

UNIVERSITE DU QUEBEC A MONTREAL

MEMOIRE

PRESENTE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAITRISE EN BIOLOGIE

par

JULIE GAGNON

STRUCTURES D'AGES ET SUCCESSION DANS DES PEUPELEMENTS DE
PINS GRIS (Pinus banksiana Lamb.) SOUMIS A DES REGIMES DE FEUX
DIFFERENTS AU SUD DE LA FORET BOREALE, EN ABITIBI.

FEVRIER 1990





BIBLIOTHÈQUE

Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Mise en garde

La bibliothèque du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue a obtenu l'autorisation de l'auteur de ce document afin de diffuser, dans un but non lucratif, une copie de son œuvre dans Depositum, site d'archives numériques, gratuit et accessible à tous.

L'auteur conserve néanmoins ses droits de propriété intellectuelle, dont son droit d'auteur, sur cette œuvre. Il est donc interdit de reproduire ou de publier en totalité ou en partie ce document sans l'autorisation de l'auteur.

A Sylvio et Colette qui m'ont
transmis le goût pour les études,
et les moyens de les réaliser.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes remerciements à mon directeur Yves Bergeron, qui a su m'apporter son aide et son soutien en plus d'avoir démontré son intérêt tout au long de cette recherche. Je me fais un grand plaisir en remerciant SylvieGo qui m'a donné son temps, son aide en plus de son support en l'absence d'Yves.

Le travail sur le terrain aurait été impossible sans l'aide soutenue et agréable fournie par Martine Diotte et Daniel Lemieux. De plus, le prêt d'un camion et d'un canot par Claude et Carole a facilité la logistique sur le terrain; je désire donc les remercier très sincèrement.

Je désire également remercier Sophie, qui m'a apporté une aide appréciable sur le terrain, à la compilation des données, à la conception de figures et lors de la révision du texte. Je remercie également Sandy et Colette qui m'ont permis de finaliser la compilation des données, René-Pierre qui m'a aidé pendant la réalisation de mon séminaire et Danielle qui a conçu quelques graphiques.

L'équipe du laboratoire du Dr Bergeron avec en tête Jacques, mérite également tous mes remerciements. Ceux-ci ne seraient pas complets si je ne remerciais pas Phillipe qui a été présent et tout particulièrement efficace pendant toute la durée de cette recherche.

Finalement, je tiens à remercier sincèrement Daniel Gagnon qui a agi à titre de correcteur pour ce mémoire et comme membre sur mon comité de projet. Il m'a aidée en maintes occasions. De même, je remercie Yves Maufette qui a complété le trio en tant que correcteur et membre de mon comité de projet.

RESUME

La composition et la dynamique de 69 peuplements de pins gris subissant des régimes de feux différents est évaluée pour un secteur du sud de la forêt boréale. Alors que les peuplements de pins gris localisés à l'intérieur des terres subissent un régime de feux comportant des feux létaux et de superficie importante. Les peuplements localisés sur la berge et les îles des grands lacs subissent un régime de feux complexe comportant à la fois des feux létaux et des feux non létaux.

Dans les milieux mésiques les structures d'âges sont équiennes suggérant un établissement rapide après des feux létaux et une absence de régénération par la suite. Des populations inéquiennes caractérisent les milieux xériques. Ces dernières montrent généralement un pic de régénération suivant des feux létaux suivi d'une régénération plus faible mais constante associée soit à des ouvertures créées par le passage de feux non-létaux, soit au caractère naturellement ouvert des peuplements de pins gris des sites xériques. Alors que les populations localisées à l'intérieur des terres montrent des structures d'âges inéquiennes souvent associées à l'abondance des feux non létaux.

Dans un deuxième temps des analyses d'ordination et de classification ont permis de mettre en évidence les relations entre le régime hydrique, le stade successional et la composition arborescente observée dans les populations de pins gris. Les peuplements de pins gris s'installent directement après feu et sont graduellement remplacés, en milieu mésique par des peuplements de sapins et de bouleaux blancs. En milieu xérique, le processus successional est moins rapide et les peuplements de pins gris évoluent plutôt vers des peuplements dominés par l'épinette noire. Les peuplements situées sur les îles et la berge des lacs comportent significativement beaucoup plus d'individus de cèdre, possiblement à cause de la présence de feux d'intensité plus faible et de plus petite superficie.

Les structures d'âges, de même que la composition arborescente, dénotent clairement l'influence des deux régimes de feux sur les populations de pins gris. Alors qu'à l'intérieur des terres les populations de pins gris sont transitoires, sur les îles et la berge des lacs, les feux non létaux permettent aux pins gris de persister et de côtoyer les espèces plus tolérantes à l'ombre qui n'ont pas été éliminées par les feux.

TABLE DES MATIERES

	Page
REMERCIEMENTS	iii
RESUME	iv
TABLE DES MATIERES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
INTRODUCTION GENERALE	1
REGION A L'ETUDE	6
1. Localisation	6
2. Topographie.....	6
3. Dépôts et roc.....	8
4. Climat.....	9
5. Feux et coupes.....	9
6. Végétation.....	10
CHAPITRE 1. STRUCTURES D'AGES DES POPULATIONS DE PINS GRIS	
1. Résumé.....	12
2. Introduction	13
3. Méthodologie	15
3.1. Echantillonnage.....	16
3.2. Données récoltées.....	17
3.3. Méthodes d'analyse.....	22
4. Résultats	23
4.1. Structures d'ages équiennes.....	24
4.2. Structures d'ages inéquiennes.....	34
4.3. Unité de paysage, structures d'âges et perturbation	43
5. Discussion	47

CHAPITRE 2. SUCCESSION ARBORESCENTE APRES FEU DANS LES
PEUPLEMENTS DE PINS GRIS

1. Résumé.....	53
2. Introduction	54
3. Méthodologie	56
3.1. Echantillonnage.....	56
3.2. Données récoltées.....	58
3.3. Analyse de données.....	60
4. Résultats	64
4.1. Ordination et classification des stations en milieu xérique.....	64
4.2. Ordination et classification des stations en milieu mésique.....	91
5. Discussion	115
CONCLUSION GENERALE.....	119
BIBLIOGRAPHIE.....	122
APPENDICES	
1. Carte géologique.....	129
2. Description des variables écologiques.....	130
3. Variables écologiques.....	133
4. Tableau des dates de feux.....	136
5. Représentation graphique de la végétation	140

INTRODUCTION GENERALE

La forêt boréale est contrôlée par les feux de forêts qui provoquent une mosaïque végétale, dont chaque parcelle représente un stade successional plus ou moins avancé (Heinselman, 1978, 1980, 1981; Rowe et Scotter, 1973; Kilgore, 1973, 1980; White, 1979). La récurrence du feu y est telle qu'il n'arrive qu'exceptionnellement qu'une zone en soit épargnée pendant longtemps.

Le régime de feux de la forêt boréale se caractérise par les feux de couronne qui détruisent l'ensemble de la végétation. Les intervalles entre les feux de forêt de conifères du nord varient généralement entre 50 et 250 ans (Heinselman, 1980). Le cycle des feux est évalué à environ 100 ans pour les zones d'épinettes noires (Picea mariana Mill.) et de pins gris (Pinus banksiana Lamb.), et d'environ 150 ans pour les forêts ouvertes d'épinettes noires.

En plus de ces feux destructeurs, les forêts de pins gris à aires ouvertes pourraient subir un régime de feux non létaux, de faibles intensités, dont le cycle serait de 25 années (Heinselman, 1980).

Le régime de feux peut ou non avoir un effet sélectif sur la végétation (Keeley, 1981). Pour sa part, le pin gris est bien adapté aux feux de forêts. Il est en effet porteur de cônes majoritairement sérotineux dont la résine n'atteint son point de fusion qu'à des températures élevées (environ 50°C), atteintes par exemple lors d'un feu de forêt (Cameron, 1953; Rudolph et al, 1959; Teich, 1970; Givnish, 1979). Les graines qui seront épandues auront pu s'être accumulées depuis une période de temps pouvant aller jusqu'à 25 ans. Après 20 ans 50% des graines sont encore viables (Eyre et Le Barron, 1944; Cayford et McRae, 1983). La croissance très rapide des pousses (Eyre et Le Barron, 1944; Fowells, 1965) et le fait que le pin gris commence à porter des cônes dès l'âge de 3 à 5 ans et des graines dès l'âge de 8 ans (Rudolph, 1977) lui confère les qualités requises pour s'établir dès le passage d'un feu. Cette espèce est dépendante du feu (Heinselman, 1973; Day et Woods, 1977), étant intolérante à l'ombre (Abrams, 1984; Cayford, 1971; Cayford, McRae, 1983; Rowe et Scotter, 1973; Graham, 1954; Sterrett, 1920; Lafond, 1966; Fowells, 1965) elle constitue un excellent marqueur de la dynamique forestière caractéristique d'un régime de feux particulier.

Les données incomplètes du régime naturel des feux pour la majorité des régions de la forêt boréale, rend difficile l'étu-

de de leurs effets sur la succession forestière (Cayford et M^rRae, 1983). Toutefois, des régions de feux d'intensité et de fréquences différentes devraient être associées à des séries successioneuses particulières.

Sur les îles et berges du lac Duparquet, en Abitibi, une étude sur les populations de pins rouges (Pinus resinosa Ait.)- (Bergeron et Gagnon, 1987), a permis de définir un cycle court de feux de surfaces, généralement non létaux, combiné à un cycle plus long de feux destructeurs. La limite nord de l'aire de distribution du pin rouge est en Abitibi. On ne le trouve que dans des environnements particuliers, comme les îles et berges des grands lacs (Bergeron et Bouchard, 1984; Clayden et Bouchard, 1983; Bergeron et Gagnon, 1987). Le pin rouge est intolérant à l'ombre et son écorce épaisse lui permet de résister à des feux de faible et moyenne intensité. L'absence du pin rouge dans l'unité de paysage terrestre adjacente serait due à la variation entre les régimes de feux de ces deux unités de paysage (Bergeron et Gagnon, 1987). Sur la terre ferme les feux destructeurs de grande superficie seraient la cause de l'absence du pin rouge.

Le pin gris abonde tant sur les îles des lacs caractérisées par un régime de feux non létaux, que sur la terre ferme caracté-

risée par un régime de feux destructeurs. L'objectif de la présente étude est d'évaluer comment la structure d'âge et la succession des peuplements de pins gris sont affectés par la présence de ces deux régimes de feux.

L'effet des régimes de feux peut d'ailleurs être évalué en analysant les structures d'âges des populations de pins gris. Un régime de feux destructeurs propre à la forêt boréale, et à l'unité de paysage terrestre, devrait engendrer des forêts équiennes de pins gris dont les structures d'âges seraient caractérisées par une cohorte principale et l'absence de régénération. Dans l'unité de paysage lacustre où un régime de feux non létaux est associé à un régime de feux destructeurs, des peuplements inéquiens de pins gris - comparables à ceux de pins rouges du lac Duparquet - devraient être observés; les structures devraient présenter plusieurs cohortes issues de différents feux; une cohorte plus importante due à un feu destructeur devrait être suivie de cohortes s'étant établi dans les ouvertures créées par des feux non létaux.

On peut supposer que le régime de feux aura également un impact sur la succession végétale. Par exemple, une communauté issue d'un feu destructeur ne devrait pas comporter d'espèces de fin de succession immédiatement après le feu, contrairement à un

peuplement issu d'un feu non létal. On peut de plus supposer que dans ce dernier cas, que la succession y sera plus rapide que chez les populations soumises à des feux destructeurs.

Cette étude porte donc sur la dynamique des populations de pins gris soumises à des régimes de feux différents. Les structures d'âges du pin gris provenant des deux unités de paysage feront l'objet du premier chapitre et l'analyse de la succession des peuplements de pins gris sera présentée au chapitre 2.

REGION A L'ETUDE

1. Localisation.

Le territoire à l'étude (Fig.1) se situe dans le canton d'Hébécourt en Abitibi (48°30' 30"N à 48°26' 30"N, et 79°31'W à 79°13'W). La zone est bordée au nord par la route 388 (chemin de Matheson), à l'est par le lac Duparquet, à l'ouest par la frontière ontarienne, et au sud par la rivière Magusi. Le territoire occupe une superficie d'environ deux cent vingt kilomètres carrés (220 km²).

2. Topographie.

L'ensemble du territoire présente une topographie assez plane due en majeure partie aux sédiments argileux déposés lors du retrait du lac Ojibway (Vincent et Hardy, 1977). Des affleurements donnent du relief à l'ensemble. Alors que l'altitude moyenne de la plaine argileuse est de 257 mètres (850 pieds), celle du roc peut atteindre jusqu'à 410 mètres (1350 pieds).

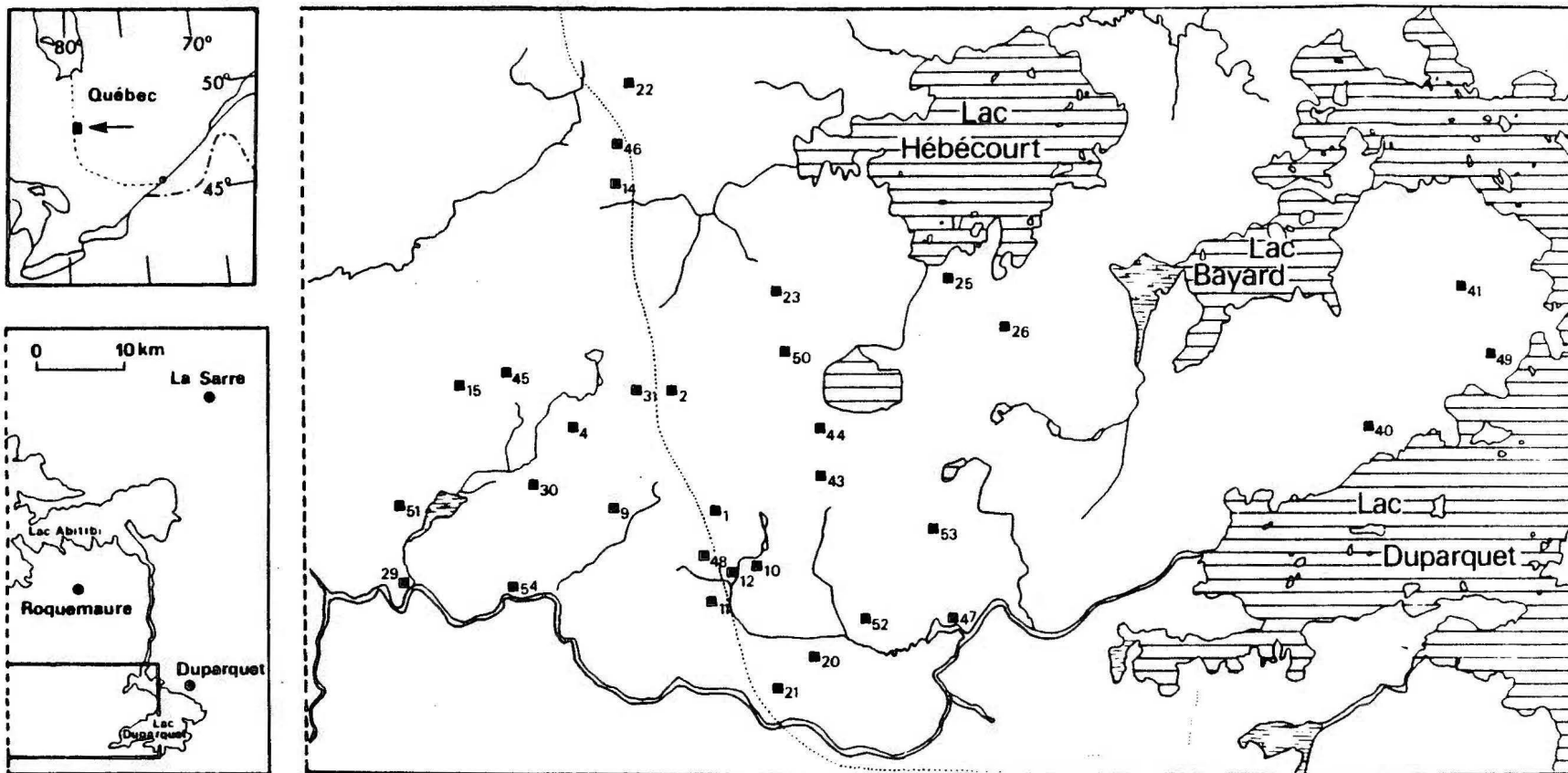


Figure 1. Carte de localisation du territoire à l'étude et des stations de pins gris de l'unité de paysage terrestre.

3. Dépôts et roc.

Les affleurements rocheux rencontrés datent du Précambrien et sont d'origine plutonienne intrusive, du type Keewatin. A l'ouest du lac Duparquet se trouve le complexe volcanique de Monsabrais, qui est une séquence de basaltes calco-alcalins et d'andésites porphyritiques. Ce complexe présente des variations latérales, verticales, de puissance et de faciès (Dimroth et Rocheleau, 1979). On trouve également une formation volcano-sédimentaire qui occupe une portion importante des affleurements. Il s'agit d'un agglomérat caractérisé par des phénocristaux de tailles diverses pouvant aller d'un millimètre à quelques mètres. Une faille importante a permis l'épanchement de roches volcaniques, mais de façon irrégulière. Bien qu'en aucun endroit sur le territoire des marques de volcanisme sub-aérien (structure en pahoehoe ou en aa) n'aient pu être observée, Dimroth et Rocheleau (1979) n'excluent pas la possibilité que ce type de volcanisme ait pu se produire. On peut également noter la présence de porphyre felsique, diorite, granite et de péridotite dans la zone étudiée (Graham, 1950). Une carte géologique est présentée à l'appendice 1.

Des dépôts grossiers d'origine Quaternaire entourent les buttes rocheuses. Il s'agit de terrasses de kames et de dépôts

de moraines remaniés ou délavés. Plus rarement des tills d'origine coiffent les sommets de haute altitude (Bergeron et al., 1983). La portion plus plane des dépôts lacustres provenant du lac Ojibway se compose principalement d'argile, de limons et de sable (Bergeron et al., 1983). En bordure des rivières Magusi et Hébécourt, on retrouve des dépôts alluvionnaires récents.

4. Climat.

La station météorologique de La Sarre, à 35 km au nord du lac Duparquet, est la plus près de la zone d'étude. La température moyenne annuelle enregistrée est de 0.6°C, les précipitations annuelles moyennes sont de 823 mm et la période "sans gel" est de 64 jours. Toutefois des températures inférieures au point de congélation peuvent survenir en tout temps de l'année (Anon. 1982).

5. Feux et coupes.

Des coupes ont lieu encore actuellement dans le canton d'Hébécourt. Celles-ci ont commencé au début du siècle, la distribution de certaines espèces a pu en être affectée. Toutefois les peuplements de pins gris semblent avoir été épargnés; ceux-ci sont souvent trouvés sur des caps rocheux où

ils constituent des peuplements peu productifs et difficiles d'accès pour la machinerie. Les îles ont été peu touchées par les coupes.

Des feux majeurs ont affecté la portion terrestre du territoire en 1760, 1923 et 1944. Les berges ont été perturbés par de nombreux feux, les plus importants ayant eu lieu approximativement en 1760, 1797, 1816, 1823, 1846, 1847, 1870, 1887, 1916 et 1944 (Bergeron et Gagnon, 1987; Bergeron et Dubuc, 1989). Chacune des îles a son propre historique de feux (Bergeron et Gagnon, 1987).

6. Végétation.

Le territoire est situé dans le domaine climacique de la sapinière à bouleau blanc (Grandtner, 1966), caractérisé par une codominance de sapin baumier (Abies balsamea (L.) Mill.) et de bouleau blanc (Betula papyrifera Marsh.). Des études ont permis de caractériser plus en détail les communautés végétales (Carleton et Maycock, 1978; Carleton, 1982; Clayden et Bouchard, 1983; Bergeron et Bouchard, 1984; Bergeron et al., 1985; Bergeron et al., 1983; Gaudreau, 1979; Massicotte, 1982). En milieu mésique on trouve des forêts de sapin baumier, bouleau blanc et épinette blanche (Picea glauca (Moench) Voss.). En milieu plus humide,

dans les tourbières ou encore sur des sites simplement hydriques, on observe des communautés dominées par l'épinette noire (Picea mariana Mill.), le cèdre occidental (Thuja occidentalis L.) et/ou le mélèze laricin (Larix laricina(Du Roi) K.Koch.). En milieu plus sec, on trouve des communautés dominées par l'épinette noire et/ou le pin blanc (Pinus strobus L.).

La région a été soumise à des feux fréquents, aussi y trouve-t-on des communautés issues de ce type de perturbation. Sur les sites mésiques on observe le plus souvent des communautés dominées par le peuplier faux tremble (Populus tremuloides Michx.) et le bouleau blanc. Sur les sites hydriques le peuplier baumier (Populus balsamifera L.) est l'espèce caractéristique. Sur les sites xériques c'est le pin gris qui est l'espèce dominante.

Les études récentes de communautés végétales réalisées en Abitibi relatent toutes la présence de pinèdes grises. Les pinèdes trouvées sur des caps rocheux ou sur des sites oligotrophes ont été décrites par Bergeron et al., (1983); Bergeron et Bouchard (1984); Clayden et Bouchard (1983); Massicotte (1982); Gaudreau (1979); Bergeron et Dubuc (1989). Des pinèdes hydriques à mésiques-hydriques ont été décrites par Massicotte (1982); Bergeron et Bouchard (1984) et Bergeron et al. (1983).

CHAPITRE 1

LES STRUCTURES D'ÂGES DES POPULATIONS DE PINS GRIS.

1. Résumé

La composition et la dynamique de 69 peuplements de pins gris subissant des régimes de feux différents est évaluée pour un secteur du sud de la forêt boréale. Alors que les peuplements de pins gris localisés à l'intérieur des terres subissent un régime de feux comportant des feux létaux et de superficie importante. Les peuplements localisés sur la berge et les îles des grands lacs subissent un régime de feux complexe comportant à la fois des feux létaux et des feux non létaux.

Dans les milieux mésiques les structures d'âges sont équiennes suggérant un établissement rapide après des feux létaux et une absence de régénération par la suite. Des populations inéquiennes caractérisent les milieux xériques. Ces dernières montrent généralement un pic de régénération suivant des feux létaux suivi d'une régénération plus faible mais constante associée soit à des ouvertures créées par le passage de feux non-létaux, soit au caractère naturellement ouvert des peuplements de pins gris des sites xériques. Alors que les populations localisées à l'intérieur des terres montrent des structures d'âges inéquiennes souvent associées à l'abondance des feux non létaux.

2. Introduction

La forêt boréale est contrôlée par les feux de forêts (Rowe et Scotter, 1973; Johnson, 1979; Heinselman, 1981; Wein et Mac Lean, 1983). Après le passage du feu, le pin gris s'établit généralement en peuplements équiens, dont la structure d'âges est constituée d'une seule cohorte. Le pin gris est intolérant aux conditions d'ombre, et il est ensuite remplacé en absence de feux, par des espèces plus tolérantes.

Si le site est maintenu ouvert par un régime de feux comportant des feux non létiaux, il est alors possible que le pin gris puisse constituer des peuplements inéquiens. En effet, à une première cohorte provoquée par un feu, qu'il soit destructeur ou non, peuvent s'ajouter de nouvelles cohortes d'arbres qui se sont établies dans les ouvertures faites par les feux non létiaux.

Pour tester cette hypothèse, des structures d'âges de peuplements de pins gris provenant d'un milieu contrôlé par des feux létiaux seront comparées à des structures d'âges de peuplements de pins gris provenant d'un milieu comportant des feux létiaux et des feux non létiaux. L'historique des feux est en effet reflété dans les structures d'âges (Van Wagner, 1978).

Dans la région du lac Duparquet, les îles et les berges des lacs sont soumises à un régime de feux qui comporte un cycle court de feux non létaux et un cycle plus long de feux destructeurs (Bergeron et Gagnon, 1987). Dans l'unité de paysage terrestre, le régime de feux comporte essentiellement des feux létaux. Ceux-ci caractérisent d'ailleurs la forêt boréale (Rowe et Scotter, 1973; MacLean et Beddell, 1955; Heinselman, 1980).

En plus du lac Duparquet, deux autres lacs ont des îles dont la superficie est suffisante pour permettre l'étude des populations de pins gris. Ces trois lacs (Duparquet, Hébécourt, Bayard) constitueront l'unité de paysage lacustre. Le territoire terrestre adjacent, du côté ouest du lac Duparquet, sera l'unité de paysage terrestre (figure 1).

Par dendrochronologie et en utilisant les cicatrices de feux, on déterminera l'effet du régime de feux sur les structures d'âges des populations de pins gris. Sur les îles et la berge des lacs, les populations de pins gris devraient être inéquiennes, donc avec des structures d'âges à plus d'une cohorte. Et dans l'unité de paysage terrestre, les peuplements devraient être équiens, donc avec des structures d'âges à une seule cohorte.

3. Méthodologie

3.1. Echantillonnage

3.1.1 Echantillonnage de l'unité de paysage terrestre.

L'analyse de photographies aériennes datant de 1968 (échelle 1:15,580 en noir et blanc) permet de localiser les sites de l'unité de paysage terrestre où le pin gris est présent. 337 peuplements ont été localisés et cartographiés à l'échelle de 1:20,000.

Le pin gris est associé aux feux de forêts et sa situation géographique est liée à celle de ces feux. L'échantillonnage de type stratifié (Sherrer, 1984, p.54) permet de mieux couvrir le territoire à l'étude qu'un échantillonnage par tirage au sort, puisque celui-ci aurait favorisé les pins gris occupant les grands aires de feux récents où se trouvent de nombreux peuplements, il ne fallait pas favoriser ces peuplements au détriment de vieux peuplements résiduels et solitaires. Pour tenir compte de la position géographique, 34 parcelles de deux kilomètres carrés ont donc été établies et pour chacune d'entre elles deux populations ont été tirées aléatoirement.

Des 68 peuplements tirés aléatoirement, seulement 32 ont été sélectionnés, les autres ayant été affectés soit par les coupes, soit par le fait que les peuplements, déjà vieux en 1968 (année des photographies aériennes), avaient cédé leur place à des espèces plus tolérantes à l'ombre.

3.1.2 Echantillonnage de l'unité de paysage lacustre.

Les trois lacs qui font l'objet d'analyses plus approfondies sont les lacs Bayard, Hébécourt et Duparquet. Ces lacs ont une superficie importante et comportent un grand nombre d'îles, soit huit pour le lac Bayard, 27 pour le lac Hébécourt, et plus de 170 pour le lac Duparquet.

Pour permettre le choix des stations, les îles et berges de ces lacs ont préalablement été visitées. Les berges ont été subdivisées en parcelles de 100 par 50 mètres (100m le long du rivage et 50 m en profondeur) et la présence de pin gris a été relevée. 20 pour cent des peuplements de pins gris ont été sélectionnés.

Des 47 segments de berges et des 46 îles du lac Duparquet comportant des populations de pins gris, neuf îles et neuf

segments de berges ont été sélectionnés (fig. 2). Au lac Hébé-court, des quatre îles et 15 segments de berges qui comportent du pin gris une île et quatre stations sur la berge ont été sélectionnées (fig. 3). Et au lac Bayard sur les trois îles et dix segments de la berge abritant du pin gris une île et deux segments de berges ont été sélectionnés (fig.4). Au total 26 populations de pins gris ont été échantillonnées dans l'unité de paysage lacustre.

3.2. Données récoltées.

Dans chaque station, la hauteur moyenne des arbres (m), l'exposition ($^{\circ}$), la pente (%), le pourcentage du recouvrement arborescent, le type de dépôt, le drainage, le pourcentage de roccosité et de pierrosité ont été mesurés. Chaque variable a été subdivisée en classes. La liste détaillée de ces classes, de même que les variables écologiques mesurées, est présentée à l'appendice 2.

Chaque station a été classifiée: mésique-hydrique, xérique ou mixte (les stations mésiques-hydriques seront qualifiées de mésiques de façon à alléger le texte). Les conditions de drainage des stations xériques varient de excessif à excessif-bon. Elles

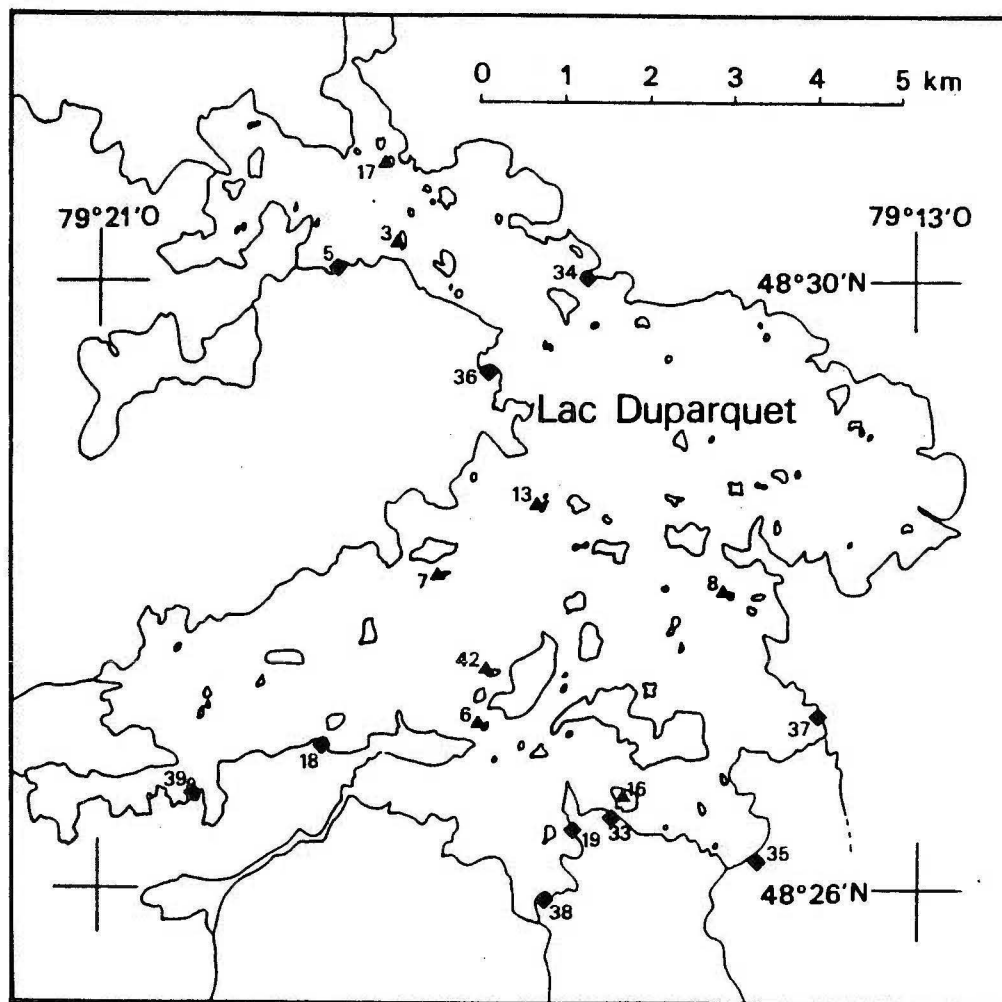


Figure 2. Carte de localisation des stations de l'unité de paysage lacustre situées au lac Duparquet.

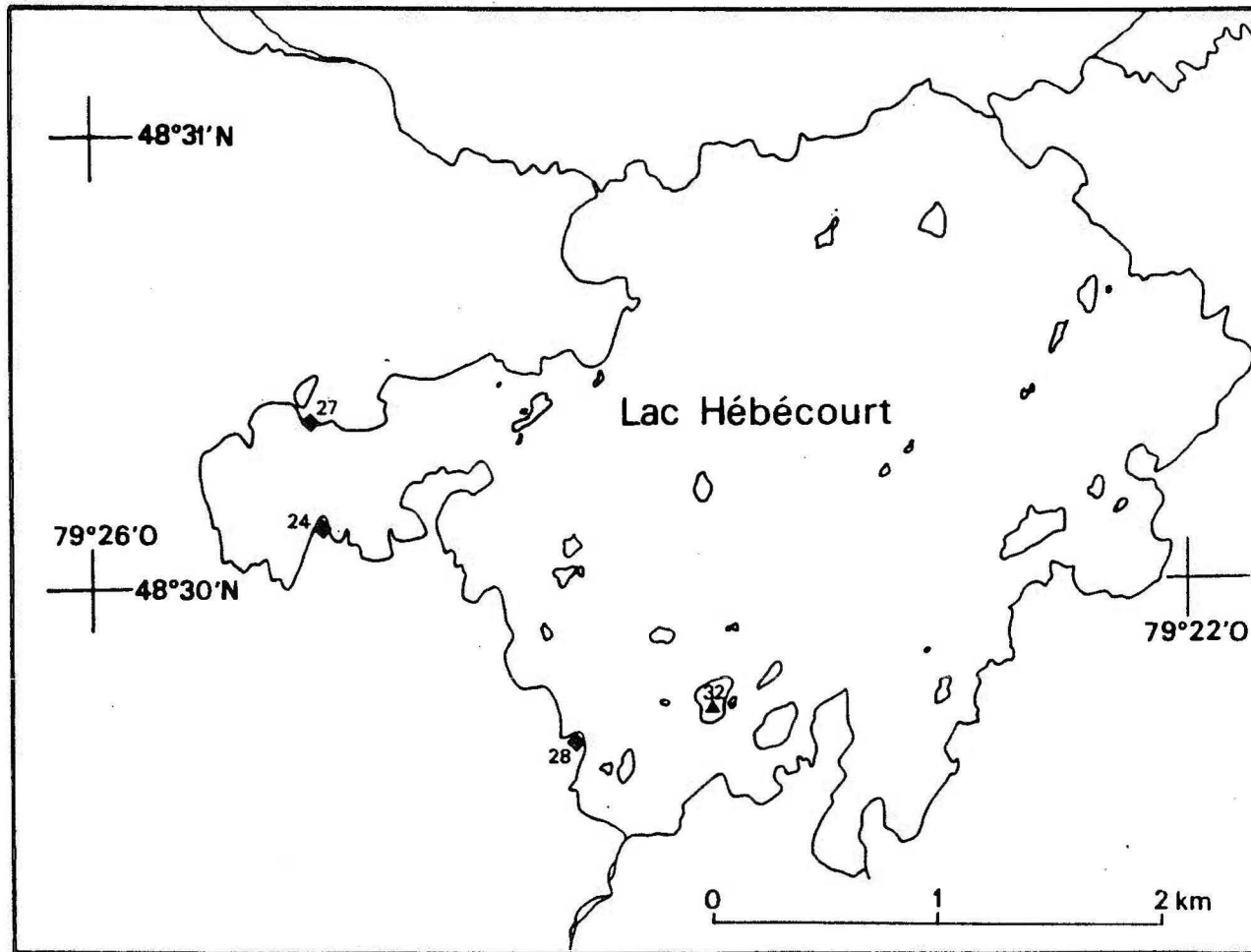


Figure 3. Carte de localisation des stations de l'unité de paysage lacustre situées au lac Hébecourt.

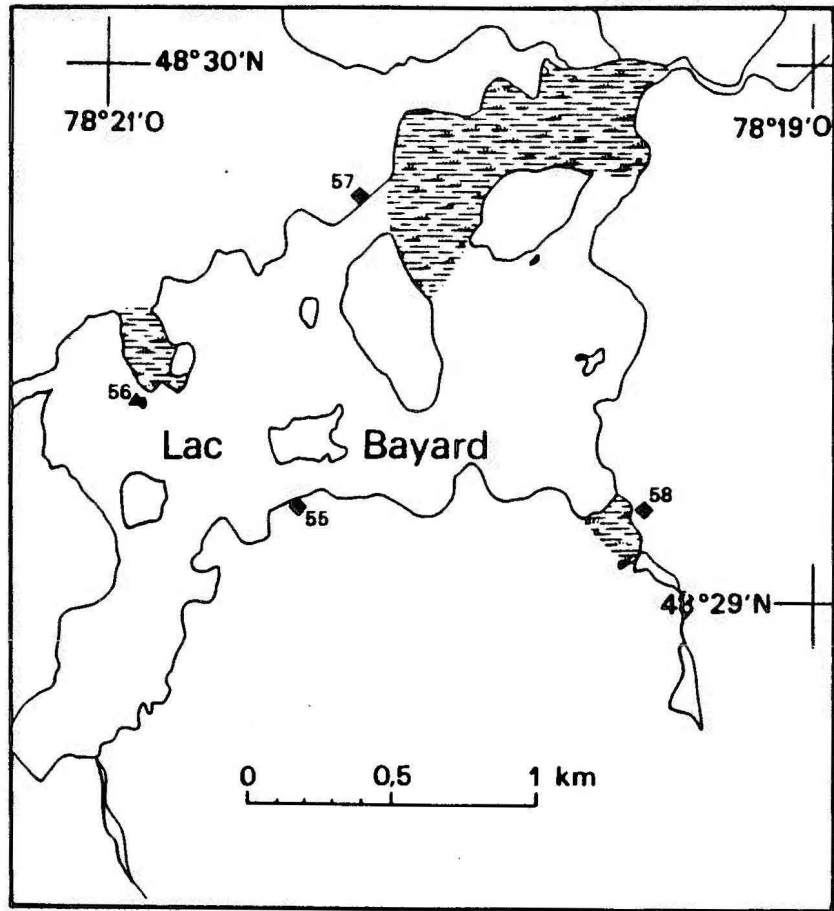


Figure 4. Carte de localisation des stations de l'unité de paysage lacustre situées au lac Bayard.

ont un couvert arborescent inférieur ou égal à 25%, et un pourcentage de roc affleurant supérieur à 50%. Les stations mésiques sont moins rocheuses, plus humides et ont un couvert arborescent plus important. Les stations mixtes sont celles où l'on trouve en alternance et simultanément les conditions environnementales des stations xériques et des stations mésiques (les conditions environnementales de chaque station se trouve à l'appendice 3).

Dans chacune des stations, 20 quadrats localisés systématiquement ont permis d'échantillonner la composition arborescente à l'aide de la méthode des quadrats centrés sur le point (Cottam et Curtis, 1965). L'arbre proximal dont le diamètre était supérieur à 5 centimètres à hauteur de poitrine (DHP) a été mesuré dans quatre quadrants. De plus, les 2 pins gris les plus près du point, indépendamment de leur DHP, ont été carottés à l'aide d'une sonde de Pressler (DHP supérieur à 5cm) ou prélevés (pousses et gaulis), dans le but d'en évaluer l'âge.

