



## Étude sur l'intégration des coupes (71-20) à l'aide de la recherche opérationnelle

### INTRODUCTION

Au Québec, la planification et la réalisation des interventions forestières en forêt publique sont confiées aux industriels forestiers détenteurs de CAAF. Or, le fait que chaque compagnie planifie et exploite des secteurs distincts pour satisfaire ses propres besoins entraîne des conséquences opérationnelles comme une plus grande dispersion des secteurs de récolte, une augmentation du nombre de km de chemins à construire et à entretenir, qui se traduisent par une augmentation des coûts d'exploitation (chemins, récolte, fardier,...). On observe aussi dans certains cas une sous-exploitation et une surexploitation de certains groupes de production ou d'essences. C'est donc avec l'objectif de pallier à ces problèmes que le CERFO a entrepris d'analyser les possibilités d'intégration et les choix de traitements sylvicoles afin d'estimer le potentiel de réduction des coûts de chemins à l'échelle du PAIF 06-07 et du PQAF 05-08 (Figure 1).

### L'INTÉGRATION À L'INTÉRIEUR DU PAIF 06-07

À l'échelle du PAIF, l'effet de l'intégration des volumes entre les unités d'intervention puis l'effet de traitements alternatifs sont évalués à travers trois indicateurs de performance (respect de la stratégie au PGAF avec une tolérance de 10%, respect de l'attribution et indice de dispersion de FERIC).

L'intégration à l'intérieur du PAIF 06-07 est apparue possible et contribue à réduire les coûts de chemin (2,80 \$/m<sup>3</sup>). Cependant, elle entraîne probablement une augmentation d'autres coûts associés à la récolte. D'autres choix de traitements sylvicoles que le jardinage par pied d'arbre (comme l'éclaircie commerciale, des coupes de régénération tels la coupe progressive ou la coupe par bande ou le jardinage par trouées) ont permis d'augmenter dans certains secteurs la qualité et le volume de bois à récolter mais ont contribué faiblement à réduire les coûts de chemin (0,50 \$/m<sup>3</sup>). Une analyse a été réalisée avec le logiciel Optivert dans le cadre de cette étude. Les simulations effectuées confirment que ces traitements optionnels laissent plus de latitude financière à l'entrepreneur et au bénéficiaire de CAAF. Dans les scénarios, il faut considérer la valeur sur pied à long terme et la classification MSCR s'est avérée un outil intéressant dans cette optique. Idéalement, les scénarios recherchés devraient à la fois obtenir une rentabilité à court terme, une augmentation de la valeur à long terme et une structure forestière qui correspond aux objectifs de biodiversité, de paysage et autres.

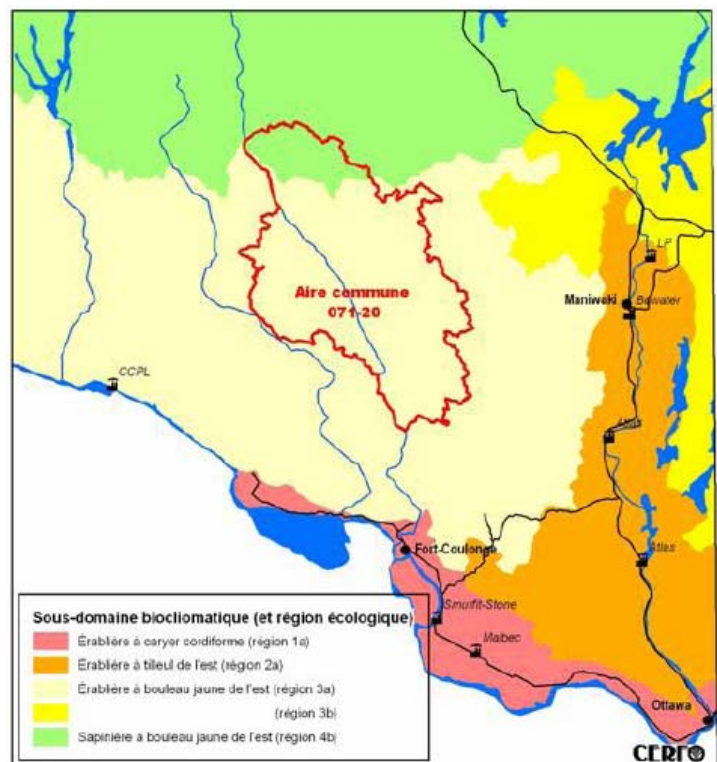


Figure 1 : Localisation de l'aire commune 71-20 et des usines

## L'INTÉGRATION À L'ÉCHELLE DU PQAF

*Est-il possible de générer une solution viable qui permettrait la récolte au moindre coût possible de l'allocation totale de toutes les usines et ce, sur une période de 3 ans pour tous les bénéficiaires de CAAF de l'aire commune 71-20 en Outaouais (figure 1) à partir des données du PQAF 05-08?*

