



National Library  
of Canada

Acquisitions and  
Bibliographic Services Branch

395 Wellington Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0N4

Bibliothèque nationale  
du Canada

Direction des acquisitions et  
des services bibliographiques

395, rue Wellington  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0N4

*Your file* *Votre référence*

*Our file* *Notre référence*

## NOTICE

The quality of this microform is heavily dependent upon the quality of the original thesis submitted for microfilming. Every effort has been made to ensure the highest quality of reproduction possible.

If pages are missing, contact the university which granted the degree.

Some pages may have indistinct print especially if the original pages were typed with a poor typewriter ribbon or if the university sent us an inferior photocopy.

Reproduction in full or in part of this microform is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30, and subsequent amendments.

## AVIS

La qualité de cette microforme dépend grandement de la qualité de la thèse soumise au microfilmage. Nous avons tout fait pour assurer une qualité supérieure de reproduction.

S'il manque des pages, veuillez communiquer avec l'université qui a conféré le grade.

La qualité d'impression de certaines pages peut laisser à désirer, surtout si les pages originales ont été dactylographiées à l'aide d'un ruban usé ou si l'université nous a fait parvenir une photocopie de qualité inférieure.

La reproduction, même partielle, de cette microforme est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30, et ses amendements subséquents.

L'EFFET DES CORRIDORS DE COUPE SUR LES  
MODALITÉS DE RÉGÉNÉRATION FORESTIÈRE  
DANS L'ÉRABLIÈRE À HÊTRE

PAR  
JEAN-PIERRE VALIQUETTE

THÈSE DÉPOSÉE À  
L'ÉCOLE DES ÉTUDES SUPÉRIEURES ET DE LA RECHERCHE  
EN VUE DE L'OBTENTION DE LA MAÎTRISE EN ARTS EN GÉOGRAPHIE

UNIVERSITÉ D'OTTAWA

© Jean-Pierre Valiquette, Ottawa, Canada, 1993



National Library  
of Canada

Acquisitions and  
Bibliographic Services Branch

395 Wellington Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0N4

Bibliothèque nationale  
du Canada

Direction des acquisitions et  
des services bibliographiques

395, rue Wellington  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0N4

*Your file* *Votre référence*

*Our file* *Notre référence*

The author has granted an irrevocable non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of his/her thesis by any means and in any form or format, making this thesis available to interested persons.

L'auteur a accordé une licence irrévocable et non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de sa thèse de quelque manière et sous quelque forme que ce soit pour mettre des exemplaires de cette thèse à la disposition des personnes intéressées.

The author retains ownership of the copyright in his/her thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without his/her permission.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège sa thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

ISBN 0-315-82516-2

Canada



UNIVERSITÉ D'OTTAWA  
UNIVERSITY OF OTTAWA

Cette thèse est dédiée à Lucie pour son appui constant et à  
Pierre-Frédérique.

## RÉSUMÉ

La coupe en bandes, par ses caractères de forme et dimension, peut être qualifiée d'élément du paysage; c'est aussi une perturbation qui provoque des modifications soudaines des ressources du milieu naturel, notamment de la végétation forestière.

Le but de cette thèse est donc de déterminer la variation spatiale (selon la stratification verticale et la structure horizontale) de la régénération forestière feuillue de trois corridors de coupe (30 - 60 - 90 mètres) de largeurs différentes. Pour ce faire, des mesures d'abondance ont été prises sur la composition et diversité spécifique et autres mesures de variables étroitement associées à la végétation. L'utilisation de méthodes factorielles (analyse des correspondances, méthodes de groupement) vient compléter l'information acquise sur le dynamisme de la végétation des corridors de coupe.

Les résultats de cette étude indiquent que la largeur de la bande exerce, à un certain degré, un effet structurant sur la composition et diversité spécifique et influence le patron de succession. Les trois corridors de coupe sont suffisamment régénérés alors que la bande de 30 mètres possède la plus grande diversité spécifique.

Le travail est donc abordé à la fois sous l'angle des modalités forestières de régénération et de l'écologie du

paysage parce qu'il traite de l'effet de la largeur des corridors sur le dynamisme de la végétation secondaire.

## ABSTRACT

Strip cutting, from its form and dimension, may be called a landscape element; it is also a disturbance which brings about sudden changes in the resources of the natural environment, particularly in forest vegetation.

Therefore, the purpose of this thesis is to determine the spatial variation (in vertical stratification and horizontal structure) of deciduous forest vegetation in three strip corridors of variable widths (30, 60 and 90 metres). To this effect, quantitative measures of composition and specific diversity have been taken, as well as other measures of variables closely related to vegetation. The use of factorial methods (correspondence analysis, grouping method) completes the information gathered on vegetation dynamism in strip corridors.