Le passage des feux a été analysé à l'aide de cicatrices laissées par les feux sur des pins gris, des cèdres, des pins rouges et, plus rarement, sur des épinettes blanches ou noires. Les traces de charbon dans le sol ont été relevées.

3.3. Méthodes d'analyse.

Les carottes de pins gris ont été sablées et leur âge a été déterminé à l'aide d'une loupe binoculaire. Lorsque le centre de l'arbre (moelle) n'était pas atteint, parce qu'il était pourri ou autre, le nombre de cernes manquants a été évalué grâce à l'angle de courbure des cernes (Arno et Sneek, 1977).

Les cicatrices échantillonnées ont également été sablées permettant de déterminer l'âge des feux. Dans le but de s'assurer de l'exactitude de ces âges certains disques prélevés sur les pins gris ont été interdatés avec une chronologie maîtresse développée dans le cadre de travaux de Dansereau (en préparation).

4. Résultats.

Les structures d'âges des 58 populations de pins gris étudiées peuvent être divisées en structures d'âges **équiennes** (N= 32) et **inéquiennes** (N= 26).

Le terme **équien** désigne ici des populations qui ont une structure d'âges caractérisée par une cohorte principale et par l'absence d'individus dans les décennies subséquentes. Ces populations peuvent exceptionnellement abriter un petit nombre de jeunes arbres (0 à 30 ans). Des populations comportant un nombre restreint d'individus ont également été considérées comme peuplements équiens puisqu'il s'agit essentiellement des derniers survivants d'une population équienne, comme l'indiquent les nombreux troncs d'individus morts.

Quant aux populations dont les structures d'âges sont **inéquiennes**, elles peuvent être issues d'une ou de plusieurs perturbations par le feu. On peut y observer, en plus de la ou des cohortes principales associées aux perturbations, des individus dont la naissance n'est pas liée à des feux destructeurs.

Puisque les conditions des stations affectent la qualité et l'ouverture des sites (Schmidt et Carmean 1988), les conditions trouvées dans chacun des trois types d'habitat (mésique, xérique et mixte) ont été prises en considération pour l'analyse des structures d'âges.

4.1. Structures d'âges équiennes.

Tel qu'on peut le constater au tableau I, 55% des stations étudiées sont équiennes, 24 de celles-ci sont associées à un milieu mésique, 6 à un milieu xérique et 2 à un milieu mixte. (Les données complètes sont présentées à l'appendice 3).

4.1.1. Milieu mésique.

24 stations, soit 75% de l'ensemble des stations mésiques étudiées, ont des structures d'âges équiennes. Les stations 1, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 44, 52, 54, 49 et 53 (Fig. 5 et 6) ont des structures d'âges caractérisées par une cohorte bien groupée dont la forme est habituellement celle d'un "J" renversé (il est à noter que cette forme ne correspond pas à la description traditionnelle du J-renversé, elle correspond ici à des populations où la distribution des classes d'âges est très étroite avec

Tableau I. Présentation pour chaque milieu de la structure d'âges en fonction de l'unité de paysage de même que les résultats de tests de X^2 .

Unité de paysage		TERRE.	LAC.	TOTAL	Test de X^2
<u>MESIQUE</u>	équien	19	5	24	Hautement significatif
	inéquien	1	4*	5	
<u>XERIQUE</u>	équien	1	5	6	Non significatif
	inéquien	5	8	13	
<u>MIXTE</u>	équien	2	0	2	Non significatif
	inéquien	4	4	8	
		32	26	58	

* identifie la case que la statistique de Pearson (X^2_p) désigne comme ayant causé le rejet d'indépendance de l'hypothèse.

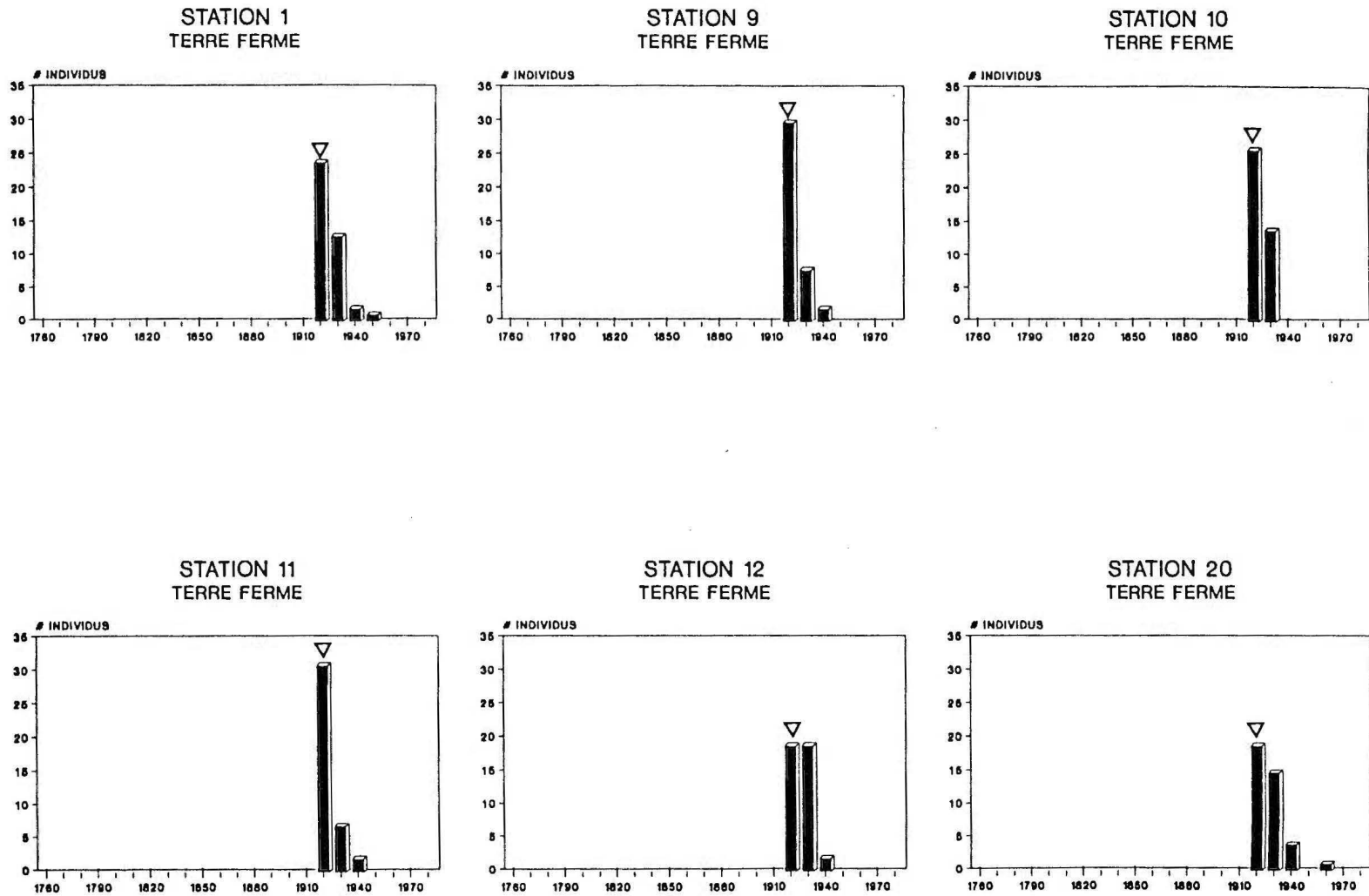
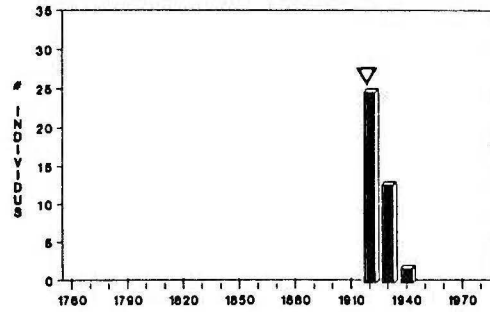
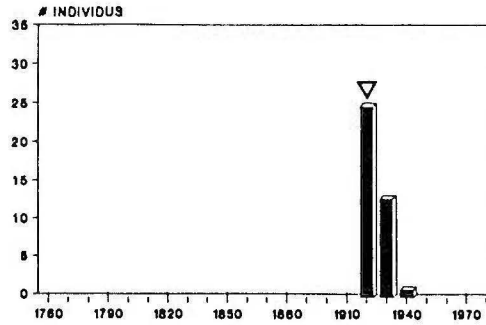


Figure 5. Structures d'âges des populations **équiennes de milieu mésoïque**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▽ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

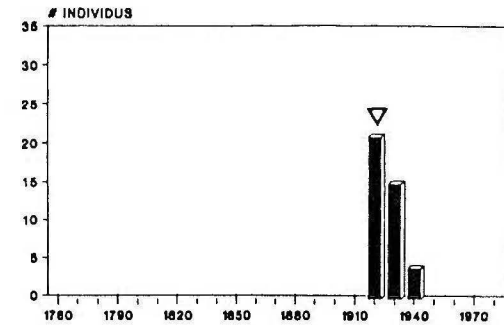
STATION 21
TERRE FERME



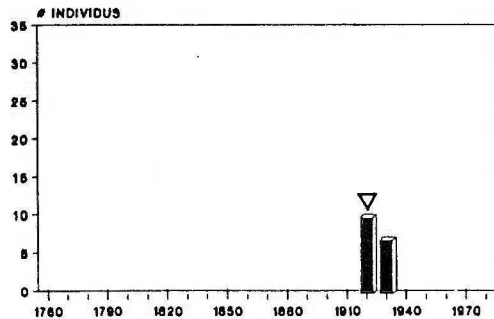
STATION 44
TERRE FERME



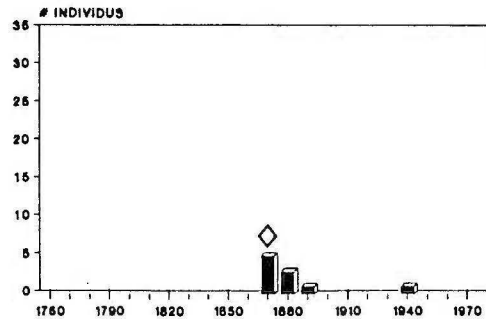
STATION 52
TERRE FERME



STATION 54
TERRE FERME



STATION 49
TERRE FERME



STATION 53
TERRE FERME

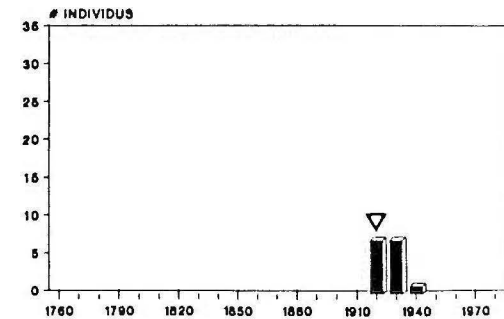


Figure 6. Structures d'âges des populations **équiennes de milieu mésoïque**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ▼ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

la plus forte densité d'individus dans la première décennie après le feu).

La forme pyramidale présente une structure similaire à celle du "J" renversé, à la différence que la décennie suivant celle de la perturbation comporte un plus grand nombre d'individus que celle où s'est produit le feu. Ainsi, les populations des stations 26, 30, 47 et 48 (Fig. 7) ont une cohorte bien groupée de forme pyramidale.

Les autres stations mésiques équiennes comptent un nombre restreint d'individus; les stations 7, 27, 29 et 32 (Fig. 7 et Fig. 8) en comportent un seul, les stations 22 et 37 en comptent 2 et la station 58 en compte 3 (Fig. 8).

La station 43 (Fig. 8) se distingue des autres stations mésiques équiennes par la présence de pousses et gaulis nés depuis 1970. Toutefois l'absence d'individus nés entre 1960 et 1969 et l'allure de la cohorte principale qui forme un "J" renversé, typique des stations mésiques équiennes, fait en sorte qu'elle est considérée parmi ce groupe. Ce type de courbe est également trouvé pour les structures d'âges de populations xériques équiennes.

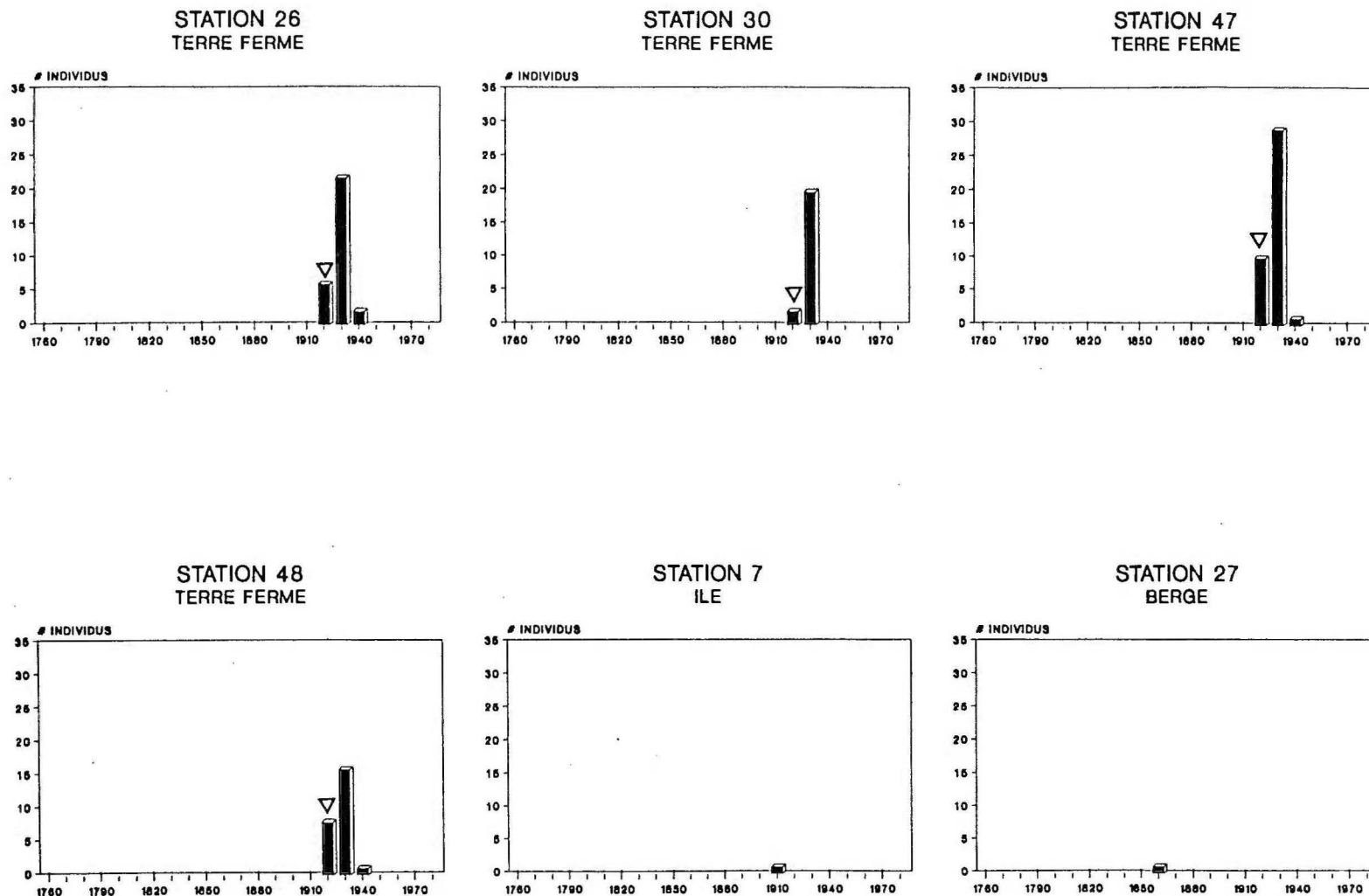


Figure 7. Structures d'âges des populations **équiennes de milieu mésoïque**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

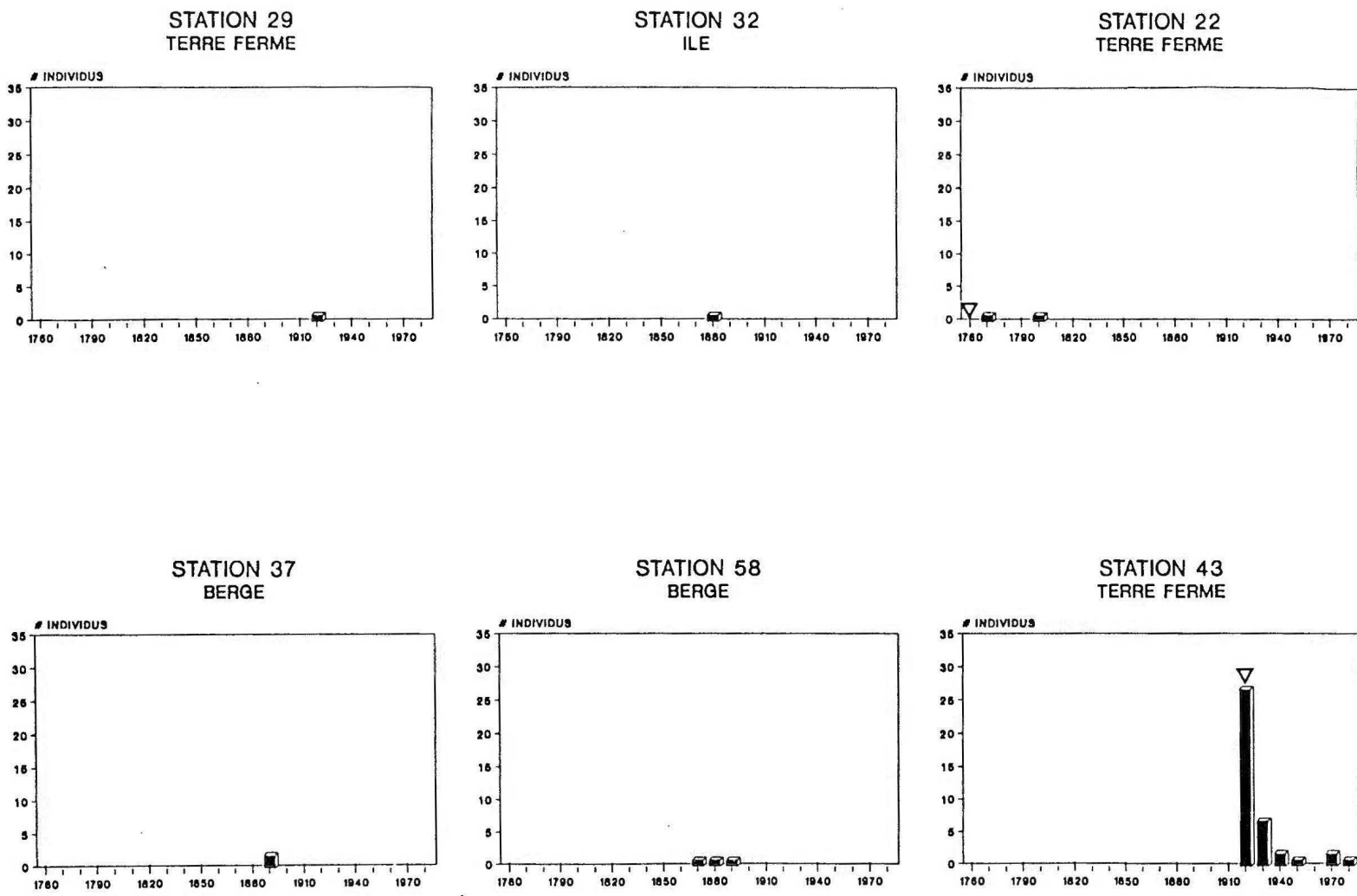


Figure 8. Structures d'âges des populations équiennes de milieu **mésique**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

4.1.2. Milieu xérique.

De l'ensemble des stations xériques, 32% ont des populations de pins gris dont la structure d'âges est équiennne (N=6). De ces stations, deux (les stations 2 et 19, Fig. 9) ont des structures d'âges composées d'un "J" renversé auxquelles se sont ajoutés de jeunes individus nés depuis 1970. Comme l'indique la présence d'individus morts debout dans ces stations, ces derniers subissent un "self-thinning" important.

Les stations 17, 18, 33 et 35 comptent un nombre restreint d'individus (fig. 9).

4.1.3. Milieu mixte.

Les deux stations terrestres qui sont mixtes et équiennes ont des structures d'âges distinctes; une structure d'âges en "J" renversé pour la station 4, et une structure d'âges constituée de quelques pins gris issus d'un feu de 1760 pour la station 45. Ces deux populations n'ont pas de régénération (Fig. 10).

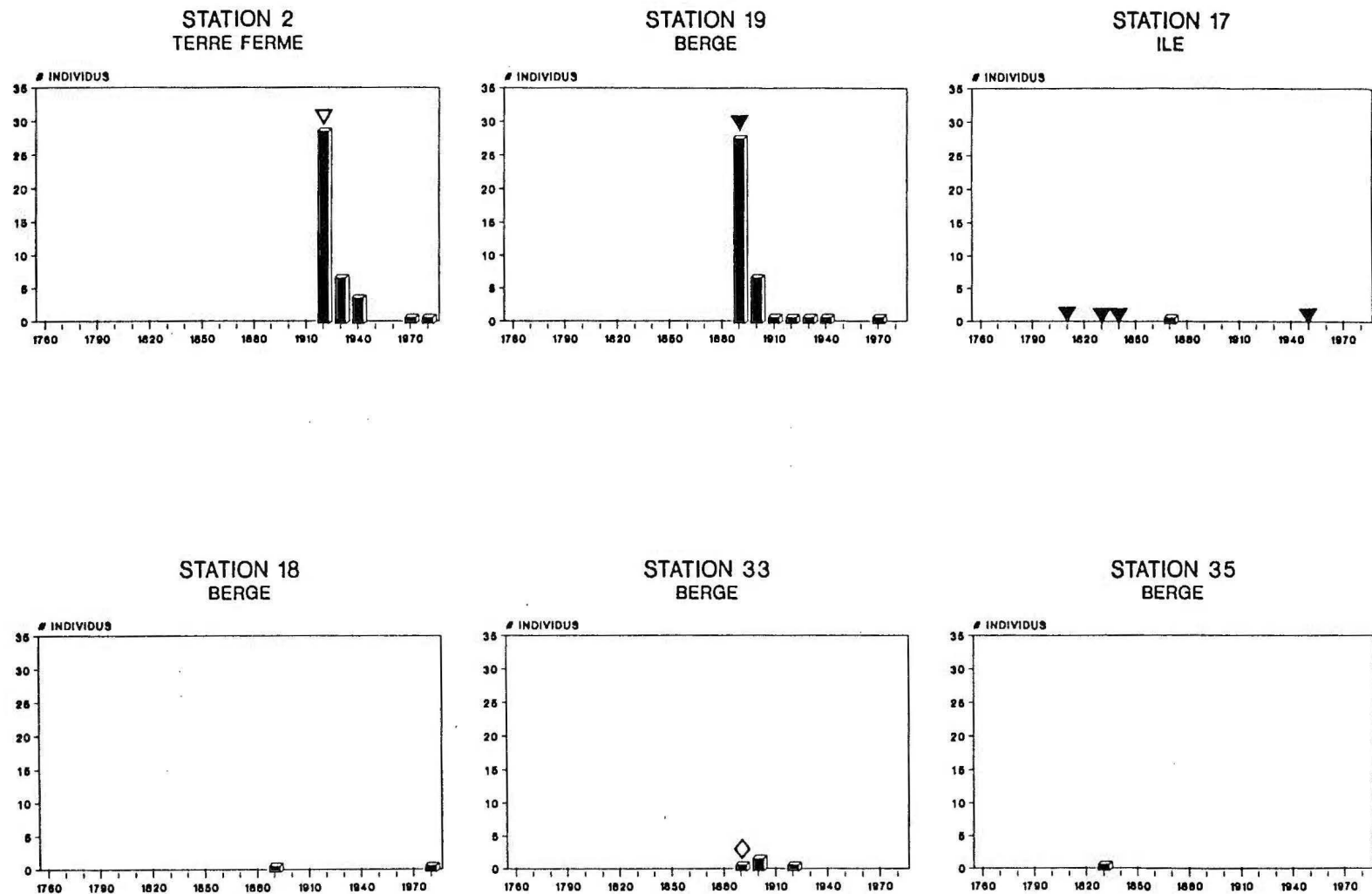


Figure 9. Structures d'âges des populations **équiennes de milieu xérique**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

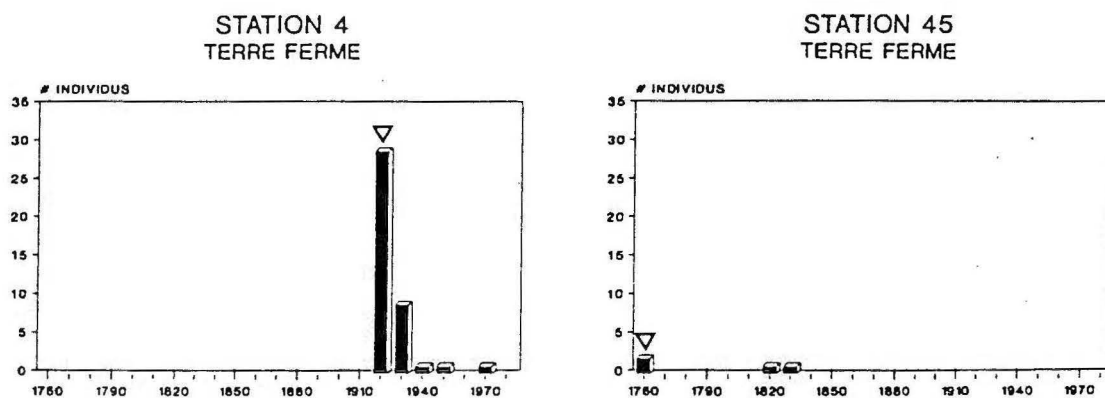


Figure 10. Structures d'âges des populations **équiennes de milieu mixte**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

4.2. Structures d'âges inéquiennes.

Le caractère inéquien des structures d'âges des populations de pins gris est causé soit par des cohortes successives dues à des feux non létaux, soit par la présence d'une régénération établie après feu sur plusieurs décennies ou par la présence d'individus dont la naissance n'est associée ni à des cohortes ni à des régénérations massives.

Les structures d'âges résultantes ont donc des cohortes successives et/ou une régénération qui n'est pas liée à l'occurrence des perturbations par le feu.

4.2.1. Milieu mésique.

Vingt-cinq pour cent des populations de pin gris étudiées en milieu mésique ont des structures d'âges inéquiennes.

La population de la station 16 (Fig. 11) comporte de nombreux individus nés durant les 20 dernières années mais ce qui caractérise cette population c'est l'établissement de pins gris qui ne sont pas associés à des cohortes, et cela malgré le fait que cette population ait subi au moins 4 perturbations non létales.

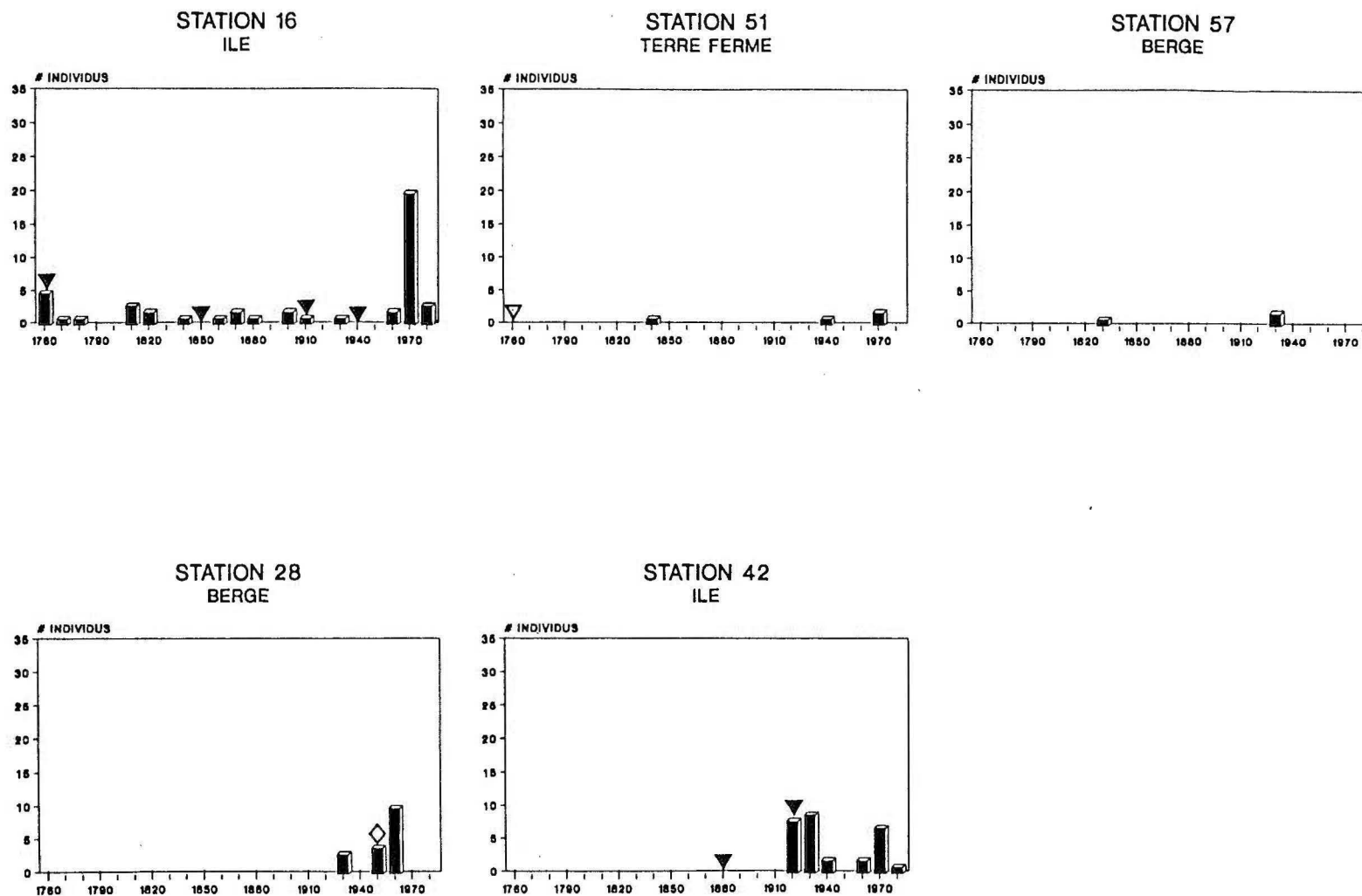


Figure 11. Structures d'âges des populations **inéquiennes de milieu mésique**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

Les stations 51 et 57 (Fig. 11) comptent peu d'individus et leur naissance n'est associée à aucune cohorte. Les 2 autres structures d'âges ont une cohorte principale et une régénération, qui sans être massive, reste importante (28 et 42, fig. 11).

En milieu mésique, pour les populations des deux unités de paysage, seule la population 28 aurait une cohorte associée à des feux non létaux.

4.2.2. Milieu xérique.

68% des populations de pins gris observées sur sites xériques sont inéquiennes (N=13).

Les populations des stations 8, 34 et 40 (fig. 12) ont des structures d'âges inéquiennes caractérisées par la présence de plus d'une cohorte de pins gris.

Les stations 5, 15, 39, 46, 55 et 56 (fig. 12 et 13) comportent un nombre restreint d'individus et ceux-ci ne sont pas groupés en cohorte. Les populations des stations 5, 45 et 49

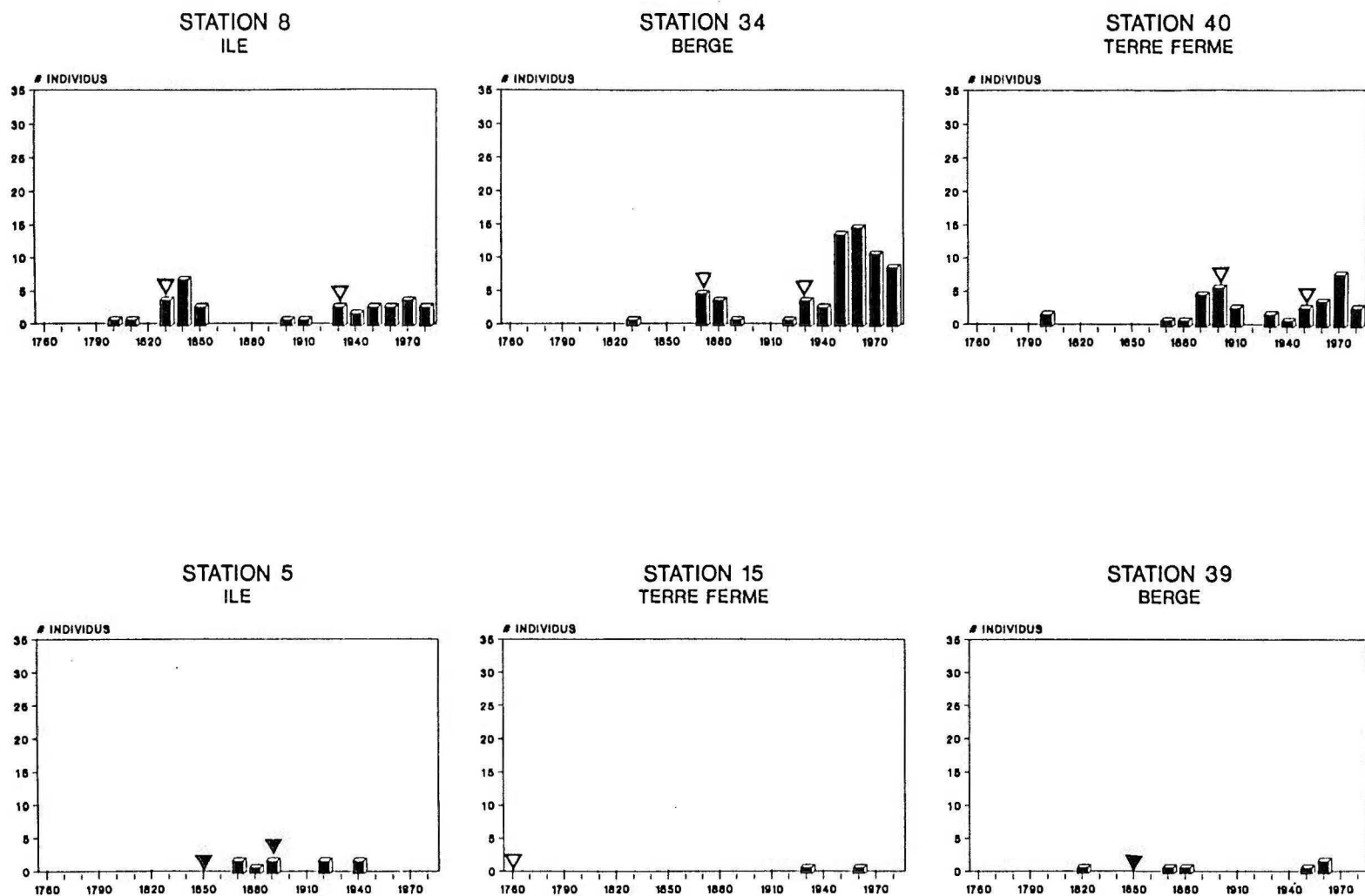


Figure 12. Structures d'âges des populations **inéquiennes de milieu xérique**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

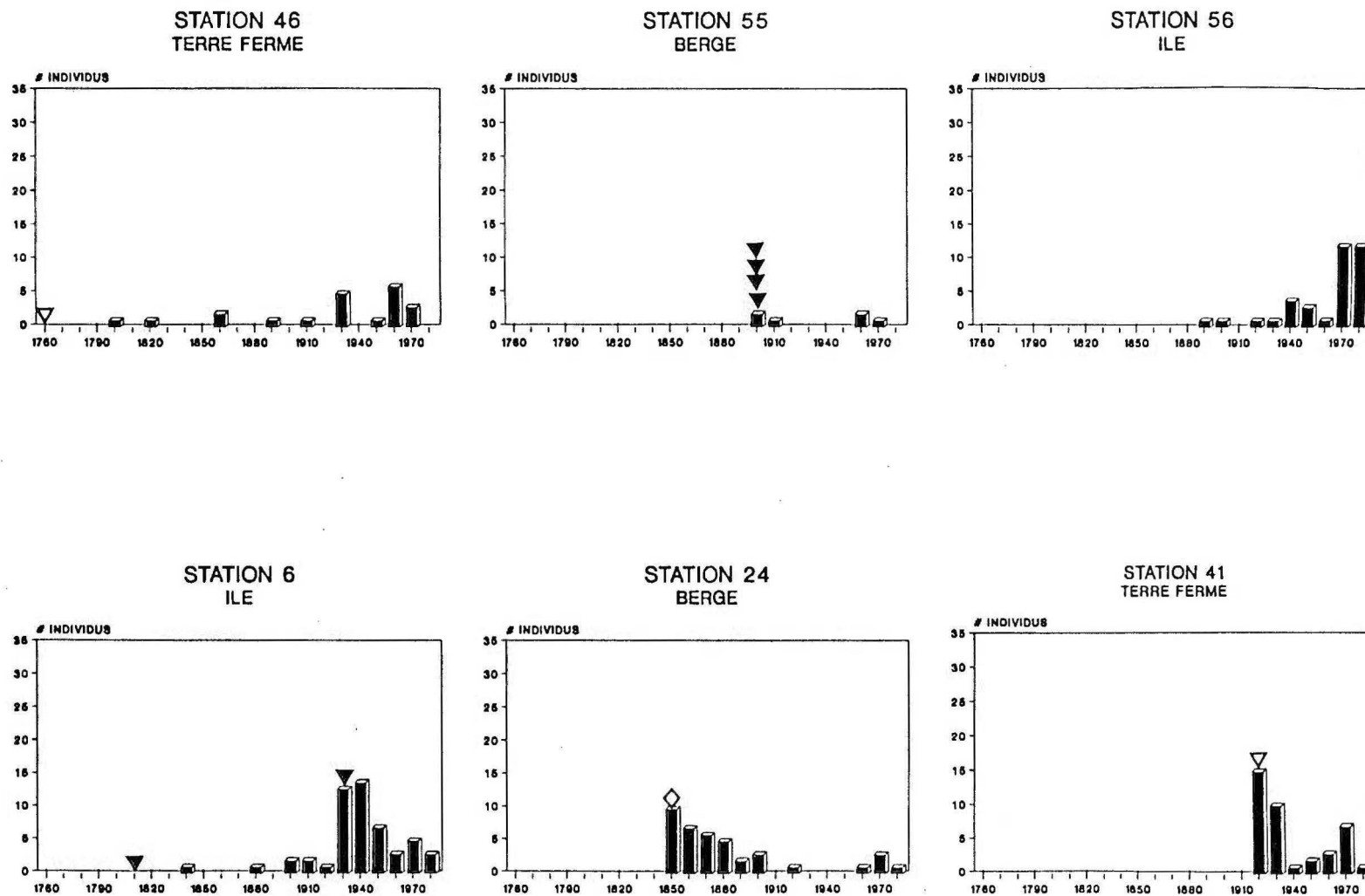


Figure 13. Structures d'âges des populations inéquiennes de milieu xérique. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

comprennent des cicatrices de feux non létaux. Ces perturbations n'ont toutefois pas initié l'établissement de pins gris.