Afin de répondre à cette question, les logiciels d'optimisation peuvent être utilisés comme un outil d'aide à la décision pour guider les gestionnaires dans leur choix. Utilisant les principes de la programmation linéaire, ces logiciels permettent de trouver la solution optimale à un problème tout en respectant l'ensemble des contraintes formulées par l'utilisateur. Ces logiciels permettent d'évaluer les conséquences de différents scénarios avant leur exécution. Si la modélisation vise à aider le gestionnaire à prendre la bonne décision, elle ne garantit toutefois pas le bon résultat. Dans le cadre de cette étude, le logiciel d'optimisation utilisé est OperMax de FORCE/Robak Associates Ltd.

À travers une série de scénarios utilisant progressivement plus de flexibilité au niveau de la gamme de produits des usines et des contraintes normatives, les solutions développées avec la recherche opérationnelle ont été comparées en terme de coûts et de volume au plan quinquennal 05-08 réalisé par les bénéficiaires pour voir comment la demande de toutes les usines pourrait être atteinte en utilisant un outil de modélisation. Les données d'inventaire du 3<sup>e</sup> inventaire décennal du MRNF de même que les données relatives aux coûts de récolte, de transport, de construction de chemins et de droits de coupe fournis par les bénéficiaires ont été utilisées.

## DÉTERMINATION DES SCÉNARIOS

Le tableau 1 présente les différentes variables étudiées dans les contraintes caractérisant les 10 scénarios qui ont été simulés à l'aide du logiciel. Notons que le scénario 1 constitue le scénario de base correspondant au plan quinquennal d'aménagement forestier (PQAF 05-08). Les scénarios 2 à 10 sont comparés au scénario de base. En ce qui concerne les aires disponibles pour la coupe, dans certains cas, des zones tampons d'une largeur de 500 m entourant les zones prévues dans le PQAF 05-08 ont été ajoutées.

Les regroupements des produits ont été effectués de 4 façons, selon un gradient croissant de regroupement, tel qu'illustré au tableau 2 :

Tableau 1 : Détermination des scénarios simulés à l'aide du logiciel

Scénario	Contraintes				Ce scénario analyse
	Liste des aires de coupe	Contraintes de récolte	Regroupement de produits	Coûts de construction de chemin	
Base	Seulement celles prévues au PQAF	Selon les superficies de CP et CT par GPP	Base	Calculés à posteriori	PQAF 05-08
2	Celles prévues au PQAF + les ZT	Selon les superficies de CP et CT par GPP	Base	Calculés à posteriori	Impact des ZT
3	Celles prévues au PQAF + les ZT	Selon les superficies de CP et CT par GPP	1	Calculés à posteriori	Impact des ZT et du R-1
4	Celles prévues au PQAF + les ZT	Selon les superficies de CP et CT par GPP	2	Calculés à posteriori	Impact des ZT et du R-2
5	Celles prévues au PQAF + les ZT	Aucune	2	Calculés à posteriori	Impact des ZT, du R-2 et des contraintes de récolte
6	Seulement celles prévues au PQAF	Aucune	2	Calculés à posteriori	Impact du R-2 et des contraintes de récolte
7	Celles prévues au PQAF + les ZT	Selon les superficies de CP et CT par GPP	3	Calculés à posteriori	Impact des ZT et du R-3
8	Celles prévues au PQAF + les ZT	Aucune	3	Calculés à posteriori	Impact des ZT, du R-3 et des contraintes de récolte
9	Celles prévues au PQAF + les ZT	Selon les superficies totales de CP et CT	3	Calculés à posteriori	Impact des ZT, du R-3 et des superficies par GPP
10	Celles prévues au PQAF + les ZT	Selon les superficies totales de CP et CT	3	inclus	Impact des ZT, du R-3, des superficies par GPP et de l'optimisation du coût des chemins