The results of this study indicate that the width of the corridor has, to a certain extent, a structuring effect on composition and specific diversity, and has an influence on the succession pattern. All three strip corridors are sufficiently regenerated, and the 30 metre corridor shows the highest specific diversity.

The subject is dealt with in terms of both forest regeneration conditions and landscape ecology, since the effect of corridor width on secondary vegetation dynamism is studied.

## REMERCIEMENTS

Partageant travail et études tout au long de la thèse, il m'est particulièrement agréable de remercier mon superviseur Dr. Michel Phipps; sa constante disponibilité, ses conseils et discussions ont été bénéfiques dans l'élaboration de la thèse. Je remercie madame Joan Carey de l'université d'Ottawa pour son écoute et pour la restauration de ma motivation.

J'aimerais également exprimer ma gratitude envers le personnel du ministère de l'Energie et des Ressources du Québec bureau de Buckingham et Maniwaki, à Jean-Noël Girard pour sa disponibilité et qui m'a accordé la permission d'effectuer les relevés sur le territoire d'étude ainsi que pour avoir mis à mon service les cartes nécessaires.

Je ne voudrais pas passer sous silence l'aide de Daniel Joanisse pour les discussions stimulantes, Nicole Ayotte pour son aide dans l'installation du dispositif d'échantillonnage et Bruno Girard pour ses conseils dans la manipulation d'un logiciel.

## T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
INTRODUCTION.....	1
1 CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	4
LE PAYSAGE ET SES ÉLÉMENTS.....	4
paysage et écosystème: définitions et caractères.	4
les éléments du paysage.....	5
les corridors: structure et fonctions.....	6
LES PERTURBATIONS: UN AGENT EXTÉRIEUR STRUCTURANT LA VÉGÉTATION.....	8
définition et types de perturbation.....	8
caractères et structures.....	9
impact des perturbations sur la végétation.....	10
LES MODALITÉS DE LA RÉGÉNÉRATION.....	16
le patron spatial de recrutement des espèces.....	16
stratégies de colonisation.....	16
stratégies de reproduction.....	17
LA DYNAMIQUE DE LA RÉGÉNÉRATION.....	19
les successions.....	19
patron de développement.....	20
structure horizontale .....	22
diversité dans la végétation.....	22
11 CADRE GÉOGRAPHIQUE.....	24
LE SECTEUR D'ÉTUDE.....	24
physiographie.....	24
géologie.....	24

	dépôts de surface.....	27
	sols.....	27
	climat.....	28
	végétation.....	29
	L'ASPECT FORESTERIE (HISTORIQUE).....	35
111	MÉTHODOLOGIE.....	37
	CUEILLETTE DES DONNÉES.....	37
	sélection du site.....	37
	dispositif d'échantillonnage: relevé et parcelles.....	40
	variables enregistrées.....	43
	méthodologie d'échantillonnage.....	45
	ANALYSE DES DONNÉES.....	48
	approche.....	48
	aggrégation des données.....	48
	variables et mesures dérivées.....	51
	analyse multivariée.....	52
IV	RÉSULTATS: LES CARACTÉRISTIQUES DE LA VÉGÉTATION....	54
	ANALYSE UNIVARIÉE.....	56
	caractères généraux.....	56
	strate inférieure.....	56
	strate intermédiaire.....	62
	strate supérieure.....	63
	ANALYSE MULTIVARIÉE.....	65
	caractères généraux.....	65
	strate inférieure.....	65
	strate intermédiaire.....	71
	strate supérieure.....	78
	SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.....	84

	mode de reproduction - âge.....	87
V	DISCUSSION.....	90
	ORIGINE DES REPOUSSES.....	90
	MODE DE REPRODUCTION - AGE.....	93
	RELATION: STRATIFICATION - COMPOSITION SPÉCIFIQUE\ LARGEUR DE LA BANDE.....	98
	stratification\largeur de la bande.....	98
	composition spécifique\largeur de la bande.....	100
	LA DYSSYMMÉTRIE DES BANDES: LE PHÉNOMÈNE DE L'EXPOSITION.....	103
	FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX: LES RELATIONS INTERSPÉCIFIQUES.....	106
	EFFET DE LA BANDE DANS LA CLASSIFICATION.....	108
	APPLICATION - INCIDENCES FORESTIÈRES.....	115
	CONCLUSION.....	118
	BIBLIOGRAPHIE.....	121
	APPENDICES.....	131
	1 Variables et mesures dérivées.....	131
	11 Méthodes d'analyse multivariée.....	136
	111 Données de base et résultats numériques de méthodes d'analyse univariée et multivariée....	138

