plus de bois d'œuvre qu'un arbre de qualité inférieure
***Ajout : Moins de volume récolté par unité de surface comparativement à une coupe totale. Pour illustrer, il faut environ 3 ha en coupe partielle pour récolter le même volume sur un hectare en coupe totale.	Augmentation des coûts de dispersion (\$/ha).	Non	Il n'existe pas d'ajustement automatique pour calculer l'augmentation des coûts de dispersion. Il faut les introduire manuellement dans l'analyse. À ce titre, des traitements « dispersion » ont été introduit dans MÉRIS 2.2 (table RATF). Ceux-ci permettent de tenir compte de l'effet dispersion en coupe partielle. Les coûts de dispersion varient par classe de volume net récolté.

8.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Il est recommandé d'intégrer les coûts qui reflètent le mieux les réalités régionales. Les coûts présents dans MÉRIS sont des moyennes provinciales qui doivent être considérées comme des valeurs par défaut.

Les éléments qui influencent les coûts de réalisation sont tirés du document « Directives sur les paiements du programme d'investissement dans les forêts traitées par coupes partielles, saison 2018-2019 »¹⁸. Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation des traitements de coupe partielle de CJ et de CPI-CP :

3. Volume moyen des tiges à récolter (m³/tige) (influence le coût de récolte)

L'équation de calcul des coûts de récolte intégrée dans MÉRIS est sensible au volume moyen des tiges à récolter. Par conséquent, aucun ajustement des coûts n'est requis pour prendre en compte l'influence de ce paramètre.

4. Volume à prélever (m³/ha) (influence les coûts de dispersion)

Dans le MÉRIS, il n'existe actuellement pas de modèle de dispersion pour les essences autres que le SEPM. Par conséquent, il est requis d'introduire manuellement, dans l'analyse, un coût supplémentaire lors de chaque activité de récolte en coupe partielle.

Les aides financières pour les coupes partielles peuvent aussi inclure des majorations : Réduction selon le ratio des trouées sous forme de CPRS

¹⁸ <https://bmmb.gouv.qc.ca/publications-et-reglements/valeur-des-traitements-sylvicoles/traitements-sylvicoles-commerciaux/directives-sur-les-paiements-du-programme-d-investissement-dans-les-forets-traitees-par-coupes-partielles>

8.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.

8.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

8.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Grand type de forêts	Remarques
Coupe de jardinage	Structure irrégulière ou jardinée, non appauvrie	Feuillus tolérants Feuillus tolérants à résineux	Scénarios intensifs: CJPG-CJPG CJP-CJP CJT-SCA avec éclaircie de la matrice résiduelle
Coupe progressive irrégulière à couvert permanent	Structure irrégulière, non appauvrie	Feuillus tolérants Feuillus tolérants à résineux	Scénarios de base: CPICP (par pied d'arbres) CPICP-SCA (par pied d'arbre, trouées ou bandes) <i>Option de DEG ou EPC-puits</i>

8.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence

- Pour les peuplements à dominance de feuillus tolérants, le modèle de croissance Samare permet de bien prédire les effets des différents traitements/modalités des coupes partielles. Sa principale force est qu'il est calibré sur la base de dispositifs de récolte. Quoiqu'il ne soit théoriquement pas très applicable pour les bétulaies jaunes résineuses, il parvient aussi bien qu'Artémis à simuler l'évolution de ces peuplements (Gauthier et al. 2016).
- Le recrutement prédit par Samare correspond à celui qui se produit si aucun effort particulier n'est réalisé afin de favoriser le retour d'une essence spécifique (ex : scarifiage pour favoriser la régénération du BOJ) ou encore, maîtriser des essences indésirables (ex : abatage des gaules de HEG). Si des efforts de scarifiage ou de contrôle de la régénération sont réalisés, il est donc nécessaire de modifier le recrutement prédit par Samare (annexe IV).

Analyse économique des investissements sylvicole

- Pour la simulation des modalités par trouées, une méthode pour simuler les effets du traitement a été élaborée par Bédard et al. (2014). Elle consiste à réaliser deux simulations distinctes (une pour les trouées et une autre pour le reste du peuplement).
- D'un point de vue méthodologique, simuler une CJ ou une CPI-CP revient au même (Simulation de récolte -> évolution du résiduel).
- Sur la base de ces considérations, on peut définir trois cas types (méthodes) différents d'analyse :
 1. CP (CJPG-CJPG ; CJP-CJP; CPICP)
 2. CP_{Traitements de contrôle de la régénération} (CPICP-SCA ; CPICP-DEG)
 3. CP_{Trouées-SCA} (CPICP-SCA_{Trouées} ; CJT-SCA_{Trouées})
- Pour le 3^e cas type (par trouées), considérant la complexité de la méthode requise pour analyser ce cas ainsi que le peu de superficies traitées de cette façon, il ne sera pas analysé et développé dans le présent document. Au besoin, l'analyste intéressé pourra référer à la méthode élaborée par Bédard et al. (2014).
- Les méthodes présentées pour les deux premiers cas types sont basées sur l'utilisation du modèle de croissance Samare. Faute d'informations, le potentiel d'utilisation des courbes d'effets de traitement du CPF n'a pas été analysé. À première vue, ces courbes sont susceptibles de prendre en compte plusieurs des effets de traitement évoqués. Il y a toutefois plusieurs contraintes et incertitudes en lien avec leur utilisation:
 - Aucune prise en compte de la qualité des tiges.
 - Difficulté à prédire les caractéristiques du prélèvement par soustraction de courbe.
 - Sous-estimation potentielle de la valeur des prélèvements.¹⁹
 - Pas de contrôle sur les modalités de traitement.
 - Recrutement pas modifié pour prendre en compte le scarifiage.
- L'utilisation des modèles de croissance requiert de disposer de parcelles échantillons mesurées dans les groupes de strates à analyser. En ce sens, les inventaires d'intervention sont une source d'information à privilégier.

8.5.2.1 CAS 1 : CP (CJPG-CJPG ; CJP-CJP; CPICP)

Caractéristiques générales

- Simulation d'un prélèvement et évolution du résiduel dans Samare jusqu'à l'atteinte des critères requis pour la réalisation d'un nouveau traitement (ex : surface terrière de 24m²).
- Aucune modification requise du recrutement prédit par Samare.
- Les effets des traitements sont estimés par Samare. Ceux-ci varieront selon le choix des tiges à récolter et de la proportion de la surface terrière récoltée.

¹⁹ Des tests comparatifs entre des données d'inventaire et ces mêmes données compilés sous format Ess-DHPq montre des écarts en VANP d'environ de 25%.

Analyse économique des investissements sylvicole

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	Aide financière allouée pour la réalisation du traitement	n/a
Seconde récolte	<p>Variable</p> <p>Lorsque la croissance du peuplement résiduel de la récolte initiale atteint les critères minimaux requis pour la réalisation d'une prochaine récolte (ex : 24 m²).</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2.</p> <p>Martelage : (si applicable)</p> <p>Majoration : (si applicable)</p> <p>Aide au transport de la pâte : (si applicable)</p>	<p>Corresponds à la simulation de prélèvement réalisée sur le peuplement résiduel (après récolte initiale) suite à son évolution dans Samare.</p> <p>La méthode de simulation est expliquée dans l'annexe III.</p> <p>Les grandes lignes de la méthode sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chargement dans MÉRIS des parcelles échantillons d'inventaires réalisées dans le groupe de strates analysées. ▪ Simulation du prélèvement initial (récolte 1). ▪ Évolution du peuplement résiduel avec Samare ▪ Récupération de la table de stock du peuplement lorsqu'il a atteint les critères requis pour la réalisation d'une nouvelle récolte. ▪ Simulation du prélèvement (récolte 2). ▪ Transfert dans la section économique des volumes prélevés lors de la récolte 2.
Troisième récolte	<p>Variable</p> <p>Lorsque la croissance du peuplement</p>	Idem à seconde récolte	Idem aux 4 dernières étapes à la seconde récolte

Analyse économique des investissements sylvicole

	résiduel de la seconde récolte atteint les critères minimaux requis pour la réalisation d'une prochaine récolte (ex : 24 m ²).		
--	--	--	--

- Perpétuité :
 - Prélèvement : Celui de la troisième récolte
 - Horizon : Moment de la récolte 3 – moment de la récolte 2

8.5.2.2 CAS 2 : CP Traitements de contrôle de la régénération (CPICP-SCA ; CPICP-DEG)

Caractéristiques générales

- Simulation d'un prélèvement et évolution du résiduel dans Samare jusqu'à l'atteinte des critères requis pour la réalisation d'un nouveau traitement (ex : surface terrière de 24m²).
- Modification requise au recrutement prédit par Samare pour prendre en compte les effets des traitements de contrôle de la régénération.
- Les effets des traitements autres que le recrutement sont estimés par Samare. Ceux-ci varieront selon le choix des tiges à récolter et de la proportion de la surface terrière récoltée.
- Du point de vue méthodologique, la seule différence avec le cas type précédent est l'intervention requise pour modifier le recrutement.

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	Aide financière allouée pour la réalisation du traitement	n/a
Seconde récolte	Variable Lorsque la croissance du peuplement résiduel de la récolte initiale atteint les critères	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion : Utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2.	Corresponds à la simulation de prélèvement réalisée sur le peuplement résiduel (après récolte initiale) suite à son évolution dans Samare. La méthode de simulation est expliquée dans l'annexe III.

Analyse économique des investissements sylvicole

	<p>minimaux requis pour la réalisation d'une prochaine récolte (ex : 24 m²).</p>	<p>Martelage : (si applicable)</p> <p>Majoration : (si applicable)</p> <p>Aide au transport de la pâte : (si applicable)</p>	<p>Les grandes lignes de la méthode sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chargement dans MÉRIS des parcelles échantillons d'inventaires réalisées dans le groupe de strates analysées. ▪ Simulation du prélèvement initial (récolte 1). ▪ Évolution du peuplement résiduel avec Samare ▪ Récupération de la table de stock du peuplement lorsqu'il a atteint les critères requis pour la réalisation d'une nouvelle récolte. ▪ Modification du recrutement pour prendre en compte les effets des traitements de contrôle de la régénération (annexe IV). ▪ Simulation du prélèvement (récolte 2). ▪ Transfert dans la section économique des volumes prélevés lors de la récolte 2.
<p>Troisième récolte</p>	<p>Variable</p> <p>Lorsque la croissance du peuplement résiduel de la seconde récolte atteint les critères minimaux requis pour la réalisation d'une prochaine récolte (ex : 24 m²).</p>	<p>Idem à seconde récolte</p>	<p>Idem aux étapes 3, 4, 5 et 6 à la seconde récolte</p>

- Perpétuité :

Analyse économique des investissements sylvicole

- Prélèvement : Celui de la troisième récolte
- Horizon : Moment de la récolte 3 – moment de la récolte 2

8.5.2.3 CAS 3 : CP_{Trouées}-SCA (CPICP-SCA_{Trouées} ; CJT-SCA_{Trouées})

- Considérant la complexité de la méthode requise pour analyser ce cas ainsi que le peu de superficies traitées de cette façon, il ne sera pas analysé et développé dans le présent document. Au besoin, l'analyste intéressé pourra référer à la méthode élaborée par Bédard et al. (2014).
- Tel que présenté dans la section 3.1, les grandes lignes de cette méthode sont les suivantes :
 - Lorsque la CJT est réalisée sans éclaircie dans la matrice résiduelle, alors l'hypothèse posée est que l'accroissement de cette matrice est le même que celui d'un peuplement non traité.
 - L'accroissement provenant des trouées (1 à 2 H) dans la CJT ou la CPI_CP doit être simulé de façon indépendante de la matrice résiduelle. La méthode proposée par Bédard et al. (2014) consiste à :
 1. Évaluer la proportion de la superficie occupée par de nouvelles trouées à chaque rotation (p. ex., 20 % selon l'exemple fourni dans le Tome 2, p. 608).
 2. Poser une hypothèse de composition des trouées (% par essence, voir iii).
 3. Poser une hypothèse de temps requis pour que les arbres codominants atteignent au moins 10 cm de DHP. Pour les feuillus durs, Bédard et al. (2014) ont posé une hypothèse de 30 ans.
 4. Poser une hypothèse de densité des arbres marchands. Pour les feuillus durs à 30 ans, Bédard et al. (2014) ont posé une hypothèse 1000 arbres/ha d'un diamètre moyen quadratique de 14 cm.
 5. Simuler l'évolution des arbres de 10 cm et plus dans un modèle de croissance

8.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Durée de la rotation à perpétuité (+5 ans ; -5 ans)
- Modification du recrutement (% inférieur ou supérieur de modification des essences recrutées)
- Etc.

9 Scénario sylvicoles de coupe progressive avec coupe finale

9.1 Description des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

La **coupe progressive régulière (CPR)** s'applique généralement aux futaies de structure régulière, matures et mal régénérées pour lesquelles les essences désirées ont besoin de la protection d'un couvert pour s'établir ou se développer. La CPR est un procédé de régénération qui consiste à récolter le peuplement selon une série de coupes partielles étalées sur une courte période de temps, soit 20 % de la révolution ou moins, dans le but d'établir une cohorte de régénération sous un couvert protecteur d'arbres semenciers (Raymond et al. 2013b). La CPR comporte de deux à quatre phases, selon les objectifs poursuivis. La coupe préparatoire peut d'abord être pratiquée pour améliorer la vigueur des arbres semenciers et stimuler leur production semencière, tout en prélevant les arbres d'essences non désirées. La coupe d'ensemencement vise à créer les conditions de lumière et de germination propices à l'établissement d'une nouvelle cohorte de semis. La coupe secondaire sert à libérer graduellement la régénération de l'ombre du couvert arborescent, à récolter les semenciers affaiblis ou endommagés et à installer des semis dans les endroits encore mal régénérés. Enfin, le procédé se termine par une coupe finale des arbres résiduels pour offrir des conditions de pleine lumière au nouveau peuplement.

La **coupe progressive irrégulière (CPI)** est un procédé de régénération pratiqué dans le but de maintenir une structure irrégulière ou de convertir une structure régulière en structure irrégulière. Il consiste à régénérer le peuplement par une série de coupes partielles étalées sur une longue période dans le but d'établir, après chaque coupe, une nouvelle cohorte de régénération sous un couvert protecteur (Raymond et al. 2013a). Comme la période de régénération s'accomplit sur plus de 20 % de la révolution, le procédé engendre des peuplements formés de deux à quatre classes d'âge ayant une structure irrégulière (ni équienne, ni équilibrée). La variante de **CPI à régénération lente (CPI-RL)** peut comporter les mêmes phases que la CPR : coupe préparatoire, coupe d'ensemencement, coupe secondaire et coupe finale.

Pour les besoins du présent document, le terme « coupes progressives » est utilisé pour référer aux procédés de régénération par CPR et CPI-RL.

Les résultats attendus dans les peuplements traités varient en fonction du temps écoulé depuis l'intervention (Bédard et al. 2014, Raymond et al. 2014, Tremblay et al. 2014) :

De 0 à 5 ans

- La création de lits de germination propices à l'établissement d'une cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.
- Le maintien d'un couvert forestier et d'attributs des vieilles forêts pendant la période de régénération.

De 5 à 20 ans

Analyse économique des investissements sylvicole

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération d'essences désirées (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité pendant la période de régénération.
- L'accès à la pleine lumière pour la régénération grâce à la coupe finale du couvert.

9.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

Responsable de la section : Direction de la recherche forestière

- Les coupes progressives favorisent le développement de la régénération naturelle et influencent sa composition.**
- Les coupes progressives peuvent augmenter la croissance en diamètre des arbres résiduels.**
- Les coupes progressives augmentent le risque de perte par chablis.**

9.3 Hypothèses de rendement

9.3.1 Sources d'information et outils disponibles

9.3.1.1 Cas 1. Peuplements feuillus et mixtes

Critères normaux de prélèvement (tome 2) :

CPR

- **Sapinière à bouleau jaune et bétulaies jaunes résineuses dégradées (Capital forestier en croissance (CFC) < 7m²/ha) :** Coupe d'ensemencement entre 40 et 50 % de la surface terrière (ST) (ST résiduelle > 14 m²/ha) et scarifiage¹. Coupe finale 10 à 15 ans après la coupe d'ensemencement lorsque la régénération est établie.
- **Érablières et chênaie rouge :** La CPR s'applique aux peuplements de structure régulière ou aux peuplements de structure irrégulière dégradés (CFC 5 à 7 m²/ha). Coupe d'ensemencement avec un prélèvement spatial uniformément réparti afin de laisser un couvert protecteur composé de semenciers vigoureux avec un recouvrement des houppiers de 60 à 80 % (environ 15 à 18 m²/ha de surface terrière résiduelle). Une surface terrière résiduelle de près de 18 m²/ha sera plus favorable à la régénération de l'érable à sucre et des essences tolérantes alors qu'une surface terrière résiduelle plus faible de près de 15 m²/ha favorisera d'avantage la régénération des essences semi-tolérantes à l'ombre (bouleau jaune et chêne

Analyse économique des investissements sylvicole

rouge)²⁰. La coupe finale sera effectuée 5 à 10 ans après la coupe d'ensemencement lorsque la régénération aura un coefficient de distribution d'au moins 70 % des essences à promouvoir (placette de 4 m²) en croissance libre de plus 1 m de hauteur

- **Pinède blanche:** La CPR s'applique aux peuplements de structure régulière comportant au moins 12 m²/ha en pin blanc (peut contenir une composante mineure d'autres essences résineuses ou de chêne rouge) dans le but d'obtenir de 75 à 100 pins/ha répartis uniformément après coupe d'ensemencement. Coupe d'ensemencement de 40 à 50 % de la ST (ST résiduelle > 14 m²/ha) et préparation de terrain²¹. Coupe secondaire de 10 à 15 ans après la coupe d'ensemencement (ST résiduelle 9 m²/ha) lorsque la régénération aura entre 30 et 150 cm. Coupe finale de 15 à 25 ans après la coupe d'ensemencement lorsqu'il y a au moins 1000 semis/ha de 5 à 6 m de haut bien répartis dans le peuplement. On recommande d'enrichir le sous-bois en plants de fortes dimensions (PDF) de pin blanc (≥ 1000/ha) après la coupe d'ensemencement sur les stations les plus riches (celles abritant les feuillus en sous-bois). Cette mesure peut aussi permettre de traiter les pinèdes qui ont moins de 12 m²/en pin blanc.

CPI-RL (Raymond et al. 2013a)

- **Sapinière à bouleau jaune :** Coupe d'ensemencement de 40 à 50% de la ST (ST résiduelle >15 m²/ha) et scarifiage²²; avec coupe finale de 20 à 30 ans après la coupe d'ensemencement lorsque la régénération est établie.
- **Bétulaies jaunes résineuses appauvries (CFC 7 à 9 m²/ha) :** Coupe d'ensemencement de 40 à 50% de la ST (ST résiduelle >14 m²/ha) et scarifiage²³ ; coupe secondaire de 15 à 20 ans après la coupe d'ensemencement (ST résiduelle 9 m²/ha); coupe finale de 25 à 40 ans après la coupe d'ensemencement lorsque la régénération sera > 1m de haut.
- **Érablières et chênaie rouge :** La CPI-RL s'applique aux peuplements de structure régulière ou aux peuplements de structure irrégulière dégradés (CFC 5 à 7 m²/ha). Coupe d'ensemencement avec un prélèvement spatiale uniformément répartie afin de laisser un couvert protecteur composé de semenciers vigoureux avec un recouvrement des houppiers de 60 à 80% (environ 15 à 18 m²/ha de surface terrière résiduelle). Une surface terrière résiduelle de près de 18 m²/ha sera plus favorable à la régénération de l'érable à sucre et des essences tolérantes alors qu'une surface terrière résiduelle plus faible de près de 15 m²/ha favorisera d'avantage la régénération des essences semi-tolérantes à l'ombre (bouleau jaune et chêne rouge)²⁴. La coupe secondaire sera effectuée 5 à 10 ans après la

²⁰ Une préparation de terrain incluant le scarifiage et la maîtrise de la végétation concurrente est souvent nécessaire pour assurer des conditions favorables à l'établissement de la régénération

²¹ Idem note 16

²² Idem note 16

²³ Idem note 16

²⁴ Idem note 16

Analyse économique des investissements sylvicole

coupe d'ensemencement lorsque la régénération aura un coefficient de distribution d'au moins 70% des essences à promouvoir (placette de 4m²) en croissance libre de plus 1 m de hauteur. La surface terrière résiduelle après cette coupe sera de 4 à 6 m²/ha et composé de 40 à 50 arbres dominants et vigoureux à l'hectare. La coupe finale pourra être exécutée de 25 à 60 ans après la coupe d'ensemencement selon les objectifs.

- **Pinède blanche:** Pour les peuplements de structure régulière, coupe d'ensemencement de 40 à 50% de la ST (ST résiduelle >14 m²/ha) et préparation de terrain²⁵; coupe secondaire de 15 à 20 ans après la coupe d'ensemencement (ST résiduelle 9 m²/ha); coupe finale de 25 à 40 ans après la coupe d'ensemencement lorsque la régénération aura de 3 à 6 m de haut.

<i>Effets</i>	<i>Sources d'information et outils disponibles</i>	<i>Remarques</i>
<p>i. Les coupes progressives favorisent le développement de la régénération naturelle et influencent sa composition</p>	<p>Suivis d'efficacité</p>	<p>Il existe très peu de connaissances scientifiques applicables à nos conditions qui permettent de prédire la composition du nouveau peuplement régénéré après une coupe finale suivant une coupe progressive (CPR, CPI_RL). Néanmoins, il faut normalement réaliser une préparation de terrain afin de déraciner les espèces concurrentes et créer des lits de germination plus favorables à plusieurs essences (Raymond et al. 2013ab).</p> <p>Les quelques cas documentés par Leak (2007) peuvent servir à élaborer l'hypothèse suivante : La composition en surface terrière relative des espèces d'une nouvelle cohorte de perches est semblable au coefficient de distribution (placettes de 4 m²) de chacune des espèces que cette cohorte avait lorsqu'elle était au stade de régénération (semis et gaules).</p> <p>Toutefois, lors de l'évaluation du coefficient de distribution il faut noter seulement l'espèce ligneuse la plus haute dans chaque placette, tout en omettant les deux plus hauts cerisiers de Pennsylvanie (adapté de Nyland et al. 2007) et le framboisier (adapté de Donoso et Nyland 2006).</p> <p>L'évaluation de la régénération peut être effectuée avant la coupe afin d'estimer l'effet potentiel d'une coupe effectuée en hiver sans perturbation de l'humus. Ainsi, l'évaluation suppose que la régénération qui sera abîmée</p>

²⁵ Idem note 16

Analyse économique des investissements sylvicole

		<p>lors de la coupe formera des rejets de souche et reprendra une position dominante. Cette supposition ne s'applique pas aux essences résineuses.</p> <p>Pour capter les effets de la perturbation de l'humus et le déracinement des semis et gaules préétablis par une récolte automnale ou une préparation de terrain, il est préférable d'effectuer l'évaluation au moins 2 ans après la dernière intervention.</p> <p>Le cumul des coefficients de distribution de la régénération des essences commerciales n'atteindra pas 100 % en présence d'espèces concurrentes dominantes ou de microsites non régénérés. Nous suggérons de poser l'hypothèse que ce manque causera une diminution proportionnelle de la surface terrière du nouveau peuplement.</p>
<p>ii. Les coupes progressives peuvent augmenter la croissance en diamètre des arbres résiduels</p>	<p>Artémis 2014 SaMARE 2014</p>	<p>CPI-RL</p> <p>Dans le cas des coupes progressives irrégulières à régénération lente, le couvert protecteur est maintenu pour une période prolongée. Cette période peut varier de 20 à 40 ans dans les peuplements mixtes et de 25 à 60 ans dans les peuplements de feuillus (Raymond et al. 2013b). Toutefois, la densité du couvert sera réduite progressivement durant cette période. L'accroissement du peuplement après la première coupe (coupe d'ensemencement) peut être estimé à l'aide des modèles de croissance Artémis ou SaMARE puisque les surfaces terrières se situent généralement au-dessus de 14 m²/ha après cette première coupe. Toutefois, l'estimation de l'accroissement après la coupe secondaire et la coupe finale devrait reposer sur des hypothèses puisque ces simulateurs n'ont pas été validés dans des conditions de jeunes peuplements équiennes ou bi-étagés. Il faut faire évoluer le peuplement protecteur de faible densité avec un jeune peuplement équienne en sous étage.</p> <p>CPR</p> <p>Situation similaire mais moins problématique puisque le peuplement n'est pas bi-étagé après la coupe finale. Il faut donc poser une hypothèse sur la composition et densité de départ et faire évoluer le peuplement avec un modèle de croissance.</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

iii. Les coupes progressives augmentent le risque de perte par chablis	Suivis d'efficacité	<p>Comme pour toutes les coupes partielles, le prélèvement des arbres déstabilise le peuplement et augmente la vitesse de pénétration du vent. Il faut limiter le plus possible les risques de chablis par le choix des sites à traiter et des arbres à conserver (Boileau et al. 2013). Les risques sont moindres dans les peuplements croissant sur des sols profonds et dans les emplacements peu exposés aux vents de tempête. Il est préférable de conserver comme semenciers les arbres vigoureux d'essences désirées qui ont des houppiers bien développés (bonnes sources de graines), ayant un bon ancrage au sol et le moins possible de signes de faiblesse mécanique.</p> <p>L'ampleur des pertes par chablis qu'il est possible d'anticiper est mal documenté, ce qui nécessite le recours à des suivis d'efficacité. Selon nos expériences et les informations disponibles dans la littérature scientifique, nous posons l'hypothèse que les risques de pertes par chablis sont élevés lorsque le taux de prélèvement excède 40 %.</p>
---	---------------------	--

9.3.1.2 Cas 2. Peuplements résineux

Critères normaux de prélèvement CPR en peSSIères et en sapinières boréales (Raymond et al. 2013b) :

- Coupe d'ensemencement avec prélèvement d'environ 30 % de la surface terrière et jusqu'à 40 % dans les peSSIères noires.
- La période de régénération est 10 ans dans les peSSIères blanches et elle peut aller jusqu'à 15 ans dans les sapinières et les peSSIères noires.