Les structures d'âges des stations 6, 24 et 41 comportent une cohorte principale ainsi que des individus dont la présence n'est pas associée à la perturbation qui a causé la cohorte (figures 13 et 14).

La structure d'âges de la station 50 (Fig.14) comporte deux cohortes, mais contrairement aux stations 8, 34 et 40 (fig. 12) il n'y a pas d'individus nés entre les cohortes.

Donc en milieu xérique sept stations sur 13 ont un régime de perturbations comportant des feux non létaux, et pour cinq d'entre elles - trois lacustres et deux terrestres - des cohortes ont été constituées suite à ces perturbations non létales.

4.2.3. Milieu mixte.

Toutes les populations inéquiennes de milieu mixte se caractérisent par la présence d'au moins une cohorte. Les stations 13, 14, 25, 31, 36 et 38 en ont une, alors que la station 3 en a 4 (figures 15 et 16). Pour toutes ces stations,

STATION 50
TERRE FERME

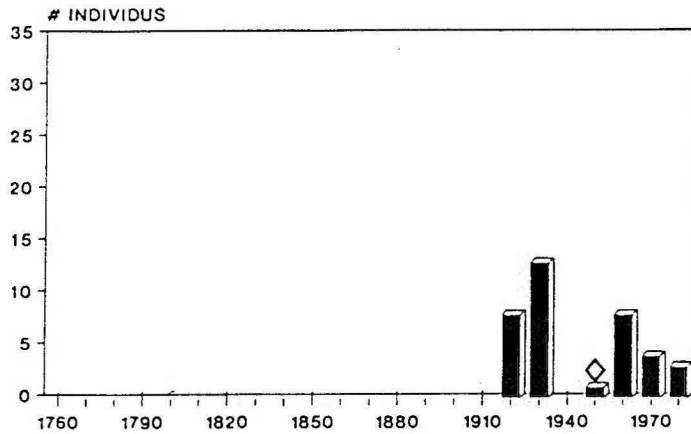


Figure 14. Structures d'âges des populations **inéquiennes de milieu xérique**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◊ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

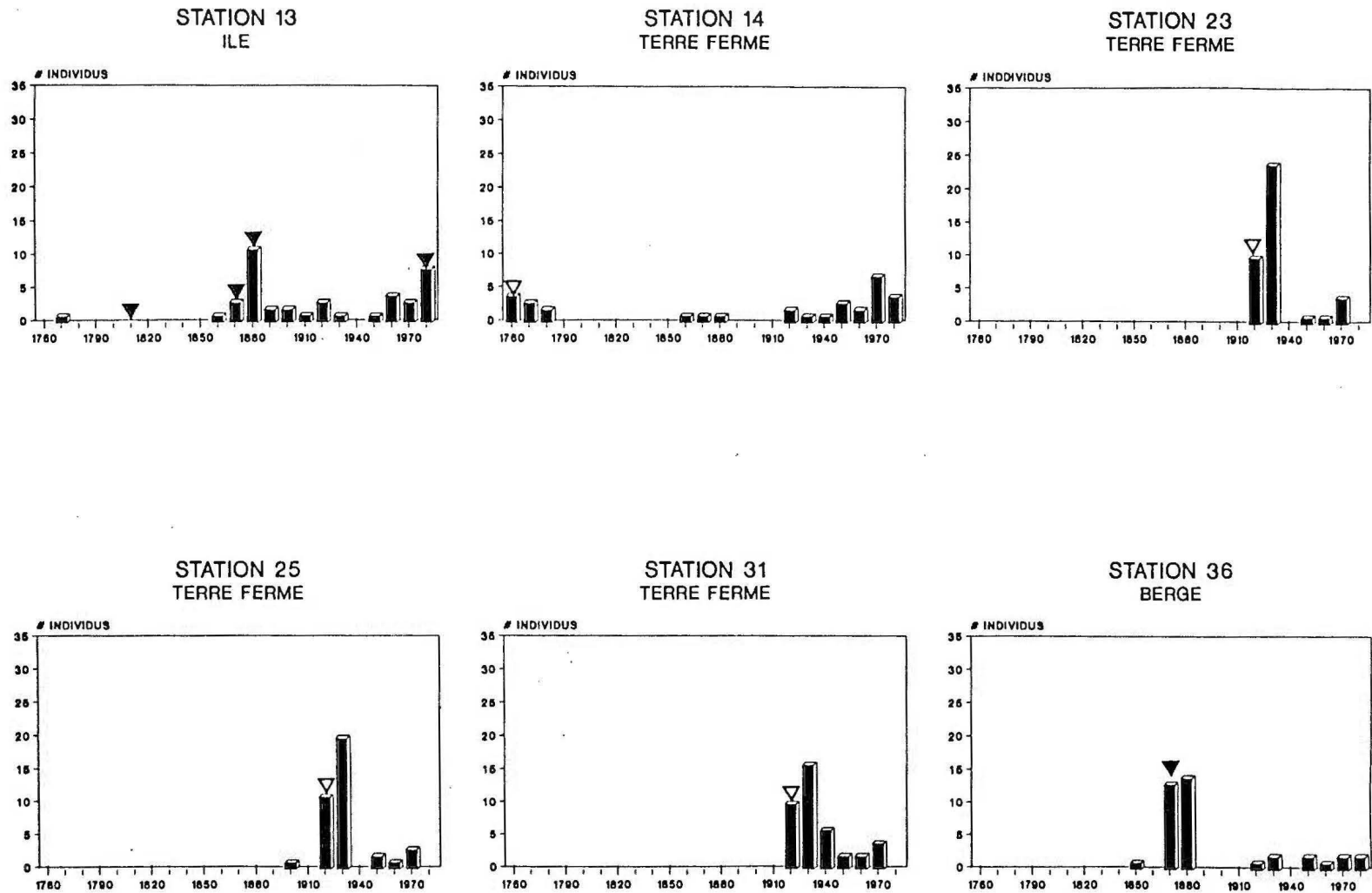


Figure 15. Structures d'âges des populations **inéquiennes de milieu mixte**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

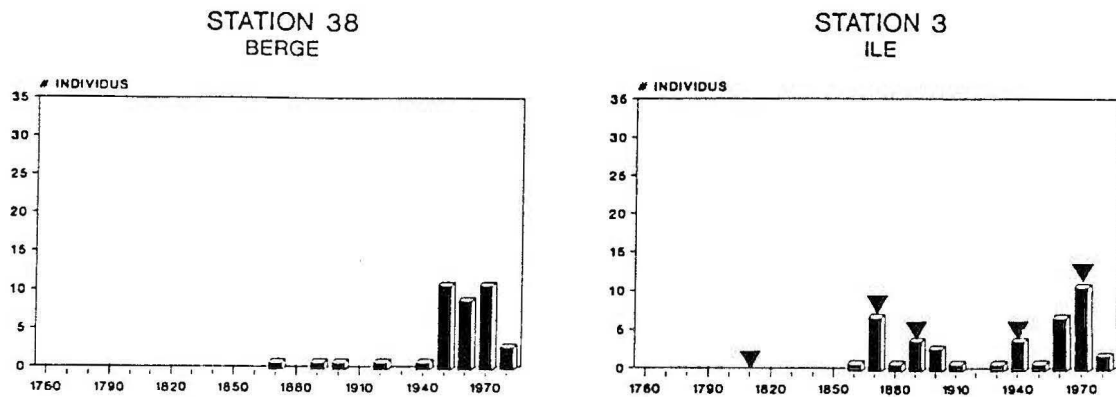


Figure 16. Structures d'âges des populations **inéquiennes de milieu mixte**. Les classes d'âges sont de 10 ans, les feux sont identifiés à l'aide d'un ▼ lorsqu'une cicatrice a été trouvée à l'intérieur de la station, à l'aide d'un ▽ lorsqu'un feu est connu pour la région immédiate à cette station, et à l'aide de ◇ lorsqu'il y a une cohorte importante et bien groupée sur la structure d'âges.

qu'elles soient terrestres ou lacustres, il existe des pins gris dont la naissance n'est pas liée aux cohortes. Pour quatre de ces populations des cohortes sont issues de perturbations non létales.

4.3. Unité de paysage, structures d'âges et perturbation.

Des tests de X^2 , réalisés sur les données de structure d'âges (équienne ou inéquienne) et le type d'habitat (mésique, xérique ou mixte) ont montré que l'hypothèse d'indépendance avec le milieu (lacustre ou terrestre) est rejetée dans le cas des stations mésiques, mais est acceptée dans le cas des stations xériques et mixtes. Dans les stations mésiques, le nombre de stations inéquiennes lacustres est plus élevé qu'attendu et provoque le rejet de l'hypothèse d'indépendance (voir tableau I).

Des 32 stations équiennes, 31 sont issues d'un unique feu de type destructeur. Seule la station 17, une île, porte les traces de plus d'un feu; quatre cicatrices distinctes y indiquent le passage de feux non létaux. La présence d'un seul individu peut s'expliquer par le fait qu'il ne porte aucun cône, donc bien que le milieu ait été propice à la régénération en pins

gris, il n'y avait pas de source de graines. C'est pourquoi malgré l'occurrence de feux non létaux cette station est équiennne.

Les autres populations lacustres comptent à une exception près, un nombre restreint d'individus (entre 1 et 4) et sont issues de perturbations datant de 1810 à 1913. Seule la station 19, une portion de berge, a une structure d'âges qui forme un "J" renversé.

Parmi les stations équiennes xériques terrestres, 15 ont une structure d'âges formant un J renversé. 13 de celles-ci datent du feu de 1923, une autre du feu de 1870 et une dernière du feu de 1760. Les quatre structures d'âges pyramidales sont terrestres et proviennent des stations les plus humides: sans affleurement rocheux et avec un drainage moyen à mauvais. Les trois autres populations terrestres comportent un faible nombre d'individus (entre 1 et 4) et sont issues des feux de 1760 pour une station et de 1923 pour les 2 autres.

Les populations inéquiennes de pins gris sont issues d'une combinaison de feux létaux et de régénération en absence de perturbation dans 50% des cas (N=13), et d'une association de

feux létaux et non létaux avec une régénération en absence de perturbation dans 50% des cas (N=13).

Parmi les 13 populations qui sont soumises à un régime comportant des feux non létaux et des feux létaux, trois (stations 5, 16 et 39) ont des feux non létaux non efficaces; c'est-à-dire des feux qui n'ont pas permis l'établissement de pins gris. Le caractère inéquien des structures d'âges de ces peuplements est donc dû à de la régénération non associée aux perturbations. Les individus les plus vieux de ces peuplements sont de 1760 (station 16), 1876 (station 5) et 1825 (station 39). Des feux non létaux survenus après ces dates, dans chacune de ces stations, n'ont pas initiés de cohortes. Ces trois populations sont lacustres.

Les dix autres populations qui ont un régime comportant des feux létaux et des feux non létaux ont leurs individus les plus vieux nés de 1760 à 1800 (trois cas), de 1800 à 1840 (trois cas), de 1840 à 1880 (un cas) de 1880 à 1920 (deux cas) et en 1923 dans un cas. Parmi ces dix populations, quatre ont une cohorte importante causée par le passage d'un feu non létaux, trois en ont deux, et une, la station 3, en a quatre.

Quatre des stations sont de l'unité de paysage terrestre, les six autres sont lacustres.

Les 13 peuplements qui ont des structures d'âges inéquiennes, et qui ne portent pas les traces de perturbations non létales sont de 1760-1800 (quatre cas), de 1800-1840 (un cas), de 1840-1880 (deux cas), de 1880-1920 (un cas) et de 1923 dans cinq cas. Cinq de ces populations sont lacustres, les huit autres sont terrestres.

5. Discussion.

Les variations dans les structures d'âges des populations de pins gris étudiées sont fonction des conditions du milieu et des différences dans les régimes de feux. En effet, il y a plus de stations équiennes en milieu mésique que xérique, et cela même pour un régime de feux semblable. Les régimes de feux varient en fonction du milieu (mésique, xérique, mixte), et en de l'unité de paysage.

Des feux létaux sont à l'origine de l'ensemble des populations de pins gris. En milieu mésique les feux destructeurs contrôlent les populations. En effet, parmi les 24 peuplements équiens de pins gris, 13 forment un "j" renversé, quatre ont une forme pyramidale et les sept autres sont constitués d'un nombre restreint d'individus. Pour se perpétuer dans ces populations le pin gris a besoin d'un feu. Si l'intervalle entre les feux destructeurs devient trop grand, le pin gris sera éliminé de ces sites.

Cinq populations inéquiennes de pins gris en milieu mésique ont été étudiées, ces populations bénéficieraient du passage d'un feu destructeur, toutefois ces cinq peuplements ont des individus dont la naissance n'est pas associée aux perturbations; c'est ce

qui leur permet de subsister avec un intervalle entre les feux plus grand que chez les populations mésiques équiennes. Des feux non létaux sont présents dans une de ces stations (la station 16), et peuvent également accroître l'intervalle entre les feux destructeurs sans qu'il y ait risque d'élimination pour le pin gris.

Règle générale, en milieu mésiq ue le pin gris a besoin de feux destructeurs à intervalles réguliers pour le maintien de ses populations. Ces feux ne doivent pas être trop rapprochés pour permettre la formation des cônes sérotineux; et l'intervalle ne doit pas être trop grand pour qu'il reste des individus porteurs de cônes. L'intervalle devrait donc être supérieur à une trentaine d'années et inférieur à 230 ans (longévité maximale observée au sud de la forêt boréale pour un pin gris).

Des six populations équiennes de milieu xérique, deux forment un "J" renversé, alors que les quatre autres comportent un nombre restreint d'individus. Tout comme pour les 24 stations mésiques équiennes, ces populations nécessitent le passage de feux destructeurs à intervalles réguliers pour se perpétuer.

Les populations inéquiennes xériques se distinguent des stations équiennes xériques par la présence de régénération en

absence de perturbation dans six cas, et par un régime de feux comportant des feux non létaux dans sept cas. Parmi ces sept populations deux ont des feux non létaux qui, pour l'instant, se sont avérés inefficaces. Il est à prévoir que le pin gris pourra se maintenir dans les stations où le régime de feux comporte des feux non létaux, même s'il y a une absence prolongée de feux létaux. Cependant chez les peuplements où il y a de la régénération non associée à une perturbation l'intervalle entre les feux destructeurs est prolongé.

Les populations de pins gris en milieu xérique ont donc besoin des feux destructeurs, tout comme les populations de milieu mésique, mais elles ne sont pas entièrement contrôlées par ce type de feu, puisque, dans 68% des situations observées, la régénération en absence de perturbation, et l'action des feux non létaux permet aux peuplements de pins gris de se maintenir même si l'intervalle entre les feux destructeurs est très élevé.

Des 10 populations provenant d'un milieu mixte, deux sont équiennes, et huit sont inéquiennes; de celles-ci, trois ont une régénération non associée à des perturbations et les cinq autres ont un régime de feux qui comporte des feux non létaux. En milieu mixte, les feux destructeurs permettent le maintien des populations, mais l'occurrence de feux non létaux et d'une régénération en absence de perturbation, permet à la majorité de ces popula-

tions d'avoir de longs intervalles entre les feux létaux, sans qu'il y ait danger d'extinction pour les pins gris. Les deux peuplements équiens de milieu mixte, sont terrestres, et leur maintien nécessite un intervalle entre les feux destructeurs équivalent à celui qui est nécessaire pour le maintien des populations de pin gris du milieu mésique.

Les peuplements de pin gris ont besoin de feux létaux pour leur maintien. La présence de régénération en absence de perturbation permet un intervalle plus grand entre les feux destructeurs, toutefois à la fermeture du milieu, la régénération n'est plus possible, et le feu létaux doit alors survenir pour permettre la subsistance du pin gris. Les feux non létaux permettent, en ouvrant le milieu, de perpétuer le pin gris et, dans certaines conditions, de rendre les populations indépendantes des feux létaux. C'est le cas, par exemple de la station 3 (fig. 16).

Le régime de feux est, selon l'hypothèse présentée en introduction, lié à l'unité de paysage: lacustre pour un régime comportant des feux létaux et des feux non létaux, et terrestre pour un régime de feux de type létaux. Toutefois, tel qu'il est possible de le constater au tableau I, cette hypothèse est

confirmée pour les stations de milieu mésique mais n'est pas vérifiée pour les stations de milieu xérique ou mixte.

Parmi les 32 stations terrestres, seulement quatre (12%) ont un régime de feux comportant des feux non létaux, il s'agit de peuplements de milieu xérique (deux) et de milieu mixte (deux). Neuf stations lacustres sur 26 (35%), provenant des milieux mésique (un), xérique (5) et mixte (3), ont un régime de feux comportant des feux létaux et non létaux.

Statistiquement, le nombre élevé de stations inéquiennes de milieu mésique de l'unité de paysage lacustre a permis d'établir qu'il y avait dépendance entre le type de structures d'âges et l'unité de paysage (Tableau I). Les coefficients d'incertitude calculés à l'aide du logiciel SAS indiquent que pour les populations de milieu mésique, connaître l'unité de paysage permet de mieux prédire le type de structure d'âges que l'inverse, soit prédire l'unité de paysage à partir de la structure d'âges.

Tel qu'attendu, les populations de l'unité de paysage terrestre sont largement associées à des perturbations majeures couvrant de larges étendues. Ainsi 23 stations sont associées à la perturbation de 1923; six à celle de 1760, une à celle de

1876. Les plus vieux individus des deux autres stations datent l'un de 1806, et l'autre de 1900.

En unité de paysage lacustre, les perturbations sont locales, et comme il a été possible d'en juger à la section "résultats", les populations sont issues de divers feux et les feux non létaux ont des dates non corrélables entre elles, il s'agit d'une conclusion similaire à celle de Bergeron et Gagnon (1987). Ces résultats confirment la complexité des feux aux lacs Duparquet, Hébécourt et Bayard.

Les feux destructeurs en milieu xérique ou mixte causent des peuplements équiens de pins gris qui, par régénération en absence de perturbation, peuvent devenir inéquiens et peuvent éventuellement servir de refuge au pin gris dans l'éventualité de conditions climatiques non favorables aux feux. Les études palynologiques dans la région du lac Abitibi ont démontré que le pin gris est dominant dans les habitats xériques depuis l'époque post-glaciaire (Richard, 1980). Le décapage par les glaces printanières en milieu lacustre permet l'ouverture du milieu, ce qui facilite la régénération en absence de perturbation.

CHAPITRE 2

SUCCESSION ARBORESCENTE APRÈS FEU DANS LES PEUPELEMENTS DE PINS GRIS.

1. Résumé.

Des analyses d'ordination et de classification ont permis de mettre en évidence les relations entre le régime hydrique, le stade successional et la composition arborescente observée dans les populations de pins gris. Les peuplements de pins gris s'installent directement après feu et sont graduellement remplacés, en milieu mésique par des peuplements de sapins et de bouleaux blancs. En milieu xérique, le processus successional est moins rapide et les peuplements de pins gris évoluent plutôt vers des peuplements dominés par l'épinette noire. Les peuplements situés sur les îles et la berge des lacs comportent significativement beaucoup plus d'individus de cèdre, probablement à cause de la présence de feux d'intensité plus faible et de plus petite superficie.

Les structures d'âges, de même que la composition arborescente, dénotent clairement l'influence des deux régimes de feux sur les populations de pins gris. Alors qu'à l'intérieur des terres les populations de pins gris sont transitoires, sur les îles et la berge des lacs, les feux non ltaux permettent aux pins gris de persister et de côtoyer les espèces plus tolérantes à l'ombre qui n'ont pas été éliminées par les feux.

2. Introduction.

La forêt boréale est contrôlée par les feux. Ceux-ci créent une mosaïque végétale, où chaque parcelle représente un stade successional plus ou moins avancé (Heinselman, 1978, 1980, 1981; Rowe et Scotter, 1973; Kilgore, 1973; White, 1979). La récurrence du feu est telle qu'il n'arrive qu'exceptionnellement qu'une zone en soit épargnée pendant longtemps.

Le pin gris est une espèce de début de succession après feu et les successions végétales associées ont été l'objet de nombreuses études (Abrams, 1984; Abrams et al., 1985; Abrams et Dickmann, 1984; Carroll et Bliss, 1982; Purchase et La Roi, 1982; Quintillo et al., 1977; Day et Woods, 1977, Noble et al., 1977, Burgess et Methven, 1977; Rudolph, 1958). Toutefois, ces études impliquaient souvent des populations issues d'un petit nombre de feux et le régime de feux n'était pas considéré.

La région étudiée ici comprend les îles et berges du lac Duparquet qui subissent un régime de feux qui comprend un cycle court de feux non létaux et un cycle plus long de feux destructeurs (Bergeron et Gagnon, 1987) elle comprend également l'unité de paysage terrestre qui est trouvée à l'ouest du lac Duparquet et qui est contrôlée par des feux destructeurs caractéristiques

de la forêt boréale (Rowe et Scotter, 1973; MacLean et Beddell, 1955; Heinselman, 1980).

En unité de paysage terrestre, le remplacement du pin gris devrait se produire différemment et plus rapidement qu'en unité de paysage lacustre. Alors que le pin gris s'établit seul ou avec d'autres espèces pionnières après les feux létaux, les feux non létaux permettent l'ouverture des sites, sans pour autant qu'il y ait une complète élimination des individus présents avant le feu. Ainsi, des espèces tolérantes à l'ombre peuvent côtoyer les pins gris dès le début de la succession.

Afin d'éviter les changements de composition arborescente liés aux variations des conditions abiotiques, les populations sélectionnées seront réparties en **milieu mésique** et en **milieu xérique**. Le seul gradient observé devrait par conséquent être le gradient temporel. Pour analyser les données végétales ainsi recueillies, des ordinations de stations et des ordinations avec les classes de diamètre des espèces arborescentes devraient permettre d'établir les différentes voies successionales dans les peuplements de pins gris situés au sud de la forêt boréale.

3. Méthodologie.

3.1. Echantillonnage

3.1.1. Echantillonnage de l'unité de paysage terrestre.

L'analyse de photographies aériennes datant de 1968 (échelle 1:15,580 en noir et blanc) permet de localiser les sites de l'unité de paysage terrestre où le pin gris est présent. 337 peuplements ont été localisés et cartographiés à l'échelle de 1:20,000.

Le pin gris est associé aux feux de forêts et sa situation géographique est liée à celle de ces feux. L'échantillonnage de type stratifié (Sherrer, 1984, p.54) permet de mieux couvrir le territoire à l'étude qu'un échantillonnage par tirage au sort, puisque celui-ci aurait favorisé les pins gris occupant les grands aires de feux récents où se trouvent de nombreux peuplements, il ne fallait pas favoriser ces peuplements au détriment de vieux peuplements résiduels et solitaires. Pour tenir compte de la position géographique, 34 parcelles de deux kilomètres carrés ont donc été établies et pour chacune d'entre elles deux populations ont été tirées aléatoirement.

Des 68 peuplements tirés aléatoirement, seulement 32 ont été sélectionnés, les autres ayant été affectés soit par les coupes, soit par le fait que les peuplements, déjà vieux en 1968 (année des photographies aériennes), avaient cédé leur place à des espèces plus tolérantes à l'ombre.

3.1.2. Echantillonnage de l'unité de paysage lacustre.

Les trois lacs qui font l'objet d'analyses plus approfondies sont les lacs Bayard, Hébécourt et Duparquet. Ces lacs ont une superficie importante et comportent un grand nombre d'îles, soit huit pour le lac Bayard, 27 pour le lac Hébécourt, et plus de 170 pour le lac Duparquet.

Pour permettre le choix des stations, les îles et berges de ces lacs ont préalablement été visitées. Les berges ont été subdivisées en parcelles de 100 par 50 mètres (100m le long du rivage et 50 m en profondeur) et la présence de pin gris a été relevée. 20 pour cent des peuplements de pins gris ont été sélectionnés.

Des 47 segments de berges et des 46 îles du lac Duparquet comportant des populations de pins gris, neuf îles et neuf

segments de berges ont été sélectionnés (fig. 2). Au lac Hébé-court, des quatre îles et 15 segments de berges qui comportent du pin gris une île et quatre stations sur la berge ont été sélectionnées (fig. 3). Et au lac Bayard sur les trois îles et dix segments de la berge abritant du pin gris une île et deux segments de berges ont été sélectionnés (fig.4). Au total 26 populations de pins gris ont été échantillonnées dans l'unité de paysage lacustre.

3.2. Données récoltées.

Dans chaque station, la hauteur moyenne des arbres (m), l'exposition ($^{\circ}$), la pente (%), le pourcentage du recouvrement arborescent, le type de dépôt, le drainage, le pourcentage de roccosité et de pierrosité ont été mesurés. Chaque variable a été subdivisée en classes. La liste détaillée de ces classes, de même que les variables écologiques mesurées, est présentée à l'appendice 2.

Chaque station a été classifiée: mésique - hydrique, xérique ou mixte (les stations mésiques - hydriques seront qualifiées de mésiques de façon à alléger le texte). Les conditions de drainage des stations xériques varient de excessif

à excessif-bon, elles ont un couvert arborescent inférieur ou égal à 25%, et un pourcentage de roc affleurant supérieur à 50%. Les stations mésiques sont moins rocheuses, plus humides et ont un couvert arborescent plus important. Les stations mixtes sont celles où l'on trouve en alternance et à la fois les conditions environnementales des stations xériques et des stations mésiques (les conditions environnementales de chacune des stations se trouvent à l'appendice 3).

Dans chacune des stations, 20 quadrats localisés systématiquement ont permis d'échantillonner la composition arborescente à l'aide de la méthode des quadrats centrés sur le point (Cottam et Curtis, 1965). L'arbre proximal dont le diamètre était supérieur à 5 centimètres à hauteur de poitrine (DHP) a été mesuré dans quatre quadrants. De plus, les 2 pins gris les plus près du point, indépendamment de leur DHP, ont été carottés à l'aide d'une sonde de Pressler (DHP supérieur à 5cm) ou prélevés (pousses et gaulis), dans le but d'en évaluer l'âge.

Pour identifier le gradient temporel, les portions mésiques et xériques des stations ont été considérés indépendamment. C'est-à-dire que dix stations mixtes (3, 4, 8, 13, 23, 25, 31, 36, 38 et 45) ont été subdivisées en portions xériques et mésiques. La fréquence calculée pour les espèces arborescentes

dans les quadrats mésiques et xériques respectivement. Pour ces stations, le numéro de la station est suivi d'un B (par exemple, 4 identifie la portion xérique de la station 4 et 4B la portion mésique). Lorsqu'une minorité des quadrats d'une station ne correspondait pas aux conditions de l'ensemble, alors les arbres de ces quadrats n'ont pas été considérés dans les calculs de fréquence.

Le passage des feux a été analysé à l'aide de cicatrices laissées par ces feux sur des pins gris, des cèdres, des pins rouges et, plus rarement, sur des épinettes blanches ou noires. Les traces de charbon dans le sol ont été relevées.

3.3. Analyse de données.

Les données concernant la composition arborescente - échantillonnées par la méthode des quadrats centrés sur le point (Cottam et Curtis, 1965) - ont été converties en fréquence relative (%) pour chaque classe de diamètre (5-10cm, 10-15cm et 20 cm et +) de chaque espèce. L'utilisation des fréquences calculées à partir des classes de diamètre des espèces, plutôt qu'à partir des espèces uniquement, devrait permettre une étude plus fine du gradient successional. En effet bien que la

composition globale puisse rester inchangée, la distribution des classes de diamètres des différentes espèces varie de façon importante pendant la succession. De plus, cette méthode permet d'évaluer non seulement la présence mais aussi la croissance des espèces selon les gradients de succession. Afin de minimiser l'effet des classes de diamètres peu fréquentes, les intervalles pour les classes de diamètre ont été déterminés de façon à ce que chaque classe ait un nombre comparable d'individus.

L'analyse des communautés végétales est réalisée en utilisant les méthodes complémentaires d'ordination et de classification.

L'analyse de correspondance a été utilisée parce qu'elle permet de positionner dans un même espace les espèces et les stations. Elle est considérée par Gauch et al. (1977) comme étant une des meilleures méthodes d'ordination pour les communautés végétales.

Le regroupement par la méthode polythétique divisive ("Twinspan") est, selon Gauch et Whittaker (1981), la meilleure dans le cas des grands ensembles de données complexes ou pouvant contenir des bruits de fond. De plus, comme TWINSPAN est calculé

selon le même algorithme que l'analyse de correspondance, les deux méthodes sont complémentaires.

Les espèces séparées en classe de diamètre devraient permettre d'évaluer la succession et la dominance de chacune des espèces impliquées. Puisque l'analyse de correspondance permet de positionner les espèces (ici les classes de diamètre-espèce) dans le même espace que les stations, il devient possible de joindre les points d'une même espèce pour des diamètres décroissants de façon à constituer un vecteur-espèce. Ainsi les vecteurs permettront de constater les changements de communauté végétale avec les changements de diamètre des individus (Goff et Zedler, 1972).

Les analyses de correspondance et la méthode polythétique divisive (TWINSPAN) ont été basées sur les valeurs de pourcentage de fréquence relative des classes de diamètres des espèces.

Pour ces deux analyses, les espèces présentes dans moins de 10% des stations ont été exclues.

Des corrélations entre les variables mesurées (pente, drainage...) et la position des communautés sur les deux axes de l'ordination ont été calculées avec le "r" de Spearman, afin de

déterminer les gradients écologiques associés aux variations majeures de la végétation et ainsi d'affiner l'interprétation.

4. Résultats.

Alors que le pin gris a une fréquence équivalente en milieu xérique et en milieu mésique (40.5 et 37.1% respectivement) d'autres espèces comme le peuplier faux-tremble, le saule et le bouleau ont une fréquence plus élevée en milieu mésique qu'en milieu xérique (tableau II). Le cèdre et le pin blanc sont plus fréquents en milieu xérique. Ces distinctions justifient le traitement distinct des stations provenant du milieu mésique de celles provenant du milieu xérique.

4.1. Ordination et classification des stations de milieu xérique.

4.1.1. Description de l'ordination des stations xériques.

Les stations sur sites xériques peuvent être divisées en sept groupes (Fig. 17). Dans la partie supérieure gauche du plan d'ordination, on observe un groupe constitué de deux stations (14 et 40). Il s'agit de pinèdes grises avec épinettes noires où le pin blanc est présent et cela dans les diverses classes de diamètres. Ce groupement porte le nom de **pinède grise pins blancs** (Fig. 18A et tableau III). Toujours à la gauche sur le

TABLEAU II. Synthèse des données de fréquence (%) pour la végétation arborescente en milieu mésique et en milieu xérique.

	Pba*	Pma	Aba	Pst	Pgl	Toc	Bpa	Ptr	Sal
Milieu xérique	40.5	22.6	10.3	1.9	3.9	15.1	4.8	0.7	0.2
Milieu mésique	37.1	26.1	10.3	1.0	6.3	5.6	10.7	1.6	1.3

* Les codes utilisés pour désigner les espèces seront employés tout au long de ce mémoire. La première lettre désigne la première lettre du genre, les deux suivantes désignent les deux premières de l'épithète, ainsi le pin gris, Pinus banksiana sera représenté par le **Pba**, l'épinette noire : **Pma**, le sapin baumier : **Aba**, le pin blanc : **Pst**, le cèdre : **Toc**, le bouleau : **Bpa**, le peuplier faux-tremble : **Ptr**, les saules : **Sal**.

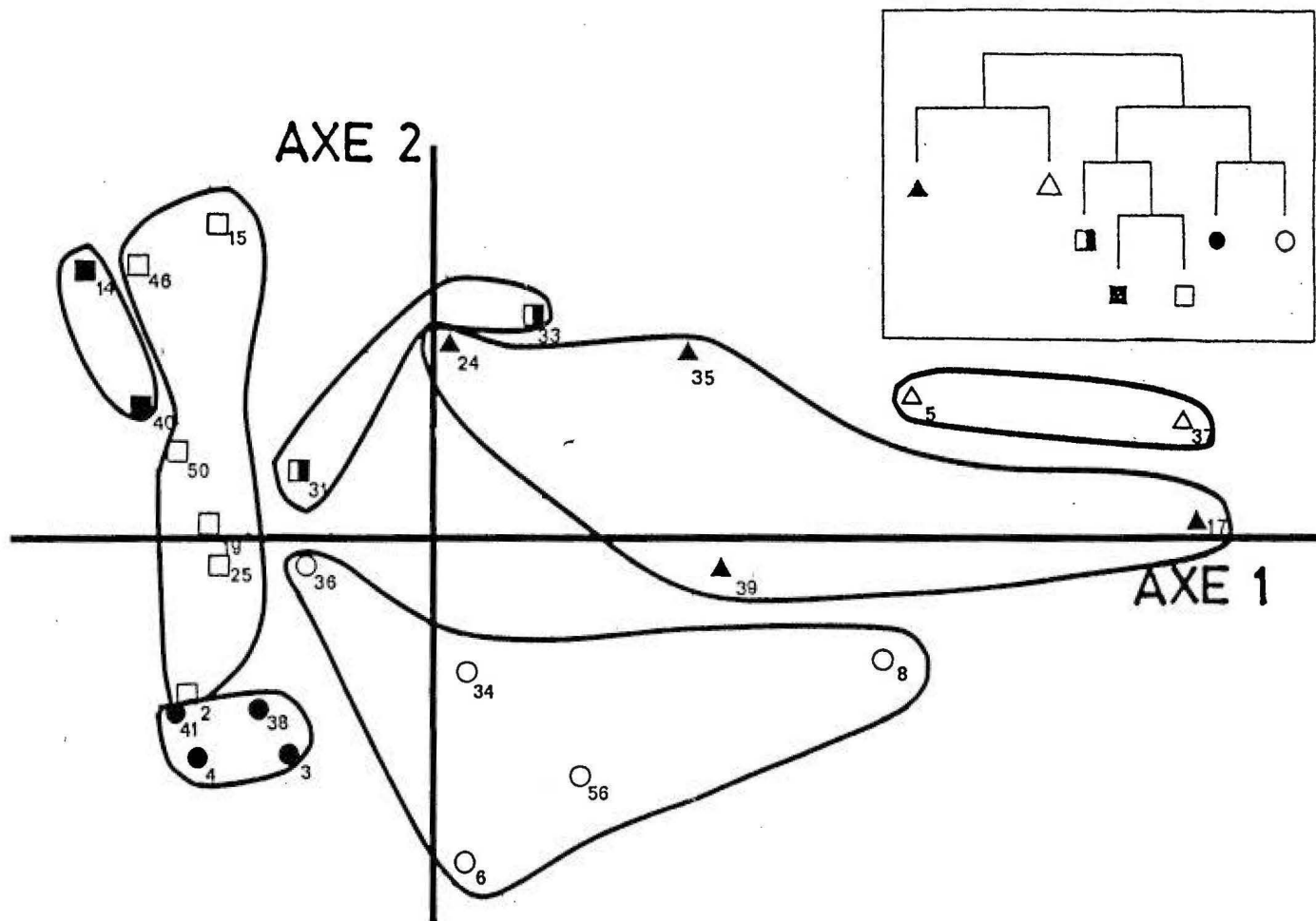


Figure 17. Analyse de correspondance établie à partir des données de végétation arborescente pour les 25 stations xériques. En encadré, le dendrogramme obtenu par l'analyse de classification de type TWINSpan. Les symboles employés y désignent les communautés: ▲ Cédrière-pessière noire, △ Cédrière-pessière noire à Abies balsamea, ▣ Pinède-pessière à Abies balsamea et Picea glauca, ■ Pinède à Pinus strobus, □ Pinède-pessière noire, ● Pinède grise, ○ Pinède grise à Thuja occidentalis.

TABLEAU III. Fréquence (%) des espèces-classes de diamètre de la végétation arborescente des stations xériques et pour chaque type de groupement.

