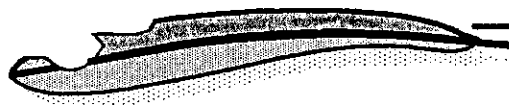


**Le programme d'intervention
du ministère de l'Énergie et des Ressources
contre les effets de la tordeuse
des bourgeons de l'épinette**



**RAPPORT ANNUEL
1989-1990**

**Présenté au
ministère de l'Environnement du Québec**

**Gouvernement du Québec
ministère de l'Énergie et des Ressources
secteur Forêts**

MARS 1990

Des copies de ce rapport peuvent être obtenues auprès du
Service des études environnementales
situé au 5700, 4^e Avenue Ouest à Charlesbourg
Tél.: (418) 643-2922

Numéro de publication: ER90 - 3010
ISBN : 2-550-20663-0
ISSN : 1180-2553

AVANT-PROPOS

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce à la collaboration des Services suivants :

- Le Service des études environnementales

Agathe Cimon
Pierre-Martin Marotte
Sylvie Delisle
Jean Cabana
Gilles Gaboury

- Le Service de la protection contre les insectes et les maladies

Louis Dorais
Michel Auger
Clément Bordeleau
Michel Chabot
Michel Pelletier

- Le Service de l'inventaire forestier

Denis Robert
Réa! St-Laurent

- Le Service des traitements sylvicoles

Jacques Martel
Michel Tremblay

- Le Service de la régénération forestière

Richard Armstrong
Cécile St-Pierre

- Le Service de l'allocation des bois

Marcel Létourneau
Jean Brunet

- Le Service du contrôle des récoltes

Jean-Guy Cantin
Roland Therrien

- Le Service de la recherche appliquée

Germain Paré
Rénald Hawey

La compilation des textes a été assurée par madame Agathe Cimon du Service des études environnementales.

Le travail de secrétariat a été fait par Le Groupe AZTEC (division Francine St-Pierre).

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	ix
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE	3
1.1 Évolution des pulvérisations d'insecticides	5
1.2 Évolution de la stratégie d'aménagement forestier	5
1.2.1 La récupération des peuplements affectés par la TBE	6
1.2.2 Travaux sylvicoles et reboisement	9
1.2.3 L'établissement du cadre écologique forestier	11
CHAPITRE 2 : LES PRÉVISIONS AU NIVEAU DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE DE MATIÈRE LIGNEUSE EN BOIS RÉSINEUX	19
2.1 Évaluation de l'offre	19
2.1.1 La possibilité	19
2.1.2 Facteurs pouvant influencer les disponibilités en sapin, épinettes et pin gris, par unité de gestion	19
2.2 Bilan offre/demande en bois résineux	21
2.3 Politique de récolte	21
2.3.1 Modes de coupe	21
2.3.2 Normes d'exploitation	25
2.3.3 Provenance des bois	26
CHAPITRE 3 : LE PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS D'INSECTICIDE CONTRE LA TBE EN 1989	29
3.1 Situation de l'épidémie en 1989	29
3.2 Pulvérisations d'insecticide	29
3.2.1 Superficies traitées	29
3.2.2 Insecticides utilisés	32
3.2.3 Durée du traitement	32
3.2.4 Le développement de l'insecte et de la pousse	32
3.2.5 Résultats du traitement	32

3.2.6	Techniques de pulvérisation	43
3.2.7	Mesures de sécurité	44
3.2.8	Les activités de communication en 1989	44
CHAPITRE 4 : LE PROGRAMME DE SUIVI ET DE RECHERCHE		49
4.1	Le programme de suivi environnemental 1989	49
4.1.1	Suivi des produits opérationnels	49
4.1.2	Suivi des produits expérimentaux	51
4.1.3	Contrôle de la qualité	52
4.1.4	Plaintes et déversements d'urgence	54
4.2	Programme de recherche	54
4.2.1	Projets de recherche en rapport avec la TBE	54
4.2.2	Projets complémentaires	61
CHAPITRE 5 : COÛTS DES PROGRAMMES D'ACTIVITÉS RELIÉS A LA LUTTE CONTRE LA TBE		63
5.1	Coûts des pulvérisations	63
5.2	Coûts des travaux sylvicoles et du reboisement	63
CHAPITRE 6 : ÉVOLUTION DE L'ÉPIDÉMIE ET DU PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS EN 1990		71
6.1	Prévisions 1990	71
6.2	Programme de pulvérisations 1990	72
6.2.1	Superficies et bases d'opération	72
6.2.2	Avions de pulvérisation et période de traitement	72
6.2.3	Produits	75
6.2.4	Coûts	76
6.2.5	Traitements expérimentaux	76
ANNEXE A	Fiches techniques des projets de suivi de 1989	79
ANNEXE B	Fiches techniques des projets de recherche	93

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : Superficies (ha) infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette de 1968 à 1989.	4
TABLEAU 2 : Tordeuse des bourgeons de l'épinette - Réductions de droits de coupe.	8
TABLEAU 3 : Travaux sylvicoles, réalisation 1989 - production	10
TABLEAU 4 : Travaux sylvicoles, prévision 1990 - production	12
TABLEAU 5 : Superficies reboisées et préparation de terrain - Forêts publiques 1988	13
TABLEAU 6 : Programmation des superficies à reboiser - 1989 et 1990 (en hectares).	14
TABLEAU 7 : Volumes en sapin, épinettes et pin gris disponibles sur un horizon de 120 ans - Forêts publiques (en 1 000 mètres cubes)	20
TABLEAU 8 : Synthèse des facteurs de réduction utilisés lors des calculs de possibilité.	22
TABLEAU 9 : Résineux - Bilan - Offre/demande - Forêts publiques (en 1 000 mètres cubes)	23
TABLEAU 10 : Mortalité larvaire de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, <u>Choristoneura fumiferana</u> (Clem.), et réduction de la défoliation obtenues dans les secteurs traités en 1989 en fonction des niveaux d'infestation	35
TABLEAU 11 : Superficies (hectares) affectées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, <u>Choristoneura fumiferana</u> (Clem.), dans les secteurs traités en 1989.	36
TABLEAU 12 : Mortalité larvaire et réduction de la défoliation obtenues en 1989 dans les secteurs traités contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, <u>Choristoneura fumiferana</u> (Clem.), en fonction des traitements	39
TABLEAU 13 : Mortalité larvaire et réduction de la défoliation obtenues dans les secteurs ayant reçu une seule application du <u>B.t.</u> contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, <u>Choristoneura fumiferana</u> (Clem.), en fonction de la synchronisation du traitement.	41

TABLEAU 14 : Évolution des populations de tordeuse des bourgeons de l'épinette, <u>Choristoneura fumiferana</u> (Clem.), dans les secteurs traités et non-traités en 1989	42
TABLEAU 15 : Caractéristiques des avions de pulvérisation.	45
TABLEAU 16 : Coût moyen à l'hectare des pulvérisations aériennes réalisées contre la tordeuse au Québec en 1988 et 1989.	64
TABLEAU 17 : Travaux sylvicoles, réalisation 1989 - dépenses ('000 \$).	65
TABLEAU 18 : Travaux sylvicoles, prévision 1990 - dépenses ('000 \$).	66
TABLEAU 19 : Coûts estimés des opérations reliées au reboisement sur forêt publique en 1988 (MER et REXFOR).	68
TABLEAU 20 : Programmation des travaux de reboisement et prévisions budgétaires (en dollars courants) - Forêts publiques 1989 et 1990.	69
TABLEAU 21 : Superficies à traiter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 1990	74

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	Cadre écologique forestier - Travaux réalisés pour le développement méthodologique (décembre 1989).	17
FIGURE 2 :	Grille de susceptibilité relative à la tordeuse des bourgeons de l'épinette basée sur les caractéristiques du site	18
FIGURE 3 :	Tordeuse des bourgeons de l'épinette, défoliation annuelle 1989	30
FIGURE 4 :	Tordeuse des bourgeons de l'épinette, superficies traitées en 1989.	31
FIGURE 5 :	Répartition des populations larvaires de la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1989 et 1988 dans les secteurs traités et non-traités en fonction de trois niveaux d'infestation	34
FIGURE 6 :	Proportion du territoire sévèrement défolié par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, <u>Choristoneura fumiferana</u> (Clem.), dans les aires traitées de 1973 à 1989.	37
FIGURE 7 :	Défoliation 1989.	38
FIGURE 8 :	Programme de lutte 1990 contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette	73

INTRODUCTION

Le Gouvernement du Québec a adopté en janvier 1985 le décret 192-85 qui fixe, jusqu'en 1989, les conditions de réalisation du programme de lutte intégrée que mène le ministère de l'Énergie et des Ressources contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. La condition 3 de ce décret stipule :

QUE le ministère de l'Énergie et des Ressources présente une demande d'autorisation pour son programme de pulvérisations d'insecticides avant le 1^{er} mars de chaque année. Avec la présentation de cette demande, le ministère de l'Énergie et des Ressources devra soumettre au ministre de l'Environnement un rapport indiquant, pour chaque unité de gestion :

- 1- l'évolution des pulvérisations d'insecticides et l'évolution de la stratégie d'aménagement forestier;
- 2- la préparation et la réalisation du cadre écologique de référence des territoires forestiers tel qu'il sera convenu avec le ministère de l'Environnement;
- 3- l'état d'avancement des travaux de recherche et d'expérimentation ou de réalisation de diverses actions d'aménagement sylvicole;
- 4- les prévisions de disponibilité et de demande de matière ligneuse;
- 5- les politiques de coupe;
- 6- le coût de l'ensemble des travaux du programme d'intervention (sylviculture et pulvérisation);
- 7- l'état et les prévisions de l'infestation pour l'année en cours (masses d'oeufs, larves en hibernation, superficies infestées);
- 8- l'état de défoliation et de mortalité de la forêt;

- 9- Le résultat des arrosages de l'année antérieure (efficacité obtenue, superficies arrosées, type de traitement appliqué) ;

Ce rapport devra indiquer pour chaque élément du rapport le bilan des activités de l'année écoulée et les prévisions pour l'année en cours. (Extrait du décret 192-85).

Dans le but de rationaliser les laborieuses procédures des études d'impact générées par la Loi sur la Qualité de l'environnement, le ministère de l'Énergie et des Ressources de concert avec le ministère de l'Environnement adoptaient en février 1989 une politique d'utilisation des pesticides en milieu forestier. Celle-ci stipulait entre autres choses que le MER devrait présenter en 1992 une programmation quinquennale des traitements envisagés contre les insectes nuisibles en milieu forestier. D'ici là, un comité aviseur serait formé pour juger de la pertinence d'intervenir sans étude d'impact en vertu de l'article 31f de la Loi sur la Qualité de l'environnement relatif à une catastrophe appréhendée, si une infestation devait faire l'objet de traitements.

Dans le cas de la tordeuse, le décret 192-85 prenant fin en 1989, le programme 1990 devra être soumis au comité aviseur avant de recevoir la sanction du ministère de l'Environnement.

1. LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE

Rapportée pour la première fois en 1967 dans l'ouest du Québec (Low), la présente infestation de tordeuse des bourgeons de l'épinette s'est rapidement propagée d'ouest en est pour couvrir en 1975 toute l'aire de distribution du sapin et de l'épinette.

A partir de 1976, l'infestation a commencé à régresser dans l'ouest du Québec et cette tendance à la baisse fut aussi constatée dans l'est un an plus tard (Tableau 1). De 1978 à 1981, la tordeuse a connu une régression très importante à la grandeur de la province. On a assisté par la suite à une reprise de l'infestation dans le centre et l'est de la province jusqu'en 1983. Entre 1983 et 1986, l'infestation a connu une baisse régulière caractérisée par un morcellement des superficies attaquées. Depuis lors, l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette est concentrée uniquement dans les régions de Trois-Rivières, de la Côte-Nord et du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie. Dans les deux premiers cas, l'infestation a montré une nette régression jusqu'en 1988, alors que dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, l'épidémie de la tordeuse maintenait son emprise; des hausses importantes des populations de tordeuse y ont été observées localement depuis les deux dernières années et une reprise de l'infestation est prévue dans les secteurs non affectés depuis quelques années.

L'étude de la dynamique de la tordeuse des bourgeons de l'épinette amorcée en 1985 en collaboration avec les chercheurs du Centre forestier des Laurentides permet actuellement de comprendre les causes du déclin de la présente épidémie. Un nombre très limité d'organismes joueraient un rôle important dans ce déclin de l'épidémie. Les prochaines années devraient permettre de confirmer les hypothèses actuelles et d'établir des scénarios utilisant ces organismes dans un but de contrôle des populations de tordeuse. Un système d'évaluation de la vulnérabilité des peuplements à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, développé par le Service de la protection contre les insectes et les maladies, contribuera à réduire l'utilisation de pesticides en favorisant l'exploitation rationnelle des peuplements les plus vulnérables.

TABEAU 1 : Superficies (ha) infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette de 1968 à 1989

Année	Infestation	Mortalité
1968	151 401	---
1969	803 503	---
1970	2 422 168	---
1971	5 276 323	---
1972	10 319 483	80 937
1973	10 068 795	248 285
1974	29 597 252	1 145 565
1975	32 300 691	3 020 981
1976	29 335 188	3 814 316
1977	27 116 443	5 672 381
1978	16 257 796	6 396 423
1979	5 311 110	8 504 141
1980	6 222 282	9 254 931
1981	6 935 278	10 164 410
1982	9 848 506	11 190 109
1983	13 211 876	11 964 783
1984	11 043 238	12 633 425
1985	9 259 816	12 863 014
1986	2 831 947	(non disponible)*
1987	1 041 654	(non disponible)*
1988	708 147	(non disponible)*
1989	924 844	(non disponible)*

* La récupération des peuplements ne permet plus de faire une évaluation juste de la mortalité.

Pour réduire l'impact de cette épidémie, le Ministère a entrepris diverses actions qui pourront avoir une influence sur l'évolution des besoins de l'industrie, sur la composition de la forêt et ainsi sur sa vulnérabilité, une action en vue de réduire les pertes de bois affectés et enfin une action de protection visant à réduire les dommages causés par les attaques répétées de l'insecte.

1.1 Évolution des pulvérisations d'insecticides

Le ministère de l'Énergie et des Ressources a réalisé en 1989, un 20^e programme de pulvérisation aérienne d'insecticide pour lutter contre les dommages causés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Depuis 1970, plus de 23,2 millions d'hectares ont été traités au Québec dans le cadre de ce programme. Pour la troisième année, l'insecticide biologique Bacillus thuringiensis a été le seul produit utilisé.

1.2 Évolution de la stratégie d'aménagement forestier

Parallèlement à l'effort de lutte contre l'insecte, le MER s'est donné une stratégie d'intervention axée directement sur la forêt. Le programme de récupération des peuplements affectés en constitue toutefois le seul élément qui pourra avoir des effets à court terme en réduisant les pertes de bois.

Le programme de sylviculture du MER, incluant les travaux sylvicoles et le reboisement, pourra avoir pour sa part des effets à long terme sur la disponibilité des bois en réduisant d'une part la vulnérabilité des forêts à venir et en augmentant la productivité des forêts.

Enfin, depuis 1985, le MER poursuit des travaux en vue de l'établissement du cadre écologique forestier. Cette approche écologique de l'aménagement forestier pourra éventuellement permettre d'intervenir plus efficacement par un plus grand éventail de moyens contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

1.2.1 La récupération des peuplements affectés par la TBE

Depuis 1981, le ministère de l'Énergie et des Ressources a mis en place plusieurs mesures pour inciter les industriels forestiers à diriger leurs opérations de récolte de bois dans les aires endommagées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Un des moyens les plus importants a été la réduction des droits de coupe relatifs à ces bois. Le décret 2985-81 autorisait le ministère de l'Énergie et des Ressources à appliquer un prix de vente réduit aux bois en perdition sur les forêts domaniales; ce prix pouvait varier entre 10 % et 87 % du prix habituel dépendant de l'état du massif forestier. De plus, le Règlement sur les bois et forêts permettait au Ministre d'accorder des réductions de droits de coupe équivalentes pour les bois récoltés sur les concessions forestières et sur les terrains vacants.

Le même décret autorisait également le ministre de l'Énergie et des Ressources à accorder des augmentations d'approvisionnement en sapin et en épinette, aux détenteurs de garanties qui récupéraient des bois en perdition. Effectivement, un plan de récupération fut établi dès 1980-81 dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie et des augmentations de volume pouvant atteindre 50 % des volumes garantis furent consenties aux industriels qui participaient à la réalisation de ce plan.

L'évolution de l'épidémie devait amener le ministère de l'Énergie et des Ressources à intensifier l'effort de récupération. Un nouveau plan de récupération fut préparé en 1981-82 pour la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie; il en fut de même pour celle de Québec. L'augmentation de volume susceptible d'être accordée en vertu de ces nouveaux plans fut portée à 100 %. De plus, les volumes en perdition excédant les besoins des bénéficiaires détenteurs de garanties d'approvisionnement furent offerts à d'autres industriels. Au total, une cinquantaine d'entre eux ont ainsi pu se procurer des bois qui, bien que détériorés suite au passage de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, n'en étaient pas moins utilisables. Cela a contribué à augmenter les volumes de bois récupérés annuellement et ainsi à diminuer la pression qui s'exerce sur la "forêt saine".

La réalisation des plans de récupération a, dans la plupart des cas, nécessité un déplacement des aires de coupe. En effet, la plupart des industriels qui y ont participé ont dû abandonner leur programmation pour se déplacer dans des secteurs de forêts où les bois étaient en perdition.

Le tableau 2 intitulé "Tordeuse des bourgeons de l'épinette - Réductions de droits de coupe" indique, pour chacune des 14 dernières années, les volumes de bois récupérés dans des peuplements affectés et les montants d'argent accordés en réductions de droits de coupe. On peut y observer une progression constante des efforts de récupération qui ont atteint leur maximum au cours de la saison 1985-86. Notons que les volumes récupérés au cours de la saison 1988-89 représentent une légère hausse par rapport à la saison précédente.

Au cours des 14 dernières années, l'ensemble de ces mesures a donc permis de récupérer plus de 41 millions de mètres cubes de résineux dans des peuplements en perdition. Notons que le volume annuel moyen récolté sur les forêts du domaine public se situe aux environs de 25 millions de mètres cubes de résineux.

La Loi sur les forêts 1986, chap. 108

En matière de protection contre les agents nuisibles, la nouvelle Loi sur les forêts dont la mise en vigueur remonte au 1^{er} avril 1987 est venue préciser les pouvoirs et obligations du Ministre, des bénéficiaires de contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier ainsi que des propriétaires de forêts privées.

Ainsi, en vertu des articles 146 et 147, le Ministre peut préparer et appliquer un plan spécial d'intervention sur un territoire du domaine public menacé par une épidémie d'insectes nuisibles. Il en est de même sur les forêts privées lorsque l'épidémie menace de s'étendre à une forêt avoisinante du domaine public et risque de causer des pertes économiques d'importance. Les bénéficiaires et propriétaires concernés peuvent être appelés à contribuer aux coûts de cette application.

TABLEAU 2 : Tordeuse des bourgeons de l'épinette - Réductions de droits de coupe

Saison de coupe	Volumes récupérés 000 (m ³)	Montants accordés 000 (\$)
1975-1976	488	98
1976-1977	498	123
1977-1978	1 270	654
1978-1979	1 771	817
1979-1980	1 078	607
1980-1981	2 380	1 791
1981-1982	3 684	3 816
1982-1983	3 639	2 649
1983-1984	3 120	2 692
1984-1985	4 270	4 630
1985-1986	5 237	5 443
1986-1987	5 180	5 319
1987-1988	4 505	4 596
1988-1989	4 841	4 264
Total	41 961	37 499

D'autre part, l'article 79 de ladite Loi mentionne que le Ministre peut accorder une aide financière à un bénéficiaire pour la mise en oeuvre d'un plan spécial d'aménagement visant à assurer la récupération des bois menacés de destruction.

Si l'application du plan spécial ne permet pas de maintenir la possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu d'une unité d'aménagement, le Ministre peut alors réviser le contrat en vertu de l'article 80 afin d'assurer la stabilité des approvisionnements de l'usine à laquelle les bois sont destinés.