Critères normaux de prélèvement CPI_RL en peSSIères blanches et en sapinières boréales (Raymond et al. 2013a) :

- Coupe d'ensemencement avec prélèvement d'environ 25 % de la surface terrière.
- L'intervalle pour la coupe finale varie de 15 à 25 ans en fonction de la productivité de la station et de l'importance relative des essences. Un intervalle de coupe court est utilisé dans les conditions plus productives.

Critères normaux de prélèvement CPI_RL en peSSIères noires (Raymond et al. 2013a):

- Coupe d'ensemencement avec prélèvement d'environ 30 à 40 % de la surface terrière.

Analyse économique des investissements sylvicole

- L'intervalle pour la coupe finale varie de 20 à 30 ans en fonction de la productivité de la station et de l'importance relative des essences. Un intervalle court est utilisé dans les conditions plus productives.

<i>Effets</i>	<i>Sources d'information et outils disponibles</i>	<i>Remarques</i>
i. Les coupes progressives favorisent le développement de la régénération naturelle et influencent sa composition	Raymond et al. 2013ab (chapitre 20 – La coupe progressive irrégulière et Tome 2 : chapitre 19 – La coupe progressive régulière) Suivis d'efficacité	<p>Il existe très peu de connaissances scientifiques applicables à nos conditions qui permettent de prédire la composition du peuplement après chaque phase des procédés de régénération par coupes progressives. Par conséquent, il faut réaliser des suivis d'efficacité afin de documenter les résultats obtenus et ainsi vérifier l'atteinte des objectifs. Nous proposons une approche semblable à celle des peuplements feuillus pour laquelle le coefficient de distribution de l'essence la plus haute dans la placette est noté, de même que la position des espèces concurrentes et des autres essences non désirées (p. ex. PET). Ces informations devraient permettre d'avoir une idée de la composition de la cohorte qui se développera.</p> <p>En créant des conditions propices à l'établissement ou au développement de la régénération, les coupes progressives visent à assurer le renouvellement du peuplement avant le retrait final du couvert. Le dosage de la lumière au sol vise à favoriser les essences désirées tout en limitant l'expansion de la végétation concurrente. Une perturbation de l'humus est nécessaire pour favoriser la germination des essences à petites semences comme les épinettes et les bouleaux (Raymond et al. 2000, Raymond et al. 2013ab).</p> <p>Lors de la coupe finale, il faut porter une attention particulière à la protection de la régénération préétablie, par exemple en effectuant la coupe en hiver ou une CPRS. L'obtention d'une régénération adéquate est nécessaire pour ne pas avoir à recourir à une régénération artificielle.</p>
ii. Les coupes progressives peuvent augmenter la	Artémis développement des arbres résiduels et	CPI-RL et CPR Les CPI-CRL et CPR sont des traitements pour lesquels la production à moyen et long terme est peu ou pas documentée. L'hypothèse posée est

Analyse économique des investissements sylvicole

<p>croissance en diamètre des arbres résiduels</p>	<p>hypothèses recrutement et chablis</p>	<p>que la coupe progressive stimulera la croissance des arbres résiduels. Une coupe d'ensemencement faite selon les règles de l'art devrait conserver les meilleurs semenciers, soit les arbres vigoureux d'essences désirées avec de larges houppiers et pourrait s'apparenter à une éclaircie par le bas. Toutefois, les gains en diamètre risquent d'être limités étant donné que la priorité de sélection n'est pas faite principalement dans l'optique de distribuer les ressources entre un nombre adéquat d'arbres résiduels, mais plutôt pour favoriser l'installation ou le développement de la régénération voulue. S'il y a un gain à l'échelle de certains arbres, il risque d'être annulé à l'échelle du peuplement par le chablis ou la mortalité sur pied.</p>
<p>iii. Les coupes progressives augmentent le risque de perte par chablis</p>	<p>Raymond et al. 2013 (Tome 2 : chapitre 19 – La coupe progressive régulière et chapitre 20 – La coupe progressive irrégulière)</p>	<p>La création des ouvertures et les bris engendrés aux troncs ou aux racines des arbres augmentent le risque de mortalité. Le risque de perte par chablis est plus grand au cours de premières années après traitement. Ce risque est plus grand dans les peuplements non éduqués et il augmente avec l'âge du peuplement. Il importe de considérer les facteurs qui influencent le risque de chablis dans les peuplements à dominance résineuse, en particulier l'exposition aux vents de tempête, la profondeur d'enracinement, la proportion en essences vulnérables (ex : sapin baumier) et d'individus faibles et âgés (Boileau et al. 2013, Ruel 2000). La localisation du peuplement à traiter par rapport aux coupes environnantes peut s'avérer encore plus déterminante que les caractéristiques du peuplement ou l'exposition et la pente (Ruel et al. 2003). En sapinière régulière mature, une coupe progressive de faible intensité, soit de 25 % ou moins de la surface terrière aide à limiter les risques (Ruel et al. 2003).</p>

9.3.2 Prise en compte des effets dans les courbes d'évolution du CPF

Responsable : Bureau du forestier en chef

Effets du traitement	Division BFEC	Prise en compte (oui/non)		Remarques
		Cas 1. Peuplements résineux	Cas 2. Peuplements feuillus*	
i. Les coupes progressives favorisent le développement de la régénération naturelle et influencent sa composition.	Tous	Oui	Oui	Pour les résineux, le retour après la coupe finale est prévu à un stade avancé (sans délai de régénération). Pour les feuillus, le modèle de croissance assure le recrutement tout au long de l'évolution du peuplement dans le temps.
ii. Les coupes progressives peuvent augmenter la croissance en diamètre des arbres résiduels.	Tous	Non	Non	Les effets de traitement ont été modélisés afin de bien représenter le prélèvement et l'évolution des volumes. Des caractéristiques comme la dimension et le nombre de tiges résiduelles n'ont pas été évaluées.
iii. Les coupes progressives augmentent le risque de perte par chablis	Tous	Non	Non	Aucune perte n'a été intégrée dans les courbes suite aux coupes progressives. La mortalité présente suite à l'utilisation du module de prélèvement d'Artémis a été retirée en raison des retours possibles sur différents points d'une même courbe.

Pour plus d'information, voir la fiche 3.6 et 3.7 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* intitulée *Coupe progressive régulière* et *Coupe progressive irrégulière*.

9.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

9.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description (spécifier les éléments des revenus et de coûts affectés)
<i>i. Les coupes progressives favorisent le développement de la régénération naturelle et influencent sa composition.</i>	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha), car leurs proportions est susceptible d'augmenter puisque la coupe partielle vise à favoriser leurs régénérations.	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence et du DHP).
	Bois de plus faible valeur lors de la réalisation de la coupe d'ensemencement, car récolte des essences de faibles valeur ou non désirées.	Oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence et du DHP).
	Bois de plus grande valeur lors de la récolte finale, car il reste les essences de plus grande valeur.	Oui	Voir l'annexe I pour la gestion des bois sans preneurs.
<i>ii. Les coupes progressives peuvent augmenter la croissance en diamètre des arbres résiduels</i>	Augmentation de la valeur par m ³ en raison des DHP plus gros.	SEPM = oui Feuillus = oui/non	SEPM : L'ajustement permet de calculer le gain de valeur par m ³ résultant de l'augmentation du DHP des arbres. Feuillus : La matrice de répartition par produit Essence-DHP présente des variations entre chaque DHP dans la version 2.2 du MÉRIS. Les autres matrices (ABCD, MSCR-OP et MSCR12) présentent des variations par groupes de DHP. Des travaux de modification des matrices de répartition sont

Analyse économique des investissements sylvicole

			actuellement en cours. À terme, ceux-ci devraient permettre de solutionner cette problématique.
	Diminution des coûts de récolte (\$/m ³) lors de la récoltes finale, car volume par tige plus élevé.	Oui	Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
iii. Les coupes progressives augmentent le risque de perte par chablis	Diminution des revenus de récolte (\$/ha), car diminution du volume récolté à la phase finale.	Oui	Le calcul des revenus se réalise en multipliant la quantité de volume (m ³ /ha) par les revenus associés. Toutes choses égales par ailleurs, il y aura moins de revenus s'il y a moins de volumes.
	Augmentation des coûts de récolte (\$/m ³) causée par les difficultés supplémentaires de récolter un chablis partiel.	Oui	L'augmentation des coûts de récolte entraîne une baisse de la rentabilité. Le coût des traitements peut être ajusté dans MÉRIS via le bouton « Coûts » dans l'onglet « Rentabilité ».
***Ajout : Moins de volume récolté par unité de surface comparativement à une coupe totale. Pour illustrer, il faut environ 3 ha en coupe partielle pour récolter le même volume sur un hectare en coupe totale.	Augmentation des coûts de dispersion (\$/ha).	Non	L'ajustement dispersion SEPM, si activé, calcul le « gain » économique résultant d'une production SEPM accrue de volume par hectare. Récolter plus de volume par unité de surface (m ³ /ha) permet d'amortir et de diminuer certains coûts d'exploitations (ex : voirie, fardier). Pour les essences autres que le SEPM, il n'existe pas d'ajustement automatique pour calculer l'augmentation des coûts de dispersion. Il faut les introduire manuellement dans l'analyse. À ce titre, des traitements « dispersion » ont été introduit dans MÉRIS 2.2 (table RATF). Ceux-ci permettent de tenir compte de l'effet dispersion en coupe partielle. Les coûts de dispersion varient par classe de

Analyse économique des investissements sylvicole

			volume net récolté.
--	--	--	---------------------

9.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Il est recommandé d'intégrer les coûts qui reflètent le mieux les réalités régionales. Les coûts présents dans MÉRIS sont des moyennes provinciales qui doivent être considérées comme des valeurs par défaut.

Les éléments qui influencent les coûts de réalisation sont tirés du document « Directives sur les paiements du programme d'investissement dans les forêts traitées par coupes partielles, saison 2018-2019 »²⁶. Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation des traitements de coupe partielle de CPR et CPI-RL :

Les paramètres suivants influencent les coûts de réalisation des traitements de coupe partielle :

5. *Volume moyen des tiges à récolter (m³/tige) (influence le coût de récolte)*

L'équation de calcul des coûts de récolte intégrée dans MÉRIS est sensible au volume moyen des tiges à récolter. Par conséquent, aucun ajustement des coûts n'est requis pour prendre en compte l'influence de ce paramètre.

6. *Volume à prélever (m³/ha) (influence les coûts de dispersion)*

Il est requis d'introduire manuellement, dans l'analyse en peuplement mixte et feuillu, un coût supplémentaire de dispersion lors de chaque traitement de coupe partielle (voir section précédente). Nous suggérons d'activer le modèle dispersion en peuplement SEPM.

Autres coûts à intégrer si applicables :

- Martelage

9.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

<i>Éléments</i>	<i>Paramétrage dans MÉRIS</i>
Bois sans preneur (nettoisement)	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.
Dispersion	Pour les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.

²⁶ <https://bmmb.gouv.qc.ca/publications-et-reglements/valeur-des-traitements-sylvicoles/traitements-sylvicoles-commerciaux/directives-sur-les-paiements-du-programme-d-investissement-dans-les-forets-traitees-par-coupes-partielles>

9.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

9.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Grand type de couvert	Remarques
Coupe progressive régulière	Structure régulière	Feuillus tolérants Feuillus tolérants à résineux	Scénario de base : CPR CPR + SCA + DEG Scénarios intensifs: CPR + SCA + DEG + EPC puits + ECJ + CJ CPR + SCA + DEG + EPC puits + EC
		Pessières Résineux à feuillus Sapinières	Scénario de base: CPR + SCA CPR + SCA + DEG/NET
		Pinèdes blanches Pinèdes rouges	Scénario intensif: CPR + SCA + REG + DEG + ELA + NET
Coupe progressive irrégulière à régénération lente	Structure régulière ou irrégulière, si composante feuillus tolérants significative	Bétulaies blanches Bétulaies blanches à résineux Peupleraies Peupleraies à résineux Érablières rouges	scénario de base: CPIRL + SCA + REG
		Feuillus tolérants Feuillus tolérants à résineux Cédrrières Prucheraies	Scénarios de base: CPIRL+DEG CPIRL+SCA+REG CPIRL + SCA
		Pinèdes blanches Pinèdes rouges	Scénario intensif: CPIRL+SCA+REB+DEG+ELA+NET
		Pessières Résineux à feuillus	Scénarios de base: CPIRL+DEG CPIRL + SCA + REG + DEG CPIRL + SCA

9.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence

9.5.2.1 Modèle de croissance

- L'accroissement du peuplement après la première coupe d'ensemencement peut être estimé à l'aide des modèles de croissance Artémis ou SaMARE puisque les surfaces terrières se situent généralement au-dessus de 14 m²/ha après cette première coupe.

Analyse économique des investissements sylvicole

- Le recrutement prédit par les modèles de croissance correspond à celui qui se produit si aucun effort particulier n'est réalisé afin de favoriser le retour d'une essence spécifique (ex : scarifiage pour favoriser la régénération du BOJ) ou encore, maîtriser des essences indésirables (ex : abatage des gaules de HEG). Si des efforts de scarifiage ou de contrôle de la régénération sont réalisés, il est donc nécessaire de modifier le recrutement prédit par SaMARE ou Artémis (annexe IV).
- L'estimation de l'accroissement dans les **peuplements feuillus après la coupe secondaire et la coupe finale en CPI-RL** devrait reposer sur des hypothèses puisque Artémis ou SaMARE n'ont pas été validés dans des conditions de jeunes peuplements équiennes ou bi-étagés. Il faut faire évoluer le peuplement protecteur de faible densité avec un jeune peuplement équienne en sous étage.
- **En CPR**, l'estimation de l'accroissement **après la coupe finale** est moins problématique puisque le peuplement n'est pas bi-étagé après la coupe finale. Il faut donc poser une hypothèse sur la composition et densité de départ et faire évoluer le peuplement avec un modèle de croissance. L'hypothèse devra tenir compte des limites du modèle et avoir un moment d'introduction établi en conséquence.
- Le moment d'introduction de l'hypothèse de retour après la coupe finale reste à définir. Des travaux en cours à la DRF permettront à terme de poser de meilleures hypothèses dans les peuplements résineux. Pour les feuillus durs, l'analyste intéressé pourrait se référer à la méthode élaborée par Bédard *et al.* (2014)²⁷ selon laquelle on doit simuler l'évolution des tiges de 10 cm et plus au dhp dans un modèle de croissance après avoir posé des hypothèses (1) sur la composition (% par essence) du retour après la coupe totale, (2) sur le temps requis pour que les codominants atteignent un diamètre marchand (10 cm) et (3) sur la densité des peuplements. La méthode proposée est adaptée de la méthode décrite dans la fiche « Synthèse de la réalisation de l'analyse de rentabilité économique des coupes de jardinage et de la coupe progressive irrégulière à couvert permanent (Cas des peuplements à dominance de feuillus tolérants) ».
- Lorsque la simulation de croissance repose sur une hypothèse de composition, il est particulièrement important d'avoir une hypothèse de résultat pour pouvoir juger du réalisme de la prédiction des simulateurs de croissance. À ce titre, une courbe du BFEC avec une composition de départ similaire à l'hypothèse peut servir de base de comparaison pour le résultat final.
- Les modèles de croissances n'incluent pas de notion de chablis, seulement la mortalité par pied d'arbre.

²⁷ Bédard, S., F. Guillemette, P. Raymond, S. Tremblay, C. Larouche, et J. Deblois. 2014. *Rehabilitation of northern hardwood stands using multi-cohort silvicultural scenarios in Québec*. Journal of Forestry, 112 (3): 276-286.

Analyse économique des investissements sylvicole

9.5.2.2 Courbes du BFEC

- Les courbes du BFEC contiennent des informations pertinentes permettant de déduire l'âge de maturité, les volumes à maturité et les effets du traitement sur la composition du peuplement après une récolte.
- Cependant, on ne peut se fier à l'âge inscrit sur les courbes créées à partir d'Artémis²⁸. En effet, l'âge n'est pas une variable de suivi dans les courbes du BFEC simulées avec Artémis. Les courbes actuelles sont par défaut à 60 ans et les courbes d'effet de traitement à 0. Cela affecte la détermination de l'année de la première action du scénario, étant donné que l'année des actions suivantes peuvent être déduite une fois que la première année est déterminée. Deux méthodes sont présentées à l'annexe V pour estimer l'année de la première action.
- **Lorsqu'il n'y a pas de courbe d'effets de traitement CPR/CPI-RL de disponible sur un groupe de strate (sans simulation par le BFEC).** L'analyste pourra poursuivre l'analyse du scénario après la coupe d'ensemencement sur la courbe source. Pour la 2^e révolution, 3 options s'offrent à l'analyste:
 - Après la 1^{ère} révolution, on commence la 2^e révolution sur la courbe source sans modification (sans effet de traitement);
 - Après la 1^{er} révolution, on commence la 2^e révolution sur la courbe source ET on la modifie en fonction de l'hypothèse d'effet de traitement (ex : composition);
 - Après la 1^{ère} révolution, on sélectionne une courbe correspondante à notre hypothèse d'effet de traitement. On doit valider que les caractéristiques de la courbe (ex : volume) soit du même ordre que la courbe initiale utilisée.

9.5.2.2 Coupe progressive régulière en peuplement résineux ou mixte à feuillu intolérant

Caractéristiques générales

- La courbe d'effets de traitements après la coupe d'ensemencement est proportionnelle à la courbe actuelle.
- La colonne « Moment de réalisation » propose une méthode pour déterminer le moment de l'action avec les courbes du BFEC. Lors de l'utilisation des modèles de croissance, le moment de réalisation de la coupe d'ensemencement et de la coupe finale sera variable en fonction des critères minimaux requis pour déclencher la prochaine récolte (ex : régénération établie).

²⁸ • À noter que les courbes créées à partir de Natura conviennent pour les analyses.

Analyse économique des investissements sylvicole

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	n/a	n/a
Coupe d'ensemencement 1	AEA²⁹ sur la courbe actuelle. Sur les courbes Artémis, veuillez-vous référer à l'annexe V pour estimer l'année de la première action.	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM ou utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2. Martelage : (si applicable)	Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe actuelle sont établis en multipliant les volumes de la courbe, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.
Coupe finale 1	10 à 15 ans après la coupe d'ensemencement 1 (voir 3.1 cas 2)	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion (résineux seulement): Activer le modèle de dispersion SEPM.	Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe d'effets de traitement correspondent à ceux au moment de réalisation desquels on soustrait les volumes récoltés lors de la coupe d'ensemencement. Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.
Coupe d'ensemencement 2	Moment = AEA – 5 ans³⁰ AEA est déterminé	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion :	Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe sélectionnée pour la 2e révolution

²⁹ AEA = âge d'exploitabilité absolue

³⁰ Fiche 3.6 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* intitulée *Coupe progressive régulière*

Analyse économique des investissements sylvicole

	sur la courbe sélectionnée pour la 2 ^e révolution	Activer le modèle de dispersion SEPM ou utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2. Martelage : (si applicable)	sont établis en multipliant les volumes de la courbe, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.
Coupe finale 2	10 à 15 ans après la coupe d'ensemencement 2 (voir 3.1 cas 2)	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS Dispersion (résineux seulement): Activer le modèle de dispersion SEPM.	Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe d'effets de traitement correspondent à ceux au moment de réalisation desquels on soustrait les volumes récoltés lors de la coupe d'ensemencement. Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.

- Début de perpétuité : N'importe quelle année entre la coupe finale 1 et la coupe d'ensemencement 2.
- Horizon : année Coupe finale 2 – année Coupe finale 1

9.5.2.2 Coupe progressive régulière en peuplement de feuillus ou mixtes à feuillus tolérants

Caractéristiques générales

- La courbe d'effets de traitement est généralement la même pour la coupe d'ensemencement et pour la coupe finale³¹.
- La colonne « Moment de réalisation » propose une méthode pour déterminer le moment de l'action avec les courbes du BFEC. Lors de l'utilisation des modèles de croissance, le moment de réalisation de la coupe d'ensemencement et de la coupe finale sera variable en fonction des critères minimaux requis pour déclencher la prochaine récolte (ex : régénération établie).

³¹ Ibid. note 26

Analyse économique des investissements sylvicole

Scénario analysé (générique)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	n/a	n/a
Coupe d'ensemencement 1	<p>AEA1 sur la courbe actuelle.</p> <p>Sur les courbes Artémis, veuillez-vous référer à l'annexe V pour estimer l'année de la première action.</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2.</p> <p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe actuelle sont établis en multipliant les volumes, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. La méthode par « soustraction de courbes », présentée à l'annexe VI, peut aussi être utilisée pour déterminer les caractéristiques du prélèvement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>
Coupe finale 1	X années après la coupe d'ensemencement 1 (voir 3.1 cas 1)	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe d'effet de traitement sont établis en multipliant les volumes, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. On soustrait ensuite les volumes récoltés lors de la coupe d'ensemencement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>
Coupe d'ensemencement	Moment = année correspondante à l'atteinte du	<p>Récolte : Calcul automatique du</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe sont établis en</p>

Analyse économique des investissements sylvicole

2	<p>critère déclencheur (ex : surface terrière) – position de retour</p> <p>L'année est déterminée sur la courbe d'effet de traitement</p> <p>La position de retour correspond à environ 3 m²/ha³²</p>	<p>coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2.</p> <p>Martelage : (si applicable))</p>	<p>multipliant les volumes de la courbe sélectionnée pour la 2e révolution, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. La méthode par « soustraction de courbes », présentée à l'annexe IV, peut aussi être utilisée pour déterminer les caractéristiques du prélèvement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>
Coupe finale 2	<p>X nombre d'année après la coupe d'ensemencement lorsque la régénération est établie.</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe d'effets de traitement correspondent à ceux au moment de réalisation desquels on soustrait les volumes récoltés lors de la coupe d'ensemencement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>

- Début de perpétuité : N'importe quelle année entre la coupe finale 1 et la coupe d'ensemencement 2.
- Horizon : année Coupe finale 2 – année Coupe finale 1

9.5.2.2 Coupe progressive irrégulière en peuplement de résineux, mixtes ou feuillus

Caractéristiques générales

- La courbe d'effets de traitements après la coupe d'ensemencement est proportionnelle à la courbe précédente.

