

Université du Québec

Mémoire
présenté à
l'Institut national de la
recherche scientifique - eau

comme exigence partielle
de la maîtrise en sciences de l'eau

par

Luc Godin
B.Sc. en Génie forestier

Le scénario de l'intervention du
gestionnaire des forêts face au problème
des pluies acides

Mars 1987

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier le professeur Jean-Louis Sasseville pour son enseignement, sa direction et son aide apporté tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ces remerciements s'adressent également au professeur Peter G.C. Campbell pour son apport critique à la rédaction du présent document, ainsi qu'à messieurs Marius Pineau et Marcel Lortie, professeurs à la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval. Enfin il remercie madame Elaine Parent pour l'effort constant fourni pour la dactylographie de ce document et sa mise en forme.

RÉSUMÉ

La problématique des précipitations acides constitue une nouvelle réalité pour le gestionnaire des forêts. En analysant dans une perspective systémique le ministère de l'Énergie et des Ressources, il en ressort que ce dernier gère une ressource vulnérable à ce phénomène de pollution. Cette situation représente un problème de protection de la ressource forestière contre un agent d'agression exogène susceptible d'en perturber le fonctionnement et le rendement. Les connaissances sur les effets des précipitations acides sur l'écosystème forestier ne sont pas encore suffisamment approfondies pour réduire l'incertitude sur les effets présumés et ainsi, n'ont pas entraîné de réaction administrative évidente. Dans ce mémoire, on pose l'hypothèse qu'une modification de contexte de l'ordre de celle que pourraient amener les pluies acides entraînera nécessairement une prise de position du gestionnaire public. C'est ainsi que nous avons formulé un scénario d'intervention du gestionnaire qui permet de décrire le processus par lequel il sera amené à prendre connaissance du problème, à l'analyser par rapport à ses objectifs de gestion et à y apporter une ou des solutions. Il en est résulté trois principales options de solution: diminuer l'incertitude liée aux connaissances du problème, se préparer à la plausabilité de l'impact et, troisièmement, ne rien faire ou laisser faire.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
REMERCIEMENTS	i
RÉSUMÉ	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	ix
INTRODUCTION	1
1. LE GESTIONNAIRE DES FORÊTS	5
1.1 L'organisation	7
1.2 L'environnement	12
1.3 La situation du gestionnaire face au problème de la limitation de l'offre	16
2. L'ACTION PRÉSUMÉE DES PRÉCIPITATIONS ACIDES SUR LA MESURE FORESTIÈRE	19
2.1 Le phénomène des précipitations acides	21
2.2 Les effets des précipitations acides	24
2.2.1 L'écosystème forestier	24
2.2.2 L'écosystème aquatique	27
2.3 L'interaction des précipitations acides avec l'objet de gestion	29

	<u>Page</u>
3. LE SCÉNARIO DE L'INTERVENTION DU GESTIONNAIRE	35
3.1 La gestion publique d'une ressource naturelle	37
3.2 L'adaptation du système de gestion à son environnement	38
3.3 La modification de l'objet de gestion et la réaction du gestionnaire	43
3.4 Les options de solution	54
4. LA DISCUSSION	63
4.1 L'intérêt de la problématique pour le gestionnaire	66
4.2 Le choix d'une solution	70
CONCLUSION	73
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	77

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
TABLEAU 1. Changements stratégiques à l'organisation du MER	10
TABLEAU 2. Facteurs caractérisant le transfert des dépôts acides du système atmosphérique vers les écosystèmes récepteurs ..	23
TABLEAU 3. Facteurs affectant les objectifs du MER	56

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
FIGURE 1. L'environnement institutionnel du MER	13
FIGURE 2. Macrosystème de la gestion-ressource et gestion environnementale de la forêt	39
FIGURE 3. Le système organisationnel type d'un ministère responsable d'une ressource collective	41
FIGURE 4. Modèle "organisation set"	44
FIGURE 5. Diagramme du cheminement de l'information utilisée par le système décisionnel	47
FIGURE 6. Modèle général du processus de décision stratégique	50

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Au Canada, les organismes publics responsables de la gestion des forêts font face à plusieurs problèmes nouveaux originant d'une réorganisation du marché, de l'emploi de nouvelles techniques d'exploitation, des systèmes de stock, des exigences environnementales ou encore, particulièrement à l'est, du risque de la décroissance des rendements occasionnée par l'avènement des précipitations acides. En effet, la dynamique, les caractéristiques et la fonction économique de la forêt sont susceptibles d'être affectées par les précipitations acides qui pourraient être à l'origine de problèmes de mortalité accrue et de baisse de productivité de certains sites forestiers européens, du moins certains relient-ils ces problèmes à la pollution atmosphérique (Plochmann, 1984). Il n'est cependant pas évident que les précipitations acides aient un effet sur la productivité forestière; les caractères cumulatifs et ininterrompus du phénomène d'acidification font que ces effets, s'ils existent, ne seront perceptibles qu'à long terme, contrairement à d'autres types d'agression de l'écosystème forestier comme la tordeuse de bourgeon de l'épinette et les incendies, dont les effets les plus frappants sont observés à court et moyen termes. Cette incertitude explique peut être le temps pris par le ministère de l'Énergie et des Ressources à réagir à ces modifications potentielles affectant son objet de gestion.

Pour le gestionnaire des forêts, son interaction avec le phénomène des pluies acides se situe à deux niveaux. D'une part, un impact sur la productivité pourrait affecter ses mandats de gestion et diminuer la validité de ses prévisions. D'autre part, l'impact de ses pratiques forestières sur l'écosystème aquatique pouvant contribuer, par exemple, à l'augmentation de l'acidité des eaux superficielles, pourrait s'avérer un obstacle à la réalisation de ses objectifs de gestion.

Comment le gestionnaire des forêts est-il susceptible de réagir aux modifications de son contexte de gestion engendrées par le phénomène des pluies acides? C'est de ce problème d'adaptation à l'environnement de

gestion dont il sera question dans le présent mémoire, problème qui sera traité par l'établissement du scénario d'adaptation plutôt que par enquête auprès des intervenants, étant donné qu'au moment de réalisation de cette recherche, aucune attention n'avait encore été apportée à ce phénomène.

La méthode retenue pour établir le scénario de la réaction du gestionnaire aux modifications de gestion comporte des étapes principales. Tout d'abord, il convient d'analyser suivant une perspective systémique, la structure du gestionnaire des forêts publiques. Par la suite, suivant le postulat stipulant que l'appréhension d'une situation environnementale problématique par le gestionnaire engendre nécessairement des activités résolutives, on aborde successivement la définition du problème potentiellement engendré par les pluies acides et, l'analyse du processus d'adaptation au changement de contexte. Enfin, suivant une méthode de planification stratégique de l'action du gestionnaire simulant le comportement décisionnel, on établit et analyse succinctement les diverses options de solution.

CHAPITRE 1

LE GESTIONNAIRE DES FORÊTS

1. LE GESTIONNAIRE DES FORÊTS

La gestion des terres publiques, des bois et des forêts au Québec relève du ministère de l'Énergie et des Ressources. Traditionnellement, le système des concessions forestières réduisait l'efficacité gouvernement quant à sa gestion et l'allocation des bois sous la tutelle des concessionnaires forestiers (Gouvernement du Québec, 1972). Il exerçait essentiellement une mission de contrôle des lois et règlements vis-à-vis des utilisateurs de la forêt.

En 1971 et 1972, avec la parution d'un livre blanc sur la politique forestière, le gouvernement annonçait son intention de jouer pleinement son rôle de gestionnaire et d'optimiser l'utilisation de la ressource forestière en vue du développement économique et social (Gouvernement du Québec, 1971). La loi du ministère des Terres et Forêts sanctionnée en 1973 confirmait le désir de réaliser cet objectif. Il s'en suivi une modification de la gestion du MER, de ses relations avec les différents intervenants et de son action sur la ressource forestière.

En 1984, le MER entreprit la redéfinition de sa politique forestière (Gouvernement du Québec, 1984). L'évolution du contexte de gestion au cours de la dernière décennie a mis en relief la difficulté d'obtenir les performances souhaitées au niveau de la ressource forestière et l'importance économique du secteur industriel qui en dépend. C'est donc dans une période relativement active au plan stratégique que la réaction du gestionnaire au problème des pluies acides est étudiée, période caractérisée par une prise de conscience plus grande de la dynamique de son environnement de gestion. Pour tracer un portrait fidèle du gestionnaire, il importe de décrire l'organisation, comme structure, son environnement et la situation du gestionnaire face à la problématique des précipitations acides.

1.1 L'organisation

La structure de l'organisation du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec résulte de modifications survenues à la suite de

l'intégration du ministère des Terres et Forêts et de celui des Richesses naturelles, de la régionalisation administrative des activités et d'un objectif de gestion axé sur le développement économique et social.

L'organisation du MER est bâtie autour de quatre secteurs (énergie, forêts, terres, mines), chacun sous la responsabilité d'un sous-ministre associé ou d'un ministre délégué. Le secteur Forêts fonctionne selon les mandats accordés par les lois concernant les terres et forêts publiques (Gouvernement du Québec, 1977; 1979):

- concéder les terres publiques, les droits d'usages s'y attachant et les bois s'y trouvant;
- de voir à l'aménagement et à la conservation des terres publiques ainsi que des bois et forêts s'y trouvant et de surveiller leur utilisation;
- d'assurer la protection des forêts contre l'incendie, les épidémies et les maladies sur toutes les terres publiques et, s'il le juge nécessaire dans l'intérêt public, sur les terrains privés;
- de voir au boisement et au reboisement des terres à vocation forestière de même qu'à l'amélioration de peuplements forestiers;
- de construire et entretenir des chemins forestiers;
- d'élaborer des programmes pour la mise en valeur, l'exploitation et la transformation dans le Québec des forêts et des bois qui s'y trouvent et, avec l'autorisation du lieutenant-gouverneur en conseil et en collaboration avec d'autres ministères, de voir à l'exécution de ces programmes.

En fait, la structure actuelle du MER est le fruit de nombreuses modifications survenues en réponse à des modifications de mandats ou à la suite

d'un changement dans son environnement. La réorganisation effectuée par le MER au milieu des années 1970 apparaît comme un effort pour apporter une solution stratégique à une modification du contexte de la gestion caractérisé par une mauvaise allocation et l'accroissement de la demande de bois et d'activités de plein air. Le tableau 1 résume des changements temporaires ou permanents subis par le ministère dans différents domaines de l'organisation en fonction des critères définis par Ansoff et al. (1976).

Durant cette période, à l'instar des modifications structurelles, les activités de gestion des forêts se sont aussi modifiées. Du rôle de contrôleur des lois et règlements vis-à-vis les utilisateurs de la forêt, il a cherché à reprendre en main la gestion des forêts publiques. Pour ce faire, il a entrepris un programme de révocation des concessions forestières, la confection de plans de gestion et la régionalisation de son administration. Il est aussi devenu le promoteur public des activités industrielles, économiques et sociales générées par le secteur forestier (MER, 1984).

L'organisation physique qui résulte de ces changements se compose de services distribués à trois niveaux ou paliers géographiques (Paquin, 1982). Les services centraux sont généralement localisés à Québec. Ils sont de deux types; soit ceux affectés à des tâches de gestion (planification et contrôle et de soutien administratif) et ceux relevant des directions générales et opérationnelles.

Ces services ont un rôle de planification, de coordination, de normalisation, de contrôle, de développement et d'assistance technique. Les bureaux régionaux se voient dévolu principalement des activités de planification et de coordination au niveau régional. Ils ont une fonction de liaison entre les services centraux et les bureaux locaux. Les unités de gestion (bureaux locaux), implantées graduellement depuis 1974, permettent d'intégrer les interventions sur le terrain, de faciliter la connaissance du territoire et de rapprocher les services de la population, l'objectif de cette régionalisation étant d'assurer une supervision plus efficace et une meilleure utilisation des ressources.

TABLEAU 1. Changements stratégiques à l'organisation du MER (Gouvernement du Québec, 1972 et 1980; Paquin, 1982; Ansoff et al., 1976).

DOMAINES	CHANGEMENTS
Valeurs	"optimiser l'utilisation de la ressource forestière en vue du développement économique et social".
Individus	<ul style="list-style-type: none">- créations de nouveaux postes;- formation de personnel et perfectionnement;- groupe conseil.
Structure	<ul style="list-style-type: none">- régionalisation des opérations;- subdivision du territoire en 44 unités de gestion;- nouveaux programmes.
Processus	<ul style="list-style-type: none">- plan de gestion provincial et régional;- documents de stratégie;- suivi du plan de gestion.
Technologie	<ul style="list-style-type: none">- méthode d'inventaire;- méthode de confection du plan de gestion;- modèle de prédiction de la possibilité forestière annuelle (Modal).

L'administration, pour maintenir la cohésion de l'organisation, s'appuie aussi sur des outils tels que les directives, les normes et les procédures pour gérer l'intervention, les actions internes et externes. Les directives sont définies comme des instructions permanentes adressées aux employés du ministère. Il y a les directives externes originant de l'extérieur du ministère et les directives internes issues par l'organisation (Paquin, 1982). On les retrouve dans un manuel qui comprend: les références aux lois et règlements, les objectifs et les politiques du ministère et les directives (l'ensemble des indications générales et la ligne de conduite des employés, les procédés et méthodes et les normes établies). Le système des directives comprend aussi des cahiers internes et externes. Les cahiers internes sont préparés par les services techniques et réfèrent aux procédures de travail, fournissent des normes et des références techniques, font état des connaissances scientifiques et recommandent certaines pratiques. Les cahiers externes sont émis par des organismes autres.

La réalisation des activités du MER relève de son système de gestion. Il comprend trois éléments majeurs: le plan de gestion, le processus de planification et d'allocation des ressources et l'évaluation (Paquin, 1982).

Le plan de gestion correspond à un processus d'analyse de l'information fournie par les services techniques. Le processus de planification et d'allocation consiste à allouer et répartir entre les différents programmes retenus, les ressources disponibles. La phase de planification vise à établir des stratégies annuelles sectorielles pour le ministère. À partir de documents d'orientation sectorielle les centres de décision établissent une stratégie annuelle globale. Afin de permettre l'expansion, l'annulation des activités existantes ou la création de nouvelles et d'apporter des réaménagements budgétaires pour réaliser les objectifs définis par les stratégies sectorielles, la revue des programmes annonce un cycle décisionnel qui conduit à l'élaboration des demandes budgétaires adressées au Conseil du trésor. Une fois l'enveloppe budgétaire obtenue, la phase de

programmation-budgétisation distribue les sommes selon les programmes d'activités et les priorités.

Le processus d'évaluation permet de suivre le rythme de réalisation des programmes et l'atteinte des objectifs; il permet aussi d'effectuer les vérifications internes et externes de données financières et budgétaires et l'inspection technique.

L'articulation des différentes fonctions de la gestion opérationnelle, fait appel au PPBS (Planning Programming Budgeting System). Le PPBS regroupe dans un même système les activités de la planification, de la programmation et de la budgétisation, en vue d'accroître la cohérence de la gestion et d'optimiser l'allocation des ressources (Laflamme, 1981). Il introduit une fonction de contrôle associée au concept de la rétroaction (Paquin et Jacques, 1977).

1.2 L'environnement

L'organisation de gestion du MER existe dans un milieu, ou environnement, qui influence tant sa structure que son fonctionnement et son produit. Souvent, un changement observé dans cet environnement peut se traduire par la modification du contexte de gestion et, par là, influencer d'une façon ou l'autre le comportement du gestionnaire (Ansoff, 1972; Pfeffer et Salancik, 1978).

Dans l'environnement du gestionnaire, on distingue généralement la composante institutionnelle de la composante opérationnelle. L'environnement institutionnel regroupe les organisations politiques, administratives, économiques et sociales ainsi que les individus qui exercent une influence directe ou indirecte sur le MER (figure 1). Ils fournissent au MER les ressources (intrants) nécessaires à son fonctionnement. Leur importance dépend souvent de l'idée qu'ont ces intervenants du rôle et de l'importance qu'a le MER dans la réalisation de leurs buts et objectifs.