Prévisions pour 1989 - 1990

Les données actuellement disponibles en début d'année nous permettent de croire à une régression de l'épidémie de telle sorte que les volumes récupérés devraient se situer aux alentours de 4,5 millions de mètres cubes pour l'année 1989-1990.

1.2.2 Travaux sylvicoles et reboisement

Travaux sylvicoles

- Programme 1989

Le tableau 3 intitulé "Travaux sylvicoles, réalisation 1989" résume les différents traitements exécutés sur les forêts publiques au cours de cette période pour chaque unité de gestion concernée par le programme de lutte contre la tordeuse.

Ce tableau regroupe les travaux du MER (14 086 ha) et ceux exécutés par les compagnies forestières avec le programme de travaux sylvicoles admissibles en paiement des redevances (23 858 ha).

TABLEAU 3 : Travaux sylvicoles - réalisation 1989**

PRODUCTION

Activités	U.G. 12 (ha)		U.G. 13 (ha)		U.G. 14 (ha)		U.G. 15 (ha)		Total (ha)
	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	
Inv. d'interv.	5 400		3 651		2 703	2 000			13 754
Drainage	28								28
Brûl. des déchets mis en andains	73								73
Dégag. de plantation (> 8 ans)	139		92						231
Traitements phytosanitaires			67						67
Nettoisement (rés. > 8 ans)	111	277	459	1 835	837	860	526	938	5 843
Coupe avec prot. de régénération		4 369		8 090		3 500		1 700	17 659
Coupe à blanc par bandes		110		20				121	251
Récolte dans les lisières boisées		18				16		4	38
Total	5 751	4 774	4 269	9 945	3 540	6 376	526	2 763	37 944

* Travaux sylvicoles admissibles en paiement des redevances

** Données préliminaires

- Programme 1990

Le tableau 4 intitulé "Travaux sylvicoles, prévision 1990" donne les superficies prévues pour différents traitements sylvicoles qui seront exécutés en 1990 par le MER (11 050 ha) et les compagnies forestières avec le programme de travaux sylvicoles admissibles en paiement des redevances (23 717 ha).

Travaux de reboisement

Le tableau 5 fait état des travaux de reboisement réalisés sur forêts publiques au cours de l'année 1988. Le reboisement implique toujours la production des plants requis, la préparation de terrain et la mise en terre des plants.

Le tableau 6 présente la programmation des travaux de reboisement prévus pour 1989 et 1990, dans les unités de gestion ayant fait l'objet de travaux de pulvérisation en 1989.

1.2.3 L'établissement du cadre écologique forestier

Depuis quelques années, les pressions sur les ressources forestières se sont accrues considérablement. Le maintien de l'activité économique actuelle, reliée à la transformation des ressources forestières, requiert une quantité toujours croissante de matière première. Parallèlement, la tordeuse est venue modifier l'équilibre précaire qui était maintenu entre l'offre et la demande. Aujourd'hui, tous s'entendent sur la nécessité d'accentuer nos efforts pour aménager et protéger les ressources forestières. Il apparaît clairement que pour réaliser ces objectifs adéquatement, nous devons prendre en considération et appuyer nos choix de stratégies sur les principes qui régissent la présence et l'évolution des différents écosystèmes forestiers.

TABLEAU 4 : Travaux sylvicoles - prévision 1990

PRODUCTION

Activités	U.G. 12 (ha)		U.G. 13 (ha)		U.G. 14 (ha)		U.G. 15 (ha)		Total (ha)
	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	
Inv. d'interv.	5 000		500		700	2 100			8 300
Drainage	60								60
Brûl. des déchets mis en andains	100								100
Dégag. de plantation (> 8 ans)	245		500				100		845
Traitements phytosanitaires			90				2 125		2 215
Éclair. précom. (rés. > 8 ans)	50	375	500	1 783	600	1 800	300	1 000	6 408
Trav. prélimi.							180		180
Éclair. précom. (feuillus)				45**					45
Coupe avec prot. de régénération		4 400		4 689		3 500		3 000	15 589
Coupe à diamètre limite avec dégagement des arbre d'avenir				45					45
Coupe jardinage		215		75					290
Coupe à blanc par bandes		460		45		20		100	625
Récolte dans les lisières boisées		30				25		10	65
Total	5 455	5 480	1 590	6 682	1 300	7 445	2 705	4 110	34 767

* Travaux sylvicoles admissibles en paiement des redevances

** Selon l'annexe C du CAAF

TABLEAU 5 : Superficie reboisées et préparation de terrain - Forêts publiques 1988¹

Unités de gestion	Nombre de plant requis (1 000 plants)	Préparation de terrain (ha)	Superficies reboisées (ha)
12	9 098,1	4 747	3 670
13	5 714,7	1 954	2 512
14	2 444,6	568	1 009
15	2 970,1	911	1 303
Total-MER et REXFOR	20 227,5	8 180	8 494
Total-Ind. for.	500,0	700	200

1. Les données pour l'industrie forestière ne sont pas réparties par unité de gestion; nous avons donc indiqué un estimé pour la région 01.

Référence : Statistiques relatives aux travaux de reboisement réalisés dans les forêts publiques, 1988-89. MER, Service de la régénération forestière, Division de la régénération, février 90.

TABLEAU 6 : Programmation des superficies à reboiser - 1989 et 1990 (en hectares)

Unité de gestion	1989			1990		
	Forêt privée ⁴	Forêt publique ²	Total	Forêt privée ⁵	Forêt publique ³	Total
12	3 350	3 380	6 730	3 000	3 100	6 100
13	874	2 000	2 874	920	1 625	2 545
14	459	550	1 009	560	815	1 375
15	727	1 030	1 757	760	990	1 750
Total TBE ¹ Région 01	5 410	6 960	12 370	5 240	6 530	11 770

1. Total - TBE: relatif à la région 01, concernée par les arrosages contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.
2. 1989, forêt publique: basée sur un estimé de 23,71 millions de plants reboisés pour la région 01 incluant l'U.G. 11 à raison de 2 400 plants/ha.
3. 1990, forêt publique: basée sur une prévision de reboisement de 21,86 millions de plants pour la région 01 incluant l'U.G. 11 à raison de 2 400 plants/ha.
4. 1989, forêt privée: basée sur un estimé de 20 millions de plants reboisés pour la région 01 incluant l'U.G. 11 à raison de 2 500 plants/ha.
5. 1990, forêt privée: basée sur une prévision de reboisement de 19,0 millions de plants pour la région 01 incluant l'U.G. 11 à raison de 2 500 plants/ha.

C'est dans cette optique, et pour donner suite aux recommandations faites en ce sens lors des dernières audiences publiques sur la TBE, que le MER a amorcé en 1985 des travaux en vue d'établir un cadre écologique forestier.

Le cadre écologique forestier consiste d'abord en la détermination, à petite échelle, des régions et districts écologiques. Les régions écologiques, qui sont des portions de territoire caractérisées par un climat homogène se reflétant dans une composition particulière de la végétation, ont été répertoriées sur l'ensemble du territoire québécois (Thibault, 1985)¹. En deuxième lieu, il consiste à cartographier les éléments stables du milieu tels la nature des matériaux de surface, le régime hydrique du sol, la pente, le versant, l'exposition, la géologie de la roche en place, la texture, etc., en vue de leur intégration aux régions écologiques prédéfinies. Enfin, la troisième partie réside dans la réalisation des études nécessaires à la confection de documents interprétatifs devant être utilisés pour faciliter la planification et la réalisation des activités de récolte et d'aménagement forestier des industries forestières et du MER.

Depuis son amorce, les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont permis de développer des techniques et méthodes permettant de produire un cadre écologique répondant aux besoins des forestiers pour la gestion des territoires qui leur sont confiés. Les principales techniques développées sont présentées, par le Service de l'inventaire forestier, dans les documents normatifs suivants :

- 1- Cartographie des districts écologiques: normes et techniques.
- 2- Normes de prise de données et de vérification 1988.
- 3- Cartographie à l'échelle 1:20 000: normes et techniques.

Le développement méthodologique a été validé par la réalisation du cadre écologique de la région écologique 5a - Basses et Moyennes Appalaches (5a). Depuis, des travaux ont été amorcés dans les trois grandes zones de végétation. Les domaines de végétation où des travaux ont été amorcés sont les

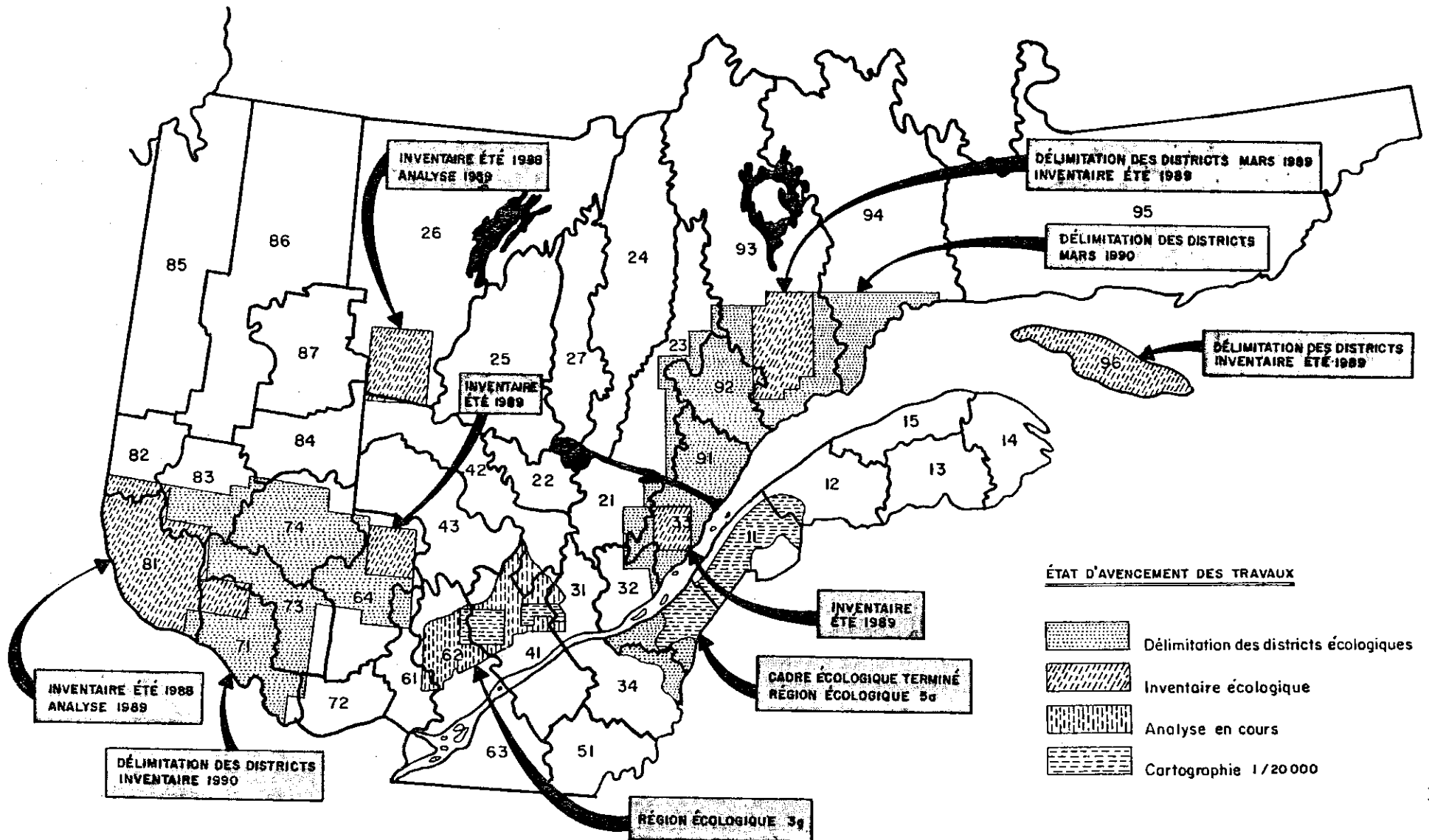
1. Thibault, Michel, 1985. Les régions écologiques du Québec méridional, deuxième approximation (carte), ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec.

suivants : l'érablière à bouleau jaune, la bétulaie jaune à sapin, la sapinière à bouleau jaune, la sapinière à bouleau blanc, la pessière noire à sapin et mousses et la pessière noire à mousses. La carte d'avancement des travaux (Figure 1) localise les secteurs où ont été réalisés ces travaux.

La cartographie écologique, à l'échelle 1:20 000, étant terminée pour la région écologique 5a, nous avons préparé une grille interprétative (Figure 2), s'appliquant aux variables écologiques cartographiées et exprimant la susceptibilité du milieu à la TBE.

La partie développement du cadre écologique forestier étant à toute fin pratique complétée, nous débuterons en 1990 la production, pour le Québec méridional, des districts écologiques, de l'inventaire écologique et la présentation des sères physiographiques, selon une programmation synchronisée avec le programme de connaissance des écosystèmes forestiers.

Figure 1
 CADRE ÉCOLOGIQUE FORESTIER
 TRAVAUX RÉALISÉS POUR LE DÉVELOPPEMENT MÉTHODOLOGIQUE
 (DÉCEMBRE 1989)



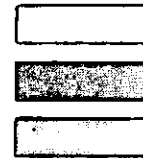
COMPOSITION EN SAPIN DES GROUPEMENTS DE LA SÉRIE ÉVOLUTIVE	CLASSE DE DRAINAGE								
	0,1,5,6			4			2,3		
	TEXTURE ET ÉPAISSEUR DU DÉPÔT			TEXTURE ET ÉPAISSEUR DU DÉPÔT			TEXTURE ET ÉPAISSEUR DU DÉPÔT		
	R R1a M1a 2a	1aM 2b 3	1a 1aY 1ad	R R1a M1a 2a	1aM 2b 3	1a 1aY 1ad	R R1a M1a 2a	1aM 2b 3	1a 1aY 1ad
RS2, RS4									
MS1									
RC2									
RE2, RE3									
FE3									

SÉRIE ÉVOLUTIVE

- RS2 : SAPINIÈRE HUMIDE À THUYA
- RS4 : SAPINIÈRE À ÉPINETTE ROUGE
- RC2 : CÉDRIÈRE TOURBEUSE À SAPIN
- RE2 : PESSIÈRE À ÉPINETTE NOIRE ET MOUSSES
- RE3 : PESSIÈRE À ÉPINETTE NOIRE ET SPHAIGNES
- MS1 : SAPINIÈRE À BOULEAU JAUNE
- FE3 : ÉRABLIÈRE À BOULEAU JAUNE

SUSCEPTIBILITÉ

- TRÈS ÉLEVÉE
- MOYENNE
- FAIBLE



* Adapté de Chabot et Gagnon, 1988.

FIGURE-2
GRILLE DE SUSCEPTIBILITÉ RELATIVE
À LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE,
BASÉE SUR LES CARACTÉRISTIQUES DU SITE

2. LES PRÉVISIONS AU NIVEAU DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE DE MATIÈRE LIGNEUSE EN BOIS RÉSINEUX

2.1 Évaluation de l'offre

2.1.1 La possibilité

La possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu telle que définie dans la Loi sur les forêts correspond au volume maximum des récoltes annuelles de bois que l'on peut prélever à perpétuité dans une unité d'aménagement donnée sans diminuer la capacité productive du milieu forestier. Pour les essences sapin, épinettes et pin gris, elle est calculée sur un horizon de 120 ans en considérant l'effet anticipé de l'aménagement de base décrit précédemment à la section 1.2.2.

La section suivante (2.1.2) donne plus de détails sur les facteurs de réduction utilisés pour déterminer les volumes nets récoltables alors que le tableau 7 résume, par unité de gestion, les volumes résineux disponibles en tenant compte de la mortalité causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

2.1.2 Facteurs pouvant influencer les disponibilités en sapin, épinettes et pin gris, par unité de gestion

Afin de déterminer les volumes nets disponibles pour la récolte, il faut tenir compte d'un certain nombre de réductions, pertes ou contraintes qui affectent négativement le volume de matière ligneuse utilisable par les industriels.

Parmi les principaux mentionnons :

- la mise à jour des perturbations;
- le choix des strates destinées à la production prioritaire d'un groupe d'essences;
- les terrains inaccessibles (pentes de plus de 40 %);
- les bandes vertes laissées le long des cours d'eau;

TABLEAU 7 : Volumes en sapin, épinettes et pin gris disponibles sur un horizon de 120 ans - Forêts publiques (en 1 000 mètres cubes)

Unités de gestion	Tordeuse		Possibilité ¹ annuelle
	% de mortalité (SAB + EP)	Volume total net affecté (sur l'horizon)	
12	21	6 500	600
13	14	8 600	978
14	17	5 000	653
15	12	3 900	569

1. Somme des possibilités des CAAF, incluant la réserve forestière s'il y a lieu.

- les territoires à vocation spéciale où la récolte de matière ligneuse est prohibée ou restreinte. Exemple: parcs, réserves écologiques, lignes de transmission d'énergie, les secteurs expérimentaux permanents, les vergers à graine, etc.;
- les lots publics intra-municipaux;
- la tordeuse des bourgeons de l'épinette;
- la carie;
- les pertes à l'utilisation.

Le tableau 8 quantifie les facteurs de réduction tels que nous les avons utilisés lors des calculs.

2.2 Bilan offre/demande en bois résineux

Le tableau 9 permet de comparer l'offre et la demande en résineux dans les unités de gestion faisant l'objet du programme de pulvérisation aérienne contre la TBE.

Les unités de gestion 12 et 15 montrent un bilan équilibré alors que les unités de gestion 13 et 14 se caractérisent par la présence de réserves forestières de faible importance.

2.3 Politique de récolte

2.3.1 Modes de coupe

Au cours des années antérieures, n'ayant pas été impliqués dans la mise en production des territoires forestiers, les exploitants ont axé leurs préoccupations exclusivement sur le court terme. La régénération des sites ne faisant pas partie de leurs objectifs, ils ont utilisé, jusqu'à présent, des méthodes de récolte qui entraînent une perte de matière ligneuse et de territoire productif, une sous-utilisation du potentiel de production des sites forestiers et une dégradation de la qualité des stocks résiduels.

TABLEAU 8 : Synthèse des facteurs de réduction utilisés lors des calculs de possibilité

Unité de gestion	Total superficie forestière publique (km ²)	Réduction de la superficie brute (%) ¹			Superficie retenue pour les calculs résineux ²	Réduction du volume (%)		
		Affectation	Chemins	Ravages Cerfs		TBE	carie ³	Pertes A l'utilisation
12	4 646	6,6	5	20	3 918	21	6,1	2,5
13	5 456	4,9	6	--	5 200	14	3,8	2,5
14	5 542	6,0	8	--	4 278	17	5,2	2,5
15	4 185	7,7	3	--	3 325	12	4,7	2,5

1. Les autres réductions sont énumérées aux pages précédentes.
2. En plus des réductions de la superficie, les strates non exploitables économiquement ont été exclues de la superficie retenue pour les calculs.
3. Le volume de carie varie en fonction de l'essence et du diamètre et les tables de réduction sont disponibles au MER.

TABLEAU 9 : Résineux - Bilan - Offre/demande - Forêts publiques (en 1 000 mètres cubes)

Unité de gestion	Offre ¹	Demande ²	Réserve forestière
12	600	600	0
13	978	952	26
14	660	648	12
15	569	569	0

1. Somme des possibilités des contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF), incluant les réserves forestières s'il y a lieu.

2. Volumes attribués dans les CAAF.

C'est pour pallier à cette déficience que le MER a fait de la mise en production du territoire forestier l'élément central de son programme d'action en regard des forêts publiques. Cet objectif implique un changement majeur au niveau des principes de base de la gestion forestière.

Dans le but d'assurer la pérennité de la ressource forestière et de l'activité économique qui en découle, la gestion de la forêt publique se fera désormais sur la base du respect de la possibilité selon le rendement soutenu, tel que prévu par la Loi sur les forêts. Ce principe implique que toutes les interventions relatives à l'aménagement, la protection et l'utilisation de la forêt doivent viser à maintenir et même à accroître ce rendement.

Pour assurer cette pérennité de la ressource forestière, le MER a défini un niveau d'aménagement minimal à rencontrer appelé l'aménagement de base.

