

## Importance de la régénération préexistante dans les forêts publiques du Québec

J.C. Ruel

*Service de la recherche appliquée, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1P 3W8*

(reçu le 25 avril 1988; accepté le 24 janvier 1989)

**Résumé** — Cet article présente les résultats d'une étude de la régénération présente avant la coupe dans les peuplements exploités sur les terres publiques du Québec. La variable ayant démontré le plus d'influence sur le niveau de régénération préétablie a été la nature du couvert forestier, l'influence du climat régional et des caractéristiques du sol se faisant surtout sentir par l'intermédiaire de cette variable. Toutefois, pour un même type de couvert, le climat semble avoir une certaine importance surtout en regard de la densité de la régénération résineuse. L'épaisseur du sol et l'épaisseur de l'humus ont aussi présenté une certaine relation avec le niveau de régénération résineuse alors que les infestations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) (Clem.) étaient associées à une densité des résineux plus faible et à une meilleure distribution de la régénération feuillue dans les peuplements mélangés.

Les sapinières et les pessières étaient les peuplements les mieux régénérés avant la coupe. La relative abondance de la régénération préétablie dans ces peuplements, qui représentent une proportion importante des superficies coupées annuellement, offre aux sylviculteurs des possibilités d'amélioration des méthodes actuelles de coupe afin de favoriser la régénération naturelle des aires coupées.

**régénération naturelle – *Abies balsamea* – *Picea mariana* – *Pinus banksiana***

**Summary** — **Importance of advance growth in Quebec's public forests.** Advance growth was studied in the stands being cut on public forest lands in Quebec. Forest cover type was the most important variable in determining the nature and abundance of advance growth. Regional climate and soil characteristics had a mainly indirect effect, by affecting forest cover type. However, for a given forest type, regional climate seemed to have an effect on the density of coniferous advance growth. Humus thickness and soil depth also showed an influence on the abundance of advance growth while lower densities of coniferous advance growth and a better distribution of hardwood regeneration occurred with infestation by the spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*) (Clem.) in mixed stands. Softwood regeneration was particularly abundant in balsam fir and black spruce stands. The abundance of advance growth in those stands gives the silviculturalist a good opportunity for improving cutting methods in order to enhance natural regeneration.

**natural regeneration – *Abies balsamea* – *Picea mariana* – *Pinus banksiana***

## INTRODUCTION

Depuis le début des années 60, on a assisté au Québec à une mécanisation croissante de l'exploitation forestière qui s'est d'abord traduite par l'arrivée des débusqueuses puis celle des abatteuses mécaniques. Cette machinerie a été utilisée pour la récolte de vastes superficies où les peuplements résineux ou mixtes étaient parvenus à maturité. Dans la plupart des cas, la coupe à blanc était utilisée.

Cette approche n'assure souvent pas un renouvellement adéquat des peuplements puisque peu de semenciers résineux demeurent après coupe et que leurs semences ne se dispersent pas sur des distances considérables (Fowells, 1965). C'est ainsi que la régénération qu'on retrouve après la coupe comporte une forte proportion de régénération préétablie, c'est-à-dire installée avant la coupe (Ellis et Mattice, 1974; Olson et Bay, 1955). Le succès de la coupe est alors dépendant de l'importance de la régénération préétablie et des pertes encourues lors de l'exploitation. Le nombre de tiges à l'hectare demeurera en général satisfaisant mais leur distribution laisse souvent à désirer.

Afin de combler un manque d'information concernant l'impact de divers procédés de récolte, le ministère de l'Energie et des Ressources du Québec a entrepris, en 1982, une étude où les peuplements ont été sélectionnés pour représenter les types de couvert forestier exploités commercialement sur les terres publiques. Les données de régénération préétablie de cette étude ont déjà été présentées par Doucet (1987). Nous nous proposons ici d'en faire une analyse plus poussée en examinant les relations entre l'abondance, la composition de la régénération préétablie et les principales variables écologiques.

## MÉTHODOLOGIE

Les méthodes d'inventaire ont déjà été présentées par Doucet (1987) et de façon plus détaillée par Deschênes (1983). L'étude comporte la prise de mesures avant coupe sur plus de 400 blocs de 2 ha répartis dans divers couverts forestiers selon l'importance de ceux-ci dans les programmes de coupe sur les terres publiques. Pour chaque bloc, des données générales ont été récoltées : nature du couvert forestier (selon Québec, 1983), altitude, position topographique, drainage, texture et épaisseur de l'humus, défoliation et mortalité présentes dans le peuplement. L'inventaire de la régénération comporte 98 placettes de 4 m<sup>2</sup> distribuées systématiquement dans chaque bloc. À l'intérieur de chacune de ces placettes, on a noté la présence des espèces en régénération en indiquant la hauteur moyenne, et un dénombrement a été effectué dans 1 placette sur 3.

Avant de procéder à l'analyse proprement dite des résultats, il s'est avéré nécessaire de procéder à un regroupement des types de couvert, puisque certains d'entre eux n'étaient représentés que par 1 seul relevé. Ce regroupement a été établi à l'aide d'une étude de groupement portant sur les coefficients de distribution de chaque espèce, en utilisant la distance euclidienne au carré et la méthode de la moindre variance de Ward (Legendre L. & Legendre P., 1984; Milligan, 1980). Le coefficient de distribution représente le pourcentage des placettes de 4 m<sup>2</sup> renfermant au moins 1 tige de l'espèce considérée. De 22 types, nous sommes ainsi passés à 14. Toute réduction supplémentaire du nombre de types de couvert aurait entraîné une perte d'information en regroupant certains types bien représentés et présentant des différences relativement importantes quant à la nature du couvert. Les regroupements retenus sont présentés au Tableau I.

Les données ont ensuite été soumises à l'analyse factorielle des correspondances en s'inspirant des travaux de Waksman *et al.* (1975). Le premier ensemble de variables utilisé pour cette analyse comporte 12 variables de station : nature du couvert (après regroupement), drainage, position topographique, épaisseur du sol, épaisseur de l'humus, texture du sol, régions écologiques regroupées selon les domaines climatiques (fig. 1), taux de mortalité ainsi qu'importance de chacune des 4 classes de défoliation (Tableau II).