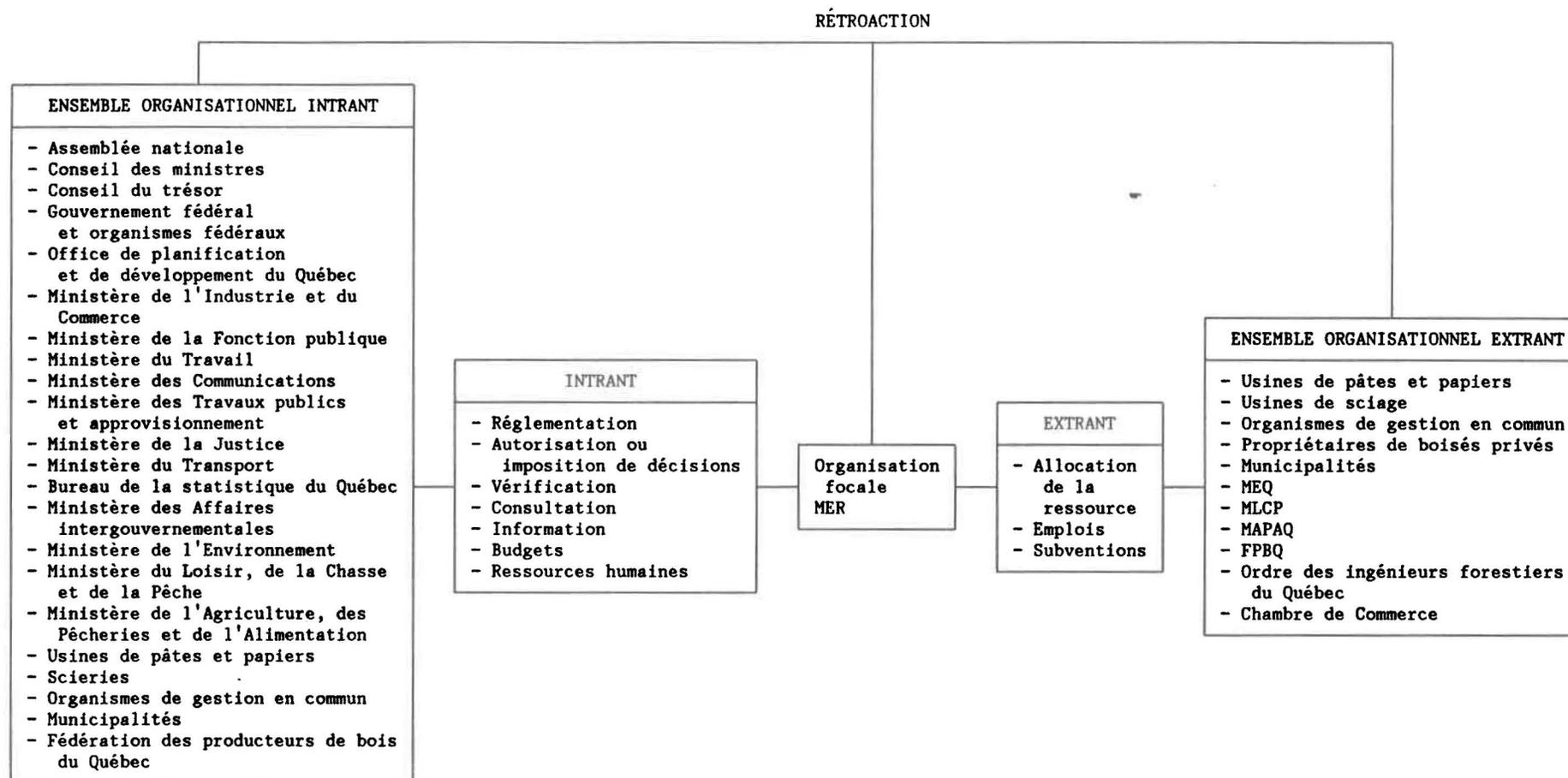


FIGURE 1. L'environnement institutionnel du MER (Paquin, 1982; Evans, 1966; Warwick, 1975).

L'environnement opérationnel, quant à lui, constitue l'écosystème forestier. Pour le caractériser nous utiliserons les propriétés énoncées par Mintzberg (1979), Warwick (1975) et Aldrich (1979): richesse, homogénéité, stabilité, dispersion, exclusivité et turbulence.

La richesse ou la pauvreté de l'environnement dépend de la disponibilité de la ressource pour l'organisation. Un milieu riche minimise la formation des interrelations entre l'organisation et le milieu et tend à augmenter et à diversifier les usages. Un milieu pauvre favorisera l'efficacité dans l'utilisation de la ressource et force l'organisation à développer une structure plus performante. Actuellement, la perception de la ressource forestière se modifie. Elle passe de celle d'un milieu riche à celle d'un milieu pauvre. La capacité du milieu forestier varie selon les régions et les essences convoitées. Traditionnellement la demande annuelle en matière ligneuse était toujours inférieure à l'offre. Au début du siècle, l'industrie forestière évoluait dans un environnement riche à outrance qui a favorisé son expansion. Aujourd'hui, on constate une surexploitation pour à peu près toutes les régions du Québec (Drapeau, 1983): l'industrie forestière peut difficilement progresser, le diamètre des bois exploitables diminue, leur localisation de moins en moins accessible augmente les coûts d'exploitation... De plus, l'augmentation du nombre des usages, comme les loisirs et la protection de la faune et des cours d'eau, tend à concurrencer l'usage industriel de la forêt.

Alors qu'un environnement homogène permet de standardiser les activités de l'organisation et diminue l'éventail de ses biens et services, un milieu hétérogène augmente la complexité de la structure de l'organisation et diversifie les biens et services offerts. L'écosystème forestier doit être considéré comme un environnement hétérogène et complexe: on y retrouve en effet cinq grands domaines sylvestres, comportant chacun de nombreuses associations végétales et auxquels sont associés une infinité de processus biologiques.

De nombreuses difficultés peuvent surgir dans la gestion d'un tel système. Ainsi, sa relative instabilité affecte l'organisation par

l'entremise de la dimension intermédiaire qu'est la prévisibilité du travail d'exploitation de la ressource: un environnement dynamique rend ces prévisions incertaines (Mintzberg, 1979).

Une autre dimension définit le mode et l'étendue de la répartition de la ressource au plan géographique (aléatoire-identifiable): c'est la dispersion de l'environnement. La forêt commerciale couvre quelques 526 millions d'hectares (Leblanc et Rousseau, 1977). La concentration de la ressource (mètres cubes à l'hectare) varie en fonction des conditions climatiques, édaphiques, physiographiques et biotiques (Grantner, 1974). La forêt-ressource pour les loisirs se situe à proximité des bassins de population et dépend de l'accessibilité au territoire. L'étendue géographique peut aussi avoir des répercussions sur la structure de l'organisation et ses activités (Warwick, 1975). Lorsque le MER a voulu jouer un rôle plus actif dans la gestion des forêts, il a dû accentuer la régionalisation de son administration et mettre en place un processus interne dont l'aboutissement est le plan de gestion. Le concept d'exclusivité établit le champ d'action exclusif ou non de l'organisation selon qu'il est reconnu ou contesté par d'autres organismes. Le MER a le mandat exclusif de la gestion et de la protection des forêts. Cependant d'autres organismes (MEQ, MLCP, ...) peuvent entrer en conflit lorsque les frontières communes de leurs juridictions sont imprécises ou se superposent.

Enfin, la turbulence réfère à des interrelations fortuites et à leur accroissement. Elles sont difficiles à appréhender par l'organisation. Un environnement dynamique est souvent turbulent. Il affecte l'organisation par l'entremise de la vitesse de réponse à un changement ou à une nouvelle relation avec son environnement.

Le MER apparaît donc comme un ministère à vocation sectorielle. Il dépend ainsi pour ses ressources de gestion et ses mandats, d'instances décisionnelles qui lui sont supérieures hiérarchiquement. De nombreux ministères dont la vocation est plus globale gèrent la dimension économique et industrielle du secteur forestier. L'importance des intrants (figure 1)

dépend donc de la perception par ces décideurs du rôle et de la capacité du MER de répondre à leurs attentes. Longtemps les forêts du Québec ont été perçues comme inépuisables avec quelques problèmes urgents et spectaculaires (incendies et épidémies) (Gouvernement du Québec, 1983b). Le niveau politique a aussi véhiculé ce mythe. Cet état de chose a conduit à une détérioration du potentiel des forêts québécoises. Dans l'exercice conduit par le MER pour redéfinir sa politique forestière, le lien entre la ressource forestière et l'aspect économique et industriel de ce secteur est omniprésent (Gouvernement du Québec, 1984).

1.3 La situation du gestionnaire face au problème de la limitation de l'offre

Traditionnellement, la réalité perçue tant par le gestionnaire que par son environnement institutionnel entretenait le mythe d'un approvisionnement illimité et perpétuel en bois de qualité. Il en est résulté:

- un manque de conviction de la part de la population et du niveau politique sur la nécessité d'accroître les efforts dans l'aménagement de la ressource;
- ç - l'absence de véritable législation forestière;
- des possibilités de développement de l'industrie forestière pratiquement inexistantes;
- une sous-production des terres forestières;
- des outils de gestion et d'intervention inadéquats (stratégies sylvicoles, modèles d'aménagement, méthodes de calcul de l'offre, modèles d'analyse économique...) (Gouvernement du Québec, 1983b).

Aujourd'hui, avec la parution récente d'une nouvelle politique forestière, le MER a présenté sa perception du secteur forestier pour les

prochaines décennies. Les objectifs de gestion proposés visent une meilleure utilisation des ressources forestières, la création d'un capital ligneux et une meilleure transformation de la ressource existante.

Le profil biophysique de la ressource forestière montre une ressource hétérogène (voir page 14) répartie sur un vaste territoire. La forêt commerciale, inventoriée située au sud du 52e degré de latitude, couvre 733 000 km² soit 44% de la superficie du Québec. Le volume ligneux marchand brut sur pied est de l'ordre de 4,1 milliards de m³ et est composé à 75% par les essences résineuses et à 25% par les feuillus. L'offre annuelle est de 31,6 millions de m³ de résineux et de 15,5 millions de m³ en bois feuillu. Le volume de bois résineux peut augmenter à 38,7 millions de m³ par différentes interventions sylvicoles. Pour la décennie 1980-1990 les niveaux de coupes retenus dans les plans de gestion, exprimés en volume marchand sans écorce, sont de 37,1 et 14,4 millions de m³ respectivement pour les bois résineux et feuillus (Gouvernement du Québec, 1983a). Ces prévisions regroupent la forêt publique, les grandes forêts privées ainsi que les petites forêts privées.

La demande annuelle à long terme en bois rond, de l'industrie se situe à 37 millions de m³. La tendance des dernières années montre que la coupe réelle tend à s'approcher de la possibilité annuelle. Même aujourd'hui, l'équilibre entre l'offre et la demande est fragile. Les résultats compilés par le MER supposent:

- des ruptures de stock à moyen terme;
- la réalisation de travaux sylvicoles et l'obtention des résultats escomptés;
- que l'offre annuelle ne tient pas compte de toutes les exigences de qualité des bois nécessaires à l'industrie;
- que certaines régions ont déjà atteint le niveau de l'offre annuelle.

De nombreux problèmes sont liés à la ressource forestière. La production de matière ligneuse souffre du sous-traitement des forêts. La dégradation des forêts climaciques est suivie par la venue de forêts de transition où les ressources ligneuses ne sont pas valables pour notre type d'industrie forestière. La répartition géographique de la ressource montre l'éloignement des parterres de coupe des zones industrielles. La protection des forêts contre les insectes et maladies est déficiente tant au niveau de la prédiction, de la lutte et de l'évaluation des impacts. Il en ressort un manque de connaissance de la forêt, du comportement des écosystèmes et de leur dynamique.

L'introduction dans la réalité actuelle du phénomène des précipitations acides suppose que s'il y a des effets négatifs, ils pourraient accentuer l'amplitude des problèmes actuels. Il devient donc pertinent de fouiller le sujet.

CHAPITRE 2

L'ACTION PRÉSUMÉE DES PRÉCIPITATIONS ACIDES
SUR LA RESSOURCE FORESTIÈRE

2. L'ACTION PRÉSUMÉE DES PRÉCIPITATIONS ACIDES SUR LA RESSOURCE FORESTIÈRE

La perspective d'impacts négatifs sur la ressource forestière constitue une importante préoccupation de gestion. Cependant, l'information disponible pour établir la problématique ne repose pas toujours sur des assises scientifiques rigoureuses. En effet, la connaissance sur les processus écosystémiques étant incomplète, il devient d'autant plus difficile de prouver avec certitude les effets et les impacts des précipitations acides sur la ressource forestière. Les hypothèses de travail mises de l'avant par différents auteurs permettent néanmoins de formuler une problématique sérieuse pouvant renseigner le gestionnaire sur les enjeux en cause.

Dans cette perspective, l'information recherchée doit contribuer à éveiller l'intérêt du gestionnaire pour le sujet. Puis, dans un second temps, elle doit susciter la reconnaissance d'un problème en confrontant les précipitations acides et son objet de gestion.

2.1 Le phénomène des précipitations acides

En 1980, alors que les gouvernements canadien et américain signaient une déclaration d'intention concernant la pollution atmosphérique transfrontière, le Québec, par le biais du ministère de l'Environnement, s'impliquait dans ce débat en instituant un programme d'étude sur la question. Il reconnaissait ainsi que le problème était sérieux, que les ressources naturelles, les structures artificielles, la santé de l'homme et l'environnement pourraient être de plus en plus affectés (Gouvernement du Québec, 1981). Parmi la gamme des polluants atmosphériques, ceux qui constituent les "pluies acides" partagent une caractéristique commune: leurs effets sur les structures biotiques et abiotiques sont dus à leur pouvoir acidifiant (Peterson, 1982). Les polluants acides se divisent en gaz primaires émis lors de la combustion de combustibles fossiles (SO_x , NO_x , HCl) et en acides (H_2SO_4 , HNO_3) résultant de transformations qui ont cours

lors de leur séjour dans l'atmosphère. Les gaz primaires ont des impacts principalement près des sources ponctuelles (Knabe, 1976). Les acides qui résultent des transformations sont sujets à une dispersion plus étendue (Loucks, 1982).

Le transport des polluants sur de grandes distances (Altshuller et McBean, 1979) et la dispersion des sources à l'échelle continentale, font que le Québec se trouve particulièrement affecté par des précipitations acides. Les relevés fournis par le réseau REPQ montrent que le pH des eaux atmosphériques se situe autour de 4,3 à 4,9 sur presque l'ensemble du territoire québécois (Talbot et al., 1984). Le sud et le sud-ouest du Québec présentent un pH moyen des précipitations de 4,3. Ces zones font partie des endroits les plus exposés de l'Amérique du Nord (Lapointe et Piette, 1985). La répartition des valeurs de pH sur le territoire montre un gradient décroissant du sud-ouest au nord-est.

Le processus de déposition des polluants sous forme de poussières sèches ou de précipitations humides (pluie, neige, brume) correspond à un transfert vers les écosystèmes récepteurs des substances acides. Le phénomène de pollution de l'air tel que décrit par Lardinois (1978) est le résultat des trois phases essentielles: l'émission, la diffusion et la réception. Les facteurs qui caractérisent le transfert des dépositions acides sont énumérés au tableau 2. La réception constitue la phase de transfert entre le système atmosphérique et les écosystèmes terrestres. Le gain de chaque écosystème au niveau des intrants dépend de leurs caractéristiques propres. Les quatre modes de déposition des substances atmosphériques (précipitations humides, dépôts secs, aérosols, adsorption des gaz) constituent les vecteurs d'entrée (Galloway et Cowling, 1978). La composition de ces dépôts correspond généralement à l'aspect qualitatif des apports qui, en plus des composantes importantes d'origine naturelle, sont constitués de polluants d'origine anthropique. Les sulfates et les nitrates provenant de la combustion de combustibles fossiles sont considérés comme étant à l'origine de l'augmentation de l'acidité des précipitations (Lachance, 1979; Harrison et Pio, 1983). D'autres éléments comme les

TABLEAU 2. Facteurs caractérisant le transfert des dépôts acides du système atmosphérique vers les écosystèmes récepteurs (Peterson, 1982; Bormann et Likens, 1979; Altshuller et McBean, 1979; Lardinois, 1978).

ÉMISSION	DIFFUSION	RÉCEPTION
Taux d'émission des polluants	facteurs météorologiques prévalant (température, intensité lumineuse, humidité, etc.)	structure spatiale de réception: topographie, propriété architecturale, etc.
Nature des substances émises	transformations physico-chimiques des substances	superficie
Propriétés physiques et chimiques des particules	transport	localisation
Sources fixes et mobiles	temps de séjour	épisode hydrologique climat modes de déposition composition des dépôts

métaux lourds, qui ne sont pas naturellement présents dans l'atmosphère, s'y retrouvent aussi (Tri-Academy Committee on Acid Deposition, 1985).

2.2 Les effets des précipitations acides

Le gestionnaire de la forêt doit pouvoir situer son objet de gestion à l'intérieur d'un macrosystème où se conjuguent l'effet de plusieurs facteurs, en connaître l'état, le comportement et les agents d'agression susceptibles d'agir sur lui: ceci exige une compréhension adéquate des relations structurelles et fonctionnelles au sein de ce dernier (Barrett, 1981). Auerbach (1981) mentionne que pour concevoir des politiques efficaces, le gestionnaire doit connaître le système géré ainsi que les autres systèmes avec lesquels il existe des liens. Il introduit le concept du stress dans l'analyse du comportement du système à différents niveaux d'organisation (cellule, organisme, population ou écosystème). Le stress est défini comme étant une interférence négative au fonctionnement normal d'un système par un agent d'agression. Cet agent peut être endogène au système et faire partie des processus réguliers tels la prédation, la compétition ou les phénomènes allélopathiques. Il peut aussi être exogène au système, de nature météorologique, géologique ou anthropique.

2.2.1 L'écosystème forestier

Les précipitations acides peuvent être perçues comme un agent d'agression exogène anthropique par rapport à l'écosystème forestier. Le caractère diffus et non ponctuel de ce type de pollution lui permet de toucher chaque élément du système et d'induire des perturbations simultanément, à différentes intensités. On constate que c'est surtout par le feuillage et par le sol que les précipitations acides peuvent agir sur la vitalité des individus et des communautés végétales.

