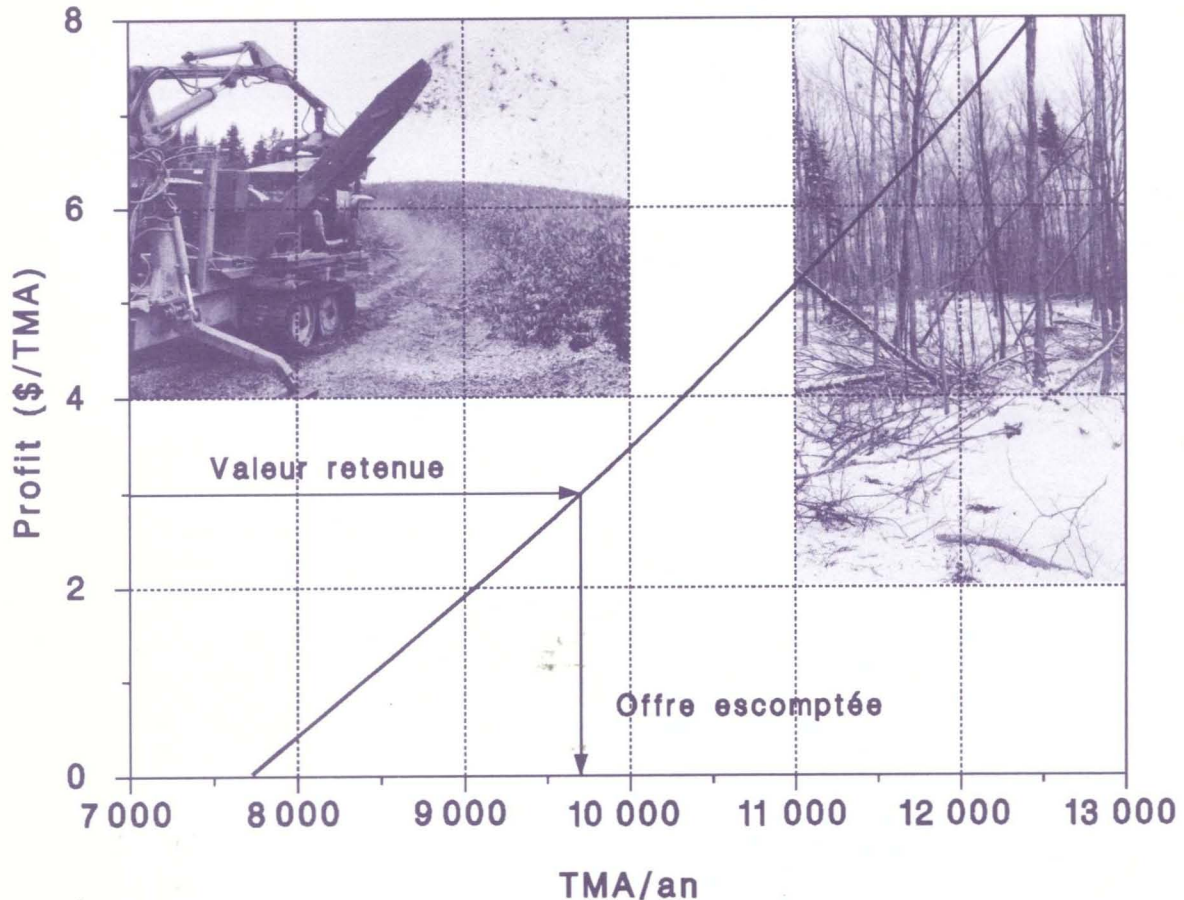




Analyse de la production intégrée de biomasse forestière et de bois de commerce (Projet ENFOR P-428)

Louis-Jean Lussier et Robert Boutin
Région du Québec • Rapport d'information LAU-X-112

Fonction d'offre de biomasse



Ressources naturelles
Canada
Service canadien
des forêts

Natural Resources
Canada
Canadian Forest
Service



Canada

LE CENTRE DE FORESTERIE DES LAURENTIDES est un des six établissements régionaux du Service canadien des forêts (Ressources naturelles Canada). Le Centre collabore avec divers organismes gouvernementaux, avec les intervenants de l'industrie forestière et avec les établissements d'enseignement dans le but de promouvoir, par des travaux de recherche et de développement, un aménagement et une utilisation plus rationnels des ressources forestières du Québec.

Au Québec, les activités portent sur la recherche dans les domaines des ressources forestières et de la protection des forêts, et sur le développement forestier. La plupart des travaux sont entrepris pour répondre aux besoins de divers organismes intéressés à l'aménagement forestier. Les résultats de ces travaux sont diffusés sous forme de rapports techniques et scientifiques, de conférences et autres publications.

THE LAURENTIAN FORESTRY CENTRE is one of six regional establishments of the Canadian Forest Service (Natural Resources Canada). The Centre cooperates with other government agencies, educational institutions and the forest industry to promote through research and development the most efficient and rational management and use of Quebec's forests.

In Quebec, the program consists of forest resource and protection research and forest development. Most research is undertaken in response to the needs of the various forest management agencies. The results of this research are distributed in the form of scientific and technical reports, conferences, and other publications.

LE CENTRE DE FORESTERIE DES LAURENTIDES est un des six établissements régionaux du Service canadien des forêts (Ressources naturelles Canada). Le Centre collabore avec divers organismes gouvernementaux, avec les intervenants de l'industrie forestière et avec les établissements d'enseignement dans le but de promouvoir, par des travaux de recherche et de développement, un aménagement et une utilisation plus rationnels des ressources forestières du Québec.

Au Québec, les activités portent sur la recherche dans les domaines des ressources forestières et de la protection des forêts, et sur le développement forestier. La plupart des travaux sont entrepris pour répondre aux besoins de divers organismes intéressés à l'aménagement forestier. Les résultats de ces travaux sont diffusés sous forme de rapports techniques et scientifiques, de conférences et autres publications.

THE LAURENTIAN FORESTRY CENTRE is one of six regional establishments of the Canadian Forest Service (Natural Resources Canada). The Centre cooperates with other government agencies, educational institutions and the forest industry to promote through research and development the most efficient and rational management and use of Quebec's forests.

In Quebec, the program consists of forest resource and protection research and forest development. Most research is undertaken in response to the needs of the various forest management agencies. The results of this research are distributed in the form of scientific and technical reports, conferences, and other publications.

Analyse de la production intégrée de biomasse forestière et de bois de commerce

(Projet ENFOR P-428)

Louis-Jean Lussier et Robert Boutin

**Rapport d'information LAU-X-112
1995**

**Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts - Région du Québec**

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Lussier, Louis-Jean, 1926-

Analyse de la production intégrée de biomasse forestière
et de bois de commerce (Projet ENFOR P-428)

(Rapport d'information ; LAU-X-112)

Comprend un résumé en anglais.

Publ. aussi en anglais sous le titre : Analysis of integrated
production of forest biomass and commercial timber.

Publ. par le Centre de foresterie des Laurentides.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-80057-5

N° de cat. Fo46-18/112F

1. Biomasse forestière -- Aspect économique -- Québec (Province)

2. Produits forestiers -- Industrie -- Québec (Province).

I. Boutin, Robert.

II. Centre de foresterie des Laurentides.

III. Titre.

IV. Coll. : Rapport d'information (Centre de foresterie des
Laurentides) ; LAU-X-112.

SD387.B48L87 1995 634.92'09714 C95-980102-2

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1995

Numéro de catalogue Fo46-18/112F

ISBN 0-662-80057-5

ISSN 0835-1589

Il est possible d'obtenir sans frais un nombre restreint d'exemplaires de cette publication auprès de:

Ressources naturelles Canada

Service canadien des forêts - Région du Québec

Centre de foresterie des Laurentides

1055, rue du P.E.P.S.

C.P. 3800

Sainte-Foy (Québec)

G1V 4C7

Des copies ou des microfiches de cette publication sont en vente chez:

Micromédia Ltée

Place du Portage

165, rue Hôtel-de-Ville

Hull (Québec)

J8X 3X2

This publication is also available in English under the title "Analysis of integrated production of forest biomass and commercial timber (ENFOR Project P-428)" (Catalog No. Fo46-18/112E).



TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	vi
REMERCIEMENTS	vii
RÉSUMÉ	viii
ABSTRACT	viii
L'AMÉNAGEMENT FORESTIER : un monde à quatre dimensions	1
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET ORGANISATION DU RAPPORT	2
Objectifs et limites de l'étude	3
Complexité du sujet et organisation du rapport	4
MÉTHODOLOGIE	6
Modules du système ÉCO-4	6
Étapes de l'analyse de la production de biomasse intégrée aux produits traditionnels	8
ESTIMATION DE LA BIOMASSE RÉCUPÉRABLE	15
Biomasse forestière disponible et récupérable au Québec	15
Estimation de la biomasse récupérable dans une strate donnée	16
ESTIMATION DU COÛT DE LA BIOMASSE	20
ANALYSE FINANCIÈRE DE LA RÉCUPÉRATION DE BIOMASSE	24
Méthode	24
Résultats des simulations	33
Autres cas simulés	34
Conclusions	47
Validité de la théorie des investissements	49

TABLE DES MATIÈRES

(suite)

	Page
OFFRE DE BIOMASSE ET DE BOIS DE SCIAGE DE FEUILLUS DURS POUR	
L'AIRE COMMUNE 1202	51
Scénarios retenus	52
Hypothèses de simulation	52
Méthode de détermination des fonctions d'offre recherchées	53
Conclusion générale	65
ANNEXE 1 - Écueils de l'aménagement forestier	67
Objet de l'aménagement forestier et cadre du présent travail	67
Dimensions de l'aménagement forestier	68
Cellule territoriale	69
Stratégies d'aménagement	70
Niveau de la strate	70
Niveaux de la cellule et de l'unité d'aménagement	70
Objectifs et critères de décision en aménagement forestier	71
Optimisation des variables de décision et des choix possibles	77
ANNEXE 2 - Le système ÉCO-4	79

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Stratégie d'aménagement pour les strates feuillues	11
Tableau 2. Analyse des stratégies	12
Tableau 3a. Calcul de la biomasse récupérable dans un peuplement donné	18
Tableau 3b. Calcul de la marge de profit du producteur de biomasse	19
Tableau 4a. Évaluation financière d'une cellule - cas 1	25
Tableau 4b. Évaluation financière d'une cellule - cas 2	26
Tableau 4c. Évaluation financière d'une cellule - cas 3	27
Tableau 4d. Évaluation financière d'une cellule - cas 4	28
Tableau 4e. Évaluation financière d'une cellule - cas 5	29
Tableau 5. Sommaire des simulations	35
Tableau 6. Évaluation financière d'une cellule, données de simulation selon trois hypothèses	36
Tableau 7a. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 1	40
Tableau 7b. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 2	41
Tableau 7c. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 3	42
Tableau 7d. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 4	43
Tableau 7e. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 5	44
Tableau 8. Possibilité économique et analyse financière de l'aire commune (AC) 1202 ...	54
Tableau 9a. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 1	62
Tableau 9b. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 2	62
Tableau 9c. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 3	63
Tableau 9d. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 4	63
Tableau 9e. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 5	64
Tableau 9f. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 6	64
Tableau 9g. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation n° 7	65

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1. Représentation simplifiée du système d'aménagement forestier ÉCO-4	7
Figure 2. Étapes de l'analyse de la production de biomasse intégrée à celle des produits forestiers traditionnels	9
Figure 3. Valeur actualisée nette (VAN) en fonction de la possibilité	56
Figure 4. Crédits sylvicoles requis et disponibles	56
Figure 5. Fonction d'offre de BOER - sciage	57
Figure 6. Offre de BOER - sciage par rapport à la marge de profit	57
Figure 7. Offre de biomasse	58
Figure 8. Âge de maturité d'une strate BBSR B4 30	76
Figure 9. Effet de possibilité - UG 12	77

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les autorités du Service canadien des forêts - Région du Québec (Ressources naturelles Canada) pour la confiance qu'elles nous ont accordée en rendant possible la réalisation du présent travail.

Nous tenons à remercier tout particulièrement MM. Gilles Carpentier, Jean-Pierre Dansereau et Sylvain Masse, pour leurs critiques constructives et le temps qu'ils ont passé à vérifier le document. Sans leur précieuse collaboration, la qualité du texte et de l'ensemble du projet s'en serait fortement ressentie.

Louis-Jean Lussier et Robert Boutin

RÉSUMÉ

La présente étude propose une méthode et des outils informatisés permettant d'analyser de façon cohérente et systématique l'attrait financier d'une production de biomasse intégrée à celle des produits forestiers traditionnels. L'approche générale suggérée a été appliquée aux peuplements mixtes et feuillus de l'aire commune 1202 de la forêt publique québécoise du Bas-Saint-Laurent. L'étude a été abordée selon la démarche du système modulaire d'aménagement forestier ECO-4 modifié à fond pour qu'il puisse accepter les équations de prédiction de biomasse forestière. Les résultats provenant des simulations suggèrent que dans le cas de l'Unité d'aménagement 12, grâce à la présence d'un marché pour les bois francs combinée à une distance de transport raisonnable et à une traficabilité aisée, l'intégration de la récupération de biomasse à la récolte de produits forestiers traditionnels peut s'avérer des plus intéressantes.

ABSTRACT

This study proposes a method and some computer tools to carry out a coherent, systematic analysis of the financial attractiveness of integrating the production of forest biomass into that of traditional forest products. The proposed general approach was applied to hardwood and mixed stands in Common Area 1202 of the publicly owned Quebec forest in the Lower St. Lawrence River Valley. The study follows the steps of the ECO-4 modular forest management software that was completely revised to accept equations predicting forest biomass. Results from simulations suggest that in the case of Management Unit 12, the existence of a market for hardwood, combined with a reasonable transportation distance and easy trafficability, could make integrating biomass recovery into the harvesting of traditional forest products might be a highly interesting approach.

L'AMÉNAGEMENT FORESTIER : un monde à quatre dimensions

Le rôle premier de l'aménagiste consiste à *rendre optimales les décisions* relatives à la mise en valeur des ressources forestières d'un territoire donné.

Afin de bien jouer ce rôle, il doit *nécessairement* fonder ses décisions en tenant compte des quatre dimensions fondamentales de l'aménagement, soit :

- les ressources;
- l'économie;
- l'espace;
- le temps.

Chacune de ces dimensions influence grandement les décisions à prendre et, de ce fait, aucune ne peut être ignorée du décideur. Or, à l'heure actuelle, seule la dimension «ressources» est prise en considération et, par surcroît, on ne tient pas compte de tous ses aspects. Cela entraîne donc des *choix d'aménagement contraires aux meilleurs intérêts* des entreprises forestières et de la société dans son ensemble.

Le présent travail portant sur la récupération de la biomasse est fondé sur une démarche faisant intervenir les quatre dimensions mentionnées ci-dessus et tous les paramètres pertinents de la dimension «ressources». Il constitue une occasion de faire le point sur la méthodologie actuellement utilisée pour la préparation de plans généraux d'aménagement forestier (PGAF); il permet aussi d'en souligner les principales faiblesses et de suggérer les remèdes qui s'imposent.

À cet égard, on présente en annexe un texte intitulé «**Écueils de l'aménagement forestier**» qui résume la situation actuelle en matière de préparation des choix d'aménagement.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET ORGANISATION DU RAPPORT

Chaque année au Québec, des millions de tonnes de biomasse forestière récupérable sont générées par les coupes traditionnelles de bois de commerce. Toute cette fibre est simplement abandonnée sur place, soit sur le parterre des coupes, soit en bordure des routes. Sa présence gêne l'application de traitements sylvicoles tels que le scarifiage et la plantation; elle accroît les risques d'incendies de forêt et enlaidit le paysage. Le coût de son élimination pure et simple est élevé; il est de 300 à 500 \$/ha.

Pourrait-on éliminer ou réduire cette mauvaise utilisation des ressources disponibles?

Depuis quelques années, l'analyse financière de l'utilisation de la biomasse forestière annuellement disponible à des fins énergétiques a fait l'objet de nombreuses études, tout particulièrement dans le cadre du programme ENFOR. En règle générale, ces études ont démontré que la **production** de biomasse énergétique était peu rentable pour l'entreprise privée. Seul un prix du pétrole bien supérieur à ce qu'il est actuellement permettrait d'assurer une rentabilité raisonnable à cette source d'énergie potentielle.

Par ailleurs, la situation serait-elle la même si la production de biomasse était **intégrée** à celle des produits forestiers traditionnels? Une telle intégration pourrait peut-être susciter des effets de synergie suffisants pour rentabiliser l'utilisation d'une biomasse disponible mais abandonnée sur place, faute de marché.

Les effets possibles de l'exploitation intégrée de la biomasse récupérable mais inutilisée sont nombreux.

Ainsi, une telle exploitation pourrait permettre :

- La réduction des coûts de sylviculture grâce à la vente de la biomasse récupérée;
- L'élimination des arbres et des déchets qui nuisent à la remise en production des aires de coupe;
- Une meilleure mise en valeur économique des nombreux peuplements dégradés de la forêt habitée;
- L'utilisation plus poussée de la matière ligneuse disponible, entraînant un accroissement des valeurs ajoutées nettes;
- La diminution des risques d'incendies de forêt; et,
- *COMME EFFET GLOBAL, une offre de bois accrue pour les produits traditionnels et énergétiques, avec tous les avantages socio-économiques inhérents.*

Ces avantages valent la peine d'être examinés de près, car une partie importante de la biomasse inutilisée se trouve dans les forêts mélangées et feuillues du Québec méridional, près des consommateurs d'énergie et des bois de commerce. Comme les régions rurales du Québec sont aux prises avec un taux de chômage élevé touchant entre autres les travailleurs forestiers d'une part, et que, d'autre part, l'offre de matière ligneuse est généralement inférieure à la demande, tout effort pour accroître l'activité forestière au point de vue des emplois et des volumes de production de bois industriels ne peut que profiter aux entreprises et à la société en général.

Objectifs et limites de l'étude

La présente étude a en premier lieu pour but de proposer une méthode et des outils informatisés permettant d'analyser de façon cohérente et systématique l'attrait financier d'une production de biomasse intégrée à celle des produits forestiers traditionnels. Comme l'étude s'intègre logiquement dans le processus de confection d'un plan général d'aménagement forestier, les méthodes et les outils proposés peuvent donc être utilisés intégralement pour la confection d'un plan de ce genre.

L'étude porte seulement sur l'analyse de l'**OFFRE** de divers produits forestiers et de biomasse énergétique. La valeur nette de la biomasse potentiellement disponible, soit la différence entre son prix de vente et son coût d'exploitation, est hypothétiquement variable, ce qui permet de générer une fonction d'offre de produits traditionnels et de biomasse récupérable, faisant état des quantités de biomasse récupérable offertes à différentes valeurs sur le marché.

Pour déterminer la valeur nette à retenir dans une unité d'aménagement donnée, deux éléments sont essentiels. D'abord, il faut analyser des projets concrets où la biomasse est utilisée afin d'estimer la valeur brute de cette matière première à l'entrée de l'usine. Puis, il faut analyser des systèmes de transports et de récupération en fonction des paramètres des strates et des traitements sylvicoles à appliquer sur ces strates, et ce en vue d'estimer les *coûts additionnels nets* de production de biomasse récupérable.

Ces deux volets importants ne font cependant pas partie du présent travail, mais pourraient et devraient être analysés avec soin si un projet précis de biomasse énergétique faisait l'objet d'une étude de faisabilité.

L'approche générale suggérée est ensuite appliquée aux peuplements mixtes et feuillus de l'aire commune 1202 de la forêt publique québécoise du Bas-Saint-Laurent. Il faut surtout voir dans

cette application une illustration concrète de la démarche à suivre et ne pas attacher trop d'importance aux résultats obtenus, car ils demeurent approximatifs.

Pourquoi avoir retenu une aire commune de l'Unité de gestion 12 comme exemple d'application de la méthode suggérée? Les aires communes de cette unité du Bas-Saint-Laurent sont contiguës à la forêt Price dans une région située près des usines consommatrices de bois et d'énergie, peuplée d'ouvriers forestiers hautement qualifiés et dotée d'une excellente infrastructure routière. On y trouve réunies les meilleures conditions pour l'implantation d'un projet de production intégrée de bois traditionnels et de biomasse énergétique. L'intérêt et l'expérience en matière de mise en valeur des ressources forestières régionales offrent des conditions particulièrement favorables au transfert de technologie que représente un projet de ce genre.

Il importe de souligner que si les résultats du présent travail débouchaient sur l'étude de faisabilité d'un projet concret de biomasse énergétique, le territoire d'approvisionnement du projet en question devrait certainement être agrandi et devrait fort probablement inclure la forêt privée de la région.

D'un point de vue forestier, la forêt publique du Bas-Saint-Laurent présente les caractéristiques idéales pour la mise en oeuvre d'un projet de biomasse énergétique, puisqu'elle est formée d'une mosaïque de peuplements fort diversifiés au point de vue de l'âge, de la composition arborescente et de la qualité des sites. Les strates forestières qu'on trouve dans l'aire commune 1202 sont assez représentatives de celles qui forment l'ensemble de la forêt de cette région.

D'un point de vue industriel, la précarité de l'équilibre entre l'offre et la demande régionale de bois rend favorable tout apport à l'accroissement de l'offre de produits traditionnels par une saine utilisation de la biomasse forestière à des fins énergétiques. Un apport du genre aurait des effets socio-économiques hautement bénéfiques dans une région durement éprouvée en raison du taux de chômage élevé de ses ouvriers forestiers.

Complexité du sujet et organisation du rapport

Mener à bien ce projet comporte de nombreuses difficultés. En effet, on ne peut évaluer l'offre de biomasse forestière et ses effets de synergie sur l'offre de produits traditionnels sans étudier avec soin les questions relatives aux nombreux domaines de l'aménagement forestier et de l'analyse économique et financière. Le projet sort des sentiers battus; en effet, comme on l'a vu précédemment, l'analyse économique ne fait généralement pas partie des préoccupations de l'aménagiste forestier et la récupération de la biomasse ne retient guère son intérêt.

Il a donc fallu innover et concevoir une méthodologie d'aménagement qui dépasse largement les façons de faire actuelles et les critères de décision retenus en ce domaine et qui souvent les remet en question.

L'ampleur et la complexité du sujet posent un problème d'organisation dans le présent rapport. Une description détaillée de tous les éléments techniques qu'il contient reviendrait à rédiger un manuel d'économie et d'aménagement forestier. Ce n'est pas le but recherché. Par ailleurs, une trop grande concision risquerait de ne pas bien faire comprendre la méthodologie proposée et ne mettrait pas en lumière tous les efforts déployés pour mener à bien ce projet.

Nous avons donc opté pour le compromis suivant : le rapport vise à décrire le plus fidèlement et le plus simplement possible la démarche suivie et suggérée pour la conception d'un plan d'aménagement forestier et la mise en oeuvre de projets précis d'utilisation de biomasse énergétique intégrée à la production de produits traditionnels. L'objectif est de présenter les résultats propres à l'aire commune 1202. Les logiciels utilisés pour effectuer ce travail comprennent tous les éléments techniques sur lesquels s'appuie sa réalisation. Le lecteur qui désirerait en connaître davantage sur le sujet est invité à communiquer avec les auteurs.

Ainsi, le présent texte est exempté d'un ensemble de descriptions techniques qui risqueraient de masquer l'essentiel de l'étude.

MÉTHODOLOGIE

De façon générale, l'étude a été abordée selon la démarche du logiciel modulaire d'aménagement forestier **ÉCO-4**. Ce système, dont la mise au point s'est échelonnée sur six ans et qui est maintenant utilisé comme outil d'aménagement par quelques entreprises forestières, se prête particulièrement bien à un projet de ce genre.

En résumé, l'étude de la biomasse récupérable et de ses effets possibles sur l'offre de produits traditionnels constitue une démarche propre à la préparation d'un plan d'aménagement forestier considéré dans son sens le plus complet et dans toutes ses dimensions. Par souci de compréhension, il importe de fournir au lecteur quelques explications de base concernant l'approche générale retenue dans le système ÉCO-4.

Modules du système ÉCO-4

ÉCO-4 est un système d'aménagement forestier permettant à l'utilisateur de tenir compte des quatre dimensions fondamentales de l'aménagement - la foresterie, l'économie, l'espace et le temps - et de rendre optimales ses décisions en foresterie appliquée, plus particulièrement lors de la conception de son plan d'aménagement.

Comme le montre la figure 1, ÉCO-4 version PC comprend deux modules autonomes (quatre modules dans la version MacInstosh) qui correspondent aux deux niveaux d'étude présentés précédemment et deux répertoires de fichiers alimentant les modules en données diverses.

a) Module 1

La première grande étape de la conception d'un plan d'aménagement consiste à analyser en profondeur les strates de l'unité d'aménagement à l'étude afin de générer des *données de production* de biens forestiers et *de rendre optimales les variables de décision* propres aux stratégies d'aménagement retenues à des fins d'évaluation. Comme, à cette étape-ci, les strates ne sont pas encore situées dans l'espace, la distance de transport jusqu'aux usines consommatrices de matière ligneuse variera entre les distances minimales et maximales de l'unité. On pourra, de ce fait, observer l'effet de la distance sur la valeur des variables de décision de chacune des stratégies évaluées et en tenir compte par la suite lors du choix des stratégies à retenir pour les différentes cellules territoriales.