Celui-ci comporte deux éléments :

- 1- la remise en production par le reboisement ou autres traitements sylvicoles des superficies non ou mal régénérées avant le 1^{er} avril 1987 ("back-log" ou arrérage);
- 2- la remise en production des parterres de coupe par :
 - a) une adaptation des modes de coupe aux caractéristiques des sites en vue d'obtenir un niveau de production au moins équivalent à celui des peuplements avant coupe;
 - b) le recours au reboisement là où l'adaptation des modes de coupe ne permet pas d'obtenir une régénération naturelle satisfaisante compte tenu des objectifs de production à atteindre.

Il vise donc à régénérer toutes les superficies des parterres de coupe en essences désirées, tout en respectant leurs exigences écologiques face aux sites à régénérer et en minimisant les délais de régénération. Il doit également permettre de maintenir la productivité globale du milieu forestier pour l'ensemble des ressources en fonction de ses caractéristiques biophysiques.

2.3.2 Normes d'exploitation

Contrôle de la récolte

Le contrôle de la récolte consiste en l'ensemble des opérations visant à assurer que la récolte de matière ligneuse sur les terres publiques est faite conformément à la volonté du Ministère. Ces opérations visent plus particulièrement l'émission du permis annuel d'intervention (référence Loi 150 sur les forêts) et le contrôle pendant et après la récolte. Le permis annuel d'intervention, par les prescriptions qui y sont rattachées, est l'instrument par lequel le Ministère indique les obligations que son détenteur doit respecter. Ces prescriptions concernent, entre autres choses, le respect du milieu et la réalisation de travaux sylvicoles.

Les prescriptions qui s'appliquent sur les terres publiques ont fait l'objet d'une révision.

Modalités d'intervention en milieu forestier

Parce que la forêt est un milieu essentiellement dynamique dont les composantes sont interdépendantes, les interventions visant le prélèvement d'une de ses composantes doivent se faire de façon à maintenir le plus possible un équilibre écologique. Le prélèvement de la matière ligneuse doit donc être réalisé en tenant compte des différentes fonctions de production du milieu forestier.

En 1977, le MER (à l'époque le MTF) rendait public un document intitulé "Guide d'aménagement du milieu forestier" qui constituait un guide de mesures à appliquer lors de l'aménagement et de l'exploitation des ressources forestières. Certaines de ces mesures établissaient des principes directeurs pour atteindre les buts visés.

Une prise de conscience approfondie de la nécessité de protéger les fonctions multiples du milieu forestier associée à une acquisition de connaissances supplémentaires sur celui-ci ont conduit à la décision de mettre à jour les mesures de protection applicables au milieu forestier public.

Un guide des modalités d'intervention à respecter lors des activités de récolte de la matière ligneuse a donc été élaboré, en collaboration avec le MLCP et le MENVIQ, en vue de remplacer le Guide d'aménagement du milieu forestier. La mise en application de ce Guide des modalités d'intervention s'est traduite par la publication du règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public.

2.3.3 Provenance des bois

En ce qui concerne l'allocation des bois en provenance des forêts publiques, le Ministère entend maintenir un approvisionnement aux détenteurs actuels de droits de coupe sur pied, sous réserve d'une réévaluation de leurs besoins réels, d'une répartition équitable de la ressource et d'une complémentarité entre les différentes sources d'approvisionnement. Cette répartition des ressources forestières disponibles permettra l'atteinte de l'objectif visé tant en forêt publique qu'en forêt privée, soit d'aménager la forêt selon le principe du rendement soutenu.

L'ensemble des intervenants impliqués dans l'exploitation et la transformation de la matière ligneuse trouveront leur avantage dans cette politique qui favorisera une plus grande utilisation des bois ayant fait l'objet d'une première transformation (copeaux, sciures et planures) et aux bois des forêts privées mis en marché par les Syndicats et les Offices de producteurs ou provenant des forêts privées dont l'entreprise concernée est propriétaire.

Il s'agit d'un élément de changement majeur retenu par le Ministère qui compte sur le resserrement de l'allocation en bois ronds des forêts publiques pour favoriser une meilleure mise en marché de la matière ligneuse provenant de sources alternatives et ainsi réduire la pression exercée sur les ressources forestières en provenance de la forêt publique.

- Les bois de forêt privée

La révision des allocations qui résulte de cette nouvelle approche permettra au Ministère d'ajuster celles-ci en fonction des volumes normalement dispo-

nibles en provenance de la forêt privée. Le niveau de production qui sera considéré ne pourra être cependant supérieur à la possibilité des terres forestières privées, la possibilité étant calculée selon un rendement soutenu à long terme par territoire de plan conjoint. Comme les forêts privées approvisionnent diverses catégories d'utilisateurs, en règle générale seuls les volumes de bois mis en marché par les Syndicats et les Offices de producteurs de bois sont considérés. De plus, les calculs relatifs aux besoins des usines et aux niveaux de production seront revus à tous les cinq ans pour permettre d'ajuster les allocations en fonction des modifications qui seront survenues dans la production privée. De façon à assurer un rendement soutenu de la forêt privée, le suivi, non seulement des volumes disponibles par l'inventaire mais également des prélèvements, devient un élément de connaissance essentiel. Le Ministère, les organismes oeuvrant en forêt privée (Syndicats et Offices) et les propriétaires doivent être en mesure de contrôler les prélèvements de façon à prévenir la surexploitation des boisés privés assurant ainsi une production en progression constante.

- Les bois de forêt publique

Le deuxième élément de changement tout aussi important a trait au niveau de l'allocation en forêt publique. En effet, contrairement à la situation actuelle, le volume de matière ligneuse qui sera garanti aux utilisateurs ne sera pas établi en fonction d'une capacité de production théorique mais plutôt en fonction du besoin réel actuel de l'unité de production impliquée. Ainsi, tout utilisateur bénéficiant déjà d'un approvisionnement sur forêt publique obtiendra une allocation, mais pas obligatoirement à un niveau équivalent, puisque cette allocation devra correspondre à ses besoins réels et se faire sur la base du respect du rendement soutenu pour un territoire donné. Par ailleurs, tout en tenant compte de la situation actuelle, l'allocation devra permettre d'établir le plus d'équité possible dans la distribution des territoires d'approvisionnement.

Le niveau d'allocation par usine sera établi à partir de la coupe moyenne des cinq dernières années tant en ce qui concerne les résineux que les feuillus. Ce niveau de coupe sera rajusté pour tenir compte :

- d'une répartition optimale des sources d'approvisionnement (copeaux et bois des forêts privées) ;
- de l'accroissement des coupes relié à la récupération des bois affectés par la TBE ;
- des projets industriels programmés et acceptés par le Ministère ;
- des réductions dans la production amenées par des causes extérieures (grèves).

Ainsi, pour l'ensemble du Québec, en ce qui concerne les résineux, le niveau de l'allocation devrait être de l'ordre de 21 millions de mètres cubes, soit une diminution de 10 millions de mètres cubes par rapport au niveau actuel des garanties octroyées en forêt publique.

En ce qui a trait aux besoins de nouveaux utilisateurs, particulièrement en ce qui concerne l'implantation de nouvelles composantes industrielles, l'allocation des bois en provenance des forêts publiques ne sera envisagée par le Ministère que dans des régions où il existe une marge de manoeuvre. De plus, cette allocation sera conditionnelle à une utilisation maximale des autres sources d'approvisionnement (copeaux, bois ronds des forêts privées) qui devront être soumises à des ententes à long terme entre l'utilisateur concerné et les producteurs.

Pour permettre aux producteurs de s'engager dans des ententes à long terme, d'une durée minimum de trois ans, et pour assurer aux industriels une fiabilité des approvisionnements, le Ministère garantira aux industriels bénéficiant d'une allocation sur forêt publique qu'en cas de défaut des propriétaires de fournir les quantités négociées, des permis annuels de coupe sur forêt publique leur seront octroyés pour compléter les volumes lorsqu'il y aura signature de contrats de vente à long terme entre propriétaires et industriels.

NOTE: Les textes de la section 2.3.3 sont tirés du document de politique forestière intitulé: "Bâtir une forêt pour l'avenir", juin 1985.

3. LE PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS D'INSECTICIDE CONTRE LA TBE EN 1989

3.1 Situation de l'épidémie en 1989

L'infestation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette a connu une recrudescence en 1989 dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie. Les dégâts causés par l'insecte ont été très intenses au centre de la péninsule Gaspésienne et plusieurs secteurs localisés dans les Chics-Chocs et dans la Baie des Chaleurs ont été à nouveau affectés après quelques années d'accalmie. Le niveau de population de tordeuse s'est maintenu dans la région de la Côte-Nord et l'infestation s'est propagée sur les territoires avoisinant les aires infestées en 1988. Dans la région de Trois-Rivières, l'infestation a poursuivi sa régression, alors que dans les autres régions, aucun dommage n'a pu être décelé.

L'infestation au niveau de la province a couvert une superficie de 924 844 ha comparativement à 708 147 ha en 1988. Les dommages ont été modérés et sévères sur 79 % de la superficie affectée par la tordeuse (Figure 3).

Les aires infestées dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie ont augmenté de 36 % par rapport à 1988 et totalisent 816 562 ha. Les dégâts ont été sévères sur 59 % de la superficie infestée dans cette région.

3.2 Pulvérisations d'insecticide

3.2.1 Superficies traitées

Le programme de pulvérisation réalisé en 1989 contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette a été mené dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie sur une superficie de 165 034 ha, soit une légère diminution par rapport aux territoires traités en 1987 et 1988 alors que les programmes totalisaient 197 992 ha et 192 073 ha respectivement. De ce territoire traité en 1989, 38 379 ha (23 %) parmi les secteurs les plus sévèrement infestés ont reçu deux applications d'insecticide (Figure 4).

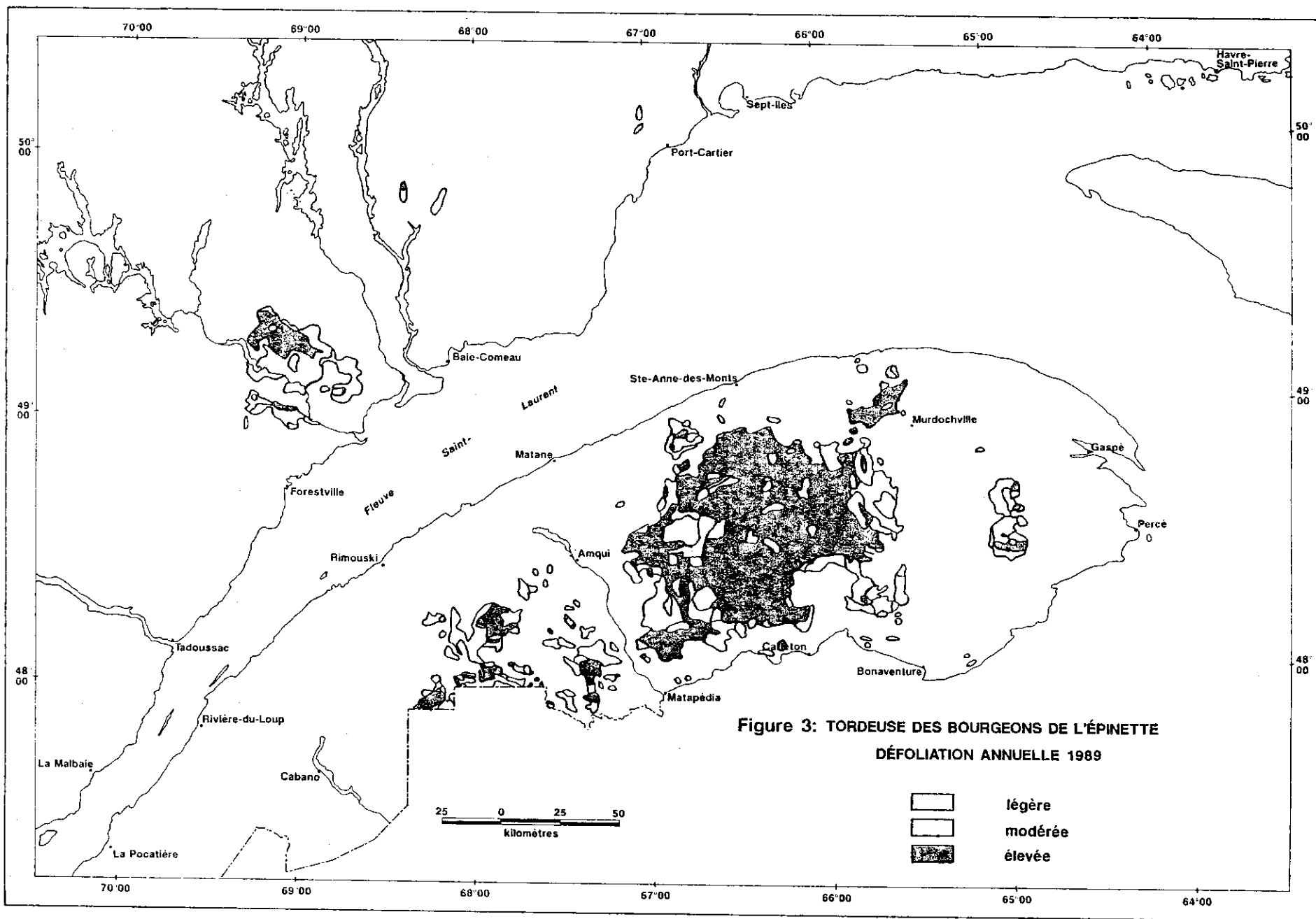



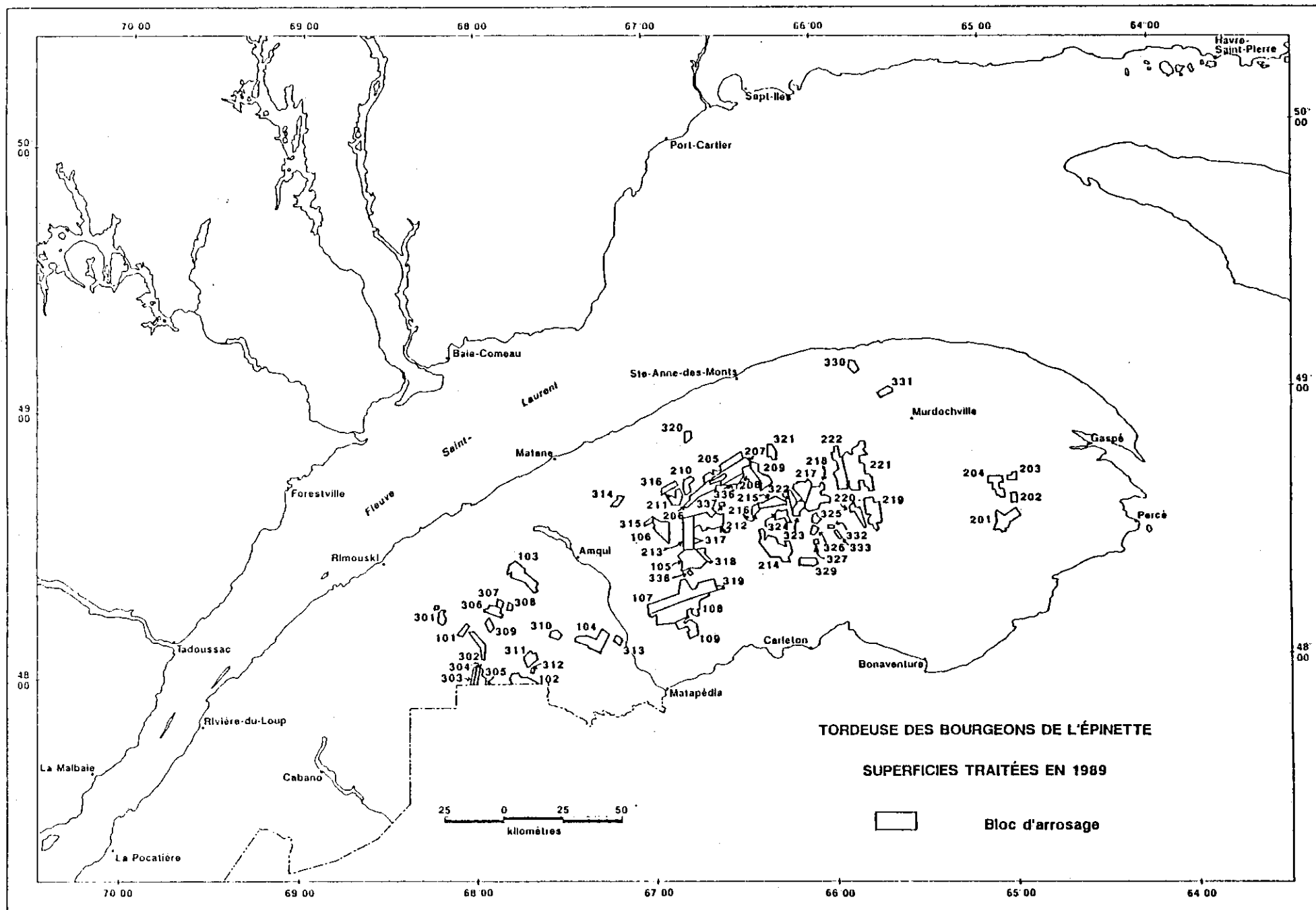


Figure 3: TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE
DÉFOLIATION ANNUELLE 1989

	légère
	modérée
	élevée

25 0 25 50
kilomètres

Fig. 4: Superficies traitées en 1989 contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, Choristoneura fumiferana (Clem.)



3.2.2 Insecticides utilisés

L'insecticide Dipel 132^{MD} de la compagnie Abbott Laboratories Ltd a été pulvérisé sans dilution sur une superficie de 125 170 ha (76 %), au taux de 30 milliards d'unités internationales (mui) à l'hectare, dans un volume de 2,37 L/ha. L'autre portion du territoire (24 %) a été traitée avec la préparation Dipel 176^{MD} qui fut appliquée sans dilution, au même taux, dans un volume de 1,77 L/ha.

3.2.3 Durée du traitement

Le traitement a débuté le 2 juin et s'est échelonné jusqu'au 1^{er} juillet. Les mauvaises conditions météorologiques ont considérablement nui au déroulement de l'opération. En effet, 60 % des périodes d'arrosage ont été annulées en raison de la pluie, de la brume et surtout du vent. Ce mauvais temps s'est fait sentir surtout entre le 1^{er} juin et le 19 juin alors que sept périodes seulement ont été propices à la pulvérisation sur une possibilité de 34.

Au total, 106 voyages d'avions ont pu être effectués et 439 711 litres d'insecticide ont été pulvérisés.

3.2.4 Le développement de l'insecte et de la pousse

Le développement de la tordeuse en 1989 a été sensiblement identique à celui enregistré en 1988 à l'exception du début et de la fin de la période larvaire où les conditions climatiques ont ralenti l'activité de l'insecte. Par ailleurs, la pousse a été favorisée cette année par ces conditions climatiques en complétant son étalement une semaine plus tôt que l'an dernier.

3.2.5 Résultats du traitement

Populations larvaires

La population larvaire moyenne dans les secteurs traités a été évaluée à 17,8 larves par branche de 45 cm comparativement à 15,0 larves en 1988.

Près de 66 % des 298 places d'étude avaient une population supérieure à 10 larves par branche et 34 % des places étaient supérieures à 20 larves. En 1988, 23 % des points échantillonnés étaient plus élevés que 20 larves par branche (Figure 5). Dans les secteurs non traités, la population larvaire était en général légèrement plus faible qu'à l'intérieur des secteurs traités.

Niveau d'infestation

L'analyse des données a été faite en fonction de trois niveaux d'infestation pour lesquels une mortalité corrigée (mortalité attribuable à l'insecticide) et une protection accordée au feuillage annuel ont été évaluées (Tableau 10). La mortalité corrigée a été comparable dans les trois niveaux d'infestation, celle-ci variant de 56,9 à 59,0 %. La protection du feuillage accordée par le traitement a été, telle que prévue, décroissante en fonction de l'augmentation de la densité de la population larvaire. L'écart entre les secteurs les plus et les moins affectés n'a été que de 8 %. La défoliation des pousses annuelles a été supérieure à notre seuil d'efficacité de 50 % dans les secteurs où les populations étaient plus élevées que 10 larves par branche. Dans les secteurs fortement infestés, 26 % seulement des points étaient inférieurs à 50 % de défoliation. Un inventaire aérien des dommages annuels a permis de déceler des peuplements sévèrement défoliés sur 34 % du territoire traité, soit une forte augmentation par rapport au rendement des dernières années (14 %), (Tableau 11). Ce rendement se compare toutefois à ceux obtenus en 1975-1976 et 1982-1983 (Figure 6).