La plupart des études traitant des précipitations acides ont cependant porté sur les effets observés sur des individus plutôt que sur les communautés (Borghi, 1982; Auerbach, 1981). La raison première de ce déséqui-

libre dans la distribution des connaissances sur le phénomène serait reliée au fait qu'il est plus facile de réaliser des observations dans des milieux contrôlés (laboratoires, serres) et à des niveaux d'organisation inférieurs. Des observations similaires sont courantes avec les composantes abiotiques: la majorité des effets physico-chimiques observés relèvent d'études réalisées en milieux contrôlés ou semi-contrôlés, avec des précipitations acides simulées.

Au niveau des surfaces foliaires, les effets sont liés au processus de lessivage du feuillage par les précipitations incidentes. Les ions hydrogènes qui proviennent des acides organiques produits par la plante et des acides des précipitations, remplacent des cations adsorbés dans la cuticule foliaire. L'échange avec l'ion hydrogène engendre un mécanisme de dissolution des cations du feuillage (Foster et Nicholson, 1983). L'augmentation des concentrations en acides forts (H_2SO_4 , HNO_3) dans les précipitations et dans les dépôts secs acides augmente l'effet du lessivage (Abrahamson et al., 1977; Eaton et al., 1973; Wood et Bormann, 1975). Le lessivage du calcium (Ca^{++}) augmente avec la concentration des ions hydrogènes (Fairfax et Lepp, 1975). Il se produit généralement une neutralisation partielle des précipitations qui interfèrent avec la frondaison (Lee et Weber, 1982).

L'amplitude des modifications de concentration des ions dans les précipitations qui atteignent le sol forestier résulte de la capacité filtrante de la végétation et de la sensibilité de chaque espèce végétale au lessivage des ions du feuillage. Les aiguilles des conifères seraient relativement insensibles aux pluies acides par rapport aux espèces décidues (Evans et Curry, 1979; Horntvedt et al., 1980; Wood et Bormann, 1975). Cependant, elles peuvent subir un lessivage tout au long de l'hiver (Eaton, Likens et Bormann, 1973). En fait, les caractéristiques de précipitations après être passées au travers de la frondaison vont varier en fonction de nombreux facteurs. L'âge des tissus foliaires, la vigueur de la plante ainsi que la résistance de la cuticule vont faire que généralement le lessivage est plus important lorsque les tissus sont sénescents et que la cuticule est altérée. L'intensité des précipitations, leur fréquence, le

taux d'évaporation ainsi que le temps de résidence de l'eau sur le feuillage jouent un rôle non négligeable. De plus, le lessivage sera plus ou moins intense selon les éléments présents dans les précipitations (Tukey, 1980).

La filtration des aérosols et du SO_2 par le feuillage peut renverser l'effet neutralisant mentionné. Dans un peuplement de pin sylvestre (Pinus sylvestris L.) étudié par Nicholson et al. (1980), les dépôts secs ont contribué pour 46% des apports acides dans les pluviolessivats, contre 22% pour les dépôts humides et 22% pour les métabolites végétaux. Le pH moyen des précipitations traversant la zone feuillée a diminué de 4,2 à 3,7. Ulrich (1980) a mesuré, pour une précipitation incidente de pH 4,2 une baisse de pH 3,79 à 3,38 respectivement pour une bétulaie et une pessière. Les dépôts secs ont contribué pour 42% et 74% du total des apports acides.

Les dommages visibles aux tissus végétaux tel que des nécroses tissulaires, des lésions de la cuticule et des galles, ne sont pas évidents au niveau actuel de l'acidité des précipitations en Amérique du Nord. Ils ont été observés lors de simulations à des pH inférieurs à 3 (Tamm et Cowling, 1977; Evans et Curry, 1979; Wood et Bormann, 1974) et dans les zones d'influence de sources polluantes ponctuelles où les concentrations en polluants primaires (SO_2) sont plus élevées (Knabe, 1976; Roques et al., 1980; Hutchinson et Witby 1977; Tamm et Cawling, 1977).

Quant aux sols, ils subissent aussi un processus d'acidification naturelle. L'extraction de cations basiques par la végétation, la formation de CO_2 dans le sol, l'oxydation des composés azotés et sulfureux et la déposition d'une litière acide comptent comme les facteurs responsables de ce phénomène naturel (Preafflin et Zeigler, 1980; Krug et Frink, 1983). Les apports acides secs et humides d'origine anthropique figurent maintenant parmi ces facteurs (Malmer, 1976; Johnson et al., 1981). De façon générale, les effets négatifs observés sur les sols forestiers sont reliés au déplacement du calcium et du magnésium vers les horizons inférieurs du sol et de la réduction de l'activité microbienne responsable de la décomposi-

tion de la matière organique et de la remise en circulation des fertilisants qui y étaient piégés (McLaughlin, 1985). L'acidification des sols contribue à l'augmentation du taux de dissolution des éléments du sol dont les métaux lourds. En effet, ces derniers pourraient atteindre des niveaux toxiques pour les plantes. La toxicité pour l'arbre varie en fonction des éléments présents et de leurs combinaisons (Tri-Academy Committee on Acid Deposition, 1985).

La neutralisation des apports acides est essentiellement réalisée en deux étapes. L'acidité reliée à l'ion hydrogène est neutralisée par des échanges avec des cations basiques et par la dissolution de l'aluminium disponible dans les horizons supérieurs du sol. Dans un second temps, l'altération chimique de la roche mère et des dépôts meubles neutralise à la fois l'acidité reliée à l'ion hydrogène et à l'ion aluminium. Cette dernière étape étant plus lente que la première, la solution aqueuse du sol peut demeurer sous l'influence de l'acidité reliée à l'ion aluminium (pH 4,7 - 5,2) (Johnson, 1979; Johnson et al., 1981; Cronan et Schofield, 1979; Nilsson et Bergkvist, 1983)

2.2.2 L'écosystème aquatique

Les apports acides parviennent à l'écosystème aquatique directement par les précipitations et les dépôts secs et indirectement par leur transition au travers de l'écosystème terrestre. Les impacts observés dans les lacs sont généralement similaires à ceux observés en rivières. Cependant, il y a une différence au niveau de l'amplitude des effets en fonction des épisodes hydriques, de leur magnitude, du temps et des composantes affectées. Les lacs sont influencés aussi bien par des épisodes hydriques acides à court terme que par l'acidité cumulée au fil des années.

Les principaux effets observés au niveau de la qualité des eaux sont la baisse du pH, le remplacement progressif des bicarbonates par les sulfates et l'augmentation de la concentration de métaux traces (aluminium, zinc, mercure, cadmium, plomb...) (Jones et al., 1980; Cronan et Schofield,

1979; Henriksen, 1979; Bormann, 1982; Tri-Academy Committee on Acid Deposition, 1985).

Les conséquences de cette modification de la chimie des eaux sont ressenties par les composantes biologiques. Progressivement, la diversité et le nombre des organismes aquatiques (phytoplancton, zooplancton, champignons, benthos, bactéries) diminuent et certaines espèces disparaissent. De plus, la décomposition de la matière organique est ralentie. Ainsi la quantité et la qualité des nutriments disponibles pour les organismes supérieurs diminuent. Les populations de poissons sont affectées par la mortalité lors des variations brusques du pH et par la baisse des capacités de reproduction des espèces moins tolérantes. Des effets similaires sont observés lorsque l'aluminium atteint des niveaux de concentration qui sont toxiques pour les organismes (Potter, 1982a; Cronan et Schofield, 1979; Crisman et al., 1980).

La vulnérabilité des écosystèmes aquatiques est déterminée par plusieurs facteurs. Ceux relevant des transferts entre le système atmosphérique et les milieux aquatiques sont traités à la section 2.1 (tableau 2). Les caractéristiques du bassin versant et les interactions entre les écosystèmes terrestres et aquatiques sont déterminantes. L'eau joue un rôle de transporteur de substances dissoutes et fait partie de la presque totalité des interrelations (Falkenmark, 1976).

Les facteurs qui affectent la physico-chimie des lacs sont d'ordre géologique, hydrologique, météorologique, chimique, physique et biologique (Bobée et al., 1982). Il existe une forte relation entre la nature géologique de la roche mère, la texture et la composition des sols, le cheminement des eaux superficielles et souterraines et la qualité des eaux lacustres (Henriksen, 1979; Gorham et McFee, 1980; Bache, 1983). Par exemple, la majorité du territoire québécois se trouve composé d'une roche mère de granit et de quartz recouverte d'une mince couche de sol. Ce sont les deux principaux facteurs qui contrôlent la conductivité et l'alcalinité des eaux lacustres; incidemment ces deux paramètres déterminent la vulnérabilité du milieu aquatique à l'acidification (Talbot et al., 1984). Les

lacs du Bouclier canadien, généralement faiblement minéralisés et possédant un faible pouvoir tampon, semblent vulnérables à l'acidification ou présentent un processus d'acidification en progression (Bobée et al., 1982).

2.3 L'interaction des précipitations acides avec l'objet de gestion

À la lumière des effets des précipitations sur les écosystèmes forestiers, il faut voir, pour rendre cette information assimilable par le gestionnaire, dans quelle mesure la ressource peut être affectée.

Environ 64% du territoire forestier (923 000 km²) reçoit des précipitations dont le pH varie entre 5,5 et 4,3). La majorité des terres de ces régions se trouvent sur des dépôts à faible pouvoir tampon. La plupart des sols sont podzoliques et brunisoliques. La forêt boréale couvre 59% de ces zones. Une surface importante des forêts québécoises est donc considérée vulnérable (Rubec, 1981). Ceci malgré le fait que les pessières noires croissent sur des sols dont le pH oscille autour de 3,5.

La productivité de la ressource forestière est représentée dans l'écosystème par le phénomène de la croissance ou de l'accroissement de la biomasse (Bormann et Likens, 1979). Les études dendrométriques, par la mesure des anneaux de croissance chez l'arbre, permettent d'en retracer l'évolution au cours des décennies passées. Les travaux de Cogbill (1977) et Strand (1980) ne permettent pas de lier les précipitations acides à une éventuelle modification de la croissance. Cependant Johnson et al. (1981), lors de l'étude de pinèdes au New Jersey, identifient:

- un ralentissement de la croissance observé sur plusieurs espèces, d'âge varié et sur des sites différents;
- une corrélation de la croissance avec les variations annuelles du pH des précipitations et des eaux des rivières;
- une corrélation significative entre les sécheresses estivales et la croissance lorsque combinées au pH des précipitations.

D'autres recherches abondent dans le même sens: malgré qu'elles ne peuvent établir de lien direct entre la croissance de ces pins et les précipitations acides, elles considèrent ces dernières susceptibles d'en affecter la croissance (McLaughlin, 1985; McLaughlin et al., 1985; Johnson et Siccama, 1983; Tomlinson, 1983). Puckett (1982), dans une étude similaire, a mis en évidence un changement dans le taux de croissance pouvant être dû à des facteurs non climatiques. Son hypothèse de travail veut qu'une exposition prolongée à la pollution de l'air et aux précipitations acides puisse causer chez l'arbre un stress physiologique ayant pour effet de rendre les facteurs climatiques adverses plus limitants pour la croissance.

Une approche différente du processus de croissance est centrée sur le cycle de l'azote et sa disponibilité pour l'arbre. Cet élément est souvent considéré comme étant limitant pour la croissance (Vitousek et al., 1982; Aber et al., 1982; Gray et Ineson, 1981). La fixation de l'azote gazeux (N_2) peut être ralentie lorsque la distribution d'organismes fixateurs tels les lichens, algues et bactéries est affectée par les précipitations acides (Denison et al., 1977). En effet, on a montré que le taux de fixation de l'azote par les algues dans l'écosystème terrestre est moindre dans les sols traités avec des précipitations simulées de pH 3,5 que de pH 5,6 (Chang et Alexander, 1983).

On sait que les sols forestiers ont tendance à s'acidifier naturellement. En effet, l'extraction de cations basiques par la végétation et leur remplacement par l'ion hydrogène, la formation de CO_2 dans le sol, l'oxydation des composés azotés et sulfureux et la déposition d'une litière acide sont autant de facteurs qui contribuent à ce phénomène (Preafflin et Zeigler, 1980). C'est un phénomène graduel qui intervient dans les effets liés aux apports acides des précipitations (McLaughlin, 1985). De façon générale, il appert que le processus de nitrification est généralement plus faible dans les sols acides; or les dépôts acides peuvent accélérer le mécanisme naturel d'acidification des sols forestiers, qui est particulièrement lent dans les climats humides (Strayer et al., 1981; Gorham et

McFee, 1980). Bien que l'on ne puisse pas mettre clairement en évidence une réduction du rythme de croissance, il existe suffisamment d'indices pour que l'on puisse considérer comme sérieuse la plausibilité d'une diminution substantielle de la productivité forestière.

‡ Cette observation peut s'appliquer aussi à la germination et au développement des semis en milieu naturel. Les quelques études effectuées sur le sujet révèlent que des précipitations maintenues artificiellement à des pH toxiques du nord-est américain pouvaient affecter le taux de germination et la croissance des semis de nombreuses espèces forestières (Lee et Weber, 1979). Les effets observés sont autant stimulants qu'inhibiteurs, et varient en fonction des espèces: par exemple, la plupart des essences résineuses montrent des taux de germination supérieurs lors de simulation avec des pluies à pH 4 et moins. Cependant, les semis de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton) exposés à des précipitations d'un pH inférieur à 4 ont des poids secs de la cime de moins de 89 mg contre 197 mg à des précipitations de pH 5,7. Une telle situation peut conduire à une modification dans la distribution des espèces forestières. Ces impacts ne sont pas observables dans un court terme, alors que sur une période plus longue, ils seront difficiles à différencier des facteurs d'ordre climatique, entomologique et pathologique.

Cependant, la situation en Allemagne de l'Ouest présente des caractéristiques différentes. Des dommages aux forêts sont observés depuis quelques années. Ils semblent reliés à l'influence de la pollution atmosphérique qui est maintenant considérée d'emblée comme un des facteurs principaux du déclin des forêts. Les symptômes observés consistent principalement en la perte prématurée de pousses et de feuilles encore vertes, la malformation des feuilles et des branches, la décoloration progressive du feuillage, la présence de cristaux de sulfate de calcium dans les stomates des feuilles et la baisse de l'accroissement en diamètre des tiges ... (Cowling, 1984; Tomlinson, 1983). Les conséquences de ces effets conduisent généralement à la mort des individus atteints. Les dommages causés au couvert forestier semble en progression: en 1981, 8% des forêts ouest-

allemandes étaient considérées comme affectées, alors qu'à la suite d'un inventaire réalisé en 1983, on estimait que les dommages s'étendaient à 34% de la superficie forestière. La majorité des espèces forestières sont sujettes à ce dépérissement et il ne semble pas y avoir de liens entre le type de peuplement et la mortalité, qu'il s'agisse de forêts mixtes ou de plantations, équiennes ou inéquiennes (Bundesministers für Ernährung et al., 1982).

En 1984, la compilation de nouveaux résultats et l'utilisation d'une méthode de travail plus raffinée, permettaient d'estimer que 52% de la forêt allemande était touchée (McLaughlin, 1985), ceci moins d'une douzaine d'années après l'apparition des tous premiers symptômes de jaunissement du feuillage et de la perte d'aiguilles.

Le problème du dépérissement des forêts est d'autant plus inquiétant pour le Québec qu'en 1980, on observait déjà ce type de symptôme chez les feuillus (Robitaille, 1985). Le dépérissement des érablières situées sur les sites les plus humides et les plus secs, qui sont aussi considérés être parmi les plus pauvres en éléments nutritifs, atteint plus de 30% des arbres (Gagnon et al., 1985). La diminution moyenne de la croissance de ces peuplements est de l'ordre de 34%. En comparant des analyses de sols, il a été remarqué que le pH des différents horizons avait diminué sensiblement et que la somme des cations échangeables, dont le calcium et le magnésium, était moindre. Ces peuplements reçoivent jusqu'à 36 kg/ha-an de sulfates et le pH moyen des précipitations atteint 4,3 (Lapointe et Piette, 1985).

Cette problématique représente pour le gestionnaire un problème de protection de la ressource contre un agent d'agression exogène susceptible d'en perturber le fonctionnement et le rendement. Il peut être comparé aux incendies de forêt et à la tordeuse du bourgeon de l'épinette. Cependant, les impacts des précipitations acides sont difficilement observables; plusieurs indices montrent qu'à long terme toutes les composantes de l'écosystème peuvent être affectées. Le gestionnaire possède actuellement

peu de moyens pour intervenir et diminuer les risques. Même dans les pays où le problème est plus marqué, il n'existe pas de traitement connu. Ainsi, par exemple, la solution traditionnelle qui consiste à chauler les sols forestiers semble avoir des effets mitigés en Allemagne et pourrait avoir des effets secondaires indésirés sur l'ensemble de l'écosystème (McLaughlin, 1985).

CHAPITRE 3

LE SCÉNARIO DE L'INTERVENTION DU GESTIONNAIRE

3. LE SCÉNARIO DE L'INTERVENTION DU GESTIONNAIRE

Un problème de gestion publique s'imprime dans un processus de gestion dans la mesure où il est perçu par les gestionnaires concernés, puis considéré suffisamment important pour être mis à l'agenda. Dès lors, il devient possible d'amorcer la recherche des solutions. La mécanique par laquelle un gestionnaire reconnaît un problème et y cherche des solutions relève de nombreux concepts propres à la gestion stratégique. Or, dans le cas des pluies acides, le gestionnaire des forêts ne semble pas encore avoir reconnu l'importance du problème. On est ainsi dans l'obligation de considérer la plausibilité de son intervention en face d'un tel problème pour évaluer les options qui pourraient s'offrir si les modifications du contexte exigeaient qu'il intervienne. La formulation du scénario d'intervention du gestionnaire consiste à décrire le processus par lequel il sera amené à prendre connaissance d'un problème, à l'analyser par rapport aux objectifs de son organisation et à y apporter une solution.