**Tableau I.** Regroupements des types de couvert.

<i>Appellation</i>	<i>Symbole</i>	<i>Types de couvert inclus</i>	<i>Nombre de relevés</i>
Feuillus de lumière avec résineux (dominance feuillue)	FiRF	FiRF	3
Pinède à pin gris et épinette noire	PgE	Pg, PgE	22
Bétulaie à bouleau blanc avec résineux	BbR	BbR, BbRR, BbRF	20
Pinède à pin gris avec sapin	PgS	PgS, PgR	2
Feuillus de lumière avec pin gris	FiPg	FiPg, FiPgF, FiPgR	5
Feuillus de lumière avec résineux	FIR	FiR, FiRR	32
Sapinière à épinette noire	SE	SE	10
	S(E)	S(E)	2
Pessière	E	E, ME	167
Pessière pure (Épinette représente plus des 3/4 des résineux)	EE	EE	3
Plantation d'épinette noire	Epn	Epn	3
Pessière avec présence de sapin	ES	ES	18
Pessière à pin gris	Epg	EPg	11
Sapinière	S	S	124

Le second groupe de variables se compose des caractéristiques de la régénération, c'est-à-dire la densité et le coefficient de distribution, pour chacune des 8 «espèces» retenues : marcottes d'épinette noire, semis d'épinette noire, épinette noire (semis et marcottes) (*Picea mariana* (Mill.), BSP, épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss), sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill), bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.), ensemble des résineux et ensemble des feuillus. Les classes retenues sont présentées au Tableau II.

Une première analyse a démontré que le coefficient de distribution en résineux le plus faible (moins de 40 %), relativement peu fréquent, contribuait pour plus de 25 % de la définition du second facteur. Il a alors été traité comme élément supplémentaire. Aussi, bien qu'il apparaisse sur les graphiques d'ordination, il n'a pas contribué à l'élaboration des facteurs ni au calcul des pourcentages de contribution (Waksman *et al.*, 1975).

Cette première analyse a permis de définir 5 sous-groupes de relevés. Pour 3 des sous-groupes, une analyse factorielle des correspondances distinctes a été réalisée. Ces résultats ne seront pas présentés en détail mais permettront de préciser ceux de l'analyse globale. Pour toutes les analyses réalisées; les 2 pre-

miers facteurs ont été examinés. Le 3<sup>e</sup> et le 4<sup>e</sup> facteurs ont aussi été interprétés lorsqu'ils renfermaient une fraction de la variance supérieure à celle obtenue à l'aide du modèle aléatoire du bâton brisé avec 20 valeurs propres (Legendre & Legendre, 1984).

## RÉSULTATS

Les 2 premiers facteurs de l'analyse globale rendent compte de 59,7 % de la variation totale et, à partir du 3<sup>e</sup>, la part de variance expliquée par un facteur est inférieure à celle du modèle du bâton brisé. L'interprétation a ainsi été réalisée sur les deux premiers facteurs.

Seuls les états de variables présentant des contributions absolues et relatives élevées aux deux premiers facteurs apparaissent à la fig. 2. La contribution absolue représente la part de variation du facteur expliquée par un état de variable alors