	Pba*	Pma	Aba	Pst	Pgl	Toc	Bpa	Ptr	Sal
Pinède à Pst	41	34	3	17	3	-	2	-	-
Pinède à Pma	46	45	-	1	1	2	5	-	-
Pinède grise	71	8	4	-	2	5	7	3	-
Pinède à Toc	50	10	5	-	2	28	4	1	-
Pinède à Aba-Pgl	33	27	16	-	21	-	3	-	-
Cédrière Pma-Aba	8	20	34	2	2	29	5	-	-
Cédrière Aba-Pgl	11	6	21	-	9	45	6	-	2

* Les codes utilisés pour désigner les espèces seront employés tout au long de ce mémoire. La première lettre désigne la première lettre du genre, les deux suivantes désignent les deux premières de l'épithète, ainsi le pin gris, Pinus banksiana sera représenté par le **Pba**, l'épinette noire : **Pma**, le sapin baumier

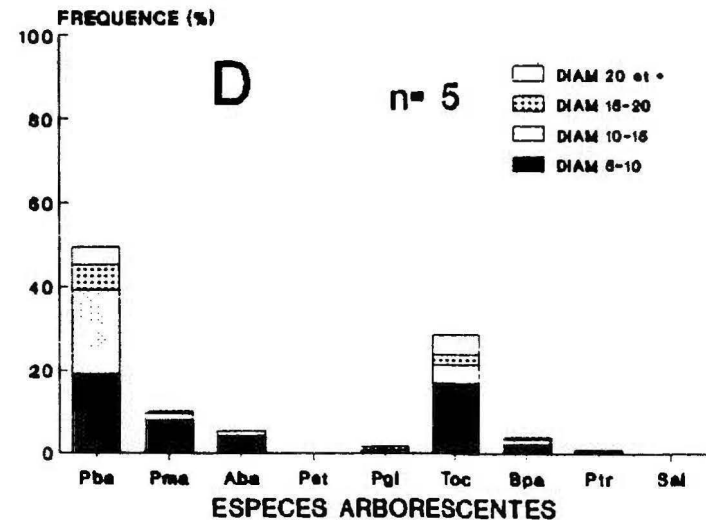
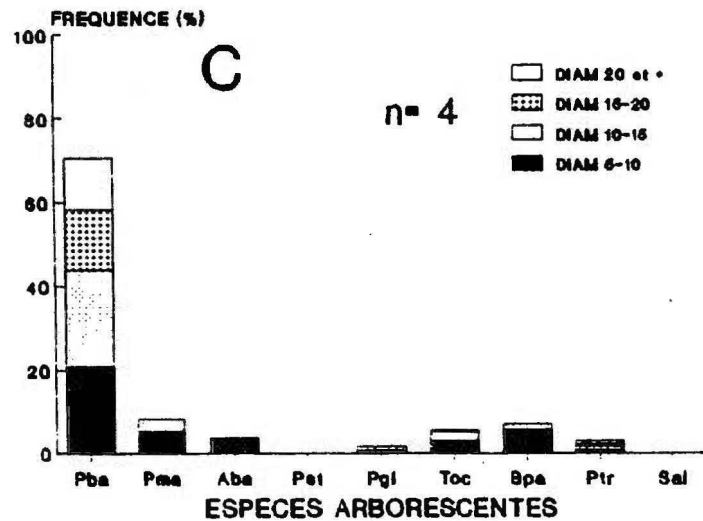
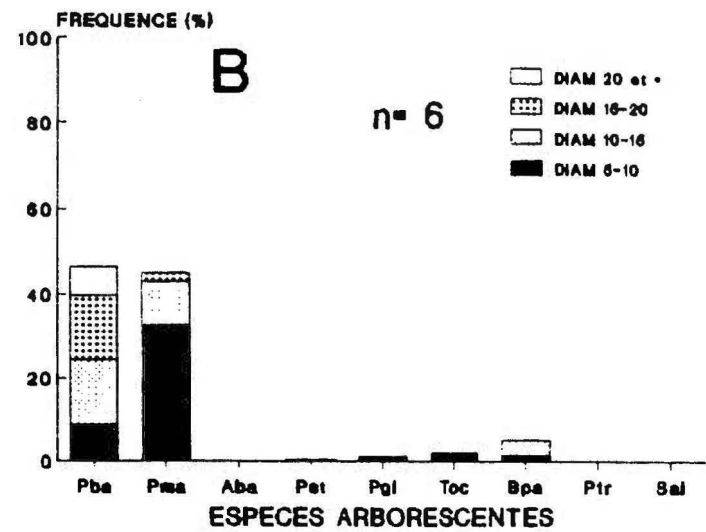
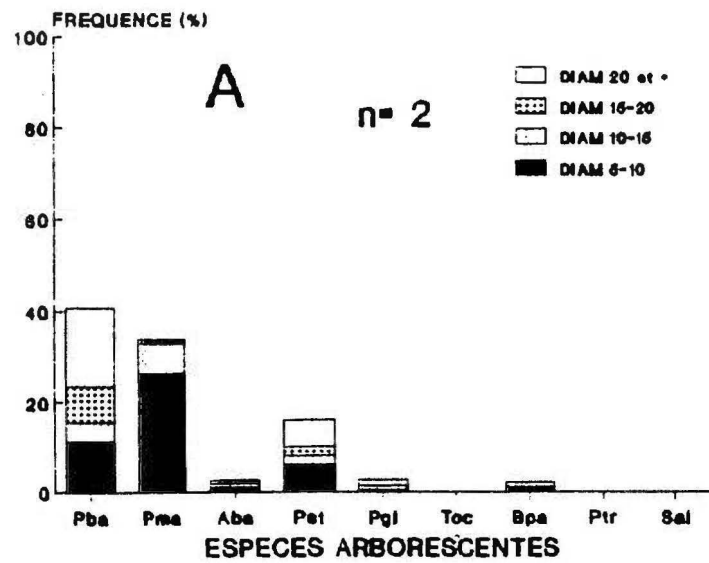


Figure 18. Synthèse de la végétation des communautés xériques,

A: Pinèdes grises à pins blancs.

B: Pinèdes à épinettes noires.

C: Pinèdes grises pures.

D: Pinèdes grises à cèdres.

figure 17, bien que légèrement à la droite du groupement décrit précédemment, on trouve la **pinède grise à épinettes noires** (figure 18B et tableau III). Les six stations de ce groupement, bien que restreintes au niveau l'axe 1, sont réparties sur presque l'ensemble de l'axe 2 (stations: 2, 15, 19, 25, 46 et 50). Immédiatement sous ce groupe on retrouve les stations (3, 4, 38 et 41) qualifiées de **pinèdes grises pures** (figure 18C et tableau III). A droite, s'allongeant pour couvrir une portion importante de l'axe 1, on peut noter un groupement de **pins gris à cèdres** (figure 18D et tableau III), (stations : 6, 8 34, 36 et 56). Deux stations 31 et 33 constituent la **pinède grise à épinettes noires avec sapins et épinettes blanches** (figure 19A et tableau III). On trouve ce groupe au-dessus des pinèdes à cèdres mais également à proximité des **cédrières à épinettes noires** (figure 19B et tableau III). Ce groupe (stations : 17, 24, 29 et 35) s'étend sur une portion importante de l'axe 1, mais est plutôt localisé en ce qui concerne l'axe 2. Enfin, à droite deux stations constituent la **cédrière à épinettes blanches avec sapins baumiers** (figure 19C et tableau III).

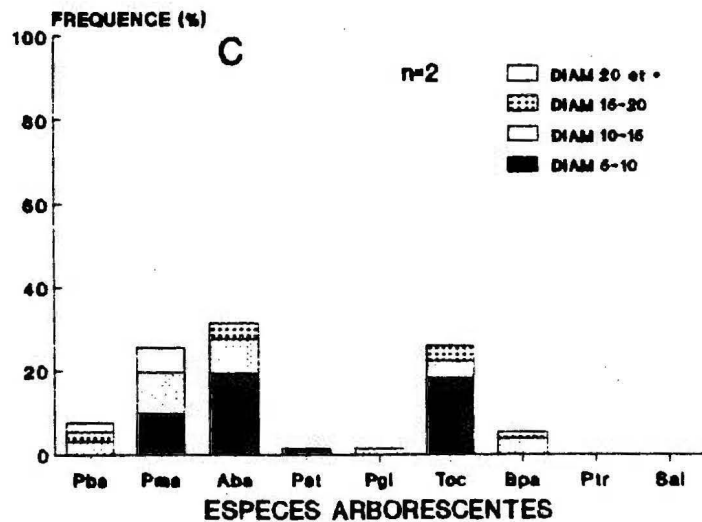
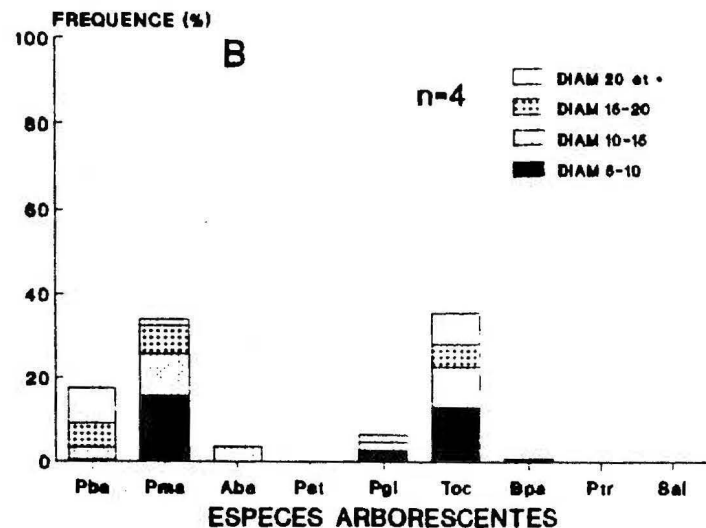
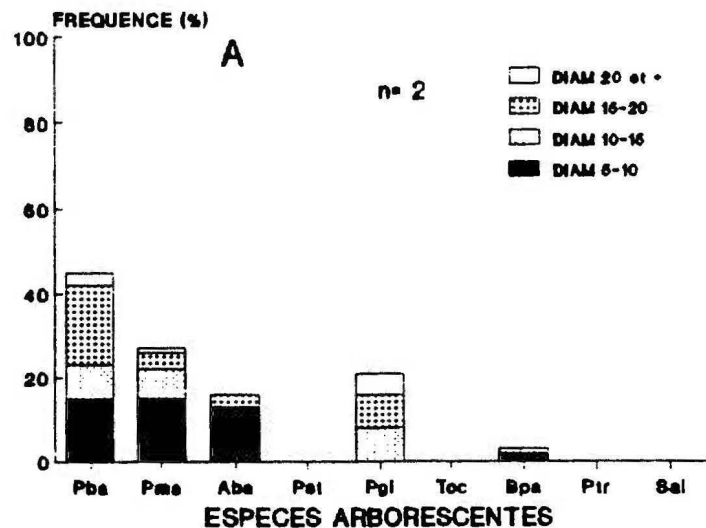


Figure 19. Synthèse de la végétation des communautés xériques,

A: Pinèdes grises à épinettes noires et blanches.

B: Cédrières à épinettes noires.

C: Cédrières à épinettes noires et sapins.

4.1.2. Interprétation des axes de l'ordination.

La topographie et le drainage sont les seules variables corrélées significativement avec l'axe I (tableau IV). Ces variables n'ont qu'une faible valeur explicative, puisqu'une station xérique devait, entre autre, avoir un drainage excessif, ou de excessif à bon (10 à 15), afin d'éliminer dans la mesure du possible l'effet du gradient environnemental. L'autre variable, la topographie, concerne l'uniformité du site, un site escarpé n'étant pas uniforme, versus un site avec une pente régulière ou sans pente du tout, qui sera considéré comme étant de topographie régulière. Les stations xériques sont à plus de 85% trouvés dans des milieux irréguliers avec des successions de petites crêtes et de petites dépressions comportant souvent des faces escarpées.

Il semble toutefois que la caractérisation des stations ne soit pas parfaite et, par conséquent, que l'effet de l'environnement continue à teinter les résultats.

Le tableau IV présente également les variables qui sont corrélées avec l'axe II, il s'agit du temps écoulé depuis le dernier feu et de l'exposition. Les communautés végétales sont donc en partie le reflet de la succession après feu.

TABLEAU IV. Coefficients de corrélation (r de Spearman) entre les coordonnées des stations "xériques" sur les deux premiers axes de l'ordination et les variables écologiques.

VARIABLES	AXE I	AXE II
	r	r
RECOUVREMENT	0.30585	0.35528
HAUTEUR MOYENNE	-0.00356	0.03115
TOPOGRAPHIE	0.48855**	0.19415
PENTE	-0.35214	-0.00844
EXPOSITION	-0.08095	-0.41167*
SOL	-0.14159	0.02831
DRAINAGE	0.45000*	0.12268
PIERROSITE	0.26046	-0.06908
ROCCOSITE	-0.15137	-0.10591
TEMPS ECOULE DEPUIS DERNIER FEU	0.00585	0.51329**

** 0.001 < p < 0.01 * 0.01 < p < 0.05

La description complète des variables, de même que leurs valeurs se trouvent aux appendices 2 et 3.

L'exposition est une variable intéressante quoique moins importante que le temps écoulé depuis le dernier feu. Les stations au haut de la figure 17 sont issues des plus vieux feux. Inversement, les stations observées au bas du graphique sont jeunes. La même tendance est observée pour l'exposition: les sites situés au nord se trouvent dans le haut du graphique alors que les stations avec une exposition sud sont associées au bas du graphique.

A la figure 20 on peut observer la position des stations en fonction des unités de paysage (berge, île, terre ferme). Les stations terrestres sont à gauche de l'axe II, les stations de l'unité de paysage lacustre sont généralement restreintes à la portion droite de l'axe II. Les stations sur les îles et sur les berges n'occupent pas de portion distincte l'une par rapport à l'autre suivant les axes du plan d'ordination. Les unités de paysage exerce donc un contrôle sur les communautés végétales.

4.1.3. Vecteurs de succession des espèces en milieu xérique.

Pin gris

Le pin gris est trouvé dans chacune des stations analysées puisque sa présence était un critère pour l'établissement d'une

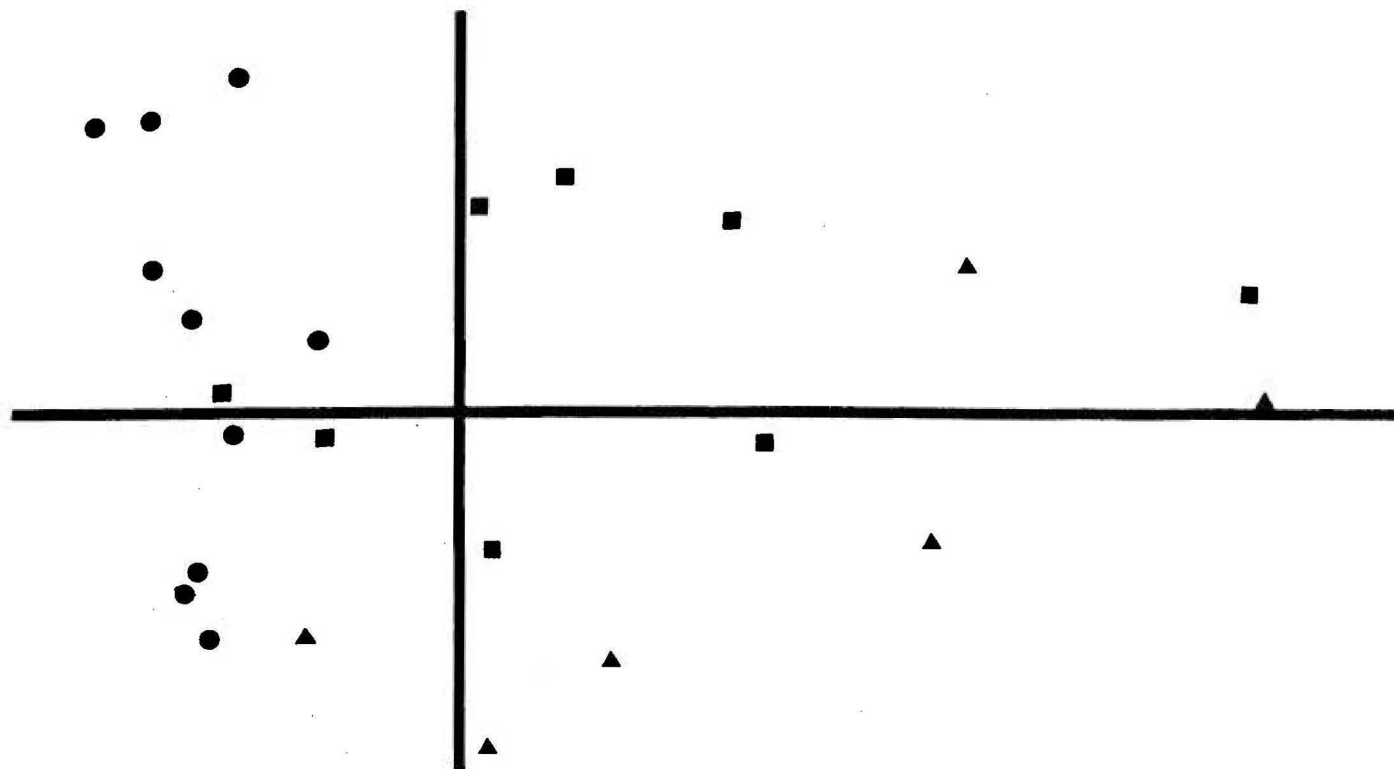


Figure 20. Localisation des unités de paysage dans le plan d'ordination des stations xériques.

■ Portion de berge.

▲ Ile.

● Unité de paysage terrestre.

station. A la figure 21, le vecteur du pin gris forme un L couché dans le bas du graphique. L'évolution suivant l'axe 1 est très marquée. En unité de paysage lacustre - portion droite de l'ordination - le pin gris est trouvé avec le cèdre; l'épinette blanche est associée au pin gris pour les stades intermédiaires de diamètres. La forme du vecteur est caractéristique d'une espèce en évolution. La position de ce vecteur dans le bas du plan d'ordination l'associe à des perturbations récentes et à des milieux où l'on trouve des feux non létaux.

Epinette noire.

Le vecteur de l'épinette noire (Fig. 21) est presque linéaire. La linéarité révèle une espèce en évolution. Sa position sur le plan d'ordination l'associe à des perturbations d'âges moyennes. Ce vecteur se trouve plus haut et en sens inverse de celui du pin gris sur la figure 21. Le groupement pins gris-épinettes noires n'est pas stable; l'épinette noire remplaçant le pin gris. En terme de succession, l'épinette est associée à un milieu plus avancé que le pin gris. Les espèces associées avec l'épinette noire sont principalement le sapin (5 à 15 cm) et l'épinette blanche (5 à 10 et 15 à 20 cm).

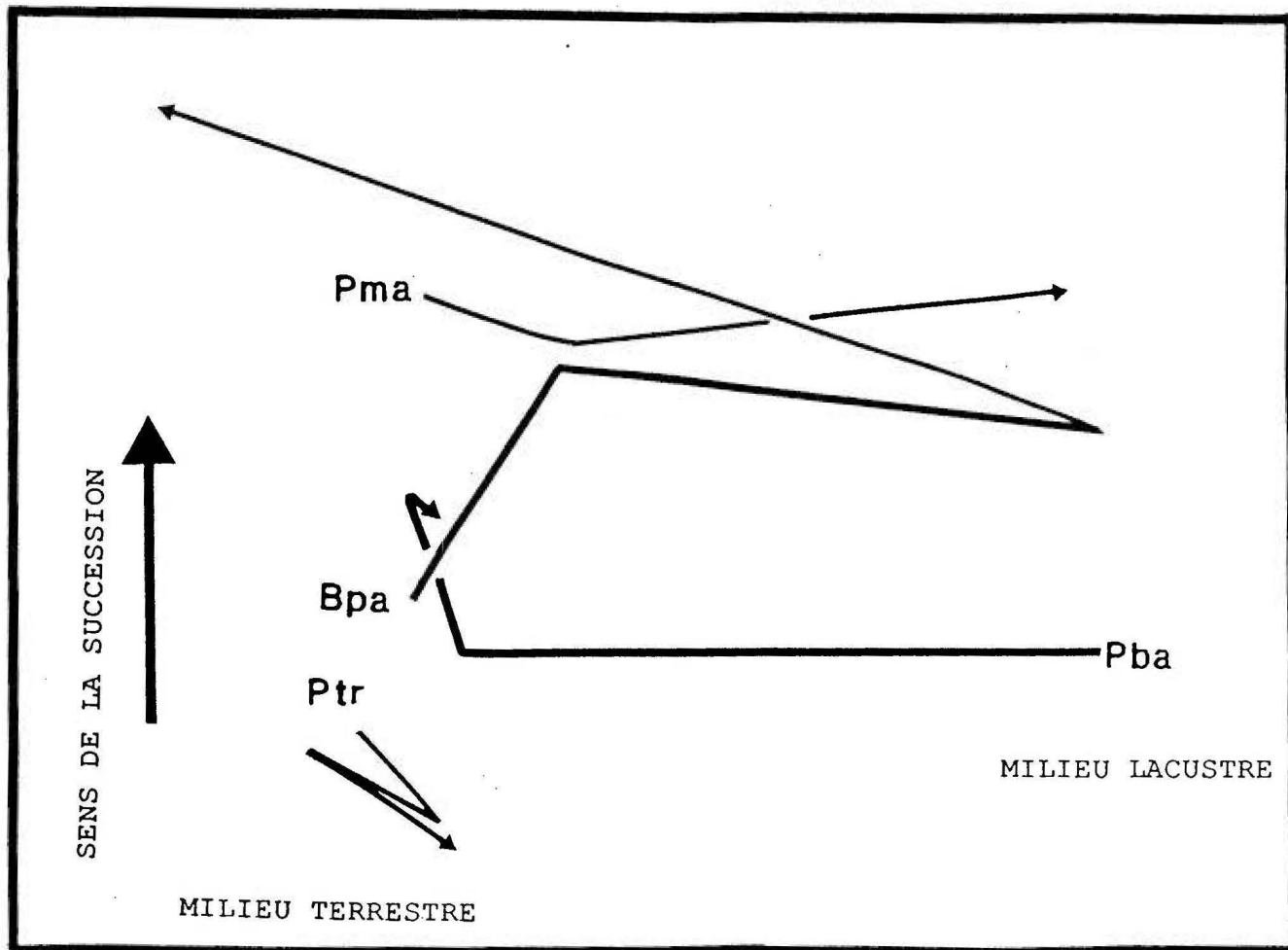


Figure 21. Vecteurs de succession du milieu xérique. Pba: pin gris, Pma: épinette noire, Bpa: bouleau à papier, Ptr: peuplier faux-tremble.

Sapin baumier.

Le vecteur du sapin baumier (fig. 22) en milieu xérique présente un patron presque cyclique, caractéristique d'espèces stables; peu d'individus atteignent un diamètre supérieur à 20 centimètres. S'échelonnant sur l'ensemble de l'axe I, cette espèce constitue avec le bouleau celle qui présente la plus grande étendue. Les espèces associées au sapin sont l'épinette blanche et l'épinette noire.

Cette espèce est presque en équilibre en milieu xérique. Elle se trouve dans les milieux ayant subi les perturbations les plus anciennes. Seuls les vecteurs du pin blanc et du bouleau sont plus haut sur le plan d'ordination.

Bouleau à papier.

Le bouleau présente un vecteur en dents de scie (fig. 21), selon lequel les gros bouleaux se retrouvent dans les sites les plus âgés avec le pin blanc, alors que les plus petits sont associés avec les stations les plus jeunes.

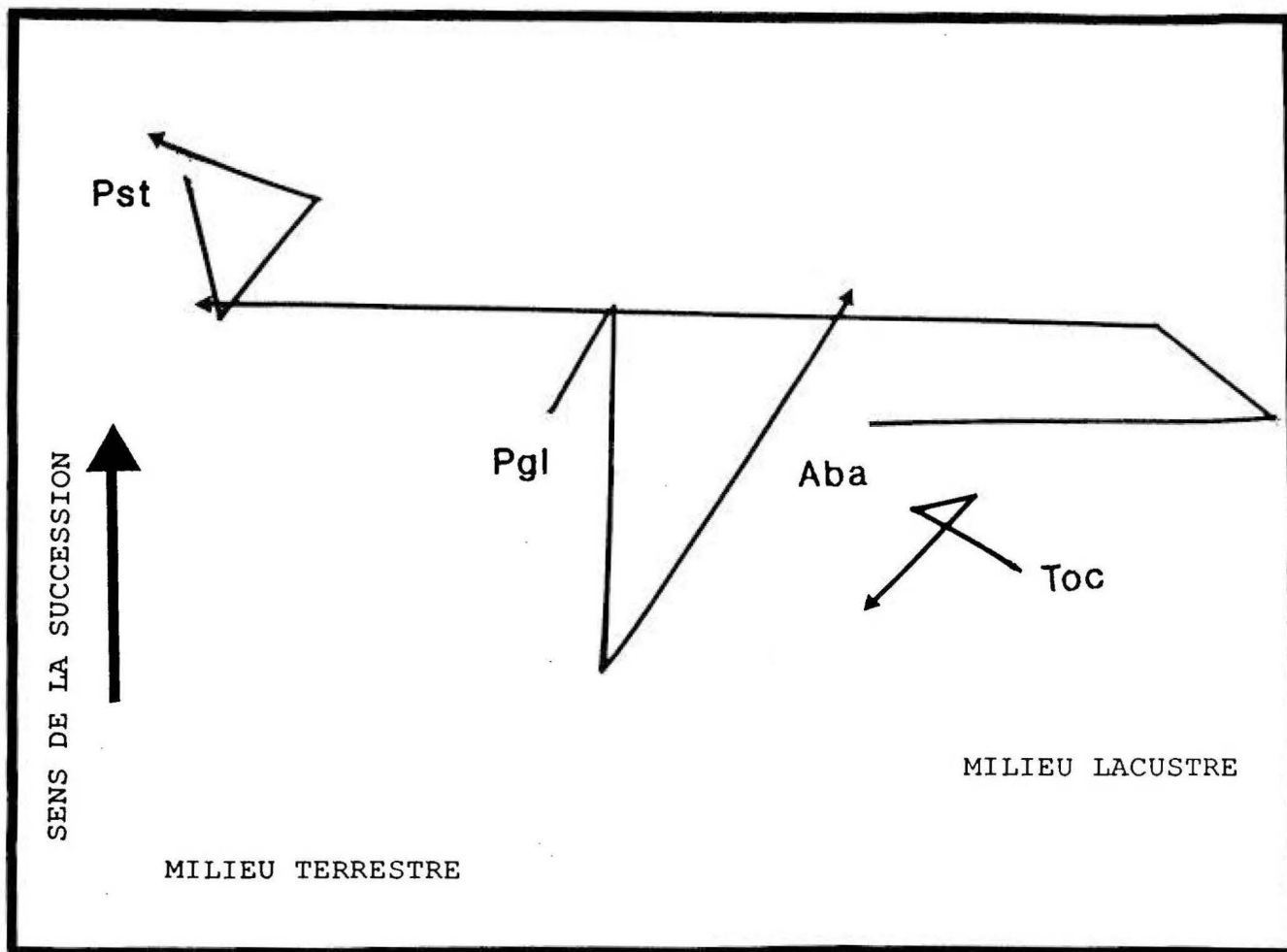


Figure 22. Vecteurs de succession du milieu xérique. Aba: sapin baumier, Pst: pin blanc, Pgl: épinette blanche, Toc: cèdre occidental.

Epinette blanche.

A la figure 22, le vecteur de l'épinette blanche forme un " Z ". Cette espèce n'est pas en équilibre: les plus gros sont dans les stations les plus vieilles alors que les individus de 10 à 15cm sont dans les stations les plus jeunes.

Cèdre occidental.

Le vecteur du cèdre (fig. 22) est cyclique, les communautés sont stables, à l'équilibre. Le cèdre est associé à des stations issues de perturbations moins anciennes, non létales. Fortement associé à la portion lacustre de l'ordination, ce vecteur est chronologiquement relié à ceux des sapins et des épinettes noires.

Pin blanc.

Le vecteur du pin blanc (fig. 22) est cyclique, cette espèce est à l'équilibre dans les stations issues de perturbations anciennes. Il s'agit de communautés stables sur sites xériques ouverts, auxquels sont associés les gros bouleaux et les grosses épinettes noires.

Peuplier faux-tremble.

Le peuplier faux-tremble (fig. 21) est une espèce pionnière. Son vecteur cyclique indique que cette espèce est stable en début de succession après feu sur les sites secs.

4.1.4. Description des communautés forestières xériques.

Pinèdes grises à pins blancs.

La pinède grise à pins blancs (figure 19A) est une communauté représentée par deux peuplements qui sont restreints à la terre ferme. Ce groupe est d'ailleurs représenté à gauche sur le plan d'ordination. Il s'agit de stations où le pin gris est dominant accompagné par le pin blanc. Ces stations sont issues de perturbations anciennes: un feu de 1760 (station 14) et un feu antérieur à 1799 (station 40). Ces deux peuplements sont situés au sommet de collines, sur des sites secs et ouverts.

Le pin gris et le pin blanc arrivent à se maintenir, alors que l'épinette noire est bien représentée dans les classes inférieures de diamètre. La présence de cette dernière espèce semble associée aux petites dépressions où l'on peut noter une

accumulation de matière organique plus importante que dans l'ensemble.

Le vecteur de succession du pin blanc (fig. 22) laisse supposer qu'il constituera un climax édaphique avec les épinettes noires, suite à l'élimination à moyen terme des pins gris. Seul un feu, ou à long terme la fermeture du site, modifiera la composition de ce groupement forestier.

Pinèdes grises à épinettes noires.

Cette communauté est dominée par le pin gris (figure 19B) et cela particulièrement dans les classes supérieures de diamètres. L'épinette noire est abondante surtout dans la plus petite classe de diamètre. Ce qui laisse entrevoir qu'en absence de feu il y aura un remplacement graduel du pin gris par l'épinette noire. En unité de paysage lacustre le cèdre pourrait accroître son importance.

Les 5 peuplements terrestres sont tous issus du feu de 1923. Ce feu, qui a couvert une portion importante du territoire, a été suffisamment intense pour tuer tous les arbres. En ce qui concerne la berge du lac Duparquet, (station 19) la population est issue d'un feu de 1882, précédant celui de la terre ferme de

36 années. La végétation de ces six sites est comparable sauf pour le cèdre. Ces peuplements devraient évoluer vers des pessières noires (cinq cas) et vers une pessière noire à cèdres (un cas).

Pinèdes grises pures.

Les pinèdes grises pures (figure 19C) sont représentées par quatre peuplements, les stations 4 et 41 qui sont terrestres et les stations 3 et 38 qui sont situées sur une île et sur la berge du lac Duparquet.

La végétation qui caractérise ce groupement forestier est dominée par le pin gris. Cette espèce est bien représentée dans chacune des classes de diamètres et tout particulièrement dans les classes 5 à 10 et 10 à 15 centimètres. Les espèces compagnes du pin gris sont l'épinette noire, le sapin, l'épinette blanche, le cèdre, le bouleau et le peuplier faux-tremble. Toutes ces espèces sont présentes dans l'ensemble des stations de ce groupe forestier à l'exception du cèdre qui n'est trouvé que dans les stations lacustres. Ces espèces compagnes sont peu abondantes et restreintes aux petites classes de diamètres.

Une végétation comparable entre ces stations laisse présager que les perturbations dont les pins gris sont issus sont synchrones. Alors que les deux stations terrestres sont issues du feu de 1923, la berge a subi un dernier feu important en 1943, alors que les arbres de l'île proviennent de la plus ancienne perturbation, soit 1855. Dans l'unité de paysage lacustre ces peuplements devraient évoluer vers des pessières noires à cèdres; et dans l'unité de paysage terrestre, vers des pessières noires.

Pinèdes grises à cèdres

Ce groupement est codominé par le pin gris et le cèdre avec, dans les petites classes de diamètre, des espèces comme l'épinette noire, le sapin, l'épinette blanche, le bouleau et le peuplier faux-tremble.

A moyen terme, ce type de groupement pourrait être dominé par le cèdre. Cette hypothèse est appuyée par les différences observées dans l'abondance du cèdre en rapport au temps écoulé depuis la dernière perturbation. Parmi ces stations, qui sont toutes issues de feux destructeurs qui ayant eu lieu entre 1807 et 1903, on observe une augmentation de la proportion du cèdre. La plus vieille station (8) est d'ailleurs dominée par le cèdre.

Ces cinq stations proviennent de l'unité de paysage lacustre (2 sont situées sur la berge du lac Duparquet, 2 sur des îles du même lac et une autre île du lac Bayard) et ce groupe est situé dans la portion inférieure droite du plan d'ordination.

Une évolution vers les cédrières-pessières noires est prévisible pour ce type de peuplement.

Pinèdes grises à épinettes noires avec sapins baumiers et épinettes blanches.

Deux stations font partie de ce type de communauté forestière, une station terrestre issue du feu de 1923 et une station située sur la berge du lac Duparquet issue d'un feu de 1888. Ces stations qui sont positionnées au centre du plan d'ordination ont toutes deux un drainage excessif, et une exposition sud. De plus elles sont situées sur un sol mince sur roc.

A la figure 20A, on note que le pin gris est dominant dans ces stations, et que l'épinette noire, le sapin baumier et l'épinette blanche y sont abondants. L'épinette blanche n'est représentée que par des individus de plus de 10 cm de diamètre. L'importance des petits individus (5 à 10 cm de diamètre) est possiblement associée à des micros-sites plus humides. L'évolu-

tion de la végétation de ces stations est difficilement prévisible, mais il semble qu'il y aura disparition des épinettes blanches; que l'épinette noire dominera sur les sites secs; et le sapin baumier dans les micro-sites plus humides.

Cédrières à épinettes noires.

Quatre stations correspondent à ce type de groupement forestier. Elles sont toutes en écosystème lacustre, à la droite sur le plan d'ordination. Seule la station située sur la berge du lac Hébécourt (station 24) montre une cohorte importante de pins gris permettant de supposer un feu destructeur en 1847. Les autres stations ont un historique de feux plus complexe. L'île du lac Duparquet (station 17) a subi de très nombreux feux (1819, 1837, 1848 et 1855) mais n'abrite qu'un seul pin gris (daté en 1825, âge minimum) celui-ci ne porte aucun cône et conséquemment pas de graines. La berge de la rivière Magusi (station 29) est également particulière; on n'y observe qu'un pin gris, daté de 1928. La station 35 située sur la berge du lac Hébécourt est également peuplée d'un seul pin gris, daté de 1830, suggérant un feu antérieur à cette date.

La figure 20B représente la végétation trouvée sur ces sites; on peut y noter peu de pin gris, dont aucun dans la classe

de 5 à 10 centimètres, beaucoup de cèdres et beaucoup d'épinettes noires pour l'ensemble des classes de diamètre. On trouve aussi des sapins et des épinettes blanches.

L'avenir de ce groupe forestier devrait conduire à l'exclusion du pin gris au profit du cèdre et de l'épinette noire.

Cédrières à sapins et épinettes noires.

Les deux stations du lac Duparquet, sur la berge (station 37) et sur une île (station 5) sont issues de feux presque synchrones 1870 (station 5) et 1885 (station 37). Ce groupe est nettement à la droite du plan d'ordination. Le sapin et le cèdre sont les espèces ayant le plus grand nombre d'individus dans la classe de 5 à 10 centimètres de diamètre (figure 20C). L'épinette noire compte également un nombre important d'individus dans les petites classes de diamètre.

4.1.5. Modèle successional du pin gris sur sites xériques.

Les populations de pins gris sont issues de feux; la première étape d'un modèle de succession pour le pin gris est donc un peuplement équien de pins gris. Il ressort de l'étude des 25 populations de pins gris sur sites secs, qu'il existe

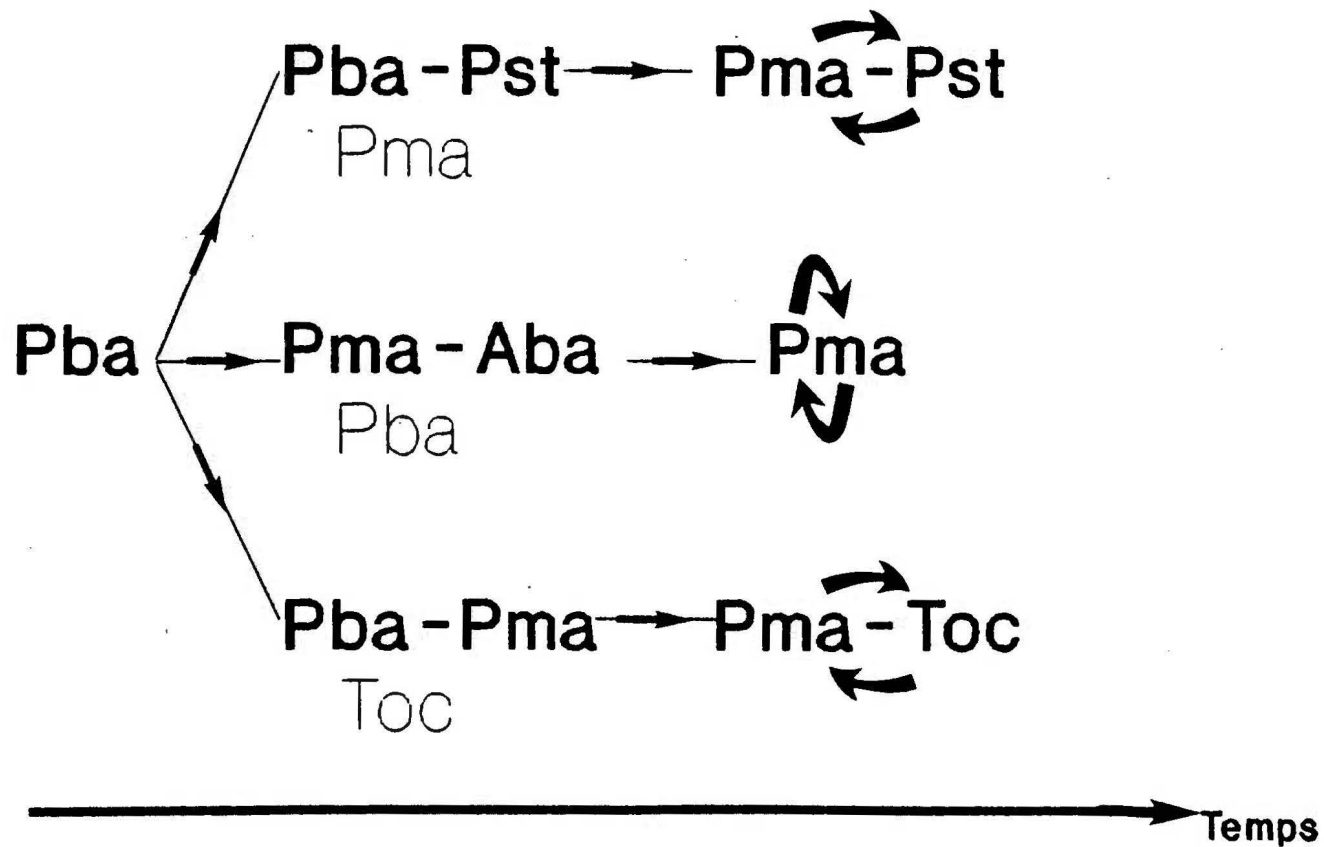


Figure 23. Modèle de succession en milieu xérique. Aba: Sapin baumier, Bpa: Bouleau à papier, Pba: Pin gris, Pgl: épinette blanche, Pma: épinette noire, Ptr: peuplier faux-tremble.

trois voies successioneelles possibles pour les communautés dominées initialement par le pin gris.

La première voie présentée à la figure 23, concerne les **pinèdes grises à pins blancs**. Celles-ci forment actuellement des communautés intermédiaires où l'on trouve des pins gris, des pins blancs et des épinettes noires. Ce type de communauté est stable; les pins se maintiennent. Ces communautés sont trouvées sur des sites aux conditions difficiles avec un drainage excessif. Et lorsqu'il y a un sol, il s'agit d'une mince couche organique sur du roc. Ces sites sont trouvés au sommet de collines où il y a une exposition totale. Suite au passage du feu, la succession peut y être primaire. Sur ces sites pauvres et secs, colonisés après feu par le pin gris et l'épinette noire, peut s'ajouter, par sa présence dans la composition floristique initiale (Egler 1954), le pin blanc. Cette espèce, avec l'épinette noire, est celle qui a la plus grande longévité pour ce type de milieu, et par conséquent est climacique pour les caps rocheux exposés.