3.1 La gestion publique d'une ressource naturelle

La forêt fait partie du groupe de ressources naturelles dites renouvelables, où il existe un processus naturel de régénération qui, en fonction du temps alloué, peut remplacer les quantités consommées (Kalyman, 1981). C'est aussi une ressource dont la gestion a traditionnellement relevé de l'État. Ceci confère au processus de gestion des dimensions politiques et sociales, en plus de celles strictement économiques.

L'objet principal de la gestion publique de la forêt consiste en un système de production qui transforme la ressource en produits désirés. Le caractère public de la ressource fournit un cadre politique défini par l'État, qui balise la portée de cette gestion et fournit les instruments nécessaires à sa réalisation. Cette gestion comporte deux volets ou caractéristiques imposés par l'objet de gestion et les usages escomptés: la protection et la mise en valeur de la ressource. Bien qu'ils peuvent être perçus comme étant une contrainte l'un pour l'autre, ces deux aspects sont pourtant intimement liés. Ils font partie des mandats du gestionnaire.

Le phénomène des précipitations acides s'impose ainsi au gestionnaire à cause de son mandat de protection de la ressource. À partir du moment où celui-ci est identifié ou même soupçonné d'être un agent d'agression des écosystèmes forestiers, il devient un élément important du contexte de gestion de MER.

3.2 L'adaptation du système de gestion à son environnement

La réalisation des politiques ou programmes publics de protection et de conservation de la ressource relève du système de gestion qui y est établi (figure 2). Il englobe les fonctions de planification, d'évaluation, de décision et de contrôle. La ressource principale qui alimente le système de gestion et en assure le fonctionnement est l'information (Ansoff, 1972). Le système de gestion se divise en deux entités:

- le sous-système de gestion opérationnel qui vise l'atteinte des objectifs par la transformation optimale des intrants;
- le sous-système de gestion stratégique qui concerne l'établissement et le maintien d'un éventail d'interrelations entre l'organisation et son environnement (Frankenhoff et Granger, 1971; Ansoff, 1972).

Le système de gestion du MER s'apparente au niveau opérationnel de la gestion. Le cadre stratégique n'est pas présent dans la structure mais apparaît lorsque un problème est reconnu. Le comportement organisationnel est de type "gradualiste": il cherche à maintenir entre le gestionnaire et son environnement un état d'équilibre et de stabilité. L'adaptation au changement de contexte est plutôt réactive que pro-active: en effet, généralement, les actions pour maintenir l'efficacité du processus de gestion sont entreprises lorsqu'il est devenu impératif d'agir (Ansoff, 1972). Il appert ainsi que le traitement des problèmes de nature stratégique ne soit pas institutionnalisé.

Cependant, tôt ou tard, le système de gestion finira par réagir aux changements de contexte. En effet, des changements au niveau des valeurs

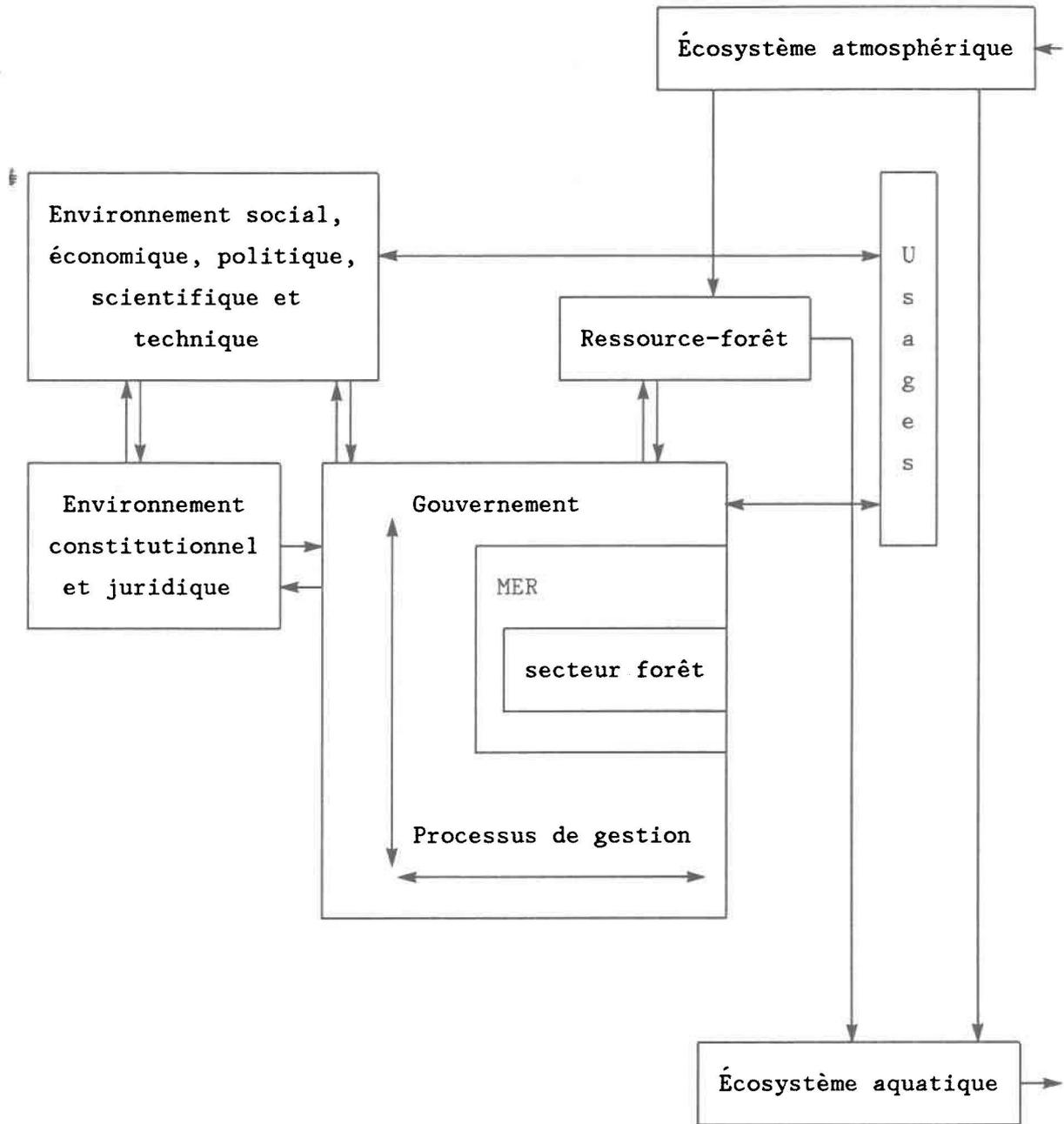


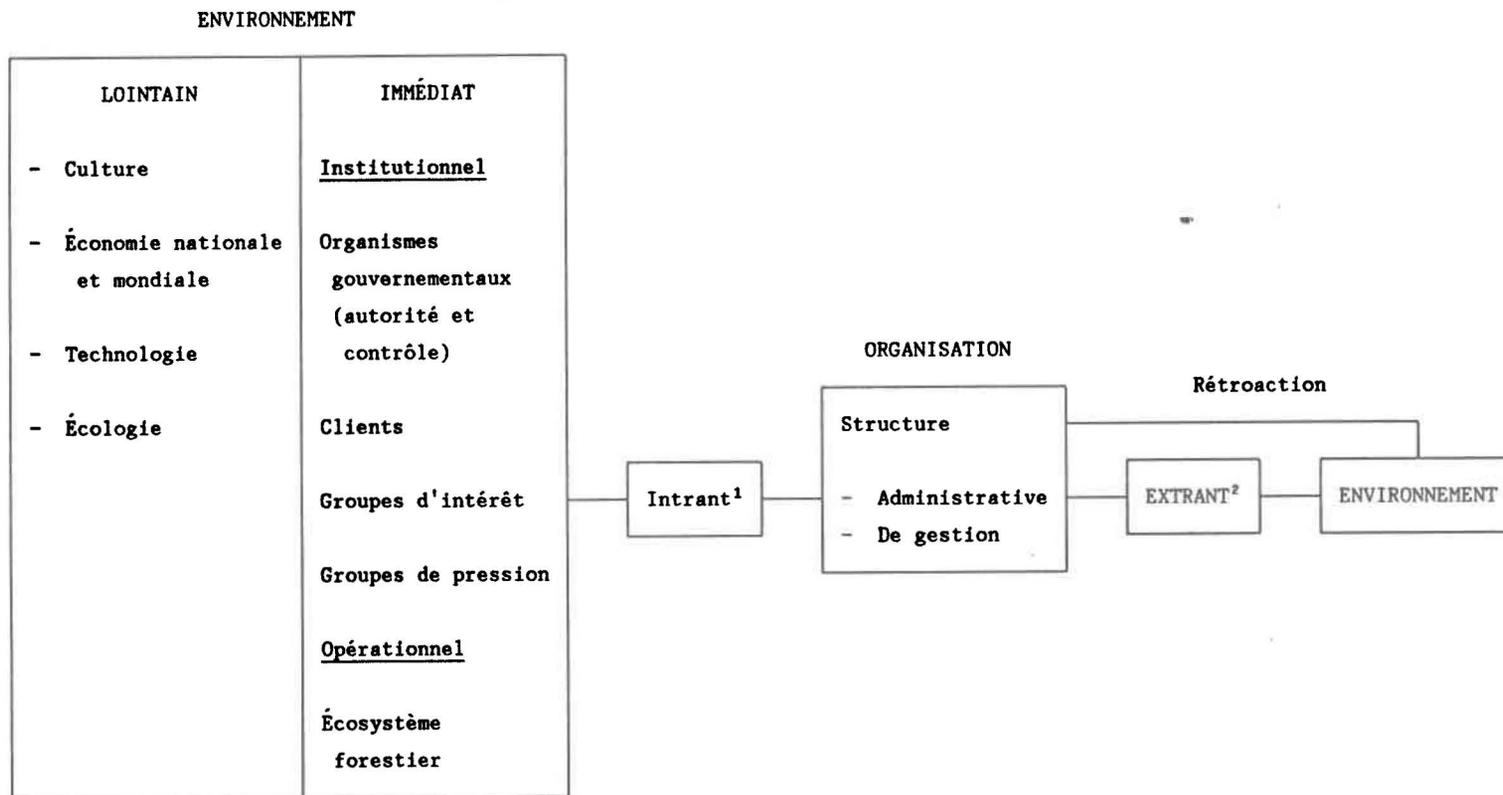
FIGURE 2. Macrosystème de la gestion-ressource et gestion environnementale de la forêt.

(objectifs, buts, normes...), des individus (aptitudes, connaissances, motivations et propension au risque), de la structure (autorité, responsabilité et tâche), des processus (reconnaissance et analyse des problèmes, décision, communication, contrôle et information) ou de la technologie (méthodes d'analyses, collecte de l'information et informatique), peuvent contribuer à des modifications brusques de comportement vis-à-vis du contexte ou de l'environnement de gestion.

Le système de gestion possède donc un environnement avec lequel il évolue. Cet environnement peut être ainsi défini comme étant l'ensemble des éléments extérieurs au système dont la modification de leurs propriétés significatives peut induire un changement dans l'état du système (d'après Sasseville et Marceau, 1979).

Deutsch (1977) distingue deux types d'environnement: l'écosystème et le système sociétal. L'écosystème est vu comme un ensemble d'éléments biotiques et abiotiques en interaction. Il possède une dynamique plus ou moins automatique capable de le maintenir dans le temps. Le système sociétal est un ensemble de biens, de valeurs et d'actions en interaction dont la dynamique en permet le maintien et le développement. Contrairement à l'écosystème, sa structure est issue d'un ensemble d'initiatives volontaires plus ou moins indépendantes l'une de l'autre. Ce dernier perçoit l'existence de liens entre les milieux naturels et sociaux suffisamment stables pour engendrer des systèmes "écosociaux". La composante sociale supporte la fonction de nature volontariste. Le comportement de l'écosystème se trouve influencé en partie par les actions entreprises par le milieu social pour réaliser ses buts et objectifs. Son adaptation et son efficacité à répondre positivement aux changements désirés sera ressentie par le système social.

L'environnement d'une organisation peut aussi être caractérisé par la nature directe ou indirecte des relations entre les éléments (figure 3). Warwick (1975) distingue l'environnement lointain et l'environnement immédiat. L'ensemble des facteurs socioculturels, écologiques, technologiques



¹ Informations.

² Biens et services.

FIGURE 3. Le système organisationnel type d'un ministère responsable d'une ressource collective (d'après Warwick, 1975).

et économiques qui n'exercent que des effets indirects sur les processus et la structure de l'organisation constituent l'environnement lointain. L'environnement immédiat réfère aux relations directes de deux différents ensembles avec l'organisation:

- l'environnement institutionnel regroupe les acteurs individuels et organisationnels, politiques, administratifs, économiques, sociaux...;
- l'environnement opérationnel constitue l'écosystème forestier.

L'intérêt porté sur l'environnement de l'organisation doit permettre de le caractériser en fonction de son impact sur celle-ci et sur sa capacité à réagir. Les caractéristiques proposées par Mintzberg (1979) sont au nombre de quatre:

1. la stabilité (stable - dynamique);
2. la complexité (simple - complexe);
3. la diversité des marchés (intégrés - diversifiés);
4. l'hostilité (accueillant - hostile).

Warwick (1975) remplace la troisième propriété (diversité des marchés) par la dispersion géographique. Aldrich (1979) ajoute deux autres caractéristiques:

- la capacité de l'environnement (pauvre - riche);
- l'exclusivité du champs d'opération (consensus - désaccord).

Pour caractériser l'écosystème forestier en termes significatifs pour l'organisation de gestion, nous utiliserons les propriétés énoncées par Aldrich (1979).

L'environnement institutionnel de l'organisation représente l'autre composante qui influence le gestionnaire pour conceptualiser cet environnement politique, administratif, économique et social, Paquin (1982) fait

appel au modèle "organisation set" développé par Evans (1966) et présenté à la figure 4. Le phénomène et les problèmes posés par les relations inter-organisations sont analysés à l'intérieur du réseau de l'organisation et de son environnement (Evans, 1966). Ce concept comprend quatre composantes:

- l'organisation focale: c'est le groupe de référence (MER);
- l'ensemble organisationnel intrant: l'environnement fournissant les ressources humaines, financières, matérielles, informationnelles et légales;
- l'ensemble organisationnel extrant: l'environnement qui bénéficie ou subit les actions de l'organisation focale (clients, concurrents, associés);
- les effets de rétroaction: c'est la réponse de l'ensemble organisationnel extrant aux actions de l'organisation focale.

Une telle analyse permet d'expliquer le degré d'autonomie du processus décisionnel, l'efficacité des objectifs poursuivis et leur accomplissement, les forces et les contraintes qui orientent les relations de l'organisation focale avec son environnement (coopération, compétition, fusion, dissolution...). La nature des intrants de l'organisation focale est généralement informationnelle (Warwick, 1975). Les extrants se divisent en biens et services. Le système de gestion-ressource et de gestion environnementale de Petak (1981) (figure 1) tient compte de ces différentes composantes. Il est cependant construit de façon à mettre en évidence l'environnement institutionnel et les interrelations organisationnelles selon les aspects qui concernent le processus de décision au sein de l'organisation focale.

3.3 La modification de l'objet de gestion et la réaction du gestionnaire

Le contexte réfère à l'état des différentes entités du macrosystème de la gestion (ressource et environnement), de la forêt (figure 2) et de leurs relations. L'environnement, tant institutionnel qu'opérationnel, a un

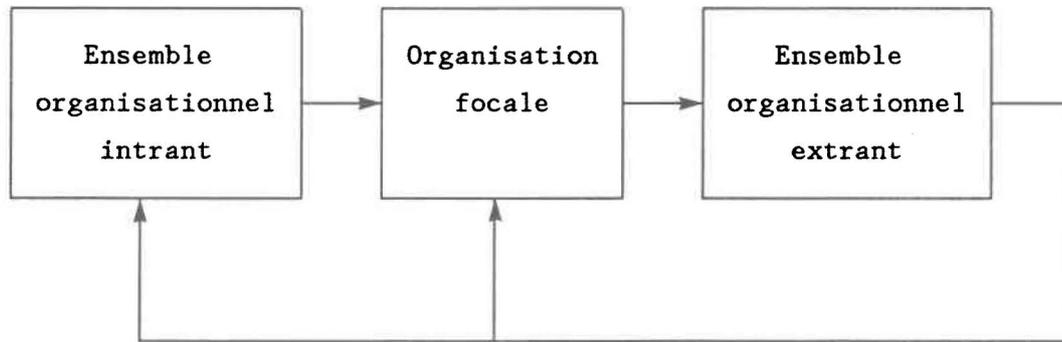


FIGURE 4. Modèle "organisation set" (Evans, 1966; Paquin, 1982).

impact profond sur la structure et le fonctionnement de l'organisation (Mintzberg, 1979). Celui dans lequel s'effectue la gestion de la forêt est le résultat des attitudes passées, du climat économique, social et politique, de la dynamique de l'écosystème et des effets actuels et futurs des différents agents d'agression.