Une application vs deux applications

Le traitement de deux applications d'insecticide de B.t. au taux de 30 mui/ha effectué dans les secteurs fortement infestés s'est avéré plus efficace qu'une seule application d'insecticide au taux de 30 mui/ha (Figure 7). Dans les trois niveaux d'infestation, la mortalité corrigée a été plus élevée dans les secteurs traités à deux reprises (Tableau 12). Elle a été deux fois plus élevée dans les secteurs où les populations larvaires étaient fortes. Par ailleurs, la protection du feuillage accordée par le traitement "2 X 30 mui" a été trois fois plus élevée que le traitement "1 X 30 mui"

FIGURE 5: Répartition des populations larvaires de la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1989 et 1988 dans les secteurs traités et non traités en fonction de trois niveaux d'infestation.

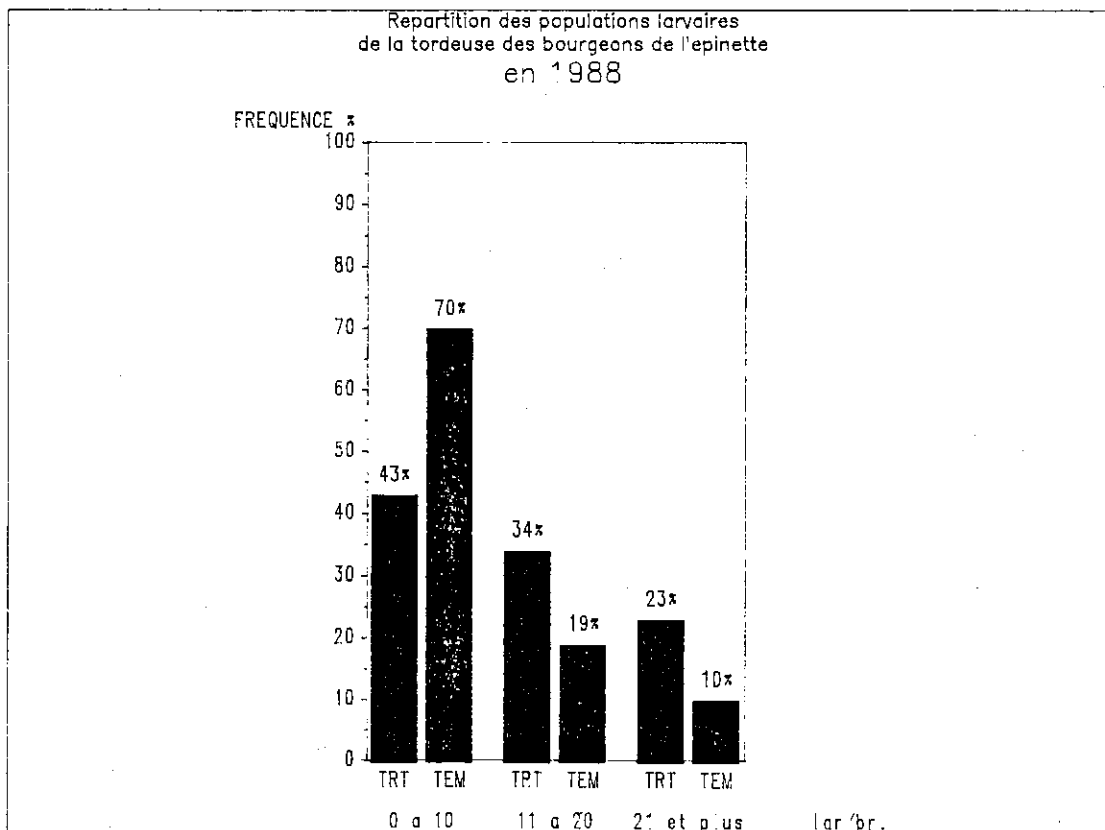
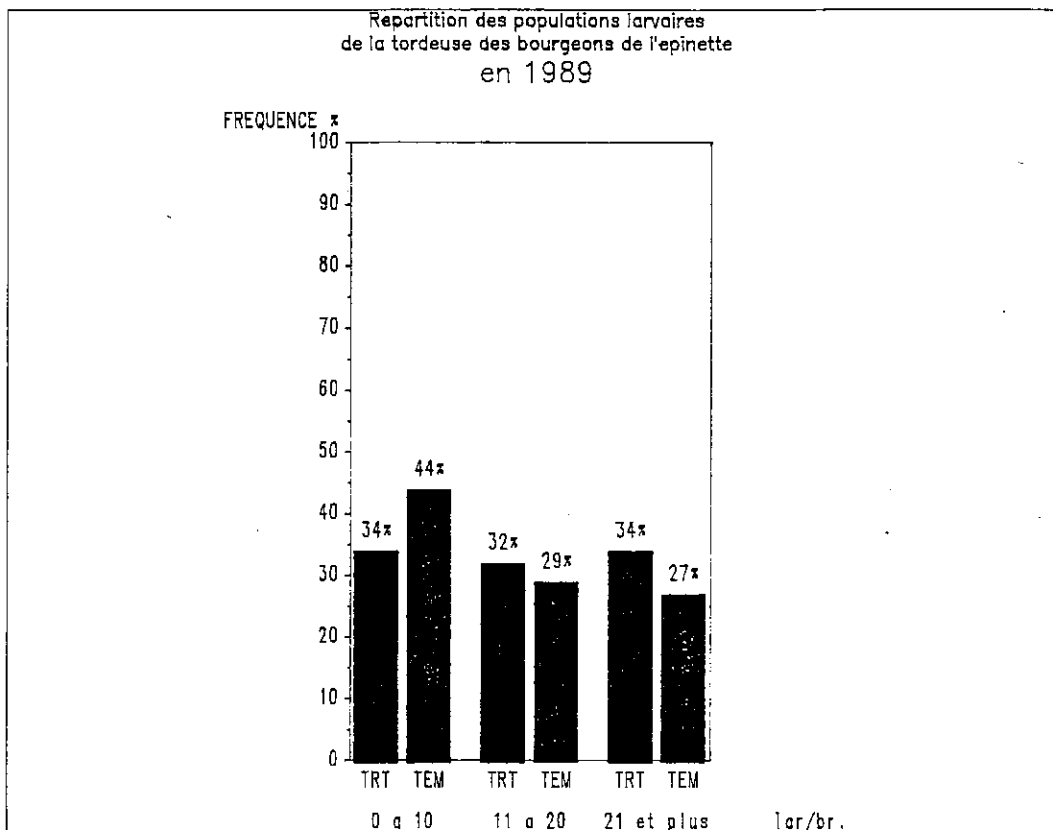


TABLEAU 10 : Mortalité larvaire de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, *Choristoneura fumiferana* (Clem.), et réduction de la défoliation obtenues dans les secteurs traités en 1989 en fonction des niveaux d'infestation

Niveau d'infestation	Population			Mortalité totale (%)	% défoliation		% mortalité corrigée ²	% réduction de la défoliation ³
	Pré	Post			Prév. ¹	Obs.		
	L./br.	L./Bourg.	L./br.					
1 - 10 L./br.	5,2	0,11	1,3	82,8	46,9	31,9	59,0	29,8
11 - 20 L./br.	15,8	0,26	1,6	81,9	72,8	53,9	56,9	24,2
21 et + L./br.	31,6	0,43	1,9	82,1	85,8	66,9	57,3	21,6

1. Selon un modèle de prévision utilisant la densité initiale des larves de TBE.

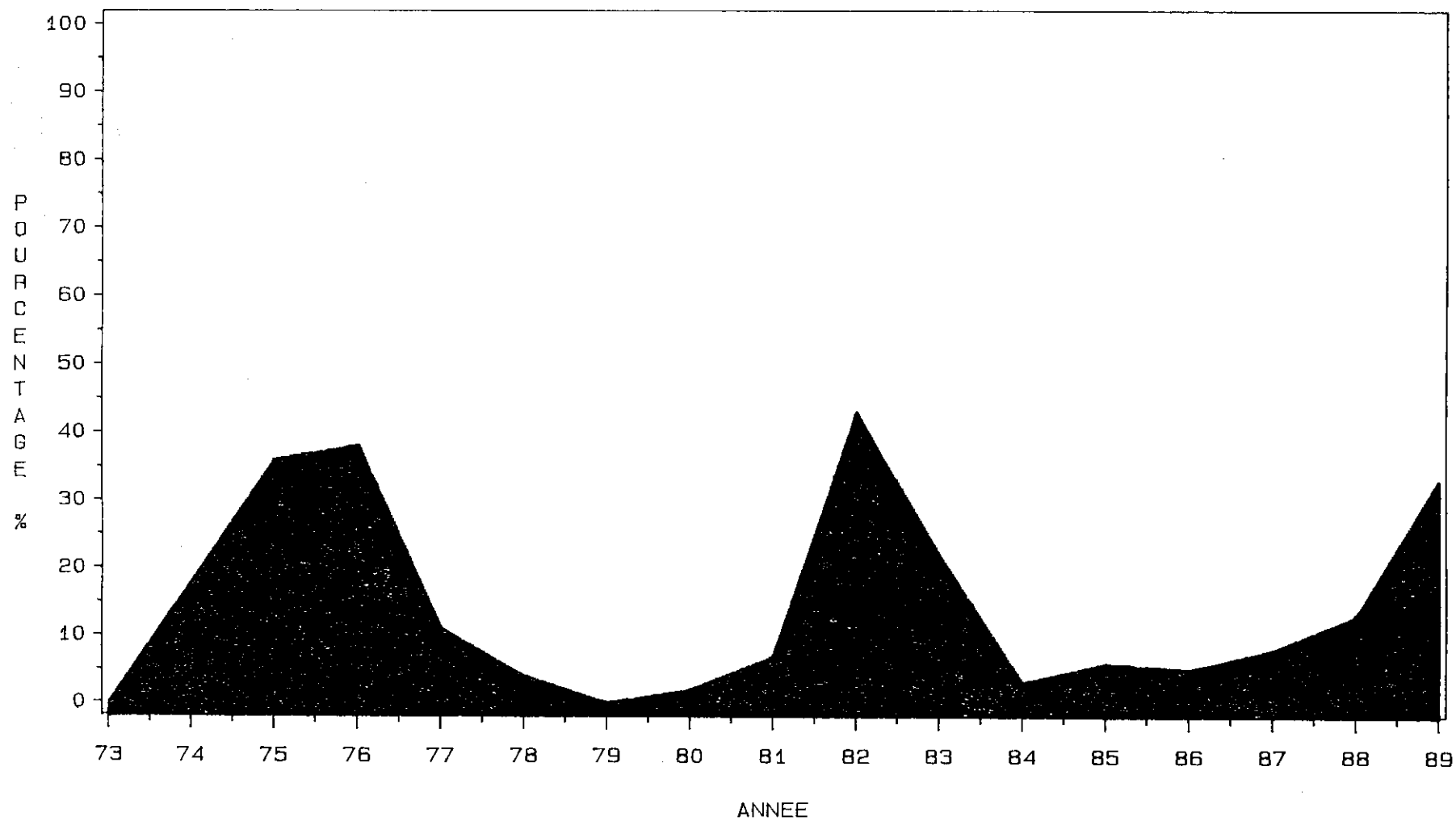
2. $100 \times (\text{mortalité traitement} - \text{mortalité témoin}) / (100 - \text{mortalité témoin})$.

3. $100 \times (\text{défol. prévue} - \text{défol. obs.}) / \text{défol. prévue}$.

TABLEAU 11 : Superficies (hectares) affectées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, Choristoneura fumiferana (Clem.), dans les secteurs traités en 1989

U.G.	Null	Léger	Modéré	Sévère	Total
12	190	27 656	10 775	7 677	46 298
13	476	18 369	26 253	31 953	77 051
14	---	4 939	4 331	529	9 799
15	---	7 101	10 482	14 303	31 886
Total 1989	666	58 065	51 841	54 462	165 034
	---	(35 %)	(31 %)	(34 %)	
Total 1988	1 589	124 023	41 159	25 302	192 075
		(65 %)	(21 %)	(14 %)	

Figure 6: Proportion du territoire sévèrement défolié par la tordeuse des bourgeons de l'épinette Choristoneura fumiferana (Clem.) dans les aires traitées de 1973 à 1989



DEFOLIATION 1989

FIGURE: 7

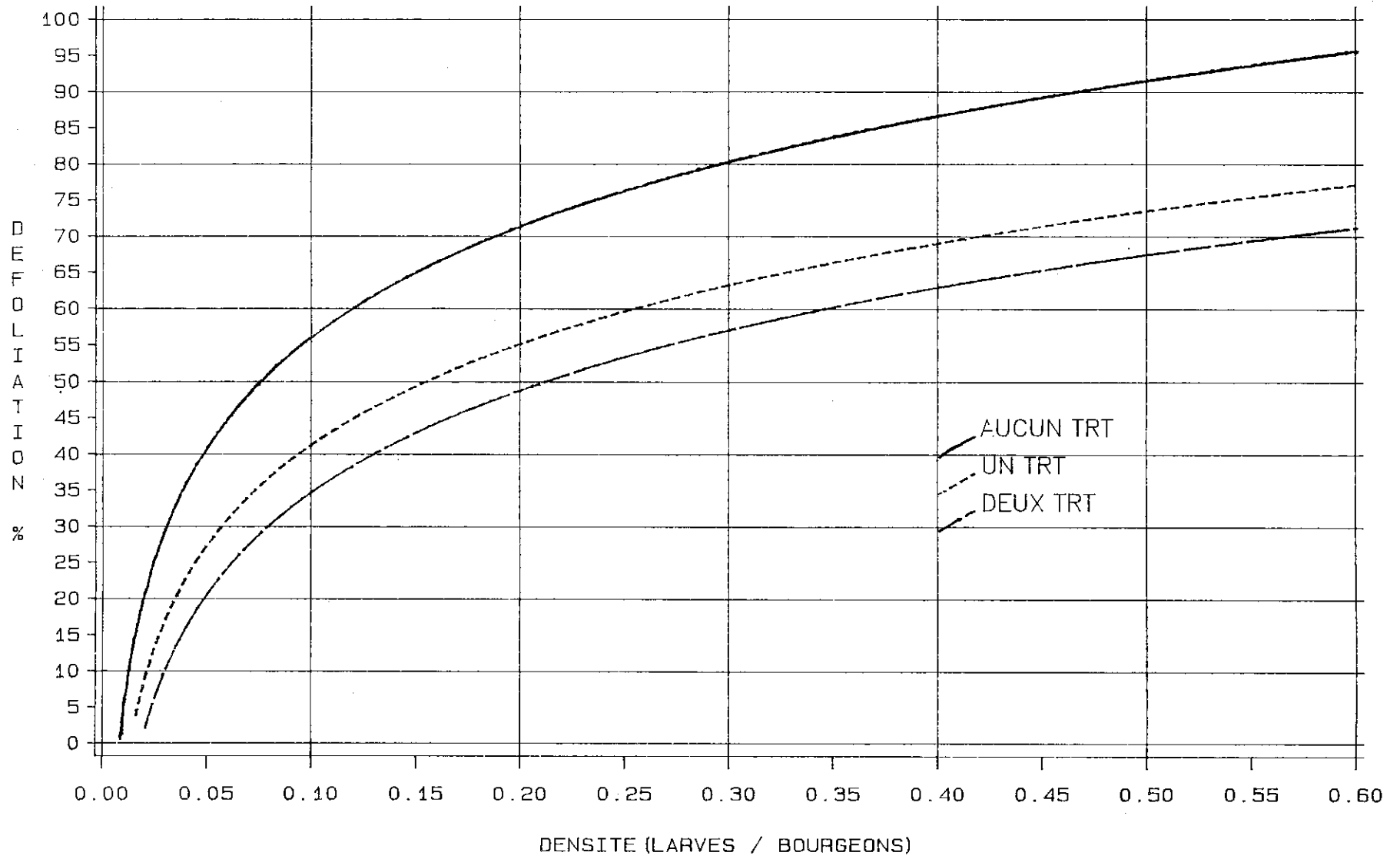


TABLEAU 12 : Mortalité larvaire et réduction de la défoliation obtenues en 1989 dans les secteurs traités contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) en fonction des traitements

Traitement	Niveau d'infestation	Population (L./br)		Mortalité (%)	% défoliation		% mort. corrigée ²	% réduction de la défoliation ³
		Pré	Post		Prév. ¹	Obs.		
2 X 30	0 - 10 L./br.	5,8	1,2	90,7	45,8	36,6	77,9	20,1
	11 - 20 L./br.	15,8	1,3	89,6	73,2	50,0	75,2	31,7
	21 - + L./br.	33,1	1,3	92,5	84,9	54,2	82,2	36,2
1 X 30	0 - 10 L./br.	5,0	1,3	81,3	47,1	32,2	55,5	31,7
	11 - 20 L./br.	14,8	1,7	79,2	72,6	56,9	50,5	21,6
	21 - + L./br.	31,6	2,3	75,9	86,2	75,0	42,7	13,1
Témoins	0 - 10 L./br.	4,9	2,0	55,5	45,8	48,6	-6,2	-5,9
	11 - 20 L./br.	14,8	2,7	62,8	72,4	73,9	11,2	-2,1
	21 - + L./br.	34,7	4,5	58,0	88,7	90,6	-0,19	-2,1

1. Selon un modèle de prévision utilisant la densité initiale des larves de TBE.

2. $100 \times (\text{mortalité traitement} - \text{mortalité témoin}) / (100 - \text{mortalité témoin})$.

3. $100 \times (\text{défol. prévue} - \text{défol. obs.}) / \text{défol. prévue}$.

dans les secteurs fortement infestés. Face à des populations plus faibles, l'écart entre les deux traitements a été beaucoup moins marqué au niveau de la protection du feuillage.

Synchronisation du traitement

La synchronisation de l'application d'insecticide a toujours été un des facteurs importants pouvant influencer l'efficacité du traitement. L'analyse des résultats de mortalité et de protection de feuillage obtenues dans les secteurs traités tôt, soit entre le 3^e et 5^e âge larvaire, et ceux traités tard, c'est-à-dire au-delà du 5^e âge larvaire est très convaincante (Tableau 13). La mortalité attribuable à l'insecticide a été en général tout aussi élevée dans les secteurs traités tôt ou tard. Cependant, dans la majorité des cas, la protection du feuillage a été meilleure lorsque le traitement a été réalisé avant le 5^e âge larvaire. Curieusement, les secteurs traités tardivement ont été mieux protégés lorsque les pulvérisations ont été faites en soirée. A l'inverse, les meilleurs résultats ont été obtenus le matin lorsque le traitement fut appliqué tôt, c'est-à-dire avant le 5^e âge larvaire.

Populations larvaires 1990

Le traitement au B.t. en 1989 a eu un impact marqué sur les populations de la prochaine génération. Malgré une forte dispersion des papillons cette année, les niveaux d'infestations pour 1990 dans les secteurs traités en 1989 seront nettement moins élevés que dans les secteurs qui n'ont reçu aucun traitement (Tableau 14).