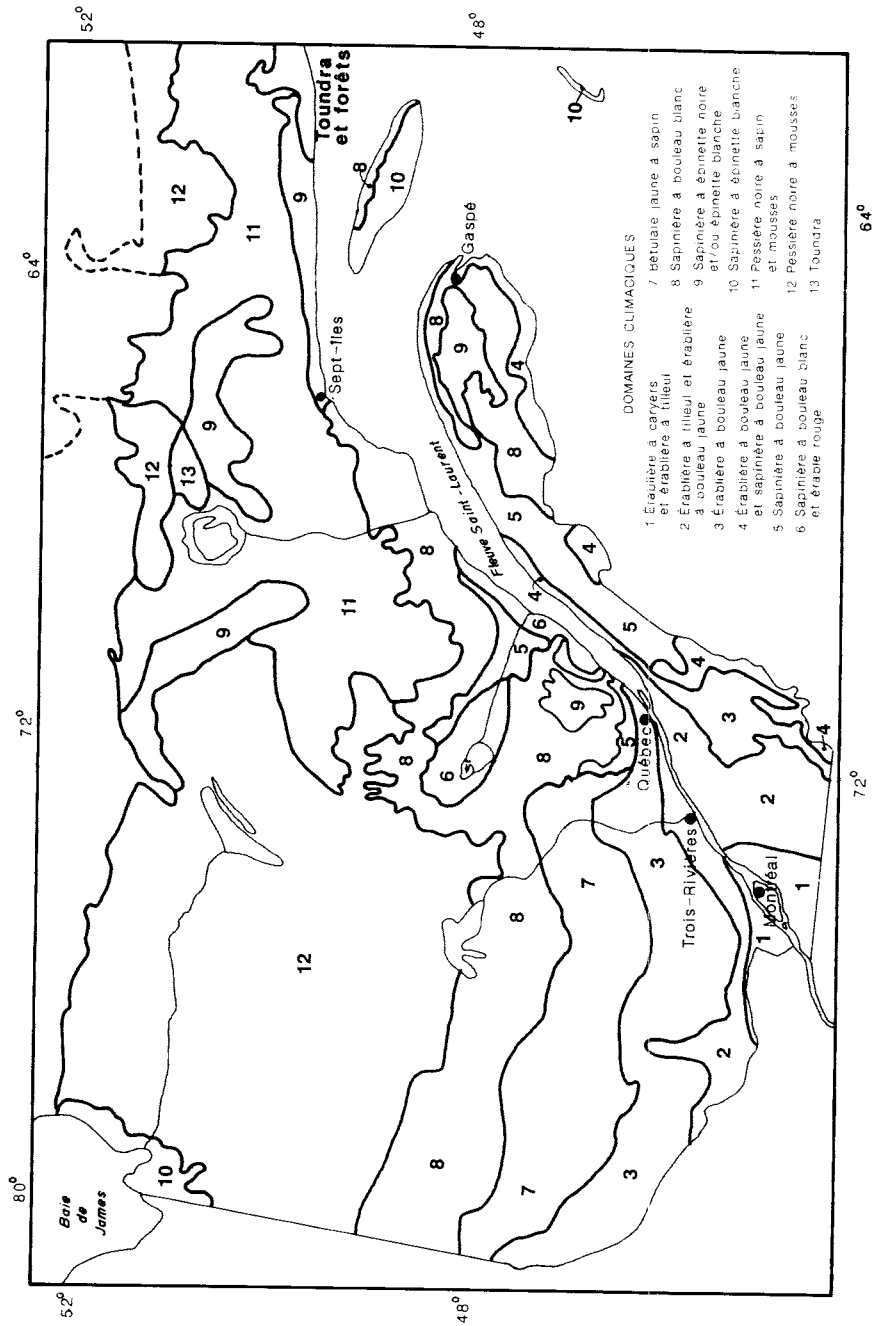


Fig. 1. Régions écologiques regroupées selon le domaine climatique. (D'après Québec, 1985).

**Tableau II.** Présentation des variables d'analyses.

<i>Variables</i>	<i>Classes</i>
<i>Ensemble 1 :</i> – Type de couvert	FiRF, FiR, BbR, FiPg, PgE, PgS, S, S(E), SE, ES, E, EE, Epn, EPg,
– Drainage	bon, modéré, imparfait, mauvais,
– Position topographique	sommet, haut versant, moyen versant, bas versant, platière humide,
– Epaisseur du sol	mince-15 cm, 16-45 cm, ≥ 46 cm, affleurement rocheux,
– Epaisseur de l'humus	0-5 cm, 6-15 cm, 16-30 cm, 31-100 cm, > 100 cm,
– Texture du sol	Sable, loam, argile, organique,
– Zone écologique	3, 7, 8, 9, 11, 12 (Québec, 1985),
– Mortalité	0-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%,
– Proportion des tiges par classe de défoliation :	
1 (0-25%)	idem
2 (26-50%)	idem
3 (51-75%)	idem
4 (76-100%)	idem
<i>Ensemble 2 :</i>	
Densité :	
– Épinette noire (toutes origines)	0-2 500, 2 501-5 000, 5 001-10 000, 10 001-20 000, 20 001-40 000, > 40 000
– Épinette noire (marcottes)	idem
– Épinette noire (semis)	idem
– Sapin	idem
– Épinette blanche	idem
– Ensemble des résineux	idem
– Bouleau à papier	idem
– Ensemble des feuillus	idem
Distribution :	
– Épinette noire (toutes origines)	0-39%, 40-59%, ≥ 60%,
– Épinette noire (marcottes)	idem
– Épinette noire (semis)	idem
– Sapin	idem
– Épinette blanche	idem
– Ensemble de résineux	idem
– Bouleau à papier	idem
– Ensemble des feuillus	idem

que la contribution relative indique la part de variation d'un état contenue dans un facteur (Lebart & Fénélon, 1973). Afin de faciliter la discussion, ces états ont été regroupés dans trois groupes relativement homogènes, sur la base de leur proximité dans le plan formé par les deux premiers axes.

L'axe 1 oppose, chez les variables du milieu, les sapinières aux pessières à épi-

nette noire (fig. 2). Ainsi, sur la partie négative de l'axe, on retrouve les pessières, la région écologique 12 et les sols argileux alors que, du côté positif, on rencontre la région écologique 8, les sapinières et un des états de défoliation. L'axe 2, quant à lui, oppose chez ces mêmes variables la région écologique 9, les sapinières, les affleurements rocheux et les faibles mortalités, aux peuplements mé-