Depuis l'avènement des précipitations acides, le gestionnaire des forêts fait face à une double problématique dans l'exécution de ses mandats. D'une part, il est au prise avec un agent d'agression susceptible d'affecter les performances de ses actions. D'autre part, les préoccupations d'autres gestionnaires publics peuvent influencer sur l'administration de la forêt du ministère de l'Énergie et des Ressources si celle-ci interfère avec leurs mandats et a des impacts négatifs sur leur propre objet de gestion. Cette situation est aussi observée dans le cas de la gestion des forêts et de l'aménagement de la faune.

L'action du gestionnaire des forêts s'inscrit dans ce cadre; pour choisir les actions les plus efficaces, il doit acquérir et traiter un ensemble d'information. Ce n'est qu'après ce processus d'intellectualisation de la problématique qu'il sera en mesure d'évaluer la nécessité d'une intervention soit pour restaurer l'état antérieur, soit pour atténuer les effets négatifs ou redéfinir un nouvel état de normalité. Il faut aussi souligner que le degré de contrôle possédé par le gestionnaire sur le contexte est variable et peut affecter le résultat de son intervention. De plus, la notion de problème correspond à la représentation mentale que se fait le gestionnaire face à une réalité perçue par lui comme insatisfaisante. Cette approche permet de structurer la problématique en fonction de l'information disponible, du diagnostic et du degré de contrôle qu'il peut avoir sur la situation. Dans l'ensemble, on peut poser le postulat que la valeur en termes d'efficacité des actions du gestionnaire est en partie reliée au réalisme de la problématique qu'il perçoit et reconnaît comme son domaine d'intervention.

La définition d'une problématique adéquate relève d'un processus par lequel l'information et les conditions de contexte sont suffisamment struc-

turées et définies pour permettre une action de recherche appropriée (Wolley et Pidd, 1981). Landry (1981) précise qu'il faut procéder à la construction du problème et le modéliser de façon à ce qu'il soit reconnaissable par les acteurs concernés. L'état actuel de l'information recueillie à la suite des différentes études réalisées par les milieux scientifiques comporte un certain degré d'incertitude principalement relié à un manque de connaissance sur le comportement et le fonctionnement des écosystèmes forestiers et au faible nombre d'études réalisées par rapport à la complexité de la situation. Ces événements structurants n'ont pas le degré de certitude nécessaire pour provoquer à eux seuls la reconnaissance d'une situation potentiellement néfaste pour la forêt. L'existence, dans l'environnement social, politique et scientifique d'une reconnaissance de la pollution acide et de ses effets, constitue une autre interprétation du contexte qui, en plus, cautionne la nécessité de considérer la situation décrite à des niveaux stratégiques. La figure 5 représente le cheminement théorique de l'information dans le processus décisionnel.

Ces deux types d'information correspondent respectivement aux deux réalités définies par Watzlawick (1976):

- la réalité "objective" liée à une vérification objective, répétable et scientifique;
- la réalité "subjective" basée sur la communication et l'attribution d'une valeur et d'une signification.

Une fois l'information disponible regroupée, elle est confrontée avec le contexte actuel de gestion. Pour le gestionnaire des forêts, il s'agit de comparer la problématique de l'acidification avec ses mandats, ses objectifs et son objet de gestion. Il s'en suit, selon Landry (1983), la reconnaissance d'un diagnostic qui équivaut à percevoir un élément d'insatisfaction à la suite de la mise en relation des connaissances et de la réalité perçue ou anticipable.

Renseignement sur la décision prise: processus
informations utilisées, attentes et suppositions

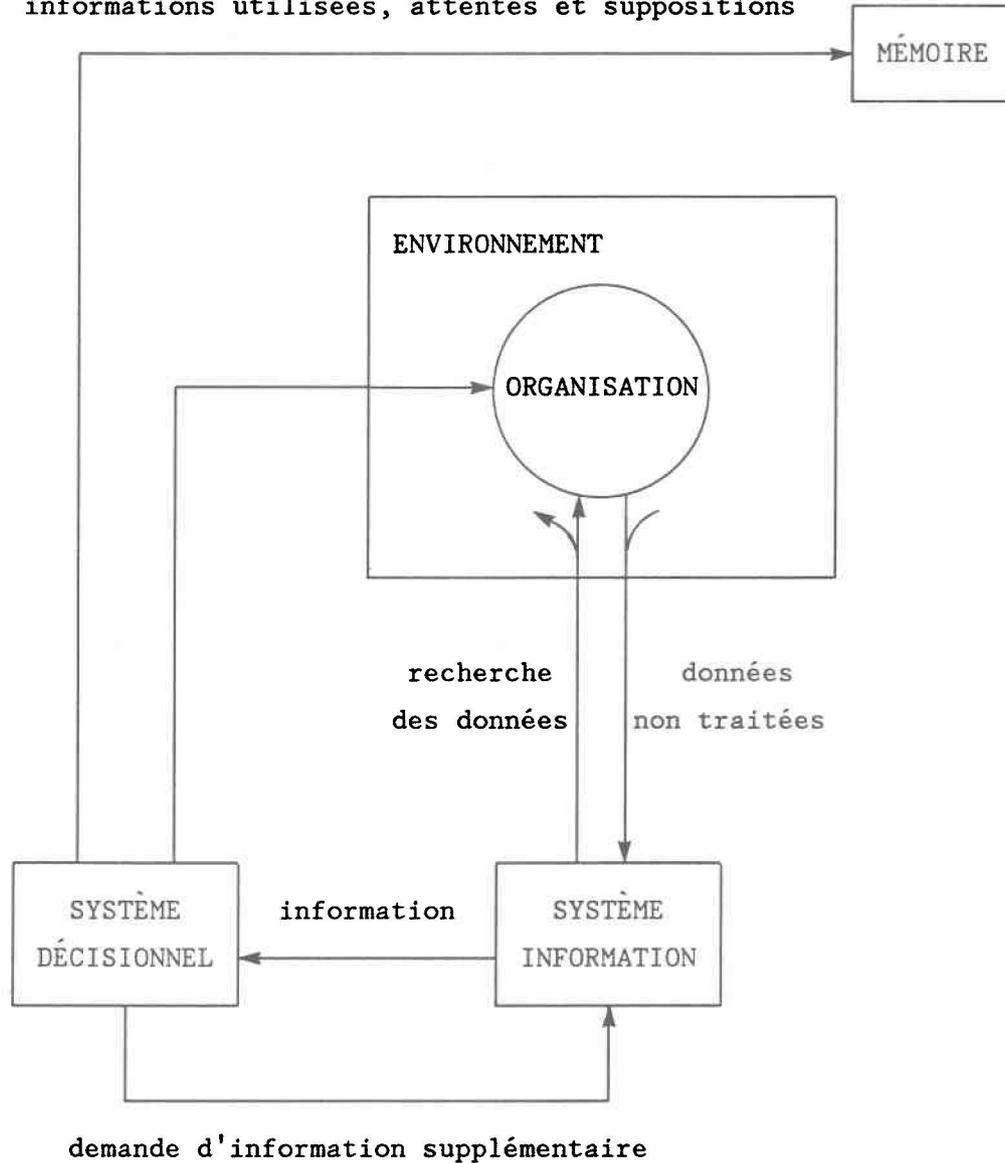


FIGURE 5. Diagramme du cheminement de l'information utilisée par le système décisionnel (d'après Ackoff, 1981).

Un dernier facteur doit être considéré pour compléter la description du contexte: le degré de contrôle possédé par le gestionnaire sur la problématique. Celui-ci est variable et peut affecter le choix de son intervention et les résultats de celle-ci (Landry, 1983). Ackoff (1981) définit le résultat d'une décision comme étant une fonction de variables contrôlées et non-contrôlées. Elles font partie soit d'un environnement contextuel sur lequel le gestionnaire n'a pas de contrôle, soit d'un environnement transactionnel où le gestionnaire a une influence, mais pas le contrôle parfait. La représentation que le gestionnaire se fait de la réalité influence la perception qu'il a des variables, de leur importance, du degré de contrôle qu'il possède sur chacune et des contraintes qui y sont rattachées.

On parlera d'effet de contexte par rapport à une organisation gestionnaire lorsque des modifications de conjonctures ou des événements ayant cours dans l'environnement de celle-ci interfèrent avec son action. D'une façon générale, ces interférences peuvent être le résultat de nouvelles contraintes soit sur l'intrant organisationnel (comme les ressources financières), soit sur l'organisation elle-même (changement de mandat) ou sur l'extrant organisationnel (utilité de son action) (Sasseville, 1982). On peut ajouter, que dans le domaine de la gestion d'une ressource naturelle, l'effet de contexte peut être associé à d'autres phénomènes comme une modification dans l'environnement opérationnel. Son implication pour l'organisation dépend de la perception qu'elle en aura. Une modification des ressources financières est souvent plus tangible et évidente qu'une problématique comme celle des précipitations acides.

Pour comprendre le comportement qu'adopte une organisation face au développement du contexte, il est essentiel de bien définir les liens qu'elle entretient avec son environnement et de pouvoir juger de l'effet régulateur de l'environnement sur sa dynamique. En effet, l'idée de l'organisation indépendante, autonome, du système fermé, sans influence de l'extérieur est largement contestée. Selon Pfeffer et Salancik (1978), bien que l'organisation soit de plus en plus considérée dans une perspec-

tive de système ouvert, la littérature n'attache que trop peu d'importance au contexte dans lequel évolue l'organisation. Le concept de l'environnement inclus les événements qui peuvent affecter d'une façon ou d'une autre les actions et les extrants de l'organisation. Un changement observé dans cet environnement se traduit par une modification du contexte sur la réalité organisationnelle; c'est-à-dire un changement imposé par l'environnement à l'organisation et auquel elle doit réagir si elle veut assurer sa survie et sa légitimité sociale (Ansoff, 1972). Ainsi pour être en mesure de réaliser ses objectifs et maintenir un niveau de performance acceptable, une organisation devrait être en mesure d'identifier les effets de contexte, de les "gérer" et de poser les actions nécessaires pour s'adapter à ce nouvel état.

Les organisations concernées par la gestion des ressources naturelles sont aussi concernées par ces préoccupations stratégiques. L'environnement tant institutionnel qu'opérationnel se modifie (Paquin, 1982). Étudiée dans cette perspective, la modification du contexte amène le gestionnaire à poser des choix pour maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande et respecter ses mandats. Cette demande correspond au processus de décision stratégique, qui à partir de l'identification d'un problème permet d'arriver à une solution (figure 6). Comme on l'a vu, la perception d'un problème par le gestionnaire a lieu lorsqu'il observe une dissonance entre les objectifs et les performances de l'organisation (Ansoff et al., 1976). L'information nécessaire à l'observation peut parvenir soit de l'environnement institutionnel, soit du milieu socio-économique dans lequel s'inscrit ses opérations. Les revendications de groupes de pression, l'influence de niveaux politiques supérieurs, les demandes provenant de d'autres ministères, les préoccupations professionnelles des individus sont parmi les sources potentielles de stimuli capables d'amorcer la perception du problème. Cette perception sera reliée à l'effet cumulatif des différents stimuli, leur amplitude et leur fréquence. Ceux-ci sont influencés par de nombreux facteurs:

- la source;
- l'intérêt personnel du gestionnaire;

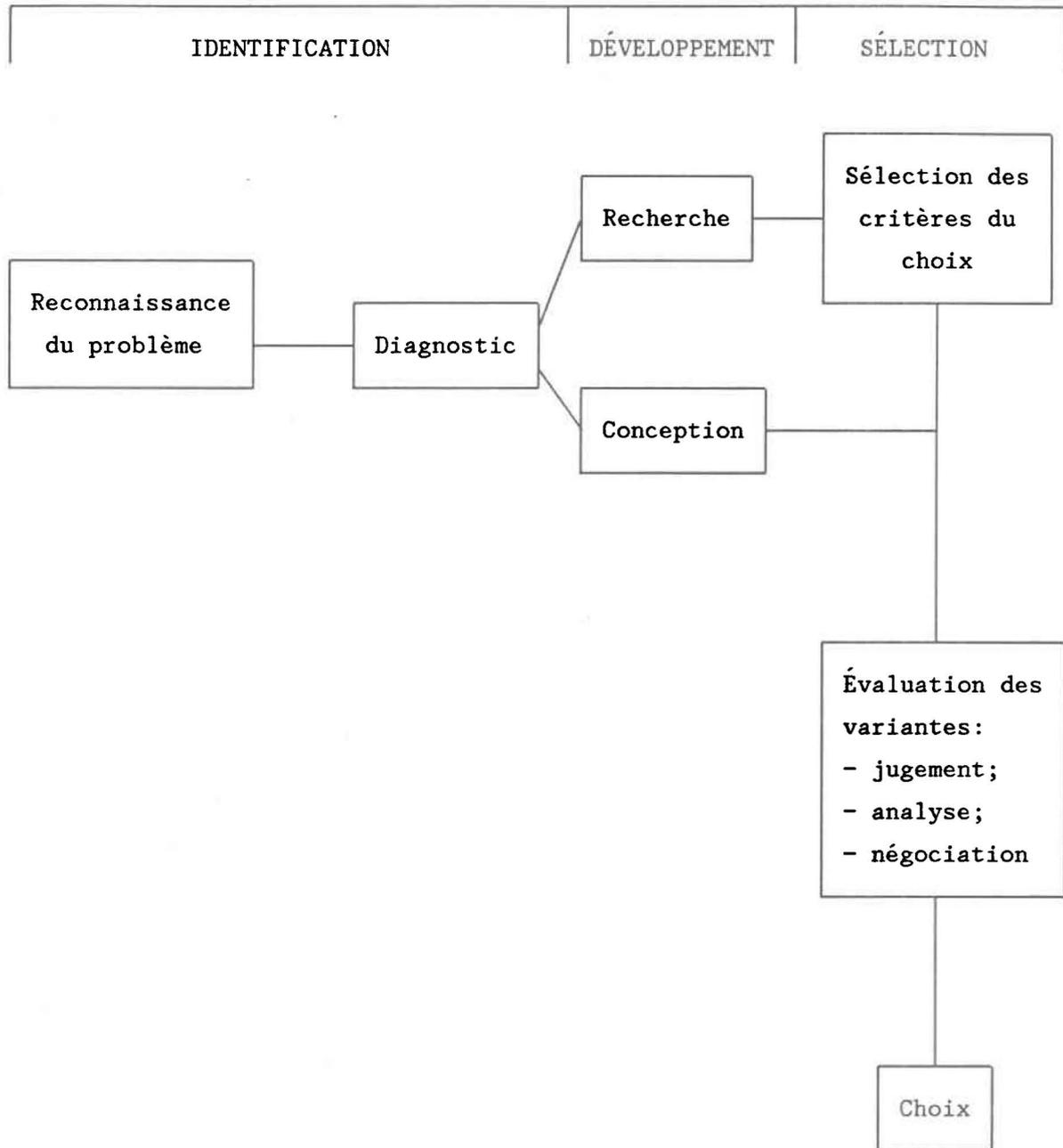


FIGURE 6. Modèle général du processus de décision stratégique (d'après Mintzberg et al., 1976).

- le gain escompté par l'action à entreprendre;
- la probabilité de succès reliée à la décision à prendre;
- la charge de travail du décideur (Mintzberg et al., 1976).

La réaction du gestionnaire, une fois le problème perçu et selon l'importance qu'il leur accorde, se traduira par l'affectation de ressources (finance, personnel, locaux...) pour poser un diagnostic sur le contexte existant et le reformuler en terme de gestion. L'information existante sera recueillie et comparée aux éléments qui structurent l'intervention du gestionnaire:

- ses mandats et objectifs;
- son champ de juridiction;
- ses connaissances;
- etc.

L'étape du diagnostic peut être formelle ou non, selon l'attention qui lui est apportée: la constitution d'un groupe de travail, une enquête, etc... L'évidence du problème et la pertinence de l'information qui a conduit à une perception du contexte influenceront la durée et la nécessité de cette étape.

Après la recherche initiale de l'information, le problème doit être classifié de façon à:

- établir quelles relations existent entre le contexte et les buts et objectifs de l'organisation;
- énumérer les problèmes secondaires;
- clarifier les relations entre les variables importantes et les décisions s'y rapportant;

- préciser la nature exceptionnelle ou non du contexte et son influence sur le contrôle et l'information dans l'organisation (Riverin et al., 1981).

La phase de développement (ou recherche de solutions) consiste en l'investigation systématique des différentes options ou variantes qui s'offrent au gestionnaire pour solutionner un problème stratégique. En réalité le nombre d'options envisagées est limité par l'information disponible, les ressources engagées, le temps, la capacité et l'intérêt des décideurs et de la nature de la problématique. Les variantes proposées doivent cependant permettre de:

- chercher des solutions compatibles avec les objectifs du gestionnaire;
- identifier les effets sur le processus de décision et la structure de l'organisation.

Les diverses solutions envisagées peuvent être de nature structurelle, opérationnelle et politique. Elles peuvent être dirigées vers l'environnement institutionnel ou vers la ressource gérée.