³² Ibid. note 26

Analyse économique des investissements sylvicole

- La colonne « Moment de réalisation » propose une méthode pour déterminer le moment de l'action avec les courbes du BFEC. Lors de l'utilisation des modèles de croissance, le moment de réalisation de la coupe d'ensemencement et de la coupe finale sera variable en fonction des critères minimaux requis pour déclencher la prochaine récolte (ex : régénération établie).
- Dans les peuplements de FT, Bj, SbBj, Pib, Pru et Tho, le BFEC a simulé des coupes partielles à répétition (sans coupe finale).

Scénario analysé (générique 2 interventions³³)

Action	Moment de réalisation	Coûts	Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)
Après récolte	0	n/a	n/a
Coupe d'ensemencement 1	<p>Moment = année correspondante à l'atteinte du critère déclencheur (ex : surface terrière).</p> <p>Sur les courbes Artémis, veuillez-vous référer à l'annexe V pour estimer l'année de la première action.</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM ou utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2.</p> <p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe actuelle sont établis en multipliant les volumes, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. La méthode par « soustraction de courbes », présentée à l'annexe VI, peut aussi être utilisée pour déterminer les caractéristiques du prélèvement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>
Coupe finale 1	X années après la seconde coupe d'ensemencement (voir 3.1)	<p>Récolte : Calcul automatique avec MÉRIS</p> <p>Dispersion (résineux seulement): Activer le modèle de dispersion SEPM.</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe d'effets de traitement correspondent à ceux au moment de réalisation desquels on soustrait les volumes récoltés lors de la coupe</p>

³³ Il est proposé d'analyser la coupe progressive irrégulière à trois interventions comme une coupe progressive irrégulière à couvert permanent. Par contre, les effets de traitement considérés dans l'analyse doivent être cohérents avec ceux présentés dans cette fiche.

Analyse économique des investissements sylvicole

		<p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>d'ensemencement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>
<p>Coupe d'ensemencement 2</p>	<p>Moment = année correspondante à l'atteinte du critère déclencheur (ex : surface terrière) – position de retour</p> <p>La position de retour pour les résineux varie de 15 à 20 ans.</p> <p>Pour les feuillus, la position de retour est déterminée par la ST résiduelle après la coupe finale au temps 0.³⁴</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion : Activer le modèle de dispersion SEPM ou utiliser le coût de dispersion introduit dans MÉRIS à partir de la version 2.2.</p> <p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe sont établis en multipliant les volumes de la courbe sélectionnée pour la 2e révolution, au moment retenus pour la réalisation de la coupe d'ensemencement, par le % de prélèvement considéré. La méthode par « soustraction de courbes », présentée à l'annexe VI, peut aussi être utilisée pour déterminer les caractéristiques du prélèvement.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.</p>
<p>Coupe finale 2</p>	<p>X années après la seconde coupe d'ensemencement (voir 3.1)</p>	<p>Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS</p> <p>Dispersion (résineux seulement): Activer le modèle de dispersion SEPM.</p> <p>Martelage : (si applicable)</p>	<p>Volume : Les volumes par essence prélevés sur la courbe d'effets de traitement correspondent à ceux au moment de réalisation desquels on soustrait les volumes récoltés lors des coupes d'ensemencement 2.</p> <p>Lors de l'utilisation des modèles de croissances, le volume prélevé</p>

³⁴ Les données du BFEC contiennent les hypothèses de retour en ST (ex : 14 m²/ha). Ces hypothèses sont basées sur des coupes partielles à répétition. Cependant, considérant que des arbres de DHP 10 cm et plus seront laissés sur pied à la coupe finale (ex : 10-22 cm), l'hypothèse du BFEC peut servir de base pour poser une hypothèse de retour après une coupe finale.

Analyse économique des investissements sylvicole

			correspondra à celui obtenu par la simulation de récolte dans MÉRIS.
--	--	--	--

- Début de perpétuité : N'importe quelle année entre la coupe finale 1 et la coupe d'ensemencement 2.
- Horizon : année Coupe finale 2 – année Coupe finale 1

9.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Durée entre les coupes selon les informations de la section 3.1 (ex : variation de la coupe finale de 15 à 25 ans après la coupe d'ensemencement);
- Perte par chablis;
- Perte par mortalité sur pied pour les courbes du BFEC;
- Le moment d'introduction de l'hypothèse de retour après coupe finale lorsque les modèles de croissance sont utilisés;
- La position de retour sur la courbe d'effets de traitement (ex : plus ou moins 10 ans);
- Etc.

10 Scénario sylvicole de coupe avec protection des petites tiges marchandes

10.1 Description des traitements

La **coupe avec protection des petites tiges marchandes** (CPPTM) est un procédé de régénération qui consiste à récolter les arbres dont le DHP est supérieur à un diamètre limite de 13, 15 ou 17 cm. Il faut alors protéger le plus grand nombre possible d'arbres résineux dont le DHP est inférieur à cette limite (semis, gaules et petites tiges marchandes (PTM)). La CPPTM se traduit par le prélèvement d'une partie importante du couvert forestier (70 à 95 % du volume marchand). L'objectif du traitement est de créer des conditions favorables au développement des semis, des gaules et des petites tiges marchandes conservées lors de la récolte pour qu'ils puissent ainsi contribuer au renouvellement du peuplement. Étant donné leur stade de développement, en plus de participer à la production, les PTM peuvent jouer le rôle de semenciers et ainsi participer à l'établissement de nouveaux semis. Également, vu leurs plus fortes dimensions, les PTM peuvent aussi contribuer à conserver une structure irrégulière pouvant s'apparenter à celles des peuplements matures dans lesquels la CPPTM devrait donc être appliquée. Par contre, certains peuplements de structure régulière peuvent également être traités par CPPTM si le but est de les mener vers une structure irrégulière.

La CPPTM est réalisée en peuplements naturels résineux ou mixtes à dominance résineuses et elle s'inscrit dans une intensité de sylviculture extensive ou de base (Gravel et Meunier 2013).

Les résultats qui devraient être observés dans les peuplements traités varient en fonction du traitement et de la période de temps considérée (Beaupré et Latrémouille 2014) :

De 0 à 5 ans

- Le peuplement principalement composé de semis et de gaules.
- La survie et la croissance de plus de 50 % des PTM. Le taux de survie des gaules est supérieur à celui des PTM et la mortalité devrait se produire au cours de deux premières années.

De 5 à 20 ans

- La mortalité diminue et après 10 ans, le diamètre moyen des 1 000 plus grands arbres augmente.

20 ans et plus

- Diminution de la période de révolution pour obtenir une production similaire à celle du peuplement récolté.
- Maintien d'une structure irrégulière.

10.2 État des connaissances sur les effets attendus des traitements

i. La CPPTM permet de réduire la période de révolution du peuplement

- Le gain temporel diminue en fonction de la productivité de la station et il augmente en fonction des caractéristiques des peuplements et de la qualité d'exécution des opérations.

Analyse économique des investissements sylvicole

- ii. **La CPPTM permet de maintenir la composition en essences résineuses**
 - La limitation de l'installation de feuillus intolérants après CPPTM peut permettre l'atteinte de la composition visée en essences résineuses.
- iii. **La croissance du peuplement pourrait être ralentie après la CPPTM**
 - L'augmentation de la couverture d'espèces, telles que les éricacées pourrait entraîner un ralentissement de croissance.
- iv. **La CPPTM permet de récolter des arbres avec un volume moyen par arbre plus grand**
- v. **La CPPTM est un traitement pouvant influencer la productivité des machines**

10.3 Hypothèses de rendement

10.3.1 Sources d'informations et outils disponibles

Effets	Sources d'information et outils disponibles	Remarques
i. La CPPTM permet de réduire la période de révolution du peuplement	Beaupré et al. (2013), p. 517 à 545 Beaupré et Latrémouille (2014) CCSMAF (2002), Riopel et al. (2010)	L'hypothèse posée est que la CPPTM permet de diminuer la période de révolution de 10 ans. Le gain est inversement fonction de la qualité de la station. À l'échelle du peuplement, le gain est fonction du nombre des PTM protégées, de la survie des gaules et des PTM et de l'occupation de l'espace de croissance par les résineux.
ii. La CPPTM permet de viser une composition en essences résineuses	Beaupré et al. (2013), p. 517 à 545 Riopel 2012	L'atteinte de la composition visée dépend de deux composantes. La première est la survie et la croissance des arbres laissés après coupe (régénération préétablie, gaules et PTM). La seconde est l'établissement et le développement de la régénération dans les sentiers, notamment grâce aux PTM qui jouent aussi le rôle de semenciers
iii. La croissance du peuplement pourrait être ralentie après CPPTM	Beaupré et al. (2013), p. 517 à 545	La CPPTM pourrait augmenter l'importance des plantes pouvant avoir des effets négatifs sur la régénération, notamment le thé du Labrador et le kalmia à feuilles étroites.
iv. La CPPTM permet de récolter des arbres avec un volume moyen par arbre plus grand	Beaupré et al. (2013), p. 517 à 545 CCSMAF (2002) Riopel et al. (2000) Hillman (2003)	La CPPTM est un traitement qui permet de réaliser le prélèvement de 70 à 95 % du volume marchand du peuplement en récoltant les arbres plus gros qu'un diamètre donné. Ainsi, le volume moyen des arbres récoltés

Analyse économique des investissements sylvicole

		est de 20 à 40 % supérieur comparativement à une CPRS. L'ampleur de la différence est fonction de la structure du peuplement et du diamètre minimum retenu.
v. La CPPTM est un traitement pouvant influencer la productivité des machines	Beaupré et al. (2013), p. 517 à 545 Beaupré et Latrémouille (2014) CCSMAF (2002) Riopel et al. (2000) Hillman (2003)	La CPPTM permet de laisser sur pied les arbres marchands des classes de diamètre 10 et 12 cm, lesquelles nécessitent beaucoup de temps de manipulation comparativement aux revenus qu'elles génèrent. Comparativement à une CPRS, cela se traduit par un gain de productivité 8 à 15 % avec une abatteuse-façonneuse. Toutefois, avec une abatteuse-groupeuse, la productivité diminue de 17 % dans les CPPTM. Quant au système de récolte par bois courts à deux machines (abatteuse multifonctionnelle et porteur) le coût est environ 5 % de moins élevé dans les CPPTM.

10.3.2 Prise en compte des effets de traitement dans les courbes d'évolution du CPF

Effets du traitement	Division BFEC	Prise en compte (oui/non)	Remarques
i. La CPPTM permet de réduire la période de révolution du peuplement	Toutes	Oui	Pour prendre en compte qu'une strate traitée par une CPPTM a un volume marchand résiduel, elle est positionnée à l'âge de 10 ans sur sa courbe d'effet de traitement.
ii. La CPPTM permet de viser une composition en essences résineuses	Toutes	Oui	Le choix de la courbe d'effets de traitement repose sur la prédiction de la composition de la strate après l'application du traitement.
iii. La croissance du peuplement pourrait être ralentie après CPPTM	Toutes	Non	

Analyse économique des investissements sylvicole

iv. La CPPTM permet de récolter des arbres avec un volume moyen par arbre plus grand	Toutes	Non	
v. La CPPTM est un traitement pouvant influencer la productivité des machines	Toutes	Non	

Pour plus d'information, voir la fiche 3.4 du *Manuel de détermination des possibilités forestières* intitulée [Coupe avec protection des petites tiges marchandes](#).

10.4 Réflexion économique sur le traitement et sensibilité des hypothèses

10.4.1 Effets économiques et sensibilité des hypothèses

Effets du traitement	Effets économiques anticipés	Sensibilité des hypothèses économiques	
		Oui / non	Description (spécifier les éléments des revenus et de coûts affectés)
i. La CPPTM permet de réduire la période de révolution du peuplement	Réduction du délai d'attente entre le revenu et l'investissement. Cela a un impact sur la VAN et la VANP, car les coûts et revenus sont plus fréquents et rapprochés dans le temps.	oui	Le calcul de la VAN et de la VANP est influencé par l'horizon du scénario en raison du taux d'actualisation.
ii. La CPPTM permet de viser une composition en essences résineuses	Augmentation des revenus en essences désirées (\$/ha).	oui	Les revenus générés par la récolte sont sensibles aux essences récoltées. Par exemple, l'EPN procure des revenus supérieurs au SAB à DHP égale (ajustement usine SEPM en fonction de l'essence et du DHP). Voir l'annexe I pour la gestion des bois sans preneurs.
iii. La croissance du peuplement pourrait être ralentie après CPPTM	Augmentation du délai d'attente entre le revenu et l'investissement. Cela a un impact sur la VAN et	oui	Le calcul de la VAN et de la VANP est influencé par l'horizon du scénario en raison du taux d'actualisation.

Analyse économique des investissements sylvicole

	la VANP, car les coûts et revenus sont plus fréquents et rapprochés dans le temps.		
iv. La CPPTM permet de récolter des arbres avec un volume moyen par arbre plus grand	Augmentation de la valeur par m ³ en raison des DHP plus gros (\$/m ³).	oui	L'ajustement usine permet de calculer le gain de valeur par m ³ résultant de l'augmentation du DHP des arbres.
	Diminution des coûts de récolte (\$/m ³).		Le calcul des coûts de récolte (\$/m ³) dans MÉRIS est sensible au volume par tige récoltée (dm ³ /tige). Le coût de récolte (\$/m ³) diminue lorsque le volume par tige augmente.
	Diminution potentiel des revenus de récolte (\$/ha), car récolte de moins de volume (m ³ /ha).		Le calcul des revenus se réalise en multipliant la quantité de volume (m ³ /ha) par les revenus associés. Toutes choses égales par ailleurs, il y aura plus de revenus s'il y a plus de volumes.
	Augmentation des coûts de dispersion (\$/ha).		L'ajustement dispersion SEPM, si activé, calcul le «gain» économique résultant d'une production SEPM accrue de volume par hectare. Récolter plus de volume par unité de surface (m ³ /ha) permet d'amortir et de diminuer certains coûts d'exploitations (ex : voirie, fardier). L'ajustement dispersion doit seulement être activé dans la strate SEPM pur (ST SEPM >= 75%)
v. La CPPTM est un traitement pouvant influencer la productivité des machines.	Avec le procédé en bois court (CPRS vs. CPPTM), la diminution des coûts de récolte est positive.	oui	Avec le procédé en bois long, le gain à la récolte en CPPTM est moins clair et nécessite un paramétrage de l'outil MÉRIS. Voir section 4.2.

10.4.2 Coûts et les éléments susceptibles de les influencer

Pour le traitement de CPPTM, l'estimation des coûts de récolte est sensible à :

- la dimension des arbres récoltés (m³/tige);
- procédé de récolte (bois court vs bois long).

Toutefois, l'équation de productivité de récolte en coupe totale présente dans l'outil MÉRIS n'est pas sensible au procédé de récolte. Il faut donc procéder à un ajustement des coûts dans l'outil. Pour ce

Analyse économique des investissements sylvicole

faire, on peut moduler le coût des traitements sylvicoles via la commande «Coûts» de l'onglet «Rentabilité». Par exemple, on majore le coût de récolte (CPPTM en bois long) à 105% du coût de récolte (CPRS par défaut).

10.4.3 Autres éléments à prendre en considération lors de l'élaboration des hypothèses économiques

Éléments	Paramétrage dans MÉRIS
Bois sans preneur	Ajuster l'analyse selon un des cas de figure de la gestion des bois sans preneur présenté dans l'annexe I. Dans le cas des feuillus durs, la question de la présence d'un marché pour les bois de trituration est particulièrement importante.
Dispersion	Comme l'analyse porte sur les peuplements à dominance de SEPM, il est recommandé d'activer le modèle de dispersion.

10.5 Structure de l'analyse de la rentabilité économique

10.5.1 Identification des scénarios types où ce traitement se réalise

Type de traitement	Type et structure du peuplement	Grand type de couvert	Remarques
CPPTM (extensif)	- Peuplement inéquien de structure bi-étagée ou irrégulière. - Présence de gaules et PTM.	Peuplements résineux et mixtes boréales, dont le couvert est dominé par le sapin, l'épinette noire et blanche. (Source : Guide Sylvicole Tome 2, p.542)	

10.5.2 Caractéristiques générales des scénarios types analysés et de leur référence

- Les courbes du BFEC contiennent des informations pertinentes permettant de déduire l'âge de maturité, les volumes à maturité et les effets du traitement sur la composition du peuplement suivant la réalisation de la CPPTM.
- Les caractéristiques des prélèvements doivent toutefois être modifiées. Il faut en effet augmenter le diamètre moyen des tiges afin de prendre en compte l'impact de ne pas récolter les petites tiges marchandes.

10.5.2.1 Coupe avec protection des petites tiges marchandes

Caractéristiques générales

- La coupe du scénario CPPTM ne récolte pas tous le volume marchand du peuplement (**70 à 95% du volume marchand est récolté**).
- Les arbres récoltés à l'âge d'exploitabilité absolue (AEA) dans le scénario CPPTM ont un **DHP quadratique et un volume moyen par tige plus élevés** que celui d'un scénario où l'ensemble des tiges sont récoltés.

Analyse économique des investissements sylvicole

- Dans une CPPTM, le gain sur le DHPq récolté varie selon la structure diamétrale du peuplement.
- Le scénario CPPTM peut permettre de gagner 5-10 ans sur la prochaine révolution en pessières et 15 ans en sapinières.

Scénario analysé

<i>Action</i>	<i>Moment de réalisation</i>	<i>Coûts</i>	<i>Rendement (Caractéristiques des volumes prélevés)</i>
Après récolte	0	n/a	n/a
CPPTM1	AEA1 sur la courbe actuelle. Moment = AEA1	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS	<p>Le volume récolté lors d'une CPPTM est affecté par la structure diamétrale et verticale du peuplement. Des simulations de récolte réalisée à partir des inventaires d'interventions régionales permet de caractériser les prélèvements en CPPTM (essence, % volume récolté, m³/tige et DHPq). L'annexe VII présente une méthode pour réaliser ces analyses.</p> <p>À défaut de faire l'exercice proposé à l'annexe VII, voici certains résultats obtenus suite à des simulations de récolte MÉRIS sur une centaine de peuplements (n=125, EPX et SAB) à l'échelle provinciale, de l'inventaire d'intervention PAFIO 2013 qui cadrent avec la CPPTM ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 85% du volume résineux est récolté et 100% pour les feuillues. • Le prélèvement des résineux se fait sur 63 % des tiges résineuses et conduit à un gain moyen au DHPq de +1.8 cm par rapport à une coupe totale
CPPTM2	(AEA2-10 ans) sur la courbe effet de traitement CPPTM Moment = AEA1 + (AEA2 – 10ans)	Récolte : Calcul automatique du coût avec MÉRIS	Hypothèse similaire à la CPPTM1, mais sur la courbe effet de traitement CPPTM.

- Début de perpétuité : N'importe quelle année entre la CPPTM1 et la CPPTM2.

Analyse économique des investissements sylvicole

- Horizon : AEA2-10 ans

10.6 Analyse de sensibilité

- Zone de tarification;
- Hypothèses sur le prélèvement en CPPTM (basées sur des simulations de récolte CPPTM avec des données d'inventaire de 2013 avec outil MÉRIS);
 - volumes récoltés → 70 à 95%;
 - tiges récoltées → 55 à 80%;
 - m³/tige → supérieur de 20 à 40%;
 - DHPq récoltés → (1 à 3 cm).
- Coût du traitement de récolte → à tester si requis
- Gain en temps sur la prochaine révolution (0-5-10-15-ans);
- Bois sans preneurs;
- Etc.

11 Bibliographie

ARBOGAST, C., Jr., 1957. Marking guides for northern hardwoods under the selection system. USDA For. Serv., Lake States For. Exp. Stn., Stn. Pap. No. 56. 21 p.

BÉDARD, S. DEBLOIS, J. et F. Guillemette (2012). Accroissements 15 ans après coupe de jardinage dans des érablières : une analyse par période quinquennale et par secteur, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 25 p. (Mémoire de recherche forestière; n° 165).

Barrette, M., N. Thiffault., J.-P. Tremblay et I. Auger. 2019. Balsam fir stands of northeastern North America are resilient to spruce plantation. *For. Ecol. Manage.* 450: 117504.

Barrette, M, S. Tremblay, et J. Gravel (2014). L'éclaircie précommerciale par puits de lumière de peuplements résineux. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-04. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Beaupré, P, I. Latrémouille (2014). La coupe avec protection des petites tiges marchandes. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-09. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Beaupré, P., M. Riopel et J. Bégin (2013). « Chapitre 21 – La coupe avec protection des petites tiges marchandes », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, *Le guide sylvicole du Québec*, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, p. 517-545.

Bédard, S., F. Guillemette, P. Raymond, S. Tremblay, C. Larouche, et J. Deblois. 2014. *Rehabilitation of northern hardwood stands using multi-cohort silvicultural scenarios in Québec*. *Journal of Forestry*, 112 (3): 276-286.

Bédard, S., M.-M. Gauthier, F. Guillemette et R. Ouimet (2018). Effets après 5 ans de l'éclaircie commerciale et de l'amendement du sol dans de jeunes érablières équiennes. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière, Note de recherche forestière no. 149. 17 p.

Bédard, S., Raymond P. et S. Tremblay. 2014. La coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements feuillus. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-F-14. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Boileau, É., Ruel, J.-C., Boulet, B. et M. Huot. 2013. Chapitre 7 – Le vent et le chablis, dans Ministère des Ressources naturelles, *Le guide sylvicole du Québec*, Tome 1 - Les fondements de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de B. Boulet et M. Huot. Les Publications du Québec, Québec, Canada. p. 725-748.

Analyse économique des investissements sylvicole

Braathe, P. 1992. Investigations concerning the development of regeneration of Norway spruce which is irregularly spaced and of varying density. 3. Supplementary planting. Norwegian Forest Research Institute. Meddelelser fra Skogforskning.

Bureau de mise en marché des bois. 2018. Guide d'analyse économique appliquée aux investissements sylvicoles, 70 p. https://bmmb.gouv.qc.ca/media/45568/guide_economique_2018.pdf.

Comité consultatif scientifique du manuel d'aménagement forestier [CCSMAF] (2002). Coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) – avis scientifique, Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Comité consultatif scientifique du Manuel d'aménagement forestier, 146 p.

Comité Consultatif Scientifique du Manuel d'Aménagement Forestier [CCSMAF] (2003). Éclaircie commerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM – Avis scientifique, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 80 p.

Donoso, P.J. et R.D. Nyland. 2006. Interference to Hardwood Regeneration in Northeastern North America: The Effects of Raspberries (*Rubus* spp.) Following Clearcutting and Shelterwood Methods. *N. J. Appl. For.* 23(4): 288-296 (289).

Dumais, D., C. Larouche, P. Raymond, S. Bédard et M.-C. Lambert. 2019. Survival and growth dynamics of red spruce seedlings planted under different forest cover densities and types. *New For.* 50: 573–592.

Dumais, D. et M. Prévost. 2019. Nine-year physiology, nutrition and morphological development of *Picea glauca* reintroduced by planting in a high-graded yellow birch–conifer stand. *Scand. J. For. Res.* 34: 656–666.

Dumais, D., P. Raymond et M. Prévost. (en préparation) Eight-year ecophysiology and growth dynamics of *Picea rubens* seedlings planted in harvest gaps of different sizes.

[DRF] Direction de la recherche forestière, 2017. Expansion du hêtre à grandes feuilles et déclin de l'érable à sucre au Québec : portrait de la situation, défis et pistes de solution. Avis scientifique du comité chargé d'étudier l'écologie et la sylviculture des peuplements contenant du hêtre et de l'érable. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis scientifique, 146 p.