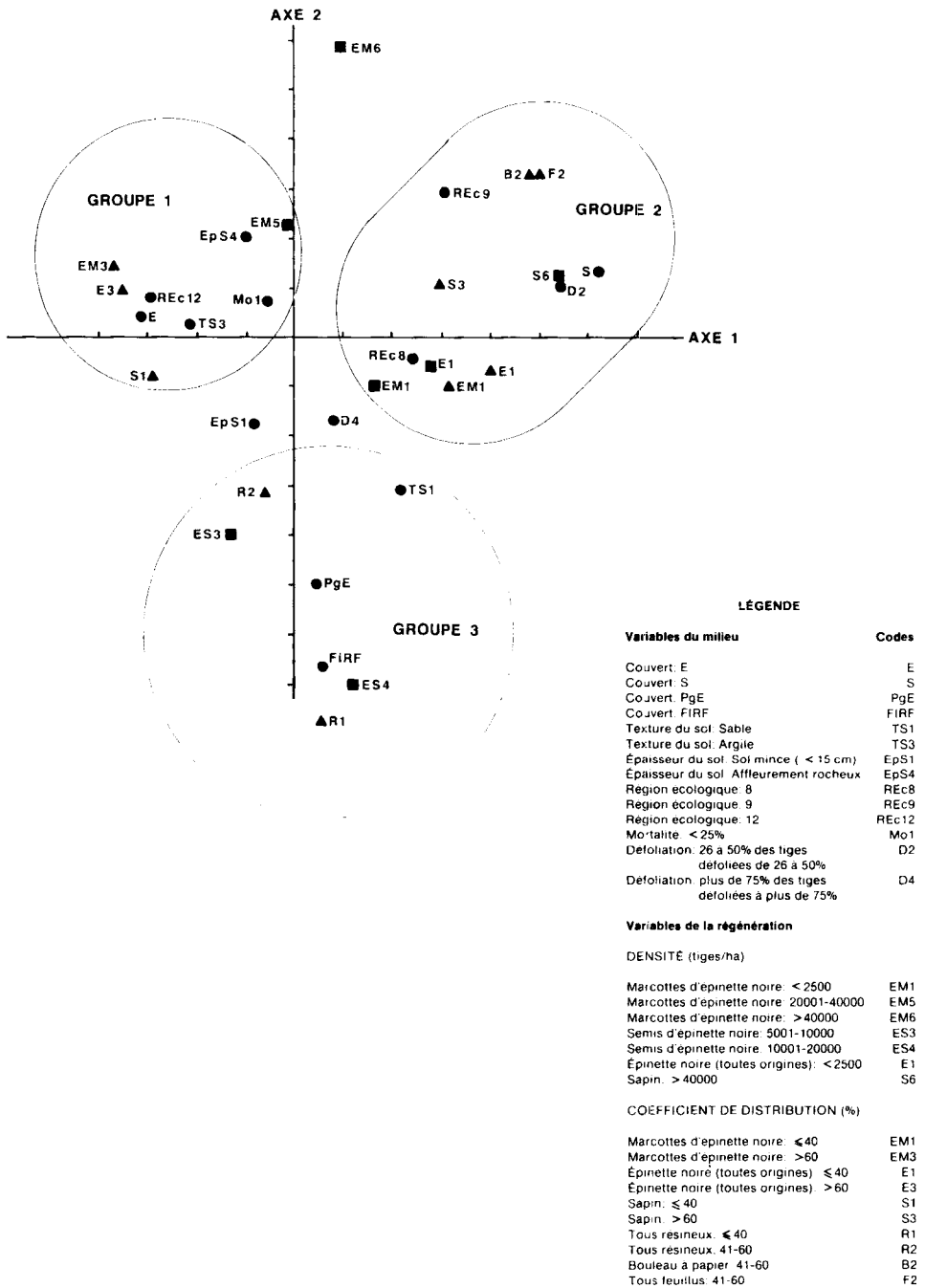


Fig. 2. Ordination des états caractérisant les deux premiers axes pour l'ensemble des relevés.

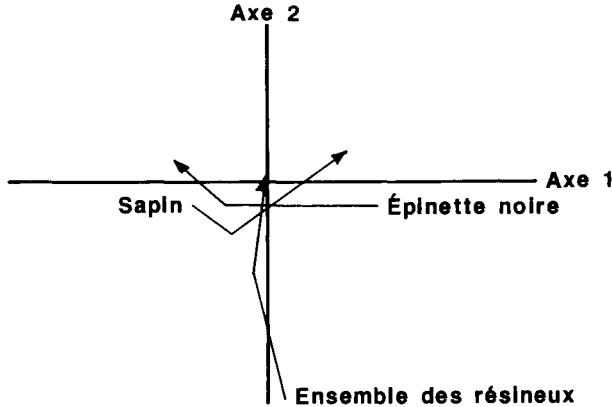


Fig. 3. Ordination des principaux états de régénération dans le plan formé par les axes 1 et 2. Les flèches joignent les états croissants du coefficient de distribution.

langés à dominante feuillue, aux pinèdes grises (pin gris : *Pinus banksiana* Lamb.) à épinette noire, aux sols sableux ou minces et aux peuplements fortement défoliés.

Parmi les variables de la régénération, l'axe 1 oppose les relevés caractérisés par une régénération abondante en épinette noire et faible en sapin, à ceux possédant une régénération forte en sapin et faible en épinette noire (densité et distribution) (figs. 2 et 3). L'axe 2, quant à lui, isole, du côté négatif de l'axe, les coefficients de distribution en résineux inférieurs à 60 %, les densités moyennes en semis d'épinette noire ainsi que la densité et la distribution faibles en marcottes d'épinette noire.

Puisque la nature du couvert semble, à ce stade, jouer un rôle important sur le niveau et le type de régénération préétablie présente, une ordination a été réalisée sur cette variable dans le plan formé par les axes 1 et 2 (fig. 4). Bien que la qualité de la représentation des diverses strates dans ce plan soit variable, celles-ci s'ordonnent toutefois de façon logique. Ainsi, la proportion de sapin dans le cou-

vert augmente lorsqu'on se dirige vers la région positive de l'axe 1 alors que l'inverse se produit pour l'épinette noire. De même, la proportion d'espèces autres que le sapin et l'épinette augmente en se dirigeant vers la partie négative de l'axe 2.

Cette ordination permet de regrouper les différents peuplements en 5 groupes. Les 3 premiers groupes correspondent sensiblement aux groupes déjà définis alors que les 2 autres sont nouveaux et se retrouvent à des niveaux intermédiaires de régénération en résineux.

Le 4<sup>e</sup> groupe, constitué des pessières noires à pin gris, se retrouve plus près des pessières que des sapinières, mais à un niveau beaucoup plus bas sur l'axe 2.

Le 5<sup>e</sup> groupe, qui renferme des peuplements mixtes à forte composante résineuse, se retrouve près des sapinières, ce qui nous porte à croire que ces peuplements se retrouvent dans les mêmes conditions. En fait, si l'on compare les figures 2 et 4, on remarque que ce groupe se retrouve à proximité du point représentant la région 8. La régénération résineuse préétablie y est moyennement abondante et elle est principalement constituée de sapins.

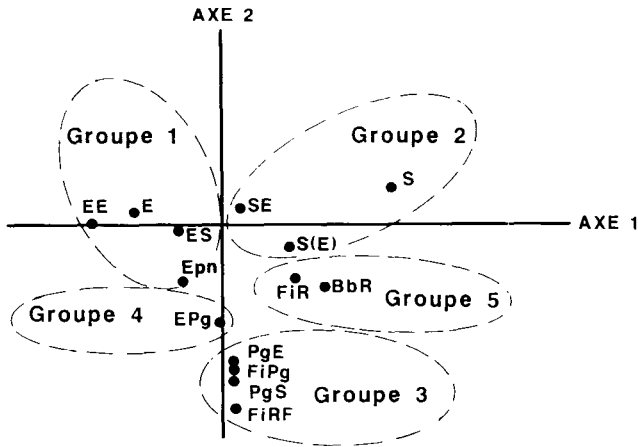


Fig. 4. Ordination des types de couvert forestier dans le plan formé par les axes 1 et 2.