La phase de sélection est la dernière du processus décisionnel. Mintzberg et al. (1976) identifient trois séquences:

- la détermination des critères d'évaluation;
- l'évaluation des effets des variantes;
- le choix.

Riverin et al. (1981) détaillent davantage ces séquences. Ils ajoutent:

- la détermination d'une probabilité de succès pour chaque variante;
- une estimation des coûts et des avantages;
- une recherche pour savoir si une variante est acceptable.

La détermination des critères d'évaluation permet d'uniformiser le processus d'analyse et de faciliter la comparaison des options entre elles, leur rejet ou acceptation. Laflamme (1981) distingue trois critères de choix pour analyser de façon critique les hypothèses de solution:

- leur pertinence relativement au contexte et aux objectifs de gestion;
- leur réalisme relativement aux contraintes (opérationnelle, administrative, ...);
- leur acceptabilité par rapport aux valeurs mises en cause.

Le déroulement de l'étape de l'évaluation met en cause trois modes: (1) le jugement, (2) la négociation et (3) l'analyse. Lorsqu'un individu est appelé à décider et que ses valeurs, motivations et connaissances agissent dans le processus d'évaluation, cela correspond au premier mode. La négociation implique une décision de groupe et elle est fréquente dans les organisations sujettes à un contrôle extérieur ou lorsque des éléments de l'environnement participent à l'évaluation (Mintzberg et al., 1976). Le mode analytique fait appel à des méthodes quantitatives d'évaluation et s'avère utile dans le cas de situations complexes.

Ainsi, les concepts énoncés quant à la plausibilité d'une intervention du gestionnaire permettent d'établir le cheminement à suivre lorsqu'il y a modification du contexte de gestion dans l'environnement d'une organisation. Cette dernière, qui abrite la fonction de gestion, joue un rôle prépondérant dans la compréhension de la problématique. Ainsi, en accordant une importance particulière à l'environnement, en le caractérisant en fonction des propriétés de Aldrich (1979), Warwick (1975) et Mintzberg (1979), on le situe par rapport au gestionnaire selon les aspects qui concernent le processus de gestion. Ce point est relativement important car le problème des précipitations acides affecte le gestionnaire par le biais de son environnement opérationnel. Une modification au sein de ce

dernier aura des répercussions sur les objectifs de gestion et les interventions de l'organisation. De plus, les solutions envisageables seront tributaires de l'information et des connaissances qu'il possède de cette modification du contexte.

3.4 Les options de solution

Nous avons vu que le processus décisionnel s'amorce au moment où le gestionnaire reconnaît l'existence d'un problème dans son domaine de juridiction (Mintzberg et al., 1976; Riverin et al., 1981). Sa réaction se traduira par l'affectation de ressources (finance, personnel, locaux, ...) pour poser un diagnostic sur le problème et son contexte et pour le reformuler en termes compatibles avec son système de gestion. L'information existante sera recueillie et comparée aux éléments qui structurent l'intervention du gestionnaire, soit ses mandats, ses objectifs, son champ de juridiction, ses valeurs et ses connaissances.

La grille d'analyse développée par Rosen et adaptée par Riverin et al. (1981) reflète le processus décisionnel généralement suivi par les décideurs publics. Elle permet d'isoler les facteurs contextuels perçus comme étant les plus importants et conduit à une investigation systématique des différentes options ou variantes qui s'offrent au gestionnaire pour solutionner un problème stratégique.

On peut définir une option de solution comme une stratégie regroupant une ou des actions engagées en vue d'atteindre un objectif spécifique (Descoteaux, 1977). En réalité le nombre d'options envisagées est limité par l'information disponible, les ressources engagées, le temps, la capacité, l'intérêt des décideurs et la nature de la problématique. Les types de solution peuvent être de nature juridique, économique, administrative ou technique. Elles peuvent être dirigées vers l'environnement institutionnel ou vers la ressource gérée.

Pour les fins de notre analyse, précisons que les options seront développées dans un cadre précis: celui des politiques propres au MER, de ses

outils de gestion et de ses reconnaissances. Ainsi, les intérêts du MER, les intérêts supérieurs du gouvernement et ceux des autres intervenants ne seront pas considérés.

Pour établir les différentes options de solution, nous utiliserons la grille de Rosen, qui est conforme au processus décisionnel décrit par Mintzberg et al. (1976). L'application de la grille à la problématique du MER comprend la recherche de l'information, le diagnostic du problème et la recherche des solutions. Le choix de la meilleure option et la comparaison des avantages et des inconvénients seront traités ultérieurement.

La recherche de l'information

Les objectifs du MER sont d'optimiser l'utilisation de la ressource forestière en vue du développement économique et social. Il a aussi comme mandat spécifique d'assurer la protection de la ressource forestière. Ces objectifs sont régis ou affectés par un ensemble de facteurs répartis dans l'environnement institutionnel et opérationnel ainsi que dans l'organisation (tableau 3). La nature exceptionnelle de l'agression des précipitations acides et le faible degré de contrôle du MER sur le contexte situent la décision à un niveau stratégique, hiérarchiquement élevé.

Le diagnostic du problème

Le problème des précipitations acides représente un cas de protection de la ressource contre un agent d'agression. Comme toutes autres formes d'agression (feux, épidémies), les effets peuvent réduire les efforts appliqués sur la ressource et modifier les objectifs de planification opérationnelle. De plus, l'effet des pratiques forestières sur l'eau pourrait amener d'autres organisations à intervenir pour protéger leurs objets de gestion; surtout si elles possèdent des mandats législatifs plus étendus. À cela s'ajoute l'incapacité du MER d'agir sur les sources émettrices des polluants et les phénomènes de dispersion. Le phénomène des précipitations acides, s'il se concrétise au niveau de la diminution du

TABEAU 3. Facteurs affectant les objectifs du MER.

Environnement institutionnel	<ul style="list-style-type: none">• volonté sociale d'accéder à un niveau de "qualité de vie" supérieur;• évolution à la hausse de la demande mondiale pour les produits forestiers;• pressions de la part des industriels pour faire augmenter l'offre de matière ligneuse en qualité et quantité;• pressions de la part de la société pour développer les usages récréatifs et sportifs sur le territoire forestier;• présence de plus en plus soutenue de d'autres intervenants sur la gestion de la ressource forestière (MEQ, MLCPQ).
Environnement opérationnel	<ul style="list-style-type: none">• forêt commerciale surexploitée, au prise avec l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette;• surplus de bois murs à court terme et déficit plus grand à moyen et long termes;• atmosphère est de plus en plus polluée (précipitations acides, ozone, métaux lourds);• environnement aquatique au prise avec des problèmes d'acidification.
Organisation	<ul style="list-style-type: none">• ressources en personnel et budgets limités;• système de valeur établi;• manque de connaissances sur l'évolution et la dynamique de l'écosystème forestier et de ces liens avec l'écosystème aquatique;• modalités de gestion de la ressource encore au stade embryonnaire.

potentiel de croissance de la forêt, affectera les variables économiques, sociales et politiques de l'environnement institutionnel. Ceci en diminuant le potentiel d'emploi de ce secteur industriel et en modifiant d'autant l'organisation sociale régionale qui en dépend.

La recherche des solutions

Résoudre un problème de protection des forêts revient généralement à en éliminer la cause. Du même coup, cela enlèverait les contraintes imposées aux pratiques forestières. Cependant, cette solution est hors du champ de juridiction du MER et même, compte tenu de la problématique, hors de portée directe des gouvernements canadien et québécois. En effet, les émissions de polluants sont liées à la structure de production industrielle et énergétique.

En fait, ce type de situation caractérise un grand nombre de problèmes observés dans le domaine forestier. Dans le cas de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette par exemple, le MER n'a à peu près aucun contrôle sur la séquence des inforstations. Cela ne l'empêche pas d'intervenir, tant au niveau de l'acquisition de connaissances que directement sur son objet de gestion. Ses interventions visent principalement à minimiser les effets négatifs sur la gestion des forêts. Elles seront justifiées par le fait que le diagnostic est perçu avec un degré de certitude qui est acceptable pour le gestionnaire et qui le conduit à reconnaître un risque pour la ressource. Le choix des interventions nécessite la mise en place d'un niveau décisionnel stratégique et un comportement organisationnel qui s'y apparente, car elles devront s'intégrer à de nombreux programmes de l'organisation, surtout si le problème est important.

Option 1: Diminution de l'incertitude

L'une des caractéristiques de la problématique des précipitations acides est l'incertitude quant à la plausibilité des impacts sur l'écosys-

tème forestier. Diminuer l'incertitude sur les impacts revient à améliorer la compréhension que l'on a des effets des précipitations acides sur la forêt. Une meilleure information simplifierait la démarche du gestionnaire. En effet souvent l'incertitude reliée à l'information scientifique et à la perception du problème par l'environnement institutionnel conduit à la controverse et au retard dans le choix d'une solution (Grennberg et Page, 1981). Les actions initiées dans cette perspective consisteraient à élaborer des programmes de recherche sur l'évaluation des impacts des précipitations, les mécanismes affectés et les correctifs susceptibles d'être apportés. Elles peuvent cependant se limiter à la recherche et au regroupement de l'information déjà disponible. Aussi, l'élaboration de tels programmes se heurte aux priorités de recherches existantes.

Option 2: Diminution de l'incertitude et préparation à la plausibilité de l'impact

L'option précédente peut être complétée par une série d'actions préventives pour atténuer les effets des impacts escomptés. En fait, il s'agit d'interventions dont le but est d'atténuer ou de contrôler les risques que peuvent représenter les précipitations acides. Ces interventions peuvent être dirigées vers l'organisation. Il pourrait s'agir, par exemple, de faire prendre conscience à l'organisation et son système de gestion l'importance des risques de façon à réviser les règles de calcul de la possibilité annuelle de coupe et de l'aménagement sylvicole. Par ailleurs, une intervention dirigée vers la ressource pourrait comporter une action directe sur l'écosystème. Les interventions sylvicoles susceptibles d'accroître les performances de récolte seraient réorientées pour contrebalancer les effets potentiels des précipitations acides. En regard des pratiques forestières, le MER devrait corriger ou limiter les interventions qui peuvent accélérer les effets négatifs.

Ainsi, une intervention sylvicole sévère comme la coupe à blanc peut accentuer l'effet des précipitations acides. En modifiant le régime hydrique et en augmentant le ruissellement, cela diminue l'effet tampon du sol et de la roche-mère (Foster et Nicolson, 1983). La fonte des neiges se

trouve accélérée et cela peut provoquer un "choc acide" plus important. Le prélèvement de la matière ligneuse diminue la quantité de cations basiques dans l'écosystème. L'arbre doit être considéré comme une partie importante du cycle géochimique des éléments (Bormann et Likens, 1979; Preafflin et Ziegler, 1980). Le stockage qui se produit n'est pas négligeable. L'extraction des arbres abattus correspond donc à une perte nette. La croissance végétale entre en compétition avec les précipitations acides lors des réactions avec des cations basiques. L'extraction de la matière ligneuse hors des sites forestiers correspond pour ces derniers à une perte en éléments nutritifs et en cations basiques (Van Hook et al., 1982). D'autres pratiques comme le brûlage des résidus après coupe ou le prélèvement en entier de la biomasse forestière à des fins énergétiques peuvent accélérer ces effets (Feller et Kimmins, 1984).

Option 3: Ne rien faire ou laisser faire

C'est une solution souvent choisie lorsque le gestionnaire juge que le problème est peu significatif ou que l'information disponible est insuffisante pour en dégager une perception. Cependant, il pourrait aussi juger que le problème ne relève pas de ses mandats et qu'il revient à d'autres instances gouvernementales de le traiter. C'est le cas des efforts à consacrer à l'élimination des sources d'émissions responsables des précipitations acides qui sont pris en charge par le ministère de l'Environnement. Cette situation pourrait aussi résulter des priorités au sein de l'organisation quant à l'importance accordée à chaque problème (Dennis et al., 1983).

Chaque option représente une avenue de solution pour le gestionnaire. Choisir la meilleure option consiste en fait à décider des actions à entreprendre qui lui permettront de maximiser l'atteinte de ses objectifs.

Les avantages et les inconvénients

Pour choisir la meilleure option, il s'agit pour le MER de déterminer la probabilité de succès de chacune des options. Elle doit être concii-

liable avec les buts et objectifs de l'organisation, et ne pas créer d'effets secondaires plus importants que le problème principal. De plus, elle doit pouvoir être mise en pratique.

La non-intervention représente une solution risquée. Le MER se dirigerait à contre-courant de la prise de conscience du problème, de la préoccupation politique des autres organisations gouvernementales comme le ministère de l'Environnement du Québec, et enfin, des hypothèses de travail formulées par les scientifiques. Il risque de voir d'autres intervenants avoir la maîtrise et le contrôle sur les problèmes relevant des précipitations acides et se faire imposer des contraintes délétères à l'efficacité de sa propre gestion. Si les effets négatifs sur la ressource forestière se réalisaient, le MER pourrait ne pas être en mesure de rencontrer ses objectifs de gestion. Il devra alors composer avec un écosystème dont la dynamique se modifie avec un déficit de connaissance qui diminuera la qualité de ses décisions. Le seul avantage de cette option, du moins à court et moyen terme, est de pouvoir concentrer les ressources de gestion sur des problèmes opérationnels immédiats (tordeuse des bourgeons de l'épinette, programme de reboisement, ...).

Cette attitude de la part d'un gestionnaire semble courante lors de l'élaboration de politiques en matière environnementale (Schrecker, 1984). Le fait que les hypothèses sur lesquelles sont fondées les impacts plausibles des précipitations acides ne soient pas vérifiées constitue un risque pour le gestionnaire quand à l'utilisation de ressources administratives. Le contraire est aussi vrai: conclure à l'absence de preuves et ne pas intervenir peut constituer un risque quant aux effets néfastes incertains mais potentiellement catastrophiques.

La diminution de l'incertitude reliée à l'information disponible représente certes une option valable. Cependant, il arrive que lorsqu'il y a manque de connaissance, ce n'est pas avec davantage de recherche que le problème est évité (Schrecker, 1984). Les délais occasionnés par les difficultés d'appréhension du problème justifient cependant, en pratique,

que les estimations des avantages et inconvénients doivent être faites à partir des éléments disponibles.

Le MER devrait toutefois s'assurer que les décisions qu'il prend actuellement dans l'orientation de sa politique ne soient pas handicapées par une ressource potentiellement moins performante. Ainsi, par exemple la révision des règles de gestion avec comme objectif d'éviter une dissonance entre l'offre planifiée et l'offre réelle, s'impose au gestionnaire. Cependant, il existe de nombreux inconvénients à une évaluation à la baisse de la productivité des forêts: elle rendrait plus difficile la réalisation des objectifs de développement économique proposés dans le document de consultation sur la politique forestière du Québec (MER, 1984).

Quant aux interventions directes sur l'écosystème, peu ou pas de pratiques sylvicoles particulières ont été recensées en réponse aux précipitations acides, si ce n'est que la récupération des bois affectés en Allemagne de l'Ouest (Cowling, 1984).

CHAPITRE 4

LA DISCUSSION

4. LA DISCUSSION

Les préoccupations mises de l'avant par la problématique des précipitations acides et des forêts montrent qu'elles méritent d'être considérées par le gestionnaire. L'intérêt suscité par ce problème est d'autant plus grand que de nombreux autres pays y sont confrontés. Par exemple, les forêts allemandes subissent une pollution atmosphérique sérieuse; la dégradation est visuellement observable et la mortalité des arbres s'accroît chaque année (Hileman, 1983; Plochmann, 1984; Cowling, 1984). Plus près de nous, l'épinette rouge (*Picea rubens* Sarg) des Adirondack commence à dépérir (Johnson et Siccama, 1983). Enfin, au Québec, les précipitations acides pourraient être impliquées dans le phénomène du dépérissement des érablières en provoquant un déséquilibre au niveau de la fertilité des sols (Robitaille, 1985). C'est un problème environnemental important et complexe dont la prise en charge par le gestionnaire apparaît toujours tardive par rapport à la gravité des impacts potentiels.

Le MER gère une ressource naturelle dont l'importance économique et sociale pour le Québec n'est plus à démontrer. L'industrie forestière (pâtes et papiers, sciage) est la deuxième en importance après celle des aliments et boissons pour la valeur des livraisons (Poulin, 1981). Elle procure 84 000 emplois directs et 160 000 emplois indirects à des travailleurs vivant en majorité dans les régions périphériques (Gouvernement du Québec, 1983). Une centaine de municipalités doivent leur survie aux activités forestières. Traditionnellement perçu comme pourvoyeur d'une matière ligneuse inépuisable, l'écosystème forestier subit les pressions exercées par une forte augmentation de la demande ainsi que par la diversification des usages. D'ici l'an 2000, la demande pour les produits forestiers est susceptible de doubler (Gobeil, 1982). L'utilisation du territoire forestier pour des fins de tourisme et de loisirs permettra le développement d'une industrie de l'ordre de un demi milliard de dollars annuellement (Gouvernement du Québec, 1984).

En dix ans, ces diverses caractéristiques ont subi des changements radicaux et le MER a dû procéder à la redéfinition de sa politique fores-

tière (MER, 1985). L'objectif fondamental de la gestion de la ressource forestière consiste à préserver, mettre en valeur et utiliser la forêt pour le bien-être de l'ensemble de la collectivité. Une contrainte majeure réside cependant dans l'état actuel de la ressource forestière. Pour satisfaire la demande de matière ligneuse, non seulement le mode de gestion doit être modifié mais le MER doit intervenir de façon soutenue pour augmenter le rendement moyen des peuplements forestiers.