Ce type de communauté sert de refuge au pin gris, lui permettant de se maintenir à long terme, et cela malgré son statut d'espèce de début de succession. Un feu survenant à n'importe quelle étape (après les 25 premières années nécessaires pour la maturation des cônes sérotineux) de cette voie

successionnelle conduirait à une pinède grise équiennne. S'il y a une absence prolongée de perturbation, le pin blanc doit former un climax avec les épinettes noires. Ces sites servent également de sites protégés pour les pins blancs, qui sont à la limite de leur aire de répartition et qui profitent de ces sites exposés au sud.

La deuxième voie successionnelle concerne les pessières noires sèches. C'est vers ce type de communauté que se dirige la majorité des peuplements qui ont été analysés.

Dans ces communautés, le pin gris est tout d'abord dominant ou en codominance avec l'épinette noire qui le remplace éventuellement. Quand des dépôts de surface forment des micro-sites plus humides, ces pochettes sont occupées par le sapin baumier.

Ce type de succession se rencontre sur des sites secs et pauvres. Le remplacement se fait lentement; le pin gris arrive et persiste de 200 à 250 ans. La succession du pin gris au profit de l'épinette noire est souvent interrompue par la grande fréquence des feux; donc le pin gris colonise ces milieux presque en permanence. En absence de perturbation, on observerait des pessières noires sèches issues des peuplements de **pinèdes grises à épinettes noires, pinèdes grises pures, pinèdes grises à sapins**

et épinettes blanches. Ces communautés sont observées à la gauche sur l'ordination, et sont associées à l'unité de paysage terrestre.

L'équivalent successional de ces sites secs en unité de paysage lacustre correspond à la troisième voie successionale de la figure 23. Il s'agit de pessières-cédrières; les cèdres sont bien représentés en unité de paysage lacustre, mais plus rares en unité de paysage terrestre. Heinselman (1983) suggère que les feux destructeurs puissent repousser le cèdre dans des sites protégés, expliquant ainsi sa quasi absence de l'unité de paysage terrestre et sa présence en milieu lacustre. Cette voie successionale est donc presque exclusive à l'unité de paysage lacustre, bien que l'on puisse observer des cédrières à épinettes noires à l'intérieur des terres sur des sites xériques.

Si cette voie se réalise, le pin gris se fait remplacer par le cèdre et l'épinette noire, ce qui constitue alors un climax édaphique. L'élimination du pin gris est improbable, puisqu'il bénéficie du fait que la rive des berges et des îles est un milieu souvent ouvert; le décapage par les glaces printanières et l'occurrence de feux non létaux favorisent l'ensoleillement.

Les peuplements qui se trouvent à la droite du plan d'ordination (figure 17) devraient suivre cette voie successive, il s'agit des **cédrières à épinettes noires**, des **cédrières à sapins et épinettes blanches**, des **pinèdes grises à cèdres**. De même, les peuplements de **pinèdes grises à épinettes noires** et ceux de **pinèdes grises pures** qui abritent des cèdres pourront avoir un climax Cèdres-Epinettes noires.

4.2. Ordinations et classification des stations en milieu mésique.

4.2.1. Description des groupements forestiers de milieu mésique.

On observe 8 groupes sur l'analyse de correspondance pour les stations **mésiques** (Fig. 24, tableau V). Les **pinèdes grises de milieux mésiques** (Fig. 25A, tableau V) qui se trouvent à la gauche complètement du graphique (stations 4B, 9, 11, 13, 20, 42, 43 et 52); et très légèrement à leur droite, en haut de l'axe 2, on observe les pinèdes de milieux plus humides (1, 10, 12, 21, 30, 47 et 49), les **pinèdes de milieux hydriques** (Fig. 25B, tableau V). Toujours légèrement à droite des pinèdes de milieux mésiques mais cette fois sous les pinèdes de milieux plus humides, donc dans la section correspondant au centre de l'axe 2, on trouve les **pinèdes à épinettes noires** (Fig. 25C, tableau V; stations: 19B, 23, 23B, 26, 28, 31B, 36B, 38B, 44, 48, 51).

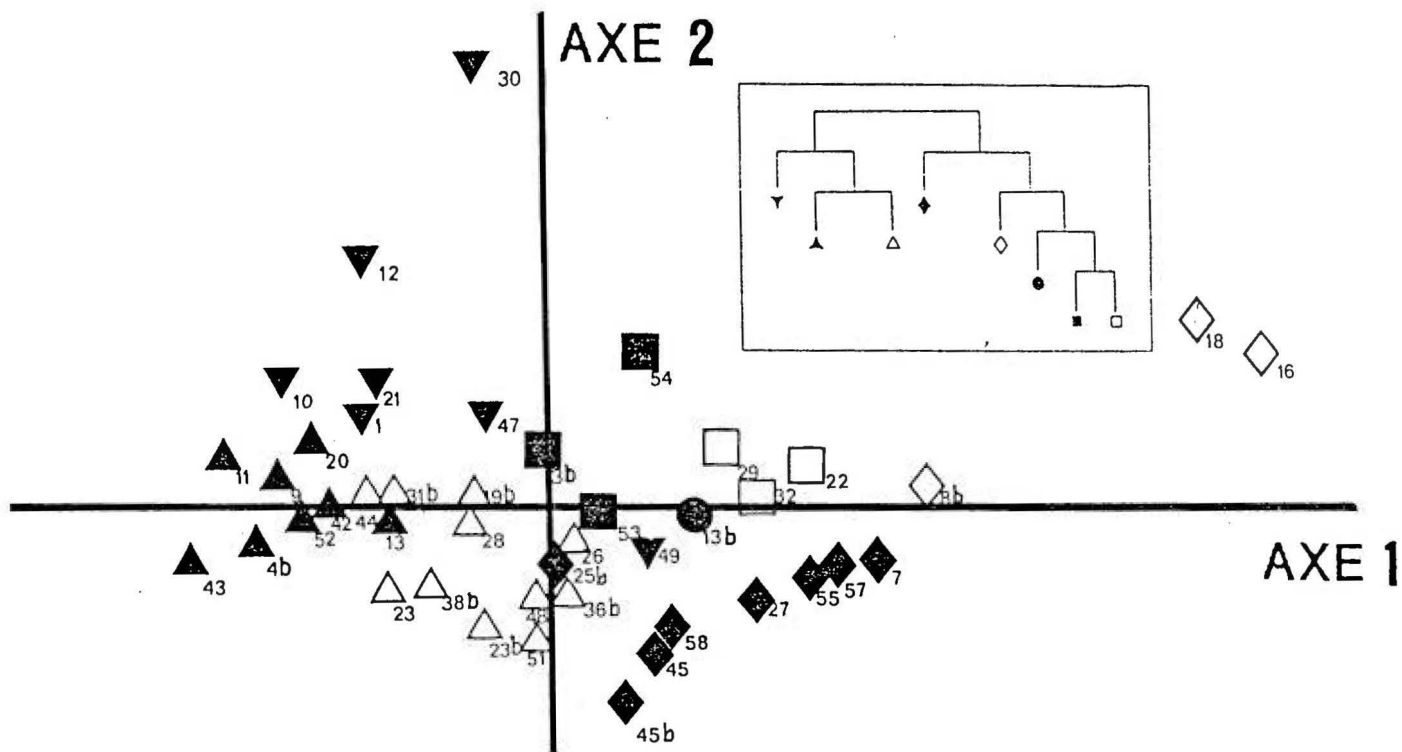


Figure 24. Analyse de correspondance établie à partir des données de végétation arborescente pour les 25 stations xériques. En encadré, le dendrogramme obtenu par l'analyse de classification de type TWINSpan. Les symboles employés y désignent les communautés: ▼ Pinèdes grises de milieu hydrique, ▲ Pinèdes grises de milieu mésique, △ Pinèdes-pessièrres noires, ◆ Pessièrres noires à sapins et épinettes blanches, ● Pinèdes grises de milieu fermé, ■ Pinèdes-pessièrres blanches, □ Bétulaies.

TABLEAU V. Fréquence (%) des espèces-classes de diamètre de la végétation arborescente des stations mésoiques pour chaque type de groupement.

	Pba*	Pma	Aba	Pst	Pgl	Toc	Bpa	Ptr	Sal
Pinède mésoique	78	9	1	-	1	3	5	3	-
Pinède hydrique	58	9	5	-	6	-	8	5	9
Pinède à Pma	40	34	8	4	1	-	12	1	-
Pinède à Pgl	29	12	11	-	29	1	14	4	-
Pinède à Aba-Toc	28	22	12	-	5	17	16	-	-
Bétulaies	6	10	16	-	24	2	42	-	-
Pinède à Aba	7	50	19	-	5	9	9	-	-
Cédrière à Pgl-Aba	11	66	21	-	9	45	6	-	2
Pinède et Pgl	40	16	-	-	40	-	-	4	-

* Les codes utilisés pour désigner les espèces seront employés tout au long de ce mémoire. La première lettre désigne la première lettre du genre, les deux suivantes désignent les deux premières de l'épithète, ainsi le pin gris, Pinus banksiana sera représenté par le **Pba**, l'épinette noire : **Pma**, le sapin baumier : **Aba**, le pin blanc : **Pst**, le cèdre : **Toc**, le bouleau : **Bpa**, le peuplier faux-tremble : **Ptr**, les saules : **Sal**.

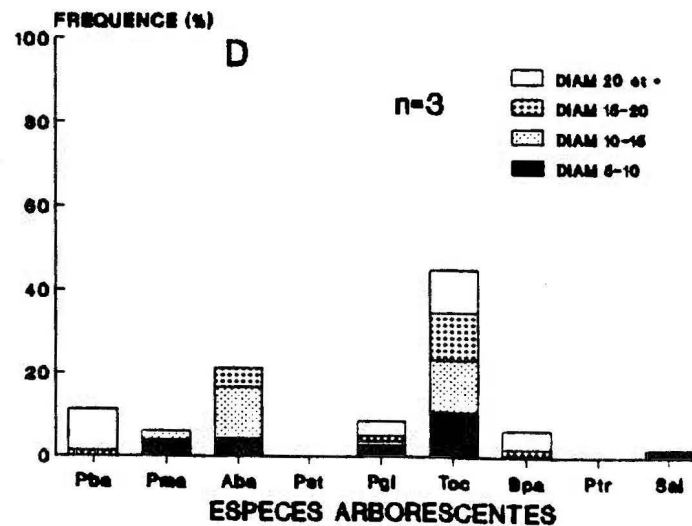
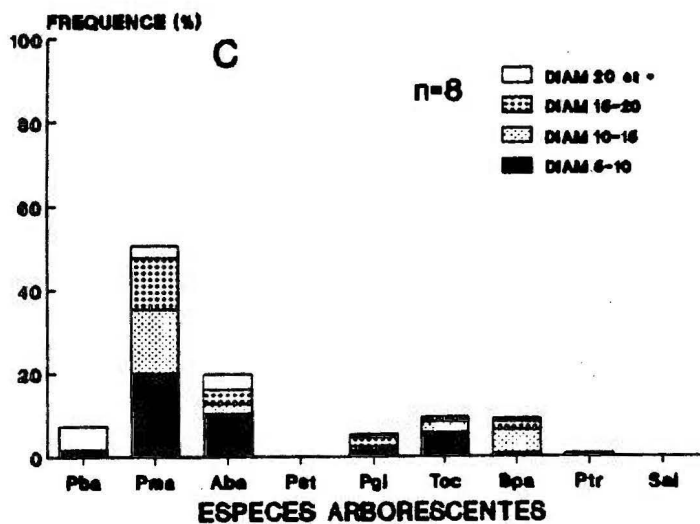
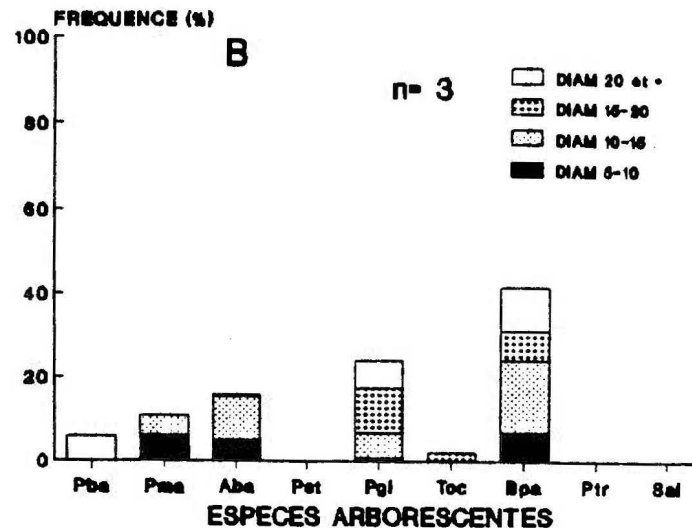
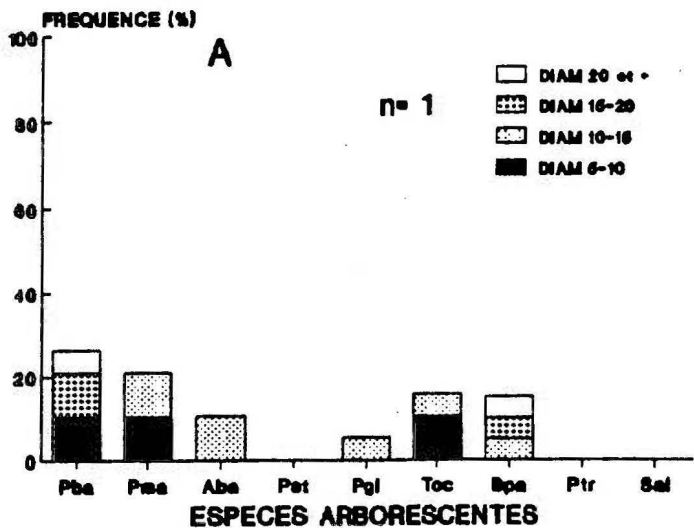


Figure 25. Synthèse de la végétation des communautés mésiques.

- A: Pinèdes grises à sapins, épinettes noires et cèdres.
 B: Bétulaies.
 C: Pessières à sapins.
 D: Cédrières à épinettes blanches et sapin baumier.

En se déplaçant vers la droite on retrouve alors les **pinèdes-pessières blanches** (Fig. 25D, tableau V, stations: 3B, 53, 54). C'est également là que la **pinède grise à épinettes noires et cèdres** (station 13B) se trouve (Figure 26A, tableau V). On observe dans la portion presque centrale de l'axe 2 les **bétulaies** (Fig. 26B, stations: 22, 29, 32) alors qu'à la même hauteur sur l'axe 1 mais recouvrant une plus grande superficie on observe les stations de **pessières noires à sapins**, (figure 26C, stations: 7, 25B, 27, 45, 45B, 55, 57, 58).

Les **cédrières à sapins et épinettes blanches** (figure 26D, tableau V, stations: 8B, 16, 18) se trouvent à droite sur l'axe 1 occupant une portion assez restreinte de l'axe 2.

4.2.2. Interprétation des axes de l'ordination.

Les variables écologiques corrélées de façon significative avec l'axe I sont le temps écoulé depuis le dernier feu et le type de sol (tableau VI). Les groupements forestiers sont donc en partie un reflet de la succession et en partie fonction des dépôts de surface. La tendance est qu'à gauche les stations sont plus jeunes alors qu'à droite les stations sont issues de perturbations plus vieilles. De même, les stations situés sur des dépôts assez grossiers se trouvent

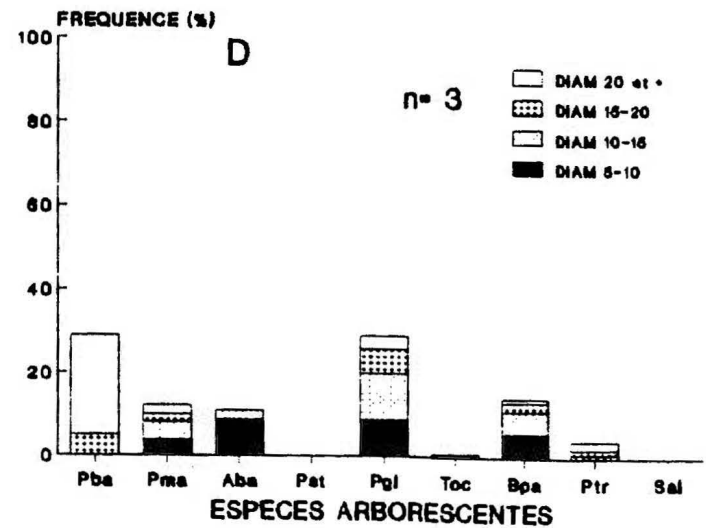
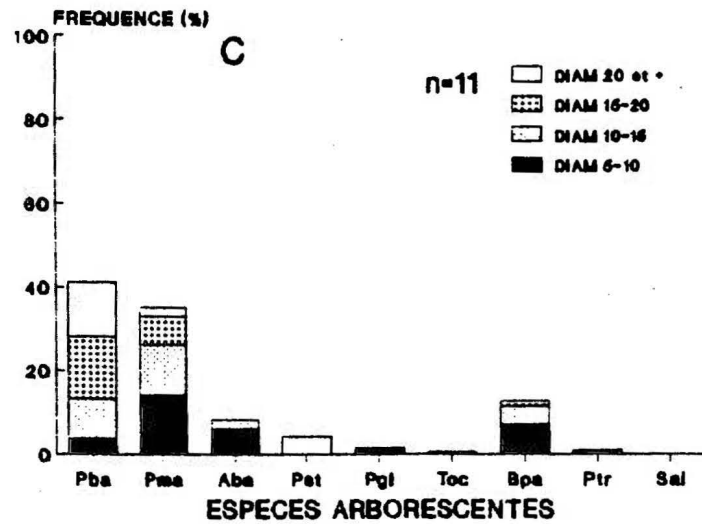
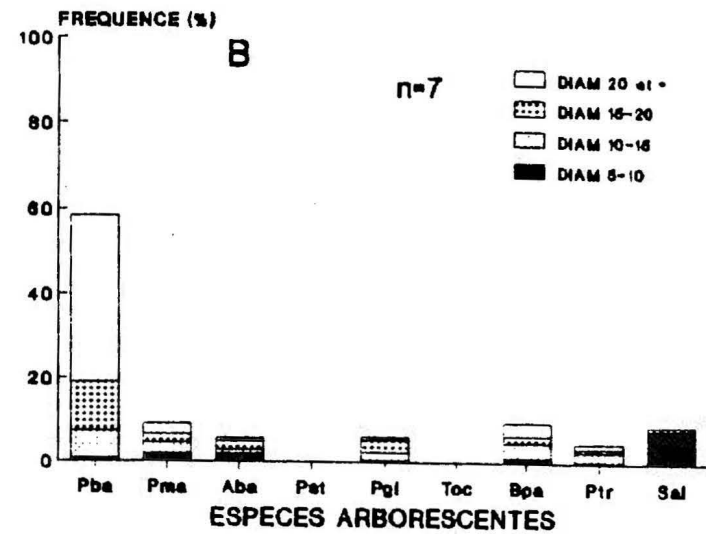
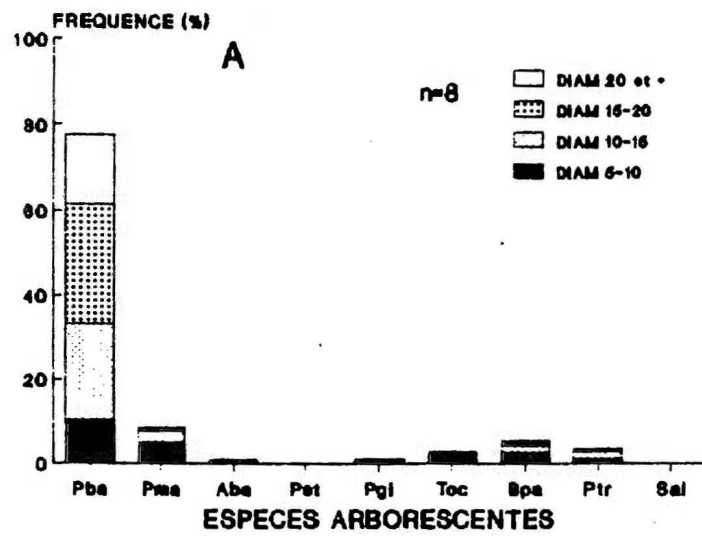


Figure 26. Synthèse de la végétation des communautés mésiques.

A: Pinèdes grises.

B: Pinèdes grises hydriques.

C: Pinèdes grises à épinettes noires.

D: Pinèdes grises à épinettes blanches.

à gauche alors que celle situées sur des dépôts plus fins sont à gauche sur le plan d'ordination.

Dans le tableau VI, les coefficients de corrélation pour l'axe II sont significatifs pour plusieurs facteurs. Les hautes canopées, la topographie irrégulière, les stations les plus vieilles de même que les pentes et les pourcentages de roc élevé se trouvent positivement corrélés avec le haut de l'axe 2. Les basses canopées, la topographie régulière, les stations jeunes et les stations où l'on a de faibles pentes et de faibles pourcentages de roc affleurant sont au contraire négativement corrélées avec l'axe 2.

A la figure 27, les stations sont présentées selon leur unité de paysage dans le plan d'ordination. On peut y observer une relation nette entre la portion droite de l'axe 1 et les stations lacustres, la portion gauche de l'axe 1 et les stations terrestres. Selon l'axe 2, les stations lacustres sont principalement associées au bas de l'axe, alors que les stations terrestres sont étendues sur l'ensemble de l'axe 2, mais de façon plus marquée dans le haut de l'axe.

TABLEAU VI. Coefficients de corrélation (r de Spearman) entre les coordonnées des stations mésiques sur les deux premiers axes de l'ordination et les variables écologiques.

VARIABLES	AXE I	AXE II
	r	r
RECOUVREMENT	0.10333	0.27209
HAUTEUR MOYENNE	-0.11341	0.40311**
TOPOGRAPHIE	-0.19384	0.39589**
PENTE	0.05956	-0.31315*
EXPOSITION	0.03223	0.02155
SOL	-0.34640*	0.20197
DRAINAGE	-0.15724	-0.00988
PIERROSITE	0.12090	-0.10657
ROCCOSITE	0.12385	-0.30966*
TEMPS ECOULE DEPUIS DERNIER FEU	0.43662**	-0.34830*

** 0.001 < p < 0.01 * 0.01 < p < 0.05

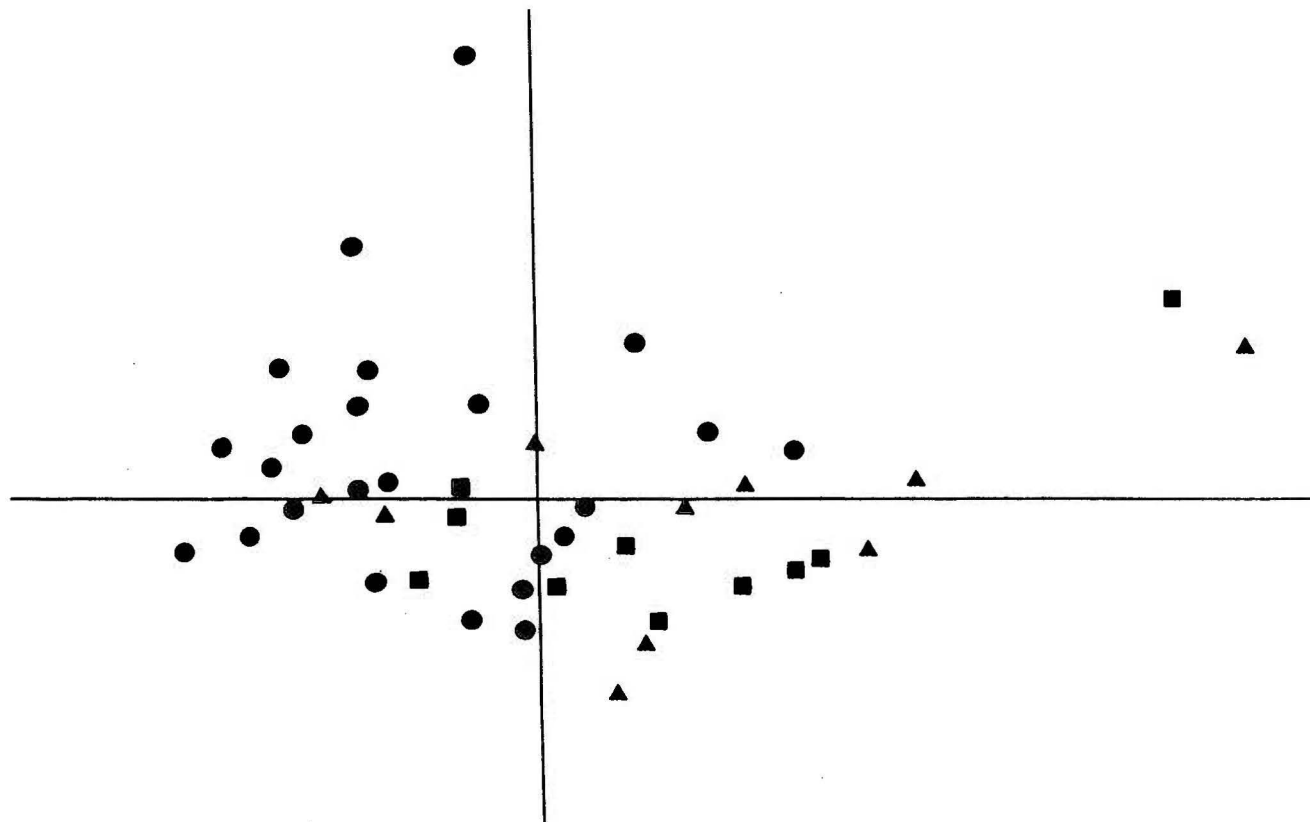


Figure 27. Localisation des unités de paysage dans le plan d'ordination des stations mésiques.
 ■ Portion de berge.
 ▲ Ile.
 ● Unité de paysage terrestre.

4.2.3. Vecteurs de succession du milieu mésique.

Pin gris.

Le vecteur du pin gris (fig. 28) a une forme cyclique. Les gros diamètres sont associés avec les diamètres inférieurs trouvés dans les stations jeunes. Le pin gris en milieu mésique n'a pas tendance à former d'association avec d'autres espèces; ces peuplements sont purs parce qu'ils sont intolérants à l'ombre. Ils sont vite remplacés par d'autres espèces. Seul le tremble est associé avec les peuplements de pins gris.

Epinette noire.

Le vecteur de l'épinette noire (fig. 29) est presque cyclique, mais est tout de même directionnel, puisque les individus de cinq à dix cm de DHP se démarquent vers le haut du graphique. L'épinette noire est associée au bouleau blanc et aux gros peupliers faux-tremble.

Sapin baumier.

Le vecteur du sapin (figure 28) forme un cycle caractéristique des espèces stables. Le sapin est associé avec l'épi-

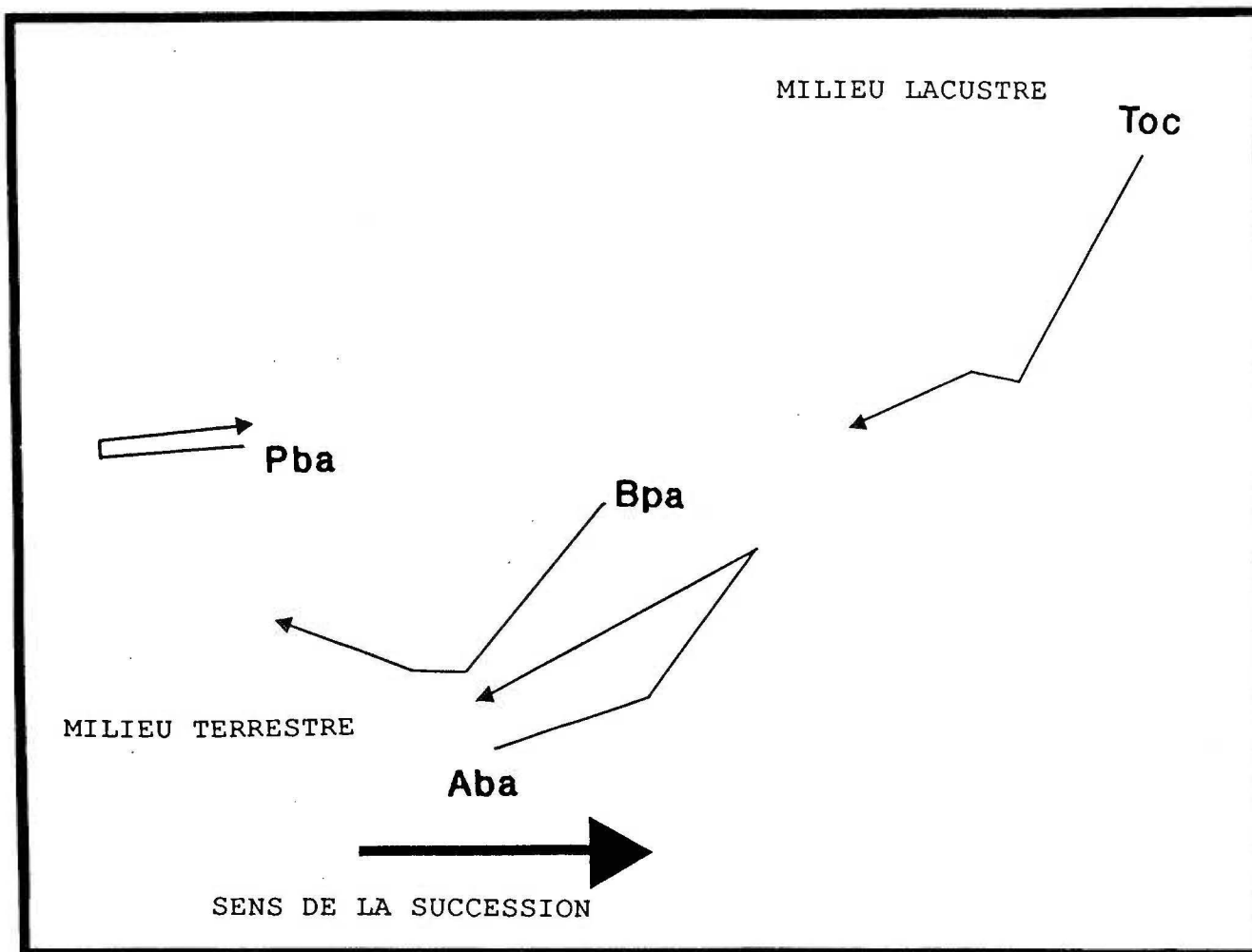


Figure 28. Vecteurs de succession pour le milieu mésique.
 Pba: pin gris, Bpa: bouleau blanc, Aba: sapin baumier,
 Toc: cèdre occidental.

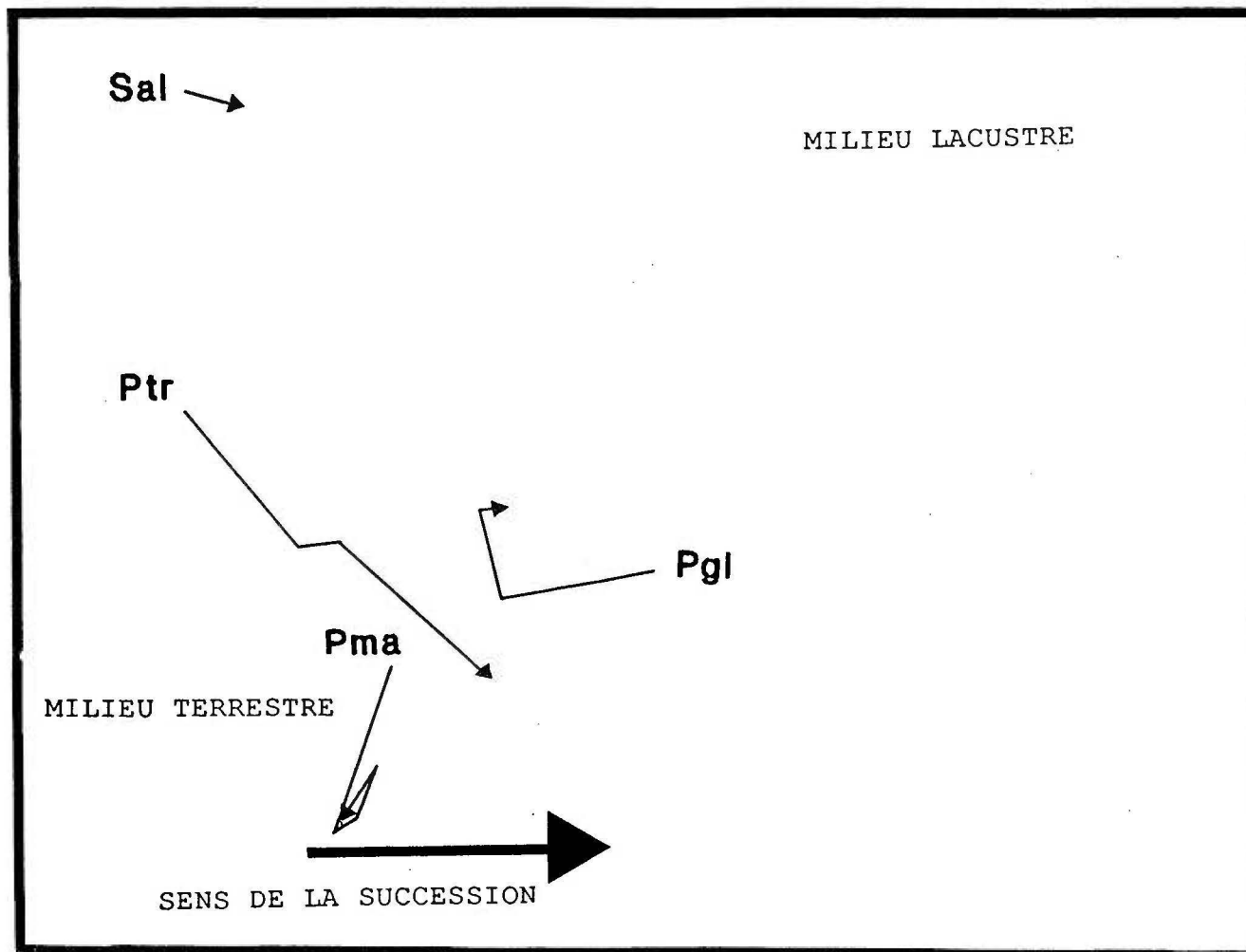


Figure 29. Vecteurs de succession pour le milieu mésique.
Sal: saules, Ptr: peuplier faux-tremble, Pgl: épinette
blanche, Pma: épinette noire.

nette blanche et le bouleau. Cette espèce est en équilibre et est associée à des perturbations d'âges moyens. Seul le cèdre est trouvé dans des stations dont les perturbations sont plus vieilles.

Bouleau à papier.

Le bouleau étant intolérant à l'ombre, son vecteur (figure 28) est linéaire. Quant aux gros bouleaux, ils sont trouvés dans les stations plus âgées. Il est associé avec les petits trembles, et avec les grosses épinettes noires et blanches de même qu'avec les gros sapins.

Epinette blanche.

Le vecteur de l'épinette blanche (fig. 29) est restreint sur l'axe I et sur l'axe II, cette espèce semble à l'équilibre; son vecteur en forme de " L " est étroitement associé aux sapins et aux gros bouleaux. Cette association végétale semble stable.

Cèdre occidental.

Le vecteur du cèdre (fig. 28) est linéaire, cette espèce est isolée; associée aux stations les plus vieilles, et à l'unité de paysage lacustre, elle n'est pas en équilibre.

Peuplier faux-tremble.

Son vecteur (fig.29) est linéaire et se dirige vers les stations plus âgées. Les petits trembles sont des rejets de racines.

Saules.

Cette espèce est trouvée dans les sites les humides, sur des dépôts argileux, en bordure de petits cours d'eau. Son vecteur est court puisque le saule n'atteint jamais un diamètre supérieur à 15 centimètres (fig. 29). Fortement associé aux stations les plus jeunes, il est principalement trouvée dans les pinèdes grises terrestres. Le caractère très humide des milieux où on les trouve, fait que le pin gris lui est rarement associé. Seule la station 30 présente une réelle association entre le pin gris et le saule cette dernière dominait en terme de nombre

d'individus alors que les pins gris dominaient largement en terme de surface terrière.

4.2.4. Description des groupements forestiers de milieux mésiques.

Pinède grise à épinettes noires et cèdres.

Ce groupement n'est représenté que par une station (13B), qui se situe sur une île du lac Duparquet, et qui a subi des perturbations par le feu en 1846, 1879 et 1986. Cette station abrite des individus de pin gris, d'épinette noire et blanche, de cèdre et de bouleau qui ont un diamètre important. Le sapin, l'épinette blanche et le bouleau ne comptent aucun individu dans la classe de diamètre de 5 à 10 centimètres (figure 25A). Le pin gris et l'épinette noire devraient à moyen terme être éliminés au profit d'une domination par le sapin, le bouleau, l'épinette blanche et le cèdre.

Bétulaies.

Cette association forestière est dominée par le bouleau (Fig. 25B). Le bouleau, présent principalement dans les classes supérieures de diamètre, est également l'espèce la mieux repré-

sentée dans la classe inférieure de diamètre. L'épinette blanche est l'espèce codominante, alors que le sapin, l'épinette noire et le pin gris sont peu nombreux et font tous partie de la classe supérieure de diamètre; il ne comptent aucun individu dont le diamètre soit entre 5 et 20 centimètres. Le cèdre est peu abondant.

De ces 3 stations, 2 sont terrestres, l'une se situe près de la rivière Magusi (1923) et l'autre sur un ancien cap rocheux exposé qui est maintenant un milieu fermé. La troisième station est une île du lac Duparquet dont le feu date de 1889. Le pin gris en absence de perturbation sera exclu de ces sites. Le bouleau, bien qu'actuellement abondant, devra partager la dominance avec le sapin et l'épinette blanche.

Pessière noire à sapins.

Ce groupement forestier est dominé par l'épinette noire et le sapin. Ils sont accompagnés par le pin gris, l'épinette blanche, le cèdre, le bouleau et le tremble (figure 25C).