Le module 1 est un simulateur de stratégies d'aménagement, un outil qui permet de rendre optimales les variables de décision propres à ces stratégies et un générateur de rendement de produits divers, dont la biomasse récupérable. Il comprend essentiellement deux parties : une partie forestière et une partie financière. Il est alimenté par les tables de peuplement des strates forestières de l'unité d'aménagement à l'étude.

Dans le cadre du présent projet, il a fallu reprendre entièrement le module 1 qui reposait auparavant sur l'accroissement de la surface terrière totale de la strate et qui ne pouvait ainsi accepter les équations de prédiction de biomasse forestière, car elles requièrent l'utilisation de la table de peuplement de la strate.

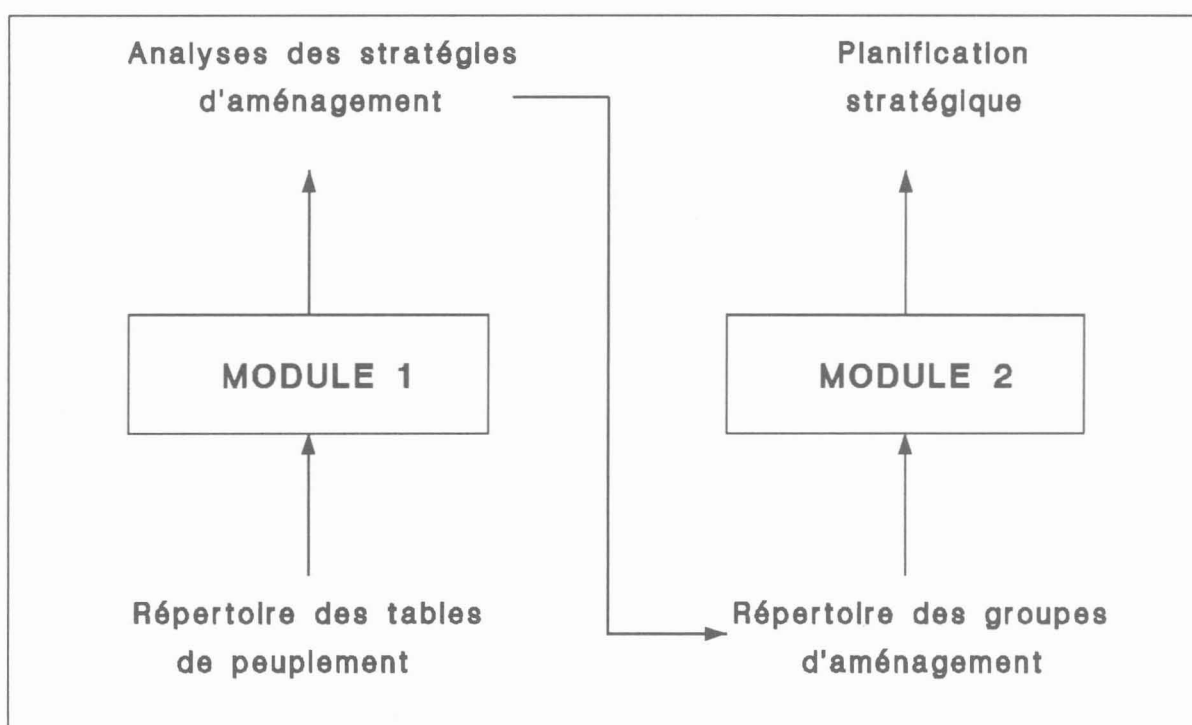


Figure 1. Représentation simplifiée du système d'aménagement forestier ÉCO-4.

Le nouveau module 1 répond à cette exigence et fait croître cette table, compte tenu des scénarios simulés, à partir des accroissements en diamètre (cm/an) de chaque essence. Les données de croissance proviennent des résultats d'analyse des places-échantillons permanentes du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) (J. Fortin, «La croissance forestière au Québec», 1983). L'effet des traitements, tels que les éclaircies commerciales, est pris en considération par

l'application d'un multiplicateur de croissance en diamètre. Cet effet multiplicateur est généralement estimé à 1,5, valeur acceptée par le MRN.

La meilleure façon de comprendre la structure, le fonctionnement et les résultats que contient le module 1 consiste à le visualiser sur un écran d'ordinateur, ce que l'on suggère au lecteur intéressé.

b) Module 2

La deuxième grande étape de conception du plan d'aménagement se trouve au module 2. Cette étape consiste d'abord à construire la banque des cellules territoriales et, à cette fin, il faut 1) saisir l'information pertinente propre à chacune des strates et des parcelles d'aménagement et 2) saisir les stratégies d'aménagement que l'on désire simuler et les données de rendement s'y rapportant, précédemment générées à l'aide du module 1.

Par la suite, il faut 1) estimer, pour l'horizon de planification retenu (par exemple : 120 ans), les valeurs actualisées nettes (VAN) qui correspondent aux divers plans simulés; 2) choisir, à partir de la VAN maximale, le plan qui semble le meilleur compte tenu des contraintes présentes, en particulier le budget sylvicole; 3) effectuer, sur la base du plan retenu, les calculs de possibilité et de biomasse récupérable et 4) préparer le programme d'action pour les 25 prochaines années.

Comme dans le cas du module 1, la meilleure façon de comprendre la structure et le fonctionnement du module 2 consiste à le visualiser sur ordinateur.

Étapes de l'analyse de la production de biomasse intégrée aux produits traditionnels

Voyons maintenant brièvement les étapes à suivre pour analyser l'intérêt que présente la production intégrée de biomasse et de produits forestiers traditionnels dans un territoire donné. L'ensemble de ces étapes est présenté de façon simplifiée à la figure 2.

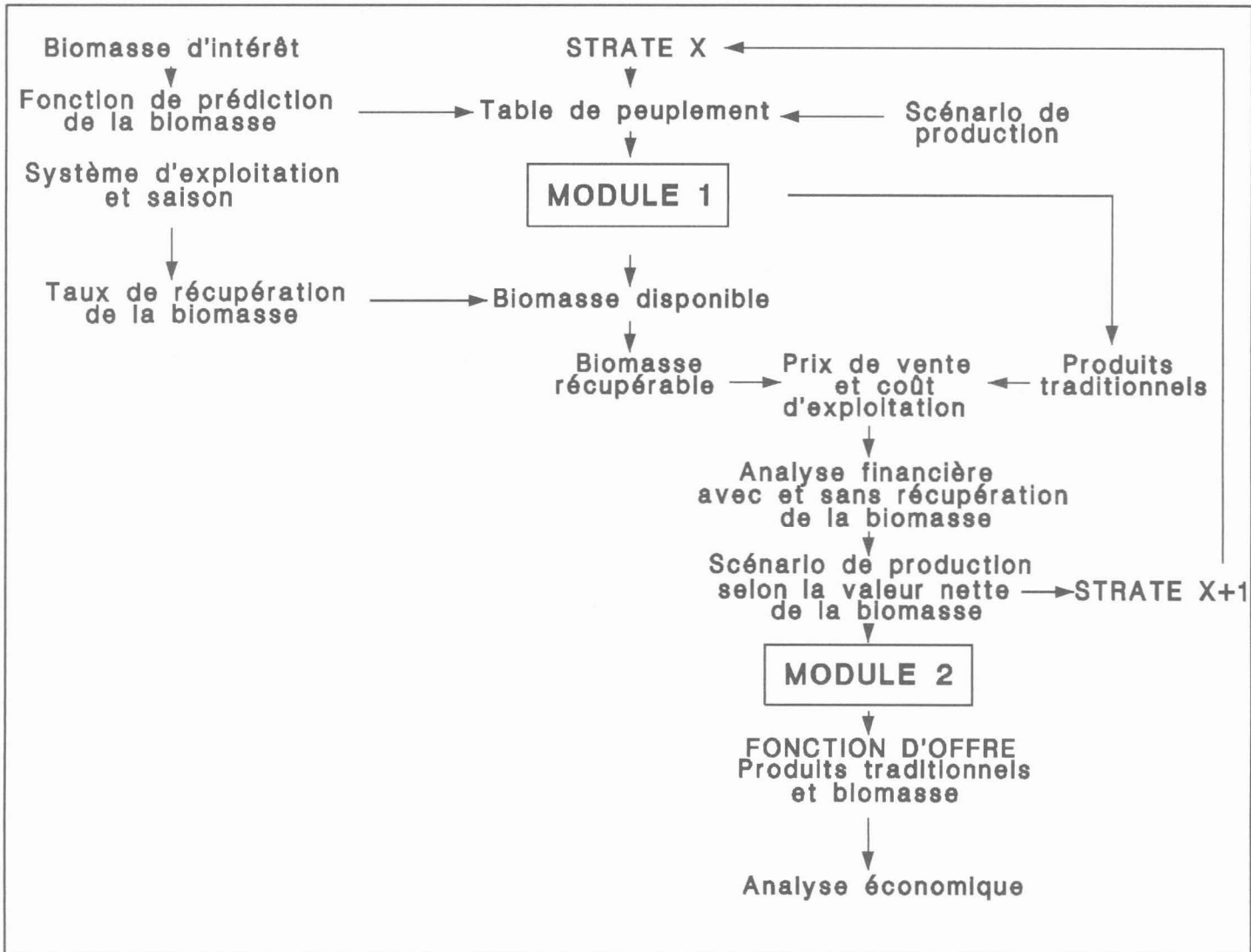


Figure 2. Étapes de l'analyse de la production de biomasse intégrée à celle des produits forestiers traditionnels.

a) Données à saisir dans le module 1 et optimisations possibles dans ce module

L'analyse commence toujours par le traitement des données relatives aux strates du territoire dans le module 1.

Pour chacune de ces strates, il faut saisir, dans la *partie forestière du module 1*, la table de peuplement de la strate, les tarifs de cubage généraux et les fonctions hauteur-diamètre de l'unité de sondage concernée, les accroissements en diamètre de chacune des essences de la strate, les grilles de répartition du volume exploité de produits de déroulage, de sciage et de bois à pâte, les stratégies d'aménagement à considérer pour analyse (tableaux 1 et 2), les effets multiplicateurs des traitements sylvicoles envisagés, les taux d'utilisation de la partie marchande des arbres qui seront ou pourraient être récoltés, les taux de carie et de mortalité des tiges. Cet ensemble se rapporte à l'évaluation des rendements en produits traditionnels selon différents scénarios de production.

Toutefois, si l'on veut évaluer la biomasse récupérable, il faut y ajouter l'information qui s'y rapporte, soit la biomasse d'intérêt (cime, partie marchande de la tige, souche, écorce, etc.) et les fonctions de prédiction de la biomasse propres à ces divers composants. On obtiendra ainsi, à l'aide du module 1, une estimation de la *biomasse d'intérêt disponible* sur le parterre des coupes et en bordure de route, selon différentes stratégies d'aménagement.

Ce qu'on cherche à évaluer cependant, ce n'est pas la biomasse disponible mais bien la *biomasse récupérable* en pratique. À cette fin, il faut introduire dans le module 1 des taux de récupération appropriés, qui varieront en fonction de la saison d'exploitation (été, hiver) et du système d'exploitation utilisé (arbres entiers, arbres en longueur, etc.).

La partie forestière étant maintenant complétée, on passe à la *partie financière du module 1*. Pour ce faire, il faut saisir, au moyen d'un système d'exploitation, des fonctions de coût du bois qui lient ce coût aux principaux paramètres des strates, soit les quantités récoltées à l'hectare, le diamètre des arbres récoltés, les difficultés de terrain, la densité du réseau routier et le coût de construction des routes ainsi que la dispersion des peuplements mûrs. On introduit aussi les moyens de transport utilisés et les distances à parcourir, les droits de coupe, les coûts et les crédits sylvicoles ainsi que les prix de vente des différents produits à l'entrée de l'usine (prix dérivés).

Après avoir fourni ces données forestières et financières diverses au module 1, celui-ci peut projeter dans le temps les rendements forestiers et financiers escomptés pour chacune des stratégies d'aménagement simulées.

Tableau 1. Stratégie d'aménagement pour les strates feuillues

BOP	ÉC = <u>Éclaircie commerciale</u> (Surface terrière > 18 m ² /ha) <ol style="list-style-type: none">1- On récolte 35 % du volume entre l'âge de 40 à 70 ans.2- Environ 20 à 30 ans plus tard, on récolte le reste en coupe de régénération.3- La strate de retour sera la même.
	CPR = <u>Coupe de régénération</u> (Surface terrière < 18 m ² /ha) <ol style="list-style-type: none">1- Coupe totale vers l'âge de 85 ans, avec protection de la régénération.2- Aucun délai pour le retour.3- La stratégie de la strate de retour sera la même que celle propre à l'éclaircie commerciale ci-dessus.
<hr/>	
BOJ-ER et ER	CPF = <u>Coupe progressive de feuillues</u> (Surface terrière < 18 m ² /ha) <ol style="list-style-type: none">1- Il s'agit de peuplements de densité «C» et «D».2- Ces peuplements sont coupés à leur maturité.3- La première année, on coupe environ 45 % du volume en laissant les meilleurs sujets pour la semence.4- L'âge de révolution est de 100 ans.5- La stratégie de la strate de retour sera la même que celle propre à l'éclaircie commerciale ci-dessus.
	CEA = <u>Coupe d'extraction et d'amélioration</u> (Surface terrière entre 18 et 21 m ² /ha) <ol style="list-style-type: none">1- Il s'agit de récolter les tiges au-delà du diamètre limite. Ces diamètres sont les suivants (cm) : BOJ : 26, ERS : 26, ERR : 20 BOP : 20, EPB-EPN-EPR : 20, autres : 10.2- La qualité des tiges devrait demeurer la même avant et après coupe.3- Le pourcentage de récolte se situe entre 20 et 30 % du volume.4- Le retour se fait tous les 30 ans.
	CJ = <u>Coupe de jardinage</u> (Surface terrière > 21 m ² /ha) <ol style="list-style-type: none">1- La récolte des tiges a aussi lieu dans toutes classes de diamètres.2- Le pourcentage de récolte se situe entre 25 et 35 % du volume.3- Le retour s'effectue tous les 20 ans.

***Note :** Pour la coupe progressive, le scalpage pour la régénération sera effectué sur 20 à 30 % de la superficie, pour les strates qui seront mal régénérées.

BOP : bouleau blanc
BOJ : bouleau jaune
ER : érable
ERS : érable à sucre

ERR : érable rouge
EPB : épinette blanche
EPN : épinette noire
EPR : épinette rouge

Tableau 2. Analyse des stratégies

Compt.	N° de strate	Nom	Traitement	Âge début	Âge mis à jour	Âge fin	Ans avant mat.	Valeur, \$/ tma
	246	BBSF C4 50	CPF	50	50	55	-5	5

		SEPM	BOER	PE	THO	AUTRE	TOTAL	Prioritaire BOERS
%	PRODUIT	VOLUME - m ³ /ha						0,2
	Déroutage	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	
0,5	Sciage	15,9	2,9	0,2	0,0	0,0	19,0	2,9
43,2	Pâte	8,1	15,2	1,5	0,0	0,0	24,8	
56,3	Non utilisé	0,7	1,3	0,0	0,0	0,0	2,1	
	Carie	2,0	0,8	0,1	0,0	0,0	2,9	
	m ³ nets, CT	24,0	18,3	1,8	0,0	0,0	44,0	
	m ³ nets, ÉC	16,6	12,4	0,6	0,0	0,0	29,6	
BIOMASSE EXCÉDENTAIRE - tma /ha								
	tma/m ³	0,10	0,22	0,12	0,10	0,22	0,17	
	CT, tma/ha	2,4	4,0	0,2	0,0	0,0	6,6	
	ÉC, tma/ha	2	3	0	0	0	4,5	
		\$/ha	\$/ha act.					
	Valeur ÉC	22	22					Tiges/ha avant mise à jour
	Valeur coupe fin.	2 112	1 736					687
	Coût ÉC	0	0					Tiges/ha début simul.
	Coût coupe fin.	1 916	1 575					687
	Marge profit ÉC	1 398	1 398					Tiges/ha fin simul.
	Marge de profit CT	2 079	1 709					369
	Marge totale	218	184					ÉC, % tiges aam priori.
		Prix, \$/m ³		ÉC				45,0
	Déroutage	55	% rés.	45				0,090
	Sciage	50	% feuil.	45				Mortalité, %/an
	Pâte	45	Coût, \$/ha					0,5
			Effet	1,50				Distance, km
								120
								Taux int., %
								4,0
								PROJECTION
								5

Note : SEPM : sapin, épinette, pin gris, mélèze
 PE : peuplier
 THO : thuya occidental
 Autres abréviations : voir tableau 1.

Deux variables de décision importantes sont alors optimisées pour une stratégie donnée : 1) la *maturité financière* des diverses stratégies et 2) les *produits forestiers à retenir*. L'optimisation est donc effectuée en fonction du critère de la valeur actualisée nette maximale (VAN max). La VAN, calculée à divers âges de la strate concernée et pour divers produits, dont la biomasse récupérable, correspond à la valeur actualisée nette du peuplement actuel et à la valeur du fonds de cette strate.

Les rendements en produits retenus, qui seront introduits par la suite dans le module 2, correspondront aux rendements propres à l'âge de maturité financière des stratégies que l'on désirera simuler.

b) Analyse financière avec et sans récupération de la biomasse

L'analyse financière portant sur l'utilisation de la biomasse se déroule dans le module 1, comme pour les autres produits. Une telle analyse fait l'objet du chapitre «Analyse financière de la récupération de biomasse» et sera donc examinée plus loin en détail.

c) Optimisations dans le module 2 et calcul des possibilités économiques des divers produits

Les simulations effectuées dans le module 1 permettent d'introduire dans le module 2 les stratégies d'aménagement les plus appropriées aux différentes cellules du territoire, compte tenu des contraintes opérationnelles et des objectifs de production définis par le parcellaire d'aménagement. Les données de production par produit, dont la biomasse récupérable, qui découlent des simulations du module 1, sont alors saisies dans le module 2.

Parmi les contraintes qui se présentent, on trouve le budget sylvicole. Les stratégies d'aménagement intensif (celles qui contiennent des traitements sylvicoles) sont alors introduites dans les cellules territoriales selon un ordre d'intérêt décroissant (déterminé généralement par le ratio bénéfices-coûts de la meilleure stratégie avec traitements) jusqu'à concurrence du budget sylvicole disponible, après quoi les cellules seront aménagées de façon extensive (sans traitement) selon la stratégie jugée la plus attrayante.

Les cellules dont aucune des stratégies simulées ne contient une VAN positive sont dites non économiques et seront rejetées du territoire de production. Par définition, la *possibilité économique* d'une unité d'aménagement correspond au volume exploitable annuellement sur rendement soutenu à partir de cellules territoriales dont chacune assure à son exploitant une valeur actualisée nette positive des produits récoltés. Soulignons que la *possibilité biophysique*, telle que généralement

calculée, ne tient pas compte de cette contrainte économique et exagère, de ce fait, la possibilité réelle des territoires sous aménagement surtout dans les unités nordiques.

d) Détermination de la fonction d'offre de biomasse et autres produits forestiers

La fonction d'offre recherchée vise à estimer les quantités de produits traditionnels et de biomasse récupérable pouvant être exploitées annuellement à diverses valeurs annuelles nettes de cette biomasse.

La détermination de la fonction d'offre fait l'objet du chapitre «Offre de biomasse et autres produits forestiers pour l'aire commune 1202» et sera vue en détail au cours de ce chapitre.

e) Analyse économique de la récupération de la biomasse

Le présent projet ne porte que sur l'analyse dite financière de récupération de la biomasse, c'est-à-dire que seuls les *profits des entreprises sont considérés*. Cependant, une telle récolte a des effets sur l'économie nationale qui dépassent largement ces profits, ceux-ci n'atteignant que 10 à 20 % de la contribution économique totale qui en découle.

L'aménagement forestier est avant tout un domaine qui concerne le grand public car, au Québec, il porte sur des ressources dont la majeure partie est propriété publique. Laisser les décisions d'aménagement entièrement au soin de l'entreprise privée, en fonction de son objectif particulier et restreint de profit maximal, est difficilement acceptable pour la collectivité.

Afin de bien évaluer la façon d'aménager un territoire forestier public, il importe de tenir compte, à notre avis, des différences *de valeurs ajoutées* suscitées par diverses intensités d'aménagement, les profits de l'entreprise ne représentant, rappelons-le, qu'une faible partie de la valeur ajoutée à l'économie. La récupération de la biomasse, qui fait partie intégrante des stratégies d'aménagement forestier, n'échappe donc pas à cette nécessité de décider en fonction d'objectifs et de critères qui correspondent aux meilleurs intérêts de la société dans son ensemble. On recommande donc que la présente étude fasse un jour l'objet d'une véritable analyse économique.

ESTIMATION DE LA BIOMASSE RÉCUPÉRABLE

Biomasse forestière disponible et récupérable au Québec

On entend par biomasse disponible, cette partie de la biomasse totale laissée sous diverses formes, sur le parterre de coupe et en bordure de route, après les coupes partielles ou totales des bois de commerce.

Cette biomasse se présente sous plusieurs formes : la cime des arbres, les parties marchandes non utilisées, les tiges non marchandes, les souches et les racines. Elle contient ou peut contenir du bois, de l'écorce, des feuilles et des fruits.

Plusieurs études ont porté sur la détermination de la biomasse disponible. Notons entre autres l'excellent travail du Service canadien des forêts, qui possède des données complètes et bien documentées sur le sujet. Les équations de prédiction de la biomasse des principales essences commerciales du Québec de Denis Ouellet¹, du Service canadien des forêts, constituent un outil de première valeur pour l'estimation de la biomasse disponible dans un peuplement forestier donné. Ces équations sont utilisées dans la présente étude et ont été incorporées au module 1 du système ÉCO-4.

On estime qu'environ huit millions de tonnes de biomasse forestière sont disponibles annuellement au Québec à la suite de l'exploitation des bois de commerce. Mais qu'en est-il de la biomasse récupérable en pratique, soit cette biomasse récupérable à un coût abordable et financièrement accessible aux grands consommateurs d'énergie?

Répondre à cette question n'est pas chose facile, car il existe peu de cas concrets d'utilisation de la biomasse forestière au Québec. D'ailleurs, la question soulève bien peu d'intérêt à l'heure actuelle, compte tenu des difficultés de concurrencer le pétrole en raison de son prix peu élevé.

Le prix du pétrole peut toutefois connaître une hausse subite. Il s'avère donc intéressant de fixer des ordres de grandeur sur la biomasse récupérable à moyen terme, en posant certaines hypothèses qui, d'après l'expérience acquise, semblent réalistes.

¹ Ouellet, D. 1983. Équations de prédiction de la biomasse de douze essences commerciales du Québec. Projet ENFOR P-236. Environ. Can., Serv. can. for., Centre rech. for. des Laurentides. Rapp. inf. LAU-X-62.

On peut d'abord considérer comme irrécupérable à moyen terme, la majeure partie de la biomasse des essences résineuses, principalement en raison de la grande distance qui sépare les coupes de bois résineux des centres potentiels de consommation d'énergie.

La biomasse des bois résineux nordiques représente environ trois millions de tonnes par année.

La biomasse des forêts mélangées et feuillues du Québec méridional se chiffre à environ cinq millions de tonnes par année et elle n'est pas toute récupérable. Seules la cime et la partie marchande non utilisées des tiges marchandes sont considérées récupérables en pratique. D'autre part, selon le système d'exploitation utilisé et la saison d'exploitation, le taux de récupération variera de 45 à 75 %.

D'après les meilleures données à notre disposition, le taux net de récupération de la biomasse disponible se situe à environ 65 % du total, ce qui laisse, pour la forêt du Québec méridional, quelque trois millions de tonnes, soit 38 % de la biomasse totale générée annuellement.

Il ne s'agit que d'un ordre de grandeur, mais la quantité de biomasse récupérable, même réduite de 62 %, est relativement importante et mérite qu'on s'y attarde, d'autant plus que sa récupération pourrait avoir un effet bénéfique et non négligeable sur la possibilité économique des produits traditionnels.

Estimation de la biomasse récupérable dans une strate donnée

Comment peut-on estimer la biomasse récupérable dans une strate donnée?

On détermine d'abord, à partir de la table de peuplement de la strate en question et à l'aide des équations de prédiction de Denis Ouellet, le poids anhydre, en kilogramme par tige, de la cime et de la partie marchande (PMT) des essences formant le peuplement. Rappelons que seules la cime et la partie marchande des arbres marchands sont ici considérées récupérables.