Notes:  
 ZT = Zones Tampon  
 GPP = Groupe de Production Prioritaire  
 CP = Coupes Partielles  
 CT = Coupes Totales  
 PQAF = Plan Quinquennal d'Aménagement Forestier  
 R = Regroupement

Tableau 2 : Description des regroupements de produits utilisés dans les scénarios

Regroupement	Description	Usines affectées
Base	Allocation des usines par essences et par produits	Toutes
1	Les billes de déroulage de feuillus durs peuvent être utilisées pour le sciage, mais sans regroupement d'essences	Commonwealth Plywood (Mont-Laurier)
2	Les billes de déroulage de feuillus durs peuvent être utilisées pour le sciage toutes essences confondues	Commonwealth Plywood (St-Thérèse)
	Les billes de sciage de feuillus durs peuvent être utilisées pour le sciage toutes essences confondues	Commonwealth Plywood (Mont-Laurier)
3	Les billes de qualité déroulage de peuplier peuvent être utilisées pour les panneaux de particules OSB	Louisiana Pacific (Maniwaki)
	Maintien des critères du regroupement 2	
	Les billes de qualité pâte de feuillus durs peuvent être utilisées pour la pâte toutes essences confondues	Smurfit Stone (Portage-du-Fort)
	Les billes d'érable et de bouleau à papier de qualité pâte peuvent être utilisées pour les panneaux de particules OSB	Louisiana Pacific (Maniwaki)

## SOMMAIRE DES RÉSULTATS

Le sommaire des résultats est présenté au tableau 3. Tout d'abord, il faut mentionner que le volume acheté indique la faisabilité du scénario à respecter les contraintes. Ainsi, moins le volume acheté est élevé, plus le scénario répond aux exigences des usines. Sur cette base, on peut donc affirmer que le scénario 1 (de base) répond le moins aux besoins de l'industrie car le volume acheté est le plus élevé. Par le regroupement de produits, par un plus grand choix d'aires de coupe et par la diminution des contraintes normatives de récolte, on remarque que les scénarios les moins contraignants comme les 5, 8, 9 et 10 ne nécessitent aucun achat de bois provenant de l'extérieur de l'aire commune. Il s'agit des scénarios où le coût actualisé de l'approvisionnement est le plus faible même si l'inventaire en bordure de route, qui indique l'efficacité du scénario à respecter les produits désirés, est élevé. Le scénario 8 présente le plus faible coût de transport tandis que le scénario 2 présente le plus faible coût de récolte. Finalement, l'optimisation des coûts de chemins dans le scénario 10 a permis de diminuer le coût total de l'approvisionnement et la distance de chemins construits par rapport au scénario 9.

Tableau 3 : Sommaire des résultats

Scénarios	Volume acheté ('000 m <sup>3</sup> )	Volume coupé ('000 m <sup>3</sup> )	Volume transporté ('000 m <sup>3</sup> )	Inventaire en bordure de route ('000 m <sup>3</sup> )	Coût actualisé de l'approvisionnement (millions \$)	Coût de Chemins (millions \$)	Nombre de km de chemin	Coût du Transport (\$/m <sup>3</sup> )	Coût de Récolte (\$/m <sup>3</sup> )	Coût de Chemins (\$/m <sup>3</sup> )
Base(1)	194	1 021	864	157	78.8	5.0	332	18.14	19.32	5.80
2	100	1 221	958	263	66.3	5.2	345	17.23	18.83	5.42
3	86	1 248	972	276	64.6	5.0	335	17.22	18.95	5.18
4	25	1 364	1 033	331	58.7	5.7	376	17.00	19.71	5.50
5	0	1 414	1 058	356	56.7	7.2	477	16.23	19.84	6.85
6	139	1 127	919	208	73.3	5.5	364	18.82	19.55	5.97
7	24	1 236	1 034	202	55.3	5.9	393	16.39	20.06	5.74
8	0	1 291	1 058	233	53.9	7.4	486	16.18	20.12	6.98
9	0	1 297	1 058	239	53.7	7.0	462	16.31	20.07	6.60
10	0	1 320	1 058	262	50.2	2.6	174	16.36	20.09	2.45

Les simulations permettent donc l'analyse de différents scénarios, cependant le meilleur scénario global dans ce cas, soit le scénario 10 sur la base du coût actualisé de l'approvisionnement et des coûts de chemins, n'est pas nécessairement le meilleur scénario pour une usine en particulier sur la base des coûts de transport (tableau 4).