Des 8 stations qui constituent ce groupement, on trouve une île; quatre sont situées sur des berges; et 2 stations sont terrestres. Des quatre stations situées sur des berges, trois

sont localisées au lac Bayard; et l'autre est localisée au lac Hébécourt. Les populations sont issues de feux survenus avant 1913 sur l'île, avant 1861 sur la berge du lac Hébécourt, avant 1825 et 1875 au lac Bayard et en 1903 toujours au lac Bayard.

Les deux stations terrestres sont issues de feux survenus en 1923 (25B), et en 1760 (45B). La station de 1923 est localisée sur un site productif, argileux, et tous ces individus ont un diamètre supérieur à 10 centimètres (parmi les arbres considérés). La richesse de ce site est telle qu'elle semble avoir accéléré le processus de succession.

L'épinette noire, le sapin et le bouleau devraient dominer ces groupements forestiers, le pin gris devant en être exclu. Le cèdre pourrait codominer les sites dans l'unité de paysage lacustre.

Cédrières à sapins et épinettes blanches.

Toutes les stations de ce groupement sont lacustres. Il s'agit d'une île et de deux portions de berges situées au lac Duparquet. Elles sont dominées par le cèdre et codominées par le sapin. Le pin gris, les épinettes noires et blanches, le bouleau et les saules sont les autres espèces présentes (figure 25D).

Les perturbations par le feu ont eut lieu avant 1755 pour l'île, en 1840 et en 1890 pour les portions de berges. Sur l'île un cèdre portait une cicatrice de 1593. Les cédrières à sapins et épinettes blanches sont vieilles, avec une pente élevée et un bon pourcentage de roc. Il s'agit de peuplements lacustres. L'évolution de ces stations est incertaine. Il semble qu'il y aura une élimination du pin gris et qu'ensuite le cèdre continuera à dominer avec le sapin l'épinette noire et le bouleau.

Pinèdes grises métriques.

Ce groupement forestier est constitué de huit stations qui sont toutes dominées par le pin gris (figure 26A). D'ailleurs 78% des arbres de ces stations sont des pins gris (tableau VI). Les espèces compagnes sont l'épinette noire, le bouleau, le tremble, le thuya, l'épinette blanche et le sapin. L'épinette noire avec 9% des arbres (tableau VI) constitue l'espèce la plus susceptible de remplacer le pin gris. Sur le plan d'ordination ce groupement est bien localisé. Ces peuplements purs sont principalement localisés sur des dépôts de loam argileux-sableux et d'argile sableuse-silteuse.

De ces stations, six sont localisées sur la terre ferme, et toutes les six proviennent du territoire qui a brûlé en 1923. Les

deux autres stations sont des îles du lac Duparquet, la première (station 42) a également subi un feu en 1923, la seconde (station 13) a subi son dernier feu destructeur en 1870. Ces deux stations lacustres se distinguent des autres du même groupement forestier par la présence de cèdre. Le cèdre est absent des stations terrestres. Ces stations devraient évoluer vers des communautés de sapins, épinettes noires et dans les populations lacustres. Le cèdre devrait être une espèce compagne.

Pinèdes hydriques.

La végétation des 7 stations de ce groupement est similaire à celle des pinèdes mésiques (tableau VI). A la figure 26B, il est possible de constater la dominance du pin gris et son association avec l'épinette noire, le sapin, l'épinette blanche, le bouleau, le tremble et le saule. Les différences sont la présence du cèdre dans les pinèdes mésiques et celle des saules dans les pinèdes plus humides. Ces pinèdes sont situées sur des sites plus productifs, nettement argileux, et où la croissance du pin gris est accéléré de même que son remplacement.

Les sites où sont trouvés ces groupements sont pour 6 cas sur sept, des stations terrestres issus du feu de 1923. La septième station (station 49) est terrestre et issue d'un feu

ayant probablement eu lieu aux environs de 1875 ou aux environs de. Dans cette station, c'est le sapin baumier qui domine. Cette station, plus mature que les autres du même groupement, est le reflet du futur de ces stations. Il serait donc possible de prévoir qu'il y aura une domination par le sapin et le bouleau dans ces stations.

Pinèdes à épinettes noires.

Les pinèdes à épinettes noires montrent une codominance de pin gris et d'épinette noire avec comme principales espèces compagnes le sapin baumier et le bouleau blanc (Fig. 26C). Les autres espèces présentes sont le pin blanc, l'épinette blanche, le cèdre et le tremble.

Six de ces stations sont terrestres et issues du feu de 1923. Trois sont issues de feux plus récents, deux sont situées sur la berge du lac Hébécourt (1947 et 1951), alors que l'autre est une station terrestre issue d'un feu de 1944. Les deux autres stations sont localisées sur la berge du lac Duparquet et ont subi des feux en 1890 et 1874. Les pinèdes à épinettes noires ont une hauteur de canopée plutôt élevée, une topographie régulière à pente faible et peu ou pas de roche-mère affleurante. Il s'agit

de populations plutôt jeunes et elles ont des dépôts de surface de type alluvionnaire ou des loams sableux argileux.

A moyen terme le sapin et l'épinette noire devraient dominer ces sites. Dans les stations lacustres, le cèdre pourrait également être codominant avec le sapin et l'épinette noire.

Pinèdes à épinettes blanches.

Une île du lac Duparquet (1870), et deux stations terrestres (1923) ont une végétation caractérisée par une codominance du pin gris et de l'épinette blanche (figure 26D). Les autres espèces associées sont l'épinette noire, le sapin, le bouleau et le tremble. Ce groupement occupe le centre de l'ordination. Les pins gris ne sont plus représentés que par les classes élevées de diamètres, les jeunes arbres sont des individus d'épinette blanche et de sapin. Ce groupement est plus avancé en terme successional que les pinèdes mésiques. A long terme le sapin baumier, l'épinette blanche et le bouleau pourraient dominer ces sites.

4.2.5. Succession en milieu mésique.

Sur les sites mésiques la succession du pin gris est plus rapide qu'en milieu xérique, il n'y a pas de refuge pour les pins gris, et plus le milieu est productif, plus la succession est accélérée.

Un modèle de succession avec trois voies possibles a été tracé pour des populations de pin gris en milieu mésique. Si le cèdre est présent dans la composition floristique initiale, il pourra partager la dominance dans chacune des voies successionnelles tracées (Fig. 30). La présence du cèdre est fortement associée à l'unité de paysage lacustre. Cette observation a d'ailleurs déjà été notée pour la région à l'étude (Bergeron et Dubuc, 1989).

Les trois voies impliquent le sapin qui est l'espèce la plus tolérante à l'ombre en forêt boréale. Si l'épinette blanche est présente dans la composition initiale, elle dominera le site avec le bouleau et le sapin. Cela est particulièrement possible pour les milieux où les dépôts de surface sont argileux à argileux-sableux avec un moins bon drainage (voie 2). Lorsque les dépôts de surface sont plus grossiers; alluvionnaires ou morainiques, l'épinette noire, le sapin et le bouleau sont les

espèces climaciques (voie 1). Sur de minces sols sur roc l'épinette noire et le sapin devrait constituer le climax (voie 3).

5. Discussion.

Pour étudier les successions dans les communautés végétales il demeure impossible de suivre une population tout au cours de son évolution. La façon de procéder consiste donc d'utiliser différentes des communautés représentant diverses étapes successionnelles. Les pinèdes grises de milieu mésique sont rapidement remplacées; aussi leur étude est-elle axée sur les premières étapes de la succession. Un autre problème est dû au fait que les populations de milieu mésique sont souvent issues de feux destructeurs couvrant de grandes étendues. Aussi pour un territoire d'étude, les populations sont presque toutes issues du même feu (ici le feu de 1923). En milieu xérique le remplacement est plus long et l'occurrence de feux non létaux (notamment en unité de paysage lacustre) permet une meilleure représentativité des étapes successionnelles.

Toutes les communautés végétales identifiées lors de cette étude l'avaient préalablement été par d'autres auteurs (Clayden et Bouchard, 1983; Caroll et Bliss, 1982; Massicotte, 1982; Carleton et Maycock, 1978; Gaudreau, 1979; Bergeron et Dubuc, 1989; Bergeron et al., 1983, 1985; Bergeron et Bouchard, 1984, etc.). Toutefois la comparaison de la succession forestière pour des milieux subissant des régimes de feux différents est

nouvelle. Les divergences majeures, tant pour les peuplements mésiques que pour les peuplements xériques, sont liées à l'occurrence du cèdre en unité de paysage lacustre. Cette espèce est importante comme espèce de fin de succession en milieu lacustre, alors qu'elle n'a pas de rôle majeur dans la succession du pin gris sur la terre ferme. Les feux non létaux, et le décapage par les glaces, en milieu lacustre permettent d'ouvrir les sites, ce qui permet au pin gris de se maintenir plus longtemps que sur la terre ferme où aucun mécanisme, outre les feux létaux et la chute d'individus, ne permet l'ouverture du milieu.

Sur la terre ferme, les sites aux conditions difficiles, comme les caps rocheux exposés, peuvent servir de refuge pour le pin gris et pour d'autres espèces intolérantes à l'ombre comme le pin blanc. Dans ces sites, la fréquence des feux permet habituellement d'éviter la fermeture de la canopée.

En milieu mésique, la voie successioneuse suivie par un peuplement dépend principalement des conditions abiotiques comme le type de dépôt de surface; alors qu'en milieu xérique la composition floristique initiale, l'exposition et l'unité de paysage constituent les principaux facteurs. Un modèle général, pour l'évolution du pin gris en Abitibi doit tenir compte des

variations possibles de composition floristique initiale. Abrams et Dickmann (1984), Abrams et al (1985) et Bergeron et Dubuc (1989) ont démontré que la composition floristique initiale est variable suite à un feu et peut ainsi entraîner des distinctions importantes dans la succession forestière.

Certaines associations végétales sont exclusives à une unité de paysage, les trois types de cédrières rencontrés sont uniquement associés au milieu lacustre. Les pinèdes à pin blanc sont issues de vieilles perturbations et sont uniquement terrestres. Les pinèdes grises sont jeunes, et sont également associées aux deux unités de paysage. La succession se fera selon le type de dépôt de surface et selon la composition floristique initiale.

Les adaptations du pin gris aux feux de forêts font que cette espèce est caractéristique du début de succession après perturbation. Elle constitue fréquemment des peuplements purs après feu. Les populations mésiques évoluent vers des communautés dominées par le sapin, le bouleau et l'épinette noire lorsqu'elles sont sur des dépôts alluvionnaires ou morainiques; sur les sols argileux l'épinette blanche codominera avec le sapin baumier et le bouleau blanc; le sapin baumier et l'épinette noire domineront sur les sites caractérisés par un sol mince sur roc.

Dans ces trois cas, s'il s'agit de l'unité de paysage lacustre, le cèdre partagera la dominance avec les espèces déjà énumérées.

Les pinèdes grises xériques peuvent également évoluer selon trois voies successioneilles: sur des sites exposés, ouverts au sommet de collines, on observera des pinèdes blanches à épinettes noires; sur des sites secs et pauvres la succession favorisera l'épinette noire; alors qu'en unité de paysage lacustre des cèdres partageront la dominance avec l'épinette noire.

CONCLUSION

Le maintien des pins gris sur la terre ferme dépend des feux létaux. En milieu mésique, ces feux doivent survenir selon un intervalle régulier (supérieur à 30 ans et inférieur à 230 ans). Sur les sites xériques, en sommet de caps, l'intervalle entre les feux létaux est accru puisqu'il y a une régénération en absence de perturbation, et dans certains cas des feux non létaux, qui peuvent être présents. Ces sites peuvent servir de refuge au pin gris.

En unité de paysage lacustre le pin gris bénéficie du passage des feux létaux mais il n'en est pas dépendant, puisque des feux non létaux et/ou une régénération en absence de perturbation est présente dans la majorité des sites. Même parmi les populations lacustres qui n'ont pas enregistré de feux non létaux, il n'est pas exclu que ce type de perturbation ait pu et puisse y survenir. Il est en effet possible qu'un feu non létaux n'ait pas laissé de traces visuelles.

Les pins gris de l'unité de paysage lacustre ne nécessitent pas les mêmes adaptations aux feux létaux que les peuplements de l'unité de paysage terrestre; il serait intéressant de vérifier

les variations génétiques entre les populations des deux unités de paysage.

Les communautés successionnelles de pin gris différent en fonction des variations dans les régimes de feux. Le cèdre n'a pas de rôle dans la succession en unité de paysage terrestre, alors que dans les successions de milieu mésique et xérique de l'unité de paysage lacustre il occupe un rôle important. La succession forestière des peuplements de pins gris, dépend du régime de feux, des conditions abiotiques des sites où se produisent les feux et de la composition floristique initiale de ces sites.

Les pinèdes grises de milieu mésique ont une succession dirigée vers les sapinières. Si les dépôts de surface sont fins, le bouleau blanc et l'épinette blanche codominent avec le sapin; sur les dépôts plus grossiers, l'épinette noire et le bouleau blanc dominant avec le sapin et s'il s'agit de sols minces l'épinette noire domine avec le sapin. Pour l'unité de paysage lacustre, où des feux non létaux font partie du régime de feux, le cèdre est codominant avec le sapin pour ces trois voies successionnelles.

Trois voies successioneilles ont également été tracées pour le milieu xérique. Au sommet des collines, sur des sites escarpés et exposés au sud, les pessières noires à pins blancs succèdent aux pinèdes grises; sur les autres sites secs et pauvres les pessières noires sont climaciques. Quand le régime de feux comporte des feux non létaux en plus des feux létaux, (cette situation est plus fréquente en unité de paysage lacustre), ce sont des cédrières-pessières noires qui sont climaciques.

Les structures d'âges, de même que les différentes communautés de pins gris, confirment que les régimes de feux sont différents en unité de paysage lacustre et en unité de paysage terrestre. Les feux non létaux en milieu lacustre permettent à des espèces intolérantes à l'ombre, comme le pin gris, de persister et de côtoyer des espèces plus tolérantes, qui n'ont pas été détruites par le feu.

L'unité de paysage lacustre, de même que les sommets escarpés et exposés servent également de sites "refuge" pour le pin gris.

BIBLIOGRAPHIE

- Abrams, M.D., D.G.Sprugel et D.I.Dickman, 1985. Multiple successional pathways on recently disturbed Jack pines sites in Michigan. *For.Ecol.Manage.* **10**: 31-48.
- Abrams, M.D. et D.I.Dickmann, 1984. Floristic composition before and after prescribed fire on a jack pine clear-cut site in northern lower Michigan. *Can. J. For. Res.* **14**: 746-749.
- Abrams, M.D. 1984. Uneven-aged jack pine in Michigan. *J.For.* 366-367.
- Anonyme. 1982. Canadian normal climate normals. Canadian climate program. Environment Canada. Atmospheric Environment Service Downsview Ontario. ,
- Arno, S.F., et K.M. Sneek, 1977. A method for determining fire history in coniferous forests of the mountain west. U.S.D.A. For.Serv.Gen.Tech.Rep. INT-42.
- Bergeron, Y., A.Bouchard et G.Massicotte, 1985. Gradient analysis in assessing differences in community pattern of three adjacent sectors within Abitibi, Québec. *Vegetatio* **64**: 55-65.
- Bergeron, Y., A.Bouchard, P.Gangloff et C.Camiré, 1983. La classification écologique des milieux forestiers de la partie ouest des cantons d'Hébécourt et de Roquemaure en Abitibi, Québec. *Etudes écologiques* 9. Université Laval, Québec. 169pp.
- Bergeron, Y. et A.Bouchard, 1984. Use of ecological groups in the analysis and classification of plant communities in a section of western Quebec. *Vegetatio* **56**: 45-63.
- Bergeron, Y. et D.Gagnon, 1987. Age structure of red pine (*Pinus resinosa* Ait) at its northern limit in Quebec. *Can. J.For.Res.* **17**: 129-137.
- Bergeron, Y et M.Dubuc, 1989. Succession in the southern part of the boreal forest. *Vegetatio* **79**: 51-63.

- Burgess, D.M. et I.R. Methven, 1977. The historical interaction of fire, logging, and pine: a case study at Chalk river, Ontario. Service des forêts, Rapport d'information PS-X-66.
- Cameron, H. 1953. Melting point of the bonding material in lodgepole and jack pine cones. Can. Dep. Res. Develop., For. Branch Syl. Leaflet. **86**, 3pp.
- Carleton, T.J. 1982. The pattern of invasion and establishment of Picea mariana (Mill.) BSP. into the subcanopy layers of Pinus banksiana Lamb. dominated stands. Can. J. For. Res. **12**: 973-984.
- Carleton, T.J. et P.F. Maycock. 1978. Dynamics of the boreal forest south of James Bay. Can. J. Bot. **56**: 1157-1173.
- Carroll S.B. et L.C. Bliss, 1982. Jack pine - lichen woodland on sandy soils in northern Saskatchewan and northeastern Alberta. Can. J. Bot. **60**: 2270-2282.
- Cayford, J.H. 1971. The role of fire in the ecology and silviculture of jack pine. Proc. Annu. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. **10**: 221-244.
- Cayford, J.H. et D.J. McRae 1983. The ecological role of fire in jack pine forests. In: Ross W. Wein (Ed.). The role of fire in northern circumpolar ecosystems.
- Clayden, S. et A. Bouchard. 1983. Structure and dynamics of conifer-lichen stands on rock outcrops south of Lake Abitibi, Quebec. Can. J. Bot. **61**: 850-871.
- Cottam, G. et J.T. Curtis. 1965. Use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology **37**: 451-460.
- Day, R.J. et G.T. Woods. 1977. The role of wildfire in the ecology of jack and red pine forest in Quetico provincial park. Ont. Min. Nat. Resources., Quetico Prov. Park Fire Ecol. Stud. Rep. **5**. 79pp.
- Dimroth, E et M. Rocheleau. 1979. Volcanologie et sédimentologie, dans la région de Rouyn-Noranda, Québec. Ass. Géol. Can. et Ass. Min. Can. Presses Univ. Laval. 218 pp.

- Egler, F.E. 1954. Vegetation science concepts I: Initial floristic composition, a factor in old field vegetation development. *Vegetatio* **4**: 657-676.
- Eyre, F.H. et LeBarron, R.K. 1944. Management of jack pine stands in the Lake States. U.S.D.A. Tech. Bull. **863**, 66pp.
- Fowells, H.A. 1965. Silvics of the forests trees of the United States U.S. Dep. Agric. Handb. No.271.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge univ. press. Cambridge.
- Gauch, H.G., R.H. Whittaker et T.R. Wentworth. 1977. A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. *J. Ecol.* **65**: 157-174.
- Gauch, H.G. et R.H. Whittaker. 1981. Hierarchical classification of community data. *J.Ecol.* **69**: 537-557.
- Gaudreau, L. 1979. La végétation et les sols des collines Tanginan, Abitibi-ouest, Québec. Etudes écologiques, pub. sous la direction de M.M. Grandtner, Labo. d'écologie forestière, Univ. Laval, 391 pp.
- Givnish, T.J. 1981. Serotiny, geography, and fire in the pine barrens of New Jersey. *Evolution* **35**: 101-123.
- Goff, F.G. et P.H. Zedler. 1972. Derivation of species succession vectors. *Am.Mid.Nat.* **87**: 397-412.
- Graham, R.B., 1950. Parties des cantons d'Hébecourt, de Duparquet et de Destor, Rapp. Géol. no 61, Min. des mines du Québec, 73pp + cartes.
- Graham, S.A., 1954. Scoring tolerance of forest trees. *Michigan forestry.* **4**:1-2.
- Grandtner, M.M. 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Presses université Laval. 216 pp.
- Heinselman, M.L. 1973. Fire in the virgin forests of the Boundary Waters Canoe Area, Minnesota. **3**: 329-382.
- Heinselman, M.L. 1978. Fire in wilderness ecosystems. **In** Wilderness management. U.S.D.A. For. Serv. Misc. Publ. **1365**: 248-278.

- Heinselman, M.L. 1980. Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of northern ecosystems. Proc. Tall timbers conf.
- Heinselman, M.L. 1981. Fire and succession in the conifer forests of northern North America. pp 374-405. In D.C. West, H.H. Shugart et D. Botkin. Springer-Verlag, New York (Eds.) Forest succession: concepts and applications.
- Johnson, E.A. 1979. Fire recurrence in the subarctic and its implications for vegetation composition. Can.J. Bot. **57**: 1374-1379.
- Keeley, J.E., 1981. Reproductive cycle and fire regime. Proc. Tall. Timbers Conf. pp 231-275.
- Kilgore, B.M. 1973. The ecological role of fire in sierran conifer forests. Quat. Res **3**: 496-513.
- Kilgore, B.M. 1980. Fire in ecosystem distribution and structure: Western forests and scrublands. In Proc. Tall. Timbers conf. pp 58-87.
- Lafond, A. 1966. Notes sur l'écologie de quatre conifères du Québec: Picea mariana, Picea glauca, Abies balsamea. Naturaliste can. **93**: 823-842.
- MacLean, D.W. et C.H.D. Bedell, 1955. Northern clay belt growth and yield survey. Can. Dep. North. Aff. Natl. Ressour. For. Res. Div. Technol. Note. **20**
- Massicotte, G. 1982. Etude écologique de la végétation forestière du mont Kékéko, région Rouyn-Noranda Abitibi-Témiscamingue. Mémoire de maîtrise. Univ. Montréal.
- Noble, M.G., L.K. DeBoer, K.L. Johnson, B.A. Coffin, L.G. Fellows et N.A. Christensen, 1977. Quantitative relationships among some Pinus banksiana-Picea mariana forests subjected to wildfire and postlogging treatments. Can. J. For. Res. **7**: 368-377.
- Purchase, J.E. et G.H. La Roi. 1983. Pinus banksiana forests of the Fort Vermillion area, northern Alberta. Can.J.Bot. **61**: 04-824.

- Quintillo, D., G.R. Fahnestock et D.E. Dubé. 1977, Fire behavior in upland jack pine: the Darwin lake project. Service des forêts. Inf. Rep. NOR-X-174.
- Richard, P., 1980. Histoire de la végétation post-glaciaire au sud du lac Abitibi: Ontario et Québec. Géogr. Phys. Quat., **34 (1)** 77-94 pp.
- Rowe, J.S. et G.W. Scotter. 1973, Fire in the boreal forest. Quat.Res. **3**: 444-464.
- Rudolph, T.D., R.E. Schoenike et T.Shantz-Hansen, 1959. Results of one parent progeny tests relating to the inheritance of open and closed cones in jack pine. Univ. Minn. Sch. of For. note **78**, 2pp.
- Rudolph, P.O. 1958, Sylvical characteristics of jack pine (Pinus banksiana) Lake states. U.S.Dept. Agr., Station paper **61**, 31pp.
- Rudolph, P.O. 1977. Seed production in the first eight years and frequency of natural selfing in a simulated jack pine seedling seed orchard. USDA, Proc. of the Thirteen lake states forest tree improvement conf. pp 33-46.
- Schmidt, M.G. et W.H. Carmean, 1988. Jack pine quality in relation to soil and topography in north central Ontario. Can. J. For. Res. **18**: 297-308.
- Sherrer, B., 1984. Biostatistique. Gaetan Morin éditeur. Chicoutimi. 850pp.
- Sterrett, W.D. 1920. Jack pine. U.S.D.A. Prof. Pap. **820**: 45pp.
- Teich, A.H. 1970. Cone serotiny and inbreeding in natural populations of Pinus banksiana and Pinus contorta. Can.J. Bot. **48**: 1805-1809.
- Van Wagner, C.E. 1978. A laboratory study of weather effects on the drying rate of jack pine litter. Can. J. For. **9**: 267-275.
- Van Wagner, C.E. 1983. Fire behaviour in northern conifer forests and shrublands. **In** The role of fire in northern circumpolar ecosystems. Ed. R. W. Wein. et D. A. MacLean. Publ. J. Wiley and sons ltd.

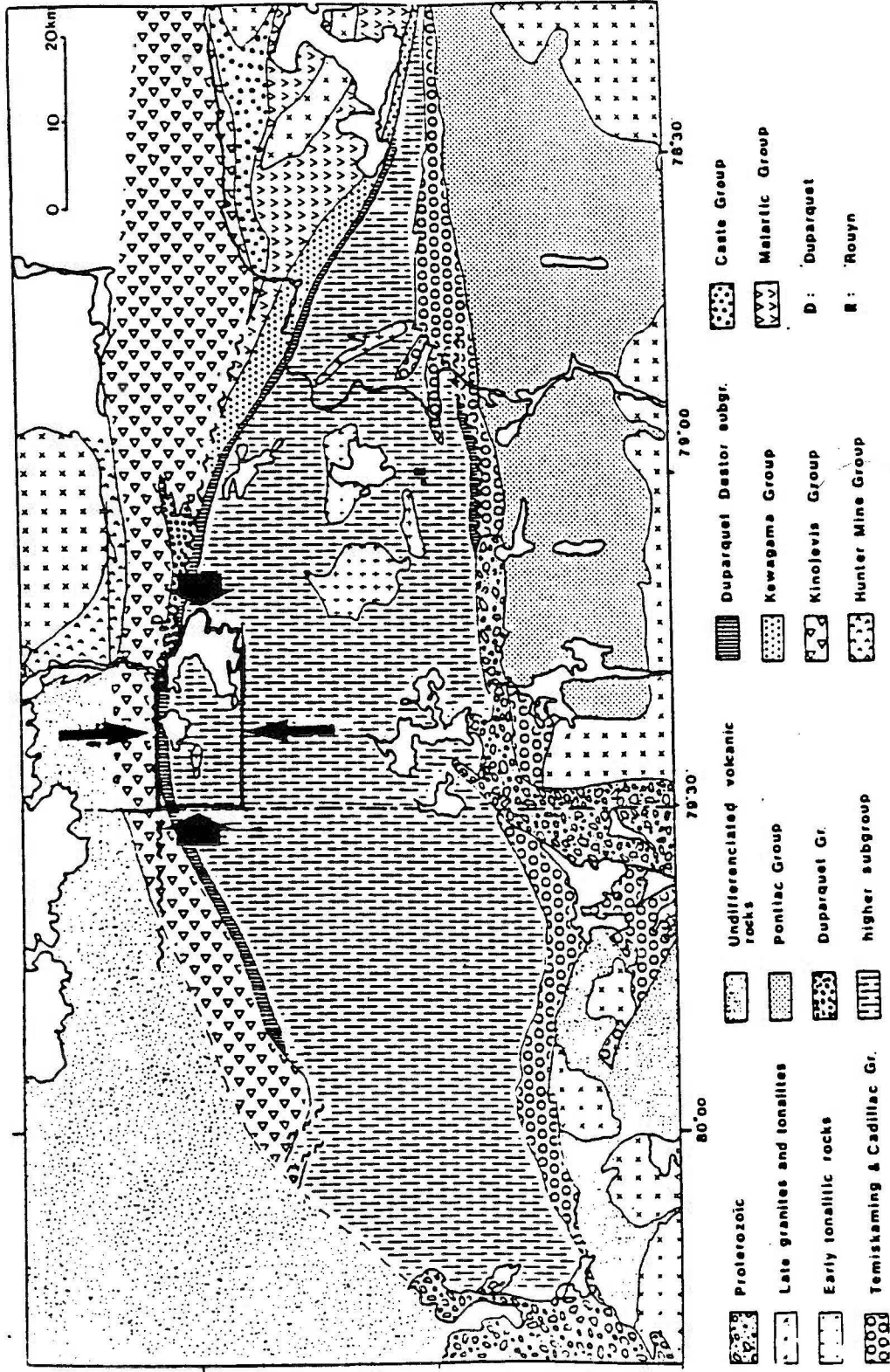
Vincent, J.S. et L.Hardy, 1977. L'évolution et l'extinction des lacs glaciaires Barlow et Ojibway en territoire québécois. *Géogr. Phys. Quat.*, **31 (3-4)**: 357-372.

Wein, R.W. et D.A. MacLean, 1983. Fire in northern circumpolar ecosystems. *Scope*, 18. Wiley, New York.

White, P.S. 1979. Patterns, process, and natural disturbance in vegetation. *Bot.Rev.* **45**: 229-290.

APPENDICE 1

Carte géologique de la région étudiée



ANNEXE I. Carte géologique de la région à l'étude.
Tiré de Dimroth et Rocheleau ; 1979.

APPENDICE 2

Description des variables écologiques

APPENDICE 2. DESCRIPTION DES VARIABLES ECHANTILLONNEES

Cette section présente la description des variables des tableaux (III et IV) du texte, ainsi que des deux tableaux globaux en appendice 4 et 5.

- SIT:** abréviation de site, signifiant le type de "site" où la station fut réalisée, où le
- 1** : représente les stations terrestres
2 : les îles
3 : les berges
- LOC:** La localisation des sites
- 1:** lac Duparquet
2: lac Hébecourt
3: lac Bayard
4: stations terrestres
- REC:** Le pourcentage de recouvrement végétal arborescent sous la forme de classes
- 1:** 0 - 10%
2: 10 - 25%
3: 25 - 50%
4: 50 - 75%
5: 75 - 100%
- HAU:** Hauteur moyenne de la canopée en mètres.
- ROC:** Pourcentage de roche-mère affleurante, (mêmes classes que pour le recouvrement végétal, REC).
- TOP:** Topographie,
- 1** si régulière
2 si irrégulière

DRA:	Drainage en classes de	1	excessif
		2	bon
		3	moyennement bon
		4	imparfait
		5	mauvais
		6	très mauvais
SOL:	Type de sol	1	roc
		2	moraine ou till
		3	sable
		4	alluvions
		5	loam sableux-sil- teux
		6	argile graveleuse, à argile sableuse
		7	argile
PEN:	Pente en classe	1	0 - 5°
		2	5 - 10°
		3	10 - 15°
		4	15 - 25°
		5	25 et +
EXP:	Exposition où la valeur maximale est associée à l'exposition de meilleure qualité:	1	nord ou nulle
		2	nord à nord-est nord à nord-ouest
		3	nord-ouest à ouest nord-est à est
		4	ouest à sud-ouest est à sud-est
		5	totale ou sud-est à sud-ouest
PIE:	Le pourcentage de pierres retrouvées sur le site en classe de pourcentage:	1	0 - 5
		2	5 - 10
		3	10 - 25
		4	25 et +

APPENDICE 3

Variables écologiques

Appendice 3a. Variables écologiques pour les stations xériques.

#STA	SIT	LOC	REC	HAU	ROC	TOP	DRA	SOL	PEN	EXP	PIE	TDP
2	1	4	1	9	5	0	10	1	3	5	1	2
3	2	1	1	-1	5	0	10	1	4	4	1	2
4	1	4	1	8	5	0	10	1	4	5	4	2
5	2	1	3	8	5	0	15	1	3	1	2	3
6	2	1	1	6	5	0	10	1	4	5	2	2
8	2	1	2	8	5	1	10	1	1	3	3	4
14	1	4	1	9	5	0	10	1	4	5	3	5
15	1	4	3	6	5	0	10	1	2	1	3	5
17	2	1	3	8	4	0	15	1	3	3	3	2
19	3	1	2	9	4	0	10	3	3	3	2	2
24	3	1	1	10	4	1	10	1	3	4	1	3
25	1	4	1	7	5	0	10	1	4	4	3	2
31	1	4	1	6	5	0	10	1	2	3	3	2
33	3	1	1	6	5	1	10	1	4	2	2	2
34	3	1	2	10	5	0	10	1	3	4	5	4
35	3	1	2	8	5	0	10	1	3	5	4	4
36	3	1	1	7	4	0	10	1	3	-1	3	3
38	3	1	1	7	5	0	10	1	5	4	1	1
39	3	1	1	7	5	1	10	1	2	-1	3	3
40	1	4	1	8	5	0	10	1	3	2	3	4
41	1	4	1	9	5	0	10	1	4	2	0	2
46	1	4	2	7	5	0	10	1	5	3	1	3
50	1	4	1	6	5	0	10	1	4	5	1	2
56	2	3	1	6	5	0	10	1	2	5	5	2

Appendice 3b. Variables écologiques pour les stations mésiques.

#STA	SIT	LOC	REC	HAU	ROC	TOP	DRA	SOL	PEN	EXP	PIE	TDP
1	1	4	5	11	1	1	25	7	1	4	1	2
7	2	1	2	9	2	1	20	4	1	5	2	2
9	1	4	4	14	1	1	30	6	2	3	1	2
10	1	4	2	11	1	1	30	6	1	3	1	2
11	1	4	2	12	3	1	25	5	1	1	1	2
12	1	4	4	12	1	1	30	7	1	4	1	2
13	2	1	2	8	5	0	10	1	3	-1	3	2
16	2	1	3	8	5	0	20	4	2	5	1	5
20	1	4	3	10	1	1	25	6	1	4	2	2
21	1	4	3	9	1	1	25	4	1	5	2	2
22	1	4	5	11	4	1	15	5	3	3	2	5
23	1	4	1	8	5	0	15	1	4	5	1	2
26	1	4	4	12	1	1	20	5	1	5	1	2
27	3	2	3	11	1	0	30	4	3	5	2	3
28	3	2	2	8	4	1	30	5	2	5	1	2
29	1	4	5	12	1	1	40	6	1	4	1	2
30	1	4	4	11	1	1	25	5	1	2	1	2
32	2	2	3	9	3	1	20	1	2	4	3	2
42	2	1	4	11	4	0	25	5	2	5	2	2
43	1	4	1	7	4	1	25	5	2	4	1	2
44	1	4	-1	9	1	1	30	5	2	5	3	2
45	1	4	3	8	5	0	30	7	2	3	1	5
47	1	4	3	14	1	1	25	6	3	3	1	2
48	1	4	5	15	1	1	35	5	1	0	1	2
49	1	4	3	14	1	1	40	7	1	0	1	3
51	1	4	1	6	4	1	20	1	2	3	1	3
52	1	4	3	9	2	1	30	5	4	1	3	2
53	1	4	3	12	1	1	20	3	2	-1	0	2
54	1	4	5	16	1	1	30	5	1	0	1	2
55	3	3	4	8	3	0	25	-1	4	3	4	2
57	3	3	4	12	1	0	35	5	4	2	1	4
58	3	3	3	11	3	0	30	6	2	-1	1	3
3B	1	4	4	12	2	1	20	5	1	-1	4	2
4B	2	1	4	10	1	1	25	2	1	1	1	3
13B	2	1	3	8	2	1	20	1	1	3	2	2
14B	3	1	2	9	3	1	30	5	1	3	1	2
23B	1	4	1	2	8	0	30	5	1	0	1	2
25B	1	4	3	9	1	1	30	-1	1	0	1	2
31B	1	4	3	8	4	0	30	-1	1	0	1	2
36B	3	1	3	10	3	0	25	5	1	-1	-1	3
38B	3	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3
45B	1	4	4	10	2	1	40	6	1	0	1	5

APPENDICE 4

Tableau des dates de feux

L'historique des feux a pu être réalisé à partir de cohortes bien groupées (cohorte) qui semble issue d'un feu destructeur, ou plus aisément à l'aide de cicatrices (cicatrice), si celles-ci avaient été échantillonnées par Bergeron et son équipe lors de travaux précédents (Bergeron), si elles ont été prélevées sur des troncs morts elles ont alors été interdatées à l'aide de la chronologie maîtresse développée par Dansereau (interdat.), ou bien un feu est connu pour la région immédiate à la station étudiée (feu con).

STATION	COHORTE	CICATRICE	INTERDAT.	BERGERON	FEU CON.
1					1923
2					1923
3		1812, 187?		1892, 1945	
4					1923
5		1826, 1893			
6		1819, 1935			
7					
8			né: 1837, cic: 1877		
9					1923
10					1923
11					1923
12					1923
13		1875, 1986		1846, 1875, 1889	
14					1760
15					1760
16		1592, 1851, 1916, 1948			
17		1819, 1837, 1848, 1955			
18		1817			

STATION	COHORTE	CICATRICE	INTERDAT.	BERGERON	FEU CON.
19				189?	
20					1923
21					1923
22					1760
23					1923
24	185?				
25					1923
26					1923
27					
28	195?				
29					1923
30					1923
31					1923
32					
33	189?				
34	187?, 195?				
35					
36					185?
37		187?			
38	194?				
39					
40	189?, 195?				
41					1923

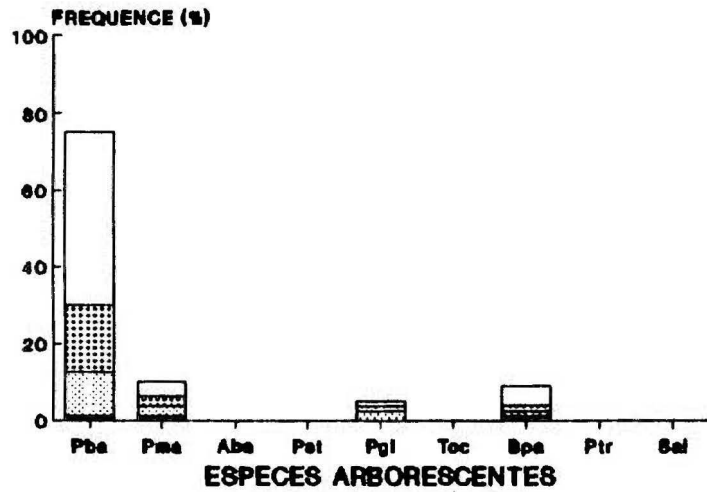
STATION	COHORTE	CICATRICE	INTERDAT.	BERGERON	FEU CON.
42		1923		1884	
43					1923
44					1923
45					1760
46					1923
47					1923
48					1923
49		187?			
50		195?			
51					1760
52					1923
53					1923
54					1923
55		3 X 1904		1906	
56					
57					
58					

APPENDICE 5

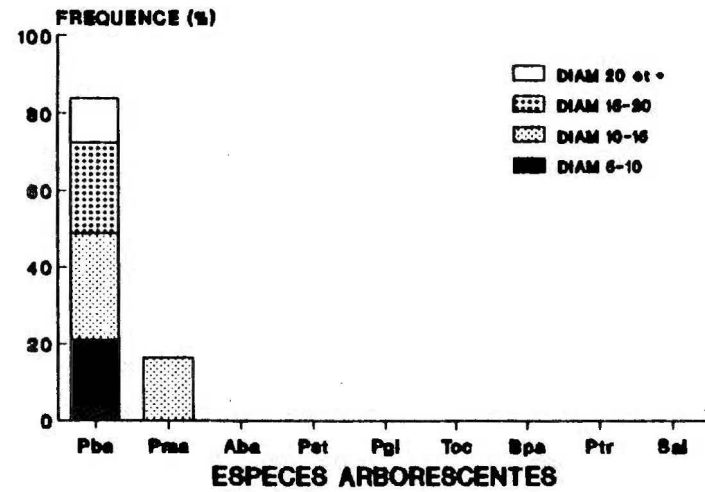
Représentation graphique de la végétation

APPENDICE 5. Les 68 figures suivantes présentent la végétation de chacune des stations analysées. Les abréviations utilisées sont les mêmes que celles précédemment employées. Donc Pba, Pinus banksiana, Pma Picea mariana, Aba Abies balsamea, Pst Pinus strobus, Pgl Picea glauca, Toc Thuja occidentalis, Bpa Betula papyrifera, Ptr Populus tremuloides, Sal Salix sp.