Afin d'obtenir une estimation de la partie marchande de la tige laissée sur place, il faut appliquer par essence, des taux de carie et de non-utilisation appropriés. Ainsi, une essence résineuse aura un taux de carie et de non-utilisation de 7 %, une essence feuillue de 11 %, une essence non utilisée de 100 %. On peut retenir à cet égard les taux suggérés par le MRN dans son manuel d'aménagement. On pourra préférentiellement retenir les taux réels de carie et de non-utilisation observés dans les industries du territoire faisant l'objet du plan d'aménagement. Dans certains cas, pour les essences comme le bouleau jaune, les taux de non-utilisation pourront s'élever à 20 % et même jusqu'à 30 %.

La somme du poids de la cime et de la partie marchande non utilisée de la tige permet de prédire la biomasse disponible par essence et par tige. En multipliant ces poids unitaires par le nombre de tiges à l'hectare de chaque essence, on obtiendra une estimation de la biomasse disponible à l'hectare, qu'on exprimera normalement en tonnes métriques anhydres (TMA) par hectare. On pourra également, si désiré, en déduire un rendement de biomasse par m³ récolté (TMA/m³) en divisant simplement les tonnes métriques de biomasse récupérable à l'hectare par le volume exploité que montre la table de stock.

Afin d'évaluer la biomasse récupérable, il faut maintenant appliquer à la biomasse disponible un taux de récupération réaliste. Ce taux variera selon le système d'exploitation utilisé et la saison d'exploitation. Ainsi, une étude de Zundel¹ montre, pour les résineux, un taux de récupération de 77 % s'il s'agit d'une exploitation d'été effectuée à l'aide du système d'arbres en longueur, et qu'il est de 43 % s'il s'agit d'une exploitation d'hiver conduite à l'aide du système d'arbres entiers.

La biomasse récupérable peut être acheminée en bordure de la route selon deux grandes méthodes d'exploitation : soit que la biomasse laissée sur place est transportée près du chemin de camionnage après l'exploitation des bois de commerce, soit que la biomasse est abattue et débardée en même temps que les produits traditionnels.

Les études antérieures semblent démontrer que la deuxième méthode est beaucoup plus efficace que la première au point de vue des coûts. Elle exige toutefois l'utilisation de gros débardeurs ou de gros porteurs, car les poids à transporter sont considérables. S'il s'agit de portage plutôt que de débardage, il pourra s'avérer nécessaire de sectionner en deux les arbres les plus gros afin qu'ils trouvent place sur le porteur.

Pour estimer la biomasse récupérable, on peut supposer au Québec qu'il s'agit d'une exploitation d'été, les coupes se terminant généralement en décembre. En hiver, les arbres gelés cassent plus facilement lors de leur débardage, ce qui réduit le taux de récupération.

La méthode de l'exploitation simultanée des bois de commerce et de la biomasse suppose l'utilisation du système d'arbres entiers, auquel correspond, d'après Zundel, un taux de récupération plus faible. Les pertes de biomasse se produisent surtout lors du débardage des tiges : de petits arbres sont perdus en cours de route, d'autres cassent et des branches sont arrachées en raison du frottement au sol. Le portage des tiges au lieu du traînage semble préférable dans une exploitation de biomasse,

¹ Zundel, P. 1986. The economics of integrated full-tree harvesting and central processing in jack pine. Special Report No. SR-37. ENFOR Project P-322. For. Eng. Res. Inst. Can.

d'autant plus qu'il empêche l'accumulation de terre sur les branches (la terre endommage les couteaux de la déchiqueteuse devant réduire la biomasse en copeaux).

Ces quelques observations générales ne constituent en aucune façon une analyse du système d'exploitation pouvant être retenu pour la récupération efficace de la biomasse, elles visent simplement à mettre en évidence le fait que le taux de récupération est tributaire de nombreuses variables. En effet, ce n'est que lors de l'étude d'un projet concret qu'il pourra être établi avec une certaine fiabilité.

Dans ce travail, on a retenu un taux de récupération de 65 %; à titre d'exemple, ce taux semble convenir aux hypothèses d'une exploitation d'été avec portage partiel des tiges récoltées.

On présente aux tableaux 3a et 3b un exemple d'estimation de la biomasse disponible et récupérable dans une strate donnée.

Tableau 3a. Calcul de la biomasse récupérable dans un peuplement donné

1	2	3	4	5	6	7	8
Essence	TMA/m ³ cime	Volume m ³ ha PMT	(2 x 3) TMA/ha cime	Densité du bois	Taux de NU** PMT ****	(3 x 5 x 6) TMA/ha PMT***	(4+7) TMA/ha totale
SAB	0,17	14,2	2,4	0,34	0,10	0,5	2,9
EPN	0,07	1,2	0,1	0,42	0,10	0,1	0,1
EPR	0,15	0,9	0,1	0,40	0,10	0,0	0,2
EPB	0,16	3,9	0,6	0,38	0,10	0,1	0,8
PIG	0,07	0,5	0,0	0,40	0,10	9,9	0,1
MEL	0,23		0,0	0,45	0,00	0,0	0,0
PIB	0,17	2,6	0,4	0,32	0,10	0,1	0,5
PIR	0,17	1,4	0,2	0,35	0,00	0,0	0,2
THO	0,15		0,0	0,40	0,00	0,0	0,0
PET	0,16	19,7	3,2	0,45	0,10	0,9	4,0
PEB	0,17	3,4	0,6	0,45	1,00	1,5	2,1
BOP	0,29	31,9	9,3	0,50	0,20	3,2	12,4
BOJ	0,54	15,3	8,3	0,52	0,25	2,0	10,3
ERS	0,41	12,4	5,1	0,55	0,15	1,0	6,1
ERR	0,45	11,9	5,4	0,50	0,15	0,9	6,2
Autres feuillus	0,40	0,7	0,3	0,50	1,00	0,4	0,6
	0,30	120,0	35,9			10,7	
							46,6
							0,65
							30,3

* Les densités sont approximatives

** NU = taux de non-utilisation

*** PMT = partie marchande de la tige

Note : PIG : pin gris
 PET : peuplier faux-tremble
 PEB : peuplier baumier
 MEL : mélèze laricin
 Autres abréviations : voir les tableaux précédents.

Tableau 3b. Calcul de la marge de profit du producteur de biomasse

1		Coût du bois bord de route sans biomasse	\$/m ³	25,00
2		Coût du bois bord de route avec biomasse	\$/m ³	28,00
3	2 - 1	Coût additionnel du bois	\$/m ³	3,00
4	3 x total col. 3 (tableau 3a)	Coût additionnel du bois	\$/ha	360
5		Préparation terrain sans biomasse	\$/ha	400
6		Préparation terrain avec biomasse	\$/ha	100
7	6 - 5	Coût additionnel, préparation terrain	\$/ha	-300
8	4 + 7	Coût additionnel, bois + préparation	\$/ha	60
9	8 / biomasse récupérable (30,3 TMA/ha)	Coût additionnel, bois + préparation	\$/TMA	1,98
10		Mise en copeaux de la biomasse	\$/TMA	4,00
11		Transport de la biomasse, \$ /TMA	\$/TMA	12,00
12	9 + 10 + 11	Coût total, biomasse	\$/TMA	17,98
13		Prix de vente au consommateur d'énergie	\$/TMA	23,00
14	13 - 12	Profit du producteur de biomasse	\$/TMA	5,02

L'estimation de la biomasse récupérable peut grandement être simplifiée au moyen de l'estimation du poids de biomasse par m³ récolté (TMA/m³) de peuplement (résineux, mélangé à tendance résineuse, mélangé à tendance feuillue, feuillus ou par produits [SEPM, bouleaux-érable, peuplier, thuya]). De telles valeurs, obtenues par simulation dans le module 1 à partir des équations de Ouellet et des tables de stocks des strates étudiées, simplifient les estimations de quantité de biomasse lors du calcul de la possibilité et leur utilisation est à conseiller. Compte tenu des marges d'erreur possibles dans l'estimation des taux de non-utilisation et de récupération, de telles valeurs nous semblent suffisamment précises pour les fins de la présente étude.

ESTIMATION DU COÛT DE LA BIOMASSE

L'estimation du coût d'exploitation de la biomasse forestière est une tâche délicate qui ne peut être effectuée que lors d'une étude de faisabilité bien précise, tenant compte des systèmes d'exploitation déjà utilisés par les industriels qui participent au projet, des modifications devant être apportées à ces systèmes afin de les rendre plus efficaces, des peuplements exploités pour récupérer la biomasse, des conditions d'opération qui se présentent, des travaux sylvicoles pouvant être exécutés, des distances de transport, etc.

Dans une étude générale comme celle-ci, il s'avère impossible de fournir des données de coût très utiles.

Une observation générale s'impose toutefois : les recherches, le développement et l'analyse poussée de différents engins et de différentes méthodes d'exploitation de la biomasse ont surtout été effectués en Europe, principalement en France, en Suède et en Finlande. Si jamais une étude de faisabilité d'un projet de biomasse énergétique devait être menée au Québec, c'est vers l'Europe - la France en particulier en raison de ses forêts feuillues assez semblables aux nôtres - qu'il faudrait se tourner pour trouver l'expérience et les données sur les rendements et les coûts relatifs à la bonne conduite de l'étude.

Pour répondre à notre mandat, il importe toutefois de faire quelques observations générales en ce qui a trait à l'établissement du coût d'exploitation de la biomasse.

On a vu au chapitre précédent comment évaluer cette biomasse. On examinera ici quels sont les éléments et les coûts à considérer pour arriver à une juste estimation de son coût en bordure de route par tonne métrique anhydre.

On peut adopter des attitudes diverses quant au coût de récolte de la biomasse. Ainsi, on pourra considérer que la récupération de la biomasse est une opération nécessaire à la remise en production des aires exploitées et de protection contre les incendies de forêt et que seuls la manutention et le déchiquetage de la biomasse en bordure de route devront faire partie des coûts additionnels de production.

On peut également considérer que cette opération n'est pas nécessaire à la remise en production de l'assiette de coupe ou encore, si elle l'est, qu'elle peut être effectuée à coût moindre, grâce à d'autres méthodes comme la mise en andins des déchets de coupe à l'aide d'un boteur.

Dans l'une ou l'autre de ces hypothèses, il faut s'efforcer d'estimer le *coût additionnel net* de la récupération de la biomasse.

Le premier élément dont on doit tenir compte est le différentiel entre le coût d'exploitation avec récolte et celui sans récolte de biomasse. On peut déterminer ce différentiel en estimant, pour une méthode d'exploitation donnée - par exemple, la méthode par arbres entiers - le coût direct en bordure de route/récolte de biomasse. La différence entre ces deux coûts exprime le coût additionnel brut d'exploitation de la biomasse.

À titre d'exemple, passons en revue les éléments de coût relatifs à la méthode par **arbres entiers** et voyons lesquels pourraient être modifiés à la suite de la récupération de la biomasse.

a) Abattage

La récupération de la biomasse n'affecte pas ou affecte très peu le coût d'abattage des arbres normalement récoltés par l'industriel, mais il y aura une augmentation des coûts si des arbres non utilisés par l'industriel doivent être abattus pour fin de production de biomasse. Le coût additionnel d'abattage dépendra donc du volume des arbres non commerciaux. Si ce volume est de 30 m³ /ha et que le coût d'abattage est de 4 \$ m³ le coût additionnel à l'hectare de l'abattage sera de 120 \$.

b) Débardage

La récupération de la biomasse modifiera aussi le coût de débardage. Si le volume exploité est de 120 m³/ha sans récolte de biomasse et de 150 m³/ha avec biomasse et que le coût de débardage de la biomasse est de 8 \$ m³, le coût additionnel de débardage sera de 240 \$/ha.

c) Coût de préparation du terrain et coût additionnel net

Le fait de récupérer la biomasse peut entraîner une économie du temps suffisante pour préparer le terrain en vue du scarifiage et du reboisement. Si le gain réalisé est de 300 \$/ha, le coût additionnel net en bordure de route sera calculé ainsi :

	\$/ha
Abattage	120
Débardage	240
Préparation de terrain	-300
<u>Coût additionnel net</u>	<u>60</u>

d) Coût additionnel net par tonne anhydre

On obtient le coût additionnel net par tonne de fibre anhydre tout simplement en divisant le coût net à l'hectare par la quantité de bois récupérée. Si cette quantité est de 30,3 TMA/ha, le coût additionnel net à la tonne anhydre sera donc de 1,98 \$.

e) Coût de déchiquetage et de transport de la biomasse

Le coût de manutention et de déchiquetage de la biomasse en bordure de route, exprimé en \$/TMA, devra être ajouté au coût précédent afin de déterminer le coût additionnel total de la biomasse livrée par camion. Si ce coût est de 4 \$/TMA, le coût total par camion sera de 5,98 \$/TMA.

À ce coût, il faut ensuite ajouter le coût de transport de la biomasse. Si le coût total par camion est de 12 \$/TMA, le coût total de la biomasse livrée au consommateur d'énergie sera donc de 17,98 \$/TMA.

Enfin, si le prix de vente est de 23 \$/TMA, l'exploitant de biomasse réalisera un profit de 5,02 \$/TMA.

f) Coût différentiel en regard de la meilleure méthode d'exploitation offerte

Dans l'exemple précédent, on a déterminé le coût additionnel net de la biomasse en comparant le coût de production avec récupération de biomasse à celui de production sans récupération de biomasse pour une même méthode d'exploitation, par arbres entiers. Il peut arriver toutefois que, s'il n'y a pas de récupération de biomasse, l'on puisse avoir recours à une méthode plus efficace, à un coût inférieur.

Ce serait incidemment le cas avec la méthode des **troncs entiers**, qui consiste à ébrancher et à tronçonner les arbres sur le parterre de coupe plutôt qu'en bordure de route. Le coût additionnel devrait alors être estimé par la comparaison du coût de la meilleure méthode offerte sans récupération de biomasse à celui de la méthode utilisée en vue d'une récupération.

Rappelons que, pour être valable, l'analyse du coût de récupération de la biomasse devra d'abord reposer sur ce qu'on appelle le *concept du coût total* (total cost concept). Selon ce concept, tous les coûts directs et indirects liés à la décision à prendre - produire ou ne pas produire de biomasse - doivent être pris en considération lors de l'analyse financière. Ainsi, les coûts sylvicoles font partie de cette décision et ne doivent pas être ignorés, comme c'est souvent le cas.

L'analyse devra ensuite être basée sur les règles de l'art du génie industriel et de la recherche opérationnelle, règles trop souvent négligées au Canada comparativement aux pays européens. Une étude de coût superficielle, qui ne vise pas à simplifier les techniques de travail (étude des temps et mouvements), à assurer à son personnel une formation adéquate ni à rendre optimales les valeurs des variables de décision (la densité et la qualité du réseau routier), aura pour conséquences de *surestimer les coûts réels* d'exploitation et de rejeter ainsi des méthodes et de la machinerie d'exploitation qui auraient pu assurer à la récupération de la biomasse la rentabilité recherchée.

ANALYSE FINANCIÈRE DE LA RÉCUPÉRATION DE BIOMASSE

L'optimisation des décisions d'aménagement doit être effectuée à deux niveaux d'analyse : celui de la cellule territoriale et celui de l'unité d'aménagement.

Le premier niveau, traité au module 1 d'ÉCO-4, vise à déterminer le meilleur scénario d'aménagement de chacune des cellules du territoire forestier, sur la base du critère de décision retenu - la valeur actualisée nette maximum (VAN max) - et compte tenu de la possibilité d'intégrer la récupération de la biomasse disponible aux traitements sylvicoles envisagés.

Le deuxième niveau, traité au module 2 d'ÉCO-4, a pour rôle d'estimer l'offre de produits forestiers traditionnels et de biomasse grâce à la mise en oeuvre des scénarios choisis au premier niveau d'analyse.

Le présent chapitre porte sur ce premier niveau d'analyse, alors que le chapitre suivant aborde le deuxième niveau.

Méthode

Au départ, on peut affirmer que l'évaluation de divers scénarios d'aménagement pour chacune des cellules du territoire à aménager constitue l'étape de confection du PGAF la plus fondamentale et la plus complexe. Malheureusement, cette étape est négligée à l'heure actuelle. On attache beaucoup d'importance aux techniques de simulation de la possibilité, alors même que les données et les choix d'aménagement qui alimentent ces simulations demeurent, la plupart du temps, fort discutables.

En effet, comment peut-on faire de bons choix sans tenir compte de trois des quatre dimensions de l'aménagement (l'économie, l'espace, le temps), et sans tenir compte de la taille des bois et des divers produits (sciages feuillus et résineux, bois à pâte, biomasse, etc.)? Comment peut-on obtenir des données de rendement fiables à la suite de la mise en oeuvre de différentes stratégies sylvicoles si on ne dispose pas d'un modèle de croissance et de rendement fiable?

La méthode que nous avons retenue vise à combler ces lacunes. Afin de la décrire avec clarté, cinq cas différents ont été retenus; ils sont présentés aux tableaux 4a à 4e.

Tableau 4a. Évaluation financière d'une cellule - cas 1

STRATE 156	nom BBMF	âge 0	Fonctions économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a- \$/ha b- \$/m ³ c- \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1 (prioritaire) produit 2 (secondaire)	SEPM feuillus intolérants		coût du camionnage	a- \$/m ³ b- \$/m ³ /km \$/km	3,44 0,044 10 000
BIOMASSE TMA/m ³ récolté, cime densité, produit 2 taux de récupération	0,12 0,40 0,65		valeur du bois, produit 1	a- \$/m ³ b- \$/tige	45,00 1,25
Cas 1 : profit biomasse = 0; aucune subvention					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario Traitements Taux d'intérêt	T1 ÉC+CT 0,04	T0 CT 0,04	Scénario Traitements Taux d'intérêt	T1 ÉC+CT 0,04	T0 CT 0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
2. ÉC			2. ÉC		
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
année	30		année	30	
récolte, m ³ /ha	29		récolte, m ³ /ha	29	
tiges/m ³	8,5		tiges/m ³	8,5	
coût fixe, \$/ha	100		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	1 213		coût fixe + variable, \$/ha	1 113	
biomasse, TMA/ha	10,7		biomasse, TMA/ha	6	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	214		coût biomasse, \$/ha	123	
3. CT			3. CT		
année	50	50	année	50	50
récolte, m ³ /ha	111	111	récolte, m ³ /ha	111	111
proportion produit 1	0,70	0,35	proportion produit 1	0,70	0,35
proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00	proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00
tiges / m ³	3,8	6,6	2 tiges / m ³	3,8	6,6
coût bois, \$/ha	2 423	1 357	coût bois, \$/ha	2 423	1 357
coût bois, \$/m ³	31,18	34,80	biomasse, TMA/ha	31,18	34,80
biomasse, TMA/ha	40,7		coût biomasse, \$/TMA	23	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/ha	20,00	
coût biomasse, \$/ha	814			468	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	40,25	36,75	bois CT, \$/m ³	40,25	36,75
bois CT, P2, \$/m ³	0,00	0,00	bois CT, P2	0,00	0,00
biomasse, \$/TMA	20,00		biomasse, \$/TMA	20,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2+		
valeur act. ÉC, \$/ha	311	0	valeur act. ÉC, \$/ha	44	0
valeur act. CT, \$/ha	555	221	valeur act. CT, \$/ha	71	31
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	440		coût act. ÉC, \$/ha	54	0
coût act. CT, \$/ha	455	191	coût act. CT, \$/ha	57	27
VAN rév. 1, \$/ha	-30	30	VAN rév. 2+, \$/ha	5	5
			6. VAN TOTALE	-26	35

Meilleur scénario	T0	
7. VAN recherchée	35	\$/ha
8. VAN simulée	-26	\$/ha
9. Marge de profit, biomasse	0,00	\$/TMA

Tableau 4b. Évaluation financière d'une cellule - cas 2

SIRATE 156	nom BBMF	âge 0	Fonctions économiques	Coefficient	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité	Distance, km	coût du bois	a- \$/ha b- \$/m ³ c- \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1 (prioritaire)	SEPM	100	coût du camionnage	a- \$/m ³ b- \$/m ³ /km \$/km	3,44 0,044 10 000
produit 2 (secondaire)	feuillus intolérants		valeur du bois, produit 1	a- \$/m ³ b- \$/tige	45,00 1,25
BIOMASSE					
TMA/m ³ récolté, cime	0,12				
densité, produit 2	0,40				
taux de récupération	0,65				
Cas 2 : profit biomasse = 0; subvention de 195\$/ha					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	ÉC+CT	CT	Traitements	ÉC+CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt		
1. ÉPC			1. ÉPC		
année			année	0	
coût, \$/ha	0		coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	30		année	30	
récolte, m ³ /ha	29		récolte, m ³ /ha	29	
tiges/m ³	8,5		tiges/m ³	8,5	
coût fixe + variable, \$/ha	-95		coût fixe, \$/ha	-95	
biomasse, TMA/ha	1 018		coût fixe + variable, \$/ha	1113	
coût biomasse, \$/TMA	10,7		biomasse, TMA/ha	6	
coût biomasse, \$/ha	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
	214		coût biomasse, \$/ha	123	
3. CT			3. CT		
année	50	50	année	50	50
récolte, m ³ /ha	111	111	récolte, m ³ /ha	111	111
proportion produit 1	0,70	0,35	proportion produit 1	0,70	0,35
proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00	proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00
tiges / m ³	3,8	6,6	tiges / m ³	3,8	6,6
coût bois, \$/ha	2 423	1 357	coût bois, \$/ha	2 423	1 357
coût bois, \$/m ³	31,18	34,80	coût bois, \$/m ³	31,18	34,80
biomasse, TMA/ha	40,7		biomasse, TMA/ha	23	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	814		coût biomasse, \$/ha	468	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois, ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	40,25	36,75	bois CT, \$/m ³	40,25	36,75
bois CT, P2, \$/m ³	0,00	0,00	bois CT, P2	0,00	0,00
biomasse, \$/TMA	20,00		biomasse, \$/TMA	20,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév 2+		
valeur act. ÉC, \$/ha	311	0	valeur act. ÉC, \$/ha	44	0
valeur act. CT, \$/ha	555	221	valeur act. CT, \$/ha	71	31
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	380		coût act. Éc, \$/ha	54	0
coût act. CT, \$/ha	455	191	coût act. CT, \$/ha	57	27
VAN rév. 1, \$/ha	30	30	Van rév. 2+, \$/ha	5	5
			6. VAN TOTALE	35	35

Meilleur scénario	T0	
7. VAN recherchée	35	\$/ha
8. VAN simulée	35	\$/ha
9. Marge de profit, biomasse	0,00	\$/TMA

Tableau 4c. Évaluation financière d'une cellule - cas 3

STRATE 156	nom BBMF	âge 0	Fonctions économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a- \$/ha b- \$/m ³ c- \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1 (prioritaire) produit 2 (secondaire)	SEPM feuillus intolérants		coût camionnage	a- \$/m ³ b- \$/m ³ /km	3,44 0,044
			construction routes	\$/km	10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a- \$/m ³ b- \$/tige	45,00 1,25
TMA/m ³ récolté, cime	1,12				
densité, produit 2	0,40				
taux de récupération	0,65				
Cas 3 : profit biomasse - 9,60 \$/TMA; subvention du 0 \$/ha					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	ÉC + CT	CT	Traitements	ÉC + CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année			année	0	
coût, \$/ha	0		coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	30		année	30	
récolte, m ³ /ha	29		récolte, m ³ /ha	29	
tiges/m ³	8,5		tiges/m ³	8,5	
coût fixe, \$/ha	100		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	1 213		coût fixe + variable, \$/ha	1 113	
biomasse, TMA/ha	10,7		biomasse, TMA/ha	6	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	214		coût biomasse, \$/ha	123	
3. CT			3. CT		
année	50	50	année	50	50
récolte, m ³ /ha	111	111	récolte, m ³ /ha	111	111
proportion produit 1	0,70	0,35	proportion produit 1	0,70	0,35
proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00	proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00
tiges/m ³	3,8	6,6	tiges/m ³	3,8	6,6
coût bois, \$/ha	2 423	1 357	coût bois, \$/ha	2 423	1 357
coût bois, \$/m ³	31,18	34,80	coût bois, \$/m ³	31,18	34,80
biomasse, TMA/ha	40,7		biomasse, TMA/ha	23	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	814		coût biomasse, \$/ha	468	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	40,25	36,75	bois CT, \$/m ³	40,25	36,75
bois CT, P2, \$/m ³	0,00	0,00	bois CT, P2	0,00	0,00
biomasse, \$/TMA	29,60		biomasse, \$/TMA	29,60	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	311	0	valeur act. ÉC, \$/ha	44	0
valeur act. CT, \$/ha	610	221	valeur act. CT, \$/ha	76	31
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	440		coût act. ÉC, \$/ha	54	0
coût act. CT, \$/ha	455	91	coût act. CT, \$/ha	57	27
VAN rév. 1, \$/ha	25	30	VAN rév. 2+, \$/ha	10	5
			6. VAN TOTALE	35	35
Meilleur scénario		T0			
7. VAN recherchée		35	\$/ha		
8. VAN simulée		35	\$/ha		
9. Marge de profit, biomasse		9,60	\$/TMA		