Fortin, M., S. Bédard et J. DeBlois, 2009. SaMARE : un modèle par tiges individuelles destiné à la prévision de la croissance des érablières de structure inéquienne du Québec méridional. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat. et de la Faune, Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. no 155. 26 p.

Gauthier, M.-M., F. Guillemette, H. Power et F. Havreljuk, 2016. Capacité des modèles SaMARE et Artémis à simuler l'évolution des peuplements après une coupe de jardinage pratiquée dans un contexte opérationnel. Gouvernement du Québec, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 144. 18 p.

Analyse économique des investissements sylvicole

Gemmel, P. 1988. Development of beeted seedlings in three *Picea abies* (L.) Karst. stands. *Scand. J. For. Res.* 3: 175–183.

Gravel, J., Meunier, S. (2013). « Chapitre 3 – Le gradient d'intensité de la sylviculture ». Ministère des Ressources naturelles (éd.). *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif sous la supervision de C Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, P42-55.

Gravel, J., S. Tremblay, et M. Barrette (2014). L'éclaircie précommerciale systématique de peuplements résineux. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-02. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Gravel, J., Thiffault, N., Prigent, G. (2014). La plantation uniforme de résineux. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-F-10. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Guillemette, F. et S. Bédard. Soumis. Potential for sugar maple to provide high-quality sawlog trees at the northern edge of its range. Soumis à *Forest Science* le 21 juin 2018.

Guillemette, F., S. Bédard, D. Pin et D. Dumais (2013). « Chapitre 23 – Les coupes de jardinage avec gestion par arbres », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, p. 566-603.

Guillemette, F., M.-M. Gauthier, M.-C. Lambert et S. Bédard, 2013. Effets réels décennaux des coupes de jardinage pratiquées de 1995 à 1999 dans un contexte opérationnel. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière no 168. 34 p.
[<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Memoire168.pdf>]

Guillemette, F et M.-M. Gauthier. 2018. Résultats et retombées de la mesure des effets réels des coupes de jardinage pratiquées de 1995 à 1999. Conférence midi du MFFP, Québec, 18 avril 2018.

Guillemette, F. et F. Havreljuk, 2015. SaMARE 2014 : Modifications de la version 2006. Logiciel. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.
<ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Drf/CAPSSIS/SaMARE/Version2014/>

Hébert, F., V. Roy, I. Auger et M.-M. Gauthier. 2013. White spruce (*Picea glauca*) restoration in temperate mixedwood stands using patch cuts and enrichment planting. *For. Chron.* 89: 392–400.
MFFP (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 2016. Fiches d'aide à la décision pour les traitements sylvicoles au Québec. Gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 109 p.

Hillman, D. (2003). La coupe avec protection des petites tiges marchandes : coût et mise en application. *Inst. can. rech. genie for. (FERIC)*, Pointe-Claire, Qué. *Avantage* 4(17). 6 p.

Analyse économique des investissements sylvicole

Lafèche, V., C. Larouche et F. Guillemette (2013). « Chapitre 1 – L'éclaircie commerciale », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, p. 301-327.

Latrémouille, Y. et C. Larouche (2014). L'éclaircie commerciale. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-19. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Leak, W.B. 2007. Accuracy of Regeneration Surveys in New England Northern Hardwoods. N. J. Appl. For. 24(3): 227-229.

Majcen, Z., S. Bédard et S. Meunier, 2005. Accroissement et mortalité quinze ans après la coupe de jardinage dans quatorze érablières du Québec méridional, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche forestière no. 148. 39 p.

Newton, P.F. et M.L. Charlebois (2003). Response of black spruce to pre-commercial thinning: preliminary meta-analysis results. Soumis For. Ecol. Manage. 10 p.

Swift, D.E., W. Knight, M. Béland, I. Boureima, C.P.A. Bourque, et F.-R. MENG (2017). Stand dynamics and tree quality response to precommercial thinning in a northern hardwood forest of the Acadian forest region: 23 years of intermediate results. Scandinavian Journal of Forest Research 32: 45-59. doi: 10.1080/02827581.2016.1186219.

Nyland, R.D., Bashant, A.L., Heitzman, E.F., et J.M. Verostek. 2007. Interference to Hardwood Regeneration in Northeastern North America: Pin Cherry and Its Effects. N. J. Appl. For. 24(1): 52-60.
Raymond, P., Ruel, J.-C. et M. Pineau. 2000. Effet d'une coupe d'ensemencement et du milieu de germination sur la régénération des sapinières boréales riches de seconde venue du Québec. For. Chron. 76: 643-652.

Pin, D., G. Lessard ET F. Guillemette (2013). « Chapitre 24 – Les coupes de jardinage avec cohortes juxtaposées », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, p. 604-627.

Pothier, D. (1996). Accroissement d'une érablière à la suite de coupes d'éclaircie : résultats de 20 ans. Can. J. For. Res. 26 : 543–549.

Power, H. 2015. Guide d'utilisation du simulateur de croissance Artémis-2014 sur Capsis (version préliminaire 3.1). Gouvernement du Québec, Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière, Janvier 2015, 39 p.

Power, H., 2015. Artémis-2014 : Simulateur de croissance à l'échelle de l'arbre pour les forêts du Québec, mise à jour de la version 2009. Logiciel. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. <ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/public/Drf/CAPSIS/ARTEMIS-2014/>

Power, H. et I. Auger. 2018. Comparaison des prévisions à court et à long terme d'un modèle de croissance à l'échelle du peuplement avec celles d'un modèle à l'échelle de l'arbre. For. Chron. 94 47-60.

Analyse économique des investissements sylvicole

Prévost, M. et L. Charette. 2019. Rehabilitation silviculture in a high-graded temperate mixedwood stand in Quebec, Canada. *New For.* 50: 677–698.

Prévost, M. et D. Dumais. 2003. Croissance et statut nutritif de marcottes, de semis naturels et de plants d'épinette noire à la suite du scarifiage: résultats de 10 ans. *Can. J. For. Res.* 33: 2097–2107.

Prévost, M., et Dumais, D. 2013. Decennial growth and mortality following uniform partial cutting in yellow birch–conifer stands. *Canadian Journal of Forest Research* 43(3): 224-233.

Prévost, M. et D. Dumais. 2018. Long-term growth response of black spruce advance regeneration (layers), natural seedlings and planted seedlings to scarification: 25th year update. *Scand. J. For. Res.* 33: 583–59.

Raymond, P., Bédard, S et S. Tremblay 2014. La coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements mixtes. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-F-16. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

Raymond, P., I. Legault, L. Guay, et C. Godbout. 2013. Chapitre 19 – La coupe progressive régulière, dans Ministère des Ressources naturelles, Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 - Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, p. 410-453.

Raymond, P., Larouche, C., Bédard, S. et S. Tremblay. 2013a. Chapitre 20 – La coupe progressive irrégulière, dans Ministère des Ressources naturelles, Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 - Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier. Les Publications du Québec, Québec, Canada. p. 456-515.

Raymond, P., Prévost, M., et Power, H. 2016. Patch cutting in temperate mixedwood stands: what happens in the between-patch matrix? *Forest Science* 62(2): 227-236. doi: <http://dx.doi.org/10.5849/forsci.15-023>.

Raymond, P., Royo, A.A., Prévost, M., et Dumais, D. 2018. Assessing the single-tree and small group selection cutting system as intermediate disturbance to promote regeneration and diversity in temperate mixedwood stands. *Forest Ecology and Management* 430: 21-32.

Riopel, M. (2012). Étude de coupes avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) 5 et 10 ans après traitement: probabilités de pertes, distribution de la régénération et probabilités d'insolation hivernale. Thèse de doctorat. 153 p.

Riopel, M., J. Bégin et J.-F. Gingras (2000). Essais de la coupe avec protection des petites tiges marchandes. Inst. can. rech. génie for. (FERIC), Pointe-Claire, Qué. Rapp. Interne RI-2000-03-16. 16 p.

Riopel, M., J. Bégin et J.-C. Ruel (2010). Probabilités de pertes des tiges individuelles, cinq ans après des coupes avec protection des petites tiges marchandes, dans des forêts résineuses du Québec. *Rev. can. rech. for.* 40 : 1458-1472.

Ruel, J.-C. 2000. Factors influencing windthrow in balsam fir forests: from landscape studies to individual tree studies. *For. Ecol. Manage.* 135: 169-178.

Analyse économique des investissements sylvicole

Saucier, J.-P., F. Guillemette, P. Gauthier, J. Gravel, F. Labbé, S. Meunier, N. Vachon, 2014. Rapport du Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF). Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Rapport technique, 98 p. et annexes.

Tremblay, S., F. Guillemette et M. Barrette (2013). « Chapitre 14 – L'éclaircie précommerciale », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Les Publications du Québec, p. 272-299.

Tremblay, S., Larouche, C. Raymond, P. et S. Bédard. 2014. La coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements résineux. Fiche d'aide à la décision DAEF2-067-F-15. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière. 4 p.

ANNEXES

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe I. Paramétrage de MÉRIS pour la gestion des bois sans preneur

Voici trois cas de figure concernant la gestion des bois sans preneurs dans les évaluations économiques de scénarios sylvicoles avec l'outil MÉRIS.

1. Bois sans preneurs laissés sur pieds.
2. Bois sans preneurs abattus sur le parterre.
3. Bois sans preneurs récoltés (bord de chemin).

Voici comment gérer les différents cas dans le MÉRIS.³

1. Ne pas mettre les volumes sans preneurs dans les bois récoltés pour une action de récolte.
2. Ne pas mettre les volumes sans preneurs dans les bois récoltés pour une action de récolte **ET** créer un traitement sylvicole (un traitement d'abattage pour considérer le coût supplémentaire d'abattre ces volumes).
3. Dans la(les) matrice RPP, mettre les volumes sans preneurs (ess-DHP-qualité) en non-utilisation (NU). Par exemple, toutes les billes de produits (DER-F1-F2-F3-F4-Pâte) du BOP-16 cm sont transférées en NU.

Le tableau suivant résume les trois cas de figure et leurs impacts sur les revenus économiques et les coûts.

Option	Description	Impact sur les coûts	Impact sur les revenus	Impact sur les m ³	Méthode
1	Tiges laissées sur pied	Aucun coût	Aucun revenu	Moins de m ³ récolté	Ne pas mettre les tiges laissées sur pieds dans les volumes récoltés.
2	Tiges abattues seulement	Coût d'abattage	Aucun revenu	Moins de m ³	Créer une action abattage (facture fictive pour considérer le coût supplémentaire d'abattre les tiges) et enlever les tiges de la table de volume pour les éliminer des revenus de récolte (Note : Influence le modèle dispersion parce que moins de volume, encore plus pénalisant). Revient à abattre les tiges mais les laisser sur le parterre.
3	Tiges abattues, débardées, mais non transportées à l'usine	Coût de récolte	Aucun revenu	Moins de m ³	Dans la (les) matrice RPP, mettre les volumes sans preneurs (ess-DHP-qualité) en NU.

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe II. Ajustement du DHP moyen des volumes récoltés dans les courbes du BFEC

Description de l'ajustement à réaliser :

- Augmenter DHP.
- Conserver le même volume total.
- Conserver la même surface terrière totale.

Nécessite :

- Ajuster le nombre de tiges et le volume par tige de façon à conserver la cohérence entre l'ensemble des variables.

Méthode :

- Utilisation d'un ratio d'ajustement du nombre de tiges et du dm^3/tige .
- $\text{Ratio} = \left(\frac{\text{DHP}_{\text{ajusté}}}{\text{DHP}_{\text{initial}}} \right)^2$

Exemple : Augmentation de 2 cm du DHP

Données initiales (ex : courbes BFEC)				
Essence	Volume marchand brut (m^3/ha)	Tiges (tiges /ha)	Volume/tige (dm^3/tige)	DHP (cm)
SAB	100	1000	100	20

Données ajustées (ex : courbes BFEC)				
Essence	Volume marchand brut (m^3/ha)	Tiges (tiges /ha)	Volume/tige (dm^3/tige)	DHP (cm)
SAB	100	826.4	121	22

Calcul du ratio d'ajustement

$$\left(\frac{\text{DHP}_{\text{ajusté}}}{\text{DHP}_{\text{initial}}} \right)^2 = (22/20)^2 = 1.21$$

Ajustement tiges/ha et dm^3/tige

- Tiges/ha ajusté = $(1000/1.21) = 826.44$
- Dm^3/tige ajusté = $(100 \cdot 1.21) = 121$

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe III. Méthode «pas à pas» d'analyse économique de scénarios sylvicoles utilisant outil MÉRIS et le «pont» avec les modèles de croissance de la DRF

Un «pont informatique» entre l'outil MÉRIS et les modèles de croissance (SaMARE et Artémis (DRF)) permet à l'utilisateur de MÉRIS de faire évoluer un peuplement ou un résiduel dans le temps. Pour le sylviculteur, le modèle de croissance permet notamment de tester différents traitements et modalités de récolte, calculer une rotation, simuler un prélèvement ou plusieurs prélèvements dans le futur. Coupler à l'outil MÉRIS, le modèle de croissance permet notamment de fournir des projections forestières à long termes pour conduire des analyses économiques de scénarios sylvicoles. Les résultats économiques et dendrométriques des scénarios sylvicoles permettent d'éclairer le sylviculteur.

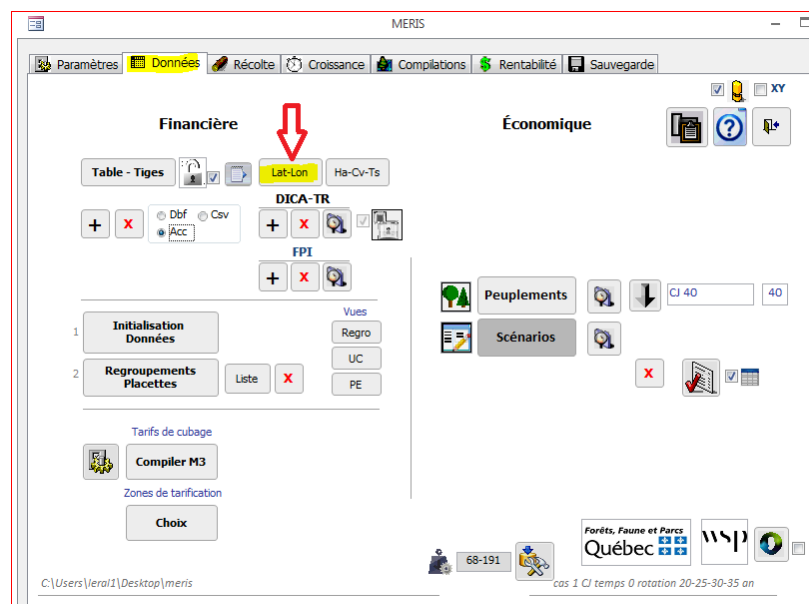
Objectif

Cette méthode explique **seulement** comment utiliser les modèles de croissance via l'outil MÉRIS et déverser les simulations de récoltes dans la section économique de outil MÉRIS. La méthode n'explique pas les modèles de croissance ou leurs conditions d'utilisation. À ce sujet, le lecteur peut se référer à la documentation de la DRF fournis avec les outils de croissance.

Note importante : La méthode qui suit nécessite une connaissance de l'outil MÉRIS.

Prérequis :

- Outil MÉRIS;
- Modèle de croissance «ponté» avec outil MÉRIS (SaMARE et/ou Artémis);
 - Veuillez-vous référer à la section « Onglet « Croissance » » du guide d'aide MÉRIS.
- Données de tiges (des unités de compilations dans outil MÉRIS);
- Tarif de cubage;
- Données de placettes échantillons (PE) (ou UC) ;
Latitude (degré décimal), Longitude (degré décimal), Altitude (mètres), Région écologique (ex. 3b), type écologique (ex. FE32) et drainage (ex. 30). À noter que dans le cas où les données sont importées de DICA (TICOMERI.csv), les informations sur l'altitude, région écologique, type écologique et drainage sont manquantes. Ils doivent être complétés dans MÉRIS dans le formulaire Lat-Lon de l'onglet « Données ».



Analyse économique des investissements sylvicole

Exemple avec des données moyennes de l'UC (toutes les PE ont les mêmes données)³⁵

Clé UA-UC	UA	Saison	No UC	No Pe	Lat	Long	Alt	Rég. Éco.	Type Éco.	Drainage
z-FT-104	z	-	FT-104	00023	46.02	-76.44	327	3a	FE32	30
z-FT-104	z	-	FT-104	00024	46.02	-76.44	327	3a	FE32	30
z-FT-104	z	-	FT-104	00041	46.02	-76.44	327	3a	FE32	30
z-FT-104	z	-	FT-104	00047	46.02	-76.44	327	3a	FE32	30
z-FT-104	z	-	FT-104	00049	46.02	-76.44	327	3a	FE32	30
z-FT-104	z	-	FT-104	00057	46.02	-76.44	327	3a	FE32	30

Grande étape de la méthode «Pas à Pas» avec le modèle SaMARE

La méthode «pas à pas» qui suit présente sommairement les étapes à faire dans l'outil MÉRIS pour alimenter un ou plusieurs scénarios sylvicoles dans la section d'analyse économique de l'outil MÉRIS.

La méthode proposée peut produire plusieurs unités de compilation (UC) en même temps mais avec un seul scénario (suite de coupes) à la fois.

Les grandes étapes résumées sont :

1. Simulation d'une première récolte en coupe partielle (CP1) dans le MÉRIS;
2. Évolution dans SaMARE du résiduel 1;
3. Retour vers le MÉRIS pour simulation de récolte no.2 au temps 0 + X (ex : déclencher par l'atteinte d'une surface terrière de 24m²/ha ou par un âge fixe)³⁶;
4. Répéter des simulations de récoltes et des évolutions comme vous le souhaitez;
5. Transfert du scénario 1 (séquence de récoltes simulées) vers la section économique du MÉRIS.

Si on veut faire un autre scénario dans la même UC (scénario 2), il s'agit de récupérer le peuplement initial (UC), puis de répéter les étapes 1 à 5 dans le formulaire d'assignation de récolte (sim2) pour produire un deuxième scénario dans la même UC. Il en va de même pour les scénarios 3 à 9.

Utilité pour l'analyse économique :

6. Calcul des VAN et résultats économiques des X scénarios testés;
7. Interprétation des résultats → Intransigent d'aide à la décision (la prescription de récolte d'aujourd'hui et/ou le choix d'un scénario à long terme);
8. Prise de décision éclairée avec informations pertinentes sur le long terme.

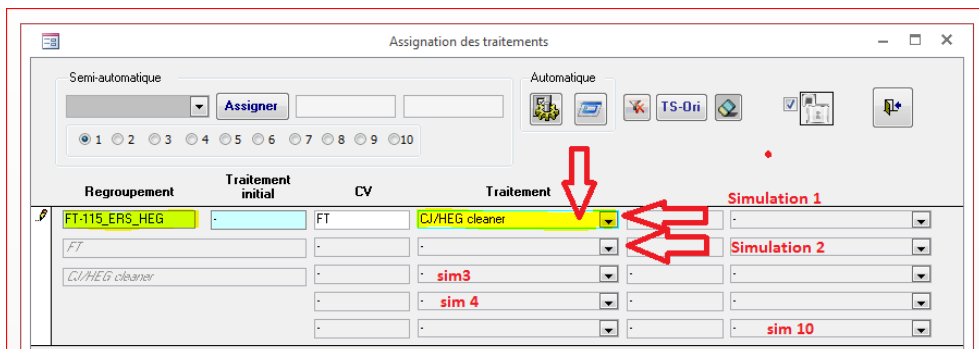
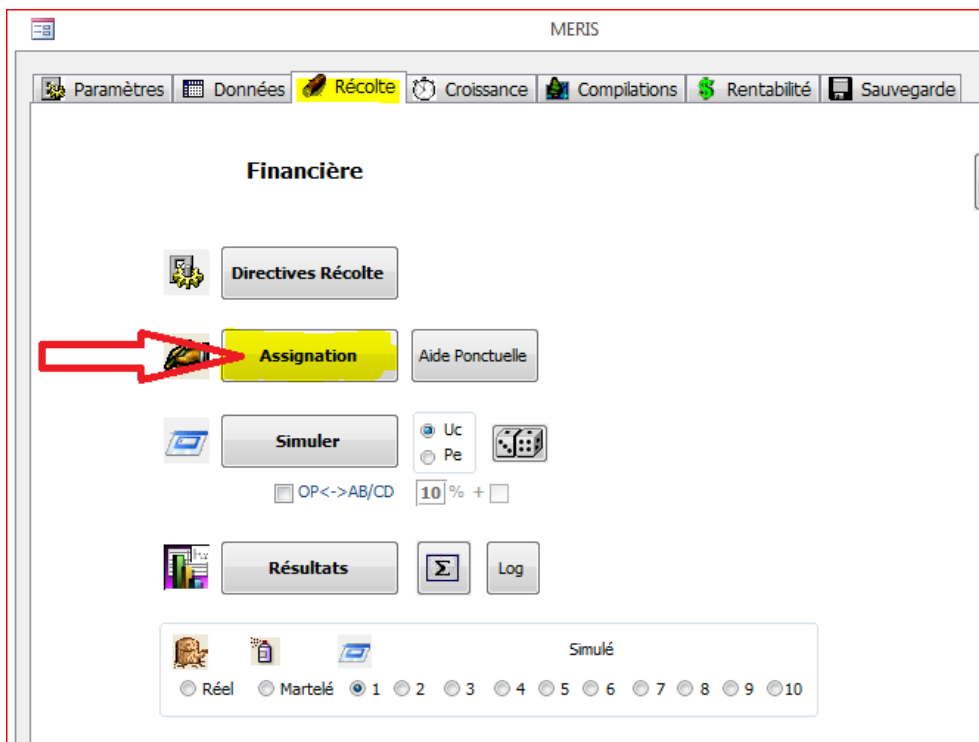
³⁵ Astuce : Ce formulaire peut être copié et édité dans Excel, puis ramené dans MÉRIS (Access). En fonction de la quantité de données à saisir, cela peut être plus simple que de saisir manuellement les données dans l'interface MÉRIS.

³⁶ Note : Si une simulation de récolte est effectuée sur le retour d'Artémis, il ne faut pas oublier qu'Artémis retourne des tiges avec une qualité « ABCD ». Le simulateur de récolte ne permet pas d'établir des directives sur « ABCD » (MÉRIS 2.2.1). Il faut donc le convertir ou travailler en DHP. Pour convertir, on peut soit convertir AB = 1 et CD = 2 et inscrire le résultat dans le champ « vigueur » de la table-tiges. On peut aussi utiliser un convertisseur ABCD vers MSCR.