Pour les 3 groupes où la régénération préétablie était relativement abondante et où l'échantillonnage le permettait (groupes 1, 2 et 5), une analyse distincte a été reprise sans tenir compte de la strate forestière puisqu'une certaine homogénéité était réalisée à l'intérieur de chacun.

Pour l'épinette noire, cette analyse fait ressortir des régénérations plus abondantes en feuillus et en sapins, lorsque la défoliation ou la mortalité sont élevées. Elle met aussi en évidence la régénération particulièrement abondante en marcottes dans la région 12. Ainsi, le coefficient de distribution moyen des marcottes atteint 69% dans cette région alors qu'il ne dépasse pas 48 % ailleurs. On constate de plus une augmentation assez importante de marcottage avec l'épaisseur de l'humus.

L'analyse factorielle des correspondances pour les peuplements dominés par le sapin a mis en lumière une relation entre la densité de la régénération en sapin et les régions écologiques, la région 8 étant celle où se retrouvent les régéné-

rations les plus denses. L'épaisseur du sol et celle de l'humus contribuent de façon importante à la définition des deux premiers axes. Dans le premier cas, la densité de la régénération augmente avec l'épaisseur alors que dans le second les densités les plus élevées sont associées aux épaisseurs moyennes.

L'analyse factorielle des correspondances pour le groupe 5 fournit certains résultats similaires à ceux obtenus avec les sapinières, particulièrement en ce qui concerne les régénérations plus denses de la région 8 et les relations entre la densité de la régénération et l'épaisseur de l'humus ainsi que celle du sol. Elle met aussi en évidence des régénérations légèrement moins bonnes dans la région 12. Les mortalités les plus faibles sont associées à des régénérations moins abondantes. De même, les mortalités et défoliations les plus sévères correspondent à des densités plus faibles en résineux même si le coefficient de distribution demeure supérieur à 80 %. On observe alors une présence importante du bouleau à papier.



## DISCUSSION

L'analyse factorielle des correspondances a permis d'individualiser 5 sous-groupes de relevés présentant des conditions particulières de milieu et de régénération ainsi que de préciser certaines des variations qu'on pouvait rencontrer à l'intérieur des principaux sous-groupes. Les conclusions tirées à partir de ces analyses ont ensuite été confirmées par des compilations effectuées avec les mêmes classes de variables. Ainsi, malgré certaines limites propres à ce genre d'analyse (Lacoste & Roux, 1972), nous avons pu mettre en évidence certaines relations des plus importantes entre les facteurs du milieu, particulièrement la nature du couvert forestier, et la régénération préétablie. La même approche avait d'ailleurs permis à Waksman *et al.* (1975) d'établir des relations entre les variables écologiques et le niveau de production ainsi que la dynamique des peuplements.

L'importance déterminante de la nature du couvert forestier se comprend aisément lorsqu'on considère les caractéristiques sylvicoles des principales espèces présentes en régénération préétablie. Ainsi, la dissémination des principales essences résineuses ne se fait pas sur des distances considérables. Bien que les semences du bouleau puissent parcourir des distances nettement plus importantes, leur germination est fortement dépendante des conditions d'humidité et de lumière ainsi que de la nature des lits de germination (Fowells, 1965). Quant à l'épinette noire, le mode de reproduction par marcottage ne favorise pas la colonisation de sites où l'espèce est peu abondante.

Le premier groupe identifié à l'aide de cette analyse caractérise les pessières, d'origine édaphique ou d'origine climatique. La proximité des pessières du point représentant la région écologique 12

démontre en effet l'influence du climat régional sur la végétation. C'est ainsi que la région 12 est représentée à près de 80 % par des pessières. L'aspect édaphique est reflété par la présence de la texture argileuse dans ce groupe, 91 % des peuplements rencontrés sur cette texture étant constitués de pessières. Bien que les sols organiques n'apparaissent pas dans la figure 2 à cause de leur faible contribution absolue, ils demeurent toutefois bien représentés dans le plan formé par les deux premiers axes (contribution relative élevée). Leur positionnement à l'intérieur de ce premier groupe vient confirmer l'inclusion des pessières d'origine édaphique dans celui-ci.

À l'intérieur de ce groupe, la régénération est habituellement dominée par les marcottes d'épinette noire. La quantité de semis de sapin augmente toutefois sensiblement lorsque cette espèce est présente dans le couvert.

Le sapin et l'épinette noire sont 2 espèces dont la tolérance élevée à l'ombre leur permet de survivre sous couvert (Fowells, 1965). La germination du sapin serait cependant moins dépendante de l'humidité du lit de germination (Vézina & Roberge, 1981). Quant au marcottage de l'épinette noire, il s'agit d'un phénomène répandu qui constitue la principale source de régénération préétablie de cette espèce dans de nombreuses régions (Doucet & Boily, 1987).

L'analyse des correspondances effectuée sur ce groupe seul met en évidence un effet de la mortalité et de la défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Puisque le sapin est l'espèce la plus affectée par cet insecte, on peut penser que les peuplements les plus touchés étaient ceux qui présentaient une certaine quantité de sapins dans l'étage dominant. Cette présence serait responsable de l'importance de la régénération du sapin

alors que l'ouverture du couvert provoquée par l'insecte serait responsable de l'arrivée de feuillus, moins tolérants à l'ombre, en sous-étage. Cette analyse a aussi mis en évidence une augmentation de la présence des marcottes d'épinette noire lorsque l'épaisseur d'humus augmente. Un ralentissement de la décomposition, provoqué par des conditions de climat ou de drainage défavorables, peut conduire à une épaisseur d'humus supérieure, caractéristique des stations moins productives. Ces conditions sont habituellement associées à une abondance de sphaignes qui serait favorable à la formation de marcottes (Brumelis & Carleton, 1988). D'autres auteurs ont aussi observé une augmentation du marcottage avec l'humidité de la station (Richardson, 1981; Frisque, 1977; Stanek, 1961).