Tableau 4d. Évaluation financière d'une cellule - cas 4

STRATE 156	nom BBMF	âge 0	Fonctions économiques	Coefficient	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité	Distance, km	coût du bois	a- \$/ha b- \$/m ³ c- \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1 (prioritaire)	SEPM	100	coût du camionnage	a- \$/m ³ b- \$/m ³ /km	3,44 0,044
produit 2 (secondaire)	feuillus intolérants		construction routes	\$/km	10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a- \$/m ³ b- \$/tige	45,00 125
TMA/m ³ récolté, cime	0,12				
densité, produit 2	0,40				
taux de récupération	0,65				
Cas 4 : profit biomasse = 5 \$/TMA; subvention de 95 \$/ha					
révolution 2 et plus			révolution 1		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	ÉC + CT	CT	Traitements	ÉC + CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	30		année	30	
récolte, m ³ /ha	29		récolte, m ³ /ha	29	
tiges/m ³	8,5		tiges/m ³	8,5	
coût fixe, \$/ha	5		coût fixe, \$/ha	5	
coût fixe + variable, \$/ha	1 118		coût fixe + variable, \$/ha	1 113	
biomasse, TMA/ha	10,7		biomasse, TMA/ha	6	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	214		coût biomasse, \$/ha	123	
3. CT			3. CT		
année	50	50	année	50	50
récolte, m ³ /ha	111	111	récolte, m ³ /ha	111	111
proportion produit 1	0,70	0,35	proportion produit 1	0,70	0,35
proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00	proportion récoltée, produit 2	0,00	0,00
tiges/m ³	3,8	6,6	tiges/m ³	3,8	6,6
coût bois, \$/ha	2 423	1 357	coût bois, \$/ha	2 423	1 357
coût bois, \$/m ³	31,18	34,80	coût bois, \$/m ³	31,18	34,80
biomasse, TMA/ha	40,7		biomasse, TMA/ha	23	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	814		coût biomasse, \$/ha	468	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois, ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	40,25	36,75	bois CT, \$/m ³	40,25	36,75
bois CT, P2, \$/m ³	0,00	0,00	bois CT, P2	0,00	0,00
biomasse, \$/TMA	25,00		biomasse, \$/TMA	25,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	311	0	valeur act. ÉC, \$/ha	44	0
valeur act. CT, \$/ha	583	221	valeur act. CT, \$/ha	73	31
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	411		coût act. ÉC, \$/ha	54	0
coût act. CT, \$/ha	455	191	coût act. CT, \$/ha	57	27
VAN rév. 1 \$/ha	28	30	VAN rév. 2 +, \$/ha	7	5
			6. VAN TOTALE	35	35

Meilleur scénario	T0	
7. VAN recherchée	35	\$/ha
8. VAN simulée	35	\$/ha
9. Marge de profit, biomasse	5,00	\$/TMA

Tableau 4e. Évaluation financière d'une cellule - cas 5

STRATE 156	nom BB MF 0	âge 0	Fonctions économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a- \$/ha b- \$/ha c- \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1 (prioritaire)	SEPM		coût du camionnage	a- \$/m ³ b- \$/m ³ /km	3,44 0,044
produit 2 (secondaire)	feuillus intolérants		construction routes	\$/km	10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a- \$/m ³ b- \$/tige	45,00 1,25
TMA/m ³ récolté, cime	0,12				
densité, produit 2	0,40				
taux de récupération	0,65				
Cas 5 : profit biomasse = 0,00 \$/TMA; subvention de 0\$/ha; marché pour les feuillus intolérants					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	ÉC + CT	CT	Traitements	ÉC + CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	30		année	30	
récolte, m ³ /ha	29		récolte, m ³ /ha	29	
tiges/m ³	8,5		tiges/m ³	8,5	
coût fixe, \$/ha	100		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	1 213		coût fixe + variable \$/ha	1 113	
biomasse, TMA/ha	8,4		biomasse, TMA/ha	4	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	169		coût biomasse, \$/ha	87	
3. CT			3. CT		
année	75	50	année	75	50
récolte, m ³ /ha	182	111	récolte, m ³ /ha	182	111
proportion produit 1	0,10	0,35	proportion produit 1	0,10	0,35
proportion récoltée produit 2	0,70	0,00	proportion récoltée produit 2	0,70	0,00
tiges/m ³	3,8	6,6	tiges/m ³	3,8	6,6
coût bois, \$/ha	4 000	1 357	coût bois, \$/ha	4 000	1 357
coût bois, \$/m ³	30,11	34,80	coût bois, \$/m ³	30,11	34,80
biomasse, TMA/ha	52,5		biomasse, TMA/ha	27	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	1051		coût biomasse, \$/ha	539	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	35,00		bois ÉC, \$/m ³	35,00	
bois CT, P1, \$/m ³	40,25	36,75	bois CT, \$/m ³	40,25	36,75
bois CT, P2, \$/m ³	40,00	0,00	bois CT, P2	40,00	0,00
biomasse, \$/TMA	20,00		biomasse, \$/TMA	20,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	472	0	valeur act. ÉC, \$/ha	25	0
valeur act. CT, \$/ha	336	221	valeur act. CT, \$/ha	16	31
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	426		coût act. ÉC, \$/ha	20	0
coût act. CT, \$/ha	267	191	coût act. CT, \$/ha	13	27
VAN rév. 1, \$/ha	116	30	VAN rév. 2 + \$/ha	10	5
			6. VAN TOTALE	126	35
Meilleur scénario					
7. VAN recherché	T1		126	\$/ha	
8. VAN simulée			126	\$/ha	
9. Marge de profit, biomasse			0,00	\$/TMA	

En somme, il s'agit d'analyser une cellule formée d'un peuplement mélangé à tendance feuillue, comprenant du sapin, de l'épinette blanche et des feuillus intolérants tels que le bouleau blanc et l'érable rouge. Ce type de peuplement est commun dans l'Unité de gestion 12 ainsi qu'au Québec.

Les cas étudiés se résument comme suit :

Cas 1 à 4 : On suppose qu'il n'existe aucun marché pour les feuillus intolérants de qualité sciage. Il s'agit d'une situation très fréquente au Québec.

On envisage de pratiquer une éclaircie commerciale à l'âge de 30 ans en vue d'accroître la production des bois résineux, suivie d'une coupe totale à l'âge de 50 ans.

Cas 5 : On suppose l'existence d'un marché pour les bois feuillus de qualité sciage (par exemple, la Scierie Félix Huard inc. à Luceville, Québec).

On envisage de pratiquer une éclaircie commerciale à l'âge de 30 ans en vue d'accroître la production de feuillus de qualité sciage, suivie d'une coupe totale à l'âge de 75 ans.

Cas 1 à 5 : Les cinq cas ÉC/CT sont comparés à celui d'une coupe totale pratiquée à l'âge de 50 ans en vue de la production de bois résineux. Il s'agit de l'hypothèse d'aménagement extensif généralement retenue par le MRN pour ce type de peuplement.

Dans le cas du scénario intensif, on suppose que la biomasse disponible sera récupérée à un taux de 65 %. Pour ce qui est de l'aménagement extensif, la biomasse n'est pas récupérée.

Cas 1 : La récupération de la biomasse ne génère ni profit ni perte; le prix payé par l'usine d'énergie est donc égal au coût de récupération. De plus, aucune subvention n'est versée à l'exploitant. Dans ce cas, on constatera que l'éclaircie n'est pas rentable et que l'exploitant choisira l'aménagement extensif.

Cas 2 : La récupération de la biomasse ne génère ni profit ni perte; l'éclaircie est subventionnée de façon à rendre l'aménagement intensif aussi attrayant que l'aménagement extensif. Compte tenu de l'effet positif de cet aménagement sur la possibilité, l'exploitant retiendra cette option.

Cas 3 : L'éclaircie n'est pas subventionnée; on suppose alors que la récupération de la biomasse devra générer une marge de profit pour l'exploitant, rendant l'aménagement intensif aussi attrayant que l'aménagement extensif.

Cas 4 : La marge de profit générée par la récupération de la biomasse est fixée d'avance à une valeur jugée maximale par l'usine d'énergie. On détermine alors le montant de la subvention devant être versée à l'exploitant pour l'inciter à pratiquer l'éclaircie.

Cas 5 : Ni profit ni perte pour la récupération de la biomasse; aucune subvention ne sera accordée pour l'éclaircie.

La méthode d'analyse forestière et financière se résume comme suit (tableaux 4a à 4e) :

a) En haut, à gauche :

- Le numéro de la strate et du compartiment, ce qui donne le numéro de la cellule;
- La traficabilité du compartiment, soit le facteur de correction à appliquer au coût du bois afin de tenir compte des difficultés du terrain. On a retenu le facteur 1,00, qui correspond à des conditions moyennes;
- La distance de livraison des produits traditionnels a été estimée à 100 km, soit à peu près la moyenne des aires communes de l'Unité de gestion 12;
- Les quantités de biomasse ont été obtenues à partir des simulations dans le module 1.

b) En haut, à droite :

- Les fonctions de coût (récolte, transport et réseau routier) permettant d'estimer le coût du bois à destination, tant pour l'éclaircie commerciale que pour la coupe totale;
- La fonction des prix de vente (prix dérivés) en fonction de la taille des bois.

c) En bas, à gauche :

- Évaluation des coûts et des revenus de la **première révolution** pour le scénario intensif (T1) et le scénario extensif (T0) selon les techniques classiques d'analyse financière;
- Le taux d'actualisation sans inflation. On a retenu 4 %;
- Les données de rendement pour l'ÉC et la CT, découlant des simulations conduites dans le module 1;
- Le prix de vente du bois, tel que calculé par la fonction de prix. Pour l'éclaircie, ce prix est entré simplement et non calculé;

- Le prix de vente et le coût d'exploitation de la biomasse, dont la différence détermine la marge de profit attribuable à la récupération, demeurent les deux inconnus du projet;
- On verra plus loin comment ils seront traités.

d) En bas, à droite :

- Évaluation des coûts et des revenus pour les révolutions subséquentes, jusqu'à l'infini;
- Il est à noter que les données des parties gauches et droites n'ont pas à être semblables, même si dans ce projet on a supposé qu'il en était ainsi.

La récupération de la biomasse a été intégrée à l'analyse à partir du raisonnement suivant :

- On détermine d'abord le scénario qui maximise la VAN totale (révolutions 1 et 2 +); il s'agit généralement du scénario T0 (extensif);
- On introduit ensuite le coût net de l'éclaircie, soit le coût de cette éclaircie moins la subvention accordée à l'exploitant;
- On estime ensuite, par simulation, la marge de profit (différence entre le prix payé au producteur de biomasse par l'usine d'énergie et le coût de fabrication en usine de la biomasse) que doit réaliser le producteur pour que la VAN du scénario intensif soit égale à celle du scénario extensif. Il s'agit de la marge point-mort qui, selon le critère de VAN max, n'a aucune influence sur le choix entre T1 et T0;
- Si le producteur peut atteindre cette marge de profit, il choisira logiquement le scénario intensif en raison de son effet positif sur l'offre de bois de commerce;
- Dans un tel cas et advenant qu'une usine de production d'énergie puisse consentir la marge requise tout en assurant sa propre rentabilité, la récupération de la biomasse aura pour effet de réduire ou d'éliminer les subventions gouvernementales;
- Le coût d'exploitation de la biomasse (20 \$/TMA) montré aux tableaux 4a à 4e n'est qu'un exemple puisqu'il s'agit d'une valeur inconnue dans ce projet; mais peu importe la valeur qu'on retiendra, elle n'affectera en rien la marge de profit requise pour rentabiliser le scénario intensif. Seul devra alors être ajusté le prix de vente de la biomasse.

Résultats des simulations

Les résultats détaillés des simulations sont montrés aux tableaux 4a à 4e. On peut les résumer comme suit :

Cas 1 : L'aménagement extensif (T0) constitue le meilleur scénario et devrait être retenu, étant donné qu'il présente une valeur actualisée nette (VAN) positive. L'aménagement intensif (T1) présente une VAN négative et doit être rejeté.

Cas 2 : Une subvention de 195 \$ doit être versée à l'exploitant en vue de l'inciter à retenir T1. Il est à souligner toutefois que l'exploitation contribue au financement de l'éclaircie en investissant 293 \$/ha (revenus des bois d'éclaircie de 725 \$ moins 1 018 \$).

Cas 3 : Une marge de profit de 9,60 \$/TMA, découlant de la récupération de la biomasse, doit être accordée à l'exploitant si on veut éliminer complètement les subventions du gouvernement.

Cas 4 : En fixant à 5 \$/TMA la marge de profit maximale de récupération de la biomasse, on devra alors accorder à l'exploitant une subvention de 95 \$/ha pour l'éclaircie, soit une diminution d'environ 50 % par rapport au cas 2 qui suppose une marge de profit nulle.

Cas 5 : L'aménagement intensif (T1) constitue le meilleur scénario et ne requiert ni marge de profit sur la récupération de la biomasse ni subvention. La présence d'un marché pour les feuillus de qualité sciage suffit pour rentabiliser l'éclaircie. La récupération de la biomasse sera assurée dans la mesure où le prix payé par l'usine d'énergie ne soit pas inférieur au coût d'une telle récupération.

On peut tirer des cas précédents les conclusions suivantes :

- En présence d'un marché intéressant pour les feuillus intolérants de qualité sciage, l'aménagement intensif (ÉC) est rentable et le prix de la biomasse pour l'usine d'énergie devrait correspondre au coût de sa récupération. Cette conclusion s'applique également aux feuillus tolérants (BOJ, ERS);
- En l'absence d'un marché intéressant pour les feuillus intolérants de qualité sciage (cas fréquent au Québec), l'aménagement intensif (ÉC) n'est pas rentable et doit être subventionné par l'État;
- La récupération de la biomasse pourrait remplacer, en tout ou en partie, le montant des subventions à être versées à l'exploitant. Cependant, seule une étude de faisabilité précise permettrait de déterminer dans quelle mesure cette option peut s'avérer attrayante. Dans le cas de l'Unité de gestion 12, la présence d'un marché pour les bois francs, combinée à une distance de transport raisonnable et à une traficabilité aisée, permet de croire que l'intégration de la récupération de la biomasse à la récolte de produits forestiers traditionnels peut s'avérer des plus intéressantes.

Autres cas simulés

Afin de pousser l'étude un peu plus loin, on a effectué 24 simulations additionnelles, faisant intervenir cette fois l'éclaircie précommerciale (ÉPC) en plus de l'éclaircie commerciale (ÉC), quatre types de peuplement, R, MR, MF et F, et trois ensembles d'hypothèses - pessimiste, probable et optimiste - en regard des rendements en bois, des prix de vente des produits traditionnels, des coûts d'exploitation et de transport de ces produits et de la traficabilité du terrain.

Le résumé des simulations est présenté au tableau 5, tandis que les valeurs propres aux trois hypothèses ci-dessus sont montrées au tableau 6. Dans ce dernier, on trouve également un exemple de calcul de la VAN totale (simulation 1).

Les simulations 1 à 15 se rapportent à l'éclaircie précommerciale, et les simulations 16 à 24 concernent l'éclaircie commerciale.

Simulations 1 à 8 (ÉPC) - hypothèse probable, MR

Simulations 1 et 2 - Comme dans le cas des calculs traditionnels, on ne tient pas compte de l'effet du traitement sur l'accroissement en diamètre, ce qui fait que l'ÉPC n'est pas rentable et que pour la rentabiliser, il faudrait assurer à l'exploitation une marge de profit sur la récupération de la biomasse de l'ordre de 10,50 \$/TMA, ce qui semble excessif. Donc, selon ces simulations, l'ÉPC n'est pas rentable.

Simulation 3 - Cette simulation est semblable aux précédentes, sauf qu'elle tient compte maintenant de l'accroissement en diamètre et de son effet bénéfique sur la valeur des produits. Dans ce cas, l'ÉPC devient rentable et n'exige aucune subvention ou contribution pour la récupération de la biomasse.

Ces résultats font ressortir l'importance de tenir compte de l'évolution du diamètre des arbres dans les prévisions de rendement.

Simulation 4 - Cette simulation s'appuie sur les hypothèses du cas 3 et propose un test de sensibilité sur la distance de transport et la traficabilité du terrain. Les conditions simulées rendent l'ÉPC non rentable, ce qui fait ressortir l'importance de retenir les variables spatiales lors de la préparation des choix d'aménagement forestier.

Tableau 5. Sommaire des simulations

N° de simulation	Strate	Traitements	Hypothèse	Effet traitements	Distance km	Traficabilité	VAN, \$/ha		Marge biomasse \$/m ³	Subvention \$/ha	Observation
							T1	T0			
1	MR	ÉPC/CT	probable - 1	1,5	100	1,00	85	150	0,00		Ne tient pas compte de l'accroissement en diamètre
2	MR	ÉPC/CT	probable - 1	1,5	100	1,00	150	150	10,50		Ne tient pas compte de l'accroissement en diamètre
3	MR	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	100	1,00	231	150	0,00		Tient compte de l'accroissement en diamètre
4	MR	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	137	1,10	137	155	0,00		Distance et traficabilité accrues
5	MR	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	150	1,00	171	171	0,00		Distance point-mort pour traficabilité moyenne
6	MR	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	150	1,10	143	143	5,70		Compensation pour traficabilité accrue
7	MR	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	100	1,10	167	167	0,00		Distance point-mort pour traficabilité difficile
8	MR	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	195	0,90	175	175	0,00		Distance point-mort pour traficabilité facile
9	MR	ÉPC/CT	pessimiste - 2	1,3	0	1,00	-66	165	0,00		Rendement et économie pessimistes
10	MR	ÉPC/CT	pessimiste - 2	1,3	100	0,80	168	168	5,00	330	Traficabilité facile, marge max. de 5 \$/m ³ , subvention de 330 \$, frais de l'exploitant = 270 \$
11	MR	ÉPC/CT	optimiste - 2	1,7	100	1,00	789	259	0,00		Rendement élevé, économie favorable, rentabilité élevée
12	MR	ÉPC/CT	optimiste - 2	1,7	396	1,35	46	46	0,00		Distance point-mort élevée, traficabilité extrême
13	MF	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	100	1,00	155	100	0,00		Conversion résineuse : 35 % pour T0 à 70 % pour T1
14	F	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	100	1,00	37	68	0,00		Ne tient pas compte de la valeur accrue des feuillus pour T1
15	F	ÉPC/CT	probable - 2	1,5	100	1,00	205	68	0,00		Tient compte de la valeur accrue des feuillus pour T1
16	R	ÉC/CT		1,5	100	1,00	337	135	0,00		
17	MR	ÉC/CT		1,5	100	1,00	184	78	0,00		
18	MF intol.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	23	23	24,00		Proportion R = 0,2
19	MF intol.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	51	51	21,50		Proportion R = 0,3
20	MF intol.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	76	76	17,50		Proportion R = 0,4
21	MF intol.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	104	104	15,50		Proportion R = 0,5
22	MF intol.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	132	132	6,00		Proportion R = 0,6
23	MF tolér.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	84	19	0,00		Proportion R = 0,4
24	MF tolér.	ÉC/CT		1,5	100	1,00	92	14	0,00		Proportion R = 0,3
25	MF mûr dégradé	ÉC/CT									Évaluation de cinq cas différents, présentés en détail dans le rapport (tableaux 7a à 7e)

Tableau 6. Évaluation financière d'une cellule. Données de simulation selon trois hypothèses

	STRATE		HYPOTHÈSES		
	Hypothèse simulée	Mixtes R Probable - 1	Pessimiste	Probable	Optimiste
DONNÉES DE SIMULATION	coût ÉPC, \$/ha	500	600	500	400
	coût fixe ÉC, \$/ha	0	0	0	0
	effet trait. sur m ³ /ha CT	1,5	1,3	1,5	1,7
	proportion P2 récolté	0,00	0,0	0,0	0,0
	prix de vente ÉC, \$/m ³	0,00	0	0	0
	prix de vente (a), P1, \$/m ³	55,00	50	55	60
	prix de vente, P2, \$/m ³	0,00	0	0	0
	prix de vente biomasse, \$/TMA	0,00		variable	
	distance, km	100		variable	
	traficabilité	1,00			
	coût routes	10 000	8 000	10 000	12 000
	Scénario				
	T1	T0	T1-T0		
	ÉPC+CT	CT			
âge maturité	45	50	50	45	40
a.a.m.*	3,63	2,18			
tiges/m ³	6,6	6,6	5,0	3,3	2,5
prix de vente, \$/m ³	46,75	46,75			
proportion P1	0,80	0,60		variable	
coût bois, \$/m ³	31,20	32,73			
VAN TOTALE \$/ha	85	150	-65		

a.a.m.* accroissement annuel moyen

Simulation 5 - Cette simulation vise à déterminer, pour une traficabilité moyenne (1,00), la distance point-mort, soit cette distance qui assure l'application de l'ÉPC sans aucune subvention ou contribution de la biomasse au profit de l'exploitant. Dans cet exemple, la distance point-mort se situe à 150 km.

Simulation 6 - Idem cas 5, sauf que la traficabilité est fixée à 1,10 (difficulté 10 % supérieure à la moyenne). Dans ce cas, en supposant qu'il n'y ait aucune subvention, la contribution de la biomasse au profit de l'exploitant devra être de 5,70 \$/TMA

Simulations 7 et 8 - Ces deux cas simulent des traficabilités différentes. Pour une traficabilité difficile (1,10), la distance point-mort est de 100 km, alors que, pour une traficabilité facile (0,9), elle est de 195 km. Encore une fois, on constate l'importance de tenir compte des paramètres spatiaux lors de l'évaluation des options d'aménagement.

Simulations 9 et 10 - Hypothèse pessimiste, MR

Simulation 9 - Ici, les rendements sont de 20 % inférieurs à ceux de l'hypothèse probable et les prix de vente des produits sont de 10 % inférieurs. La valeur actualisée nette de l'ÉPC devient alors négative.

Simulation 10 - Elle est similaire au 9, mais on assume une traficabilité facile. Si on fixe à 5 \$/TMA la marge de profit maximale découlant de la récupération de la biomasse, l'État devrait alors subventionner l'ÉPC à raison de 330 \$/ha, l'exploitant investissant pour sa part 270 \$/ha. *Ce partage des investissements entre les bénéficiaires de l'aménagement forestier (l'État, l'industriel des bois traditionnels et celui de la biomasse) nous semble être une avenue intéressante à explorer.*

Simulations 11 à 12 - Hypothèse optimiste, MR

Les rendements de 20 % supérieurs à ceux de l'hypothèse probable et les prix de vente sont de 10 % supérieurs. Dans ce cas, l'ÉPC devient hautement rentable, même pour une traficabilité extrême (1,35) et une grande distance de transport (distance point-mort de 396 km). Les cas 9 et 11 mettent en lumière la sensibilité des résultats aux paramètres tant forestiers que financiers de l'analyse.

Simulations 13 à 15 - Hypothèse probable, MF et F

Simulation 13 - Cette simulation présente le cas d'un peuplement mélangé à tendance feuillue qu'on veut convertir en peuplement mélangé à tendance résineuse. Le scénario intensif (ÉPC) est alors rentable, en raison de l'effet positif de l'éclaircie sur la proportion des résineux en coupe finale. Les modifications apportées par les traitements sylvicoles sur la composition arborescente d'un peuplement ont souvent une incidence considérable sur la rentabilité de traitements du genre.

Simulations 14 et 15 - Cette simulation présente le cas d'un peuplement feuillu. Le cas 14 ne tient pas compte de l'augmentation de la valeur des bois feuillus attribuable à l'éclaircie, contrairement au cas 15. Le scénario intensif est non rentable dans le cas 14 et devient fort rentable dans le cas 15, ce qui fait ressortir l'importance de fournir des estimations de rendement par produit et de considérer la valeur de ces produits lors de la préparation des décisions d'aménagement.

Simulations 16 et 17 - Hypothèse probable, ÉC, R et MR

Ces deux cas s'appliquent à des peuplements résineux ou à tendance fortement résineuse. L'éclaircie commerciale est rentable par elle-même; dans ces cas elle ne requiert ni subvention, ni contribution au profit en provenance de la récupération de la biomasse.

Simulations 18 à 22 - Hypothèse probable, ÉC, MF intolérants, absence de marché pour les feuillus

Ces cas s'appliquent à des peuplements mixtes à tendance feuillue intolérants, qu'on veut enrésiner davantage en raison de l'absence de marché pour les bois feuillus.

On y fait varier la proportion des bois résineux entre 0,20 et 0,60. On observera que plus la proportion de bois résineux est faible, plus grande doit alors être la marge de profit à réaliser sur la récupération de la biomasse pour rentabiliser l'éclaircie. Cette marge varie de 6 \$/m³ (proportion R = 0,6) et 24 \$/m³ (proportion de 0,2).