Analyse économique des investissements sylvicole

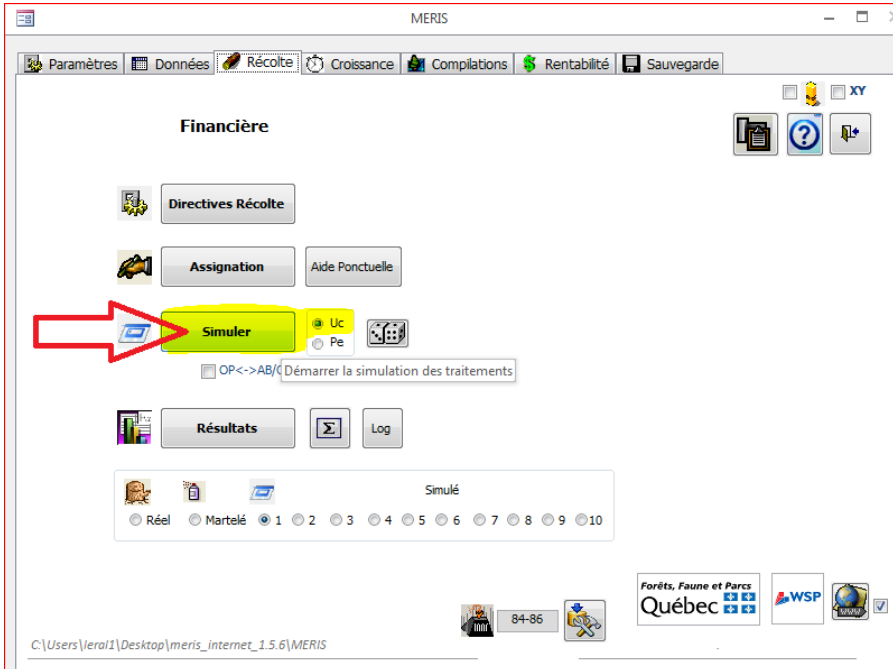
Méthode détaillée « pas à pas »

Étape 1 : Assignment de récolte CP1 (scénario 1)

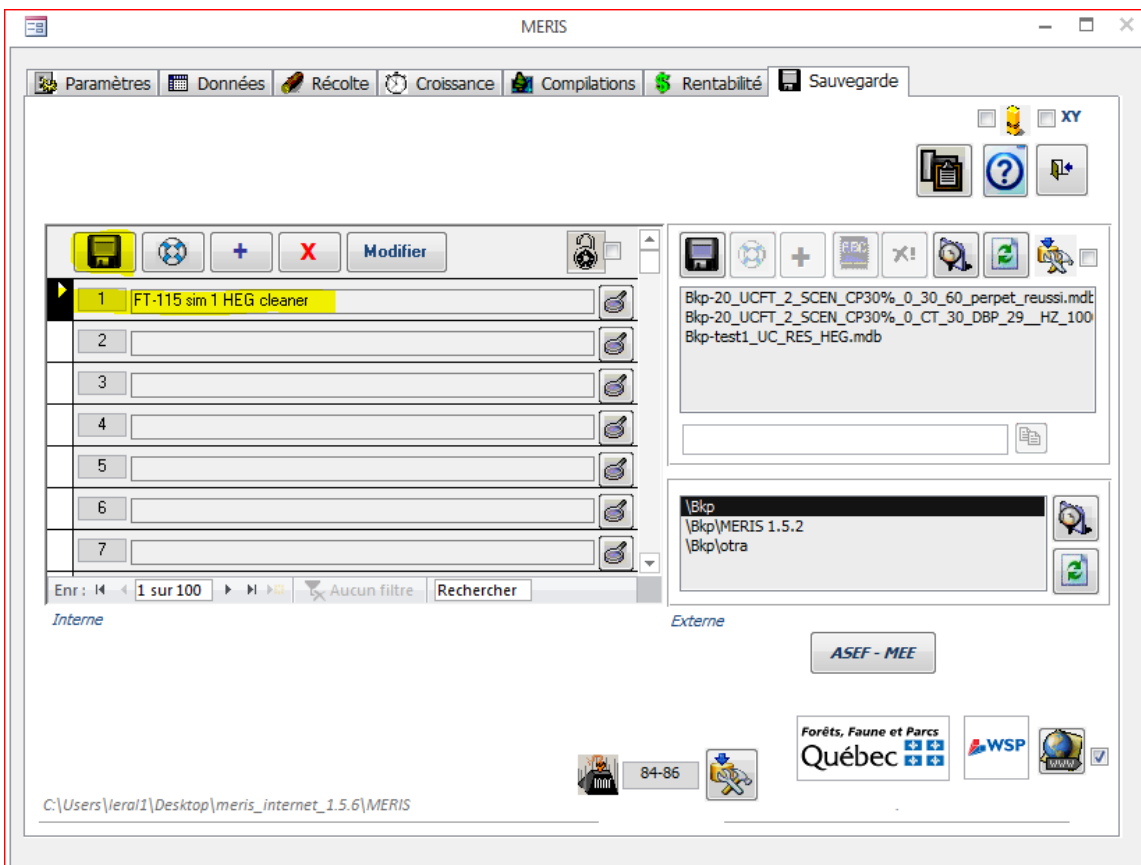


Analyse économique des investissements sylvicole

Étape 2 : Simulation de la CP1 en mode UC ou PE (Mode UC dans la figure ci-dessous)

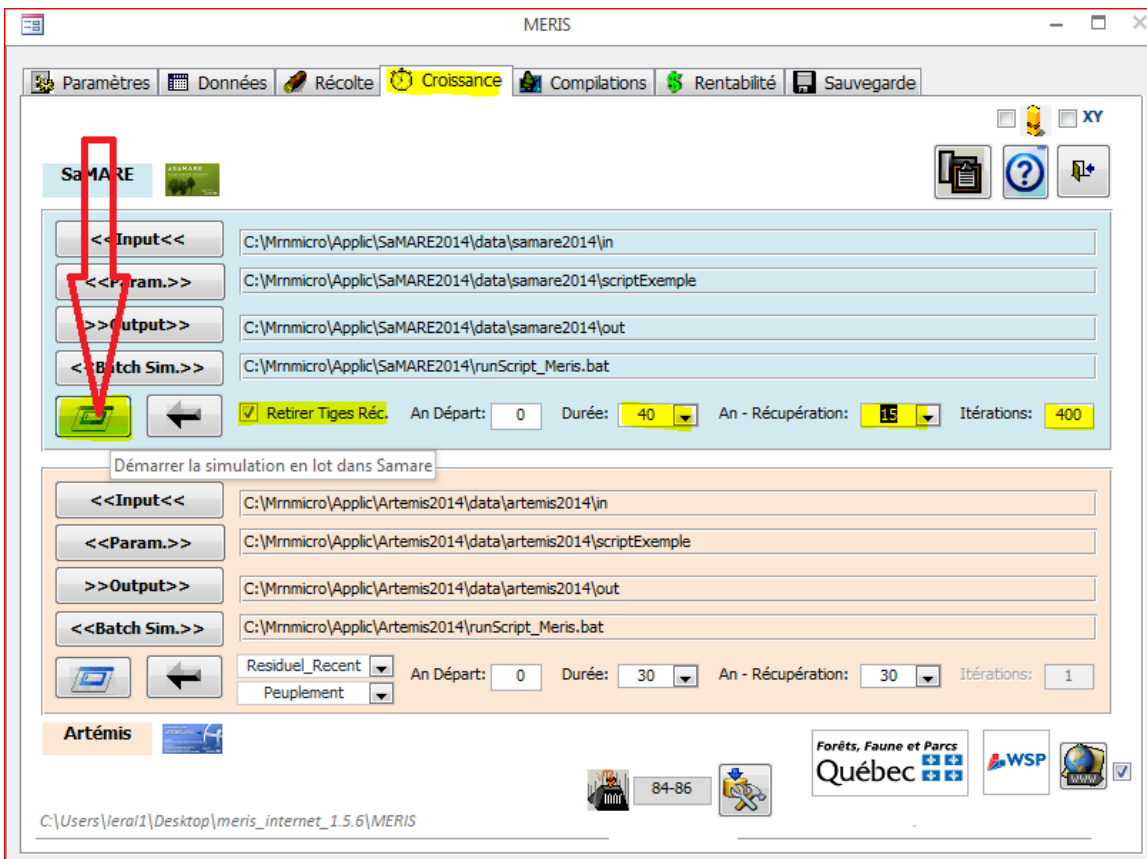


Étape 3 : Sauvegarde interne de la CP1 du scénario 1

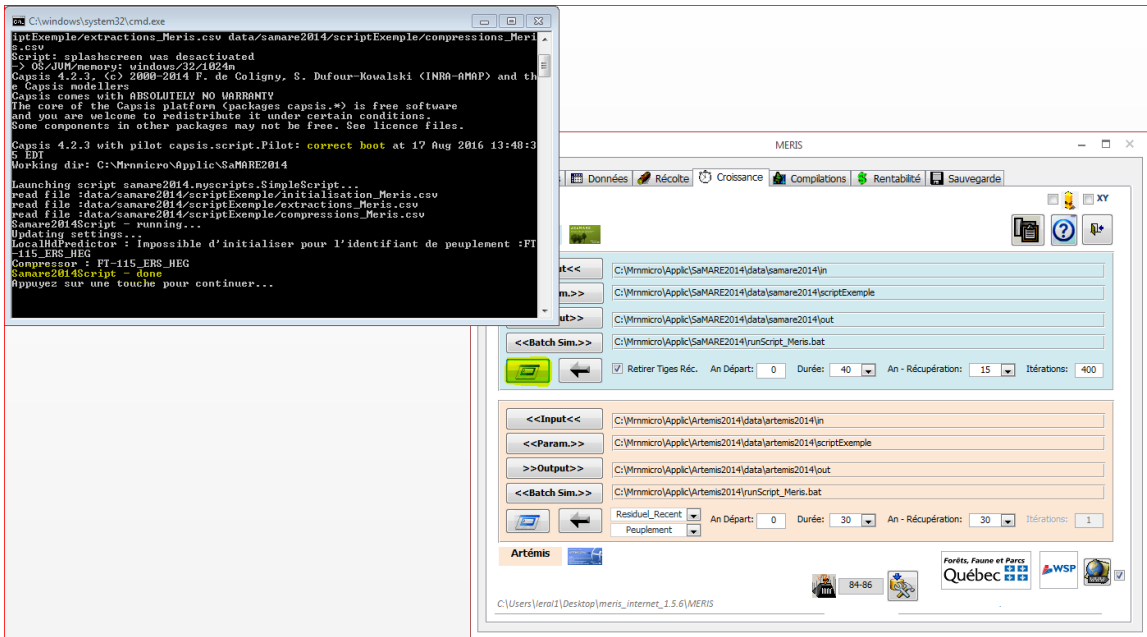


Analyse économique des investissements sylvicole

Étape 4 : Croissance du résiduel 1 dans SaMARE et paramétrage³⁷ de la durée et du nombre d'itérations (modèle stochastique)



SaMARE a fini l'évolution



³⁷ Voir le guide «MÉRIS_Aide.doc» pour le paramétrage du Modèle de croissance via outil MÉRIS.

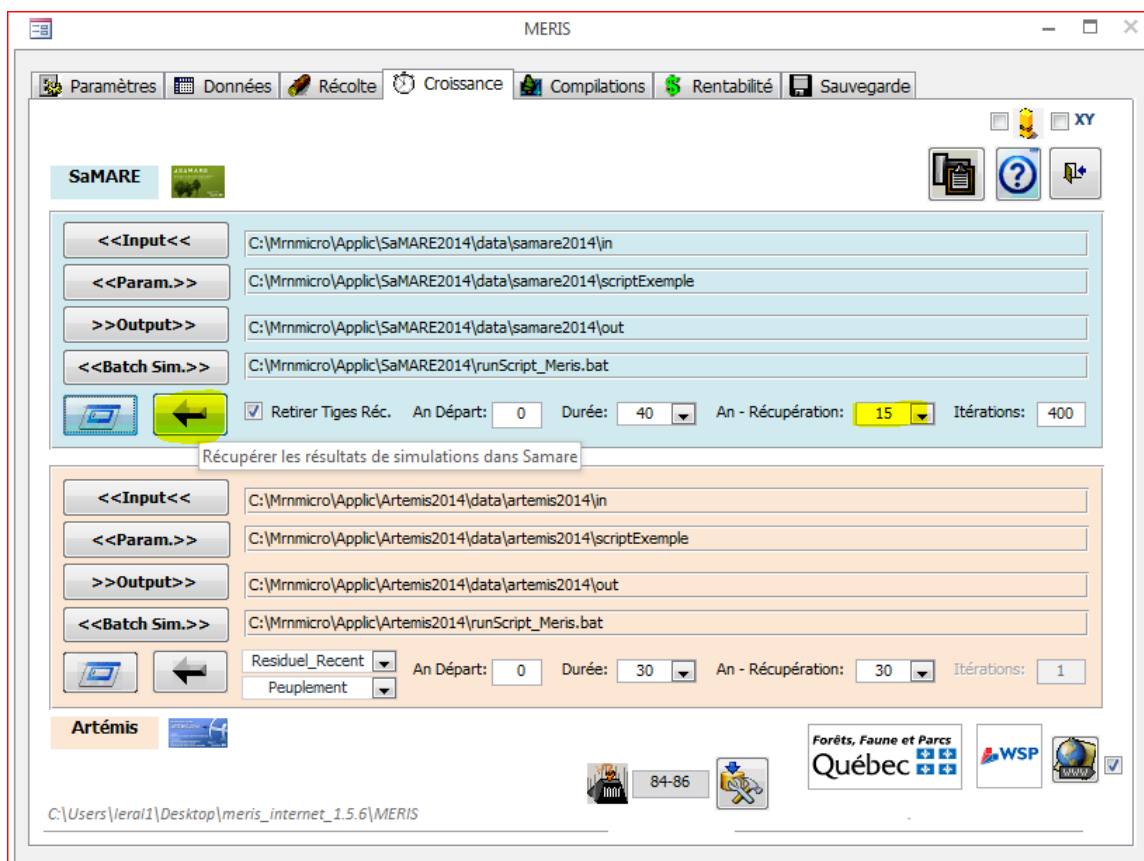
Analyse économique des investissements sylvicole

```
Capsis 4.2.3 with pilot capsis.script.Pilot: correct boot at 17 Aug 2016 13:48:35 EDT
Working dir: C:\Mrnmicro\Applic\SaMARE2014

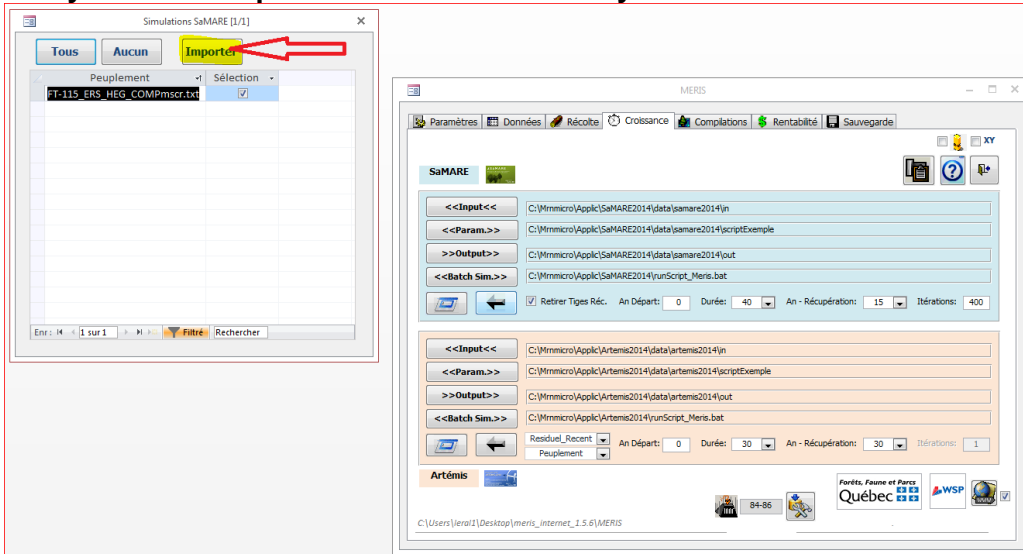
Launching script samare2014.myscripts.SimpleScript...
read file :data/samare2014/scriptExemple/initialisation_Meris.csv
read file :data/samare2014/scriptExemple/extractions_Meris.csv
read file :data/samare2014/scriptExemple/compressions_Meris.csv
Samare2014Script - running...
Updating settings...
LocalHdPredictor : Impossible d'initialiser pour l'identifiant de peuplement : FT-115_ERS_HEG
Compressor : FT-115_ERS_HEG
Samare2014Script - done
Appuyez sur une touche pour continuer...
```

Étape 5 : Récupération de l'évolution 1 dans le MÉRIS

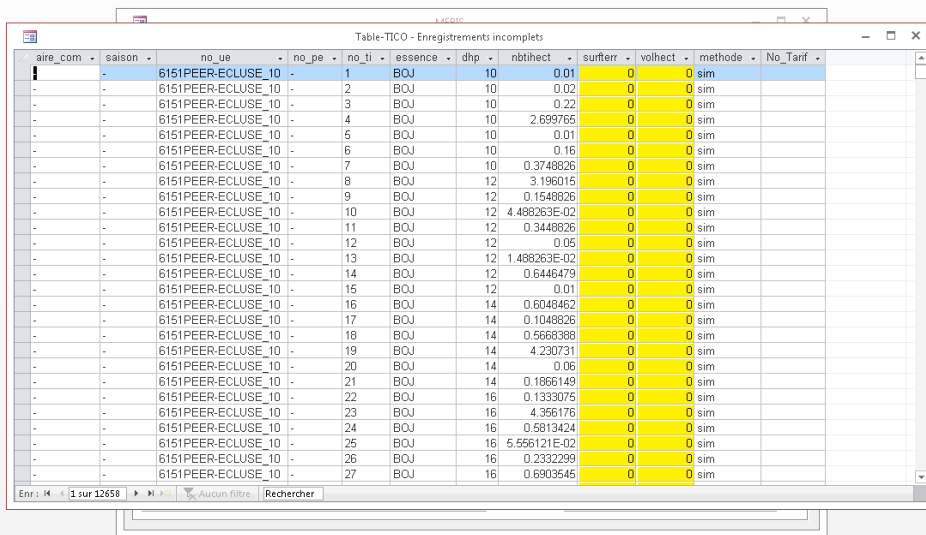
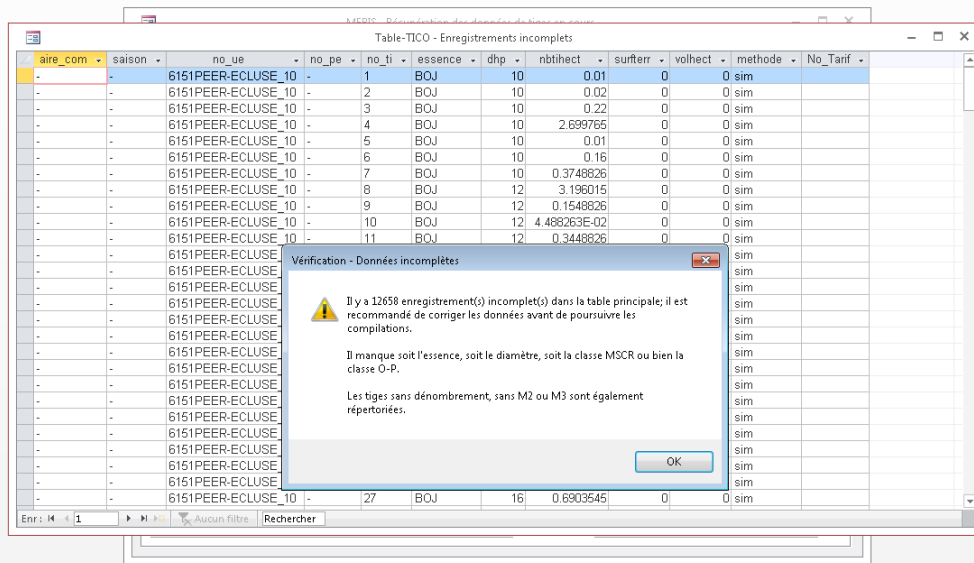
L'évolution de 40 ans sera récupéré par pas de 5 ans à partir de l'an 15 (Figure ci-dessous)



Analyse économique des investissements sylvicole



Message qui s'affiche après l'importation



Analyse économique des investissements sylvicole

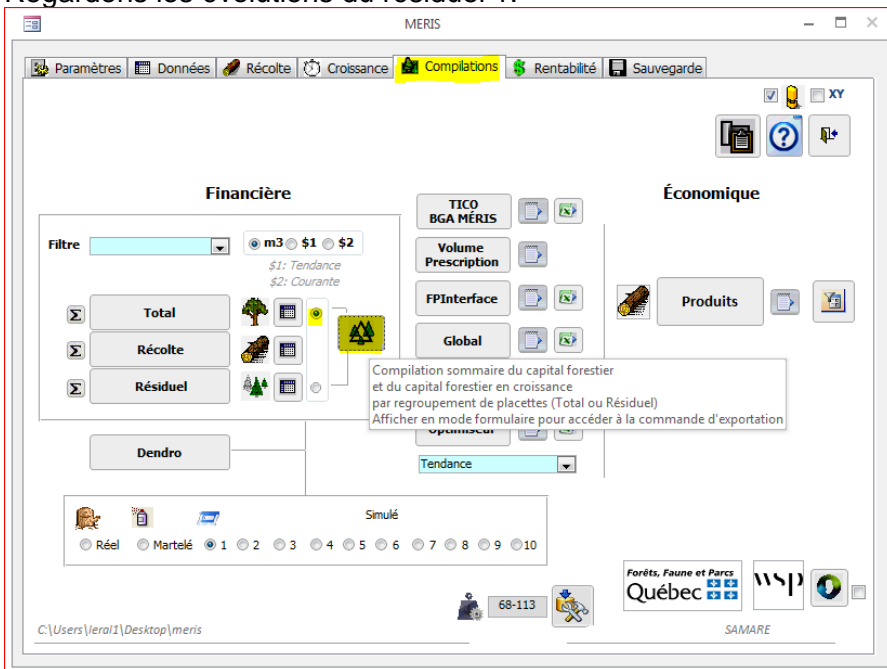
Étape 6 : Compiler les volumes dans le MÉRIS



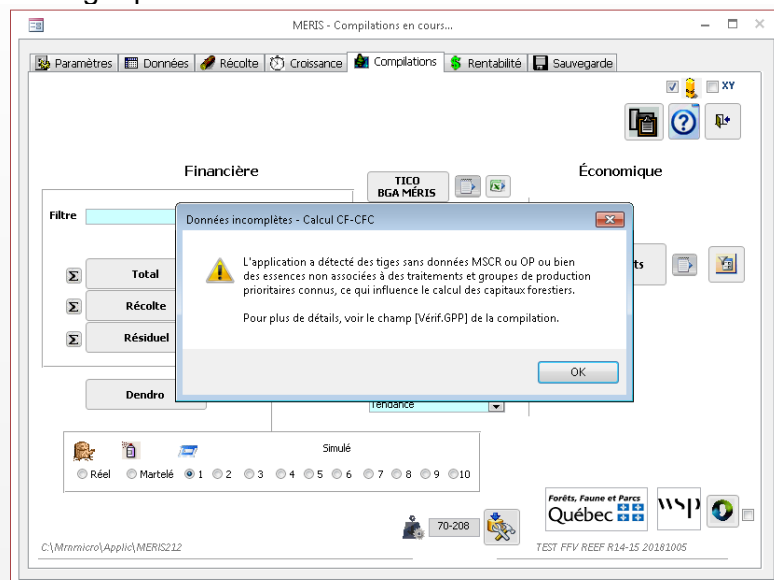
Étape 7 (facultative): Compilation forestière pour déterminer le portrait d'évolution à conserver

S'il s'agit d'un temps fixe (ex : CPR-CT dans 30 ans), cette étape est facultative. Dans le présent exemple, la deuxième coupe aura lieu à 24m² dans les deux scénarios testés.

Regardons les évolutions du résiduel 1.



Message qui s'affiche



Analyse économique des investissements sylvicole

Regro	TY	Ha	Pe	Cv	Ts	Ap	Str	m2	Cf	Cfc	Mp	%Cf	%Cfc	%Mp	Ti	m3	Dq	Chk	Lat	Lon
61516151PEER-ECLUSE_10	1	1	-	-	-	FT	PB	16.5	13.7	9.6	1.7	83%	58%	10%	500	116	20.5	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_15	1	1	-	-	-	FT	PB	18.2	14.8	10.3	1.8	82%	57%	10%	492	132	21.7	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_20	1	1	-	-	-	FT	PB-BM	19.9	15.9	11.0	2.0	80%	55%	10%	490	149	22.8	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_25	1	1	-	-	-	FT	IR	21.6	17.0	11.4	2.1	79%	53%	10%	484	166	23.8	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_30	1	1	-	-	-	FT	IR	23.3	18.0	12.0	2.2	78%	52%	10%	485	182	24.7	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_35	1	1	-	-	-	FT	IR	24.6	18.7	12.4	2.5	78%	50%	10%	479	196	25.6	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_40	1	1	-	-	-	FT	IR	25.9	19.3	12.6	2.6	75%	49%	10%	474	209	26.4	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_45	1	1	-	-	-	FT	IR	26.8	19.6	12.6	2.7	73%	47%	10%	466	219	27.1	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_5	1	1	-	-	-	FT	PB	15.0	12.5	8.9	1.6	83%	59%	11%	505	102	19.5	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
61516151PEER-ECLUSE_60	1	1	-	-	-	FT	IR	27.8	20.0	12.8	2.9	72%	46%	10%	459	229	27.8	- 15 essence(s) sans GPP-traitement défini	46.07	-74.74
6151PEER-ECLUSE	1	30	FT	EC/EC	FTFI	PB		23.1	14.9	4.4	1.4	65%	19%	6%	719	176	20.2	ok		

Les portraits du peuplement projeté dans le temps par pas de 5 ans. Le moment de la deuxième coupe sera dans le portrait de 35 an ($G = 24,9 \text{ m}^2/\text{ha}$).