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	PAGE
1. Légende des communautés végétales.....	32
2. Caractéristiques générales des corridors de coupe...	39
3. Variables sélectives et mesures dérivées.....	44
4. Calcul de la densité.....	49
5. Calcul de l'abondance relative.....	50
6. Groupements de relevés - abondance relative des espèces (strate inférieure).....	110
7. Groupement de relevés - abondance relative des espèces (strate intermédiaire).....	111
8. Groupement de relevés - abondance relative des espèces (strate supérieure).....	112

## LISTE DES FIGURES

FIGURE	PAGE
1. Le secteur à l'étude.....	25
2. Le secteur à l'étude: Forêt Gatineau.....	26
3. Carte des communautés végétales.....	31
4. Carte des corridors de coupe avec interbandes.....	37
5. Dispositif d'échantillonnage des bandes de coupe et relevé.....	41
6a. Parcelle d'un relevé.....	42
6b. Parcelle circulaire.....	42
7a. Strate inférieure: densités absolues des groupes d'espèces selon les corridors de coupe.....	58
7b. Strate intermédiaire: densités absolues des groupes d'espèces selon les corridors de coupe.....	59
7c. Strate supérieure: densités absolues des groupes d'espèces selon les corridors de coupe.....	60

8.	Diversité (tous groupes d'espèces) selon la stratification appliquée aux différents corridors de coupe.....	61
9a.	Analyse des correspondances: strate inférieure (plan1,2).....	66
9b.	Analyse des correspondances: strate inférieure (plan1,3).....	67
9c.	Analyse des correspondances: strate inférieure (plan1,4).....	68
9d.	Analyse des correspondances: strate inférieure (plan2,4).....	69
10.	Groupements de relevés: strate inférieure.....	70
11a.	Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan1,2).....	73
11b.	Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan1,3).....	74
11c.	Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan2,3).....	75
11d.	Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan2,4).....	76

12. Groupements de relevés: strate intermédiaire.....	77
13a. Analyse des correspondances: strate supérieure (plan1,2).....	81
13b. Analyse des correspondances: strate supérieure (plan1,3).....	82
14. Groupements de relevés: strate supérieure.....	83
15. Modes de reproduction des espèces, selon la stratification, pour l'ensemble des bandes de coupe.....	88

## INTRODUCTION

La ressource forestière de la région de l'Outaouais est sans doute l'une des plus abondante et diversifiée du Québec: cette diversité s'explique par le nombre élevé d'espèces feuillues sur le territoire. En outre, l'utilisation polyvalente des bois par l'industrie forestière contribue significativement à l'économie régionale. Paradoxalement, l'aménagement des terres forestières demeure encore aujourd'hui problématique si l'on considère les méthodes d'exploitation utilisées, la complexité des sites et la nature des travaux d'aménagement. Certains auteurs (Thibault, Majcen, Brown et Carrier, 1983), soulignent d'ailleurs la mauvaise régénération d'espèces forestières.

Depuis quelques années, les forestiers ont expérimenté différents modèles de coupes en vue d'assurer la régénération et la productivité d'espèces de qualité: l'un de ces modèles appelé communément la coupe par bandes est utilisé pour l'aménagement de certaines communautés forestières feuillues.

La coupe en bandes par ses caractères de forme et dimension peut être qualifiée d'élément du paysage; la coupe en bande est également une perturbation du paysage naturel parce qu'elle provoque des modifications soudaines des ressources du milieu naturel. La perturbation peut être

d'origine naturelle ou humaine, de dimension et de sévérité variable, allant de la chute d'un arbre jusqu'aux pratiques agricoles, la présence d'un feu ou d'un glissement de terrain. Si le terme perturbation peut avoir un sens péjoratif, la perturbation peut être tout autant bénéfique car elle modifie à différents degrés les ressources du milieu contribuant ainsi à maintenir l'hétérogénéité des paysages.

Dans ce contexte la présente étude vise à déterminer les réponses d'une communauté forestière feuillue issue d'une perturbation d'origine humaine. Plus spécifiquement, le but de cette étude est d'examiner les effets de la largeur des corridors de coupe sur la végétation secondaire issue de cette coupe dans le secteur de la forêt Gatineau. Les objectifs de cette étude sont donc:

- . Evaluer l'effet de la largeur des corridors de coupe en terme de variation spatiale de la végétation.
- . Evaluer la variation spatiale de la végétation secondaire à l'intérieur de trois corridors (de différentes largeurs) de coupe.