Ces simulations semblent démontrer qu'à moins d'avoir un marché de bois de sciage pour les feuillus intolérants, la récupération de la biomasse ne pourra rentabiliser à elle seule les éclaircies commerciales. Cependant, elle pourrait contribuer à diminuer de façon sensible les subventions de l'État pour ce qui est de ce traitement.

Simulations 23 et 24 - Hypothèse probable, ÉC, MF intolérants et tolérants, présence d'un marché pour les feuillus

Ces deux cas veulent mettre en lumière l'importance d'avoir un marché pour les bois feuillus. L'éclaircie commerciale favorise autant les feuillus que les résineux et vise à produire, pour les feuillus, des bois de qualité sciage. L'éclaircie se pratique à l'âge de 30 ans et la coupe totale à 75 ans. Dans le cas de la coupe totale seulement (T0), l'âge de coupe est aussi de 75 ans.

On constate aussi que l'éclaircie est rentable par elle-même, ne requérant ni subvention, ni contribution de la biomasse au profit de l'exploitant. L'effet de l'éclaircie sur les diamètres des bois et, conséquemment, sur la valeur de ces bois, explique en grande partie l'intérêt de ce traitement.

Simulation 25 - Cas d'un peuplement mûr MF dégradé

Il s'agit ici de l'analyse d'un peuplement mûr, mixte à tendance feuillue (exemple : ERBJ C3 70), fortement dégradé par les exploitations antérieures. Ce type de peuplement est fréquent partout dans les zones de forêts mélangées et feuillues du Québec méridional, autant en forêt privée qu'en forêt publique. Il présente des difficultés extrêmes de remise en valeur.

L'objectif prioritaire de production est de retenir les bois feuillus de qualité sciage. La conversion de ces peuplements en résineux nous semble aberrante puisqu'elle constitue une lutte coûteuse contre la nature et se justifie mal au plan écologique.

La stratégie d'aménagement suivante est recommandée :

En première révolution, on effectue une coupe totale en deux étapes (coupe progressive) échelonnée sur une période de 4 à 5 ans, la première coupe enlevant environ 40 % des tiges, suivie deux ans plus tard d'un scalpage partiel de l'assiette de coupe en vue de favoriser l'implantation du bouleau jaune par la mise à nu du sol minéral. Deux à trois ans après cette implantation, on effectue une coupe finale avec protection de la régénération établie;

En deuxième révolution, on pratique une éclaircie commerciale à l'âge de 50 ans en vue d'assurer la production d'arbres de gros diamètres et de bonne qualité. À l'âge de 80 ans, on effectue une coupe totale (CT).

On présente aux tableaux 7a à 7e cinq simulations différentes :

Tableau 7a. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 1

STRATE 156	nom ERBJ C3 70 dégradé	âge 80	Fonctions économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a - \$/ha b - \$/m ³ c - \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1	SEPM		coût du camionnage	a - \$/m ³	3,44
produit 2	F pâte		construction des routes	b - \$/m ³ /km \$/km	0,04 10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a - \$/m ³ b - \$/tige	45,00 1,25
TMA/m ³ récolté, cime	0,15				
densité, produit 2	0,50				
taux de récupération	0,65				
Simulation n° 1 - aucune aide financière					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	CT	CT	Traitements	ÉC+CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	1		année	50	
récolte, m ³ /ha	60		récolte, m ³ /ha	30	
tiges/m ³	4,0		tiges/m ³	9,0	
coût fixe, \$/ha	200		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	2 401		coût fixe + variable, \$/ha	1 157	
biomasse, TMA/ha	15,6		biomasse, TMA/ha	5	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	313		coût biomasse, \$/ha	100	
3. CT			3. CT		
année	5	1	année	80	80
récolte, m ³ /ha	97	150	récolte, m ³ /ha	210	210
proportion produit 1	0,20	0,20	proportion produit 1	0,20	0,20
proportion récoltée, produit 2	0,70	0,70	proportion récoltée, produit 2	0,80	0,80
tiges/m ³	3,8	4,0	tiges/m ³	3,0	6,0
coût bois, \$/ha	2 309	3 470	coût bois, \$/ha	5 192	5 393
coût bois, \$/m ³	31,32	30,43	coût bois, \$/m ³	29,43	3 057
subvention, \$/ha	0	0			
biomasse, TMA/ha	32,2		biomasse, TMA/ha	17	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	643		coût biomasse, \$/ha	340	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00	bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00
bois CT, P2, \$/m ³	20,00	20,00	bois CT, P2, \$/m ³	45,00	35,00
biomasse, \$/TMA	20,00		biomasse, \$/TMA	20,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	2 223	0	valeur act. ÉC, \$/ha	175	0
valeur act. CT, \$/ha	2 139	2 913	valeur act. CT, \$/ha	295	275
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. Éc, \$/ha	2 609		coût act. Éc, \$/ha	145	0
coût act. CT, \$/ha	2 426	3 336	coût act. CT, \$/ha	197	225
VAN rév. 1, \$/ha	-673	-423	VAN rév. 2 +, \$/ha	133	52
			6. VAN TOTALE	-540	-370

Meilleur scénario	T0	
7. VAN recherchée		\$/ha
8. VAN simulée	-370	\$/ha
9. Marge de profit	0,00	\$/TMA

Tableau 7b. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 2

STRATE 156	nom ERBJ C3 70	âge 80	Fonction économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a - \$/ha b - \$/m ³ c - \$/tiges	100 19,32 0,38
produit 1	SEPM		coût camionnage	a - \$/m ³ b - \$/m ³	3,44 0,044
produit 2	F pâte		construction routes	\$/km	10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a - \$/m ³ b - \$/tiges	45,00 1,25
TMA/m ³ récolté, cime	0,15				
densité, produit 2	0,50				
taux de récupération	0,65				
Simulation 2 - subvention de l'État					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	CT	CT	Traitements	ÉC + CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	1		année	50	
récolte, m ³ /ha	60		récolte, m ³ /ha	30	
tiges/m ³	4,0		tiges/m ³	9,0	
coût fixe, \$/ha	200		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	2 401		coût fixe + variable, \$/ha	1 157	
biomasse, TMA/ha	15,6		biomasse, TMA/ha	5	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	313		coût biomasse, \$/ha	100	
3. CT			3. CT		
année	5	1	année	80	80
récolte, m ³ /ha	97	150	récolte, m ³ /ha	210	210
proportion produit 1	0,20	0,20	proportion produit 1	0,20	0,20
proportion récoltée produit 2	0,70	0,70	proportion récoltée, produit 2	0,80	0,80
tiges/m ³	3,8	4,0	tiges/m ³	3,0	6,0
coût bois, \$/ha	2 309	3 470	coût bois, \$/ha	5 192	5 393
coût bois, \$/m ³	31,32	30,43	coût bois, \$/m ³	29,43	30,57
subvention, \$/ha	820	0			
biomasse, TMA/ha	32,2		biomasse TMA/ha	17	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	643		coût biomasse, \$/ha	340	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00	bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00
bois CT, P2, \$/m ³	20,00	20,00	bois CT, P2, \$/m ³	45,00	35,00
biomasse, \$/TMA	20,00		biomasse, \$/TMA	20,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	2 223	0	valeur act. ÉC, \$/ha	175	0
valeur act. CT, \$/ha	2 139	2 913	valeur act. CT, \$/ha	295	275
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	2 609		coût act. ÉC, \$/ha	145	0
coût act. CT, \$/ha	1 752	3 326	coût act. CT, \$/ha	197	225
VAN rév. 1, \$/ha	1	-423	VAN rév. 2 +, \$/ha	133	52
			6. VAN TOTALE	134	-370

Meilleur scénario	T1	
7. VAN recherchée	0	\$/ha
8. VAN simulée	1	\$/ha
9. Marge de profit requise, biomasse	0,00	\$/h
		\$/TMA

Tableau 7c. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 3

STRATE 156	nom ERBJ C3 70 dégradé	âge 80	Fonctions économiques	Coefficient	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a - \$/ha b - \$/m ³ c - \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1	SEPM		coût camionnage	a - \$/m ³	3,44
produit 2	F pâte		construction routes	b - \$/m ³ /km \$/km	0,044 10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a - \$/m ³ b - \$/tige	45,00 1,25
TMA/m ³ récolté, cime	0,15				
densité produit 2	0,50				
taux de récupération	0,65				
Simulation 3 - subvention et profit biomasse					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	CT	CT	Traitements	ÉC + CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	1		année	50	
récolte, m ³ /ha	60		récolte, m ³ /ha	30	
tiges/m ³	4,0		tiges/m ³	9,0	
coût fixe, \$/ha	200		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variables, \$/ha	2 401		coût fixe + variable, \$/ha	1 157	
biomasse, TMA/ha	15,6		biomasse, TMA/ha	5	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	313		coût biomasse, \$/ha	100	
3. CT			3. CT		
année	5	1	année	80	80
récolte, m ³ /ha	97	150	récolte, m ³ /ha	210	210
proportion produit 1	0,20	0,20	proportion produit 1	0,20	0,20
proportion récoltée, produit 2	0,70	0,70	proportion récoltée, produit 2	0,80	0,80
tiges/m ³	3,8	4,0	tiges/m ³	3,0	6,0
coût bois, \$/ha	2 309	3 470	coût bois, \$/ha	5 192	5 393
coût bois, \$/m ³	31,32	30,43	coût bois, \$/m ³	29,43	30,57
subvention, \$/ha	500	0			
biomasse, TMA/ha	32,2		biomasse, TMA/ha	17	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	643		coût biomasse, \$/ha	340	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	
bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00	bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00
bois CT, P2, \$/m ³	20,00	20,00	bois CT, P2, \$/m ³	45,00	35,00
biomasse, \$/TMA	30,00		biomasse, \$/TMA	30,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	2 223	0	valeur act. ÉC, \$/ha	175	0
valeur act. CT, \$/ha	2 403	2 913	valeur act. CT, \$/ha	301	275
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	2 609		coût act. ÉC, \$/ha	145	0
		3 356			
coût act. CT, \$/ha	2 015		coût act. CT, \$/ha	197	225
		-423			
VAN rév. 1, \$/ha	2		VAN rév. 2 +, \$/ha	140	52
			6. VAN TOTALE	142	-370

Meilleur scénario	T1	
7. VAN recherchée	0	\$/ha
8. VAN simulée	2	\$/ha
9. Marge de profit requise, biomasse	10,00	\$/TMA

Tableau 7d. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 4

STRATE 156	nom ERBJ C3 10 dégradé	âge 80	Fonction économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 1,00	Distance, km 100	coût du bois	a - \$/ha b - \$/m ³ c - \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1	SEPM		coût du camionnage	a - \$/m ³	3,44
produit 2	F pâte		construction routes	b - \$/m ³ /km \$/km	0,044 10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a - \$/m ³ b - \$/tige	45,00 1,25
TMA/récolté, cime	0,15				
densité, produit 2	0,50				
taux de récupération	0,65				
Simulation 4 - aucune subvention, profit biomasse					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	CT	CT	Traitements	CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	1		année	50	
récolte, m ³ /ha	60		récolte, m ³ /ha	30	
tiges/m ³	4,0		tiges/m ³	9,0	
coût fixe, \$/ha	200		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	2 401		coût fixe + variable, \$/ha	1 157	
biomasse, TMA/ha	15,6		biomasse, TMA/ha	5	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	313		coût biomasse, \$/ha	100	
3. CT			3. CT		
année	5	1	année	80	80
récolte, m ³ /ha	97	150	récolte, m ³ /ha	210	210
proportion produit 1	0,20	0,20	proportion produit 1	0,20	0,20
proportion récoltée, produit 2	0,70	0,70	proportion récoltée, produit 2	0,80	0,80
tiges/m ³	3,8	4,0	tiges/m ³	3,0	6,0
coût bois, \$/ha	2 309	3 470	coût bois, \$/ha	5 192	5 393
coût bois, \$/m ³	31,32	30,43	coût bois, \$/m ³	29,43	30,57
subvention, \$/ha	0	0			
biomasse, TMA/ha	32,2		biomasse, TMA/ha	17	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	643		coût biomasse, \$/ha	340	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois, ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/ha	25,00	
bois, CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00	bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00
bois, CT, P2, \$/m ³	20,00	20,00	bois CT, P2, \$/m ³	45,00	35,00
biomasse, \$/TMA	30,00		biomasse, \$/TMA	30,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	2 223	0	valeur act. ÉC, \$/ha	175	0
valeur act. CT, \$/ha	2 403	2 913	valeur act. CT, \$/ha	301	275
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	2 609		coût act. ÉC, \$/ha	145	0
coût act. CT, \$/ha	2 426	3 336	coût act. CT, \$/ha	197	225
VAN rév. 1, \$/ha	-409	-423	VAN rév. 2 +, \$/ha	140	52
			6. VAN TOTALE	-269	-370

Meilleur scénario	T1	
7. VAN recherchée	-410	\$/ha
8. VAN simulée	-409	\$/ha
9. Marge de profit requise, biomasse	10,00	\$/TMA

Tableau 7e. Évaluation financière d'une cellule - simulation n° 5

STRATE 156	nom ERBJ C3 70 dégradé	âge 80	Fonctions économiques	Coefficients	Valeur
COMPARTIMENT 1	Traficabilité 0,80	Distance, km 50	coût du bois	a - \$/ha b - \$/m ³ c - \$/tige	100 19,32 0,38
produit 1	SEPM		coût camionnage	a - \$/m ³	3,44
produit 2	F pâte		construction routes	b - \$/m ³ /km \$/km	0,044 10 000
BIOMASSE			valeur du bois, produit 1	a - \$/m ³ b - \$/tige	45,00 1,25
TMA/m ³ récolté, cime	0,15				
densité, produit 2	0,50				
taux de récupération	0,65				
Simulation 5 - aucune subvention, profit biomasse, conditions faciles d'exploitation					
révolution 1			révolution 2 et plus		
Scénario	T1	T0	Scénario	T1	T0
Traitements	CT	CT	Traitements	ÉC + CT	CT
Taux d'intérêt	0,04	0,04	Taux d'intérêt	0,04	0,04
1. ÉPC			1. ÉPC		
année	0		année	0	
coût, \$/ha			coût, \$/ha	0	
2. ÉC			2. ÉC		
année	1		année	50	
récolte, m ³ /ha	60		récolte, m ³ /ha	30	
tiges/m ³	4,0		tiges/m ³	9,0	
coût fixe, \$/ha	200		coût fixe, \$/ha	100	
coût fixe + variable, \$/ha	2 019		coût fixe + variable, \$/ha	955	
biomasse, TMA/ha	15,6		biomasse, TMA/ha	5	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	313		coût biomasse, \$/ha	100	
3. CT			3. CT		
année	5	1	année	80	80
récolte, m ³ /ha	97	150	récolte, m ³ /ha	210	210
proportion produit 1	0,20	0,20	proportion produit 1	0,20	0,20
proportion récoltée, produit 2	0,70	0,70	proportion récoltée, produit 2	0,80	0,80
tiges/m ³	3,8	4,0	tiges/m ³	3,0	6,0
coût bois, \$/ha	1 820	2 724	coût bois, \$/ha	4 062	4 223
coût bois, \$/m ³	24,69	23,89	coût bois, \$/m ³	23,03	23,94
subvention, \$/ha	0	0			
biomasse, TMA/ha	32,2		biomasse, TMA/ha	17	
coût biomasse, \$/TMA	20,00		coût biomasse, \$/TMA	20,00	
coût biomasse, \$/ha	643		coût biomasse, \$/ha	340	
4. Prix de vente			4. Prix de vente		
bois ÉC, \$/m ³	25,00		bois ÉC, \$/m ³	25,00	45,00
bois CT, P1, \$/m ³	45,00	45,00	bois CT, P1, \$/m ³	45,00	35,00
bois CT, P2, \$/m ³	20,00	20,00	bois CT, P2, \$/m ³	45,00	
biomasse, \$/TMA	25,00		biomasse, TMA/ha	25,00	
5. VAN rév. 1			5. VAN rév. 2 +		
valeur act. ÉC, \$/ha	2 223	0	valeur act. ÉC, \$/ha	175	0
valeur act. CT, \$/ha	2 271	2 913	valeur act. CT, \$/ha	298	275
coût act. ÉPC, \$/ha	0	0	coût act. ÉPC, \$/ha	0	0
coût act. ÉC, \$/ha	2 242		coût act. ÉC, \$/ha	122	0
coût act. CT, \$/ha	2 025	2 619	coût act. CT, \$/ha	157	176
VAN rév. 1, \$/ha	228	295	VAN rév. 2 +, \$/ha	203	103
			6. VAN TOTALE	431	398

Meilleur scénario	T1	
7. VAN recherchée	431	\$/ha
8. VAN simulée	431	\$/ha
9. Marge de profit maximale, biomasse	5,00	\$/TMA

Simulation 1

On suppose ici que l'industriel ne disposera d'aucune aide financière sous forme de subvention ou de marge de profit découlant de la récupération de la biomasse. Selon le critère de la VAN max, on observera que, selon cette hypothèse, la stratégie extensive (T0) est préférable à la stratégie intensive (T1). Cependant, pour l'industriel, son application se traduira par une perte de 370 \$/ha. Logiquement, cette cellule sera donc rejetée du calcul de la possibilité économique du territoire. Notons que, par définition, la possibilité économique ne contient que des cellules ayant une VAN positive ou nulle.

Autre constatation, la stratégie intensive (ÉC/CT) de la deuxième révolution s'avère la plus attrayante au plan économique. Ainsi, parce que la cellule présente des VAN négatives en première révolution, on se prive, en la rejetant, d'une stratégie d'aménagement intéressante à long terme. On se trouve donc ici devant un exemple typique des effets néfastes d'une décision prise sur des considérations à court terme - décision cependant fort compréhensible - au dépend de ce qui devrait se faire à long terme.

Cette décision de ne pas intervenir dans les peuplements dégradés, qui découle de la présente évaluation, correspond bien à la réalité actuelle; ce type de peuplement est généralement laissé pour compte dans nos aménagements.

Simulation 2

Comme l'État devrait normalement se préoccuper de l'aspect long terme en matière d'amélioration des ressources forestières du Québec, il va de soi qu'il intervienne financièrement dans la mise en valeur de ces peuplements dégradés, d'autant plus qu'il retire de l'activité forestière d'importants revenus sous forme de taxes et d'impôts.

On détermine dans cette simulation, la subvention en \$/ha, qui devrait être versée à l'industriel pour qu'il consente à appliquer la stratégie recommandée. On pose l'hypothèse que cette subvention devra correspondre à la valeur qui fera une VAN = 0 \$ en première révolution. En effet, si l'industriel ne perd pas d'argent, il consentira à appliquer la stratégie, compte tenu de l'intérêt qu'elle présente en deuxième révolution et de l'effet bénéfique que pourra avoir l'inclusion de la cellule sur la possibilité de coupe du territoire. La subvention requise pour atteindre l'objectif visé est de 820 \$/ha.

Simulation 3

Cette simulation a pour but de déterminer l'effet d'une marge de profit découlant de la récupération de la biomasse disponible sur la subvention à accorder à l'industriel.

Si l'industriel réalise un profit de 10 \$/TMA, la subvention requise pour atteindre l'objectif visé (VAN = 0 \$) sera alors égale à 500 \$/ha plutôt qu'à 820 \$/ha.

Simulation 4

Les contraintes financières des gouvernements, combinées à celles qu'imposent les accords de libre-échange entre le Canada, les États-Unis et le Mexique, rendent de plus en plus difficiles et suspectes toute subvention de l'État pour des travaux sylvicoles.

La simulation 4 pose deux hypothèses : les subventions sont éliminées, l'industriel participe dans une proportion de 50 % au coût des travaux (investissement de 410 \$/ha), le reste de l'investissement requis étant assuré par les profits de récupération de la biomasse disponible.

Cette hypothèse d'un effort d'investissement de la part de l'industriel semble plausible car la stratégie est rentable en deuxième révolution et que, dans certains cas (selon la structure d'âge de la forêt), il pourra jouir d'un accroissement immédiat de possibilité.

Soulignons que l'effet de possibilité ne change en rien la valeur intrinsèque de la stratégie envisagée et ne doit pas intervenir directement dans l'évaluation. Cependant, cet effet demeure une réalité importante pour l'industriel, qui peut infléchir ses décisions d'aménagement. Ainsi, il sera plus facile à convaincre d'investir dans ce domaine s'il peut profiter dès aujourd'hui d'une augmentation de son volume de coupe annuel.

L'effet de possibilité peut donc servir d'arguments importants pour inciter l'industriel à consacrer des fonds à la sylviculture. Il faut retenir toutefois qu'il s'agit d'un simple incitatif et non d'un critère d'évaluation des choix.

Simulation 5

On observera que la marge de profit découlant de la récupération de la biomasse est de 10 \$/TMA pour les simulations 3 et 4 (tableaux 7c et 7d) . Il peut toutefois arriver que le

consommateur de cette biomasse, qui produirait de l'énergie par exemple, soit incapable d'assurer cette marge de profit à l'industriel. Il peut arriver de plus que l'effet de possibilité soit nul et que l'industriel de produits forestiers traditionnels soit financièrement incapable d'investir en sylviculture.

La simulation 5 suppose une marge maximale de 5 \$/TMA, aucune subvention et aucun investissement de la part de l'industriel du sciage.

Afin d'assurer la faisabilité de ces hypothèses, on a modifié les conditions d'exploitation en retenant une traficabilité facile (0,80) et une distance de transport de 50 km, au lieu d'une traficabilité de 1,00 et une distance de 100 km.

On observera, au tableau 7e, que T0 est préférable à T1 pour la révolution 1 et que T1 est préférable à T0 pour la révolution 2. La VAN totale de ces deux révolutions favorise la stratégie T1.

On observera également que la VAN de la stratégie extensive (T0) est positive, alors qu'elle était négative pour des conditions d'exploitation plus difficiles. Cette cellule, rejetée du territoire économique de production dans ces dernières conditions, est maintenant retenue quand les conditions sont plus favorables. Cette simulation met en lumière l'importance d'introduire les valeurs spatiales d'aménagement et les valeurs économiques et temporelles dans la préparation des choix. Il en va ainsi des valeurs économiques et temporelles.

Sur la base d'une décision à court terme, l'industriel retiendrait la stratégie extensive. Cependant, comme la différence entre les VAN des deux stratégies demeure faible, il devrait retenir la stratégie intensive vu l'intérêt que présente cette stratégie en deuxième révolution.

Conclusions

On pourrait effectuer beaucoup d'autres simulations, mais celles qui sont présentées dans ce texte permettent de tirer des conclusions intéressantes :

1. Dans les peuplements résineux et mixtes à tendance résineuse, les travaux sylvicoles seront souvent rentables par eux-mêmes et ne devraient exiger, de ce fait, ni subvention de la part de l'État ni profit attribué à l'exploitant et découlant de la récupération de la biomasse;
2. La conclusion précédente dépend toutefois des paramètres spatiaux de la cellule, principalement de la distance de transport et de la traficabilité du terrain. Pour de longues distances (au-delà de 100 km) et un terrain difficile (traficabilité de 1,10), la sylviculture n'est souvent pas rentable et

exigera ainsi l'aide de l'État ou une marge de profit à l'exploitant découlant de la récupération de la biomasse;

3. Cette première conclusion suppose que l'on tienne compte de l'augmentation du diamètre des arbres et de ses conséquences sur les prix de vente des produits et les coûts du bois. Si on ne tient pas compte d'un tel accroissement, l'analyse financière montre (faussement) que la sylviculture est non rentable;
4. Dans les peuplements mixtes à tendance feuillue, les travaux sylvicoles ne sont pas rentables s'il n'existe pas de marché pour les bois feuillus de qualité sciage, ou encore si ces peuplements ne contiennent que des feuillus de faible qualité (peuplements dégradés). En l'absence de marché et dans l'impossibilité d'en créer un, on doit viser la production prioritaire de bois résineux dans les peuplements dont la proportion de résineux est supérieure à 30 %. Les éclaircies, exécutées dans le but d'accroître le volume des résineux, exigeront des investissements considérables (1 000 \$/ha ou plus), compte tenu de la présence d'un volume important de bois feuillus non commerciaux dans les coupes d'éclaircie. Des subventions fort importantes seront nécessaires pour assurer l'application des stratégies appropriées. La récupération de la biomasse pourra cependant contribuer à diminuer l'importance des subventions;
5. Dans les peuplements mixtes où la présence des résineux est inférieure à 30 % et dans les peuplements feuillus purs, la sylviculture n'est pas rentable s'il n'existe pas de marché pour les feuillus de qualité sciage. La conversion en résineux demeure impensable en raison de son coût prohibitif et de ses inconvénients au plan écologique.

La récolte des bois pour la seule production de biomasse ou de bois à pâte feuillue ne fait pas l'objet de la présente étude mais, d'après notre expérience, il semble peu probable qu'elle soit rentable, sauf dans des conditions exceptionnellement favorables comme une courte distance de transport ou une traficabilité très favorable.