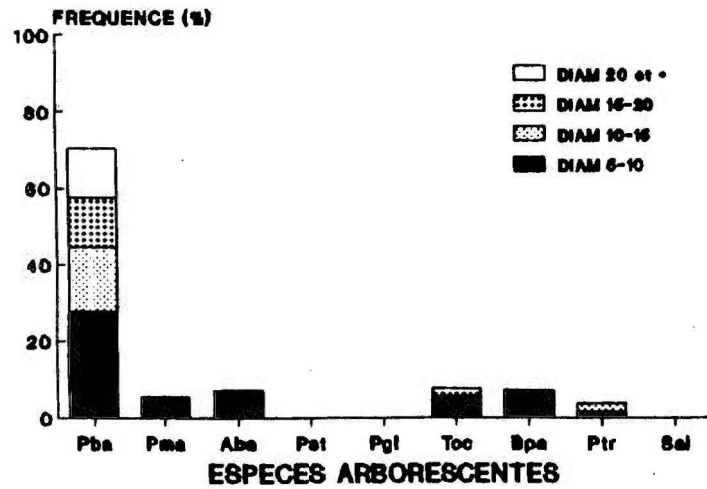
STATION 1



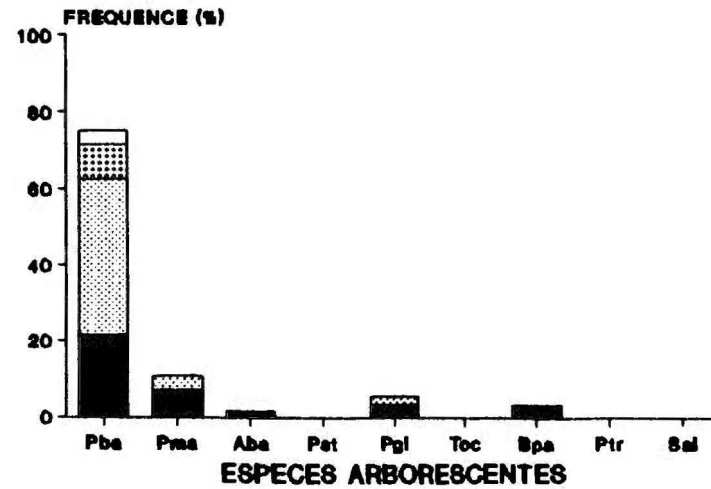
STATION 2



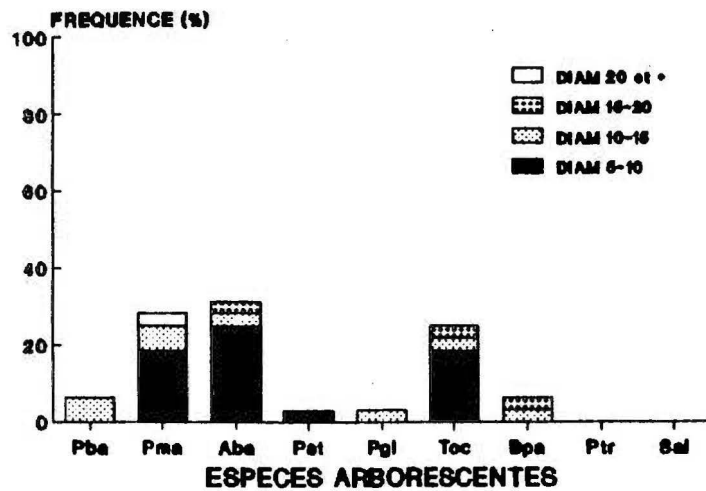
STATION 3



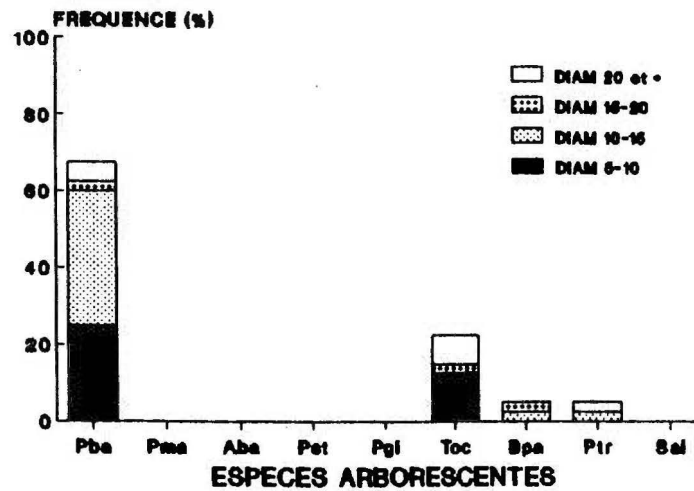
STATION 4



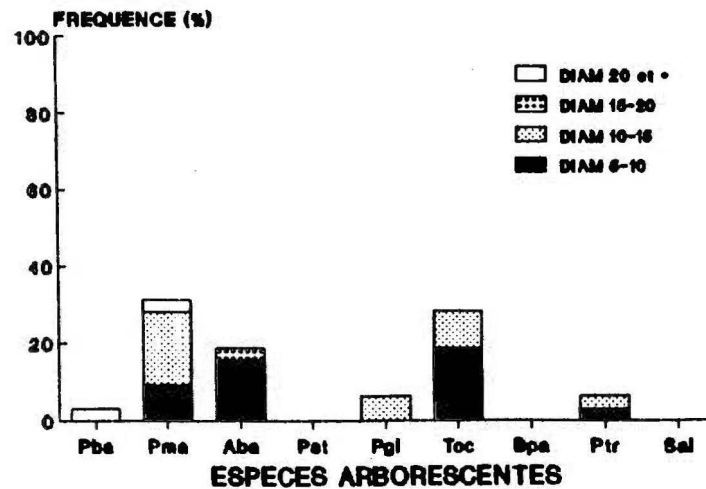
STATION 5



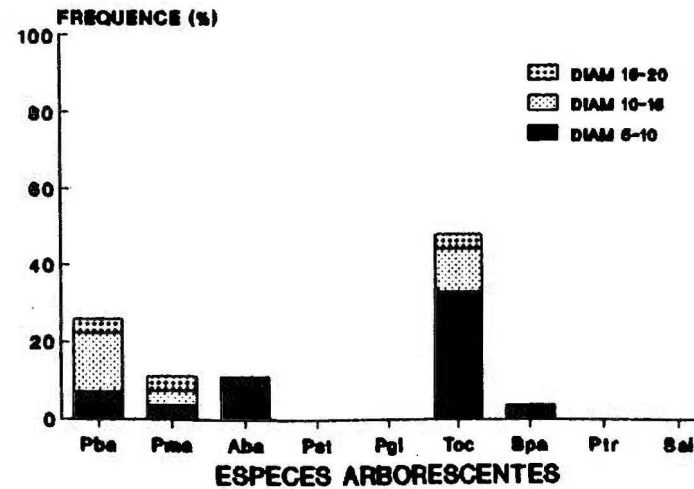
STATION 6



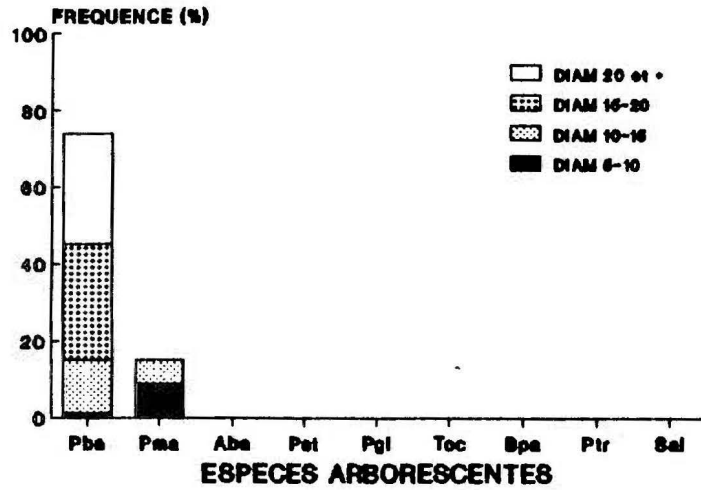
STATION 7



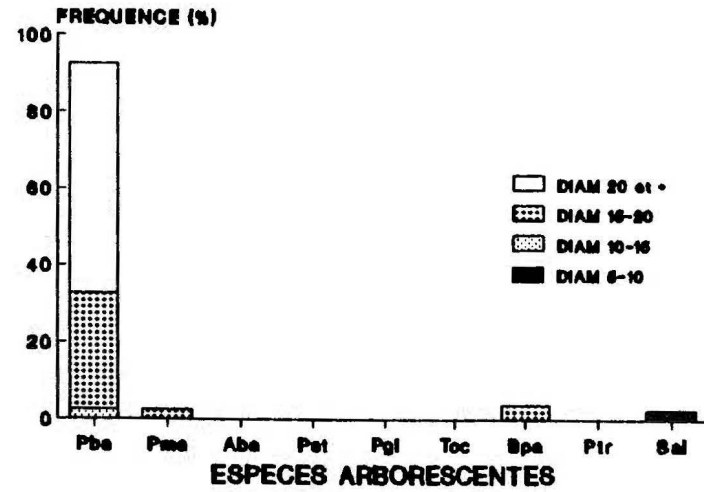
STATION 8



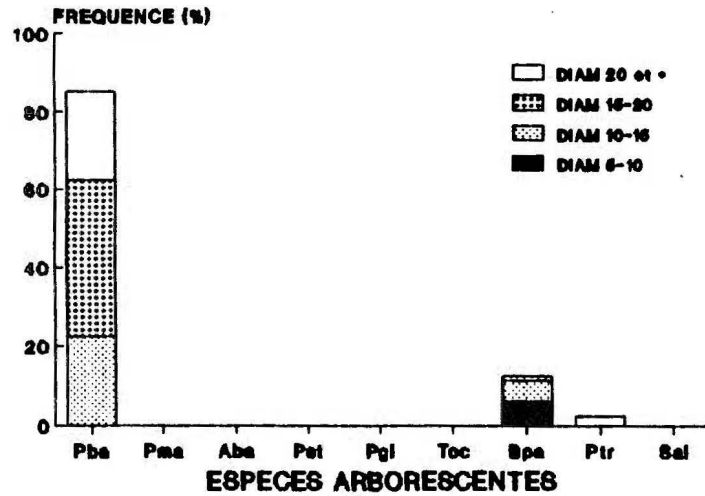
STATION 9



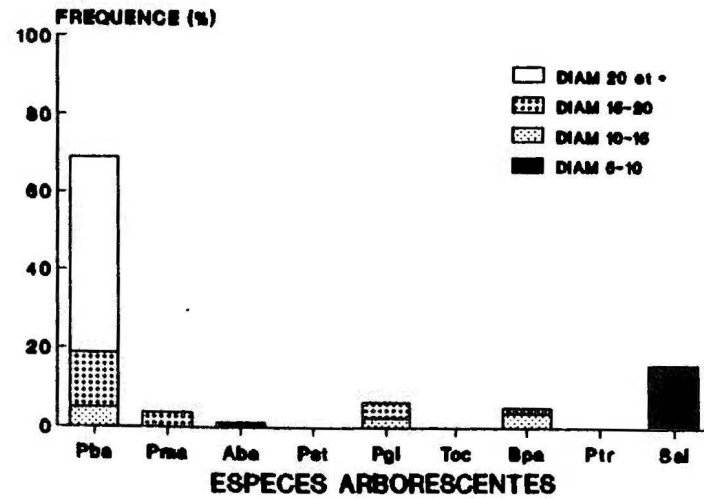
STATION 10



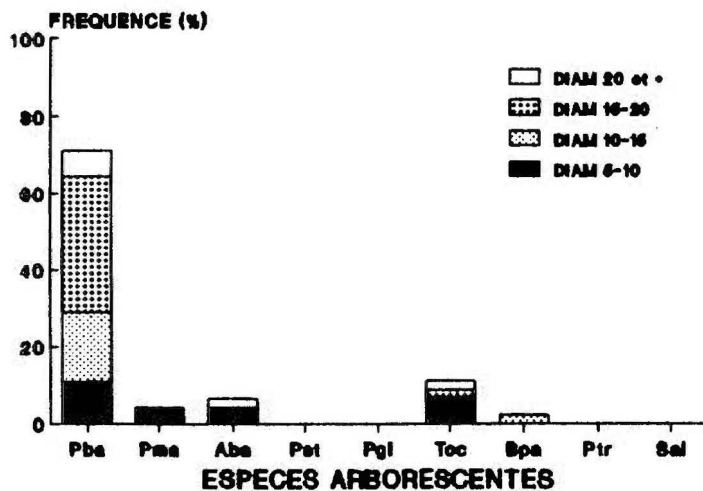
STATION 11



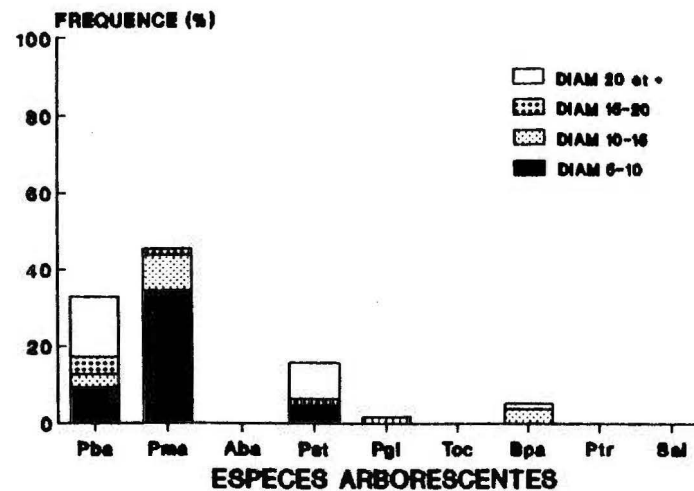
STATION 12



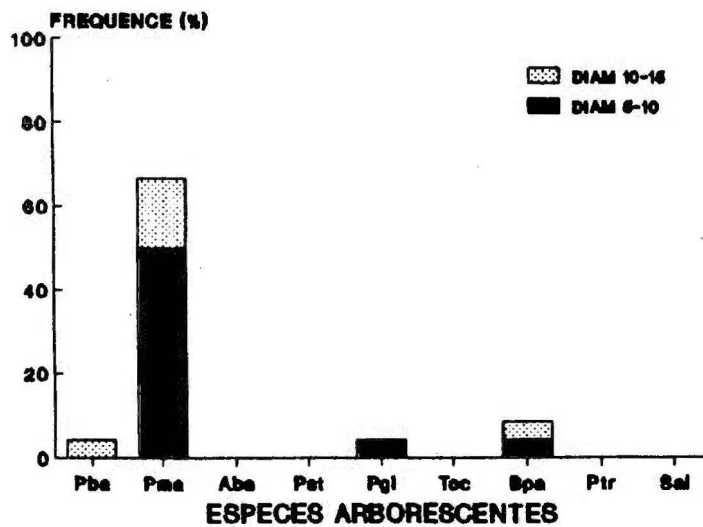
STATION 13



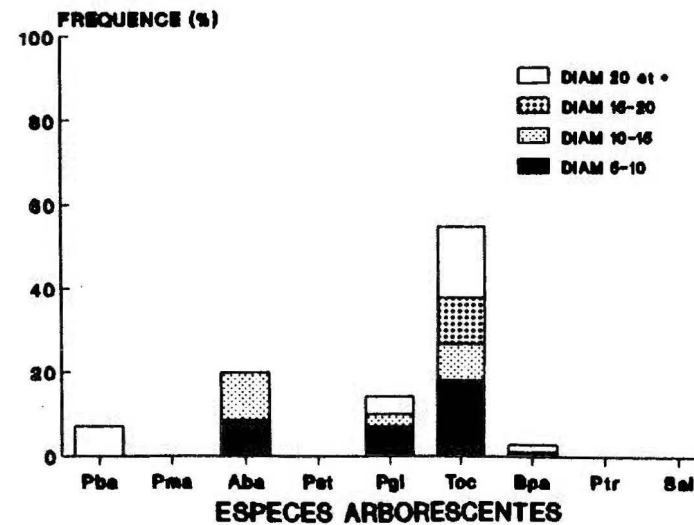
STATION 14



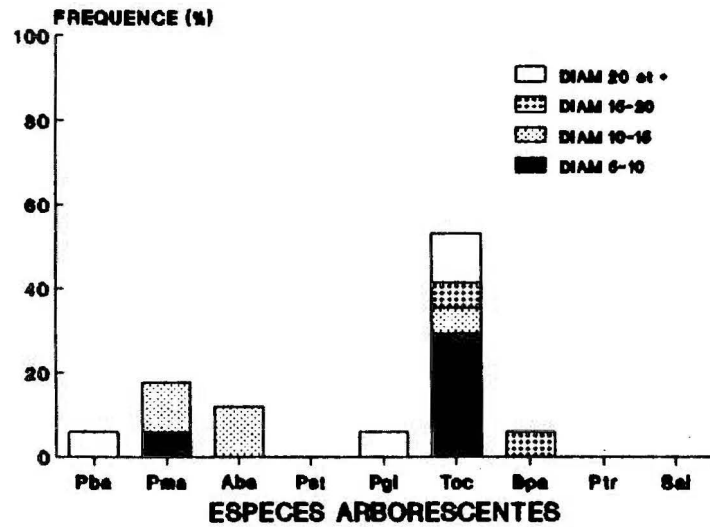
STATION 15



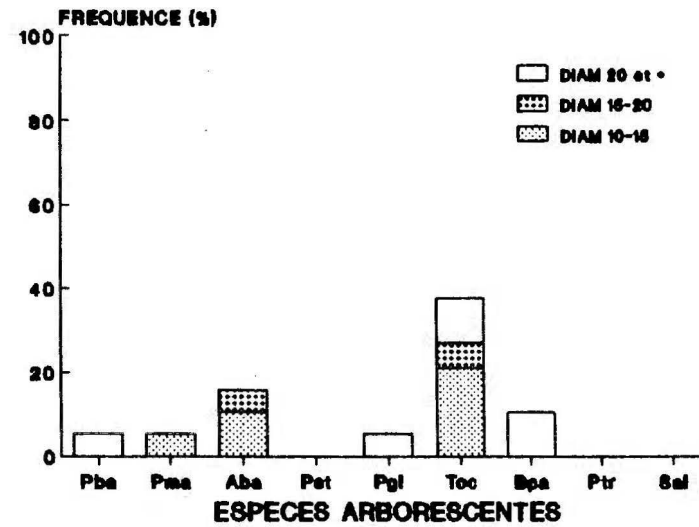
STATION 16



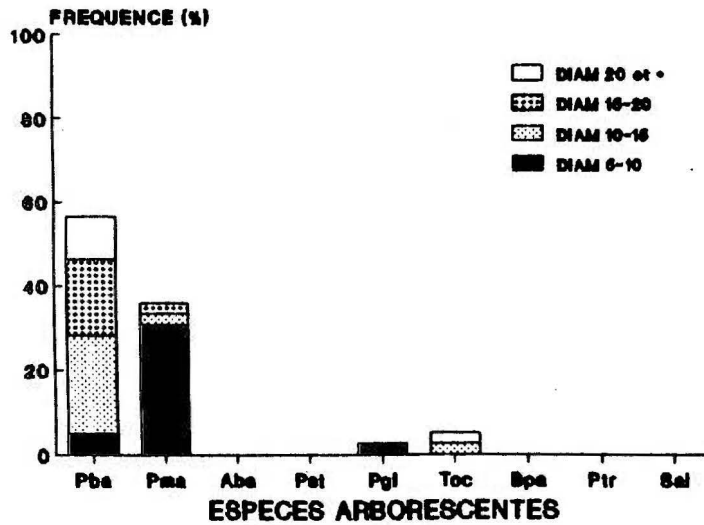
STATION 17



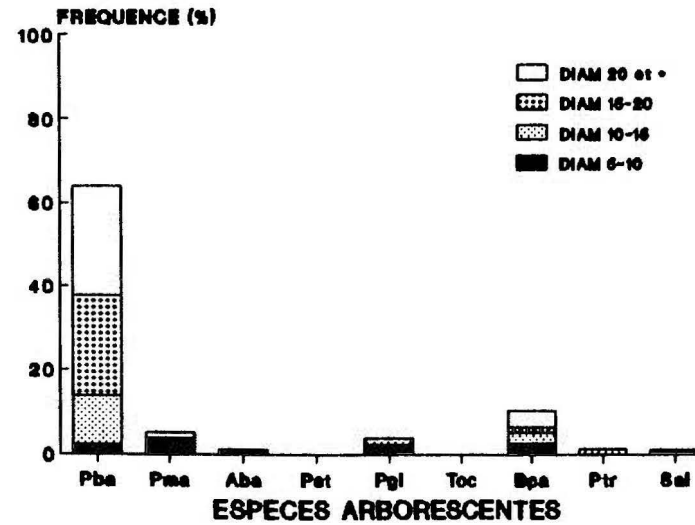
STATION 18



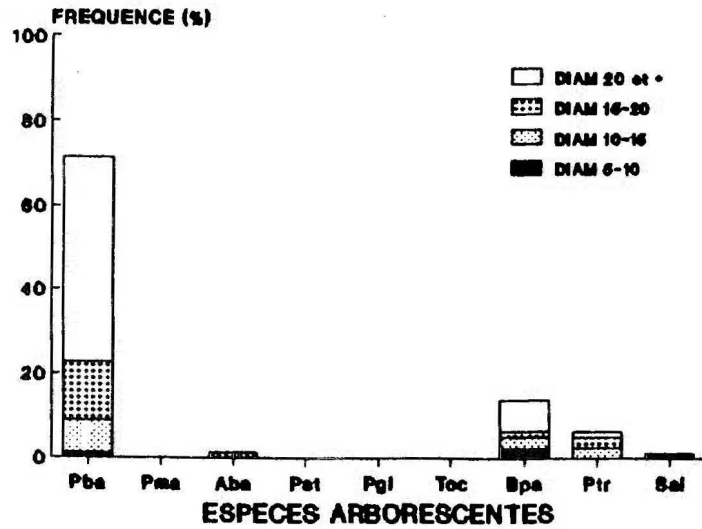
STATION 19



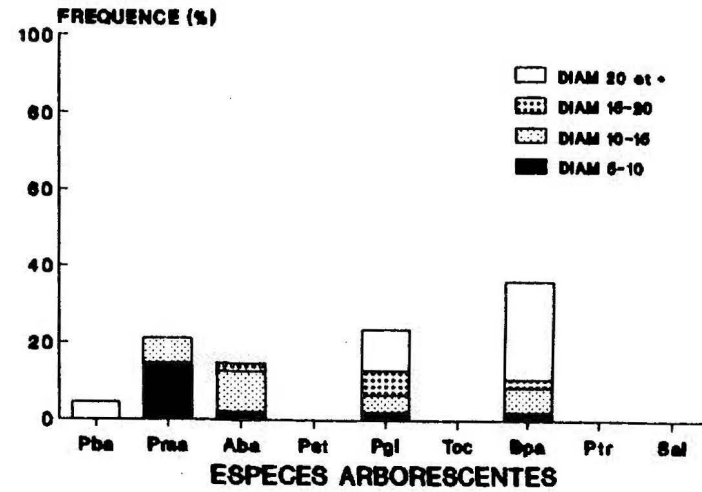
STATION 20



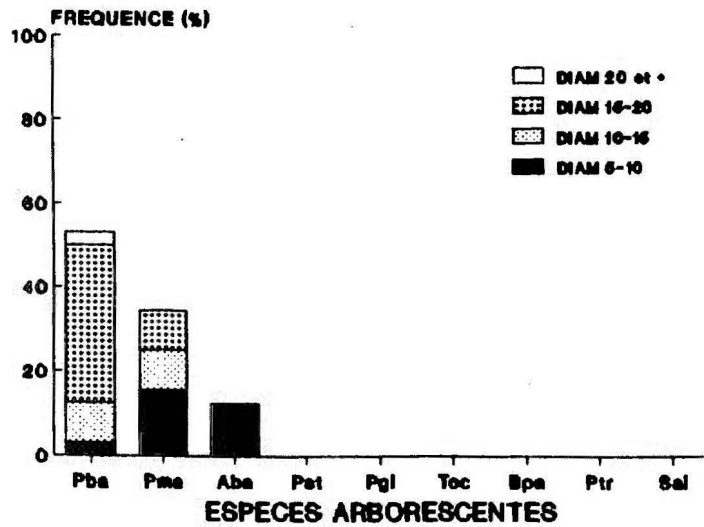
STATION 21



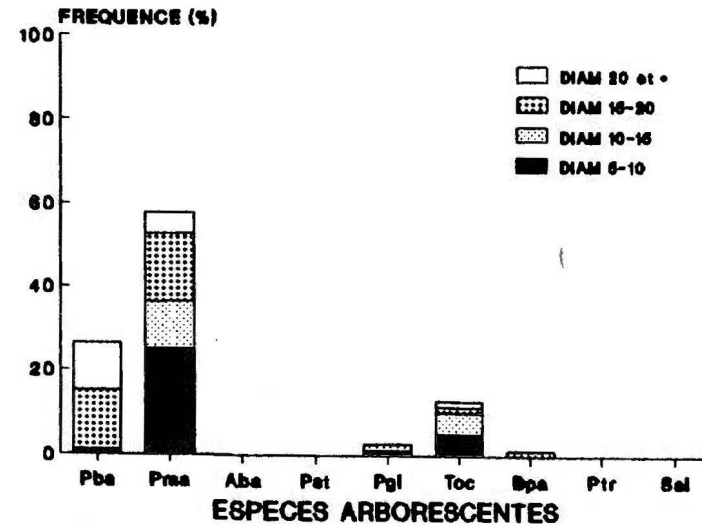
STATION 22



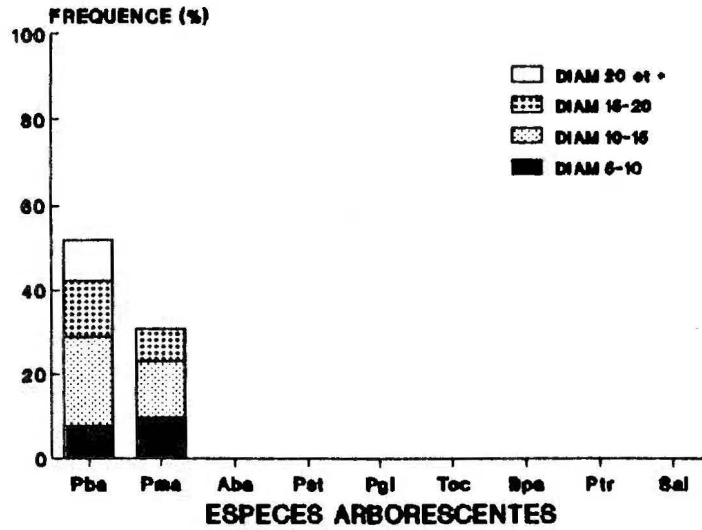
STATION 23



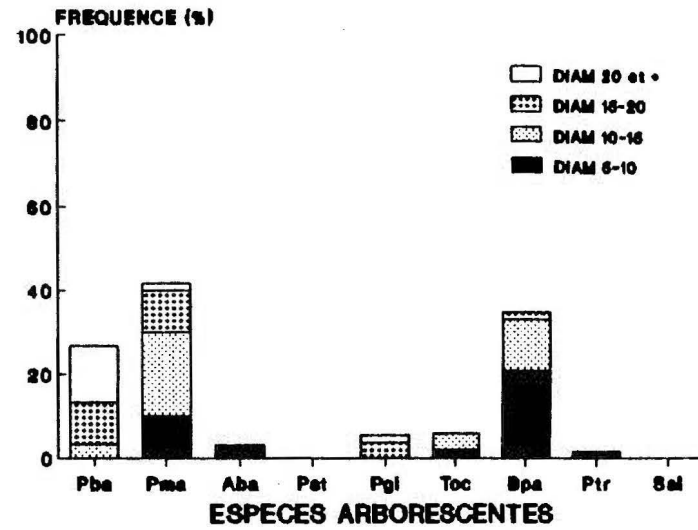
STATION 24



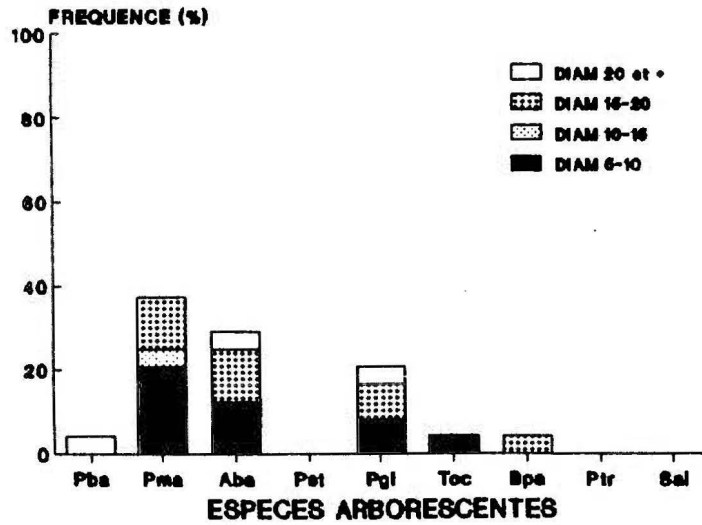
STATION 25



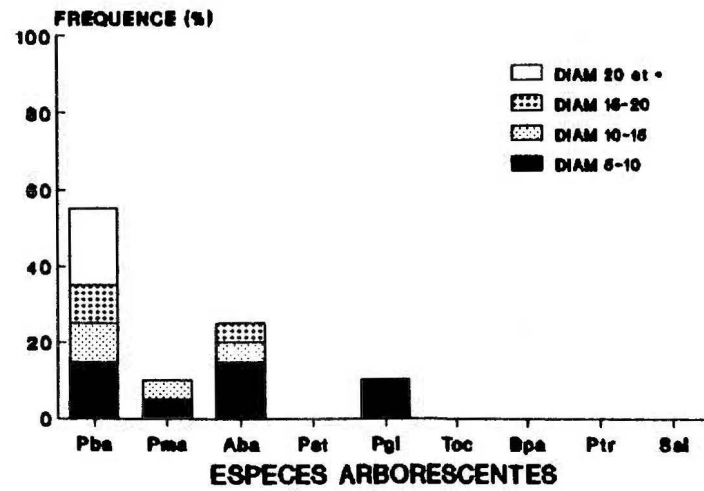
STATION 26



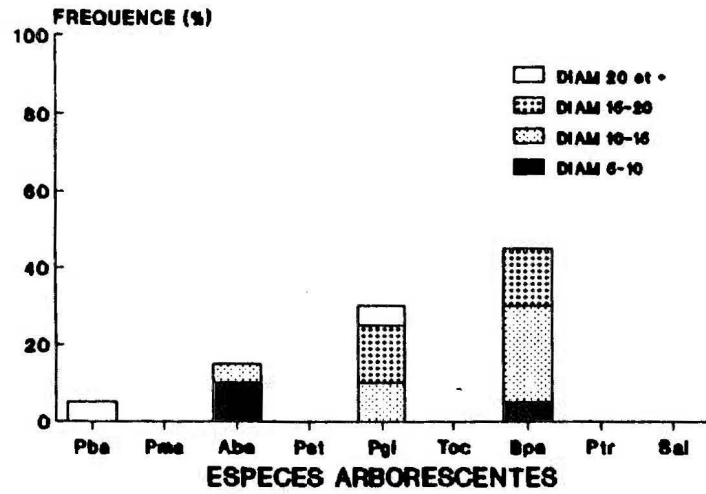
STATION 27



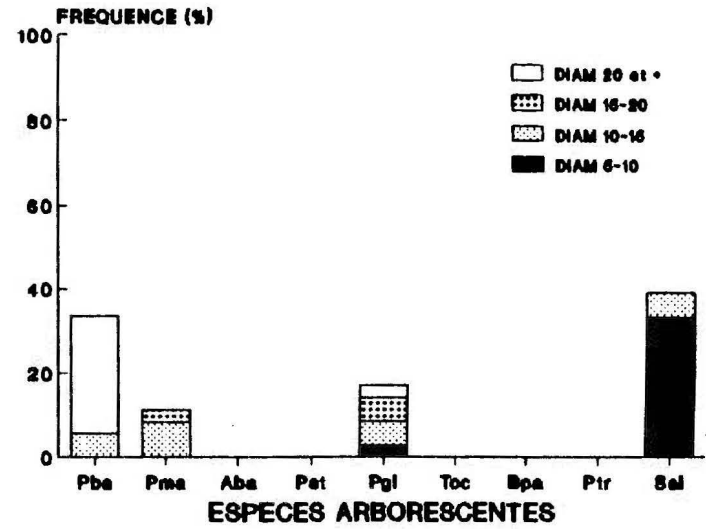
STATION 28



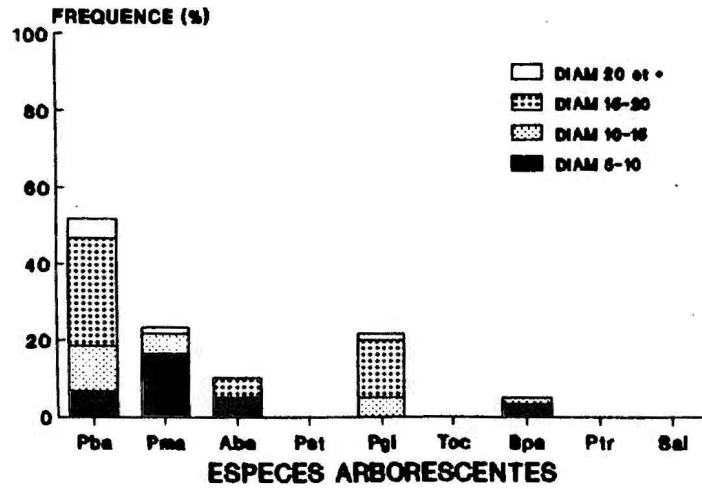
STATION 29



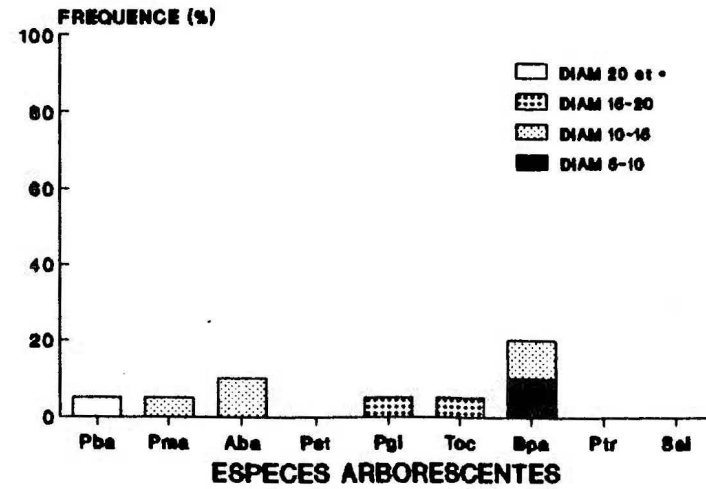
STATION 30



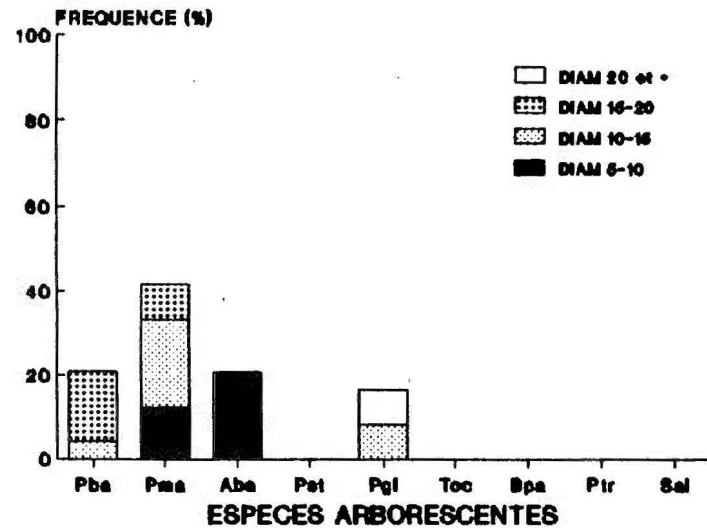
STATION 31



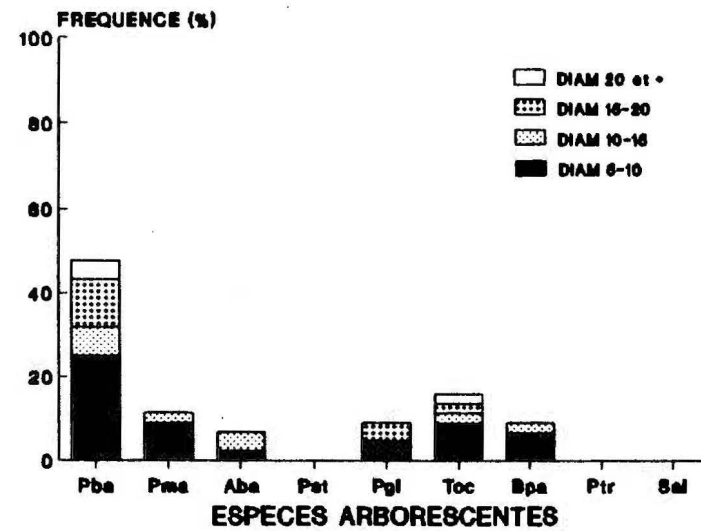
STATION 32



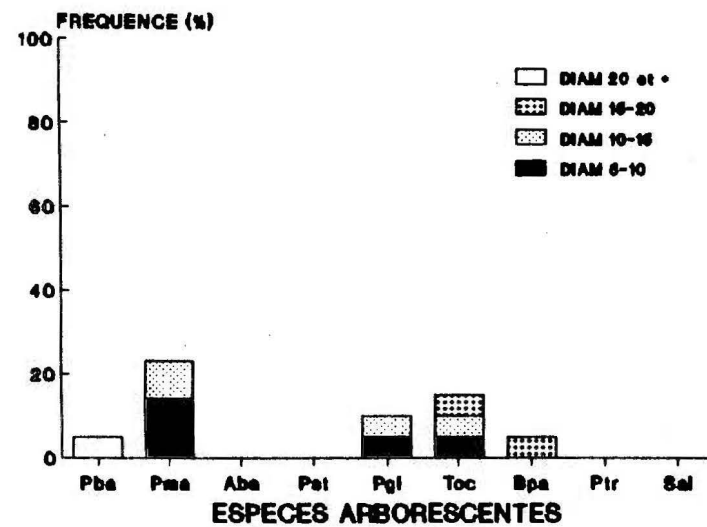
STATION 33