Traiter de la problématique des précipitations acides dans un cadre actuel revient principalement à la confronter aux objectifs du MER. Il est important de préciser que notre analyse se limite aux seuls intérêts du MER en tant que gestionnaire des forêts.

4.1 L'intérêt de la problématique pour le gestionnaire

Jusqu'à présent, il était difficile d'observer une réaction du MER à la problématique des précipitations acides. En effet, deux documents récents traitant de sa nouvelle politique forestière n'en font pas mention (MER, 1983; 1984). De plus, la formation d'un groupe de travail interministériel pour élaborer un programme d'étude sur les effets des précipitations acides sur les écosystèmes du territoire québécois en 1979 (Bobée, 1982) a limité le domaine de priorité aux écosystèmes aquatiques. Cependant, le MER vient d'inscrire le problème comme une de ses 13 priorités de recherche (MER, 1985). Notons que quelques années auparavant les chercheurs du Service de la recherche du MER ont émis l'hypothèse d'un lien entre les précipitations acides et le dépérissement de l'érable à sucre au Québec (Robitaille, 1985).

Généralement, pour ouvrir la voie au processus décisionnel chez le gestionnaire et attirer son attention, l'information disponible sur la problématique doit provoquer un état d'insatisfaction face à sa perception de la réalité. En tenant compte des niveaux de réalités définies par Watzlawick (1976), la réalité "objective" correspond essentiellement aux résultats exprimés dans la littérature scientifique concernant les pluies acides. Succintement elle se traduit par les faits suivants:

- le Québec reçoit couramment des précipitations de pH 5 et moins, ainsi que des charges annuelles en anhydride sulfureux et oxyde d'azote;
- la sensibilité des végétaux aux précipitations acides varie en fonction des espèces;
- les précipitations acides peuvent augmenter le lessivage des cations, mobiliser certains éléments jusqu'à des niveaux toxiques pour les végétaux et diminuer la fertilité des sols;
- la modification des conditions de germination des semences forestières et d'établissements des semis;
- les résultats des recherches ne vérifient pas toujours les hypothèses de départ.

La réalité "subjective" résulte des efforts de communication et des valeurs de l'environnement institutionnel du MER. Elle fait état:

- de l'appréhension par les citoyens et leurs groupes de pression, d'impacts négatifs des précipitations acides sur leur environnement, dont les érablières;
- des interventions à des niveaux politiques d'organismes comme le ministère de l'Environnement du Québec et Environnement Canada pour faire diminuer les émissions dans l'atmosphère de l'anhydride sulfureux et des oxydes d'azote;
- des efforts de recherche du milieu scientifique pour étudier les impacts potentiels des précipitations acides, particulièrement sur les écosystèmes aquatiques et terrestres;
- les hypothèses mises de l'avant par les scientifiques sur les effets potentiels des précipitations acides sur la productivité de

la ressource forestière, la fertilité des sols et les rapports hôte-parasite.

Ces informations qui parviennent au gestionnaire sont souvent incomplètes et se limitent principalement à décrire certains "symptômes" du problème, plutôt que présenter une description et une identification de tous les aspects. Radford (1977) démontre qu'une telle situation a généralement trois effets distincts. Premièrement, elle rend impossible la construction d'un modèle décisionnel qui inclut tous les paramètres de la situation et leurs interrelations. Deuxièmement, elle entraîne une perception de la situation qui est nécessairement subjective. En effet, l'information qui parvient aux intervenants n'étant pas actuelle, ces derniers interpréteront en fonction de leurs connaissances, intérêts et valeurs. Troisièmement, l'incertitude est liée tant à la signification des événements passés, qu'aux résultats des actions futures. Dans un contexte d'incertitude, plus le choix d'une intervention est tôt, plus la possibilité que la situation dévie de celle perçue est grande. Cependant plus l'intervention tarde, plus les risques d'atteindre une situation dégradée et irréversible sont élevés.

L'information se heurte aussi aux principaux éléments de structure de l'organisation qui permettent une stabilité dans le fonctionnement administratif et opérationnel du MER: les politiques existantes, les programmes, les directives, les normes... L'arrivée de cette problématique tend à déstabiliser et perturber le fonctionnement quotidien des gestionnaires. Leur réaction en est souvent une de résistance au changement (Ansoff, 1972).

En fait, l'intérêt manifesté jusqu'ici par le MER peut s'expliquer par ces différentes hypothèses. L'observation de dommages à nos écosystèmes forestiers n'est pas encore un fait établi comme cela peut l'être en Europe (Tomlinson, 1983; Cowling, 1984). De nombreux problèmes préoccupent le MER. La lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, la mise en place du programme de reboisement, l'élaboration d'une nouvelle politique

forestière et l'utilisation en forêt de phytocides ne sont que quelques-uns des éléments qui monopolisent les ressources du gestionnaire.

Il deviendra inévitable que le MER se préoccupe du problème à court ou moyen terme. Les effets que pourraient avoir les précipitations acides sur la ressource forestière peuvent placer ce secteur en situation de pénurie. En considérant une mortalité accrue et une diminution de la croissance des arbres comme effets principaux des précipitations acides, la nouvelle politique forestière se trouvera affectée dans ses objectifs de mise en valeur du territoire forestier. En effet, le niveau de coupe annuelle est fixé sur la base du respect de la possibilité selon le rendement soutenu. Le calcul de ce niveau de coupe tient compte du rendement moyen des peuplements. Or, si celui-ci est affecté à la baisse par les précipitations acides, les niveaux désirés d'allocation de la matière ligneuse ne pourront être respectés.

Lorsque l'on regarde le portrait de la disponibilité de la matière ligneuse, l'on constate que le MER doit composer avec un surplus de bois mûrs à court terme et des pénuries de stock à moyen et long termes (Gouvernement du Québec, 1984). Déjà les prévisions montrent que l'offre ne sera pas en mesure de satisfaire la demande de l'industrie d'ici l'an 2000 (besoins de 36,1 millions de mètres cubes). Lorsque l'on tient compte des effets plausibles des précipitations acides sur cette réalité, deux hypothèses peuvent être avancées: les effets se traduiraient par un dépérissement provoquant la mortalité d'arbres sur pied et, un ralentissement de la croissance causé par une baisse dans la fertilité des sols forestiers.

Si un dépérissement des résineux venait à se produire comme celui observé en République Fédérale Allemande et dans les érablières du Québec, on aurait une situation similaire à celle causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette où l'on devra, pour diminuer les pertes de matières ligneuses procéder en priorité à la récupération des bois affectés. Cela perturbe les programmes d'intervention existants, pose des problèmes au niveau de la rentabilité des opérations forestières et augmente le déficit en bois à moyen et long termes.

Dans la perspective d'une baisse du taux de croissance de la biomasse forestière, les impacts sur le gestionnaire sont différents. En effet, la baisse de fertilité peut augmenter l'âge d'exploitabilité et diminuer le nombre de site de qualité (relation hauteur-âge). Le temps nécessaire pour obtenir un volume de matière ligneuse à l'hectare qui justifie une intervention sera plus long. Cela peut aussi conduire à revoir les critères d'exploitabilité de la ressource.

La demande pour cette ressource va croître de 17% jusqu'en l'an 2000 (MER, 1984). Le secteur forestier pourrait ainsi se retrouver en état de pénurie à moyen terme. Une rareté de la ressource conduit généralement à une modification de l'agenda gouvernemental et de ses politiques (Nienaber, 1983). Il serait donc logique de s'attendre à une implication du MER.

4.2 Le choix d'une solution

Dans la mesure où le MER s'intéresse à la problématique des précipitations acides vis-à-vis des forêts et la considère comme un problème, il lui revient la tâche de formuler des solutions. Les options décrites au chapitre 3 représentent celles qui, dans le cadre d'une analyse stratégique, constituent des choix plausibles de solutions.

Actuellement, la position adoptée par le MER dans ce dossier s'apparente à la première option, soit la diminution de l'incertitude liée à l'information disponible par l'acquisition de connaissances sur les impacts de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes forestiers et sur les possibilités de correction des effets. Ce n'est que depuis peu que ce problème constitue une priorité de recherche, parmi les 13 énumérées dans l'énoncé de politique forestière (MER, 1985). Auparavant le MER agissait surtout par délégation de pouvoir au MENVIQ. Le fait de prendre l'initiative dans cette problématique revient à protéger ou à augmenter son influence et son contrôle sur l'information et sur ses choix de solutions. Maintenant, la progression du dossier dépendra de la priorité donnée au traitement du problème par rapport aux 12 autres axes de recherche.

Ce choix constitue-t-il un geste satisfaisant du MER par rapport à la gravité des impacts soupçonnés? Dans une perspective de gestion stratégique, on peut difficilement répondre par l'affirmative. En effet, le contexte de gestion établi par la confrontation des objectifs de l'organisation et le comportement plausible de son environnement montre que le gestionnaire évoluera avec des risques élevés tant que l'information disponible ne sera pas plus précise. Dans une situation analogue où l'incertitude reliée à l'information était similaire, Grennberg et Page (1981) ont démontré que la déficience au niveau des connaissances scientifiques conduit à la controverse sur le rôle approprié du gestionnaire dans la problématique ainsi que sur l'ordre de priorité de cette dernière par rapport aux problèmes stratégiques et opérationnels existants. En fait, la position du gestionnaire se limiterait à l'alternative suivante:

- être conservateur et ne prendre aucune action préventive jusqu'à ce que la preuve existe;
- où, à la lumière de l'information existante, de la présence depuis plusieurs décennies de ces polluants, du futur envisageable (la pollution continue) et du spectre des impacts potentiels, il choisit d'agir avec le risque que les objectifs visés ne soient atteints à cause de la complexité du phénomène.

Dans une perspective stratégique, la solution choisie par le gestionnaire devrait lui permettre d'augmenter ses connaissances et d'établir un certain contrôle sur les risques envisagés. C'est la position choisie par l'Allemagne de l'Ouest où en plus de continuer les recherches pour expliquer le phénomène, le ministère responsable des forêts intensifiera sa lutte contre la pollution atmosphérique (Bundesministers Für Ernährung et al., 1982).

Lorsqu'on effectue un parallèle avec la situation européenne, on doit cependant admettre que la problématique des précipitations acides et des forêts est à un stade plus avancé qu'au Québec. Les principales actions

entreprises en Europe pour résoudre le problème vise la réduction des taux d'émission d'anhydride sulfureux. De concert avec ce type d'intervention, l'acquisition de connaissances contribue à l'augmentation du degré de certitude (Preafflin et Ziegler, 1980; Hilemann, 1983). En fait, l'option de solution choisie par les pays d'Europe centrale correspond à l'intervention institutionnelle et, simultanément, à l'acquisition de connaissances. Les probabilités de succès d'un tel choix sont d'autant plus grandes que l'information supplémentaire alimente le débat institutionnel et diminue l'incertitude reliée à la problématique. Ce tandem apparaît donc comme la meilleure option de solution pour le gestionnaire. Il s'agit d'ajuster le tir de la gestion.

CONCLUSION

CONCLUSION

La problématique des précipitations acides et des forêts représente pour le MER une nouvelle réalité dans son environnement institutionnel et opérationnel. Les mécanismes d'actions de cet agent d'agression et ses effets potentiels sur la ressource forestière en font un problème de protection de la ressource pour lequel le MER possède les mandats d'intervenir. En effet, l'analyse de l'organisation qu'est le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (section forêt), de son objet de gestion (l'écosystème forestier) et son environnement à l'aide d'un modèle conceptuel inspiré de Petak (1981) permet de considérer le phénomène des précipitations acides comme un intrant au système forestier et un élément qui génère un effet de contexte sur les pratiques gestionnaires. L'effet de contexte est défini comme un changement de la réalité organisationnelle. Il place le gestionnaire en présence d'une nouvelle situation qui interfère nécessairement sur l'objet de gestion.

Cette nouvelle situation est au départ engendrée par les impacts plausibles des précipitations acides sur l'écosystème forestier. On constate que c'est surtout par le feuillage et par le sol que ces dernières peuvent agir sur la vigueur des individus et des communautés végétales. Les observations visuelles tant en République Fédérale Allemande que dans les érablières du Québec font état de jaunissement du feuillage, de feuilles plus petites, de perte d'aiguilles, du décollement de l'écorce et de mortalité (Cowling, 1984; Gagnon et al., 1985). Associés à ces symptômes, les effets négatifs sur les sols peuvent conduire à une baisse de la fertilité. Cela semble relié au déplacement du calcium et du magnésium vers les horizons inférieurs du sol et de la réduction de l'activité microbienne responsable de la décomposition de la matière organique et de la remise en circulation des nutriments qui y étaient piégés (McLaughlin, 1985). Or, au Québec, 64% du territoire forestier reçoit des précipitations acides dont le pH varie entre 5,5 et 4,3. Une majorité de forêts croissent sur des dépôts à faible pouvoir tampon; une proportion importante d'entre elles est donc considérée comme vulnérable. Le gestionnaire peut ainsi se retrouver avec une forêt qui s'appauvrit et risque de devenir moins performante.

Il y a trois principales options de solution qui s'offrent au gestionnaire: diminuer l'incertitude par l'acquisition d'une meilleure information, se préparer à la plausabilité de l'impact en révisant les règles de gestion et les pratiques forestières et, troisièmement, ne rien faire ou laisser faire. Actuellement la position adoptée par le MER dans ce dossier s'apparente à la première option. Dans l'énoncé de politique forestière publié en 1985, il en fait une des 13 priorités de recherche. Dans une perspective de planification stratégique, il est difficile de considérer cette position comme satisfaisante d'autant plus que les besoins en matières ligneuses seront à peine satisfaits par le niveau actuel de la possibilité de coupe annuelle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABER, J.D. et al. (1982). Potential effects of acid precipitation on soil nitrogen and productivity of forest ecosystems. Dans: D'Itri, F.M. [éd.], Acid precipitation: Effects on ecological systems. Ann Arbor Science, p. 411-433.
- ABRAHAMSON, G., R. HORNTVEDT et B. TVEITE (1977). Impacts of acid precipitation of coniferous forest ecosystems. Water, Air and Soil Pollution, 8(1977): 57-73.
- ACKOFF, R.L. (1981). Creating the corporate future. John Wiley and Sons, New York, 297 p.
- ALDRICH, H.E. (1979). Organizations and environments. Prentice-Hall, New Jersey, 384 p.
- ALTSHULLER, A.P. et G.A. McBEAN (1979). Le transport des polluants atmosphériques sur de grandes distances en Amérique du Nord: un examen préliminaire. Préparé par le Groupe consultatif de recherche États-Unis - Canada sur le transport des polluants atmosphériques sur de grandes distances. Environnement Canada, 46 p.
- ANSOFF, H.I. (1972). The concept of strategic management. Journal of Business Policy, 2(4): 2-7.
- ANSOFF, H.I., R.P. DECLERCK et R.L. HAYES (1976). From strategic planning to strategic management. Dans: Ansoff, H.I. et al. [éds.], From strategic planning to strategic management. John Wiley and Sons, New York, p. 39-78.
- AUERBACH, S.I. (1981). Ecosystem response to stress: A review of concepts and approaches. Dans: Barrett, G.W. and R. Rosenberg [éds.], Stress effects on natural ecosystems. John Wiley and Sons, New York, p. 29-47.

- BACHE, B.W. (1983). The role of soil in determining surface water composition. *Wat. Sci. Tech.*, 15: 33-45.
- BARRETT, G.W. (1981). Stress ecology: An integrative approach. Dans: Barrett, G.W. and R. Rosenberg [éds.], Stress effects on natural ecosystems. John Wiley and Sons Ltd., p. 3-12.
- BOBÉE, B., Y. GRIMARD, M. LACHANCE et A. TESSIER (1982). Nature et étendue de l'acidification des lacs du Québec. INRS-Eau, rapport scientifique No 140, 243 p., 3 annexes.
- BORGHI, L. (1982). The effects of air pollution and acid rain on fish, wildlife, and their habitats - forests. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, Eastern Energy and Land Use Team, FWS/OBS-80/40.6, 86 p.
- BORMANN, F.H. (1982). The effects of air pollution on the New England landscape. *Ambio*, 11(6): 338-346.
- BORMANN, F.H. et G.E. LIKENS (1979). Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York, 253 p.
- BUNDESMINISTERS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1982). Waldschäden durch Luftverunreinigung; Landwirtschaftsverlag GmbH 4400 Münster-Hiltrup, p. 1-65 plus appendices.
- CHANG, F.H. et M. ALEXANDER (1983). Effect of simulated acid precipitation on algal fixation of nitrogen and carbon dioxide in forest soils. *Environ. Sci. Technol.*, 17(1): 11-13.
- COGBILL, C.V. (1977). The effect of acid precipitation on tree growth in Eastern North America. *Water, Air, and Soil Pollution*, 8: 89-93.
- COWLING, E.B. (1984). What is happening to Germany's forests? *Environ. Forum*, May, p. 7-11.

CRISMAN, T.L. et al. (1980). Acid precipitation: the biotic response in Florida lakes. Dans: Drablos, D. et A. Tollan [éds.], Ecological impact of acid precipitation, p. 296-297, SNSF-Project.