La stratégie qui consiste à «ne rien faire» semble la meilleure dans la majorité des cas, d'ici à ce qu'un marché soit développé pour les bois disponibles;

6. En présence d'un marché pour les bois de qualité sciage, les travaux sylvicoles dans les peuplements MF et F non dégradés sont souvent rentables par eux-mêmes et ne devraient exiger aucune aide financière, sauf s'il s'agit de peuplements éloignés en terrain difficile.

Pour les peuplements dégradés, une aide financière à la sylviculture sous forme de subvention ou de profit de récupération de la biomasse disponible s'avérera nécessaire. L'importance de cette aide variera selon l'état de dégradation du peuplement.

La conclusion 6 suppose, comme dans le cas des résineux, que soient correctement prises en considération les dimensions économiques, spatiales et temporelles de l'aménagement forestier, de même que l'effet de l'accroissement en diamètre sur la valeur des bois et des coûts d'exploitation.

Validité de la théorie des investissements

On reproche souvent à l'analyse financière traditionnelle, ou théorie des investissements, de diminuer indûment, par le jeu de l'actualisation, la valeur des biens futurs qui, en foresterie, ne deviennent généralement disponibles que dans un avenir éloigné. Ainsi, de nombreux travaux sylvicoles échouent le test de rentabilité à un taux d'intérêt de 4 %.

Ce reproche peut être fondé jusqu'à un certain point, mais il ne remet pas vraiment en question la valeur même de l'analyse financière comme outil d'évaluation. C'est plutôt dans la façon d'utiliser et d'exploiter les résultats découlant d'une telle analyse qu'il faut chercher les correctifs qui s'imposent.

Comme premier correctif, la prise en considération de l'augmentation du diamètre des arbres et de son effet sur le prix de vente (prix dérivé) de tous les produits et sur les coûts d'exploitation est de toute première importance. L'introduction des données spatiales dans l'analyse, par le biais d'un compartimentage d'aménagement approprié, s'avère également essentielle.

Comme deuxième correctif, il faudrait peut-être retenir dans les évaluations tous les apports financiers (salaires, taxes et impôts, revenus indirects) qui découlent d'une activité sylvicole accrue plutôt que le seul accroissement du profit des entreprises.

Il importe de souligner à cet égard qu'un investissement qui s'avère non rentable financièrement pour l'entreprise exige, pour sa mise en route, une participation monétaire des gouvernements difficile à justifier en cette période de crise des finances publiques, même si l'investissement s'avère rentable pour la société. Il s'agit ici d'une question fort complexe qui passe nécessairement par l'assainissement des finances de l'État.

Comme troisième correctif, on pourrait considérer, comme faisant partie du territoire économique de production, des cellules à VAN négatives dont la valeur se situe, sur la base de considérations économiques et autres, en dessous d'une valeur minimale jugée acceptable par les entreprises et l'État. Ainsi, une stratégie d'aménagement, dont la VAN est négative sur une longue période, peut se justifier quand même pour des raisons extra-économiques, surtout si l'on tient compte de l'incertitude des valeurs financières que comporte l'évaluation dans un avenir éloigné.

Comme quatrième correctif, il importe de distinguer, comme on l'a fait dans l'évaluation d'un peuplement de feuillus dégradés, entre les résultats de la première révolution et ceux des révolutions subséquentes, les premiers correspondant au court terme, les deuxièmes au long terme. Le coût élevé de la remise en valeur d'un peuplement entraîne souvent une perte financière en première révolution qui vient masquer l'intérêt que présente une stratégie donnée sur une longue période. Par contre, l'évaluation séparée du court et du long terme permet de mieux orienter les décisions d'aménagement.

Enfin, comme dernier correctif, on peut retenir un critère de choix des stratégies : les valeurs relatives de rentabilité plutôt que les valeurs absolues, par exemple le gain de valeur actualisée nette grâce à l'aménagement intensif par dollar investi dans cet aménagement. Les cellules et les meilleures stratégies qui leur sont propres sont alors classées à partir de ce critère dans un ordre d'intérêt décroissant, les cellules étant ensuite choisies selon cet ordre jusqu'à l'épuisement d'un budget sylvicole maximal établi au départ.

Cette façon de procéder permet de répondre à la question du «comment dépenser les fonds mis à la disposition de la sylviculture» mais non à celle du «combien dépenser», qui relève avant tout du domaine politique. Le «combien dépenser» est une décision comportant plusieurs volets - l'économie n'étant pas nécessairement le plus important - qui échappe souvent à l'aménagiste forestier, son rôle se limitant surtout à bien investir les fonds mis à sa disposition par les bailleurs de fonds.

En conclusion, les méthodes et les critères de la théorie des investissements demeurent valables pour préparer les choix d'aménagement et peuvent être utilisés avec confiance dans la mesure où on saura bien interpréter et utiliser les résultats qui en découleront.

OFFRE DE BIOMASSE ET DE BOIS DE SCIAGE DE FEUILLUS DURS POUR L'AIRE COMMUNE 1202

La dernière étape de ce travail consiste à estimer les fonctions d'offre de biomasse récupérable et de bois commerciaux dans un territoire donné.

Le cas des peuplements mixtes et feuillus non dégradés de l'aire commune 1202 du Bas-Saint-Laurent a été retenu à titre d'exemple d'application de la démarche poursuivie. Les raisons qui militent en faveur du choix de ce territoire ont déjà été présentées en début de rapport. Certaines précisions additionnelles s'imposent cependant.

Les peuplements mixtes et feuillus non dégradés de cette aire commune contiennent un pourcentage fort élevé de bouleaux à papier, de bouleaux jaunes, d'érables à sucre et d'érables rouges, si bien que le bois de sciage de feuillus durs peut être considéré comme un produit de haute valeur devant retenir l'attention des forestiers dans l'évaluation de diverses stratégies d'aménagement.

La demande pour cette matière première provient de Félix Huard inc. à Luceville, au Québec. Ses besoins annuels en feuillus de qualité sciage s'estiment à 45 000 m³. L'offre de bois francs de qualité dans le territoire d'approvisionnement attribué à Félix Huard inc. est inférieure à la demande. Une partie du déséquilibre découle de la surexploitation des bois francs dans le passé et de l'état de dégradation de la forêt qui s'en est suivie. Ce déséquilibre provient également des stratégies d'aménagement qu'a retenues le MRN pour calculer la possibilité du territoire.

Ainsi, une forte proportion des peuplements mixtes et feuillus de l'aire commune 1202 est aménagée en fonction de la production de SEPM, (sapins, épinettes, pins gris, mélèzes) sur des révolutions de 50 à 55 ans. La récolte des peuplements à cet âge peut convenir aux résineux, mais ne convient nullement aux feuillus durs de qualité sciage, dont l'âge de maturité se situe entre 80 et 90 ans. À l'âge de 50 ans, les bois francs ont atteint un diamètre propre à la production de bois à pâte seulement.

Félix Huard inc. propose donc, pour ces peuplements voués actuellement à la production de SEPM, un aménagement mixte visant à la fois les résineux et les feuillus durs. La stratégie générale proposée consisterait à effectuer une éclaircie commerciale à l'âge de 50 ans, qui enlèverait environ 35 % du volume marchand, suivie d'une coupe totale vers l'âge de 85 ans. Cette éclaircie viserait en priorité la récolte du sapin et des feuillus de moindre qualité, laissant croître les épinettes et les feuillus de bonne qualité.

On examinera dans ce chapitre l'intérêt que pourrait présenter l'intégration de la récupération de la biomasse aux activités d'éclaircies et de coupes totales dans l'aire commune 1202.

On examinera également l'effet de synergie que cette récupération pourrait avoir sur l'offre de produits traditionnels et de biomasse énergétique.

Scénarios retenus

Afin d'atteindre l'objectif visé, on simulera successivement trois scénarios (ou stratégies) d'aménagement. Le scénario 0 retiendra le statu quo, soit l'aménagement des strates selon des révolutions de 50 ans; le scénario 1 retiendra la stratégie proposée par Félix Huard inc., soit une éclaircie commerciale à 50 ans et une coupe totale à 85 ans; le scénario 2 comprendra une éclaircie précommerciale effectuée à l'âge de 15 ans, suivie d'une éclaircie commerciale à 50 ans et d'une coupe totale à 85 ans.

Hypothèses de simulation

Les hypothèses générales posées en regard de ces trois scénarios se résument comme suit :

1. Effet multiplicateur de l'ÉC sur l'augmentation du diamètre des arbres : 1,5;
2. Effet multiplicateur de l'ÉPC sur les rendements à maturité : 1,2;
3. Rendements : simulés dans le module 1;
4. Prix dérivés du bois, fabrication en usine, $\$/m^3$: CT 41 \$; ÉC/CT 51 \$; ÉPC/ÉC/CT 53 \$;
5. Coût du bois, fabrication en usine, : CT 37 \$; ÉC/CT 35 \$; ÉPC/ÉC/CT 33 \$;
6. Prix dérivé des bois d'éclaircie : 37 $\$/m^3$;
7. Coûts sylvicoles : ÉPC 600 $\$/ha$; ÉC 1900 $\$/ha$;
8. Marge de profit de l'industriel du sciage relative à la récupération de la biomasse : inconnue à priori;
9. TMA/ m^3 (taux de récupération de la biomasse de 65 %) : SEPM 0,07; feuillus durs : 0,25;
10. Proportion sciage à maturité du peuplement : CT 25 %; ÉC/CT 35 %; ÉPC/ÉCCT 45 %;
11. Taux d'actualisation : 4 %
12. Horizon de planification : 120 ans;
13. Calcul de possibilité : selon la démarche du module 2.

Un exemple complet de simulation est présenté au tableau 8. En résumé, pour chacun des scénarios retenus, on détermine les quantités de bois de commerce et de biomasse disponibles pour

la récolte tout au long de l'horizon retenu, soit 120 ans. On estime également les revenus et dépenses qui découlent de l'exploitation des bois disponibles ainsi que les frais sylvicoles encourus. On génère alors, sur l'ensemble de l'horizon, un *échancier du cash flow* dont l'actualisation au taux de 4 % estimera la valeur actualisée nette (VAN) de chaque scénario. L'évaluation des quantités disponibles de bois de commerce et de biomasse en cours d'horizon permettra également de calculer leur possibilité.

Deux séries de simulations ont été exécutées; une première au cours de laquelle on n'a pas tenu compte de la biomasse récupérable et une deuxième où on a supposé que cette biomasse serait récoltée et utilisée.

Méthode de détermination des fonctions d'offre recherchées

La démarche retenue pour déterminer les fonctions d'offre recherchées, soit l'offre de bois de commerce et l'offre de biomasse, en fonction de la marge de profit propre à la récupération de la biomasse laissée à l'industriel du sciage, est présentée à l'aide de six graphiques (figures 3 à 7). Une telle présentation permet de suivre aisément cette démarche qui, doit-on le souligner, sort des sentiers battus. Les résultats de simulation sont présentés sous forme de résumés aux tableaux 9a à 9g.

Le lecteur est invité à lire le texte qui suit en se référant aux figures 3 à 7.

1. Valeur actualisée nette en fonction de la possibilité (figure 3)

La figure 3 montre la valeur actualisée nette en fonction de la possibilité de feuillus durs sciage de l'aire commune 1202 (peuplements mixtes et feuillus seulement). On y observe notamment que la possibilité se situe entre 9 842 m³/an (scénario 0, 50 ans, CT) et 19 950 m³/an (scénario 2 - ÉPC/ÉC/CT), et que la VAN varie entre 247 \$/ha (scénario 0) et 88 \$/ha (scénario 2).

On remarquera la baisse de valeur actualisée nette avec l'augmentation de la possibilité. Le scénario 0 (le statu quo) maximise la VAN, alors que le scénario 2 (le plus intensif) maximise la possibilité. Sur une base purement financière, l'entreprise devrait donc retenir le statu quo, tandis que, sur une base forestière, elle retiendrait le scénario 2. Cet exemple met en lumière la contradiction des conclusions auxquelles on arrive selon que l'on se place dans une réalité économique ou biophysique.

Tableau 8. Possibilité économique et analyse financière de l'aire commune (AC) 1202

Scénario	Groupe	Nom	Traitement	Année	Coût sylv. \$/ha	Ha disponibles	Proportion traitée	Ha traités	Coût sylv. act. \$	m ³ /ha-SEPM	m ³ /ha-BOER	m ³ SEPM	m ³ BOER	Biomasse TMA	Valeur bois \$/m ³	Coût \$/m ²	Profit bois \$/act.	Profit biomasse \$/act.	Valeur nette \$/act.
0	1	MR B 50	CT	1		6168	1,00	6168	0	41,8	49,9	257822	307783	94993	41	37	2175406	0	2175406
0	2	F B 50	CT	1		2032	1,00	2032	0	11,0	110,1	22352	223723	57495	41	37	946443	0	966443
0	3	MF D 50	CT	1		11166	1,00	11166	0	4,7	101,7	52480	1135582	287569	38	37	1142368	0	1142368
0	6	MR B 30	CT	25		960	1,00	960	0	41,8	49,9	40128	47904	14785	41	37	128648	0	132089
0	7	F B 30	CT	25		708	1,00	708	0	11,0	110,1	7788	77951	20033	41	37	128618	0	128648
0	8	MF 10	CT	45		674	1,00	674	0	4,7	101,7	3168	68546	17358	41	37	49109	0	49109
0	9	F 10	CT	45		1158	1,00	1158	0	11,0	110,1	20438	204566	52572	41	37	154081	0	15081
0	1	MR B 50	CT	55		6168	1,00	6168	0	41,8	49,9	40128	47904	14785	41	37	261662	0	261662
0	2	F B 50	CT	55		2032	1,00	2032	0	11,0	110,1	22352	223723	57495	41	37	113840	0	133840
0	3	MF D 50	CT	55		11166	1,00	11166	0	4,7	101,7	52480	1135582	287569	41	37	549264	0	549624
0	10	MF 0	CT	55		92	1,00	92	0	4,7	101,7	432	9336	2369	41	37	4529	0	4529
0	6	MR B 30	CT	80		960	1,00	960	0	41,8	49,9	40128	47904	13785	41	37	15277	0	15277
0	7	F B 30	CT	80		708	1,00	708	0	11,0	110,1	7788	77951	20033	41	37	14879	0	14879
0	8	MF 10	CT	100		674	1,00	674	0	4,7	101,7	3168	68546	17358	41	37	5680	0	5680
0	9	F 10	CT	100		1858	1,00	1858	0	11,0	110,1	20438	204566	52572	41	37	17820	0	17820
0	1	MR B 50	CT	110		6168	1,00	6168	0	41,8	49,9	257822	307783	94993	41	37	30263	0	30263
0	2	F B 50	CT	110		2032	1,00	2032	0	11,0	110,1	22352	223723	57495	41	37	13166	0	13166
0	3	MF D 50	CT	110		11166	1,00	11166	0	4,7	101,7	52480	1135582	287569	41	37	63567	0	63567
0	10	MF 0	CT	110		92	1,00	92	0	4,7	101,7	432	9356	2369	41	37	524	0	524
1	1	MR B 50	ÉC	1	1900	6168	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	37		0	0	0
1	2	F B 50	ÉC	1	1900	2032	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
1	3	MF D 50	CT	1		11166	,00	0	0	4,7	101,7	0	0	0	38	37	0	0	0
1	1	MR B 50	CT	20		6168	,00	0	0	15,1	72,1	0	0	0	51	35	0	0	0
1	2	F B 50	CT	20		2032	,00	0	0	15,9	169,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	6	MR B 30	ÉC	20	1900	960	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	37		0	0	0
1	7	F B 30	ÉC	20	1900	708	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
1	8	MF 10	ÉC	40	1900	674	,00	0	0	10,6	17,6	0	0	0	37		0	0	0
1	9	F 10	ÉC	40	1900	1858	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
1	3	MF D 50	ÉC	50	1900	11166	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37	35	0	0	0
1	10	F 0	ÉC	50	1900	92	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
1	6	MR B 30	CT	55		960	,00	0	0	15,1	72,1	0	0	0	51	35	0	0	0
1	7	F B 30	CT	55		708	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	1	MR B 30	ÉC	70	1900	6168	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	37		0	0	0
1	2	F B 50	ÉC	70	1900	2032	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
1	8	MF 10	CT	75		674	,00	0	0	19,1	127,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	9	F 10	CT	75		1858	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	3	MF D 50	CT	85		11166	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	10	F 0	CT	85		92	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	1	MR B 50	CT	100		6168	,00	0	0	15,1	72,1	0	0	0	51	35	0	0	0
1	2	F B 50	CT	100		2032	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	35	0	0	0
1	6	MR B 30	ÉC	105	1900	960	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	37		0	0	0
1	7	F B 30	ÉC	105	1900	708	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0

2	1	MR B 50	ÉC	1	1900	6168	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	37		0	0	0
2	2	F B 50	ÉC	1	1900	2032	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
2	3	MF D 50	CT	1		11166	,00	0	0	4,7	101,7	0	0	0	38	37	0	0	0
2	8	MF 10	ÉPC	5	600	674	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	9	F 10	ÉPC	5	600	1858	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	3	MF D 50	ÉPC	15	600	11166	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	10	F 0	ÉPC	15	600	92	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	1	MR B 50	CT	20		6168	,00	0	0	15,1	72,9	0	0	0	51	33	0	0	0
2	2	F B 50	CT	20		2032	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	33	0	0	0
2	6	MR B 30	ÉC	20	1900	960	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	37		0	0	0
2	7	F B 30	ÉC	20	1900	708	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	37		0	0	0
2	1	MR B 50	ÉPC	35	600	6168	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	2	F B 50	ÉPC	35	600	2032	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	6	MR B 30	CT	40		960	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	33	0	0	0
2	7	F B 30	CT	40		708	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	51	33	0	0	0
2	8	MF 10	ÉC	40	1900	674	,00	0	0	10,6	17,6	0	0	0	39		0	0	0
2	9	F 10	ÉC	40	1900	1858	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	39		0	0	0
2	3	MF D 50	ÉC	50	1900	11166	,00	0	0	10,6	26,4	0	0	0	39		0	0	0
2	10	F 0	ÉC	50	1900	92	,00	0	0	8,8	22,0	0	0	0	39		0	0	0
2	6	MR B 30	ÉPC	55	600	960	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	7	F B 30	ÉPC	55	600	708	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	8	MF 10	CT	60		674	,00	0	0	19,1	127,0	0	0	0	52	33	0	0	0
2	9	F 10	CT	60		1858	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	52	33	0	0	0
2	1	MR B 50	ÉC	70	1900	6168	,00	0	0	40,1	11,1	0	0	0	39		0	0	0
2	2	F B 50	ÉC	70	1900	2032	,00	0	0	10,1	26,4	0	0	0	39		0	0	0
2	3	MF D 50	CT	70		11166	,00	0	0	19,1	190,8	0	0	0	52	33	0	0	0
2	8	MF 10	ÉPC	75	600	674	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	9	F 10	ÉPC	75	600	1858	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	3	MF D 50	ÉPC	85	600	11166	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	10	F 0	CT	85		92	,00	0	0	15,9	159,0	0	0	0	52	33	0	0	0
2	6	MR B 30	ÉC	90	1900	960	,00	0	0	33,4	9,9	0	0	0	39		0	0	0
2	7	F B 30	ÉC	90	1900	708	,00	0	0	10,6	26,4	0	0	0	39		0	0	0
2	10	F 0	ÉPC	100	600	92	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	1	MR B 50	CT	105		6168	,00	0	0	18,1	86,5	0	0	0	53	33	0	0	0
2	2	F B 50	CT	105		2032	,00	0	0	19,1	190,8	0	0	0	53	33	0	0	0
2	8	MF 10	ÉC	110	1900	674	,00	0	0	12,7	31,7	0	0	0	39		0	0	0
2	9	F 10	ÉC	110	1900	1858	,00	0	0	10,6	26,4	0	0	0	39		0	0	0
2	1	MR B 50	ÉPC	120	600	6168	,00	0	0			0	0	0			0	0	0
2	2	F B 50	ÉPC	120	600	2032	,00	0	0			0	0	0			0	0	0

Note :

UG	AC	Hectares	Scénario	Biom., \$/TMA	TMA/m ² , SEP/M	TMA/m ² , BOER	VAN, \$	VAN, \$/ha	Pees, BOER, m ² /an	Proportion sciage	BOER sciage, AAM sciage m ² /an	TMA/an	\$/an sylvic	Profit brut, \$	Coût sylvic.	
12	1202	23568	0	0,00	0,07	0,25	5818974	247	39369	0,25	9842	0,42	10394	0	5818974	0

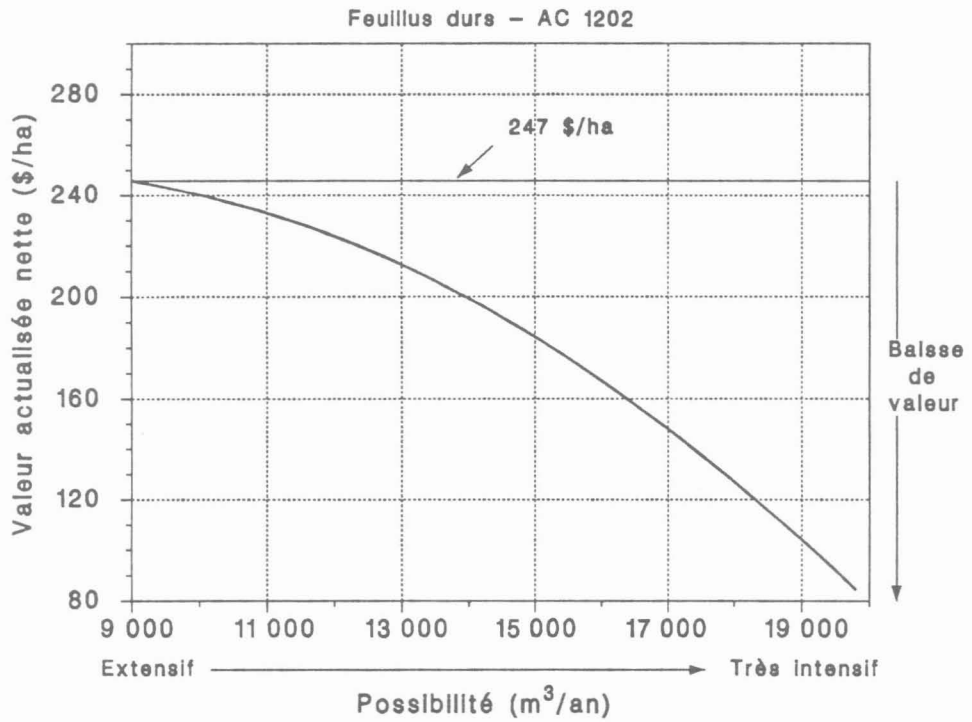


Figure 3. Valeur actualisée nette (VAN) en fonction de la possibilité.

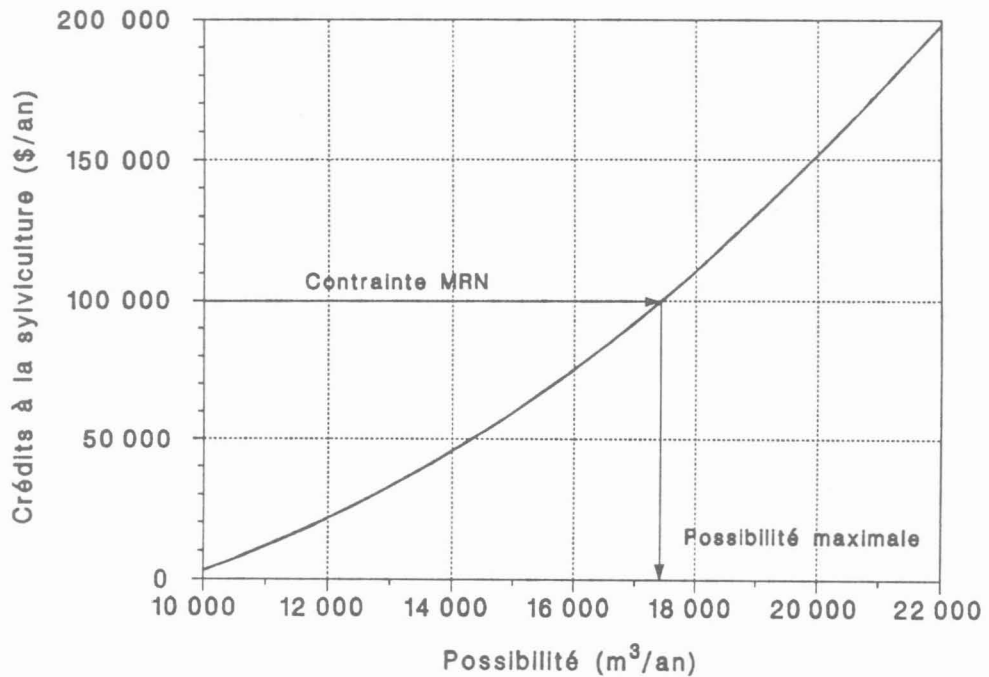


Figure 4. Crédits sylvicoles requis et disponibles.