Le second groupe se caractérise par la présence des sapinières et des régions écologiques où elles constituent le stade climacique (régions 8 et 9). Les points représentant ces régions sont toutefois plus distants de la sapinière que la région 12 ne l'était de la pessière dans le groupe précédent. Ceci découle de ce que la région 8, bien qu'elle renferme les 2/3 des sapinières étudiées, est aussi celle qui comporte le plus de peuplements mélangés et de pin gris. De même, le faible échantillonnage de la région 9 fait qu'on n'y retrouve que 19 % des sapinières étudiées.

Ce groupe contraste aussi avec le premier quant à la nature des essences résineuses présentes dans la régénération : abondance du sapin et rareté de l'épinette noire (densité et distribution). On y dénote aussi la présence de feuillus, principalement le bouleau blanc.

La régénération en sapin est particulièrement abondante dans la région écologique 8 où les sapinières constituent le stade climacique. L'étude des correspondances effectuée sur les sapinières seules

a aussi mis en évidence une abondante régénération de sapin sur les sols épais avec des humus d'épaisseur moyenne. Yang & Fry (1981) avaient déjà observé une relation entre le type de station et la régénération du sapin. Brumelis & Carleton (1988) ont aussi observé de meilleures régénérations en sapin pour des rapports C/N de 25-35. Des rapports plus élevés correspondraient à des cyclages plus lents de la matière organique qui seraient défavorables au sapin mais qui permettraient l'installation de l'épinette noire.

Les milieux représentés dans le 3<sup>e</sup> groupe se caractérisent par la nature du couvert forestier et la texture du sol. On y retrouve des pinèdes grises à épinette noire ou à sapin ainsi que d'autres peuplements, dominés par les feuillus de lumière. L'inclusion des sols sableux dans ce groupe vient de leur étroite association avec les peuplements de pin gris. Il faut aussi remarquer que les sols sableux se retrouvent à proximité des défoliations les plus sévères. Hix *et al.* (1987) ont déjà observé une plus grande susceptibilité de l'épinette noire sur sites secs à l'attaque par la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Ce groupe se caractérise aussi par la présence d'une régénération résineuse plutôt mal distribuée. On y retrouve toutefois certaines des densités intermédiaires de semis d'épinette noire. La rareté des semenciers de sapin et de tiges d'épinette noire pouvant produire des marcottes est probablement responsable de cette mauvaise régénération.

Ce groupe renferme en fait des peuplements pionniers ou de transition. Le pin gris est ainsi particulièrement bien adapté à s'installer après feu (Fowells, 1965). La nature sérotineuse de ses cônes et sa faible tolérance à l'ombre ne favoriseraient cependant pas l'installation de cette espèce en sous-étage. Carleton (1982) a aussi observé des mauvaises régénérations en

sous-étage de peuplements de pin gris. L'installation de semis d'épinette noire suggérée par la figure 2 serait alors favorisée par le chablis ou les feux de surface qui pourraient créer des lits de germination favorables à cette espèce. Le 4<sup>e</sup> groupe, constitué des pessières noires à pin gris, représente en fait un intermédiaire entre les groupes 1 et 3.

Le niveau de régénération préétablie présente dans les peuplements mélangés du 5<sup>e</sup> groupe semble fortement dépendant de l'abondance et de la nature de la composante résineuse du couvert. Ainsi, les peuplements mixtes comportant une proportion importante de sapin, situés dans la région écologique 8, sur des sols profonds à drainage modéré, sont susceptibles de présenter les meilleures régénérations en résineux. La destruction des arbres semenciers et l'ouverture du couvert par la tordeuse des bourgeons de l'épinette sont associées à une baisse de la densité en résineux sans que le coefficient de distribution ne soit nécessairement affecté. On assiste alors à l'installation d'une régénération feuillue qui peut être assez abondante. Le développement rapide de celle-ci après la coupe risque d'engendrer des problèmes de compétition particulièrement importants.

Dans les peuplements mixtes situés dans la région 12, l'épinette noire tiendra une place importante dans le couvert et la régénération résineuse sera dominée par cette espèce. Compte tenu de l'agressivité de l'épinette noire plus faible que celle du sapin, le niveau de régénération préétablie sera cependant plus bas.

### ***Implications sylvicoles***

Jusqu'à présent, l'exploitation forestière n'accordait aucune attention particulière à

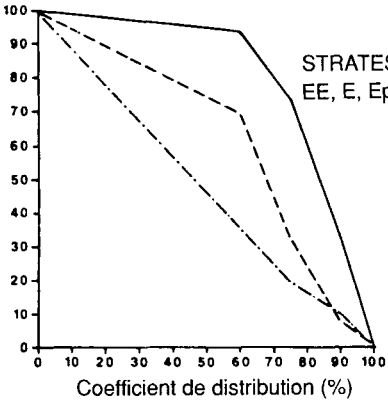
la protection de la régénération préétablie. La baisse du coefficient de distribution causée par l'exploitation était alors de plus de 30 % lorsque les débusqueuses étaient utilisées (Ruel, 1987). Cette baisse pourrait toutefois être réduite dans certaines conditions à 15 % en abattant les tiges à l'aide d'une scie mécanique de façon à réduire le balayage au sol lors du débusquage et en espaçant les sentiers empruntés par la machinerie (Canuel, 1987). Un coefficient de distribution des résineux de 60 % est généralement considéré comme satisfaisant après la coupe. Ce coefficient de distribution pourrait être maintenu immédiatement après coupe, sans précaution particulière, lorsque le coefficient dépasse 90 % avant coupe ou encore lorsqu'il atteint 75 % et qu'on assure une protection adéquate de la régénération préétablie.