Année de l'évolution		Surface terrière vs CF-CFC - Résiduel																			
Regro	TY	Ha	Pe	Cv	Ts	Ap	Str	m2	Cf	Cfc	Mp	%Cf	%Cfc	%Mp	Ti	m3	Dq	Chk	Lat	Lon	
FT-115_ERS_HEG	1	1	13	FT	CJ/HE	FT	IR	16,8	14,0	10,5	0,3	83%	62%	2%	352	138	24,6	ok	46,01	-76,41	
FT-115_ERS_HEG_15	1	1	FT	CJ/HE	FT	BM-GB		20,1	14,7	11,3	1,4	73%	56%	7%	383	168	25,9	ok	46,01	-76,41	
FT-115_ERS_HEG_20	1	1	FT	CJ/HE	FT	BM-GB		21,6	15,4	11,8	1,6	71%	55%	7%	390	180	26,5	ok	46,01	-76,41	
FT-115_ERS_HEG_25	1	1	FT	CJ/HE	FT	BM-GB		22,6	15,9	12,1	1,8	70%	54%	8%	396	190	27,0	ok	46,01	-76,41	
FT-115_ERS_HEG_30	1	1	FT	CJ/HE	FT	PB-GB		23,7	16,3	12,3	1,9	69%	52%	8%	400	200	27,5	ok	46,01	-76,41	
FT-115_ERS_HEG_35	1	1	FT	CJ/HE	FT	PB-GB		24,9	16,8	12,6	2,1	67%	51%	9%	402	212	28,1	ok	46,01	-76,41	
FT-115_ERS_HEG_40	1	1	FT	CJ/HE	FT	PB-GB		25,7	17,2	12,8	2,3	67%	50%	9%	404	219	28,5	ok	46,01	-76,41	

Étape 8 : Garder la rotation voulue (35 ans dans cet exemple) et supprimer le reste

Suppression de données d'inventaire

Choix

Tout UE

Regro PE

Tous Aucun

Aggrégat	TY	Sélection
FT-115_ERS_HEG		<input type="checkbox"/>
FT-115_ERS_HEG_15		<input checked="" type="checkbox"/>
FT-115_ERS_HEG_20		<input checked="" type="checkbox"/>
FT-115_ERS_HEG_25		<input checked="" type="checkbox"/>
FT-115_ERS_HEG_30		<input checked="" type="checkbox"/>
FT-115_ERS_HEG_35		<input checked="" type="checkbox"/>
FT-115_ERS_HEG_40		<input checked="" type="checkbox"/>

Ent: 14 < 1 sur 7 > | Filtre | Rechercher

MERIS

Paramètres Données Récolte Croissance Compléments Rentabilité Sauvegarde

Financière Économique

Table - Tiges

DICA-TR

FPI

Initialisation Données

Regroupements Placettes

Tarifs de cubage

Compiler M3

Zones de tarification

Choix

Initial Scénarios

CP cleaner HEG 30

Forêts, Faune et Parcs Québec WSP

Suppression des portraits non pertinents.

Purge de la table de tiges

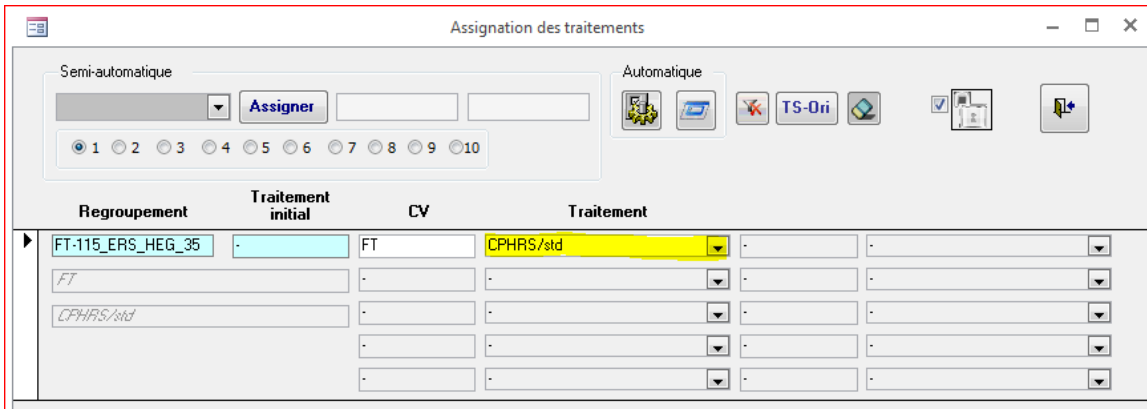
Cette opération aura pour effet de supprimer des données de tiges et de regroupements; désirez-vous continuer?

Analyse économique des investissements sylvicole

Étape 9 : Assignment du traitement de récolte 2 dans l'évolution 35 ans (ex : CPHRS)

Ici, la deuxième coupe aurait pu être une autre coupe partielle suivi d'une autre évolution, puis d'une troisième coupe, puis d'une autre évolution et etc.

Petit détail technique : Les coupes du même scénario doivent être dans la même simulation de récolte (Sim 1 à 10). Ici, c'est la simulation 1 qui est utilisée.

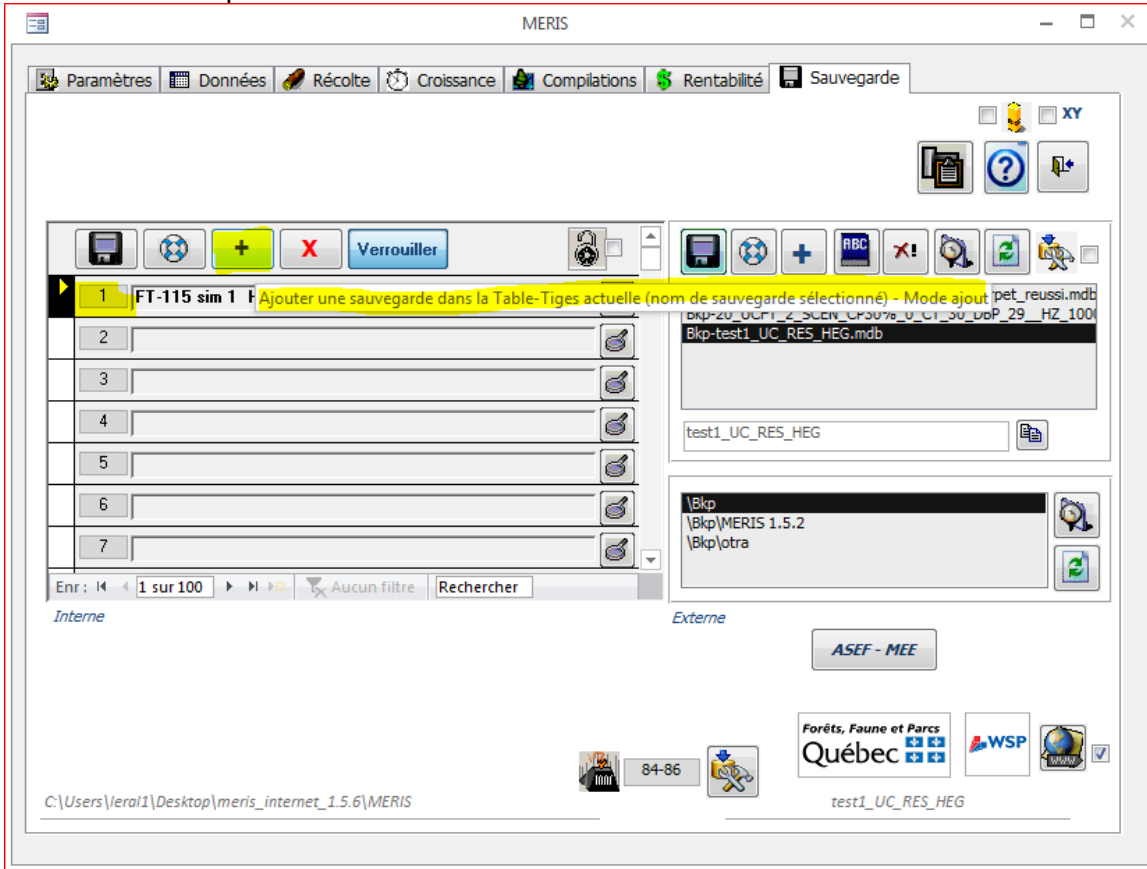


Étape 10 : Simulation de récolte dans le peuplement projeté

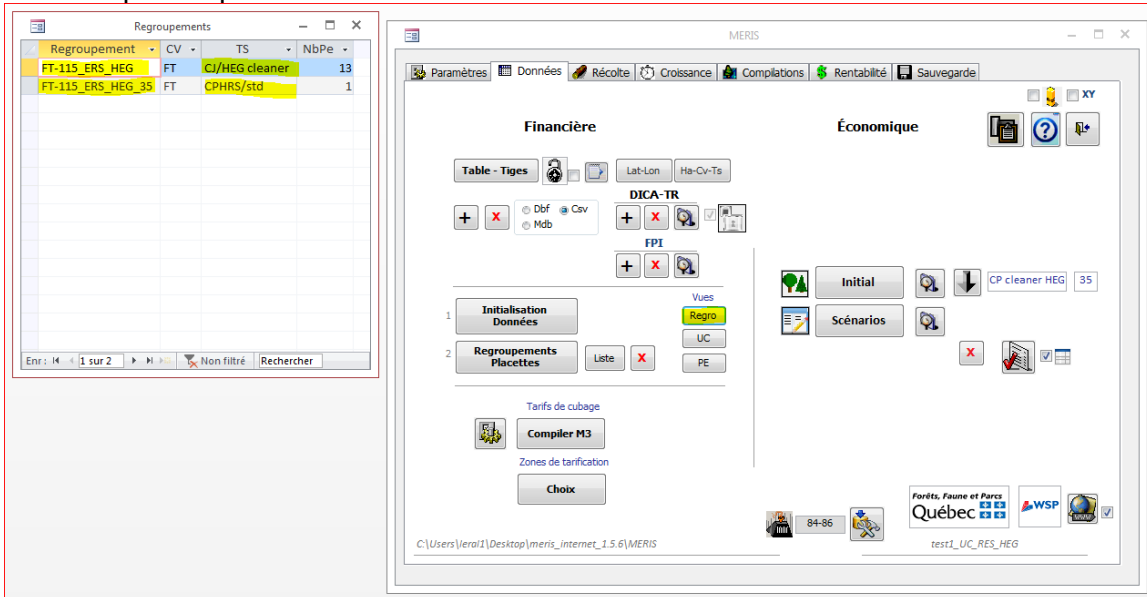


Analyse économique des investissements sylvicole

Étape 11 : Récupération de la coupe no.1 (au temps 0) avant le transfert du scénario (CP1-CPHRS) vers la section économique



Facultatif : On peut vérifier si le scénario 1 est ok. Il s'agit de voir si les deux portraits (temps 0 et 35 an) et leurs coupes respectives sont bien là.



Analyse économique des investissements sylvicole

Étape 12 (facultative) : Correction du nom de regroupement lorsqu'il y a plus d'une simulation de croissance

Table-Tiges - Lecture seule		(source: tbl_unifree)	
AC-UE (UA-UC)	reg_Analyse	nbPe_AC-UE	nbPe_reg_Analyse
.177-Plassez_30	08152177-Plassez_30	1	.
.177-Plassez_30	08152177-Plassez_30	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.
.177-Plassez_30_60	08152177-Plassez_30_60	1	.

Corriger le nom de regroupement du 2^e retour pour n'avoir que « _ANNÉE». Dans l'exemple ci-dessous, nous avons effacé le «_30 » de « 08152177-Plassez_30_60 » à partir du bouton « liste » de l'onglet « Données ».

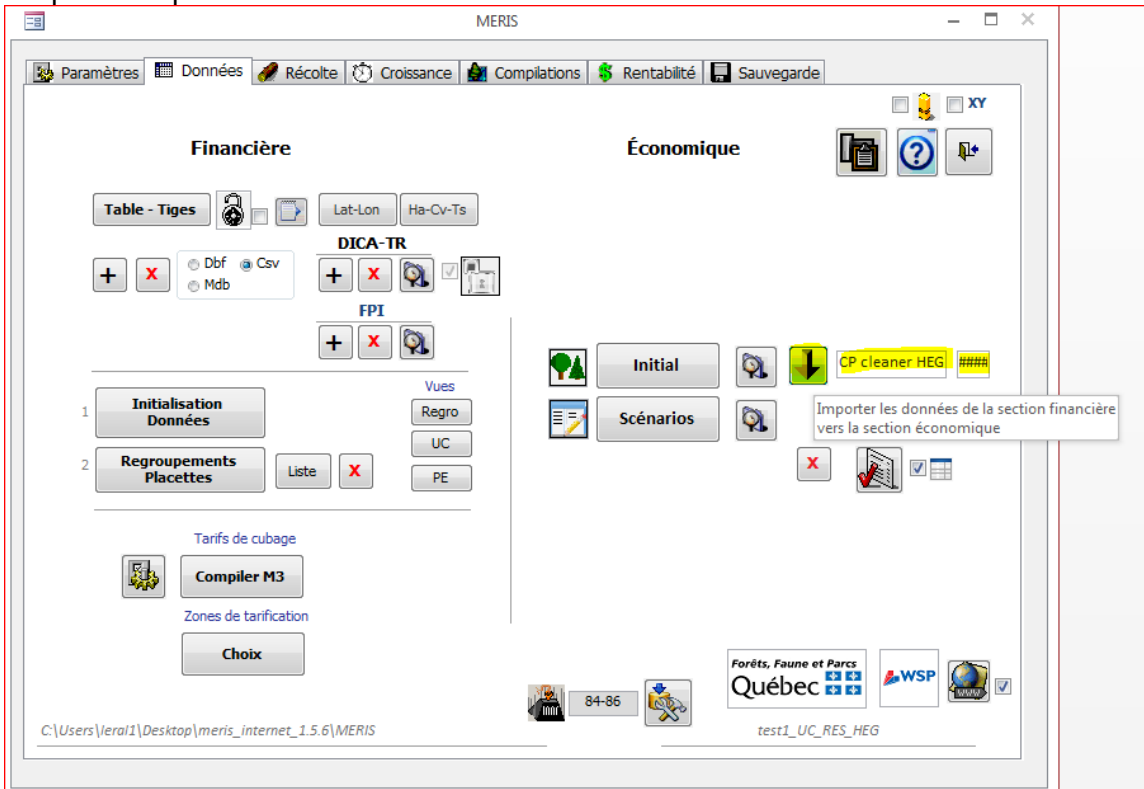
The screenshot shows a software interface with a sidebar on the left containing buttons for 'Initialisation Données', 'Regroupements Placettes' (with a 'Liste' button circled in red), 'Tarifs de cubage', and 'Compiler M3'. The main window is titled 'Liste - Regroupement (placettes)' and contains a list of entries: 'Regro1', '08152177-Plassez', '08152177-Plassez_30', and '08152177-Plassez_60' (with the '_30' circled in red). A red checkmark icon is visible on the right side of the window.

ecture seule		(source: tbl_unifree)	
cle_AC-UE (UA-UC)	reg_Analyse	nbPe_AC-UE	
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		
-08152177-Plassez_30	08152177-Plassez_60		

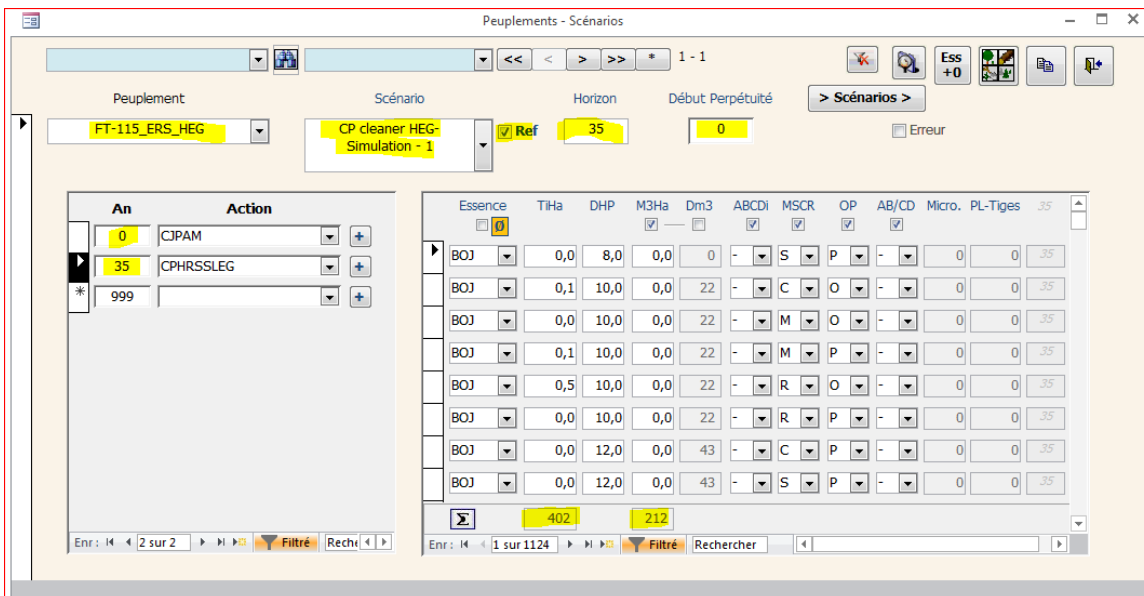
Analyse économique des investissements sylvicole

Étape 13 : Transfert du scénario 1 vers la section économique

On peut indiquer un nom de scénario et une rotation ou révolution.



Le scénario 1 a bien passé.



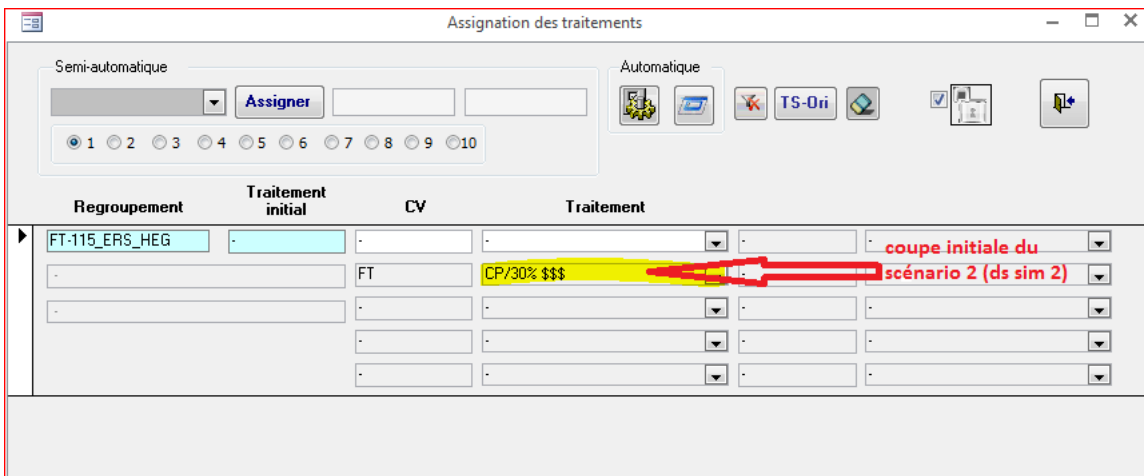
Répéter les étapes 1 à 13 pour le scénario 2

L'idée est de repartir avec le portrait initial (temps 0), de supprimer la coupe dans simulation 1 (la première coupe du scénario 1) et de répéter les étapes 1 à 10 dans la simulation 2.

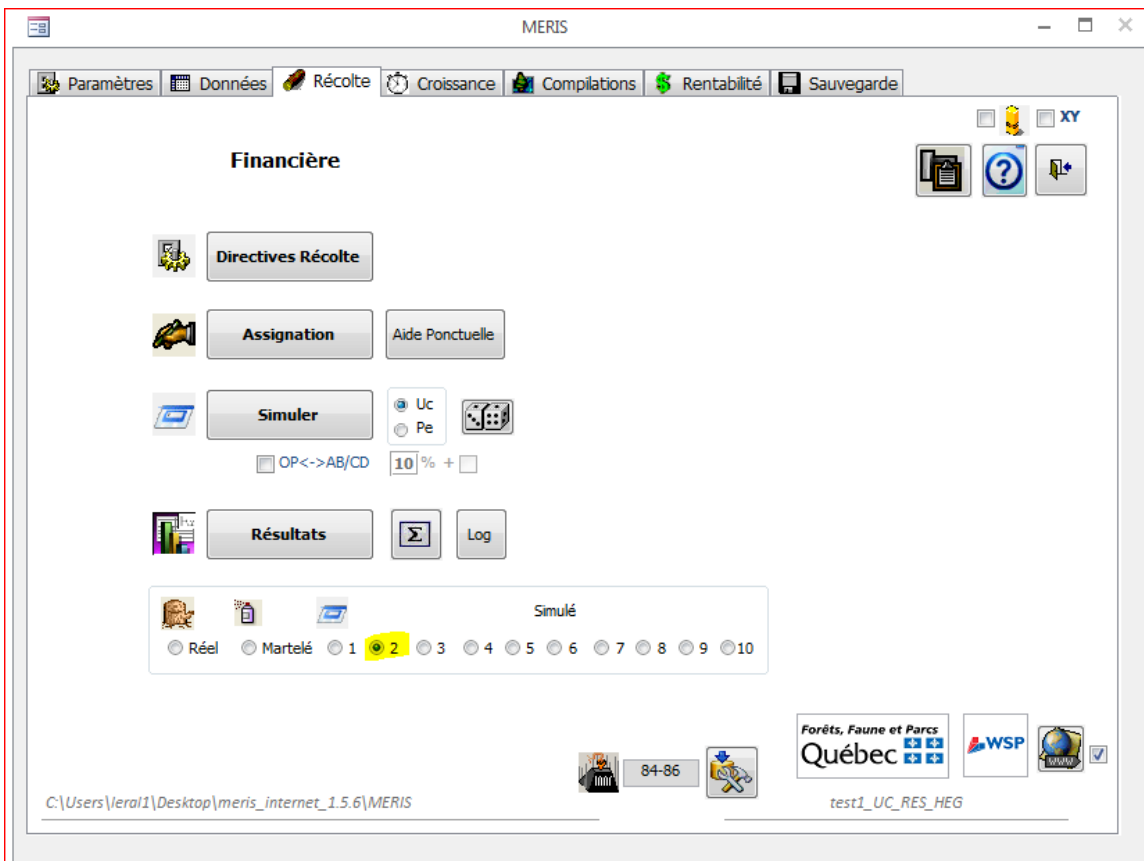
Rappel Étape 1 : Assignment de la récolte initiale du scénario 2 (la simulation 2)

Analyse économique des investissements sylvicole

Ici, c'est une coupe qui vise les tiges de plus grande valeur pour le scieur feuillue.



Note : subtilité sur l'envoi du résiduel (étape 4). Il faut sélectionner le bouton radio correspondant au résiduel souhaité (ici la sim 2).



Finalement, vérification sommaire avant production des résultats économiques.