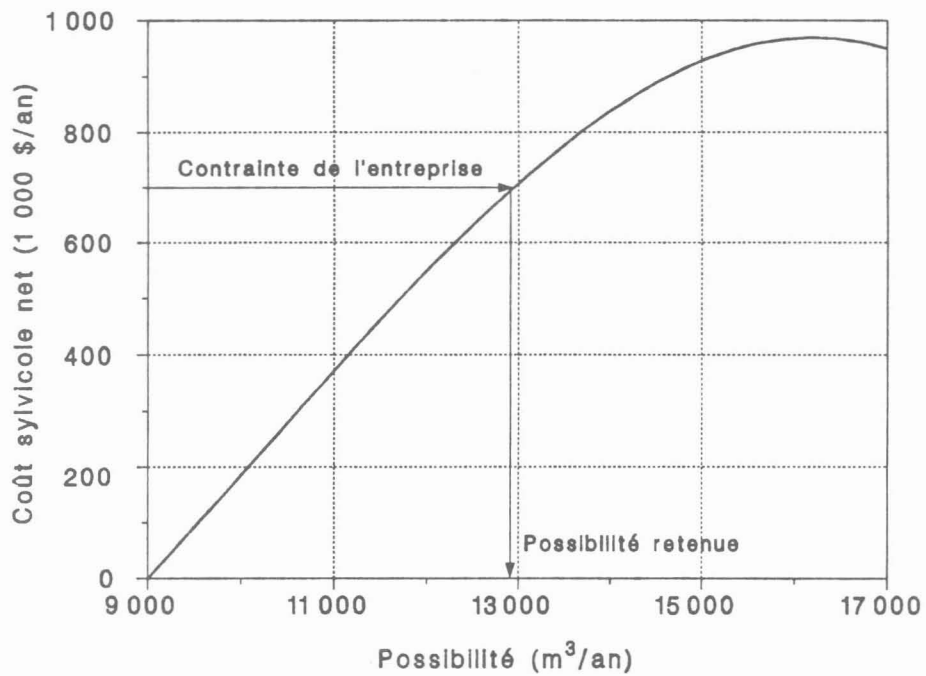


Figure 5. Fonction d'offre de BOER - sciage.

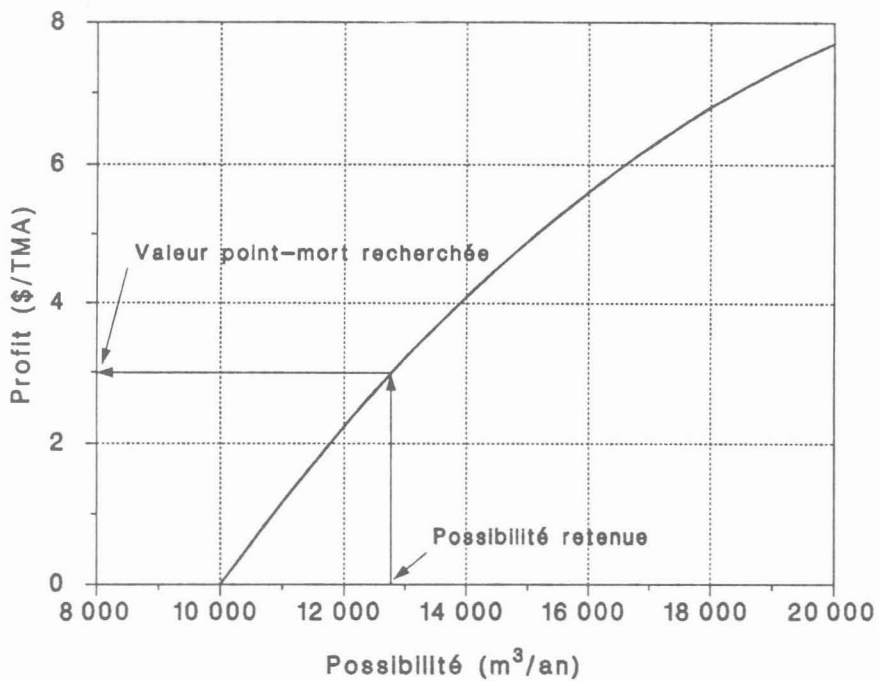


Figure 6. Offre de BOER - sciage par rapport à la marge de profit.

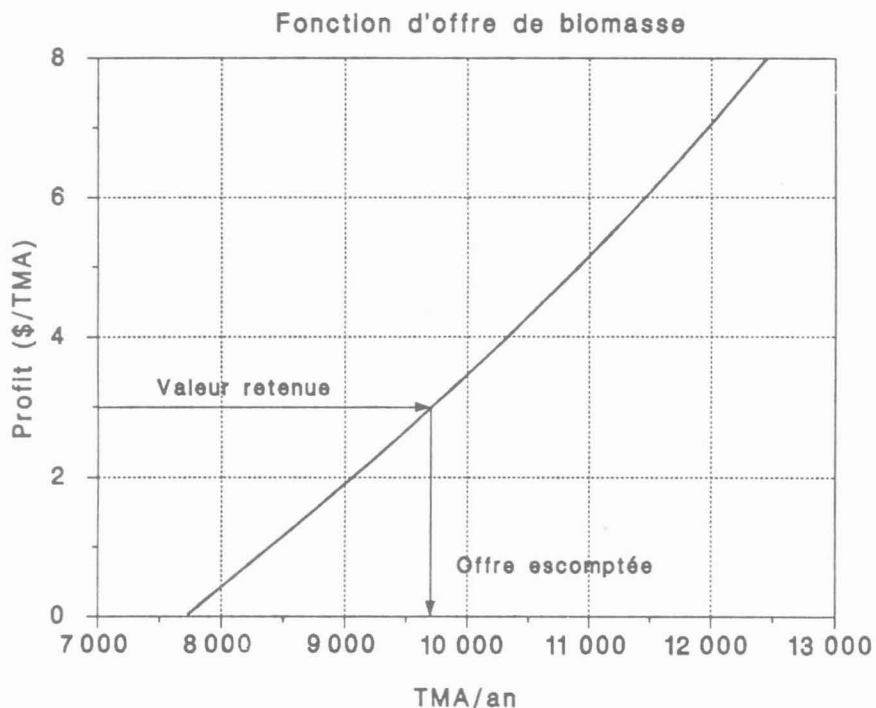


Figure 7. Offre de biomasse.

2. Crédits sylvicoles requis et disponibles (figure 4)

Afin d'encourager l'exécution de travaux sylvicoles et l'accroissement de la possibilité, le MRN subventionne la sylviculture sous forme de crédits aux droits de coupe. On peut se poser alors la question suivante : quels crédits devrait-il accorder pour inciter l'entreprise à investir dans le traitement de ses divers peuplements?

On a supposé que l'entreprise serait disposée à injecter des fonds dans la sylviculture si la VAN du meilleur scénario (247 \$/ha pour le scénario 0) n'était pas affectée par de tels investissements. On a donc estimé, en fonction de la possibilité recherchée, les crédits annuels devant lui être accordés pour atteindre cet objectif.

Le scénario 2, auquel correspond une possibilité maximale d'environ 20 000 m³/an, exigerait de la part du MRN des crédits annuels de 150 000 \$ à l'entreprise pour obtenir une VAN de 247 \$/ha.

Il se peut toutefois que l'État impose des restrictions lors de l'attribution de ces crédits. Si le montant maximal pouvant être accordé à l'entreprise sous forme de crédits à la sylviculture est de 100 000 \$, la *possibilité maximale* de l'unité d'aménagement correspondra alors à 17 500 m³ / an.

3. Fonction d'offre de BOER, sciage (figure 5)

Les crédits sylvicoles permettant d'atteindre une VAN de 247 \$/ha ne couvrent qu'une partie des coûts réels de l'entreprise en sylviculture. Ainsi, pour le scénario 2, le coût total des traitements sylvicoles est estimé à 982 895 \$/an. Si on désire obtenir une VAN de 247 \$/ha pour ce scénario, l'État devra accorder des crédits annuels de 150 041 \$, ce qui laisse à l'entreprise un investissement annuel de 832 854 \$.

On peut déterminer, à l'aide des résultats de simulation, une fonction d'offre de BOER (bouleaux-érables) sciage reliant la possibilité du produit recherché aux coûts sylvicoles nets (après soustraction des crédits) de l'entreprise. On constatera en regardant la figure 5 que le coût sylvicole annuel de l'entreprise sera alors d'environ 900 000 \$/an si celle-ci désire atteindre la possibilité maximale précédemment estimée à 17 500 m³/an.

4. Crédits sylvicoles utilisés

À l'instar du MRN, l'entreprise pourra avoir certaines restrictions sur l'utilisation des fonds en sylviculture. Même si, avec les crédits mis à sa disposition, la sylviculture s'avère rentable au taux de 4 %, l'entreprise peut ne pas avoir assez de ressources financières pour ces investissements. Si ses ressources maximales sont de 700 000 \$/an, la possibilité qui correspond à ce montant, la *possibilité retenue* sous contraintes financières, sera alors d'environ 12 800 m³/an (figure 5).

L'entreprise utilisera alors 30 % des crédits sylvicoles injectés par le MRN, soit environ 30 000 \$/an.

5. Offre de BOER sciage en fonction de la valeur de la biomasse (figure 6)

Pour de nombreuses raisons, les subventions (un crédit est une subvention) ont de plus en plus mauvaise presse dans notre société : lourds déficits des administrations publiques, règles de libre-échange de plus en plus contraignantes, etc.

On peut croire que les investissements publics dans la mise en valeur des ressources forestières n'iront pas en augmentant avec le temps; ils auront probablement tendance à décroître. Pourtant, s'il existe un domaine qui requiert des investissements massifs afin que la société dans son ensemble puisse en retirer, à court et à long terme, les avantages escomptés, c'est bien l'aménagement forestier. Que faire alors face à une telle situation?

Comme on l'a vu au chapitre précédent, la biomasse énergétique peut fournir un élément de solution, en se substituant, en tout ou en partie, au système actuel de subventions. Tout dépend bien sûr de la marge de profit que réalisera l'industriel du sciage à la suite de la récupération de la biomasse disponible. S'il est démontré que ce profit s'avère positif, il pourra alors être investi en sylviculture et accroître de ce fait, *sans subvention ou avec subvention réduite*, l'offre de bois de commerce, tout en assurant une utilisation bienfaisante et profitable d'une matière première qui actuellement se perd.

En somme, le profit de l'exploitant de biomasse servirait à alimenter un fonds sylvicole.

Examinons de plus près cette question.

On a estimé en \$/TMA, pour chacune des simulations, la marge de profit que devrait laisser cette biomasse pour remplacer le montant des crédits accordés par le MRN en vue de permettre à l'entreprise d'atteindre la VAN de la meilleure stratégie d'aménagement simulée (le scénario 0), soit 247 \$/ha.

Pour ce faire, on a d'abord déterminé, par scénario, la quantité annuelle de biomasse récupérable propre à l'exploitation de la possibilité de BOER et divisé ensuite le montant des crédits annuels par cette quantité. La valeur ainsi obtenue correspond alors à la *marge de profit point-mort* de la biomasse récupérée. En dessous de cette marge, l'entreprise réalise une VAN inférieure à 247 \$/ha, au-dessus de celle-ci, la VAN obtenue est supérieur à 247 \$/ha.

La figure 6 intitulée *Offre de BOER sciage par rapport à la marge de profit point-mort de la biomasse* montre que, pour la possibilité retenue par l'entreprise de 12 800 m³/an, cette marge devra atteindre 3 \$/TMA afin de remplacer les crédits accordés. Toute marge de profit de la biomasse supérieure à 3 \$/TMA permettra d'accroître la possibilité du BOER sciage au-delà de 12 800 m³/an, à la condition toutefois que les *profits réalisés soient investis en sylviculture* et que l'entreprise réussisse à éliminer ses contraintes financières.

Soulignons ici que l'application du scénario 0, combinée à une récupération de la biomasse dont la marge de profit est de 3 \$/TMA, donne un VAN supérieur à 247 \$/ha. Sur le plan strictement

financier, il serait donc souhaitable pour l'entreprise de ne pas investir en sylviculture les profits générés par la récupération de la biomasse.

L'obligation qu'on lui impose d'investir s'appuie simplement sur le raisonnement suivant : l'entreprise ne perd rien financièrement par rapport à la mise en oeuvre de la meilleure stratégie d'aménagement sans récupération de la biomasse. Elle profite de cette opération puisque sa possibilité s'en trouve ainsi augmentée; le financement de la sylviculture est assuré par l'exploitation d'une matière première qui actuellement se perd. L'État profite également de l'opération puisqu'elle permet d'éliminer les subventions qu'il doit autrement accorder; l'utilisation de la biomasse forestière inutilisée pour la production d'énergie (ou autres biens) ne peut qu'être avantageuse pour la société dans son ensemble. Enfin, des investissements de ce genre profiteront aux générations futures puisqu'on leur transmettra une forêt en meilleur état.

À notre avis, cette approche face à l'exploitation de la biomasse intégrée à celle des produits traditionnels semble raisonnable et ouvre des voies nouvelles d'aménagement forestier, pouvant aider à poursuivre, à l'intérieur des contraintes financières grandissantes de l'État en matière d'investissements sylvicoles, le double objectif de la foresterie : concilier les objectifs financiers à court terme de l'entreprise et les objectifs à long terme et plus altruistes de la société.

Pour que l'étude soit complète, il faudrait maintenant déterminer quelle marge de profit peut raisonnablement laisser un projet concret de consommation de biomasse énergétique à l'exploitant des produits forestiers. Selon les conditions d'exploitation et la marge accordée au producteur de biomasse, le prix équivalent pétrole fabriqué en usine d'énergie de la biomasse forestière pourrait ne pas être supérieur au prix actuel du pétrole. Seule une étude ponctuelle de faisabilité permettrait de répondre à ces questions.

6. Offre de biomasse (figure 7)

La figure 7 présente la fonction d'offre de biomasse, soit la relation entre la marge de profit du producteur de biomasse et la quantité de biomasse produite annuellement, celle-ci variant selon l'offre de BOER sciage estimée ci-dessus.

On observera que pour la valeur retenue de 3 \$/TMA, l'offre de biomasse est estimée à 9 800 tonnes métriques anhydres par année pour une possibilité de 12 800 m³/an de bois de sciage feuillus, ce qui représente un facteur de 0,77 TMA / m³ de bois de sciage. Si on tient compte de l'ensemble des produits annuellement récoltés (bois à pâte feuillus, SEPM), le facteur biomasse se chiffre à 0,21 TMA par m³.

Tableau 9a. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 1

Unité de gestion	12
Aire commune	1202
Hectares	23568
Scénario	0
Biomasse, \$/TMA	
TMA/m ³ , SEPM	0,00
TMA/m ³ , BOER	0,00
VAN, \$	5 818 974
VAN, \$/ha	247
Poss, BOER, m ³ /an	39 369
Proportion sciage	0,25
BOER sciage, m³/an	9 842
AAM sciage	0,42
TMA/an	0
Coût sylvicole entreprise, \$/an	0
Subvention, \$/an	0
Coût sylvicole total	0

Tableau 9b. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 2

Unité de gestion	12
Aire commune	1 202
Hectares	23 568
Scénario	1
Biomasse, \$/TMA	
TMA/m ³ , SEPM	0,00
TMA/m ³ , BOER	0,00
VAN, \$	5 078 235
VAN, \$/ha	215
Poss, BOER, m ³ /an	36 104
Proportion sciage	0,35
BOER sciage, m³/an	12 636
AAM sciage	0,54
TMA/an	0
Coût sylvicole entreprise, \$/an	859 647
Subvention, \$/an	0
Coût sylvicole total	859 647

Tableau 9c. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 3

Unité de gestion	12
Aire commune	1202
Hectares	23568
Scénario	0
Biomasse, \$/TMA	
TMA/m ³ , SEPM	0,00
TMA/m ³ , BOER	0,00
VAN, \$	5 813 459
VAN, \$/ha	247
Poss, BOER, m ³ /an	36 104
Proportion sciage	0,25
BOER sciage, m³/an	12 636
AAM sciage	0,54
TMA/an	0
Coût sylvicole entreprise, \$/an	830 238
Subvention, \$/an	29 409
Coût sylvicole total	859 647

Tableau 9d. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 4

Unité de gestion	12
Aire commune	1202
Hectares	23 568
Scénario	2
Biomasse, \$/TMA	0,00
TMA/m ³ , SEPM	0,00
TMA/m ³ , BOER	0,00
VAN, \$	2 081 661
VAN, \$/ha	88
Poss, BOER, m ³ /an	44 334
Proportion sciage	0,45
BOER sciage, m³/an	19 950
AAM sciage	0,85
TMA/an	0
Coût sylvicole entreprise, \$/an	1 132 936
Subvention, \$/an	0
Coût sylvicole total	1 132 936

Tableau 9e. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 5

Unité de gestion	12
Aire commune	1202
Hectares	23 568
Scénario	2
Biomasse, \$/TMA	0,00
TMA/m ³ , SEPM	0,00
TMA/m ³ , BOER	0,00
VAN, \$	5 832 690
VAN, \$/ha	247
Poss, BOER, m ³ /an	44 334
Proportion sciage	0,45
BOER sciage, m³/an	19 950
AAM sciage	0,85
TMA/an	0
Coût sylvicole entreprise, \$/an	982 895
Subvention, \$/an	150 041
Coût sylvicole total	1 132 936

Tableau 9f. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 6

Unité de gestion	12
Aire commune	1202
Hectares	23 568
Scénario	1
Biomasse, \$/TMA	3,00
TMA/m ³ , SEPM	0,07
TMA/m ³ , BOER	0,25
VAN, \$	5 831 459
VAN, \$/ha	247
Poss, BOER, m ³ /an	36 104
Proportion sciage	0,35
BOER sciage, m³/an	12 636
AAM sciage	0,54
TMA/an	9 796
Coût sylvicole entreprise, \$/an	859 647
Subvention, \$/an	0
Coût sylvicole total	859 647

Tableau 9g. Résumé de simulation, possibilité économique et analyse financière - simulation 7

Unité de gestion	12
Aire commune	1202
Hectares	23 568
Scénario	2
Biomasse, \$/TMA	12,52
TMA/m ³ , SEPM	0,07
TMA/m ³ , BOER	0,25
VAN, \$	5 832 690
VAN, \$/ha	247
Poss, BOER, m ³ /an	44 334
Proportion sciage	0,45
BOER sciage, m³/an	19 950
AAM sciage	0,85
TMA/an	11 983
Coût sylvicole entreprise, \$/an	1 132 936
Subvention, \$/an	0
Coût sylvicole total	1 132 936

Conclusion générale

Ces résultats et conclusions dépendent beaucoup des hypothèses posées au départ. Il faut donc les recevoir avec réserve et voir en eux beaucoup plus une tendance générale et un exemple d'application de la méthode ici retenue que des valeurs sur lesquelles on peut vraiment se fier. Seule l'étude d'un projet concret permettrait d'obtenir des résultats plus certains.

Il semblerait toutefois, qu'au-delà des incertitudes que contient ce travail, la récupération de la biomasse intégrée à la production de produits forestiers traditionnels présente un intérêt certain à plusieurs points de vue que la présente étude s'est efforcée de faire ressortir.

Il nous apparaîtrait donc opportun de pousser un peu plus loin le présent travail, particulièrement en ce qui concerne la détermination de la marge de profit réelle que peut générer la récupération de la biomasse, par le biais d'une étude de *pré-faisabilité* ponctuelle, conduite selon les objectifs et la démarche générale retenue dans ce travail.

ANNEXE 1

Écueils de l'aménagement forestier

Le présent travail sur la récupération de la biomasse forestière s'inscrit dans le cadre de la préparation d'un plan général d'aménagement forestier (PGAF) d'un territoire donné. Il a été exécuté selon une méthode, des objectifs et des critères qui s'éloignent parfois considérablement des règles de l'art qui président généralement à la confection d'un plan de ce genre.

Cette différence d'approche ne dépend aucunement du sujet traité. Elle correspond en fait aux modifications qui, selon nous, devraient être apportées à l'information, aux méthodes, aux objectifs et aux critères actuellement retenus pour préparer les décisions d'aménagement. La préparation de ces décisions comporte de nombreux écueils qui entraînent des mauvais choix pour les entreprises forestières et la collectivité.

Il nous semble utile de faire ressortir ici brièvement les principales faiblesses qui caractérisent la préparation des décisions propres à l'aménagement forestier et d'esquisser ensuite les solutions qui semblent devoir s'imposer. Ces solutions forment la base même du présent travail.

Objet de l'aménagement forestier et cadre du présent travail

L'aménagement forestier d'un territoire donné a pour objet l'*optimisation* de l'utilisation de *toutes* les ressources de ce territoire en fonction des meilleurs intérêts des *entreprises* et de la *société*.

Soulignons que le présent travail ne considère que la production de matière ligneuse et s'efforce de rendre optimales les décisions seulement en ce qui a trait à l'entreprise privée. En dépit de ce cadre restreint d'analyse qu'imposent les limites de l'étude, celle-ci contient néanmoins une méthode qui pourrait facilement s'adapter à l'ensemble des ressources du milieu forestier et des avantages nets qu'en retire la société en général.

Dans cette étude, l'optimisation porte principalement sur les variables de décision liées aux biens à produire, aux traitements sylvicoles à appliquer, aux méthodes de coupe à utiliser et aux quantités de bois à récolter, qu'il s'agisse de produits traditionnels ou de biomasse énergétique.

Dimensions de l'aménagement forestier

L'aménagement forestier comprend essentiellement quatre dimensions fondamentales, soit :

- les ressources;
- l'économie;
- l'espace;
- le temps.

On doit reconnaître que l'aménagement à des fins de production de biens de consommation est une *activité essentiellement économique*. Ignorer cette évidence, comme on le fait actuellement, ne peut dès lors que conduire à de mauvaises décisions. En effet, l'optimisation des variables d'une réalité économique exige que soient retenus des objectifs et des critères de nature *économique*. Préparer les décisions en se basant uniquement sur des objectifs et des critères *biophysiques* constitue la raison principale des nombreuses aberrations qui caractérisent l'aménagement actuel.

La prise en considération de la dimension économique suppose l'introduction de deux autres variables fondamentales de l'aménagement forestier mais qui sont ignorées des aménagistes, *l'espace et le temps*.

L'activité forestière se déroule toujours sur de vastes espaces. L'information spatiale qui s'y rattache doit nécessairement être introduite dans les décisions à prendre, car elle peut les influencer grandement. On conçoit facilement qu'il sera plus attrayant d'aménager intensivement un peuplement forestier situé près du centre de consommation de biens forestiers qu'un peuplement qui s'en trouve éloigné.

L'activité forestière se déroule toujours sur de longs horizons (100 ans ou plus). À l'instar de l'information spatiale, l'information temporelle affecte aussi considérablement les décisions à prendre et doit donc être correctement évaluée. Tous comprendront qu'un bien offert dans un an a plus de valeur aujourd'hui que le même bien disponible dans cinquante ans. On accordera donc priorités aux interventions dont les valeurs aujourd'hui sont les plus élevées.

Le prix de l'attente avant qu'un bien soit offert s'estime par l'actualisation des valeurs futures, actualisation qui se fait selon les méthodes que propose la *Théorie des investissements*.

Cellule territoriale

Comment peut-on introduire l'information spatiale dans la préparation d'un plan d'aménagement forestier?

Sachons d'abord qu'un territoire forestier peut se subdiviser en *strates* forestières et en *parcelles* d'aménagement.

Une strate est formée d'un ensemble de peuplements de même caractéristiques quant à leur composition arborescente, leur âge, leur hauteur, leur densité et leur site.

Une parcelle d'aménagement est une partie de territoire ayant des traits particuliers qui varient selon les potentiels de production qu'on y observe et les objectifs d'aménagement que l'on recherche, les contraintes qu'impose l'aménagement polyvalent des ressources du milieu à l'exploitation forestière, de la nature et les origines de la demande en biens divers, la proximité et la disponibilité de la main-d'oeuvre, le coût de construction et d'entretien du réseau routier, la densité de ce réseau, la dispersion des peuplements, les difficultés de terrains, les droits de coupe. Une parcelle contient presque toujours plusieurs strates et aura généralement une surface de 500/ha ou plus.

La confection du parcellaire d'aménagement constitue une étape très importante dans la confection du PGAF, *étape qui nous apparaît fort négligée* à l'heure actuelle. Il s'agit de *l'ossature* même de ce plan, qui permettra entre autres de finaliser le choix de la stratégie d'aménagement devant être appliquée à chacune des cellules du territoire.