Le tableau 4 fait ressortir les écarts de coûts de transport par usine et par scénario. Le scénario 8 représente le plus bas coût global de transport ainsi que le plus bas coût de transport pour les usines de Clarendon, de Maniwaki LPC et de Masson tandis que pour les autres usines, leur plus bas coût se situe dans les autres scénarios.

Tableau 4 : Coûts de transport par usine

Scénarios	Usines											Total
	Clarendon	Low	Maniwaki-Bow	Maniwaki-LPC	Maniwaki_SCO	Masson	Mt-L_PFBK	Mont-Laurier	Portage	Princeville	St-Thérèse	
Base(1)	21.41	19.57	18.21	16.51	18.55	19.9	16.31	18.84	15.83	19.12	15.28	18.14
2	19.32	18.63	16.91	16.51	15.16	18.02	15.16	18.43	15.02	18.85	16.39	17.23
3	19.57	18.62	16.74	16.46	15.16	18	15.17	18.59	15.08	17.31	17.22	17.22
4	20.03	17.67	16.31	15.37	16.19	17.64	20.56	19.56	14.97	19.31	19.76	17.00
5	18.68	16.49	15.15	13.93	14.9	17.3	20.84	19.9	14.74	21.03	19.97	16.23
6	20.38	20.95	18.73	17.31	18.49	19.72	23.25	19.47	15.93	19.04	18.16	18.82
7	20.02	17.18	16.33	12.6	16.35	17.17	15.73	19.58	15.61	21.54	20.5	16.39
8	18.15	17.03	15.88	12.36	13.59	17.07	16.03	19.89	14.88	22.98	20.18	16.18
9	18.31	17.16	16.12	12.42	13.42	17.39	16.22	20	15.05	18.06	19.54	16.31
10	18.36	17.34	16.23	12.52	14.42	17.32	16.28	19.83	14.91	17.5	20.37	16.36

## DE MULTIPLES POSSIBILITÉS

Le fait qu'il soit possible de tenir compte d'un très grand nombre de contraintes à l'aide des logiciels d'aide à la décision rend ces outils forts intéressants. En effet, dans le cas présent, seulement quelques aspects ont été considérés comme par exemple, le coût des chemins et le coût de la récolte, alors que le problème aurait également pu intégrer d'autres facteurs tels que :

- les revenus de vente de bois (ceci aurait permis de maximiser les profits);
- la productivité et le nombre de machines disponibles pour la récolte;
- le nombre de camions disponibles pour le transport du bois;
- les périodes d'opérations des usines (certaines usines considérées dans cette étude ne sont pas en opération en automne);
- échanges de volume entre aires communes....

## CONCLUSION

Les résultats de cette étude démontrent qu'il est possible de réduire les coûts de chemins à l'échelle du PAIF 06-07 et du PQAF 05-08. L'étude démontre également que la recherche opérationnelle peut s'appliquer avantageusement dans les activités de planification forestière où de nombreuses contraintes de toutes sortes doivent être intégrées. Ainsi les scénarios utilisant progressivement plus de flexibilité au niveau de la gamme de produits des usines et des contraintes normatives ont également permis d'atteindre une réduction substantielle des coûts. Cependant, il faut éviter de se concentrer uniquement sur l'offre de produits actuelle.

Les outils d'aide à la décision seront certainement de plus en plus sollicités notamment avec la décision du Forestier en Chef d'utiliser le logiciel Spatial Woodstock<sup>1</sup> pour le calcul de la possibilité forestière au Québec. Ces outils d'aide à la décision aideront à trouver des solutions optimales répondant aux besoins de tous les utilisateurs de la forêt (Figure 2).

Enfin, l'inventaire élevé en bordure de route démontre la problématique de la pâte feuillue dans cette aire commune. Pourrait-il y avoir un potentiel de développement de nouveaux marchés comme la biomasse par exemple. Le développement de la structure industrielle et des marchés apparaît comme une nécessité.