Si requis, répéter les étapes 1 à 13 pour le scénario 3, 4, ..., X.

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe IV. Calcul du gain en DHP, lors de la récolte finale, d'une éclaircie commerciale en peuplement naturel résineux

(Tiré de CCSMAF 2003)

$$D_2 = \sqrt{\left(\frac{(40000 * Ag) / \Pi + (D_1^2 * N_1)}{N_2}\right)}$$

où

D_2 = dhp au moment 2 (cm)

Ag = accroissement en surface terrière totale
entre les moments 1 et 2 (m²/ha)

D_1 = dhp au moment 1 (cm)

N_1 = nombre de tiges au moment 1 (/ha)

N_2 = nombre de tiges au moment 2 (/ha)

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe V. Méthode pour ajouter l'effet des TSNC


Cette méthode s'applique lorsqu'on veut simuler les effets d'un traitement sylvicole non commerciaux (TSNC) dans un scénario sylvicole de type CP-TSNC (ex : CPICP-SCA, CJ-DEG, etc.).

Pour les fins du présent guide, nous allons simuler un scénario sylvicole CPI_CP-DEG. Le dégagement sous couvert visera à éliminer les gaules de HEG. Nous posons comme hypothèse que le traitement éliminera 75% des 10 à 16 cm à 30 ans. Il faut donc introduire cette hypothèse à 30 ans dans le scénario.

Étape 1 : Simuler le scénario jusqu'à 30 ans et importer les données tiges de Samare dans la Table – Tiges. Cuber au besoin le retour de Samare.

Étape 2 : Conserver dans la Table – Tiges seulement le portrait à 30 ans.

The image shows two overlapping windows from the MERIS software. The foreground window is titled 'Suppression de données d'inventaire' (Inventory data deletion) and contains a 'Choix' (Choice) section with radio buttons for 'Tout', 'UE', 'Regro', and 'PE'. The 'Regro' option is selected. Below this is a table with columns 'Agrégat' and 'Sélection'. The table contains four rows: '--FT-15', '--FT-15_30', '--FT-15_35', and '--FT-15_40'. The 'Sélection' column has checkboxes, with the one for '--FT-15_30' checked. A yellow 'X' icon is visible in the bottom right corner of this dialog. The background window is the main MERIS interface, showing the 'Table - Tiges' window. It has a menu bar with 'Paramètres', 'Données', 'Récolte', 'Croissance', 'Compilations', 'Rentabilité', and 'Sauvegarde'. The 'Table - Tiges' window has a 'Table - Tiges' button with a yellow 'X' icon, and a 'DICA-TR' section with 'Dbf' and 'Acc' options. The 'Économique' section on the right has 'Peuplements' and 'Scénarios' buttons. The status bar at the bottom shows the file path 'C:\Mnmicro\Usagers\crose1\meris 2.1.2' and the version 'TEST CPI CP CJ FT REEF 9UC et 2 UC 20181004'.

Étape 3 : Exporter la Table – Tiges vers Excel en cliquant sur l'icône 

Étape 4 : Supprimer toutes les enregistrements sauf les HEG de DHP 10 à 16. Sélectionner 75% des tiges ou de la surface terrière de HEG et les supprimer. N'oubliez pas de supprimer aussi les colonnes ajoutées servant à déterminer le 75% s'il y a lieu.

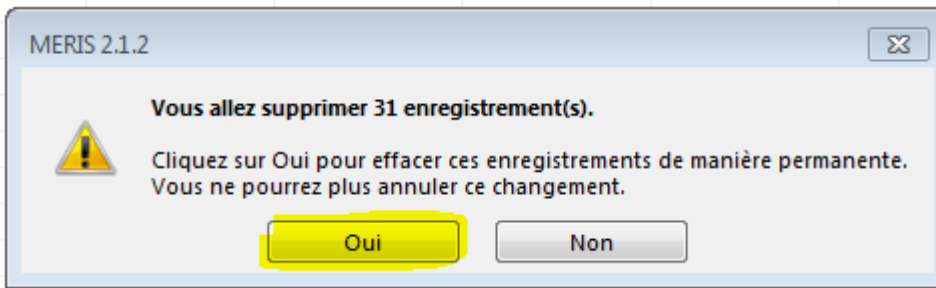
Analyse économique des investissements sylvicole

	BD	BE	BF	BG	BH
	id_type	id_defaut	nbt hect	Cumulatif nb ti/ha	% nb ti/ha
O			0,8666667	0,8666667	4%
P			0,4	1,2666667	6%
O			0,03333334	1,30000004	6%
P			0,1	1,40000004	6%
O			2,8	4,20000004	19%
P			0,4	4,60000004	21%
P			0,1	4,70000004	21%
O			0,1	4,80000004	22%
P			0,5666667	5,36666674	24%
O			2,766667	8,13333374	37%
P			0,3666667	8,50000044	39%
O			0,9666666	9,46666704	43%
P			0,0666667	9,53333371	43%
P			0,6	10,13333371	46%
O			0,0666667	10,20000038	46%
P			0,4976584	10,69765878	48%
O			0,1	10,79765878	49%
O			3,433333	14,23099178	65%
P			0,7886281	15,01961988	68%
O			0,1333333	15,15295318	69%
P			0,1666667	15,31961988	69%
O			0,7333333	16,05295318	73%
P			0,3666667	16,41961988	74%
O			2,632215	19,05183488	86%
O			0,1666667	19,21850158	87%
P			0,6886281	19,90712968	90%
P			0,3	20,20712968	92%
P			0,8666667	21,07379638	96%
O			0,0666667	21,14046305	96%
O			0,7	21,84046305	99%
P			0,2196198	22,06008285	100%
Total			22,06008285		

Étape 5 : Supprimer tous les DHP 10 à 16 de HEG dans la Table – Tiges MÉRIS.

Général	Impression	Filtres	Parcours	Affi
MaAlerte	Dateu	aire com	TY	saïson
				no_ue (UC
Filter par sélection				--FT-15_30
Filter hors sélection				--FT-15_30
Afficher tous les enregistrements				--FT-15_30
Couper				--FT-15_30
Copier				--FT-15_30
Coller				--FT-15_30
Annuler				--FT-15_30
Tri croissant				--FT-15_30
Tri décroissant				--FT-15_30
Mode Formulaire				--FT-15_30
Mode Feuille de données				--FT-15_30
Mode Tableau croisé dynamique				--FT-15_30
Mode Graphique croisé dynamique				--FT-15_30
-1053408276				--FT-15_30

Analyse économique des investissements sylvicole



Étape 6 : Insérer ensuite dans la Table – Tiges les tiges conservées dans le fichier Excel.

Enr : 803 sur 803 | Aucun filtre | Recherche

88	BOJ
89	BOJ
9	BOJ
90	BOJ
98	BOJ

MERIS 2.1.2

Vous allez coller 8 enregistrement(s).

Êtes-vous certain de vouloir coller ces enregistrements ?

Oui Non

L'analyse peut ensuite continuer à l'aide de la Méthode détaillée «pas à pas³⁸».

³⁸ Disponible sur le site internet du bureau de mise en marché des bois au : <https://bmmb.gouv.qc.ca/analyses-economiques/outils-d-analyse/>

Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe VI. Méthode pour estimer l'année de la première action sur les courbes produites par Artémis

Les 2 méthodes suivantes permettent d'estimer le temps requis pour atteindre la ST déclenchant la coupe d'ensemencement initiale.

Méthode 1

Lorsqu' une courbe CT existe sur le GS analysé, il est préférable de l'utiliser pour estimer le temps requis pour atteindre la ST déclenchant la coupe d'ensemencement initiale. Lorsque la courbe CT n'est pas disponible, la méthode 2 est suggérée.

Méthode 2

Cette méthode consiste à estimer un accroissement annuel moyen (AAM) et à calculer le temps requis pour atteindre la ST cible. Le calcul est réalisé avec la courbe d'effets de traitement CPR ou CPIL.

Exemple :

Paramètre initial

GS: Es-Fi
ST cible : 24 m²/ha
ST résiduel après CT : 6 m²/ha

Paramètre sur la courbe

ST 35 ans : **24 m²/ha**
ST 5 ans : **16 m²/ha**

Calcul

Croissance (30 ans) := ST 35 ans - ST 5 ans
= 24 - 16
= **8 m²/ha**

AAM : = Croissance /30 ans
= 8 / 30
= **0.27 m²/ha/an**

Temps requis : = (ST cible - ST résiduel après CT) / AAM
= (24-6)/0.27
= **67 ans (arrondi à 65 ans)**

L'hypothèse posée est que l'atteinte de la ST cible sera à 65 ans. Conséquemment, il faut prendre le portrait sur la courbe à 35 ans, simuler le prélèvement et le rapporter à 65 ans lors de la saisie dans MÉRIS.

Annexe VII. Méthode par soustraction de courbes

Cette méthode permet de déduire les caractéristiques dendrométriques des volumes prélevés. Elle est particulièrement intéressante à utiliser avec les courbes produites par Artémis puisque le prélèvement n'est pas systématique.

Les étapes de la méthode sont les suivantes :

1. Positionnement sur la courbe source à la surface terrière ou volume requis pour déclencher une récolte;
2. Positionnement sur la courbe cible (courbe effets de traitement) à la surface terrière ou volume résiduel;
3. Soustraction des 2 courbes pour déduire les caractéristiques du prélèvement.

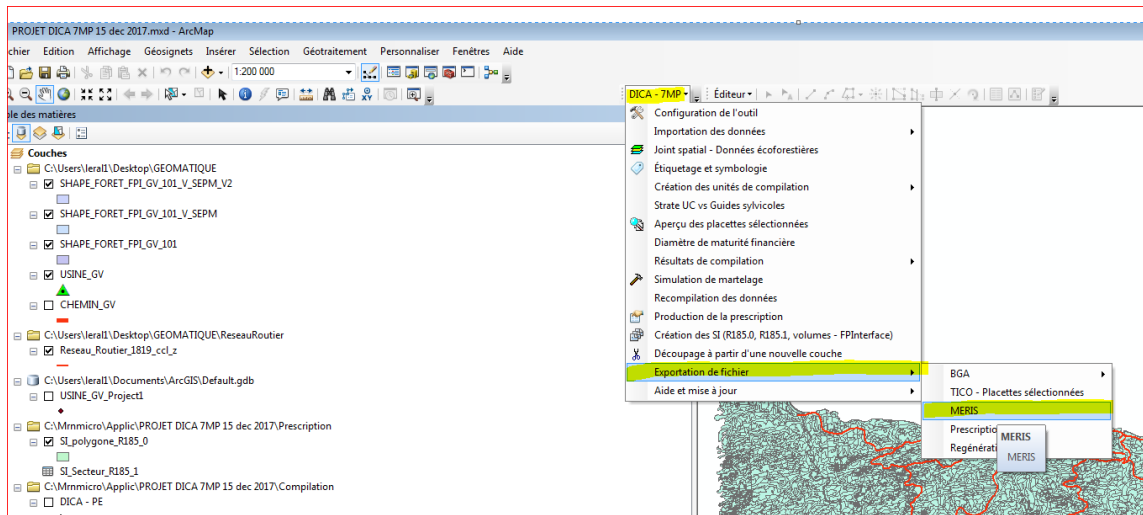
Les caractéristiques du prélèvement **par essence** sont déduites comme suit :

Volume récolté :	soustraction du volume initial (courbe source) et après coupe (courbe cible)
ST récoltée :	soustraction de la ST initial (courbe source) et après coupe (courbe cible)
DHP :	Idem au DHP avant coupe (donc hypothèse que l'on récolte la moyenne du peuplement en DHP)
Nb de tiges :	$(40000 * S.T. \text{ récoltée}) / (\pi * Dq^2)$
Vol/tige :	Volume récolté / Nb de tiges

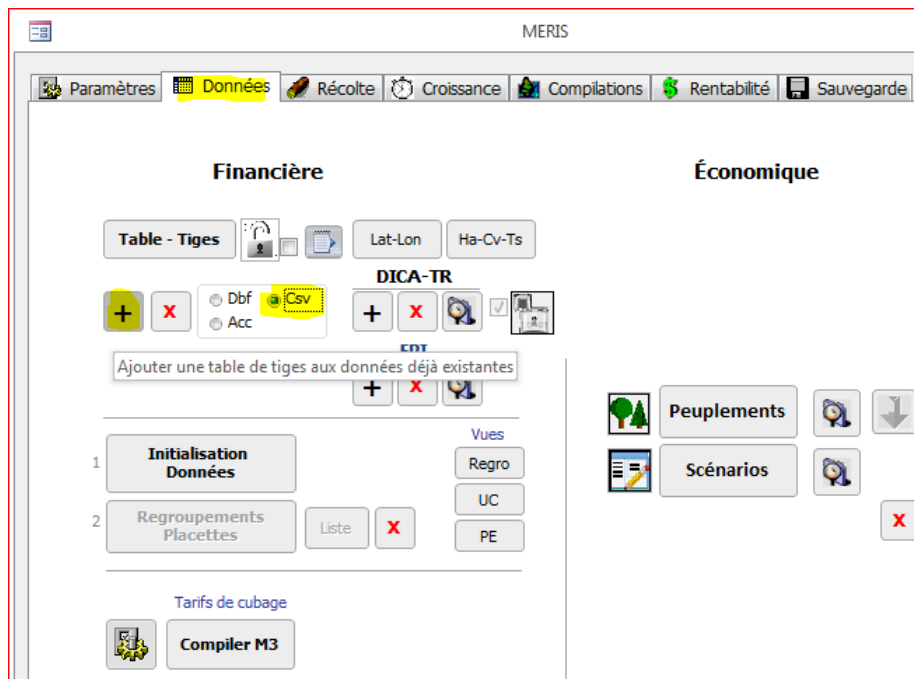
Analyse économique des investissements sylvicole

Annexe VIII. Méthode de caractérisation des volumes récoltés (simulés) pour un traitement de récolte (ex. CPPTM)

Étape hors MÉRIS : Préparation des données d'inventaire forestier et création des UC via Outil DICA → exportation du fichier d'inventaire pour MÉRIS (ticomeris.csv) (Figure 1)³⁹



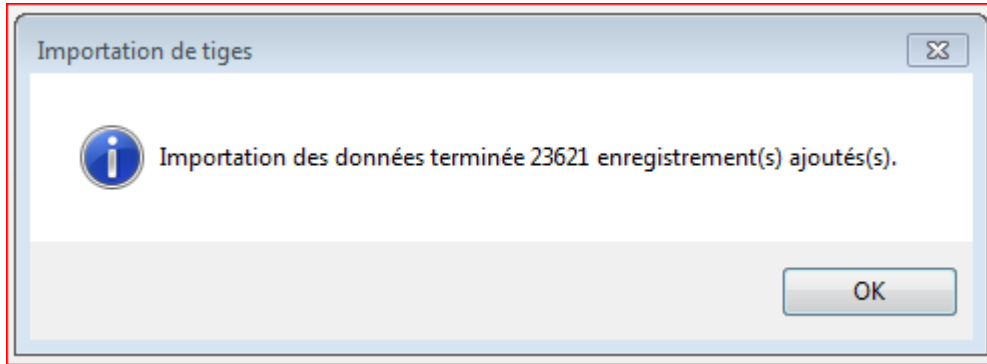
Chargement du fichier d'inventaire dans outil MÉRIS (ex : format.csv).



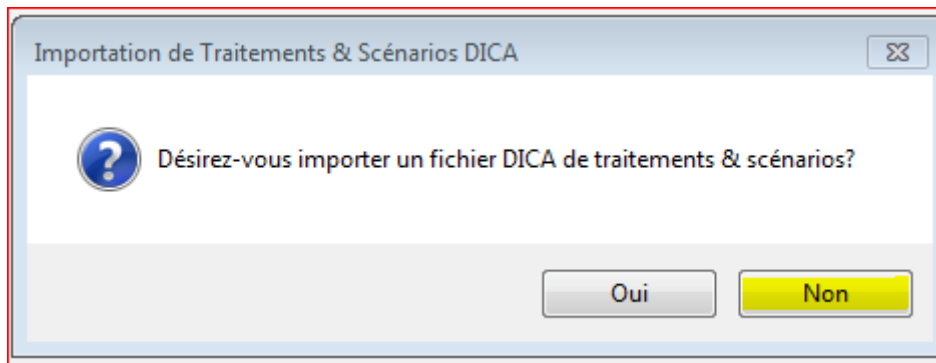
³⁹ Les données d'inventaire pourraient provenir de n'importe quelles autres sources et doivent simplement être formatées avant d'être importées dans outil MÉRIS.

Analyse économique des investissements sylvicole

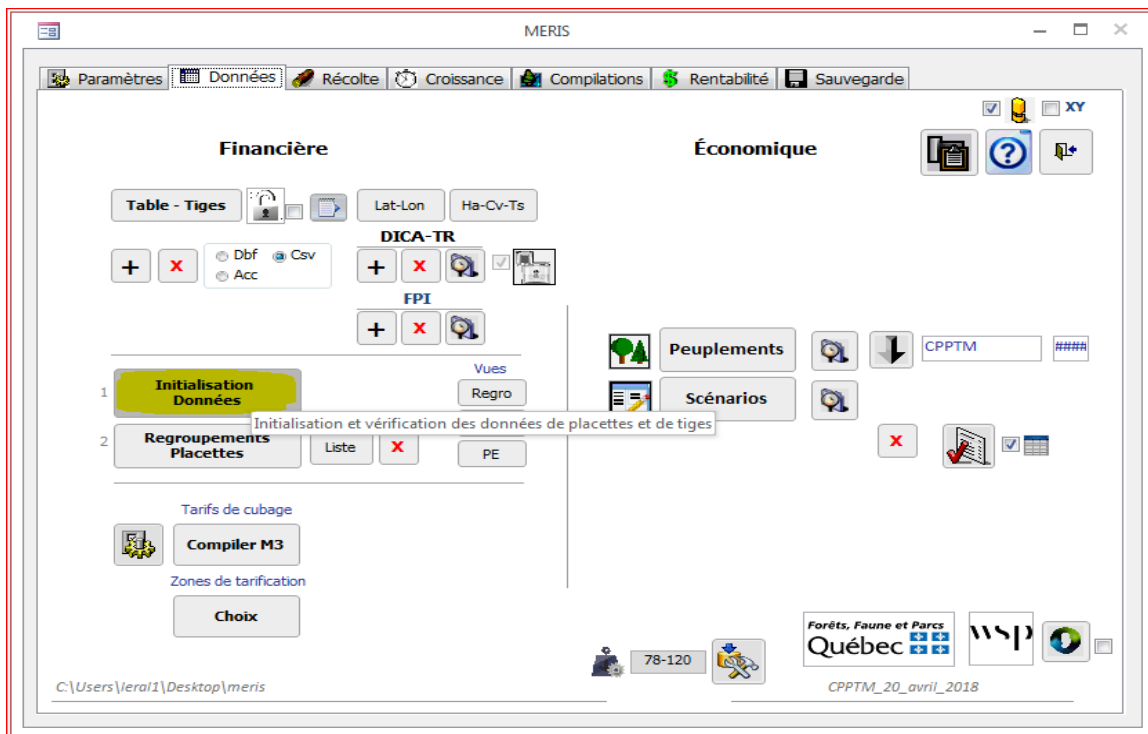
Message qui indique le nombre d'enregistrements (lignes) importés



Message qui propose de charger ou non un fichier d'assignation de traitements de récolte. Dans l'exemple, c'est non, car les traitements de récolte seront assignés manuellement dans l'outil MÉRIS.

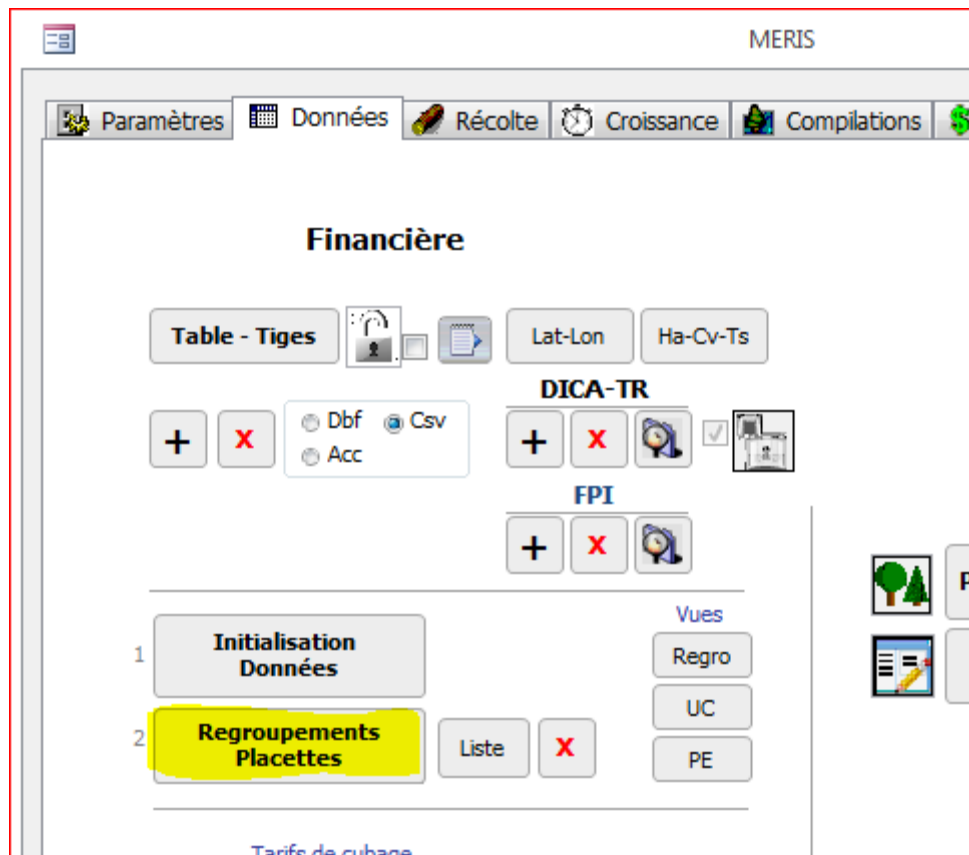


Cliquer sur «Initialisation Données»



Analyse économique des investissements sylvicole

Cliquer sur «Regroupements Placettes»



Cliquer sur «UA-UC-Tous» pour indiquer les regroupements de placettes (UC)

The screenshot shows the 'Regroupement des placettes (Table-Tiges)' dialog box. It has a title bar with a close button. Below the title bar, there are several controls: 'Assignation Semi-automatique:' with a dropdown menu, 'Assigner' and 'Liste' buttons, and two tabs: 'UA/Saison/UC - Tous' (selected) and 'UA/Saison/UC - Filtre'. Below the tabs, there are buttons for 'UA-UC - Tous' (highlighted in yellow), 'Pe - Tous', and 'Pe - Filtre'. There are also radio buttons for 'Uc' and 'Pe'. A tooltip points to the 'No UC' button with the text 'Assigner la clé UC pour tous les regroupements Regroupement'. The main area contains a table with columns: 'Clé UA-Saison-UC', 'UA', 'Saison', 'No UC', 'No Pe', and 'Traitement'. The table has 8 rows of data. At the bottom, there is a status bar with 'Enr: 1098 sur 1098', a 'Filtré' button, and a 'Rechercher' input field.