Conclusion

Le programme de pulvérisation réalisé en 1989 a permis de protéger de 20 à 30 % du feuillage annuel. Plus de 65 % du territoire traité a reçu une bonne protection malgré les très fortes populations larvaires retrouvées sur 26 % du territoire. Le rendement du programme de 1989 n'a été que légèrement inférieur à ceux obtenus au cours des programmes antérieurs. Il n'a pas été suffisant, toutefois, pour éviter une défoliation importante des

TABLEAU 13 : Mortalité larvaire et réduction de la défoliation obtenues dans les secteurs ayant reçu une seule application de B.t. contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, *Choristoneura fumiferana* (Clem.), en fonction de la synchronisation du traitement

Synchronisation ¹	Population L./br.		Mortalité (%)	% de défoliation		% mortalité corrigée ³	% réduction de la défoliation ⁴	
	Pré	Post		Prév. ²	Obs.			
0 - 10 L./br.								
tôt	A.M.	4,8	1,3	83,9	46,5	23,5	61,5	49,5
	P.M.	5,2	1,3	85,8	46,1	30,6	66,2	33,7
tard	A.M.	5,5	1,8	60,6	48,6	57,9	5,9	-19,3
	P.M.	4,8	1,2	91,2	49,8	26,9	79,1	45,9
11 - 20 L./br.								
tôt	A.M.	15,3	1,6	82,8	77,1	53,3	59,0	30,9
	P.M.	14,7	1,6	82,3	70,3	53,6	57,9	23,7
tard	A.M.	14,8	2,8	61,9	68,9	70,8	9,1	- 2,69
	P.M.	14,5	1,3	89,9	73,5	51,5	76,1	29,9
21 - + L./br.								
tôt	A.M.	33,1	2,3	77,1	88,2	67,7	45,5	23,2
	P.M.	32,5	2,4	74,9	84,1	71,5	40,2	15,0
tard	A.M.	32,0	2,2	76,4	85,7	89,2	43,7	- 4,0
	P.M.	29,2	2,3	74,5	89,2	80,6	39,1	9,6

1. Tôt = Indice de développement de l'insecte (IDI) < 5,0; tard = (IDI) > 5,0.

2. Selon un modèle de prévision utilisant la densité initiale des larves de TBE.

3. $100 \times (\text{mortalité traitement} - \text{mortalité témoin}) / (100 - \text{mortalité témoin})$.

4. $100 \times (\text{défol. prévue} - \text{défol. obs.}) / \text{défol. prévue}$.

TABLEAU 14 : Évolution des populations de tordeuse des bourgeons de l'épinette, Choristoneura fumiferana (Clem.), dans les secteurs traités et non-traités en 1989

Unités de gestion	Secteurs non-traités				Secteurs traités			
	N	1988	1989	89/88	N	1988	1989	89/88
11	19	71	20	- 72 %	---	---	---	---
12	73	766	927	+ 21 %	70	868	343	- 60 %
13	76	1 535	2 746	+ 79 %	79	1 167	1 622	+ 39 %
14	68	188	752	+300 %	15	474	1 197	+153 %
15	32	597	1 555	+160 %	38	877	759	- 13 %

pousses annuelles sur une bonne proportion du territoire. Les secteurs les plus fortement infestés n'ont pu être protégés adéquatement malgré l'addition d'une deuxième application d'insecticide. Le traitement "2 X 30 mui" a été efficace lorsqu'il fut appliqué au bon moment avant que le dommage soit trop important. L'application tardive de l'insecticide B.t. et les fortes populations larvaires ont été responsables de ces résultats décevants.

L'addition d'avions de pulvérisation pour l'an prochain devrait permettre de traiter plus tôt, l'ensemble des superficies à protéger. Les fortes populations larvaires escomptées sur les trois quarts du programme de pulvérisation de 1990 constituent un problème de taille. L'efficacité de l'insecticide B.t. devra être démontrée et plusieurs approches devront être envisagées. L'utilisation d'une double application d'insecticide B.t. a donné de bons résultats mais s'avère difficile à réaliser sur une grande échelle compte tenu de la période très limitée d'application du B.t. L'augmentation du volume d'insecticide à l'hectare et l'utilisation d'un dosage plus élevé, appliqué en une seule fois, sont parmi les alternatives qui seront envisagées et testées au cours des prochains mois.

3.2.6 Techniques de pulvérisation

En 1989, trois quadrimoteurs et cinq monomoteurs furent utilisés lors du programme opérationnel contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Nous disposions alors de deux DC-4, un DC-6, trois Bull Thrush et deux AgCat. Les bases d'opération étaient situées à Mont-Joli et Bonaventure pour les quadrimoteurs, et à Rimouski, Causapsca, Matane, Murdochville et Lac de la Ferme pour les monomoteurs.

Un Piper Pawnee, basé à Causapsca, ainsi qu'un AgCat furent utilisés pour réaliser le programme expérimental.

Pour les quadrimoteurs, le système de pulvérisation se composait de longérons sur les ailes et de 110 gicleurs Spraying System, sans buses. Les Bull Thrush étaient équipés de huit Micronair AU-5000 avec pales de 9 cm. Les AgCat et le Piper Pawnee avaient huit Micronair AU-5000 avec des pales de

12 cm. Un débitmètre venait compléter l'équipement afin de bien contrôler le volume à pulvériser.

La navigation était assurée par le système de navigation par inertie de Litton (LTN-51) pour les quadrimoteurs, tandis qu'un avion pointeur assurait la navigation pour les monomoteurs. Le tableau 15 présente les caractéristiques des avions de pulvérisation.

3.2.7 Mesures de sécurité

Le Service de la protection contre les insectes et les maladies a élaboré, de concert avec le Service des études environnementales, des règlements de sécurité pour tout le personnel concerné par les pulvérisations d'insecticides incluant les équipages d'aéronefs. La sécurité des installations a été vérifiée tout au cours des opérations.

A la suite de l'utilisation exclusive de B.t. depuis 1987, aucun suivi médical particulier n'a été entrepris auprès des travailleurs des bases.

3.2.8 Les activités de communication en 1989¹

L'agent d'information responsable du dossier TBE relève de la Direction des communications du ministère de l'Énergie et des Ressources. Tous les outils de communication sont approuvés par la Direction, le Service de la protection contre les insectes et les maladies et le Service des études environnementales. Un plan de communication est produit avant les opérations.

a) Le dépliant

Le dépliant "La tordeuse ennemie de nos forêts" a été mis à jour à partir des données du programme de pulvérisation 1989, et réédité à partir des épreuves de la version 1988. La version française a été tirée à 74 000 exemplaires et la version anglaise à 800 exemplaires.

1. Adapté de Dumais, F., 1989. Programme d'information relatif aux pulvérisations aériennes contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. MER, Service de la protection contre les insectes et les maladies. 293 p.

TABLEAU 15 : Caractéristiques des avions de pulvérisation

Type	Vitesse (km/h)	Capacité (L)	Largeur pulv. (m)	Vol/ha (L)	Ha/min.	Ha/voy.	Débit (L/min.)	Durée pulv. (min.)
DC-6	320	9 500	305	1,77	162,67	5 367	287,92	32'59"
				2,37	162,67	4 008	385,52	24'38"
DC-4	280	8 300	305	1,77	142,33	4 689	251,9	32'57"
				2,37	142,33	3 502	337,32	24'36"
Bull/Turbo Thrush	200	1 500	122	1,18	40,66	1 271	47,98	31'16"
				1,77	40,66	847	71,97	20'50"
				2,37	40,66	633	96,36	15'34"
AgCat	176	850	122	1,18	35,78	720	42,22	20'10"
				1,77	35,78	480	63,33	13'25"
				2,37	35,78	359	84,79	10'02"
Piper Pawnee	176	475	122	0,88	35,78	540	31,48	15'05"
				1,18	35,78	402	42,22	11'15"
				1,77	35,78	268	63,33	7'30"
				2,37	35,78	200	84,79	5'36"

La version française a été distribuée dans tous les foyers des municipalités concernées. De plus, les ZEC et les pourvoiries de la région 01, le bureau régional du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, les DSC et CLSC concernés, le personnel du Service de la protection contre les insectes et les maladies et du Service des études environnementales avaient tous reçu le dépliant le 19 mai.

Il est à noter que la version anglaise était disponible sur demande seulement, et qu'aucune demande n'a été formulée auprès de la Direction des communications.

b) Journée "portes ouvertes"

Depuis quelques années, la formule "portes ouvertes" avait été écartée pour faire place à des séances d'information et à des conférences de presse. En 1989, la formule a refait surface.

Dans le cadre de la Semaine nationale des transports, le Service de la protection contre les insectes et les maladies a invité la population à venir rencontrer ses spécialistes et ceux du Service des études environnementales lors d'une journée "portes ouvertes". Cette invitation a été lancée par le MER lors d'une conférence de presse organisée par Transports Canada, le 29 mai 1989, à Mont-Joli.

c) Pochette d'information CLSC et DSC

Compte tenu que le personnel des CLSC et DSC sont susceptibles de recevoir des appels des citoyens qui habitent autour des blocs arrosés, une pochette d'information et une lettre explicative ont été envoyées à tous les directeurs des CLSC et DSC du territoire concerné. Au total, 10 CLSC et deux DSC ont reçu l'information sur le programme TBE et sur la journée "portes ouvertes".

d) Communiqués de presse

Même s'il n'y a pas eu de conférence de presse organisée par le MER, des communiqués de presse ont été diffusés sur le réseau Telbec, codes 13-14-15, ce qui couvre :

- (13) Radio-TV de Québec : Lévis, Montmagny, Québec.
- (14) Quotidiens de Québec.
- (15) Radio-TV du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie et Côte-Nord : Carleton, Baie-Comeau, La Pocatière, Matane, New-Carlisle, Rimouski, Sept-Iles.

Les communiqués furent les suivants :

- 1) Journée "portes ouvertes" sur le programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.
- 2) De nouveaux produits biologiques pour lutter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.
- 3) L'insecticide biologique garde la vedette pour une troisième année consécutive.
- 4) Mesures de sécurité: éléments importants du programme de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.
- 5) Début des pulvérisations aériennes contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.
- 6) Les pulvérisations aériennes contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette : opération terminée!

e) Service Inforêt

Cette année, le service Inforêt a été en opération dès le début du mois de mai. Par le biais d'un message enregistré quotidiennement, les gens pouvaient connaître les numéros des blocs susceptibles d'être arrosés. Les personnes intéressées à obtenir plus d'information sur les arrosages n'avaient qu'à laisser leurs coordonnées et l'agent d'information les rappelait.

Dans la majorité des cas, les gens obtenaient réponse à leurs questions simplement en écoutant le message enregistré. Les huit personnes qui ont demandé à être rappelées voulaient savoir si on arrosait un secteur en particulier, parce qu'elles avaient prévu d'aller cueillir des fruits, ou voulaient en savoir davantage sur les ravages causés par l'insecte.

4. LE PROGRAMME DE SUIVI ET DE RECHERCHE

4.1 Le programme de suivi environnemental 1989

Le Service des études environnementales (SEE) a le mandat d'évaluer les impacts des pulvérisations de pesticides en forêt. Il doit aussi s'assurer de l'utilisation sécuritaire des produits en ce qui a trait à la santé humaine et à l'environnement.

Depuis trois ans, le MER n'utilise que des insecticides biologiques à base de Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem.). Plusieurs études révèlent l'innocuité de cette bactérie pour l'homme, la faune et l'environnement en général. Cependant, les produits utilisés contiennent des spores pouvant persister, s'accumuler et éventuellement se reproduire en présence de conditions favorables. Le SEE juge donc nécessaire de faire le suivi des pulvérisations afin d'évaluer la persistance à court et à long termes des spores de B.t.. En ce sens, il réalise chaque année un programme d'échantillonnage dans différents milieux. Le Service effectue également le contrôle de la qualité des préparations de B.t..

Les détails concernant les traitements expérimentaux sont donnés plus loin dans le texte.

4.1.1 Suivi des produits opérationnels

a) Persistance du Thuricide 48 LV dans le sol

En 1985, le MER entreprenait une étude sur la persistance à long terme du B.t. dans le sol forestier de secteurs traités au Thuricide^{MD} 48 LV. Initialement, 29 stations avaient été établies et échantillonnées pour réaliser cette étude. Depuis ce temps, plusieurs stations ont dû être abandonnées pour diverses raisons. En 1989, 12 stations ont pu être échantillonnées afin d'y évaluer la présence des spores de B.t. après quatre années, et plus particulièrement l'augmentation des concentrations dans la partie minérale du sol. Vingt-quatre échantillons ont été analysés pour ce projet.

b) Persistance du Dipel 132 dans le sol

En 1987, le MER a entrepris une étude sur le comportement à court et à long termes du Dipel^{MD} 132 dans le sol forestier. Ce produit à base d'huile était alors utilisé de façon opérationnelle pour la première fois au Québec. Le but de cette étude était d'évaluer la présence des spores de B.t. quelques jours après une pulvérisation ainsi que leur persistance après un an. Des échantillons ont été prélevés à la suite de traitements réalisés en 1987 et en 1988.

Au printemps de 1989, 12 stations ont été échantillonnées dans le but de connaître les concentrations après un an dans le sol de secteurs traités au cours des deux années précédentes. Vingt-quatre échantillons de sols organique et minéral y ont été prélevés.

c) Persistance du Dipel 132 dans les lacs

Faisant suite à l'étude sur le comportement du Dipel^{MD} 132 dans les lacs entreprise il y a deux ans, le SEE a de nouveau récolté des échantillons d'eau et de sédiments en 1989. Cette année, quatre lacs situés dans des secteurs traités en 1987 ont été échantillonnés afin d'y évaluer la persistance du B.t. après deux ans. Des prélèvements ont aussi été faits dans quatre autres lacs exposés aux pulvérisations de 1987 et de 1988. Cet échantillonnage visait à évaluer les concentrations et l'accumulation possible du B.t. un an après deux années consécutives de traitements. Ce projet a nécessité l'analyse de 40 échantillons de sédiments et de 24 échantillons d'eau.

d) Évaluation des concentrations de B.t. dans le sol à la suite d'une double application

En 1989, certains secteurs de forêt à population larvaire élevée ont reçu deux applications de Dipel^{MD} 132 ou 176. Le même insecticide était pulvérisé à quelques jours d'intervalle à raison de 30 mui/ha par application. Afin d'évaluer les concentrations de spores viables de B.t. à la suite de ces traitements, 20 stations de sol ont été établies puis échantillonnées.

Des prélèvements ont été faits avant le début des opérations et après chacune des applications dans des délais variant d'un à trois jours. Les derniers échantillons ont été prélevés après une période de trois mois. Cette récolte ainsi que celle faite avant les traitements incluaient l'échantillonnage de sols organique et minéral. Dans les jours suivant les pulvérisations, seule la portion organique du sol était prélevée. Au total, ce projet a nécessité l'analyse de 80 échantillons de sol organique et de 40 échantillons de sol minéral.

4.1.2 Suivi des produits expérimentaux

Les traitements expérimentaux en forêt sont nécessaires dans le processus d'homologation des nouveaux insecticides. Le MER participe à certains projets en vérifiant l'efficacité des produits et le comportement des spores dans l'environnement. En 1988, deux produits ont fait l'objet d'un suivi environnemental soit le E 492 de C.I.L. et le Condor^{MD} AF d'Ecogen. Cette étude s'est terminée en 1989 par un échantillonnage visant à connaître leur persistance à long terme.

Les pulvérisations de 1989 ont permis d'expérimenter sept nouveaux produits biologiques sur une superficie totale de 504 hectares. Cette année, seul l'insecticide Foray^{MD} 48 B de la compagnie Novo a fait l'objet d'un suivi par le SEE.

a) E 492 (C.I.L.)

Ce produit a été épandu par voie aérienne en 1988 à une dose de 30 mui/ha. Un programme d'échantillonnage élaboré conjointement avec la compagnie C.I.L. a permis au SEE d'étudier son évolution dans les jours et les mois suivant la pulvérisation. Des échantillons ont alors été prélevés dans un ruisseau et à 16 stations de sol forestier. En 1989, le Service a fait des prélèvements aux mêmes stations afin d'y vérifier la présence de B.t. après un an. Trente-deux échantillons de sols organique et minéral ainsi qu'un échantillon d'eau ont été récoltés pour ce projet.

b) Condor AF (Ecogen)

En septembre 1988, le Ministère a réalisé une étude sur le comportement du Condor^{MD} AF dans le sol forestier à la suite d'une pulvérisation manuelle. Huit stations de sol ont ainsi été exposées à cet insecticide au moyen d'un pulvérisateur à air comprimé. Huit autres stations ont été traitées simultanément au Dipel^{MD} 132 dans le but de comparer l'évolution des deux produits dans des conditions similaires. Des prélèvements ont été faits immédiatement avant et après les traitements ainsi que deux mois plus tard. En 1989, des échantillons ont été pris aux 16 stations afin de vérifier la persistance du B.t. après une période de neuf mois. Trente-deux échantillons de sols organique et minéral ont été récoltés pour ce projet.

c) Foray 48 B (Novo)

Ce produit à base d'eau a été épandu en 1989 par un monomoteur Piper Pawnee sur deux secteurs de 36 hectares. Chaque secteur a reçu une seule application de 30 mui/ha dans un volume de 2,37 L/ha. Par suite de ces traitements, des prélèvements de sol ont été faits dans les deux aires traitées afin d'y vérifier les concentrations. Huit stations ont ainsi été échantillonnées dans chaque secteur avant le début des opérations, d'un à trois jours après celles-ci et trois mois plus tard. Quarante-huit échantillons de sol organique et 32 de sol minéral ont été récoltés pour ce projet. Les concentrations de B.t. seront de nouveau évaluées au printemps de 1990 soit après un délai de 12 mois.

4.1.3 Contrôle de la qualité

Avant le début des pulvérisations opérationnelles, le laboratoire de microbiologie du SEE a échantillonné tous les lots de B.t.. Il a aussi vérifié leur potentialité insecticide ainsi que la présence d'espèces pathogènes.

Tous les lots ont démontré une potentialité insecticide acceptable selon l'étiquette. Par ailleurs, plus de 27 espèces différentes de microorganismes autres que le Bacillus thuringiensis ont été identifiées. On a détecté la présence d'entérocoques dans les trois lots de Dipel^{MD} 132 pro-

venant des surplus de 1988. Ces microorganismes ont aussi été retrouvés dans 12 des 19 lots de Dipel^{MD} 132 et dans les huit lots de Dipel^{MD} 176 reçus en 1989.

L'espèce Enterococcus faecalis était absente des lots de Dipel 132 de 1988, mais présente dans cinq lots de Dipel^{MD} 132 et dans quatre lots de Dipel^{MD} 176 reçus en 1989. L'espèce Enterococcus faecium était présente dans les trois lots de Dipel^{MD} 132 de 1988, dans 12 lots de Dipel^{MD} 132 et dans tous les lots de Dipel^{MD} 176 reçus en 1989. Rappelons qu'en 1988, l'E. faecalis se retrouvait dans huit des 22 lots de Dipel^{MD} 132 et l'E. faecium dans tous les lots du même produit.

Les résultats du dénombrement des entérocoques révèlent des concentrations inférieures à la limite de détection (30 UFC/ml) et s'échelonnant jusqu'à un maximum de 267 UFC/ml. En 1988, les concentrations étaient inférieures à 100 UFC/ml dans 12 des 25 lots. Elles variaient de 274 à 6 700 UFC/ml dans les 13 autres lots.

Étant donné les faibles concentrations d'entérocoques détectées, le laboratoire n'a pas procédé à un dénombrement hebdomadaire, contrairement à l'an dernier. Il a plutôt préféré effectuer un échantillonnage en août et un autre en novembre sur le produit non utilisé en 1989. Les résultats du premier dénombrement n'indiquent aucune croissance de ces bactéries.

D'autre part, l'espèce Enterobacter cloacae a été isolée dans quatre lots de Dipel 132. L'espèce Pseudomonas aeruginosa n'a été observée que dans un seul lot de Dipel 132 et dans un lot de Dipel 176 reçus en 1989. Comme ces deux espèces font partie des microorganismes choisis comme indicateurs de contamination par Agriculture Canada en 1988, le laboratoire a donc procédé à leur dénombrement. Dans tous les cas, la concentration de ces deux espèces est apparue comme inférieure à la limite de détection.

A l'exception des entérocoques, de l'Enterobacter cloacae et du Pseudomonas aeruginosa, aucune autre espèce indicatrice désignée par Agriculture Canada n'a été détectée. Ainsi, tous les lots de B.t. ont été approuvés et ont pu être utilisés sécuritairement en 1989.

4.1.4 Plaintes et déversements d'urgence

Aucune plainte n'a été adressée au MER en 1989. Un seul accident, mais d'importance, est à signaler, soit l'écrasement d'un DC-6 le 26 juin 1989. L'appareil contenait 10 000 litres de B.t. dont la majeure partie a brûlé suite à l'impact. Aucun plan d'eau ni autres zones sensibles n'ont été touchés. Cette tragédie s'est soldée par quatre pertes de vie.