L'analyse de la variation spatiale de la végétation est intégrée à la structure de la végétation soit: la stratification (les strates verticales de la végétation) et la structure horizontale de la végétation . L'analyse de la variation spatiale impliquera l'étude de certaines variables telles la composition spécifique, l'abondance, la densité et

la diversité spécifique associées au profil structural de la végétation secondaire.

Les deux premiers chapitres du travail traiteront du cadre conceptuel et théorique de la recherche et du contexte géographique du secteur étudié; les chapitres suivants décriront la méthodologie (cueillette des données), l'analyse et la discussion générale des résultats.

## CHAPITRE 1

## CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LITTÉRATURE

## LE PAYSAGE ET SES ÉLÉMENTS

## . Paysage et écosystème: définitions et caractères.

Le phénomène des coupes en bandes s'inscrit et fait partie intégrante de ce qu'on pourrait communément appeler "le paysage". Ce terme possède de nombreuses connotations. D'une part, le paysage est intégrateur: c'est une étendue de pays représentant un tout (dictionnaire Larousse, 1966); pour Tricart (1985), il englobe tout ce que nous voyons et permet de replacer chaque objet dans l'ensemble. Godron (1984), le décrit constitué d'unités très différentes (forêts, cultures, rivières, habitations etc,.). Le paysage est aussi écologique, étant composé d'éléments ou objets hétérogènes distribués spatialement (Phipps, 1985) ; c'est un espace de transactions résultant d'échanges entre l'espace biotique et abiotique (Hills, 1974; Phipps 1981 et 1985; Baudry et Burel 1982; Forman, 1981) s'appliquant autant au paysage naturel que transformé par l'homme (Phipps, 1985). Finalement le paysage s'inscrit dans un cadre spatial, sa frontière se distinguant de d'autres paysages par des limites entre unités relativement homogènes, (Troll, 1968) et il est, entre autre, sujet à un régime de perturbations (naturelles et humaines). (Forman et Godron 1981, 1985).

L'écosystème ou biogéocénose est une unité fonctionnelle résultant d'échanges entre les éléments de la communauté<sup>1</sup> et son environnement non vivant et implicitement doté d'une certaine homogénéité, (Forman et Godron, 1983; Tansley, 1935; Evan, 1962). L'écosystème possède plusieurs niveaux d'échelles (de l'oasis à la biosphère) tout en possédant une limite spatiale spécifique. L'homogénéité est un trait majeur qui distingue l'écosystème du paysage, ce dernier étant hautement hétérogène par la constitution d'un ensemble d'écosystèmes ou éléments du paysage (Forman et Godron 1983).

#### . Les éléments du paysage

Dans la littérature, on trouve peu d'auteurs ayant défini et décrit les éléments structurant le paysage. Forman et Godron (1981), Forman (1983), ont largement contribué à l'étude du paysage en identifiant ses composantes structurales nommées taches, corridors et matrices. En termes simples, une tache est une communauté entourée d'une matrice de composition et structure différente; ainsi un boisé localisé dans un champ peut être qualifié de tache insérée à l'intérieur d'une matrice, cette dernière constituant l'arrière plan du paysage. Une ligne de transport d'énergie électrique ou une coupe forestière en bandes en territoire boisé possède à la fois caractères et structures inhérents aux corridors.

---

<sup>1</sup> La communauté inclut toutes les populations d'un territoire donné.

les corridors: structure et fonctions.

Forman et Godron (1983) identifient quatre types de corridors: les corridors en lignes, en bandes, en serpentins et le réseau de corridors. Les corridors en lignes tels que les plantations linéaires (Pollard, 1974; Baudry et Burel, 1982), les lignes d'énergie électrique (Niering et Goodwin, 1974), les canaux d'irrigation (Mc Atee, 1945), les bordures de routes (Johnson et al, 1975) ont de faibles largeurs et présentent des espèces de lisières<sup>1</sup>. Les corridors en bandes possèdent une largeur suffisante (12-90 mètres) pour contenir un environnement intérieur et un effet de bordure (Forman, 1983) ; les coupes en bandes (MER, 1989; Boivin, 1985; Lindsay et al, 1976), les lignes de transport électrique (Hessing et al, 1980; Ludwig et al, 1976) constituent les exemples les plus courants. Une bande de végétation localisée le long d'un cours d'eau (Kars et Schlosser, 1978), s'associe au corridor en serpentins alors que le réseau de corridors s'identifie au réseau routier ou chemins de fer; le réseau de corridors a pour fonction la création de liens entre plusieurs éléments du paysage (Forman et Godron, 1981).