Clé UA-Saison-UC	UA	Saison	No UC	No Pe	Traitement
--EPX-10 SE BM 1522 44.0 0.0 0.0	1522	44.0	0.0	0.0	00028 CPPTM/std 311.5 19.2
--EPX-10 SE BM 1534 40.0 0.0 0.0	1534	40.0	0.0	0.0	00037 CPPTM/std 275.5 18.2
--EPX-10 SE BM 1215 32.0 0.0 0.0	1215	32.0	0.0	0.0	00038 CPPTM/std 221.5 18.3
--EPX-10 SE PB-BM 1791 38.0 0.0 0.0	1791	38.0	0.0	0.0	00040 CPPTM/std 237.2 16.4
--EPX-10 SE PB 2813 46.0 0.0 0.0	2813	46.0	0.0	0.0	00041 CPPTM/std 262.3 14.4
--EPX-10 SE BM-GB 532 20.0 0.0 0.0	532	20.0	0.0	0.0	00049 CPPTM/std 147.7 21.9
--EPX-10 SE BM 1501 32.0 0.0 0.0	1501	32.0	0.0	0.0	00050 CPPTM/std 198.8 16.5
--EPX-10 SE PB 1742 30.0 0.0 0.0	1742	30.0	0.0	0.0	00051 CPPTM/std 165.7 14.8

Analyse économique des investissements sylvicole

Regroupement des placettes (Table-Tiges)

Assignment Semi-automatique: UA/Saison/UC - Tous UA/Saison/UC - Filtre

UA-UC - Tous Pe - Tous Pe - Filtre

Uc Pe

Clé UA-Saison-UC	UA	Saison	No UC	No Pe	Traitement	Regroupement
-EPX-10			EPX-10			
SE BM	1522	44.0	0.0	0.0		
-EPX-10			EPX-10			
SE BM	1534	40.0	0.0	0.0		
-EPX-10			EPX-10			
SE BM	1215	32.0	0.0	0.0		
-EPX-10			EPX-10			
SE PB-BM	1791	38.0	0.0	0.0	237.2	16.4
-EPX-10			EPX-10	00041	CPPTM/std	
SE PB	2813	46.0	0.0	0.0	262.3	14.4
-EPX-10			EPX-10	00049	CPPTM/std	
SE BM-GB	532	20.0	0.0	0.0	147.7	21.9
-EPX-10			EPX-10	00050	CPPTM/std	
SE BM	1501	32.0	0.0	0.0	198.8	16.5

Assignment automatique

Cette action va assigner toutes les clés [UA-UC] aux regroupements de placettes; désirez-vous poursuivre?

Dans l'onglet «Récolte», on peut créer et/ou modifier des directives de récoltes (1) préalablement à leur assignation (2) et simulation (3).

MERIS

Paramètres Données **Récolte** Croissance Compilations Rentabilité Sauvegarde

Financière

Directives Récolte 1

Assignment **Aide Ponctuelle** 2

3 **Simuler** Uc Pe

OP<->AB/CD % +

Résultats

Simulé

Réel Martelé 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

74-86 **Forêts, Faune et Parcs Québec**

Analyse économique des investissements sylvicole

La directive de récolte CPPTM récolte 100% des tiges sauf les 10-12-14 cm du groupe «R : Résineux»

The screenshot shows the 'Directives de récolte - Paramètres de traitements' window. At the top, there are buttons for 'Modifier', 'DHP Max', and 'Essences désirées'. The main area is divided into several sections: 'Traitement' (set to 'CPPTM/std'), 'RATF' (set to 'CPPTMU'), and 'Coupe avec protection des petites tiges marchandes uniforme'. Below this, there are 'Essences prioritaires' options (Standard, Toujours désirées, Toujours non désirées) and 'Essences manuelles' (1, 2) with associated parameters like 'Diam. Décroissant', 'Diam Min Feu', and 'Diam Min Rés.'. A large table in the center lists 'Priorités MSCR', 'Peu Longévifs', and 'Autres Essences - DOR' with columns for 'MO', 'RO', 'RP', 'SAB', 'PET', 'PEB', 'PEG' and values for '10' and '160'. At the bottom, there are 'Martelage Positif' settings, 'Dhp' options, and a 'Filtré' button.

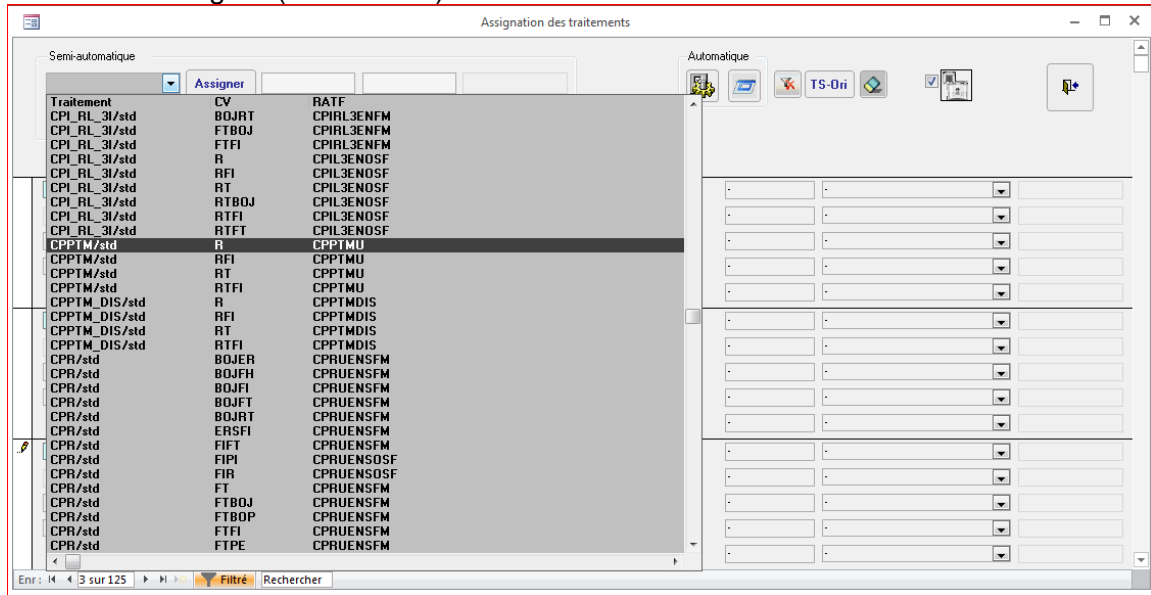
Assigner des directives de récolte aux UC (unités de compilation). Assigner en lot un traitement de récolte pour la simulation #1 pour toutes les unités de compilations (UC).

The screenshot shows the 'Assignation des traitements' window. It has a 'Semi-automatique' mode and an 'Assigner' button. A yellow tooltip reads: 'Sélectionner un traitement puis [Assigner] pour attribuer le choix à tous les enregistrements visibles dans le formulaire (tient compte des données filtrées) - Double-Clic pour mettre à vide'. Below, a table lists 'Regroupement' (EPX-10, EPX-100, EPX-101) and 'Traitement initial' (CPPTMU) for each. The 'CV' and 'Traitement' columns are empty, indicating that the 'CPPTMU' treatment is being assigned to all visible records.

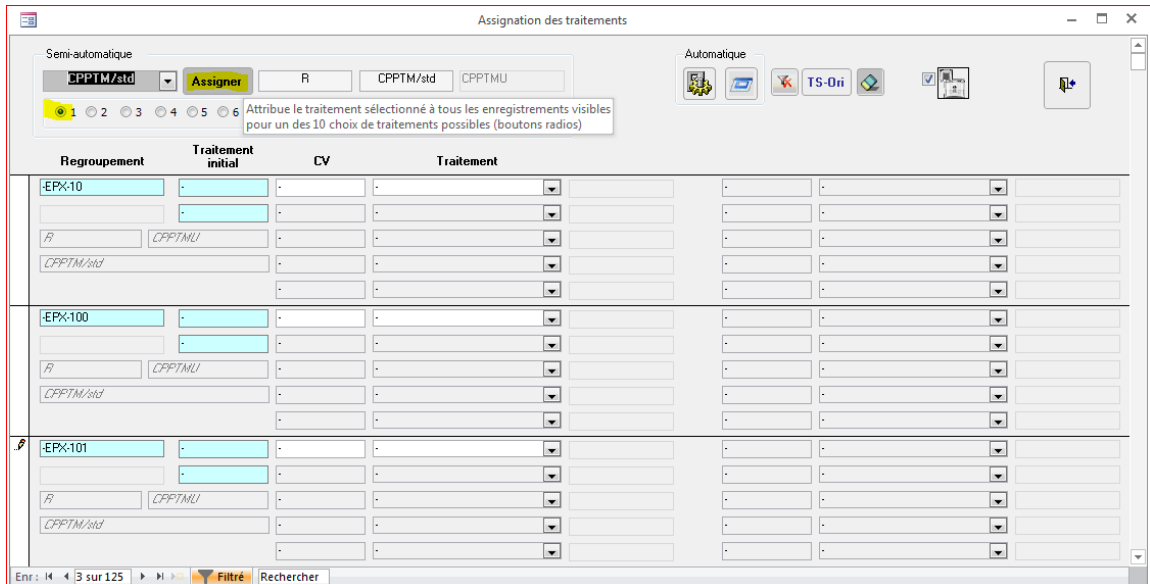
Regroupement	Traitement initial	CV	Traitement
EPX-10	CPPTMU		
EPX-100	CPPTMU		
EPX-101	CPPTMU		

Analyse économique des investissements sylvicole

Choisir la simulation à assigner (ex. CPPTM)

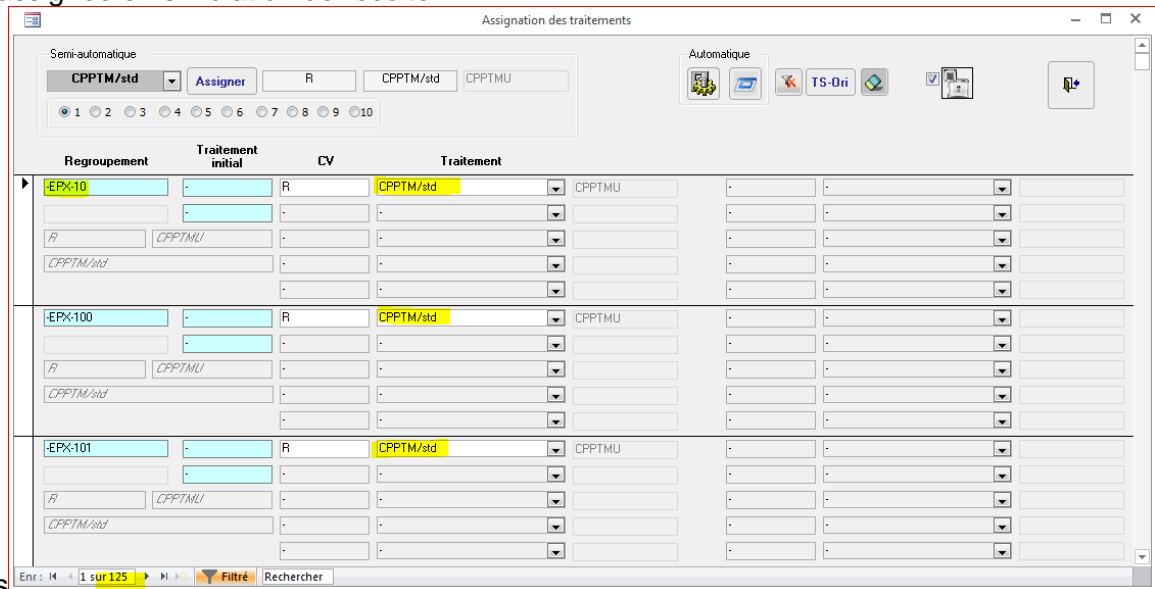


Assigner en lot la «CPPTM»

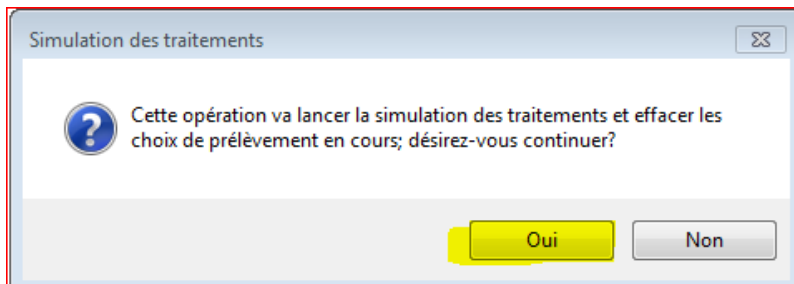
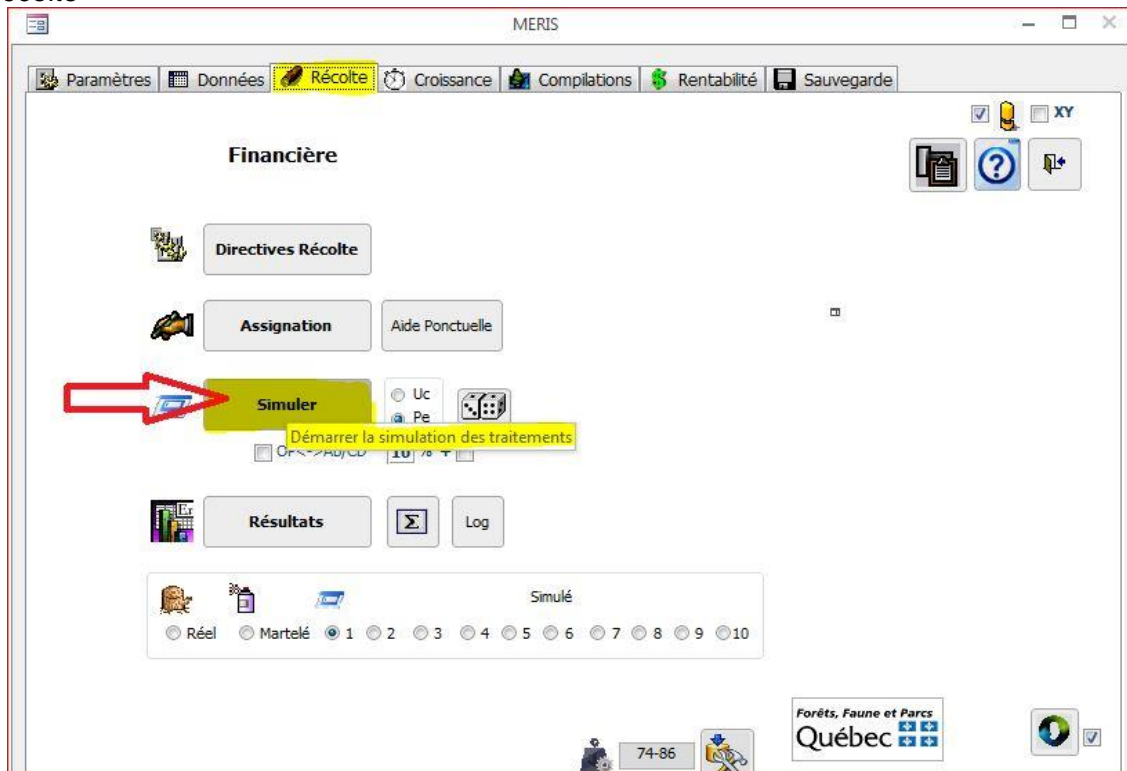


Analyse économique des investissements sylvicole

La CPPTM est assignée en simulation de récolte #1.

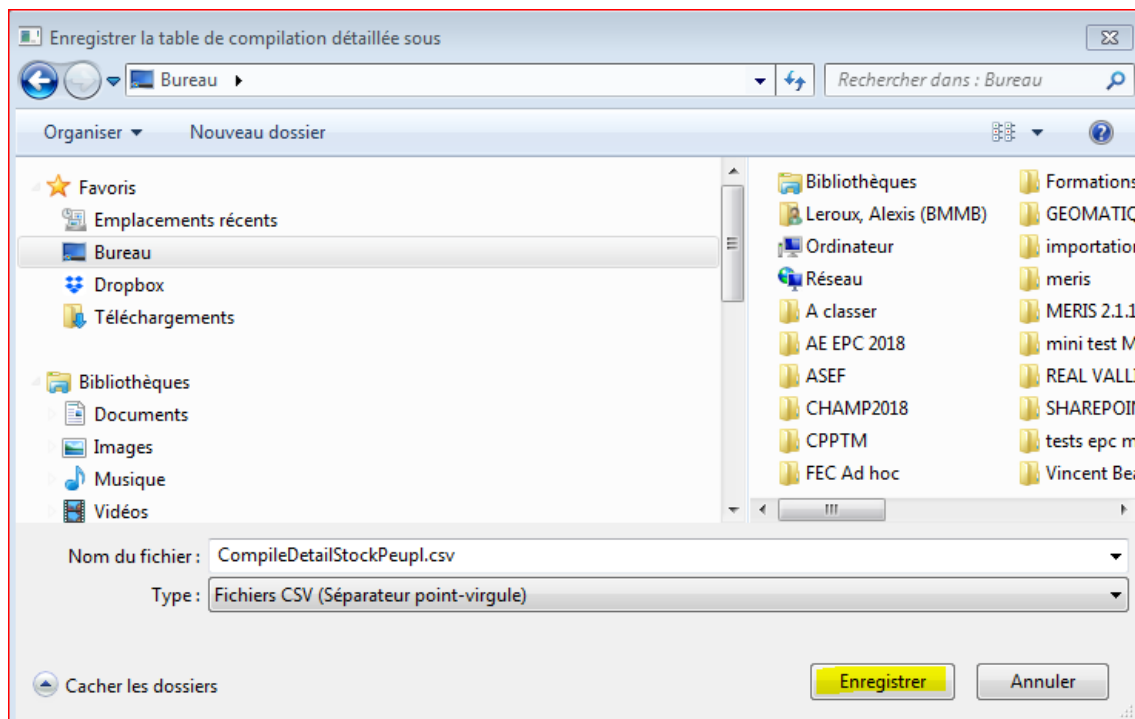
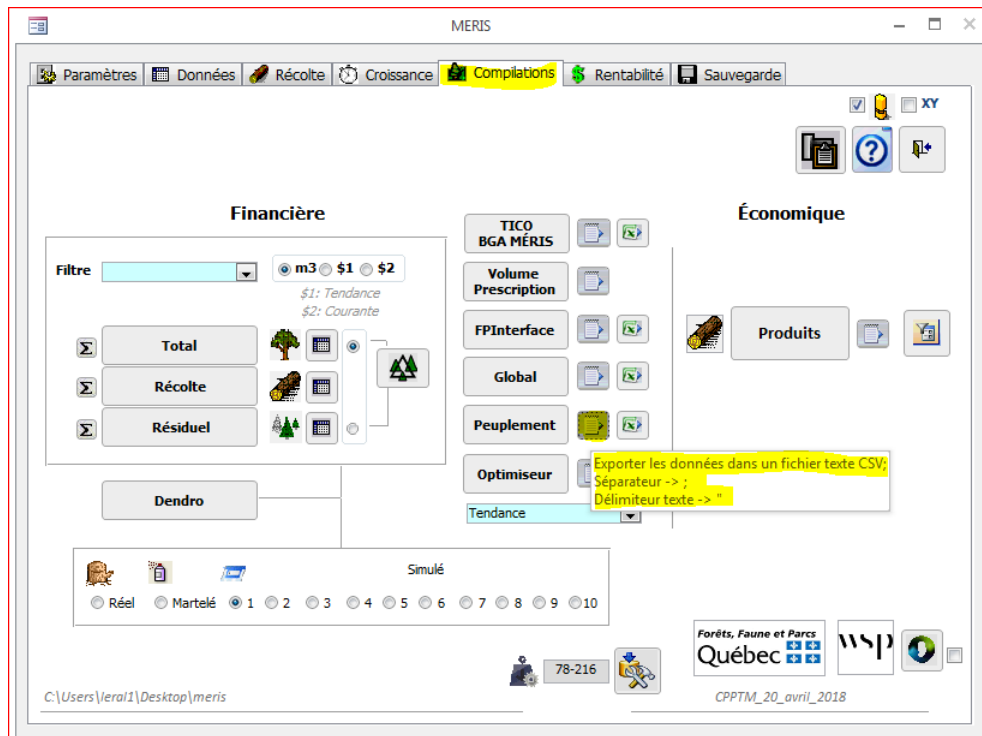


Simuler la récolte



Analyse économique des investissements sylvicole

Produire la compilation forestière «Peuplement» (format .csv)



Analyse économique des investissements sylvicole

Analysez les résultats obtenus et caractérisiez la récolte (ex. CPPTM).

Résultats obtenus :

- n=125 UC EPX ou SAB
- % de tiges récoltées, % de volume récolté, DHPq avant, récolté, gain DHPq récolté, etc.

Traitement	CPPTM/std											
UC	nbTIHa		% tiges récoltées	m3Ha		% volume récolté	Somme de m2Ha_Gr		DHPq avant (cm)	DHPq récolté (cm)	Gain DHPq récolté (cm)	
	init	rec		init	rec		init	rec				
EPX-10	1706	1052	62%	210	177	84%	34.2	26.4	16.0	17.9	1.9	
EPX-100	1354	969	72%	166	151	91%	31.3	26.9	17.2	18.8	1.6	
EPX-101	1152	871	76%	158	146	93%	29.3	26.0	18.0	19.5	1.5	
EPX-102	1307	992	76%	176	163	92%	32.7	28.9	17.8	19.3	1.4	
EPX-103	1194	822	69%	159	143	90%	28.4	24.0	17.4	19.3	1.9	
EPX-104	1485	940	63%	170	148	87%	30.9	24.4	16.3	18.2	1.9	
EPX-105	1378	940	68%	210	194	92%	35.1	30.4	18.0	20.3	2.3	
EPX-106	1413	1030	73%	194	176	91%	34.9	30.2	17.7	19.3	1.6	
EPX-107	1563	1053	67%	158	134	85%	31.1	24.9	15.9	17.3	1.4	
EPX-108	1228	828	67%	173	154	89%	28.0	23.3	17.0	18.9	1.9	
EPX-111	1532	902	59%	134	105	79%	26.4	18.9	14.8	16.3	1.5	
EPX-112	1607	937	58%	158	129	82%	30.0	22.2	15.4	17.4	2.0	
EPX-118	1244	667	54%	119	89	75%	22.5	15.3	15.2	17.1	1.9	
EPX-121	1935	1397	72%	198	173	87%	39.8	33.0	16.2	17.3	1.2	
EPX-122	2067	1283	62%	175	142	81%	37.0	27.8	15.1	16.6	1.5	
EPX-127	1581	909	57%	100	74	73%	21.5	14.3	13.2	14.1	1.0	
EPX-128	1261	954	76%	188	170	91%	29.3	25.3	17.2	18.4	1.2	
EPX-130	1420	937	66%	202	181	90%	31.8	26.5	16.9	19.0	2.1	
EPX-131	1575	999	63%	178	152	86%	30.8	24.3	15.8	17.6	1.8	
EPX-133	1017	714	70%	157	138	88%	24.0	20.0	17.3	18.9	1.5	
EPX-139	1589	1097	69%	212	193	91%	36.8	31.3	17.2	19.0	1.9	
EPX-14	1146	881	77%	143	133	93%	24.6	21.7	16.5	17.7	1.2	
EPX-144	1017	768	76%	197	183	93%	27.4	24.3	18.5	20.1	1.5	
EPX-149	964	623	65%	166	147	89%	24.9	20.6	18.1	20.5	2.4	

En moyenne, les CPPTM prélèvent 85% du volume total des résineux, sur 63% des tiges résineuses. Pour les essences résineuses, le gain au DHPq récolté est en moyenne de 1,8 cm.

Étiquettes de lignes	Somme de init G	Somme de rec G	Moyenne de GAIN DHPq rec		
R	3548.975167	2878.72633	1.644387683		
EPX	2013.600911	1641.958913	1.820149647	57%	
MEL	28.7704288	25.9342813	0.875386681	1%	
PIB	9.981536	9.13620437	1.359552572	0%	
PIG	95.8395644	88.8475076	0.723510641	3%	
PIR	0.03926991	0.03926991	0	0%	
SAB	1381.735145	1095.163225	1.930245139	38%	
THO	19.00831223	17.6469283	0.84930311	1%	
Total général	3548.975167	2878.72633	1.644387683	100%	1.812238196

GAIN (cm) = DHPq récolté – DHPq avant traitement
Formule du DHPq :

$$DHP = 200 \sqrt{Gt / (\pi Nt)}$$

où DHP = Diamètre quadratique moyen (cm)
Gt = Surface terrière totale (m²/ha)
Nt = Nombre de tiges (/ha).