4.2 Programme de recherche

Le MER a poursuivi, en 1989, quatre projets de recherche qui concernent directement la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Nous présentons ici l'état de chacun de ces projets, de même qu'un aperçu des avenues qui se dégagent dans chaque cas. Les fiches techniques des projets sont produites à l'annexe B.

4.2.1 Projets de recherche en rapport avec la TBE

- (R83207) Étude de la dynamique des populations de la TBE et des agents responsables des chutes de population en fin d'épidémie

Le projet de recherche amorcé en 1985, et mené en collaboration avec le Centre forestier des Laurentides, s'est poursuivi en 1989. Cette étude vise entre autre à identifier le ou les organismes responsables des baisses de population de la TBE et, par une meilleure connaissance de ceux-ci, à comprendre les mécanismes qui sont en cause lors du déclin d'une épidémie. Une fois connus, il deviendra alors possible, en suivant ces organismes, de prévoir la chute des populations de tordeuse. On pourra éviter ainsi de traiter des secteurs inutilement.

Des données sur la dynamique de la TBE ont été obtenues dans différents degrés d'infestation. Les populations de tordeuse ont chuté dans une dizaine de sites, ce qui a permis d'identifier certains organismes qui pourraient être responsables de cette baisse des populations. Un suivi des populations est maintenu dans les secteurs fortement infestés afin de véri-

fier si les mêmes organismes seront retrouvés lors du déclin de l'épidémie dans ces endroits.

Les données recueillies jusqu'à présent ont permis de produire une série de publications (parues, sous presse, soumises ou en préparation) auxquelles le MER a contribué directement ou indirectement. Ces articles scientifiques sont le fruit de recherches sur les différents organismes importants qui ont été identifiés dans le cadre de l'étude de la dynamique de la tordeuse. Les principaux rapports qui découlent de cette étude sont les suivants :

- 1) Description des placettes du MER : cette étude permettra d'interpréter les résultats obtenus dans leur contexte biogéographique.
- 2) L'estimation des niveaux de populations à partir d'un bout de branche de 45 cm.
- 3) Développement d'un modèle de nutrition de la tordeuse: ce modèle permettra d'expliquer les variations du taux de défoliation obtenues jusqu'à maintenant et de prévoir la défoliation de l'année en cours.
- 4) Étude de la biologie de Meteorus trachynotus : ce parasite est reconnu comme un des facteurs importants dans le mécanisme de déclin des populations de tordeuse.
- 5) Étude de la biologie et de la morphologie des stades immatures de Meteorus trachynotus.
- 6) Travaux sur la physiologie du développement et la reproduction de Meteorus trachynotus.
- 7) Bio-écologie de la mouche tachinide Winthemia fumiferana et comparaison de sa relation parasitique avec la tordeuse des bourgeons de l'épinette à celle de l'hyménoptère braconide Meteorus trachynotus.
- 8) Biologie saisonnière de Winthemia fumiferana.

- 9) Développement d'une technique d'introduction de larves en vue d'identifier les organismes de contrôle naturel dans les secteurs très faiblement infestés.

Des recherches plus spécifiques sur la biologie de la TBE ont aussi été réalisées. Celles-ci ont porté sur les points suivants : hibernation, diapause, développement et mouvements des larves.

Soulignons finalement que l'étude de la dynamique de la TBE a permis de trouver des souches de pathogènes ayant un potentiel en lutte biologique. Un champignon très virulent contre la tordeuse a été pulvérisé par le CFL en 1989 afin de mesurer son comportement et son évolution et de connaître son efficacité pour contrôler les populations de tordeuse.

En ce qui concerne l'analyse des données recueillies depuis 1985, le CFL devrait produire un rapport préliminaire d'ici la fin de mars 1990. Ce rapport fera le bilan de l'étude de 1985-1989 et devrait contenir une hypothèse concernant le mécanisme de déclin de la présente infestation de la tordeuse.

Le suivi des populations de TBE se poursuivra l'an prochain dans l'est de la province dans un nombre réduit de sites jusqu'à ce que l'épidémie ait atteint un stade endémique. Le nombre de sites sera de trois en 1990 comparativement à 10 en 1989. Les sites sur la Côte-Nord seront abandonnés ainsi que ceux localisés dans les régions de Trois-Rivières et du Saguenay. Les mêmes méthodes de suivi seront utilisées.

La présence de la tordeuse dans l'ouest de la province se fait de plus en plus inquiétante et nous croyons important de nous déplacer dans ce secteur pour suivre la TBE dans sa phase montante. Les efforts de détection au moyen de phéromone ont en effet permis d'observer une certaine hausse des populations. Quoique très faibles, ces populations montantes constituent néanmoins une des étapes importantes de l'évolution de l'épidémie qu'il faut documenter. Il faut profiter de cette opportunité pour identifier les facteurs responsables du relâchement des organismes de contrôle naturel.

Finalement, la capture des papillons de tordeuse dans chacun des sites de l'est et de l'ouest de la province sera réalisée afin de connaître l'importance de la microsporidie Nosema fumiferana qui aurait des effets sur l'accouplement.

- (R83208) Développement de trousse de diagnostic de pathogènes de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana)

Le projet amorcé en 1986 consiste à mettre au point, par des techniques de biologie moléculaire, et en vue de l'utilisation en plein champ, des trousse de diagnostic et de détection de pathogènes de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. En 1989, les efforts ont été mis, entre autres, sur les points suivants :

- Finalisation de l'analyse des insectes récoltés en plein champ;
- Élaboration de méthodes de détection de la microsporidie de la tordeuse.

1. Finalisation de l'analyse des insectes récoltés en plein champ

L'analyse des larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette récoltées en plein champ, pour la détection par sondes moléculaires des virus de la polyédrose nucléaire et de la granuloze, s'est poursuivie et a été finalisée. Les derniers résultats confirment ceux déjà obtenus quant à l'incidence de ces deux virus dans les populations de l'insecte.

2. Méthodes de détection de la microsporidie

Les microsporidies sont des pathogènes d'insectes dont la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ces protozoaires ont un cycle très complexe de multiplication à l'intérieur de l'hôte parasité. La forme la plus évidente, et détectable en microscopie photonique, est la spore. Les formes végétatives présentes chez les larves infectées ne peuvent, quant à elles, être détectées lors d'examen de diagnostic classique, ce qui rend impossible l'évaluation du taux d'incidence de la microsporidiose dans une population d'insectes. En sachant que l'infection par une microsporidie se traduit par des effets à long terme chez ces populations, et que des synergies entre les

effets à long terme chez ces populations, et que des synergies entre les microsporidies et d'autres pathogènes dont les virus peuvent exister, il est primordial de détecter leur présence. C'est pourquoi le MER a accordé une certaine importance au développement des sondes génomiques pour diagnostiquer ce pathogène, dont la détection par microscopie photonique est un processus long et qui donne des résultats non conformes à l'incidence réelle du parasite.

Les microsporidies étant des protozoaires, le développement de sondes génomiques n'est pas un processus identique à celui des virus. L'extraction d'une quantité suffisante d'ADN posant certains problèmes, il a donc fallu travailler en utilisant l'ARN ribosomal. La méthodologie suivante a été utilisée :

- choix et synthèse de deux oligonucléotides provenant de régions hautement conservées des ARN ribosomaux (Vossbrink et al., 1987. Nature 326: 411-413);
- purification de spores de microsporidies par centrifugation différentielle et gradient de densité de Iudox;
- chauffage, jusqu'à ébullition, des spores purifiées;
- synthèse de l'ADN complémentaire à partir de la réaction de transcriptase inverse, immédiatement suivie de la réaction de polymérase en chaîne (PCR) pour son amplification.

A la suite des premiers essais, nous sommes actuellement en train de vérifier l'efficacité de la réaction PCR amorcée par nos oligonucléotides d'ARNr, ainsi qu'à parfaire les étapes d'extraction de ces acides ribonucléiques ribosomaux afin d'accroître nos chances d'obtention de sondes moléculaires ayant une longueur optimale spécifique à la microsporidie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

- (R83217) Étude sur l'évolution des peuplements infestés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette

Ce projet, qui fait l'objet de prises de données depuis 1974, a permis de quantifier la variation de la croissance du sapin et de l'épinette dans les peuplements affectés, de même que les pertes en volume. Ces données sont confrontées à l'état des populations annuelles de TBE principalement représentées par le nombre de masses d'oeufs et la défoliation annuelle. La prise de données se poursuivra au cours des prochaines années. Les analyses suivantes sont réalisées périodiquement :

- déterminer le taux de croissance de la population d'insectes;
 - déterminer le taux de mortalité des essences hôtes (sapin, épinette blanche);
 - déterminer la variation de croissance des tiges résiduelles;
 - déterminer le taux de retrait de l'insecte;
 - évaluer le succès des arrosages;
 - déterminer les agents pathogènes consécutifs à l'épidémie (insectes et maladies);
 - étudier la reconstruction des forêts attaquées.
- (R83216) Vulnérabilité des stations forestières à la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Phase I : relations empiriques avec les types et les phases écologiques. Phase II : évaluation quantitative

Le but du projet est le développement d'un système d'évaluation de la vulnérabilité des stations forestières à la TBE. Les études réalisées antérieurement ont montré que cette vulnérabilité est influencée par la composition en sapin baumier, en épinettes et en essences non-hôtes, de même qu'à l'âge et à la densité des peuplements. Lors de la phase I du projet (1987-1989), nous avons montré que la vulnérabilité est également influencée par les caractéristiques écologiques qui conditionnent le bilan hydrique des stations forestières. Globalement, les stations à drainage rapide ou mauvais sont beaucoup plus vulnérables que celles à drainage bon ou modéré. Pratiquement, ces résultats impliquent que les caractéristiques écologiques ne doivent pas être ignorées dans un système d'évaluation de la vulnérabilité.

Ce niveau de connaissance permet déjà de différencier certains peuplements quant à leur vulnérabilité. Par exemple, des peuplements d'une composition et d'un âge donné sont plus vulnérables s'ils sont localisés sur une station à drainage très rapide ou très lent que sur une autre bien ou modérément bien drainée. De même, il est possible de différencier des peuplements selon leur âge et leur composition lorsque les caractéristiques écologiques sont comparables. Toutefois, dans la majorité des cas, l'interaction entre tous ces facteurs rend la classification très difficile. Par exemple, une jeune sapinière très dense, croissant sur un mauvais site est-elle plus vulnérable qu'une vieille de densité normale, croissant sur un bon site? De même, les relations établies entre la vulnérabilité et certaines caractéristiques sont-elles valables dans toutes les régions écologiques?

C'est précisément dans le but de contourner ces difficultés que nous avons amorcé la seconde phase du projet en 1989. Des études réalisées dans l'ouest américain et canadien ont déjà montré que la mortalité qui survient suite à une attaque d'un insecte ou d'une maladie est liée à l'état physiologique des arbres. D'autre part, des chercheurs de l'Université de l'Oregon ont mis au point une méthode d'évaluation de cet état physiologique : le taux d'assimilation nette (TAN), parfois appelé l'indice d'efficacité de croissance. Le TAN correspond à la quantité de bois produite par unité de surface foliaire. Le principe physiologique à la base de cet indice est qu'un feuillage efficace est apte à produire des substances chimiques secondaires qui le rendent moins attrayant pour l'insecte alors que ces substances font défaut sur du feuillage moins productif.

Certaines expériences ont démontré que le TAN est très corrélé à la vulnérabilité de Pinus contorta aux attaques du dendroctone du pin ponderosa, de même qu'à la vulnérabilité de Tsuga mertensiana au champignon responsable de la pourriture de ses racines, Phellinus weirii. Nous croyons, par conséquent, que le TAN peut s'avérer utile comme mesure de vulnérabilité du sapin baumier aux attaques de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Publications, rapports et conférences :

- DUPONT, A., L. BÉLANGER et J. BOUSQUET, 1988. Étude de la vulnérabilité des stations forestières à la tordeuse des bourgeons de l'épinette: Relations empiriques avec les types et les phases écologiques. Rapport d'étape de l'Université Laval présenté au SPIM (1^{er} mai 1988).
- DUPONT, A., 1989. Relations empiriques entre la vulnérabilité du sapin baumier à la tordeuse des bourgeons de l'épinette et les caractéristiques écologiques des sapinières. Thèse de maîtrise. Université Laval. (Dépôt en février 1990).
- DUPONT, A., L. BÉLANGER et J. BOUSQUET, 1990. Empirical relationships between balsam fir vulnerability to spruce budworm and ecological characteristics of balsam fir ecotypes. Can. J. For. Res. 20 (En préparation).
- ARCHAMBAULT, L., R.R. GAGNON, G. PELLETIER, M. CHABOT et L. BÉLANGER, 1990. Influence du drainage et de la texture du dépôt sur la vulnérabilité du sapin baumier et de l'épinette blanche aux attaques de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Can. J. For. Res. 20 (Sous presse).
- BÉLANGER, L., 1990. Conférence au "Eastern Spruce Budworm Research Conference". Fredericton, le 24 janvier 1990.
- COYEA, M.R., H.A. MARGOLIS et R.R. GAGNON, 1990. A method for reconstructing the development of the sapwood area of balsam fir. Tree physiology (sous presse).
- RÉGNIÈRE, J. et M. YOU, 1990. A process-oriented model of spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) feeding on balsam fir and white spruce. Ecological modelling (Soumis en octobre 1989).

4.2.2 Projets complémentaires

Depuis quelques années, un certain nombre de projets, sans avoir de relations directes avec la lutte contre la tordeuse, permettent de dégager des avenues complémentaires pour en amoindrir l'impact économique. Les projets orientés vers la conversion de peuplements ou le développement de nouveaux produits de transformation sont de ceux-là. Nous donnerons ici la liste des projets qui se sont poursuivis en 1989. Les fiches techniques pour chacun de ces projets sont présentées à l'annexe B.

Liste des projets complémentaires

Réalisation du cadre écologique forestier

- R82404 Régénération naturelle des sapinières et des pessières en fonction des méthodes de coupe, des traitements du sol et des facteurs du milieu.
- R82406 Éclaircie précommerciale et fertilisation de jeunes peuplements de sapin-épinette.
- R82407 Essais de différentes méthodes d'éclaircies commerciales dans les peuplements denses d'épinette et de sapin baumier.
- R82110 Introduction d'espèces exotiques. Réseau de secteurs expérimentaux pour l'amélioration des arbres forestiers.
- R82314 Mise au point de systèmes de culture intensive d'arbres (ligniculture) sur de courtes rotations.
- R82321 Contrôle allélopathique des espèces herbacées dans le reboisement des bûchers.

5. COÛTS DES PROGRAMMES D'ACTIVITÉS RELIÉS A LA LUTTE CONTRE LA TBE

5.1 Coûts des pulvérisations

Un total de 165 034 hectares ont fait l'objet de traitements dans l'est du Québec en 1989 au moyen de l'insecticide biologique Bacillus thuringiensis (Dipel^{MD}). De cette superficie, 38 379 hectares ont reçu une double application compte tenu des fortes populations anticipées.

Le coût total de l'opération en 1989 fut de 5 124 300 \$ soit un coût total moyen de 31,05 \$ par hectare. On peut retrouver au tableau 16 la ventilation du coût moyen à l'hectare par catégorie de dépenses. Pour fins de comparaison, les coûts de l'opération conduite en 1988 sont aussi présentés.

On note en premier lieu une augmentation substantielle du coût total moyen par hectare de 1988 (26,18 \$) à 1989 (31,05 \$). Celle-ci est principalement associée au fait que deux applications ont dû être réalisées sur une portion du territoire car, pour une application unique, le coût des traitements en 1989 aurait été de 25,14 \$/ha. Cette diminution vient du coût du produit qui fut plus faible en 1989. Le coût des avions ainsi que celui des bases d'opération ont augmenté suite à l'aménagement de plusieurs petites bases de monomoteurs.

Le programme de pulvérisation continue à être défrayé à 50 % par l'industrie forestière suivant le mécanisme de financement adopté pour la période intérimaire (1987-1990) précédant l'implantation définitive du nouveau régime forestier.

5.2 Coûts des travaux sylvicoles et du reboisement

Les deux tableaux intitulés "Travaux sylvicoles, réalisation 1989 et prévision 1990" résument les différents budgets reliés aux activités des travaux sylvicoles dans les différentes unités de gestion concernées par le programme de lutte contre la TBE en 1989.

TABLEAU 16 : Coût moyen à l'hectare des pulvérisations aériennes réalisées contre la tordeuse au Québec en 1988 et 1989

Description	Année 1988		Année 1989	
	Coût du programme 5 028 000 \$	Nombre d'hectares traités 192 073	Coût du programme 5 124 300 \$	Nombre d'hectares traités 165 034 ha
		(\$/ha)		(\$/ha)
Opération	Mélange	11,18	10,50	
	Avions	9,34	12,72	
	Bases d'opération	1,42	2,38	
	Surveillance aérienne	1,13	1,84	
	Sous-total	23,07	27,44	
Contrôle des pulvérisations	Entomologique	2,00	2,28	
	Environnemental	1,04	1,33	
	Sous-total	3,04	3,61	
Gestion interne		0,07	---	
Total		26,18	31,05	

TABLEAU 17 : Travaux sylvicoles - réalisation 1989**

DÉPENSES ('000 \$)

Activités	U.G. 12 (\$)		U.G. 13 (\$)		U.G. 14 (\$)		U.G. 15 (\$)		Total (\$)
	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	
Inv. d'interv.	28,0		49,5		26,8	12,0			116,3
Drainage	9,2								9,2
Brûl. des dé- chets mis en andains	16,4								16,4
Dégag. de plan- tation (> 8 ans)	194,8		74,6						269,4
Traitements phy- tosanitaires			114,5						114,5
Éclair. précom. (rés. > 8 ans)	159,6	169,0	650,8	1 119,4	812,0	524,6	331,7	572,0	4 339,1
Coupe avec prot. de régénération		174,8		323,6		140,0		68,0	706,4
Coupe à blanc par bandes		18,7		3,4				20,6	42,7
Récolte dans les lisières boisées		3,1				2,7		0,7	6,5
Total	408,0	365,6	889,4	1 446,4	838,8	679,3	331,7	661,3	5 620,5

* Travaux sylvicoles admissibles en paiement des redevances

** Données préliminaires

TABLEAU 18 : Travaux sylvicoles - prévision 1990

DÉPENSES ('000 \$)

Activités	U.G. 12 (\$)		U.G. 13 (\$)		U.G. 14 (\$)		U.G. 15 (\$)		Total (\$)
	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	Travaux du MER	Travaux de Cies*	
Inv. d'interv.	44,0		8,0		7,0	15,0			74,0
Drainage	22,5								22,5
Brûl. des dé- chets mis en andains	22,5								22,5
Dégag. de plan- tation (> 8 ans)	172,0		475,0				43,0		690,0
Traitements phy- tosanitaires			121,5				680,0		801,5
Éclair. précom. (rés. > 8 ans)	60,0	277,0	675,0	1 087,6	586,1	1 161,0	189,0	610,0	4 645,7
Trav. prélimi.							171,0		171,0
Éclair. précom. (feuillus)				23,0					23,0
Coupe avec prot. de régénération		4 369,0		187,6		140,0		120,0	4 816,6
Coupe à diamètre limite avec déga- gement des arbre d'avenir				5,9					5,9
Coupe jardinage				14,3					14,3
Coupe à blanc par bandes		110,0		7,7		3,4		17,0	138,1
Récolte dans les lisières boisées		18,0				4,2		1,7	23,9
Total	321,0	4 774,0	279,5	1 326,1	593,1	1 323,6	1 083,0	748,7	1 449,0

* Travaux sylvicoles admissibles en paiement des redevances

Le tableau 19 présente les coûts estimés pour effectuer les opérations reliées au programme de reboisement sur forêt publique en 1988, dans les unités de gestion concernées. Les données proviennent des statistiques du Service de la régénération forestière.

Dans ces coûts, les travaux d'entretien n'ont pas été comptabilisés. On évalue que le coût d'entretien chimique des plantations est de l'ordre de 320,00 \$ l'hectare, tandis que le coût du dégagement mécanique est de 508,00 \$ l'hectare à chaque intervention. Trois interventions peuvent être requises.