Afin de préciser les besoins de modification des méthodes de coupe, nous avons mis en graphique la proportion des superficies atteignant un seuil minimum de coefficient de distribution (fig. 5).

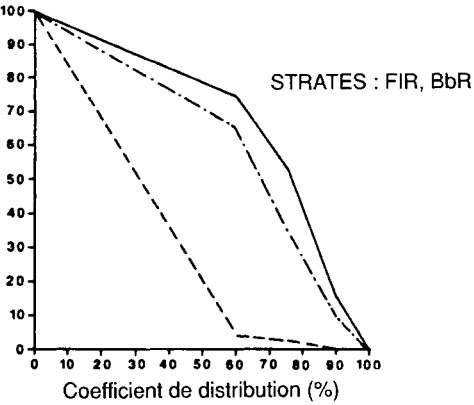
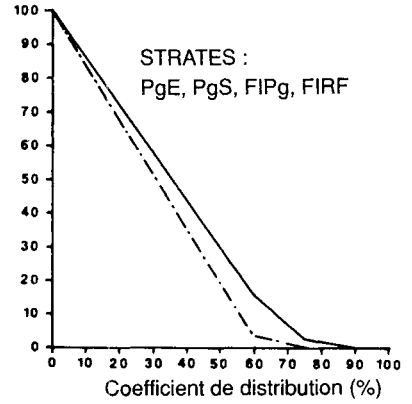
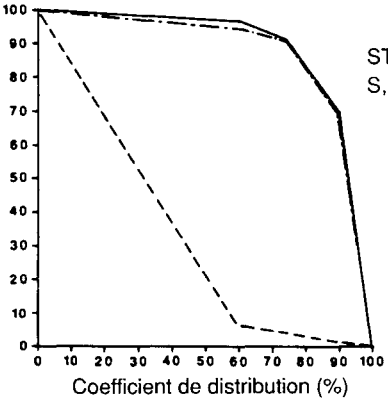
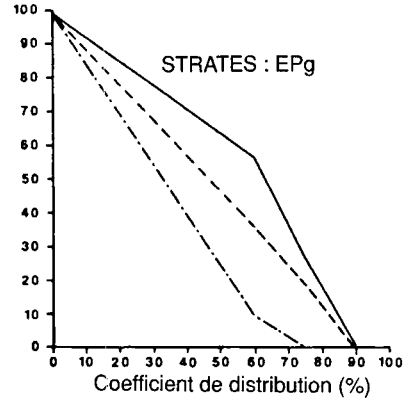
Les sapinières représentent les peuplements se prêtant le mieux aux méthodes traditionnelles de coupe puisque environ 70 % des superficies présentent des coefficients de distribution avant coupe d'au moins 90 %. La protection de la régénération permettrait toutefois de régénérer 20 % supplémentaires des parterres à partir de la régénération préétablie. Cette régénération serait constituée presque uniquement de sapin. Des feuillus viendront par la suite s'ajouter mais on peut craindre que la forte proportion de sapin dans la régénération rende le futur peuplement vulnérable aux attaques de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

La protection de la régénération préétablie présente un intérêt marqué dans les pessières. Ainsi, moins de 35 % des superficies demeureraient adéquatement

Proportion de parcelles régénérées à un coefficient de distribution donné (%)



Proportion de parcelles régénérées à un coefficient de distribution donné (%)



- Ensemble des résineux
- - - Epinette noire
- · - Sapin

Fig. 5. Proportion des parcelles rencontrant une norme minimale de distribution de la régénération préétablie, pour les divers groupes identifiés à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances.

régénérées immédiatement après la coupe avec les méthodes courantes alors que cette proportion s'élèverait à près de 75 % en apportant une attention particulière à la protection de la régénération préétablie. La régénération y sera dominée par l'épinette noire mais le sapin pourra aussi être abondant s'il est présent dans le couvert. Cette épinette noire proviendrait généralement du marcottage mais, selon certains auteurs, ce mode de reproduction se comparerait dans bien des cas au semis (Doucet & Boily, 1986; Frisque, 1977).

Les peuplements du 5<sup>e</sup> groupe (FiR et BbR) ne comportent que 15 % des cas où le coefficient de distribution en résineux avant coupe dépasse 90 %. Si l'on retient les hypothèses énoncées, la coupe avec protection de la régénération permettrait de régénérer 40 % supplémentaires de ces peuplements. Cette régénération serait alors principalement constituée de sapin puisque ces peuplements ont surtout été rencontrés dans le domaine climatique de la sapinière à bouleau blanc et qu'ils y constituent des peuplements pionniers ou de transition. Les peuplements mixtes se retrouvant dans les conditions les plus propices à l'établissement des sapinières sont aussi les mieux pourvus en régénération préétablie alors que ceux constituant des stades pionniers d'une évolution vers la pessière à épinette noire semblent poser des problèmes de régénération plus sérieux. Une attaque sévère de la tordeuse des bourgeons de l'épinette pourrait aggraver les problèmes de compétition qui peuvent survenir à la suite de la coupe de tels peuplements.

Dans les deux autres groupes, le potentiel de régénération à partir de celle présente avant la coupe est plutôt faible. Ainsi, pour le 4<sup>e</sup> groupe, seulement 30 % des superficies présentent des coefficients de distribution avant coupe d'au moins 75 %. Dans le 3<sup>e</sup> groupe, cette proportion

tombe même à moins de 5 %. Notons que, pour ce groupe, les courbes du sapin et de l'épinette noire se superposent de sorte que seule celle du sapin est illustrée figure 4. D'autres modifications des méthodes de coupe devront être envisagées pour favoriser l'ensemencement naturel et, dans bien des cas, on devra recourir à la régénération artificielle.

Dans plusieurs types de peuplements, la protection de la régénération préétablie constitue ainsi une voie permettant d'améliorer la régénération des aires de coupe. On devra cependant veiller à assurer la survie de la régénération préétablie laissée sur ces aires puisque celle-ci peut faire face à des conditions difficiles dans les années suivant la coupe (compétition, températures extrêmes, remontée de la nappe phréatique, etc.).