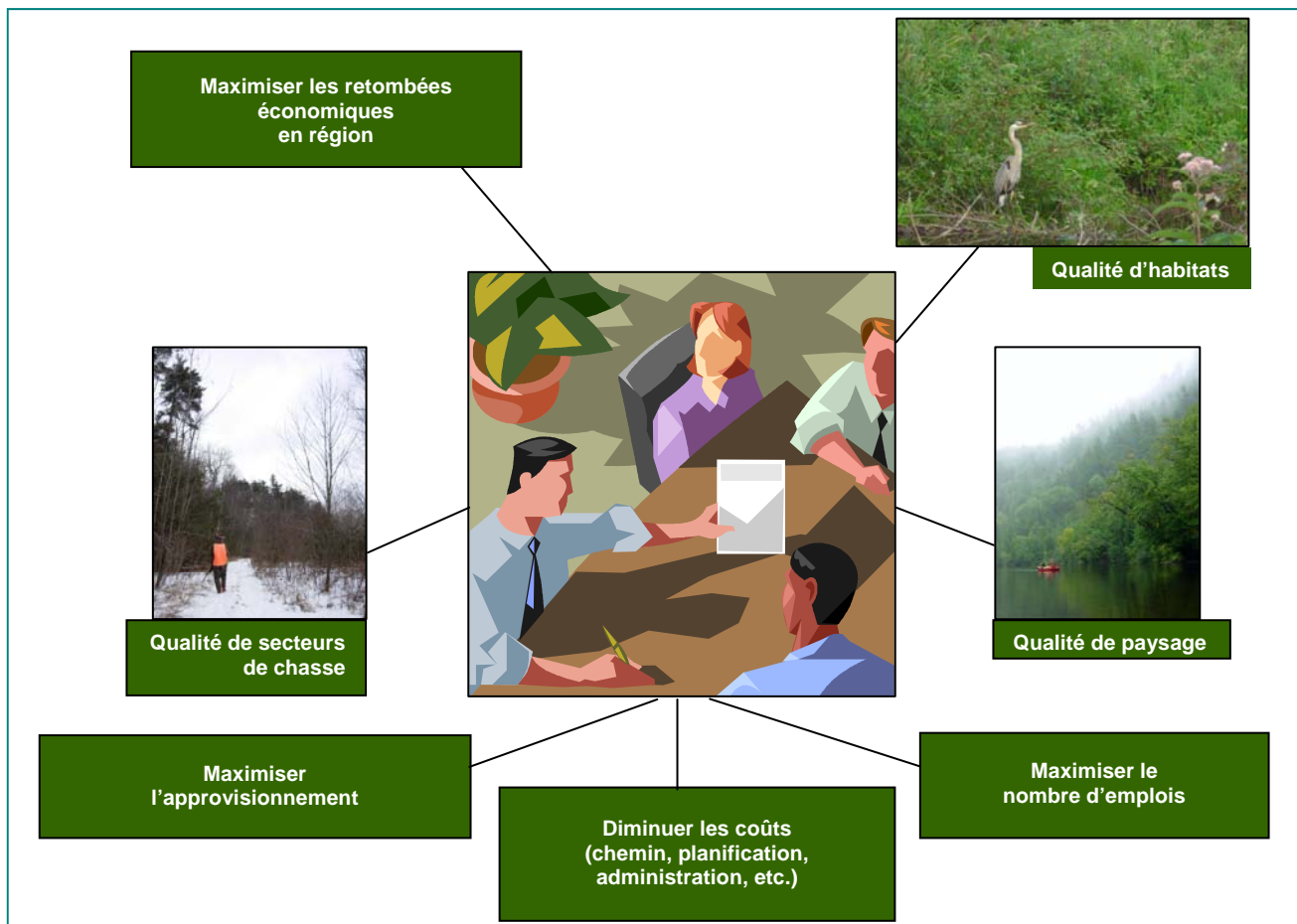


Figure 2 : optimisation de la planification face à la multiplicité des objectifs

## RÉFÉRENCES

- BÉLAND, M. et G. Lessard. 2007. *Étude sur l'intégration des coupes (AC 71-20)*. Centre d'enseignement et de recherche de Sainte-Foy (CERFO). Rapport 2006-08. 64 p., 4 annexes.
- FERIC, Novembre 2004. *Impact de la dispersion des coupes sur les coûts d'approvisionnement au Québec*. Description du modèle et résultats de l'étude. 40 p.
- LESSARD, G. et S. Côté, 2006. *Options sylvicoles quand le jardinage par pied d'arbre ne s'applique pas (PHASE II)*. Rapport de volet 1 projet 04-0192.
- Document de présentation OPERMAX, <http://www.fra.nb.ca/OperMAX.htm>
- Document de présentation FOREXPRT, <http://www.optivert.com/>

<sup>1</sup> La compagnie Remsoft distribue également un logiciel *Allocation Optimizer*, comparable à *Opermax*.