Le tableau 20 présente la programmation des travaux de reboisement sur forêt publique, tenant compte de la révision de l'objectif provincial de 250 millions de plants annuellement. Les évaluations des dépenses ont été calculées sur la base d'un coût moyen de 1 110,00 \$ l'hectare.

TABLEAU 19 : Coûts estimés des opérations reliées au reboisement sur forêt publique en 1988 (MER et REXFOR)

Unités de gestion	Production de plants			Préparation de terrain			Reboisement			Total des coûts (000\$)
	Coût en \$ du 1000 plants ¹	Nombre de plants (X 1000) ²	Sous-total coût (000\$)	Coût \$/ha ²	Nombre d'hectares ²	Sous-total coût (000\$)	Coût \$/ha ²	Nombre d'hectares ²	Sous-total coût (000\$)	
12	164	9 098,1	1 492,1	210	4 747	996,9	406	3 670	1 490,0	3 979,0
13	164	5 714,7	937,2	151	1 954	295,1	371	2 512	932,0	2 164,3
14	164	2 444,6	400,9	242	568	137,6	526	1 009	530,7	1 069,2
15	164	2 970,1	487,1	243	911	221,4	444	1 303	578,5	1 287,0
Moyenne ou total Région 01	164	20 227,5	3 317,3	201,8	8 180	1 651,0	415,7	8 494	3 531,2	8 499,5

1. Coût en \$ du 1000 plants: Coût moyen approximatif pour la production dans les pépinières du Gouvernement et du secteur privé (incluant les frais de supervision).
2. Nombre de plants, coût \$/ha et nombre d'hectares: D'après les données préliminaires du Service de la régénération forestière, février 1990.

TABLEAU 20 : Programmation des travaux de reboisement et prévisions budgétaires (en dollars courants) - Forêts publiques, 1989 et 1990

Unités de gestion	1989		1990	
	Nombre d'hectares	Coût en (000\$)	Nombre d'hectares	Coût en (000\$)
12	3 380	3 751,8	3 100	3 441,0
13	2 000	2 220,0	1 625	1 803,7
14	550	610,5	815	904,7
15	1 030	1 143,3	990	1 098,9
Total Région 01	6 960	7 725,6	6 530	7 248,3

Note : Ces prévisions budgétaires ont été établies en utilisant un coût moyen à l'hectare estimé pour le Québec en 1989 à 1 110,00 \$. Ce coût comprend la récolte de semences, le transport et la production des plants (413\$/ha), la préparation de terrain (326\$/ha) et la mise en terre (371\$/ha). Les travaux d'entretien des plantations ne sont pas inclus dans ce coût.

6. ÉVOLUTION DE L'ÉPIDÉMIE ET DU PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS EN 1990

6.1 Prévisions 1990

Un réseau de détection au moyen de pièges à phéromone, comprenant 250 places d'étude réparties à l'échelle de la province, a permis de déceler dans l'ouest du Québec une forte augmentation des populations de tordeuse et de confirmer les foyers déjà existants dans les régions de Trois-Rivières, de la Côte-Nord et du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie.

L'inventaire des populations larvaires en hibernation (L2) a débuté le 14 août et s'est échelonné jusqu'au 27 octobre. Un total de 1 200 places d'étude ont été échantillonnées principalement dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie. L'ouest de la province a été visité, dans les secteurs où des papillons avaient été détectés, ainsi que la région de la Côte-Nord où l'infestation persiste depuis plusieurs années.

Les résultats de l'inventaire des L2 ont confirmé la remontée des populations de tordeuse dans l'ouest de la province. Par ailleurs, dans la région de la Côte-Nord, les populations de tordeuse se sont intensifiées et se sont propagées aux secteurs avoisinants. Dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, les populations larvaires se sont maintenues très fortes et les secteurs infestés seront plus importants en 1990, l'épidémie s'étant étendue au sud, au nord et à l'est de la péninsule Gaspésienne.

Selon l'analyse préliminaire des données L2, une superficie approximative de 500 000 ha, localisée principalement dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, devrait faire l'objet d'une protection l'an prochain. Un traitement approprié devra être envisagé sur les trois quarts de cette superficie où l'on prévoit de très fortes populations larvaires. Enfin, la région de la Côte-Nord qui a été écartée du programme de pulvérisation en 1989 devrait être protégée en 1990.

6.2 Programme de pulvérisations 1990

6.2.1 Superficies et bases d'opération

Le programme de lutte TBE 1990 couvre une superficie de 598 000 hectares, dont 314 000 infestés très sévèrement et nécessitant deux applications d'insecticide biologique Bacillus thuringiensis au dosage de 30 mui/ha, et 284 000 hectares infestés de modéré à sévère nécessitant une application de B.t. au dosage de 30 mui/ha.

Dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, une superficie de 588 600 hectares sera traitée dont 310 900 hectares à raison de deux applications et 276 800 hectares à raison d'une application.

Sur la Côte-Nord, une superficie de 10 300 hectares sera également sujette à un traitement dont 3 100 hectares à raison de deux applications et 7 200 hectares à raison d'une application.

La carte ci-jointe illustre les territoires devant faire l'objet de traitements contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1990 (Figure 8).

Le tableau 21 présente, par base, les superficies à traiter en 1990.

6.2.2 Avions de pulvérisation et période de traitement

Pour réaliser le programme 1990, nous aurons recours à 10 quadrimoteurs de type DC-4 et DC-6, et à 24 monomoteurs de type Bull Thrush, Turbo Thrush, M-18 et AgCat.

La période prévue pour l'ensemble des territoires à traiter est du 1^{er} juin au 30 juin 1990.

Fig 8: PROGRAMME DE LUTTE 1990 CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'EPINETTE.

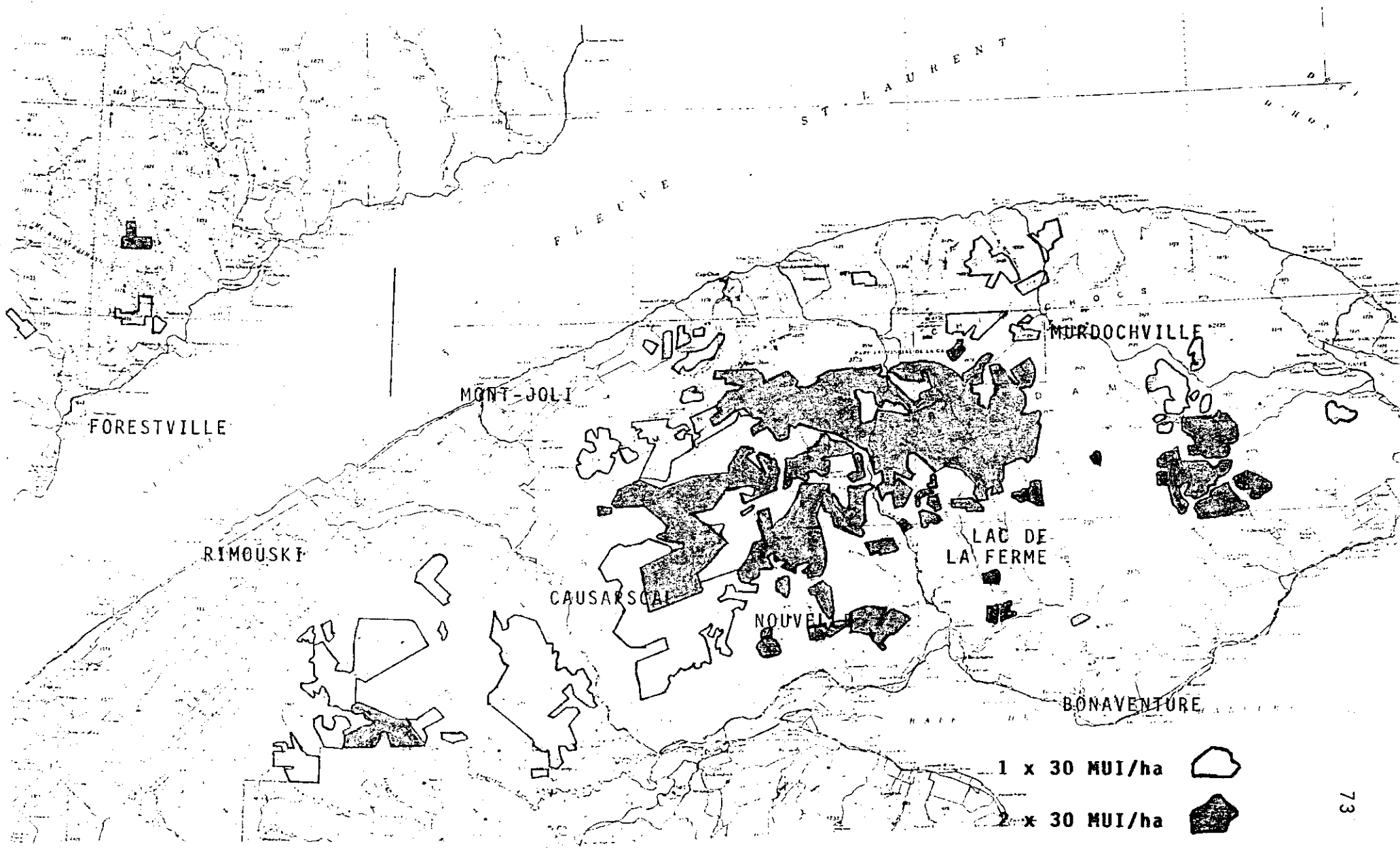


TABLEAU 21 : Superficies à traiter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 1990

Bases d'opération	Avions	Volume/ha (L)	Volume total (L)	Superficie opérationnelle (ha)
Forestville	3 AgCat	2,37	31 758	13 400
Lac de la Ferme	4 AgCat	1,77; 2,08 ou 2,37	42 480 à 56 880	24 000
Nouvelle	5 AgCat	1,77; 2,08 ou 2,37	53 100 à 71 100	30 000
Murdochville	5 Bull/Turbo Thrush ou M-18	1,77; 2,08 ou 2,37	115 050 à 135 200	65 000
Causapscaï	5 Bull/Turbo Thrush ou M-18	1,77; 2,08 ou 2,37	115 050 à 135 200	65 000
Rimouski	2 Bull/Turbo Thrush ou M-18	1,77; 2,08 ou 2,37	46 020 à 54 080	26 000
Bonaventure	3 DC-6	1,77 ou 2,08	389 400 à 457 600	220 000
Mont-Joli	4 DC-4 et 3 DC-6	1,77 ou 2,08	829 422 à 974 688	468 600

6.2.3 Produits

Pour réaliser son programme, le MER aura le choix entre différents produits faits à base de Bacillus thuringiensis var. kurstaki, à condition qu'ils soient dûment homologués.

Produit	Homologation	Potentiel (ui/mg)
Dipel 132	Oui	13 200
Dipel 176	Oui	17 600
Futura XLV	Oui	13 000
Thuricide 48 LV	Oui	12 000
Foray 48B	à venir	12 600
Cil E-2492	à venir	17 600

Lorsqu'une seule application sera requise, le dosage sera de 30 mui/ha dans un volume de 2,37, 2,08 ou 1,77 litres par hectare selon le potentiel initial du produit.

Lorsqu'il y aura deux applications, nous utiliserons à quelques jours d'intervalle, le même dosage que précédemment et selon des volumes par hectare correspondant.

Nous pourrions donc avoir les situations suivantes en 1990 :

Nombre application	Dosage (mui/ha)	Vol/ha (L)	Volume total/ha (L)
1	30	2,37	2,37
1	30	1,77	1,77
1	30	2,08	2,08
2	30	2,37	4,74
2	30	1,77	3,54
2	30	2,08	4,16

6.2.4 Coûts

La réalisation du programme opérationnel 1990 devrait exiger un investissement de 22 millions \$ soit un coût moyen à l'hectare de 37,00 \$ en tenant compte des doubles applications.

6.2.5 Traitements expérimentaux

Lors de la réalisation du programme de lutte TBE 1990, les traitements expérimentaux suivants seront effectués suite à l'obtention d'Agriculture Canada des permis de recherche requis :

- 1- Le traitement d'un bloc de forêt d'une superficie maximale de 7 000 ha à raison de 60 mui/ha en une seule application pour les quadrimoteurs et ce avec un produit ayant déjà son homologation.
- 2- Le traitement d'un bloc de forêt d'une superficie maximale de 1 000 ha à raison de 60 mui/ha en une seule application par monomoteur avec un produit ayant son homologation.

- 3- L'essai d'un produit ayant un potentiel de 17 600 ui/mg de la compagnie NOVO.
- 4- L'essai d'un produit ayant un potentiel de 26 200 ui/mg de la compagnie ABBOTT.
- 5- L'essai d'un produit ayant un potentiel de 17 600 ui/mg, dans une base aqueuse, de la compagnie ABBOTT.

ADDENDA

Au moment de mettre sous-presse, nous apprenons que les pulvérisations prévues sur la Côte-Nord sont annulées, car les superficies considérées sont comprises dans le programme de coupe des cinq prochaines années.

ANNEXE A

FICHES TECHNIQUES DES
PROJETS DE SUIVI DE 1989

Surveillance des milieux aquatiques et terrestres suite aux pulvérisations de Bacillus thuringiensis (B.t.)

Secteur pulvérisation

But général : Déterminer la concentration et la persistance des spores viables de B.t. dans différents milieux situés à l'intérieur et à l'extérieur des aires traitées. Effectuer un suivi visuel des pulvérisations à partir du sol.

Sous-projet (pulvérisations opérationnelles):

1) Eau potable

- Bases d'opérations: Rivière-du-Loup et Bonaventure; échantillonnage à certains robinets dans le cadre d'un suivi annuel (10 échantillons).
- Aucune prise d'eau potable n'était située à moins de 10 km des aires traitées. Aucun programme d'échantillonnage n'a donc été réalisé.

2) Sol forestier

Persistance des spores viables de B.t. après quatre ans

- Vérifier la persistance des spores viables de B.t. quatre ans après une application aérienne de Thuricide 48LV sur un sol forestier.
- Vérifier l'augmentation des concentrations dans la fraction minérale du sol.
- 26 échantillons ont été analysés pour ce projet.

Persistance des spores viables de B.t. 11 mois après deux années de traitement

- Évaluer la persistance des spores viables de B.t. dans le sol forestier 11 mois après deux années de traitements au Dipe1 132.
- Évaluer la possibilité d'un déplacement des spores vers des horizons inférieurs.
- Comparer les résultats de cet échantillonnage avec ceux obtenus antérieurement pour le Thuricide 48LV.
- Les fractions organique et minérale du sol ont été récoltées à 12 stations pour un total de 24 échantillons.

Persistance à court terme d'une préparation de B.t.

- Évaluer les concentrations de spores dans le sol forestier à la suite de traitements totalisant 60 mui/ha.
- Comparer les concentrations obtenues avec celles des échantillons prélevés à l'intérieur de superficies traitées à raison de 30 mui/ha.

- Les fractions organique et minérale ont été prélevées lors des récoltes pré et post trois mois. Au délai un à trois jours, seule la fraction organique a été récoltée.
- 80 échantillons de sol organique ont été recueillis.

3) Milieux lénitiques

- Évaluer la persistante du B.t. dans les sédiments lacustres deux ans après un traitement au Dipel 132.
- Évaluer la concentration des spores viables de B.t. dans les sédiments 11 mois après une deuxième année de traitements au Dipel 132.
- Cinq échantillons de sédiments et trois échantillons d'eau ont été prélevés à chacun des huit lacs.

4) Pisciculture

Aucune pisciculture n'était située dans un rayon de cinq km des aires traitées.

5) Suivi visuel

Durant la période des pulvérisations, 20 applications ont été observées par le personnel du SEE. En tout, 120 applications ont été effectuées pour réaliser le programme de 1989.

Sous-projet (pulvérisations expérimentales)

1) E 492 (C.I.L.)

- Étude du comportement des spores viables (souche A-20) dans l'eau et le sol forestier après une pulvérisation aérienne. La préparation expérimentale d'insecticide biologique a été fournie par la compagnie C.I.L.
- Comparer les résultats avec ceux obtenus suite à une application de Thuricide 48LV et de Dipel 132.
- 16 stations de sol et un ruisseau ont été choisis pour réaliser cette étude. 80 échantillons de sol et 13 échantillons d'eau ont été récoltés en 1988. L'étude a été complétée au printemps de 1989 par l'analyse de 32 échantillons de sol et un échantillon d'eau.

2) Condor^{MD} AF (Ecogen)

- Étude du comportement des spores viables (Condor) d'une préparation d'insecticide biologique expérimentale dans le sol forestier (pulvérisation terrestre).
- Comparer les résultats avec ceux obtenus suite à une application de Thuricide 48LV et de Dipel 132.
- Huit stations de sol ont été établies en milieu forestier. Elles ont été échantillonnées après 24 heures et après deux mois suivant l'application en 1988. Une der-

nière récolte de 16 échantillons a été effectuée au printemps 1989, soit après un délai de neuf mois.

3) Foray 48B (NOVO)

- Évaluer les concentrations de B.t. dans le sol immédiatement après l'application et la persistance des spores sur une période d'un an.
- Comparer les résultats avec ceux obtenus à la suite des traitements au Thuricide 48LV, Dipel 132 et certains insecticides expérimentaux.
- Huit stations ont été échantillonnées, pour un total de 112 échantillons. Les prélèvements ont été faits en pré, post un à trois jours et trois mois en 1989 (80 échantillons). 32 échantillons seront récoltés en post 12 mois en 1990.

Réalisation : Service des études environnementales (MER)

Responsable : Pierre-Martin Marotte, biol.

Ressources humaines : 2,7 pers./année

Ressources financières : 119 000 \$

Activités en cours depuis 1978 uniquement sur le B.t.

Contrôle de la qualité des préparations à base de Bacillus thuringiensis (B.t.)

Secteur pulvérisation

But : S'assurer que les préparations sont exemptes d'organismes pathogènes et sont conformes aux concentrations homologuées.

Caractéristiques : - La vérification de la potentialité insecticide, la recherche d'espèces pathogènes et l'identification du B.t. ont été effectuées sur tous les lots avant la pulvérisation.

- la potentialité insecticide est vérifiée à l'aide de bioessais effectués sur un insecte étalon: la fausse-arpenteuse du chou. Le laboratoire effectue de plus certains bioessais pour d'autres organismes publics et privés. 142 échantillons ont été traités.
- La recherche d'espèces pathogènes a été effectuée sur 142 échantillons. D'autre part, un dénombrement des entérocoques a été effectué sur le même nombre d'échantillons auxquels se sont ajoutés 39 échantillons prélevés en vue d'effectuer un suivi des niveaux d'entérocoques dans tous les barils d'insecticide restant après la fin des pulvérisations.
- L'identification du B.t. a été effectuée sur 30 échantillons provenant de chacun des lots reçus.

Réalisation : Service des études environnementales (MER)

Responsable : Jean Cabana, microbiologiste

Ressources humaines : 1,85 pers./année

Ressources financières : 99 000 \$

Activités en cours depuis 1984 pour ce qui est du contrôle des organismes pathogènes.

Programme de santé des travailleurs et sécurité

Secteur pulvérisation

But : Prévenir toute atteinte pouvant être causée à la santé et à la sécurité des travailleurs.

Caractéristiques : - le Service de la protection contre les insectes et les maladies (SPIM) prescrit les mesures de sécurité et applique les normes de travail.
- le CLSC assure au besoin le programme de santé auprès des travailleurs en collaboration avec le SPIM et le comité de santé et de sécurité.

Réalisation : Service de la protection contre les insectes et les maladies (MER) et CLSC

Responsable de la sécurité au Service : A déterminer

Ressources humaines au Service : < 0,1 pers./année (au besoin); CLSC inconnu

Ressources financières au Service : < 1 000 \$; CLSC inconnu

Le programme de prévention (équipements de sécurité et normes de travail sécuritaires) pour les employés(es) du MER s'effectue depuis 1973. Le programme de pulvérisations fut exclusivement au B.t. en 1989.

Le Service des études environnementales préparera pour 1990 un document vulgarisé sur la sécurité.

Inventaire entomologique

Secteur inventaire

But : Évaluer l'efficacité des pulvérisations aériennes d'insecticides au niveau de la mortalité larvaire ainsi qu'au niveau de la protection du feuillage.