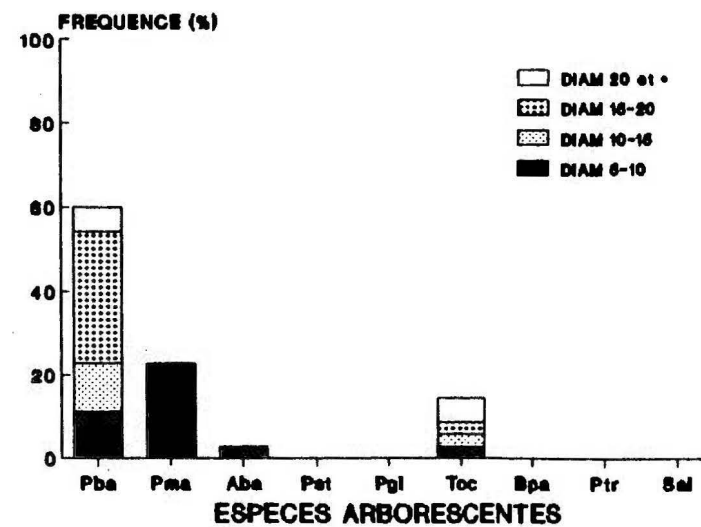
STATION 34



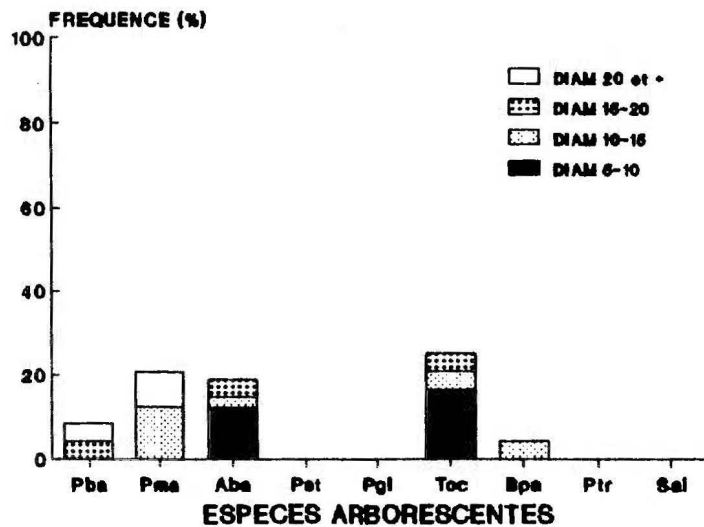
STATION 35



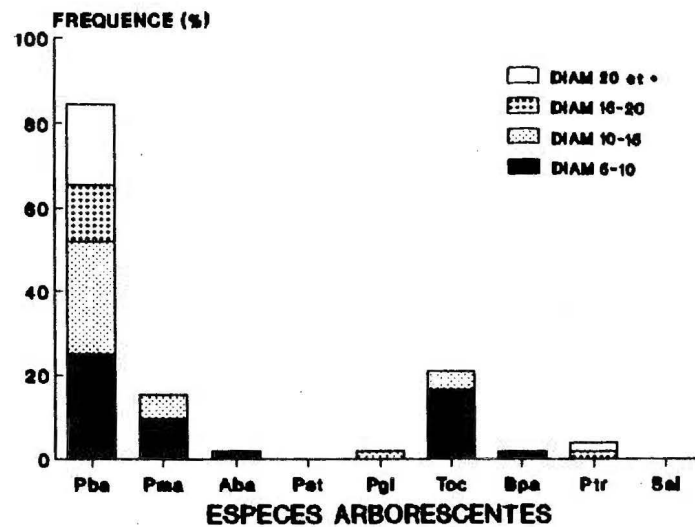
STATION 36



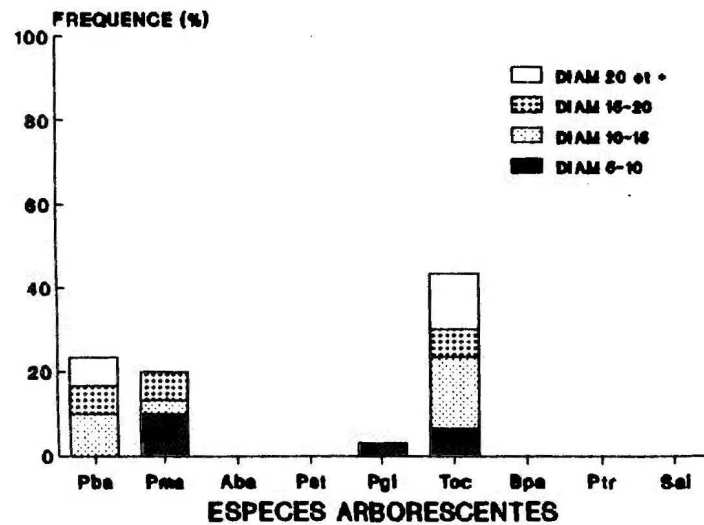
STATION 37



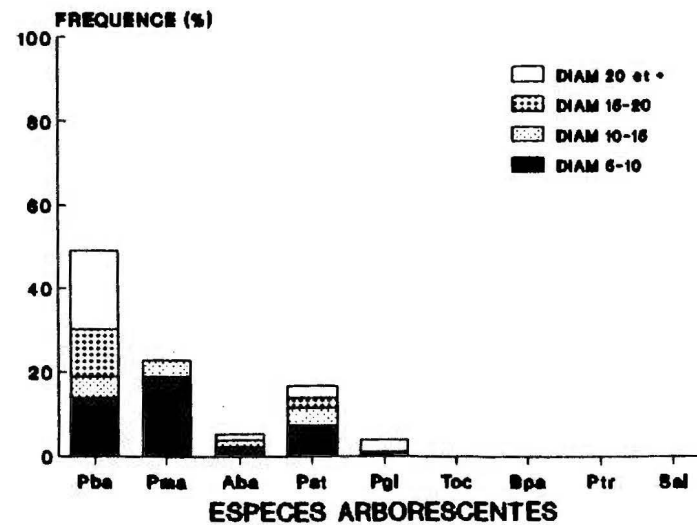
STATION 38



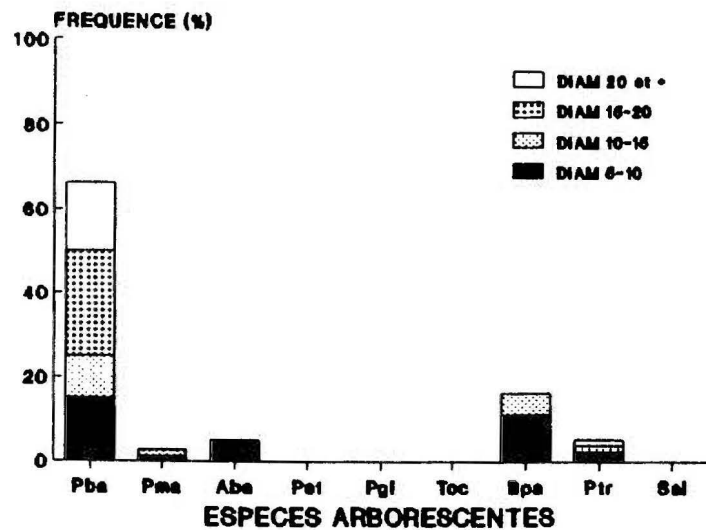
STATION 39



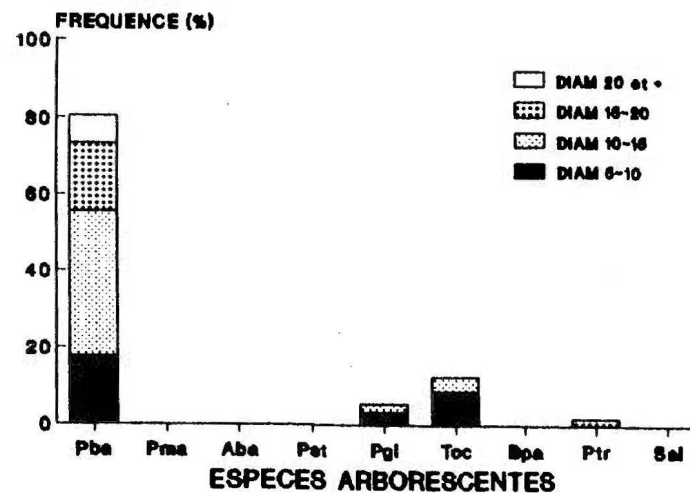
STATION 40



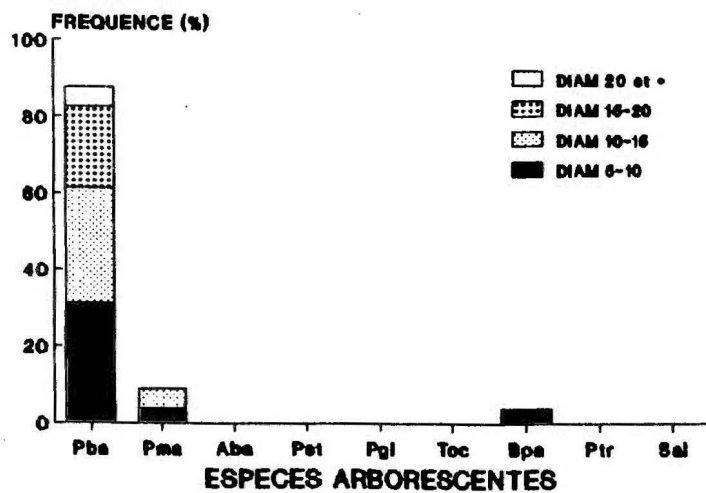
STATION 41



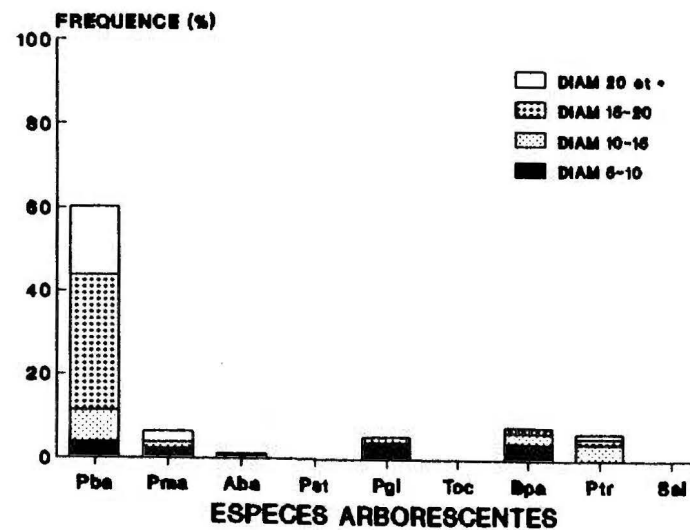
STATION 42



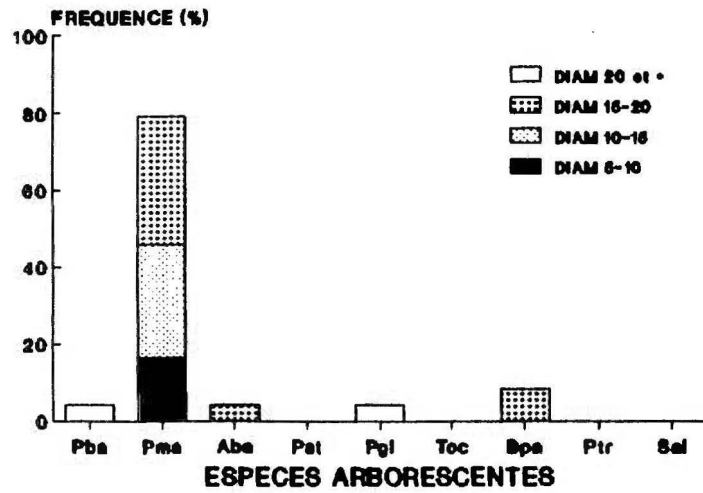
STATION 43



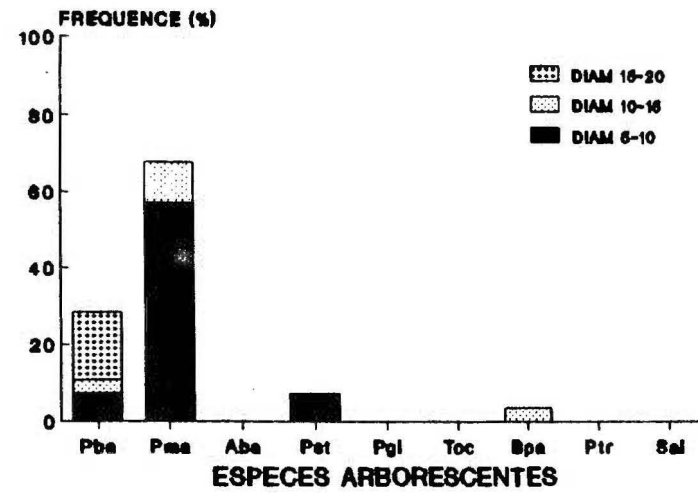
STATION 44



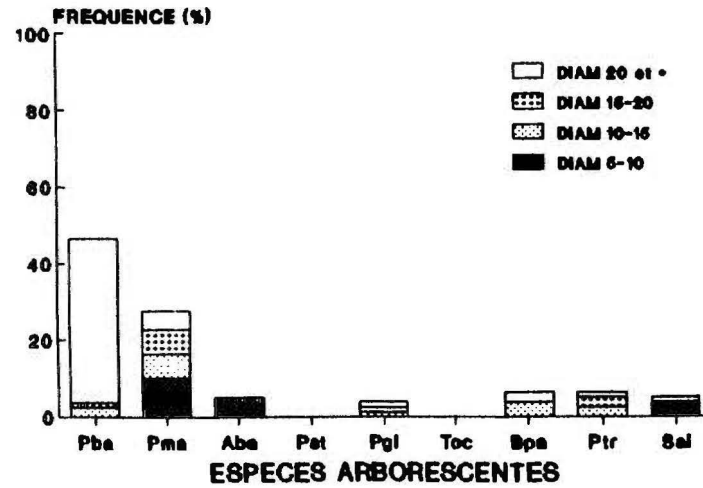
STATION 45



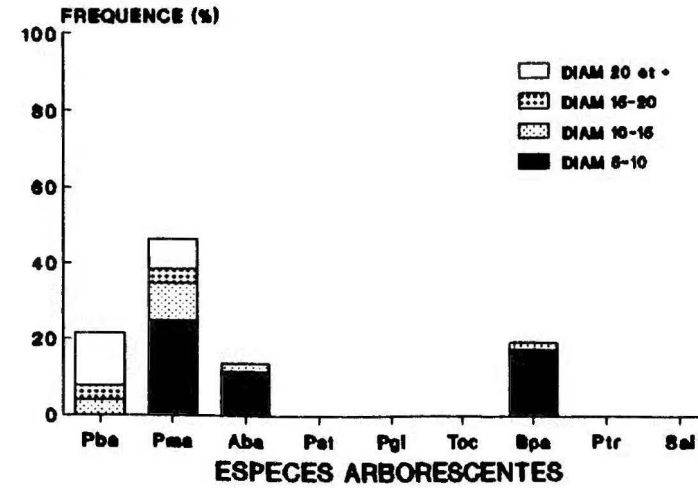
STATION 46



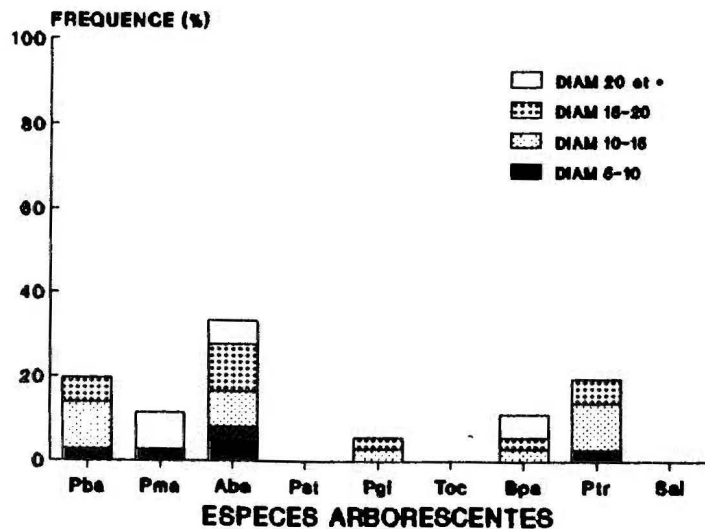
STATION 47



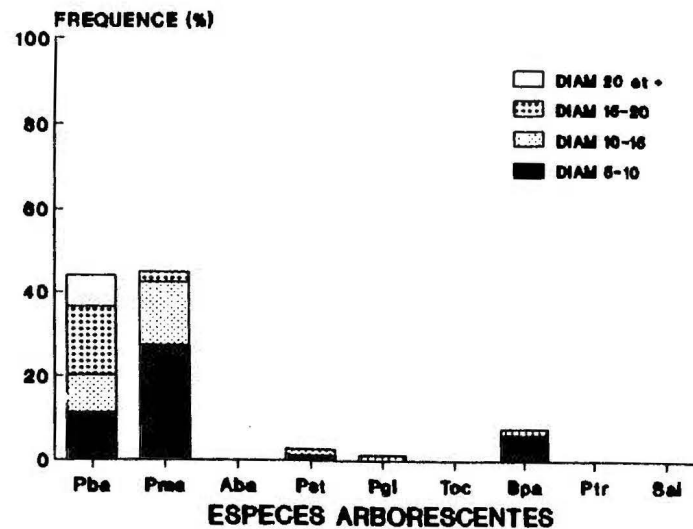
STATION 48



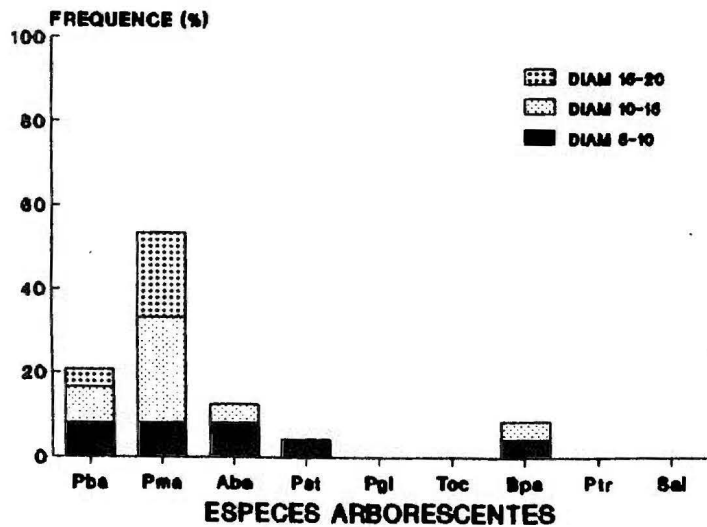
STATION 49



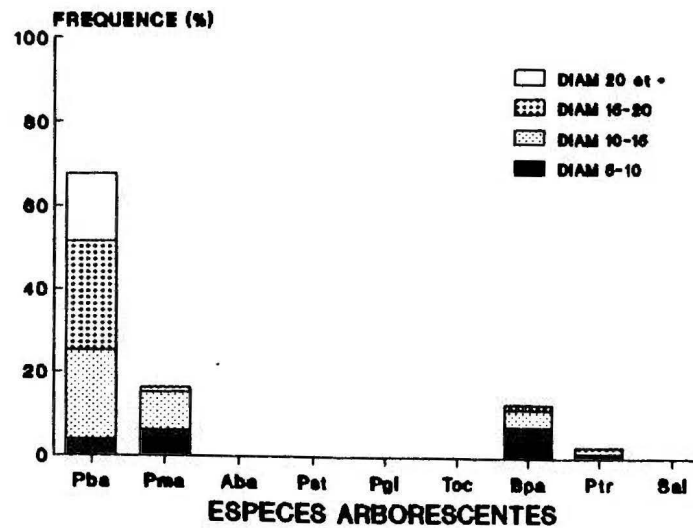
STATION 50



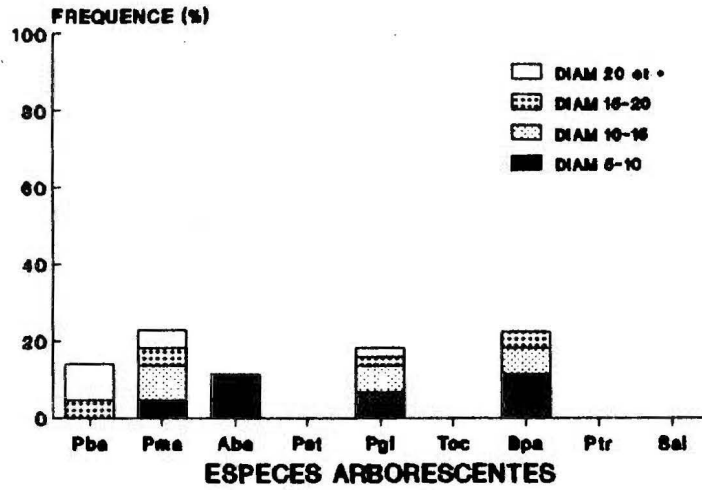
STATION 51



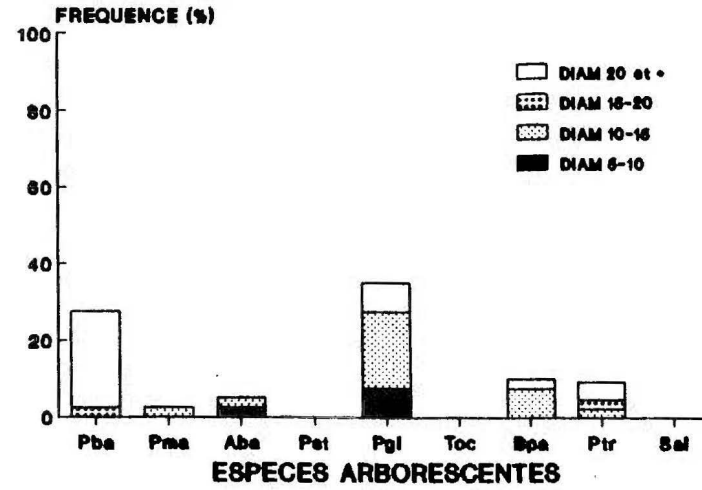
STATION 52



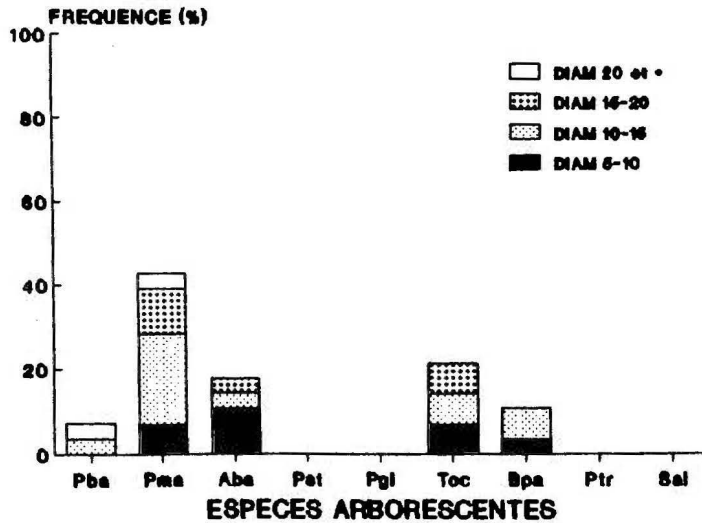
STATION 53



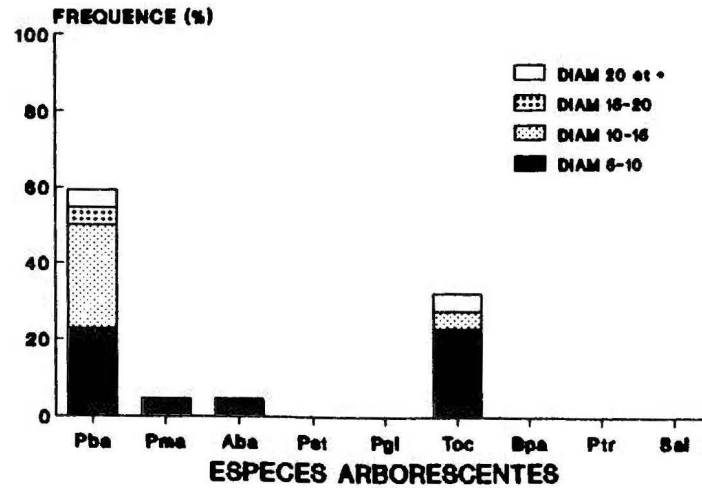
STATION 54



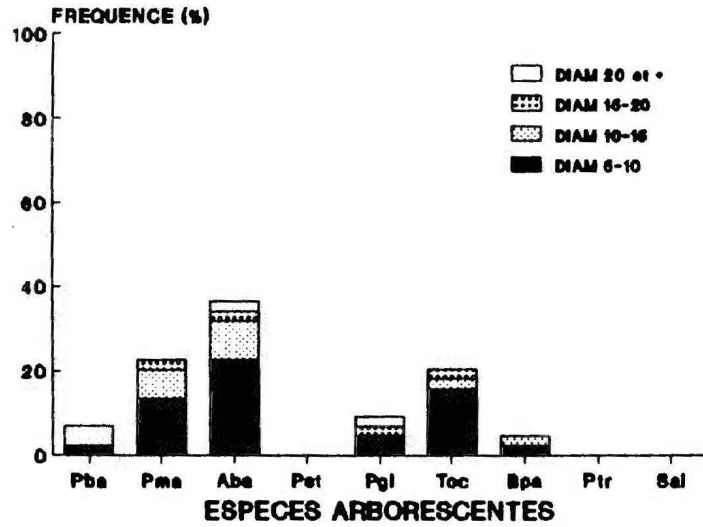
STATION 55



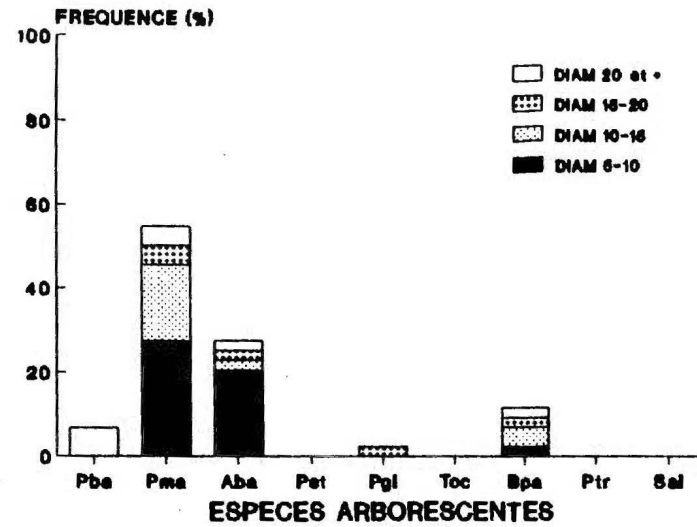
STATION 56



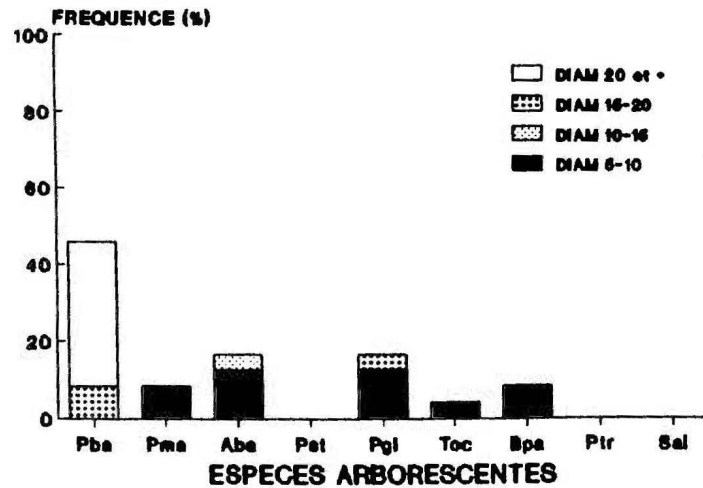
STATION 57



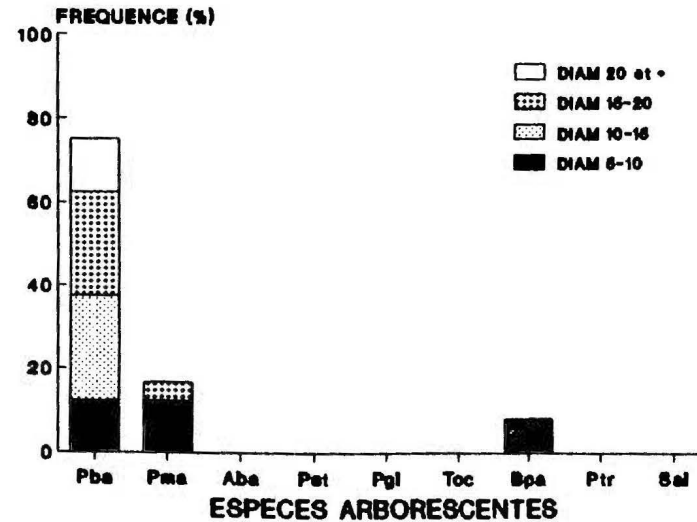
STATION 58



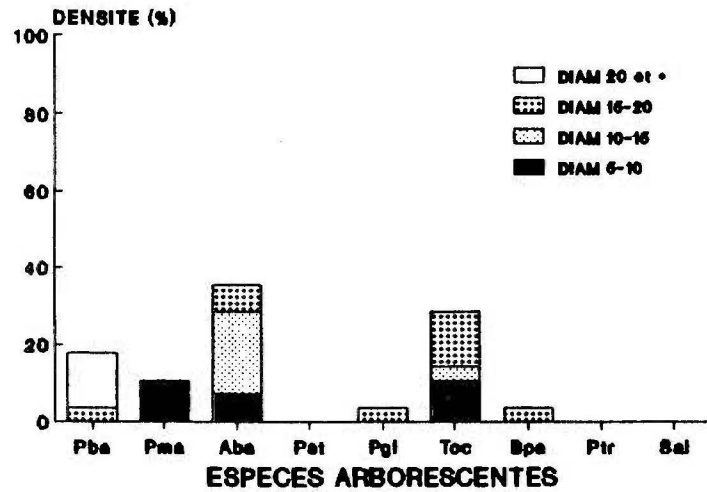
STATION 3B



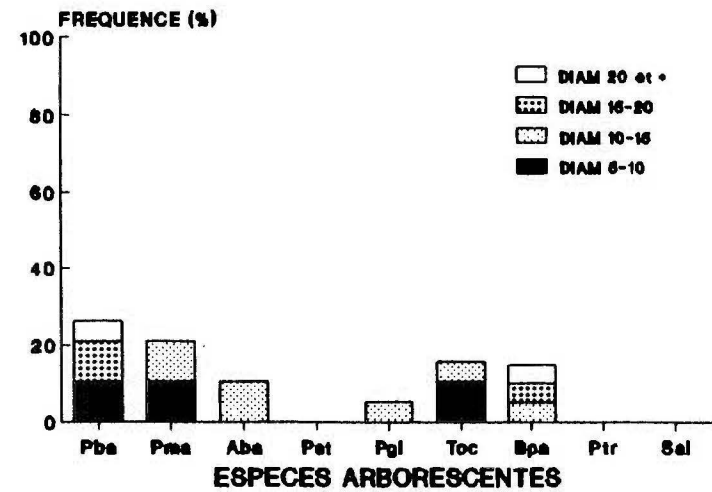
STATION 4B



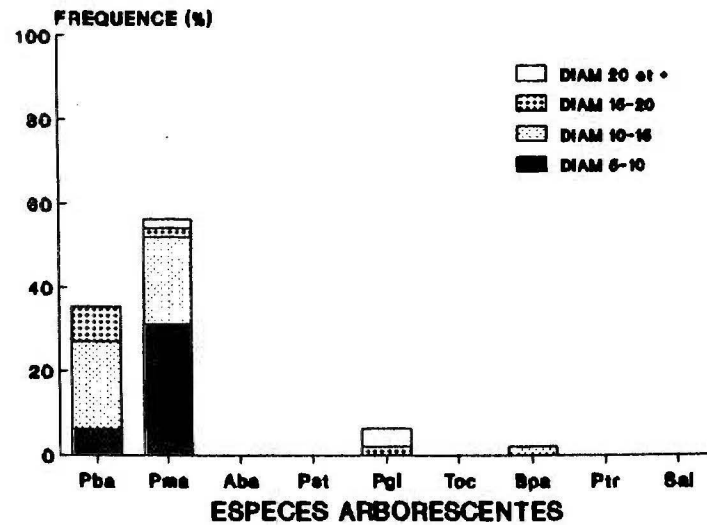
STATION 8B



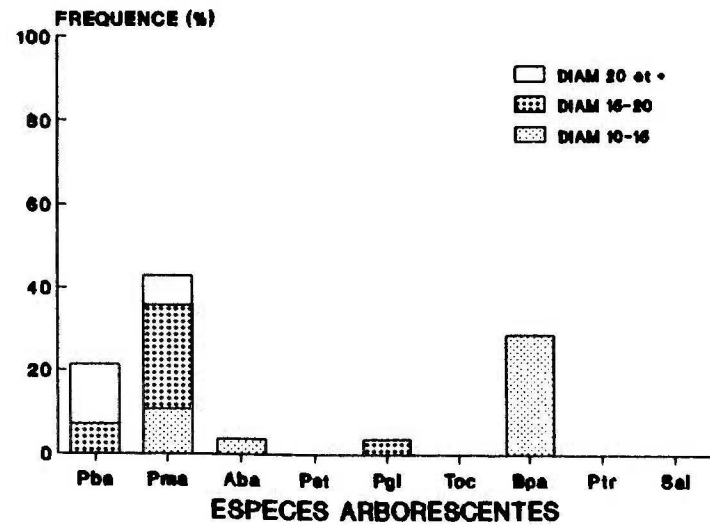
STATION 13B



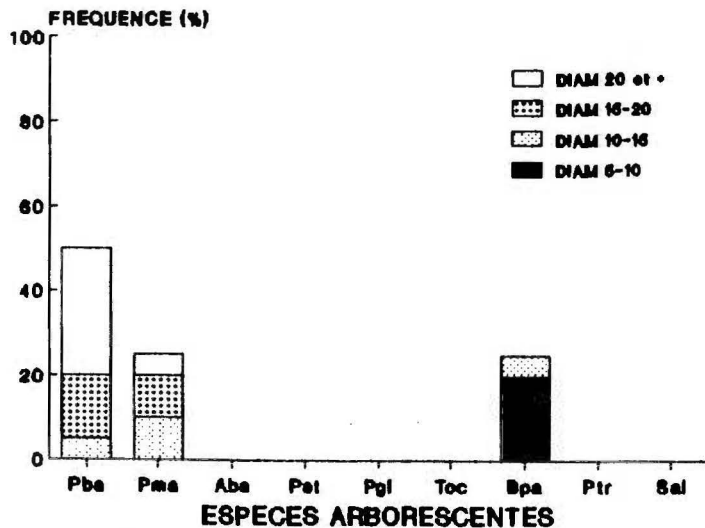
STATION 23B



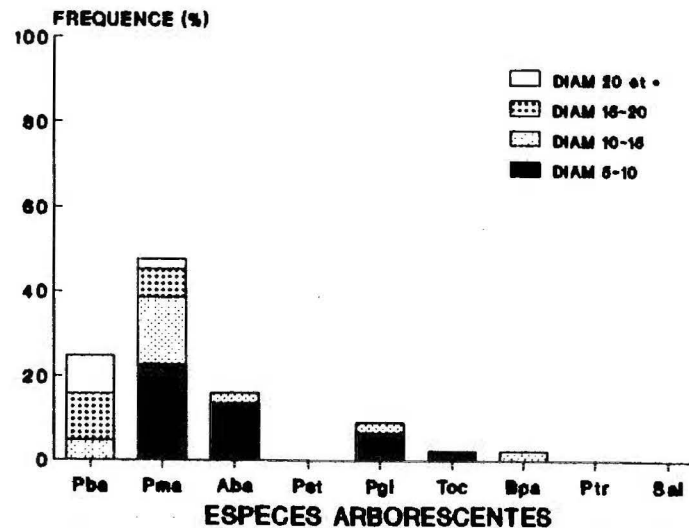
STATION 25B



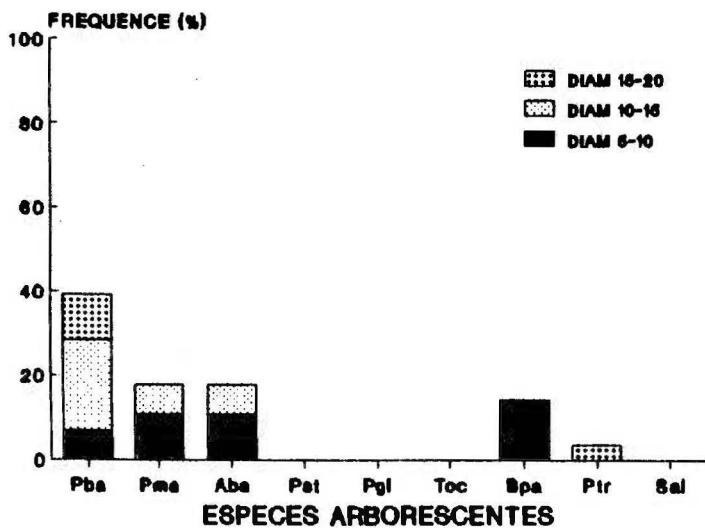
STATION 31B



STATION 36B



STATION 38B



STATION 45B