## CONCLUSION

Cette étude a permis de constater que l'abondance et la nature de la régénération préétablie sont étroitement associées à la composition du couvert forestier. Ainsi, l'influence du climat et du sol semble surtout se faire sentir par l'intermédiaire de cette composition.

Toutefois, pour un même type de couvert, le climat semble avoir une importance particulière, surtout en regard de la densité des résineux. L'épaisseur du sol et l'épaisseur de l'humus ont aussi démontré une certaine relation avec le niveau de régénération résineuse, alors que les attaques de la tordeuse des bourgeons de l'épinette avaient une influence importante sur la régénération des peuplements mélangés.

L'abondance de la régénération préétablie dans plusieurs types de couverts explique, au moins partiellement, le fait

que celle-ci constitue une proportion importante de la régénération présente 5 ans après la coupe (Ellis & Mattice, 1974; Olson & Bay, 1975). Le potentiel qu'elle représente pour assurer la régénération des parterres de coupe demeure toutefois nettement sous-utilisé avec les méthodes traditionnelles de coupe en forêt publique québécoise. Un processus est toutefois amorcé pour corriger cette situation. Il faudra alors s'assurer d'un développement adéquat de cette régénération après la coupe.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le service des traitements sylvicoles du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec et, en particulier, MM. A. Proulx, G. Rhéaume et C. Deschênes qui ont veillé à la bonne marche de l'étude. M. J. de Bellefeuille a apporté une contribution importante au traitement informatique des données. Mes remerciements s'adressent aussi à M. R. Doucet et F. Caron qui ont procédé à la révision du manuscrit.

## Références

- Brumelis G. & Carleton T.J. (1988) The vegetation of postlogged black spruce lowlands in central Canada. I. Trees and tall shrubs. *Can. J. For. Res.* 18, 1470-1478
- Canuel B. (1987) *Guide d'utilisation de la coupe avec protection de la régénération*. Min. de l'Énergie et des Ressources du Québec, 16 p.
- Carleton T.J. (1982) The pattern of invasion and establishment of *Picea mariana* (Mill.) BSP into the subcanopy layers of *Pinus banksiana* Lamb. dominated stands. *J. Can. Rech. For.* 12 (4), 973-984
- Deschênes C. (1983) *Normes d'inventaire relatives à l'évolution de la régénération naturelle en fonction des procédés et des modes de récolte*. Min. de l'Énergie et des Ressources du Québec, Cahier 3 209. 11r. 37 p.
- Doucet R. (1987) La régénération préétablie dans les peuplements résineux et mixtes du Québec. L'Aubelle, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, N° 57 (suppl.), 2-5
- Doucet R. & Boily J. (1986) Croissance en hauteur comparée de marcottes et de plants à racines nues d'épinette noire, ainsi que de pin gris. *Can. J. For. Res.* 16, 1365-1368
- Doucet R. & Boily J. (1987) *Bibliographie annotée sur le marcottage de l'épinette noire*. Min. de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction de la recherche et du développement, Mémoire N° 90, 32 p.
- Ellis R.C. & Mattice C.R. (1974) *Stand development following pulpwood harvesting at the Experimental Lakes area in northwestern Ontario*. Can. Dep. Env. Can. for. Serv. Inf. Rep. 0-X-207, 43 p.
- Fowells H.A. (1965) *Silvics of the forest trees of the United States*. USDA Agric. Handb. No. 271, 762 p.
- Frisque G. (1977) *Régénération naturelle de l'épinette noire* (*Picea mariana* (Mill.) BSP). Thèse Doct. Sci., Univ. Laval. 546 p.
- Hix D.H., Barnes B.V., Lynch A.M. & Witter J.A. (1987) Relationships between spruce budworm damage and site factors in spruce-fir-dominated ecosystems of western Upper Michigan. *For. Ecol. Manage.* 21, 129-140
- Lacoste A. & Roux M. (1972) L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-Maritimes. *Œcol. Plant.* 7 (2), 125-146
- Lebart L. & Fénélon J.-P. (1973) *Statistique et informatique appliquées*. Dunod, 457 p.
- Legendre L. & Legendre P. (1984) *Écologie numérique, Tome 2. La structure des données écologiques*. Masson, 335 p.
- Milligan G.W. (1980) An examination of the effect of six types of error perturbation on fifteen clustering algorithms. *Psychometrika* 45, 325-342
- Olson C.E. Jr. & Bay R.R. (1975) Reproduction of upland cutover spruce – balsam – hardwood stands in Minnesota. *J. For.* 53 (11), 833-835
- Québec (1983) *Normes d'inventaire forestier 1981*. MER, Direction générale des forêts, Service de l'inventaire forestier. ERC 3209. 11a. 152 p.
- Québec (1985) *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Carte couleurs à l'échelle 1/1 250 000. MER,

Service de la recherche et Service de la cartographie.

Richardson J. (1981) *Black spruce research by the Canadian Forestry Service in Newfoundland*. Envir. Can., Serv. Can. For., Rapport d'inf. N-X-206, 36 p.

Ruel J.-C. (1987) *Effets de différents procédés de récolte de la matière ligneuse sur la régénération préétablie*. Min. de l'Energie et des Ressources, Direction de la recherche et du développement, Rapport interne N° 282

Stanek W. (1961) Natural layering of black spruce in northern Ontario. *For. Chron.* 37, 245-258

Vézina P.E. & Roberge M. (1981) *Comment aménager nos forêts*. Québec, Presses de l'Univ. Laval. 273 p.

Waksman G., Ménard M. & Bélanger J. (1975) Analyse factorielle des relations entre le milieu et la production : étude des tremblais de la section laurentienne. *Can. J. For. Res.* 5, 662-680

Yang R.C. & Fry R.D. (1981) Natural succession following harvesting in the boreal mixedwood forest. *In : Boreal Mixedwood Symposium*. Can. For. Serv. COJFRC Symp. Proc. O-P-9, 65-77