Par définition, une strate donnée se trouvant dans une parcelle donnée constitue ce qu'on appelle la *cellule territoriale*. La cellule représente donc une strate localisée dans l'espace par la parcelle. *Elle contient implicitement toute l'information spatiale propre à cette parcelle en plus de celle qui est contenue dans la strate elle-même.*

La cellule forme donc le coeur de l'aménagement forestier. La préparation et l'optimisation des décisions d'aménagement doivent passer nécessairement par l'analyse forestière et économique poussée de chacune des cellules du territoire à l'étude si l'on veut réaliser un bon plan d'aménagement.

Stratégies d'aménagement

Comment prépare-t-on les décisions d'aménagement dans une cellule donnée?

Elles se préparent à *trois niveaux d'analyse*, celui de la strate, celui de la cellule et celui de l'unité d'aménagement.

Niveau de la strate

Il faut en premier lieu prévoir et décrire les stratégies d'aménagement présentant un certain intérêt pour chacune des strates de l'unité.

Dans le présent travail, une stratégie d'aménagement est définie comme une séquence de traitements sylvicoles et de coupes dans une *strate* donnée. Basée sur la table de peuplement de la strate à l'étude, la stratégie décrit les traitements envisagés, l'âge d'application de ces traitements, leur coût et les quantités de bois pouvant être exploitées par produit, le cas échéant. Parmi ces produits se trouve bien sûr la biomasse récupérable.

Chacune des stratégies retenues doit ensuite être soumise à une analyse forestière et économique rigoureuse, en vue 1) de générer des données de production qui seront par la suite utilisées au niveau de l'unité d'aménagement pour évaluer les quantités annuellement disponibles en produits divers et 2) d'en maximiser les principales variables de décision, comme le choix des traitements sylvicoles, des systèmes d'exploitation, des produits et des révolutions financières.

Une telle analyse suppose que l'on tienne compte des valeurs économiques propres à la strate, notamment la valeur au marché des divers produits et leur coût d'exploitation.

Niveaux de la cellule et de l'unité d'aménagement

Le choix final de la stratégie la plus intéressante ne se fera toutefois pas au niveau de la strate mais bien à celui de chacune des cellules territoriales, car ce choix dépend, comme on l'a vu précédemment, d'éléments qui sont définis dans la *parcelle* d'aménagement et de contraintes, comme le budget sylvicole, la rareté de la main-d'oeuvre, la disponibilité d'infrastructures et d'équipements, que l'on trouve au niveau de *l'unité*. Ce choix est fixé à l'aide d'un ensemble de techniques économiques d'optimisation sous contrainte, telles que l'analyse additionnelle et la programmation linéaire.

Objectifs et critères de décision en aménagement forestier

Pour bien préparer les décisions, il est impératif de définir des objectifs et des critères appropriés aux décisions à prendre.

On peut, à l'égard de l'aménagement forestier, s'appuyer sur deux ensembles différents d'objectifs et de critères, selon que l'on se place dans l'hypothèse d'une réalité physique ou économique. Il est malheureux que l'aménagiste forestier retienne l'hypothèse d'une réalité physique alors que la grande majorité des décisions qu'il aura à prendre sera de nature économique. Il en découle des décisions d'aménagement contraires aux objectifs visés par les entreprises et la collectivité.

Voyons les faits :

Quelle que soit l'hypothèse posée (réalité physique ou économique), les décisions à prendre se présentent à trois niveaux comme on l'a vu précédemment : la strate, la cellule et l'unité d'aménagement.

a) Objectifs et critères au niveau de la strate

Pour ce qui est de la strate, l'aménagiste retient comme objectif la maximisation de la production de matière ligneuse par unité de temps. Son critère de décision est l'**accroissement annuel moyen** (AAM) et l'âge de révolution de la strate correspondra à celui qui maximisera l'AAM. Dans l'établissement de ses priorités de récolte lors du calcul de la possibilité, il coupera en premier lieu les strates dont l'AAM diminue le plus rapidement et se conformera ainsi à son objectif de maximiser la production par unité de temps.

À première vue, cet objectif et ce critère peuvent sembler valables. Cependant, pour en déterminer la validité, il importe de se rapporter à l'objectif principal de l'entreprise, maximiser son profit, ou encore à l'objectif de la société, maximiser la valeur ajoutée nette injectée dans l'économie par l'activité forestière. Or, dans la majorité des cas, la maximisation de l'AAM est contraire à ces deux objectifs.

Examinons le cas de l'entreprise.

Quand l'aménagiste calcule l'AAM d'une strate, il retient un groupe d'essences qu'il juge «prioritaire» et ignore la nature des produits qui pourra être tirée de ces essences (bois à pâte et de

sciage). Ce faisant, il raccourcit les âges de révolution et augmente la possibilité - ce qu'il cherche à faire, mais se trouve en même temps à produire des bois de petite taille qui conviennent peu à l'industrie du sciage et qui, pour l'industrie forestière dans son ensemble, coûteront cher à exploiter.

Implicitement, il rejette, lors de la détermination de l'âge de révolution de la strate, les essences «compagnes» dont la présence s'avère parfois importante pour l'industrie, surtout en forêt mélangée et feuillue. De plus, il ignore une réalité propre aux strates du territoire, à savoir que les diamètres croissent avec le temps, que souvent la valeur au marché des bois augmente avec cet accroissement et que leur coût d'exploitation diminue.

Par conséquent, en raison de l'objectif et du critère retenus au départ, l'aménagiste forestier favorise *a priori* la production de *petits bois* qui, compte tenu de l'importance de l'industrie des bois résineux dans l'Est canadien, s'avère être la plupart du temps du sapin, de l'épinette, du pin gris et du mélèze (appelé SEPM au Québec).

La décision de produire majoritairement des petits bois résineux (l'est du Canada est avant tout un producteur de «pitoune»), même dans des peuplements à vocation mixte évidente, est essentiellement de nature économique. Il s'agit d'une décision que l'aménagiste a prise *a priori* sans aucune évaluation sérieuse.

Elle a pourtant des conséquences importantes sur l'avenir même de la structure industrielle qui utilise les ressources forestières; elle entraîne aussi des conséquences parfois désastreuses sur l'aménagement des autres ressources de la forêt, sur les coûts du bois et la valeur des produits, sur les coûts d'aménagement et sur les équilibres écologiques.

Elle peut accroître les risques d'épidémies et d'incendies de forêt qui découlent de toute monoculture; elle peut également augmenter les risques de pollution que comporte l'utilisation d'insecticides en vue de contrôler la concurrence de la végétation dite «nuisible» et des essences jugées «indésirables».

De toute évidence, et on peut facilement le démontrer, l'optimisation de l'AAM est non conforme aux meilleurs intérêts des entreprises et de la société; cela va même à l'encontre d'une saine exploitation des forêts. Il importe grandement de lui substituer un autre critère de décision, qui tienne compte de la valeur de *tous les produits qu'offre la nature et de tous les avantages nets que les entreprises et la société pourraient en retirer.*

Ce critère s'appelle la *valeur actualisée des avantages économiques nets* que pourra générer à différents âges la strate sous aménagement. *L'objectif recherché est l'optimisation de cette valeur.*

On a vu précédemment, la façon de l'estimer dans des cas bien concrets ainsi que les outils nécessaires pour en faire une bonne évaluation.

b) Objectifs et critères au niveau de la cellule

Pour l'aménagiste forestier, la strate forestière est synonyme de cellule. En effet, l'aménagiste suppose qu'il n'existe qu'une seule parcelle dans le territoire, soit l'unité d'aménagement dans son ensemble, chaque strate dans cette unité étant de ce fait l'équivalent d'une cellule territoriale. L'information spatiale qui caractérise chacune des parcelles de l'unité n'entre pas explicitement en ligne de compte, ce qui nous apparaît être une déficience importante du processus actuel de confection d'un PGAF. En effet, l'espace comprend un ensemble de variables importantes, comme les distances de transport, les difficultés de terrain et les contraintes opérationnelles de toute nature pouvant avoir une influence déterminante sur les choix d'aménagement.

c) Objectifs et critères au niveau de l'unité d'aménagement

Afin de décider quel traitement appliquer à une unité d'aménagement donnée, l'aménagiste forestier du ministère responsable de cette décision (au Québec, le MRN) retiendra le critère de l'*effet de possibilité* (Allowable Cut Effect ou ACE en anglais).

Si l'aménagiste estime que le traitement en question aura pour effet d'accroître immédiatement la possibilité de l'unité (effet de possibilité), il en recommandera alors l'application, même si la valeur économique réelle de ce traitement s'avère *négative*. Dans le cas contraire, il en refusera l'application, que le traitement accroisse ou non les revenus nets de l'entreprise ou de la société.

En réalité, cette notion de valeur ne fait aucunement partie des préoccupations de l'aménagiste, car le critère de l'effet de possibilité est de nature strictement biophysique et, de ce fait, ne tient pas compte des éléments financiers ou économiques de la décision qui sont pourtant de nature essentiellement économique.

Un rappel de la notion de possibilité s'impose avant d'aller plus loin.

La possibilité d'un territoire représente la quantité de bois qui peut être exploitée annuellement sur une base soutenue au cours de l'horizon de planification retenu, qui est généralement de 120 ans. Le forestier parle alors de *rendement soutenu*, alors qu'à notre avis, il devrait plutôt parler, pour être

conforme aux objectifs recherchés par l'entreprise et la société, de *valeurs soutenues*, ce qui est bien différent.

Première observation : la possibilité se calcule toujours, comme dans le cas de l'AAM, en fonction des essences jugées prioritaires et selon les âges de maturité qui maximisent cet AAM, conformément à l'objectif implicitement retenu par l'aménagiste qui est d'atteindre une possibilité maximale pour les essences choisies. La possibilité ainsi abordée se traduira la plupart du temps par la production de petits bois, à peine rentables pour l'industrie, en particulier pour celle du sciage. On retrouve donc, dans le calcul de la possibilité, toutes les lacunes déjà soulignées dans le cas de l'AAM.

Lorsqu'on introduit dans les calculs un volume annuel de coupe supérieur à la possibilité, il se produit à un moment donné de l'horizon ce qu'on appelle une *rupture de stock*, le stock mûr ou mûrissant en cours de route étant insuffisant pour soutenir le volume simulé. Après cette période de rupture, la possibilité aura souvent tendance à croître, mais ce fait est généralement ignoré de l'aménagiste.

Cette notion de rupture est à la base même de l'effet de possibilité.

Mais, qu'entend-on au juste par effet de possibilité? Il s'agit tout simplement de l'accroissement immédiat de la possibilité forestière, calculée jusqu'à l'arrivée de la première rupture de stock, qui résulte de l'application d'un certain nombre de traitements sylvicoles.

À noter que l'application de traitements sylvicoles montre toujours quelque part dans l'horizon un effet de possibilité positif. Toutefois, aux yeux de l'aménagiste, seul compte l'effet qui se produit avant la première rupture de stock.

L'effet de possibilité constitue la trouvaille des forestiers pour rentabiliser des travaux que l'analyse économique jugeait non rentables. Les économistes affirment que planter des arbres aujourd'hui et les récolter dans cinquante ans n'est pas rentable pour l'entreprise à cause des coûts à l'hectare très élevés des plantations et du fort prix à payer pour en retirer des bénéfices (le prix d'attente). À un taux de 4 % sans inflation, la plupart des travaux sylvicoles échouent le test de rentabilité dans l'entreprise privée, ce qui explique d'ailleurs qu'ils soient tous subventionnés.

À cette absence de rentabilité, les forestiers répondent que les bénéfices du reboisement (ou autres travaux sylvicoles) ne se produisent pas dans un avenir éloigné, mais bien immédiatement comme le démontre l'effet de possibilité. Ce qui n'était pas rentable pour les uns l'est donc devenu pour les autres. Qui a raison?

Il est facile de démontrer que l'effet de possibilité est un aussi mauvais critère de décision que l'AAM puisqu'il en contient implicitement tous les défauts, en plus de ceux qui lui sont propres. Cet effet est d'ailleurs bien incomplet en termes biophysiques puisqu'il ne considère que le produit jugé prioritaire et ignore l'effet de possibilité après rupture de stock.

En effet, ce critère ne tient pas compte, de façon explicite, de facteurs qui devraient normalement orienter les décisions d'aménagement, notamment la productivité des sites, la variété et la valeur des essences qui composent les différentes strates, la proximité de la main-d'oeuvre et des centres de consommation. Il ignore la valeur de l'ensemble des biens que produit la forêt. Il est étroitement lié à la structure d'âge des peuplements qui composent une forêt donnée, structure par ailleurs souvent *accidentelle et artificielle* en raison du découpage subjectif que fait l'aménagiste de la forêt d'une région donnée.

On observera, à la figure 9, qu'à un effet de possibilité maximale correspond une valeur actualisée des bénéfices économiques nets bien inférieure à ce qu'elle fût avant d'obtenir cet effet.

Dans l'est du Canada, exception faite du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard, les unités nordiques éloignées et à plus faible productivité présentent souvent, pour des raisons purement passagères (structures d'âges bien particulières causées par l'anormalité de la forêt), un effet de possibilité plus élevé que celui des unités rapprochées et à haute productivité du sud. Il en découle ou risque d'en découler, selon le critère de la maximalisation de l'effet de possibilité du produit jugé prioritaire, la situation absurde suivante : la majeure partie des traitements sylvicoles appliqués annuellement au territoire forestier de l'Est canadien est concentrée sur ces sites moins productifs et plus éloignés.

On peut soulever bien des critiques à l'égard de l'analyse économique, mais il reste que les résultats qui en découlent sont toujours conformes à ce que dit le simple bon sens, soit qu'il est préférable de reboiser en priorité les sites les meilleurs et les plus rapprochés et qu'il est préférable d'accorder priorité aux traitements dont les revenus sont les moins éloignés dans le temps. L'analyse économique bien utilisée constitue à notre avis le meilleur outil offert pour préparer correctement les décisions d'aménagement et les rendre optimales.

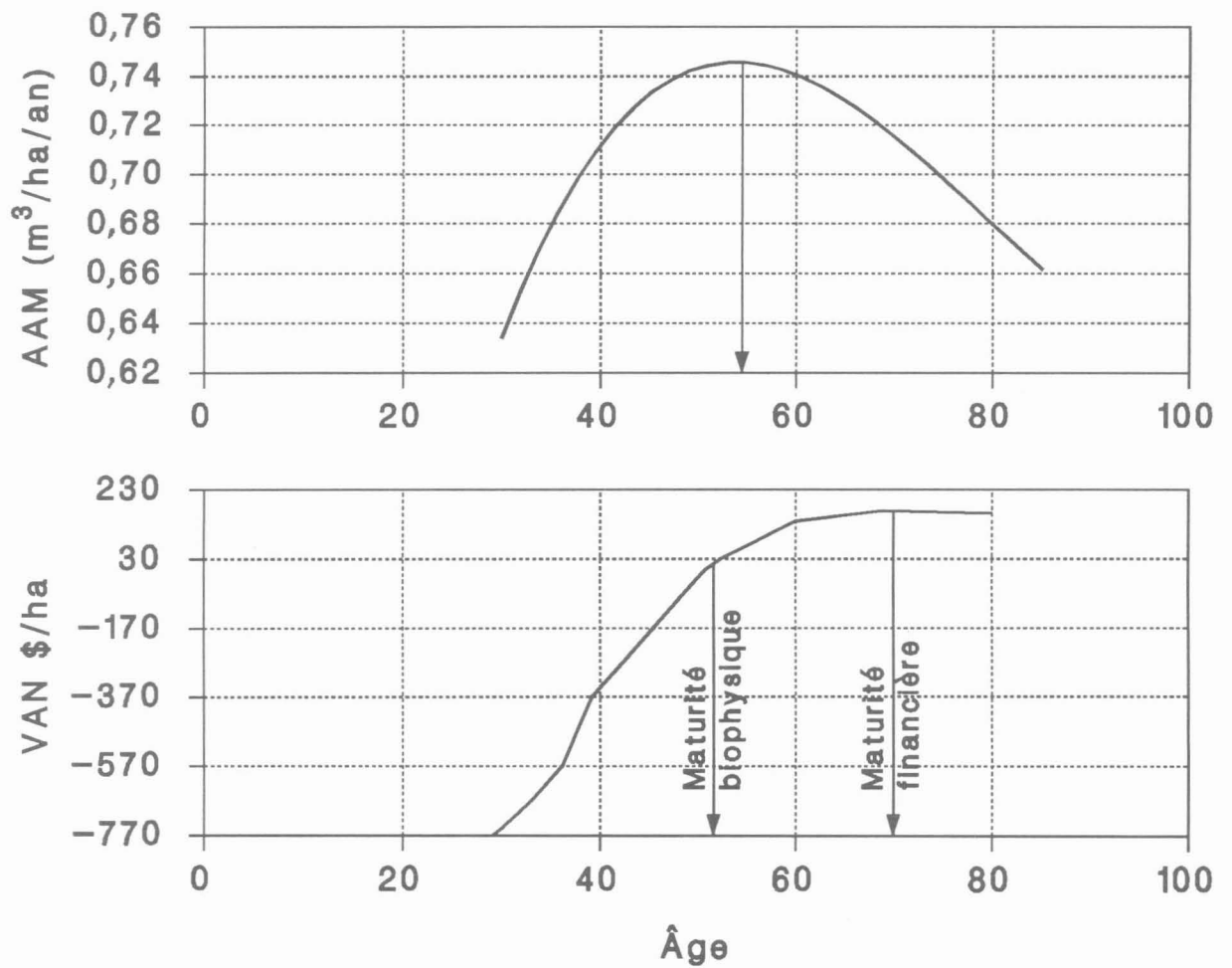


Figure 8. Âge de maturité d'une strate BBSR B4 30.

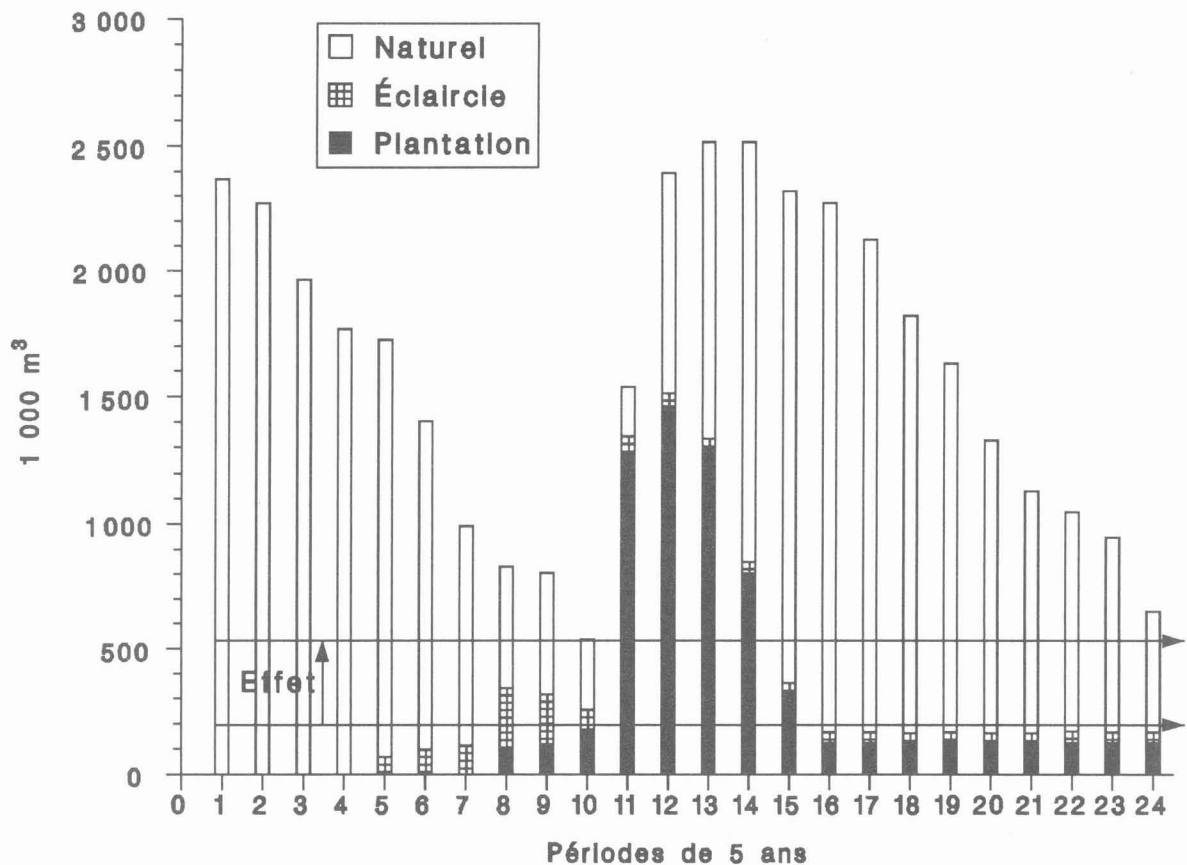


Figure 9. Effet de possibilité - UG 12.

Optimisation des variables de décision et des choix possibles

La préparation d'un plan d'aménagement soulève la question de l'optimisation des variables de décision compte tenu des nombreuses contraintes présentes. À l'heure actuelle, cette question d'optimisation est totalement ignorée des aménagistes, si ce n'est pour l'âge de maturité des strates et le choix des traitements, qui reposent sur deux objectifs jugés non valables, soit la maximisation de l'AAM et de l'effet de possibilité.

À notre avis en ne cherchant pas à rendre optimale la valeur des variables dites «contrôlables» (l'âge de maturité financière, le choix des traitements, la densité et la qualité du réseau routier, etc.) de l'aménagement, l'aménagiste forestier *passé complètement à côté du rôle premier* qui lui est dévolu, celui d'optimiser, pour l'entreprise et la société, les bienfaits qui découlent de l'utilisation des ressources forestières.

Voilà donc succinctement présentées les trois principales déficiences (ce ne sont pas les seules cependant) de l'aménagement forestier actuel : 1) la maximalisation de l'*AAM* et de l'*effet de possibilité*, 2) l'ignorance presque totale de l'information spatiale et temporelle et 3) l'absence d'optimisation des variables de décision, que veut éviter la présente étude en proposant une approche qui fait intervenir constamment cette dimension fondamentale de l'aménagement qu'est l'*économie* et qui s'efforce de déterminer la juste valeur des différentes variables de décision en présence dans la préparation d'un plan d'aménagement forestier.

ANNEXE 2

Le système ÉCO-4

La structure générale de la version PC du système d'aménagement forestier ÉCO-4 est semblable à celle de la version 4.1.1 sur Macintosh.

La programmation sur PC a permis de simplifier et d'améliorer le système à plusieurs endroits, notamment en regard de la croissance des strates, des critères de priorité de coupe précédent le calcul de la possibilité et de la fonction d'offre et des calculs financiers.

Rappelons que le système ÉCO-4 présente les particularités suivantes :

- Il retient les quatre dimensions fondamentales de l'aménagement forestier :
 - la foresterie;
 - l'économie;
 - l'espace;
 - le temps.
- Il permet d'optimiser tous les choix de la foresterie appliquée compte tenu des contraintes d'opération de l'entreprise.
- Il comprend deux utilitaires et deux modules autonomes et parfaitement intégrés :
 - Utilitaire 1 - Regroupement des strates
 - Utilitaire 2 - Lecture des fichiers externes
 - MODULE 1 - Croissance des strates et évaluation des cellules
 - MODULE 2 - Offre de bois et plan général d'aménagement.
- Il s'applique aussi bien à la petite forêt privée qu'à la grande forêt publique.
- Il est utilisable à long terme (100 ans ou plus) et à court terme (1 à 25 ans).
- Il simule étroitement la réalité de l'aménagement et s'utilise facilement.

- Il permet d'atteindre aussi bien les objectifs de l'entreprise privée que ceux des gouvernements et de la société.

Les évaluations forestières et financières, les tris, les exclusions, les calculs et rapports divers sont effectués à partir d'une unité de calcul appelée CELLULE, qui constitue le coeur même du système.

Au Québec, un territoire forestier est divisé en strates d'aménagement (strates SYLVA) et en parcelles (parcellaire du MRN). Chacune des strates du territoire peut être aménagée selon plusieurs scénarios de production. Un tel scénario comprendra, au cours de l'horizon de planification, un objectif de production et une séquence de traitements sylvicoles ou d'innovations technologiques.

Par définition, une cellule correspond à une strate localisée dans une parcelle donnée et aménagée selon un scénario de production précis. Si l'unité d'aménagement (le CAAF ou l'UA privée) contient 250 strates, trois scénarios par strates et 200 parcelles, elle comprendra alors 200 000 cellules.

Dans SYLVA, le fichier FLM-SU fournit, pour une unité d'aménagement donnée, la superficie brute (hectares) de ces cellules.

Dans ÉCO-4, chaque cellule fait l'objet de calculs forestiers et financiers détaillés. Les cellules ainsi évaluées forment la banque de données dans laquelle on puisera afin de préparer et d'optimiser les choix forestiers de toute nature, d'estimer les possibilités de coupe selon différentes contraintes opérationnelles et priorités de récolte, et de confectionner les plans sylvicoles et d'exploitation pour différents horizons de planification.