CRONAN, C.S. et C.L. SCHOFIELD (1979). Aluminium leaching response to acid precipitation: Effects on high-elevation watersheds in the northeast. *Science*, 204: 304-306.

DENISON, R. et al. (1977). The effects of acid rain on nitrogen fixation in Western Washington coniferous forests. *Water, Air, and Soil Pollution*, 8: 21-34.

DENNIS, R.L. et al. (1983). Integration of technical and value issues in air quality policy formation: A case study. *Socio-Economic Planning Science*, 17(3): 95-108.

DESCÔTEAUX, Y. (1977). Les moyens d'intervention face à la présence de substances toxiques dans l'environnement. *Agir*, 29 p.

DEUTSCH, K.W. (1977). On the interaction of ecological and political systems: Some potential contributions of the social sciences to the study of man and his environment. Dans: Deutsch, K.W., Ecological systems and ecopolitics: A reader on human and social implications of environmental management in developing countries. Unesco, Paris, p. 23-31.

DRAPEAU, J.P. (1983). Le rapport de conjoncture sur la recherche et le développement. *Forêt-conservation*, 50(6): 29-32.

EATON, J.S., G.E. LIKENS et F.H. BORMANN (1973). Through fall and stem-flow chemistry in a Northern Hardwood forest. *Journal of Ecology*, 61: 495-508.

EVANS, L.S. et T.M. CURRY (1979). Differential responses of plant foliage to simulated acid rain. *Amer. J. Bot.*, 66(8): 953-962.

- EVANS, W.M. (1976). The organization-set: Toward a theory of interorganizational relations. Dans: Thompson, J.D., Approaches to organizational design. University of Pittsburg Press, p. 173-191.
- EVANS, W.M. (1966). The organization-set: Toward a theory of interorganizational relations. Dans: Thompson, J.D., Approaches to organizational design. University of Pittsburg Press, p. 173-191.
- FAIRFAX, J.A.W. et N.W. LEPP (1975). Effect of simulated 'acid rain' on cation loss from leaves. *Nature*, 255: 324-325.
- FALKENMARK, M. (1976). Water as a carrier of pollutants and other substances in the ecosystem. Dans: Tamm, C.O. [éd.], Man and the Boreal Forest. *Ecological Bull. (Stockholm)*, 21: 67-77.
- FELLER, M.C. et J.P. KIMMINS (1984). Effects of clearcutting and slask burning on streamwater chemistry and watershed nutrient budgets in Southwestern British Columbia. *Water Res. Research*, 20(1): 29-40.
- FOSTER, N.W. et J.A. NICOLSON (1983). Interaction des précipitations acides et de la végétation dans le bassin forestier du lac Turkey. *Revue de recherches du Service canadien des forêts*, 3(4): 36-38.
- FRANKENHOFF, W.P. et C.H. GRANGER (1971). Strategic management: A new managerial concept for an era of rapid change. *Long Range Planning*, 3: 7-12.
- GAGNON, G. et al. (1985). Le dépérissement des érablières: comportement de certaines variables écologiques. Conférence intergouvernementale sur les précipitations acides. Québec, 19 p.
- GALLOWAY, J.N. et E.B. COWLING (1978). The effects of precipitation on aquatic and terrestrial ecosystems: A proposed precipitation chemistry network. *Air Pollution Control Association Journal*, 28(3): 229-235.

GLASS, N.R., G.E. GLASS et P.J. RENNIE (1979). Effects of acid precipitation. Environmental Science and Technology, 13(11): 1350-1355.

GOBEIL, J. (1982). Une analyse: la stratégie forestière du Canada. L'Aubelle, 32(1982): 8-9.

GORHAM, E. et W.W. McFEE (1980). Effects of acid precipitation upon outputs from terrestrial to aquatic ecosystems. Dans: Hutchinson, T.C. et M. Havas [éds.], Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems. Plenum Press, New York, p. 465-480.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1985). Ministère de l'Énergie et des Ressources. Bâtir une forêt pour l'avenir: la politique forestière. Québec, 98 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1984). Ministère de l'Énergie et des Ressources. La politique forestière au Québec, problématique d'ensemble. Québec, 143 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1983a). Ministère de l'Énergie et des Ressources. Ressource et industrie forestière: portrait statistique édition 1983. Québec, non paginé.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1983b). Ministère de l'Énergie et des Ressources. Le secteur forestier, bilan et perspectives. Québec, 235 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1981). Mémoire soumis devant l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis pour s'opposer au relâchement des limites d'émissions de SO₂ et pour inciter l'Agence à faire respecter les normes en vigueur jusqu'ici. Ministère de l'Environnement, Québec, No A-81-09, 50 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1980). Ministère de l'Énergie et des Ressources. L'opération plan de gestion des forêts publiques du Québec. Québec, ERI-3210-2, 8 p.

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1979). Éditeur officiel du Québec. Loi sur les terres et forêts. Québec, 54 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1977). Ministère des Terres et Forêts. Lois concernant les terres et forêts publiques. Éditeur officiel du Québec, 256 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1972). Ministère des Terres et Forêts. Exposé sur la politique forestière. Tome 2. Réforme et programme d'action. Québec, 181 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1971). Ministère des Terres et Forêts. Exposé sur la politique forestière. Tome 1. Prospective et problématique. Québec, 280 p.
- GRANDTNER, M.M. (1974). Notes de cours d'écologie forestière I. Université Laval, Québec, 128 p.
- GRAY, T.R.G. et P. INESON (1981). The effects of sulfur dioxide and acid rain on the decomposition of leaf litter. *J. of the Science of Food and Agriculture*, 32: 624-625.
- GREENBERG, M.R. et G.W. PAGE (1981). Planning with great uncertainty: A review and case study of the safe drinking water controversy. *Socio-Economic Planning Science*, 15(2): 65-74.
- HARRISON, R.M. et C.A. PIO (1983). A comparative study of the ionic composition of rainwater and atmospheric aerosols: Implication for the mechanism of acidification of rainwater. *Atmospheric Environment*, 17(12): 2539-2543.
- HENRIKSEN, A. (1979). A simple approach for identifying and measuring acidification of freshwater. *Nature*, 278: 542-545.

- HILEMAN, B. (1983). 1982 Stockholm conference on acidification of the environment. *Environ. Sci. Technol.*, 17(1): 15A-18A.
- HORNTVEDT, R., G.J. DOLLARD et E. JORANGER (1980). Atmosphere-vegetation interactions. Dans: Drablos, D. et A. Tollan [éds.], Ecological impact of acid precipitation, p. 192-193, SNSF-Project.
- HUTCHINSON, T.C. et L.M. WHITBY (1977). The effects of acid rainfall and heavy metal particulates on a boreal forest ecosystem near the Sudbury smelting region of Canada. *Water, Air and Soil Pollution*, 7(1977): 421-428.
- JACQUES, J. et M. PAQUIN (1977). Le budget de programmes: un outil moderne de gestion. Éditeur officiel du Québec, Québec, 310 p.
- JOHNSON, A.H. et T.G. SICCAMA (1983). Acid deposition and forest decline. *Environ. Sci. Technol.*, 17(7): 294A-305A.
- JOHNSON, A.H., T.G. SICCAMA, D. WANG, R.S. TURNER et T.H. BARRINGER (1981). Recent changes in patterns of tree growth rate in the New Jersey Pinelands: A possible effect of acid rain. *J. Environ. Qual.*, 10(4): 427-430.
- JOHNSON, N.M. et al. (1981). 'Acid rain', dissolved aluminum and chemical weathering at the Hubbard brook experimental forest, New Hampshire. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45: 1421-1437.
- JOHNSON, N.M. (1979). Acid rain: Neutralization within the Hubbard brook ecosystem and regional implications. *Science*, 204: 497-499.
- JONES, H.G., M. OUELLET et D.F. BRAKKE (1980). The evolution of acidity in surface waters of Laurentides Park (Québec, Canada). Over a period of 40 years. Dans: Drablos, D. et A. Tollan [éds.], Ecological impact of acid precipitation, p. 226-227, SNSF-Project.

- KALYMAN, B.A. (1981). The management of canadian resources: Concepts and cases. McGraw-Hill, Toronto, 245 p.
- KNABE, W. (1976). Effects of sulfur dioxide on terrestrial vegetation. *Ambio*, 5(5-6): 213-218.
- KRUG, E.C. et C.R. FRINK (1983). Acid rain on acid soil: A new perspective. *Science*, 221: 520-525.
- LACHANCE, M. (1979). L'acidification des précipitations: nature et étendue du problème. Colloque sur le traitement des eaux usées. AQTE-Environnement Canada, Montréal, 5-6 novembre, 45 p.
- LAFLAMME, M. (1981). Le management: approche systémique. Gaétan Morin et Associés Ltée, Chicoutimi, 397 p.
- LANDRY, M. (1983). Qu'est-ce qu'un problème? *Infor.*, 21(1): 31-45.
- LANDRY, M. (1981). Doit-on concevoir ou analyser les problèmes complexes. *Angewandte System Analyse*, 2(2): 56-66.
- LAPOINTE, L. et J. PIETTE (1985). Initiatives des provinces de l'est du Canada en matière des précipitations acides. Conférence intergouvernementale sur les précipitations acides. Québec, 31 p.
- LARDINOIS, C. (1978). Pollution de l'air et modèles d'organisation spatiale. Centre de recherche sur les transports. Université de Montréal, Montréal, 35 p.
- LEBLANC, H.N. et L. ROUSSEAU (1977). L'émission des substances toxiques au cours des activités forestières. Dans: Demard, H., Méthodologie d'analyse des situations d'agresseur par les substances toxiques. INRS-Eau, rapport scientifique No 84, p. 35-72. (pour les Services de protection de l'Environnement du Québec).

LEE, J.J. et D.E. WEBER (1982). Effects of sulfuric acid rain on major cation and sulfate concentrations of water percolating through two models hardwood forest. *J. Environ. Qual.*, 11(1): 57-64.

LEE, J.J. et D.E. WEBER (1979). The effect of simulated acid rain on seedling emergence and growth of eleven woody species. *Forest Science*, 25(3): 393-398.

LOUCKS, O.L. (1982). The concern for acidic deposition in the Great Lakes region. Dans: D'Itri, F.M. [éd.], *Acid precipitation: Effects on ecological systems*. Ann Arbor Science Publishers, p. 21-41.

MALMER, N. (1976). Acid precipitation: Chemical changes in the soil. *Ambio*, 5(5-6): 231-234.

McLAUGHLIN, S.B. (1985). Effects of air pollution on forests: A critical review. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 35(5): 512-534.

McLAUGHLIN, S.B. et al. (1983). Effects of acid rain and gaseous pollutants on forest productivity: A regional scale approach. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 33(11): 1042-1049.

MINTZBERG, H. (1979). *The structuring of organization*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 512 p.

MINTZBERG, H., D. RAISINGHANI et A. THEORET (1976). The structure of "unstructured" decision process. *Administrative Science Quarterly*, 21: 246-275.

NICHOLSON, N. et al. (1980). Effects of a scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) canopy on the chemical composition and deposition pattern of precipitation. Dans: Drablos, D. et A. Tollan [éds.], *Ecological impact of acid precipitation*, p. 148-149, SNSF-Project.

- NIENABER, J. (1983). Two faces of scarcity: Bureaucratic creativity and constraints. Dans: Welch, S. et R. Miewald [éds.], Scarce natural resources: The challenge to public policy-making. Sage Publications, Beverly Hills, p. 151-177.
- NILSSON, S.I. et B. BERGKVIST (1983). Aluminium chemistry and acidification process in a shallow podzol on the Swedish westcoast. *Water, Air, and Soil Pollution*, 20: 311-329.
- PAQUIN, M. (1982). L'intégration d'unités administratives dispersées géographiquement: le pouvoir des administrateurs publics en région. Université de Montréal, École des Hautes Études Commerciales, Montréal, 422 p.
- PETAK, W.J. (1981). Environmental management: A system approach. *Environmental Management*, 5(3): 213-224.
- PFEFFER, J. et G.R. SALANCIK (1978). The external control of organisations: A resource dependance perspective. Harper et Row Publishers, New York, 300 p.
- PLOCHMANN, R. (1984). Air pollution and the dying forests of Europe. *Am. Forests*, 90(6): 17-21.
- POULIN, J.N. (1981). La forêt québécoise: une source d'approvisionnement et maintenant un défi économique. *L'Aubelle*, 28(1981): 16-18.
- POTTER, W. (1982a). The effects of air pollution and acid rain on fish, wildlife, and their habitats - lakes. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, Eastern Energy and Land Use Team, FWS/OBS-80/40.4, 121 p.
- PREAFLIN, J.R. et E.N. ZEIGLER (1980). Influence of forest vegetation and agriculture on the acidity of fresh water. *Advances in Environmental Science and Engineering*, 3: 56-79.

- PUCKETT, L.J. (1982). Acid rain, air pollution, and tree growth in Southeastern New York. *J. Environ. Qual.*, 11(3): 376-381.
- RADFORD, K.J. (1977). Complex decision problems: An integrated strategy for resolution. Prentice-Hall, 208 p.
- RIVERIN, A. et al. (1981). L'administration public, un être "pifométrique". Presses de l'Université du Québec, 404 p.
- ROBITAILLE, L. (1985). Le dépérissement des érablières au Québec: problématique et état des recherches. Conférence intergouvernementale sur les précipitations acides. Québec, 3 p.
- ROQUES, A., M. KERJEAN et D. AUCLAIR (1980). Effets de la pollution atmosphérique par le fluor et le dioxyde de soufre sur l'appareil reproducteur femelle de Pinus silvestris en forêt de Roumare (Seine-Maritime, France). *Env. Pollution (série A)*, 21(1980): 191-201.
- RUBEC, C.D.A. (1981). Les caractéristiques des écosystèmes terrestres touchés par les précipitations acides au Canada. Direction générale des terres, Environnement Canada, document de travail, No 19, 32 p.
- SASSEVILLE, J.L. (1982). L'étude du gestionnaire de la ressource-eau. Dans: Marceau, R. et M. Crowley [éds.], Approche politique, administrative, économique et environnementale à la gestion efficiente de l'eau-ressource: théorie, méthode et cas. Rapport d'avancement des travaux pour la subvention "Équipe 1982-1983" du Fonds FCAR, Québec.
- SASSEVILLE, J.L. (1980). Théorie des besoins et gestion des ressources. VIe Symposium du C.Q.E., Québec, 23 p.
- SASSEVILLE, J.L. et M. LACHANCE (1981). Description de la qualité des eaux atmosphériques. *Eau du Québec*, 14(1): 27-34.

SASSEVILLE, J.L. et R. MARCEAU (1979). Le contrôle de la qualité des actions humaines: théorie et méthode. INRS-Eau, rapport scientifique No 108, 215 p.

SCHRECKER, T.F. (1984). L'élaboration de politique en matière d'environnement. Commission de réforme au droit du Canada. Ottawa, 124 p.

STRAND, L. (1980). The effect of acid precipitation on tree growth. Dans: Drablos, D. et A. Tollan [éds.], Ecological impact of acid precipitation, p. 64-67, SNSF-Project.

STRAYER, R.F., C.J. LIN et M. ALEXANDER (1981). Effect of simulated acid rain on nitrification and nitrogen mineralization in forest soils. J. Environ. Qual., 10: 541-551.

TALBOT, L. et al. (1984). Les précipitations acides au Québec et leurs effets sur le milieu aquatique. Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 15 p.

TAMM, C.O. et E.B. COWLING (1977). Acidic precipitation and forest vegetation. Water, Air and Soil Pollution, 7(1977): 503-511.

TOMLINSON, G.H. (1983). Air pollutants and forest decline. Env. Science and Technol., 17: 246A-256A.

TRI-ACADEMY COMMITTEE ON ACID DEPOSITION (1985). Acid deposition, effects on geochemical cycling and biological availability of trace elements. National Academy Press, Washington D.C., 83 p.

TUKEY, H.B. Jr. (1980). Some effects of rain and mist on plants, with implications for acid precipitation. Dans: Hutchinson, T.C. et M. Havas [éds.], Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems. Plenum Press, New York, p. 141-150.

- ULRICH, B. (1980). Production and consumption of hydrogen ions in the ecosystem. Dans: Hutchinson, T.C. et M. Havas [éds], Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems. Plenum Press, New York, p. 255-282.
- VAN HOOK, R.I. et al. (1982). Environmental effects of harvesting forests for energy. Forest Ecology and Management, 4: 79-94.
- VITOUSEK, P.M., J.R. GOOZ, C.C. GRIER, J.M. MELILLS et W.A. REINERS (1982). A comparative analysis of potential nitrification and nitrate mobility in forest ecosystems. Ecological Monographs, 52(2): 155-177.
- WARWICK, D.P. (1975). A theory of public bureaucracy: Politics, personality, and organization in the State Department. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 252 p.
- WATZLAWICK, P. (1976). How real is real? New York, Random House, 266 p.
- WOOD, T. et F.H. BORMANN (1975). Increases in foliar leaching caused by acidification of an artificial mist. Ambio, 4(4): 169-171.
- WOOD, T. et F.H. BORMANN (1974). The effects of an artificial acid mist upon the growth of Betula Alleghaniensis Britt. Environ. Pollut., 7: 259-268.
- WOOLLEY, R.N. et M. PIDD (1981). Problem structuring - a literature review. J. Opl. Res. Soc., 32: 197-206.