Synchroniser chacune des applications d'insecticides afin d'optimiser le rendement des traitements.

Prévoir les niveaux de populations de tordeuse afin de planifier le programme de pulvérisation d'insecticide de chaque année.

Réalisation : Service de la protection contre les insectes et les maladies (MER) - Division de l'évaluation des programmes de lutte.

Responsable : Michel Auger, ing. for.

Caractéristiques : - évaluation de l'efficacité des traitements: 416 p.e. récoltées avant et après le traitement.
- synchronisation des applications d'insecticides: 10 sites différents comprenant 10 arbres. Ceux-ci sont visités à tous les trois jours (30 récoltes pour suivre le développement de l'insecte et de son hôte).
- prévoir les populations de tordeuse: le relevé des populations en hibernation est réalisé à l'aide du procédé d'extraction à la soude caustique. Cet inventaire est réalisé particulièrement dans les secteurs susceptibles d'être traités.

Un grand total de 1 191 points d'évaluation sont échantillonnés à l'automne de chaque année.

Ressources humaines : 16,54 pers./année

Ressources financières : 930 900,00 \$

Activité en cours depuis 1970.

Inventaire aérien de la défoliation annuelle

Secteur inventaire

But : Suivre le comportement (étendue et intensité) de l'infestation de la TBE dans la province et évaluer la protection accordée au feuillage dans les aires traitées.

Réalisation : Service de la protection contre les insectes et les maladies -
Division des relevés.

Responsable : Clément Bordeleau, ing. f.

Caractéristiques : 59 000 km². Les secteurs inventoriés ont été localisés dans les régions administratives de Trois-Rivières, Côte-Nord et Bas-Saint-Laurent - Gaspésie.

Ressources humaines : 0,8 pers./année

Ressources financières : 70 000,00 \$

Activités en cours depuis 1968.

Réseau de pièges à phéromone

But : Établir un système de détection et de surveillance des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette en phase endémique.

Prédire à chaque année les niveaux de la population de tordeuse et ainsi remplacer les inventaires de prévisions conventionnels.

Réalisation : Service de la protection contre les insectes et les maladies-
Division des relevés.

Responsable : Clément Bordeleau, ing. f.

Caractéristiques : - établissement de 229 sites d'échantillonnage dans la province et installation de 819 pièges Multi-Pher(r).
- mise en place de trois pièges par site dans 185 sites et de six pièges par site dans 44 sites.
- récolte des papillons capturés dans chacun des sites.

Ressources humaines : 1,0 pers./année

Ressources financières : 48 200,00 \$

Activité en cours depuis 1984.

Inventaire de défoliation cumulée des arbres et validation au sol

Secteur inventaire

But général : Connaître l'état de la forêt.

Buts spécifiques : - orienter la récupération.
- orienter le choix des secteurs à protéger.
- quantifier les pertes afin de connaître les stocks disponibles.
- évaluer le rendement des pulvérisations.

Réalisation : * Service de la protection contre les insectes et les maladies, Unités de gestion Bas-Saint-Laurent, Baie des Chaleurs, Sainte-Anne-des-Monts et Gaspé.

Responsable : Michel Chabot, ing. f.

Caractéristiques : Pour la région 01.

Superficie : 5 000 km²

Ressources humaines : 100 jours/pers.

Ressources financières : 92 000,00 \$

Activité en cours depuis 1982

* Cette activité a connu une augmentation compte tenu de l'actualisation des territoires identifiés comme cible contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1988 et 1989.

Programme d'information

Secteur pulvérisation

But : Informer la population relativement au programme de pulvérisation conduit par le MER.

Réalisation : Service de la protection contre les insectes et les maladies et le Service de l'information du MER.

Responsable : Michel Pelletier

Caractéristiques : - conférences de presse
 - temps antenne
 - annonces dans hebdo
 - ligne INWATT
 - selon projet soumis

Ressources humaines :	1988	1989
	0,50 pers./année	0,5 pers./année
Ressources financières :		
	pers : 17 000,00 \$	23 000,00 \$
	autres : 20 000,00 \$	17 000,00 \$

Activité en cours depuis 1984

Entretien de INS

Secteur pulvérisation

But : Assurer le bon fonctionnement du système de navigation électronique des avions de pulvérisation.

Réalisation : Service de la protection contre les insectes et les maladies (MER).

Responsable : Michel Pelletier, ing. f.

Caractéristiques : 12 unités Litton à faire fonctionner cinq heures/12 jours

Ressources humaines : 0,5 pers./année

Ressources financières : Litton : 150 000,00 \$
personnel : 12 000,00 \$

ANNEXE B

**FICHES TECHNIQUES DES
PROJETS DE RECHERCHE**

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR83207

TITRE DU PROJET : Étude de la dynamique des populations de la TBE et des agents responsables du contrôle naturel des populations.

OBJECTIFS DU PROJET :

Améliorer les connaissances des agents responsables des montées et des chutes de population afin de développer une stratégie de protection dans laquelle l'utilisation d'insecticide ne sera qu'un des moyens.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Suivre l'état de santé des populations de TBE (maladies, virus, microsporidies).
- Effectuer la modélisation mathématique de la dynamique des populations en phase montante et en fin d'épidémie.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organismes responsables : Service de la protection contre les insectes et les maladies (MER), Centre de foresterie des Laurentides.
- Noms des responsables : - Louis Dorais et Michel Auger (MER);
- Jacques Régnière (CFL).
- Durée du projet : 10 ans
- Période de réalisation : 1985-1989 - Phase 1
1990-1995 - Phase 2

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

	MER	CFL
- Ressources humaines :		
Professionnels	1	2
Techniciens	4	5
Auxiliaires de labo.	5	-
Étudiants	9	10
Aides entomologiques	9	-
- Ressources financières :		
avant 1989 :	1 466 100,00 \$	
1989 :	285 000,00 \$	
1990 :	285 000,00 \$	(?)

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR83208

TITRE DU PROJET : Développement de trousse de diagnostic de pathogènes de la tordeuse des bourgeons de l'épinette Choristoneura fumiferana.

OBJECTIFS DU PROJET :

Mettre au point, en vue d'une utilisation en plein champ, une trousse rapide et efficace pour le diagnostic de pathogènes de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Déceler et mesurer à des coûts minimes les infections virales présentes dans les populations de la tordeuse.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Élaboration d'un protocole expérimental.
- Sélection et préparation de sondes moléculaires pour les différents pathogènes de la tordeuse (virus, protozoaires, champignons).
- Mise au point de la trousse et essais d'utilisation sur le terrain.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organismes responsables : - Institut Armand-Frappier
- Service de la protection contre les insectes et les maladies (MER)
- Noms des responsables : - Louis Dorais et Michel Auger (MER)
- Gilles Frisque (Université du Québec)
- Maximilien Arella (Institut Armand-Frappier)
- Durée du projet : Quatre ans
- Période de réalisation : 1986-1987-1988-1989

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

	MER	INSTITUT
- Ressources humaines :	-	5
- Ressources financières :		
avant 1989 :	120 000,00 \$	
1989 :	40 000,00 \$	
1990 :	40 000,00 \$ (?)	

NOTE : La recherche a été accomplie comme on l'avait prévue. La poursuite éventuelle de ce projet sera évaluée au début de 1990.

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR83217

TITRE DU PROJET : Étude sur l'évolution des peuplements infestés par la TBE.

OBJECTIFS DU PROJET :

Connaître l'impact annuel de l'épidémie de tordeuse en terme de mortalité et de perte de croissance pour différentes strates forestières.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Déterminer les degrés de vulnérabilité et de susceptibilité des strates forestières affectées par la tordeuse et déterminer les méthodes d'aménagement les plus appropriées dans chaque cas en vue de réduire les pertes occasionnées par la TBE. Ce projet s'appuie sur l'inventaire forestier et l'inventaire entomologique de quatre secteurs de 65 km².

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organismes responsables : - Service de la protection contre les insectes et les maladies
- Service des traitements sylvicoles
- Noms des responsables : - Michel Chabot, ing.f.
- André Doré, ing.f.
- Durée du projet : 20 ans
- Période de réalisation : 1974 - 1994

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines : prévues en 1990 : 3 pers./année
- Ressources financières : avant 1989 : 218 670,00 \$
1989 : 128 300,00 \$
1990 : 41 000,00 \$

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR83216

TITRE DU PROJET : Vulnérabilité des stations forestières à la tordeuse des bourgeons de l'épinette : relations empiriques avec les types et les phases écologiques.

OBJECTIFS DU PROJET :

Contribuer au développement d'un système d'évaluation de la vulnérabilité des stations forestières à la TBE en examinant l'influence de la variabilité des conditions écologiques sur la mortalité due à cet insecte.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

Deux approches complémentaires seront utilisées pour étudier les relations empiriques entre la vulnérabilité et les types et phases écologiques. Le premier sous-projet comportera l'étude détaillée des placettes permanentes. Le deuxième sous-projet sera plus extensif et tâchera de compléter et d'étendre les observations précédentes à l'aide de places-échantillons temporaires.

Les données seront analysées en deux étapes afin d'établir des relations entre la vulnérabilité et les caractéristiques du site par une analyse statistique multivariée et de quantifier ces relations pour en faire des outils de prédiction à l'aide de l'analyse de régression multiple et de l'analyse discriminante.

La variable dépendante sera la mortalité après épidémie exprimée en pourcentage de la surface terrière. Les variables indépendantes seront les variables édaphiques, physiographiques, dendrométriques et phytoécologiques ainsi que les classes des types et phases écologiques.

La deuxième phase consistera à analyser la vulnérabilité à l'aide d'une mesure quantitative appelée "Taux d'assimilation net (TAN)".

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organismes responsables :
 - Université Laval, Faculté de Foresterie et de Géomatique
 - Service de la protection contre les insectes et les maladies (MER)
- Noms des responsables :
 - Phase I (U. Laval)
 - Drs Louis Bélanger et Marius Pineau
 - M. Alain Dupont, étudiant à la Maîtrise
 - Phase II (U. Laval)
 - Drs Hank A. Margolis et Louis Bélanger
 - Mme Marie Coyea, étudiante au Doctorat
 - MER (Phase I et II)
 - Robert Gagnon
 - Michel Chabot

- Durée du projet : Cinq ans
- Période de réalisation : 1987-1989 (phase I) et 1989-1992 (phase II)

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines :
- Ressources financières :

1987-1988 :	60 000,00 \$
1988-1989 :	49 500,00 \$
1989-1990 :	64 500,00 \$
1990-1991 :	49 500,00 \$

PROJET DE RECHERCHE

Fiche descriptive

TITRE DU PROJET : Réalisation du cadre écologique forestier.

OBJECTIFS DU PROJET :

Produire un cadre écologique forestier comprenant la subdivision et la caractérisation, à petite échelle, des districts écologiques, la cartographie à l'échelle 1 :50 000 des dépôts de surface, l'inventaire, l'analyse et la classification des différents écosystèmes forestiers, la cartographie, à l'échelle 1 :20 000 des caractéristiques permanentes du milieu (le dépôt de surface et son épaisseur, la classe de drainage, la classe de pente et le terme final de la série évolutive de végétation).

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

Le programme de réalisation a été synchronisé à celui de l'inventaire forestier de façon à ce que les données écologiques soient intégrées ou servent de base au calcul du rendement, au calcul de la possibilité, au choix des superficies à aménager par les différents modes de traitement. De même, une meilleure connaissance des différentes variables caractérisant les différents écosystèmes forestiers permettra de prévoir les problèmes reliés aux différents agents perturbateurs et de diminuer le niveau d'utilisation des pesticides.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable¹ : MER, Service de l'inventaire forestier
- Noms des responsables :
 - Réal St-Laurent
 - Denis Robert
- Période de réalisation : 8 ans (1989 à 1996)

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines : Équipe gouvernementale de l'ordre de 10-15 pers./année pour le développement et le suivi, utilisation de contractants pour la majeure partie des travaux de production.
- Ressources financières :

avant 1989 :	1 000 000,00 \$
1989 :	450 000,00 \$
1990 :	2 000 000,00 \$
coût total estimé :	12 500 000,00 \$

¹ Le développement du projet a été réalisé avec la participation du Service de la recherche appliquée.

Projets du Service de l'inventaire forestier, pour 1990, de connaissance des écosystèmes forestiers :

- Développement d'une méthode de production pour la préparation de cartes écoforestières (intégration des variables écologiques et forestières) : 100 000 \$.
- Délimitation et caractérisation des districts écologiques des unités de gestion 12, 13, 14, 15, 86, 87 : 350 000 \$.
- Inventaire écologique du territoire des unités de gestion 32, 33, 34, 72, 73, 74, 91 : 850 000 \$.

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR82404

TITRE DU PROJET : Régénération naturelle des sapinières et des pessières en fonction des méthodes de coupe, des traitements du sol et des facteurs du milieu.

OBJECTIFS DU PROJET :

Par un changement des méthodes de coupe, obtenir une régénération en épinette et créer des peuplements moins vulnérables à la TBE. Trouver une méthode plus rationnelle pour renouveler les peuplements en essences commerciales. Avec l'augmentation du coût de la régénération artificielle, la modification des méthodes de coupe est une voie rationnelle pour obtenir une régénération naturelle.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Trouver la forme, la superficie minimum et la répartition optimum des semenciers à conserver pour obtenir une régénération satisfaisante en épinette (coefficient de distribution supérieur à 60 pour cent).
- Évaluer l'effet combiné des semenciers et du scarifiage sur la densité de la régénération en épinette après coupe.
- Comparer les résultats, en ce qui concerne la densité de la régénération, avec la coupe à blanc traditionnelle suivie ou non de scarifiage.
- Trouver les indications culturales pouvant aider à assurer la régénération des peuplements d'épinette dans la région.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable : Direction de la recherche et du développement
- Noms des responsables : - Hassan Bolghari
- J.-Ls Boivin
- Durée du projet : 15 ans
- Période de réalisation : 1976-1991

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines :
- Ressources financières : avant 1989 : 278 400,00 \$
1989 : 93 000,00 \$
1990 : 104 000,00 \$ (?)
(sans le salaire des employés permanents)

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR82406

TITRE DU PROJET : Éclaircie précommerciale et fertilisation de jeunes peuplements de sapin-épinette.

OBJECTIFS DU PROJET :

- Favoriser l'établissement de peuplements à prédominance d'épinette.
- Réduire la révolution de 10 à 20 ans.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Vérifier l'impact de la tordeuse (perte de croissance, mortalité, diminution de qualité des tiges destinées au sciage, etc.) dans les jeunes sapinières éclaircies (éclaircie précommerciale) et fertilisées en période épidémique et postépidémique.
- Voir dans quelle mesure l'éclaircie précommerciale combinée à la fertilisation effectuée en période épidémique influence la susceptibilité et la vulnérabilité des sapins à la tordeuse des bourgeons de l'épinette. En même temps, examiner l'influence des traitements expérimentés sur la restauration et la normalisation de la production des sapinières défoliées à divers degrés par la TBE.
- Déterminer l'effet de l'éclaircie précommerciale combinée à la fertilisation sur l'accroissement et la diminution de la durée de la révolution des sapinières.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable : Direction de la recherche et du développement du MER
- Noms des responsables :
 - Hassan Bolghari
 - René Doucet
 - Valère Bertrand
 - Jean-Marc Veilleux
- Durée du projet :
- Période de réalisation : 1968-????

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines :
- Ressources financières :

avant 1989 :	444 200,00 \$
1989 :	18 000,00 \$
1990 :	18 000,00 \$ (?)

(sans le salaire des employés permanents)

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR82407

TITRE DU PROJET : Essais de différentes méthodes d'éclaircies commerciales dans les peuplements denses d'épinette et de sapin baumier.

OBJECTIFS DU PROJET :

Augmentation de l'accroissement de l'ordre de 20 pour cent en volume marchand. Conversion de la composition du peuplement de façon à diminuer l'impact de la tordeuse dans l'avenir. Réduire le délai nécessaire à l'établissement d'une régénération adéquate. Diminution du coût de l'exploitation.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Étudier l'effet de coupes d'éclaircie commerciale de diverses intensités sur l'accroissement et la production du peuplement résiduel.
- Examiner en même temps l'influence des interventions sylvicoles sur la mortalité naturelle, la qualité du produit et la régénération du sapin et de l'épinette.
- Évaluer l'impact de la tordeuse sur la croissance des sapins et des épinettes et déterminer si les traitements vont contribuer à augmenter la résistance des arbres.
- Évaluer la réaction des peuplements de sapin et d'épinette à la coupe d'éclaircie commerciale par bandes de différentes largeurs.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable : Direction de la recherche appliquée
- Noms des responsables : - Hassan Bolghari, ing.f. (sylviculture)
- Valère Bertrand
- Durée du projet :
- Période de réalisation : 1959-????

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines : 10 personnes mois/an
- Ressources financières : avant 1989 : 622 400,00 \$
1989 : 10 000,00 \$
1990 : 10 000,00 \$ (?)
(sans le salaire des employés permanents)

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR82110

TITRE DU PROJET : - Introduction d'espèces exotiques
 - Réseau de secteurs expérimentaux pour l'amélioration des arbres forestiers.

OBJECTIFS DU PROJET :

- Évaluer les possibilités d'adaptation et de croissance de différentes espèces (exotiques et indigènes) en relation avec les conditions écologiques de diverses stations.
- Trouver de nouvelles espèces aptes au reboisement de façon à accroître la rentabilité des plantations et à diversifier la production.
- Orienter les études plus précises de provenance.
- Créer des hybrides interspécifiques présentant des caractères propres à différentes fins (résistance à certaines maladies, résistance aux différentes conditions climatiques).

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

De nombreux projets sont réalisés sous ce titre sur différentes espèces, sur leur amélioration, les tests de provenance, etc. Ce type de projet s'inscrit entre autres dans un objectif d'amélioration de la forêt et de ses caractéristiques par rapport aux divers agents perturbateurs.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable : Service de la recherche appliquée
- Nom du responsable :
- Durée du projet :
- Période de réalisation : 1968-????

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines :
- Ressources financières :

avant 1989 :	6 194 800,00 \$
1989 :	617 100,00 \$
1990 :	???

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR82314

TITRE DU PROJET : Mise au point de système de culture intensive d'arbres (ligniculture) sur de courtes rotations.

OBJECTIFS DU PROJET :

Vérifier la faisabilité du concept des plantations à rotations courtes en vue de combler dans un court délai les manques de disponibilités forestières qui pourraient survenir.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

Axé sur :

- Espèces plus productives;
- Techniques culturales particulières;
- Associations d'espèces en fonction de contraintes écologiques;
- Plantation à haute densité;
- Méthodes de récolte et de régénération.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable : Service de la recherche appliquée
- Noms des responsables : - Gilles Vallée
- Jean Ménétrier
- Durée du projet : Indéterminée
- Période de réalisation : 1981-

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines :
- Ressources financières : avant 1989 : 895 600,00 \$
1989 : 95 000,00 \$
1990 : 123 000,00 \$ (?)
(sans le salaire des employés permanents)

PROJET DE RECHERCHEFiche descriptiveR82321

TITRE DU PROJET : Contrôle allélopathique des espèces herbacées dans le reboisement des bûchers.

OBJECTIFS DU PROJET :

Rechercher la ou les espèces végétales de nos régions présentant le meilleur potentiel allélopathique contre les espèces herbacées et arbustives qui entrent en compétition avec les essences reboisées.

Rechercher la meilleure méthode d'utilisation des espèces allélopathiques, à savoir l'enfouissement dans le sol, la culture sur le terrain ou encore l'épandage au sol.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

Rechercher comment agissent les espèces allélopathiques retenues sur les espèces herbacées; inhibition de la germination, de la croissance ou de la propagation.

Vérifier, par rapport à la qualité physique des sols forestiers, la persistance de l'effet allélopathique.

MODALITÉS DE RÉALISATION :

- Organisme responsable : CEGEP de Rimouski
- Noms des responsables : - Robert Jobidon
- Damien St-Amand
- Durée du projet :
- Période de réalisation : 1984-

RESSOURCES AFFECTÉES AU PROJET :

- Ressources humaines :
- Ressources financières :

avant 1989 :	114 500,00 \$
1989 :	30 000,00 \$
1990 :	30 000,00 \$