Les fonctions les plus connues attribuables aux corridors traitent de mouvements d'animaux, plus particulièrement d'oiseaux et petits mammifères (Mc Atee,

---

<sup>1</sup> Réfère à une bande étroite le long de la bordure d'un boisé ou tout autre élément du paysage et qui diffère de l'intérieur de cet élément du paysage par son micro-environnement (Forman, 1983)

1945); le corridor joue aussi le rôle de barrière par les racines de plantes intérieures qui freinent l'érosion d'éléments nutritifs (Ballard, 1979). Les plantations d'arbres forment un habitat pour certaines espèces (Saint-Girons et Duguy, 1976) que l'on ne retrouve pas ailleurs dans le paysage; le corridor est une source de flux d'espèces végétales colonisatrices (sous forme de graines, spores) qui migrent vers la matrice (Forman, 1983). Finalement, la largeur du corridor est un élément déterminant au niveau de la nature et des fonctions du corridor (Forman, 1983).

## LES PERTURBATIONS: UN AGENT EXTÉRIEUR STRUCTURANT LA VÉGÉTATION

### .Définition et types de perturbation

Pour plusieurs auteurs, (White, et Pickett, 1985; White, 1979; Bazzaz, 1983; Reiners, 1983; Oliver, 1977, 1980; Levin et Paine, 1974), une perturbation est un changement soudain des ressources d'une unité de paysage ou écosystème et se traduit par une modification perceptible des populations. Runkle (1982,1984) et Grubb (1976) ont identifié trois types de perturbations selon le critère de leur étendue: perturbation mineure (100 à 400 mètres carrés), intermédiaire (0,1 à 1,0 hectare) majeure (supérieure à 1,0 hectare). Ces perturbations incluent aussi bien les événements naturels ( feu, ouragan, inondation etc) que les activités d'origine humaine (coupe forestière, feu, barrage etc). Une perturbation d'origine humaine telle une coupe forestière en bandes correspond à une perturbation majeure ayant un impact immédiat sur le paysage (Oliver, 1980). Les écologistes ont longtemps reconnu les similarités entre la perturbation naturelle et d'origine humaine. Ce qui cause la perturbation est certes non négligeable mais c'est surtout la nature et les conséquences de ces perturbations qui importent et comment "les espèces répondent" dans le temps et l'espace (Bazzaz, 1983).

## . caractères et structures

Bazzaz (1983), identifie six caractères propres aux perturbations qui ont un impact majeur principalement au niveau de l'organisation des espèces. L'étendue d'une perturbation varie de la mort d'un seul arbre (créant une ouverture ou trouée dans le couvert forestier), jusqu'au déclenchement d'un glissement de terrain. La fréquence de la perturbation varie énormément dans l'environnement mais les petites perturbations apparaissent plus régulièrement que les grandes perturbations (Bazzaz, 1983). L'intensité, la saison où elles interviennent, l'hétérogénéité qu'elles créent et la nature de l'environnement à l'intérieur duquel elles interviennent ont un impact significatif au niveau de l'organisation et fonctions des éléments et écosystèmes du paysage (Malanson, 1984; Hammon, Bratton et White, 1983; Hastings, 1980; Abugov, 1982).

Le corridor a une origine identique à celle des taches et possède les mêmes caractères structuraux liés à sa forme et dimension (Forman et Godron, 1981). Sa structure se visualise à partir de deux perspectives, l'une interne, telle que vue par une personne placée à l'intérieur du corridor, l'autre externe ou physionomique ou vue en plan (Forman, 1983). La bordure du corridor ou écotone est une bande étroite le long de la bordure du boisé ou tout autre élément du paysage. C'est la zone inhérente résultat de la rencontre de deux communautés végétales (Odum, 1971) et origine de changements soudains liés aux facteurs naturels

(sol, topographie, environnement climatique etc.) La bordure peut être aussi produite par le changement des conditions végétales d'une communauté; les changements sont provoqués par des événements naturels (feu, épidémie d'insectes, érosion, inondation) ou par des pratiques de gestion des ressources naturelles (Chapman, 1988).

Relié de très près à la bordure, le concept intérieur est un gradient environnemental traversant chaque côté du corridor et diffère de la bordure par la présence de communautés végétales inhérentes à son micro environnement (Johnson, 1947; Jakucs, 1972; Wales, 1972). Ainsi, le corridor de la coupe en bande est suffisamment large pour contenir un environnement intérieur (Forman, 1983). La largeur du corridor est un paramètre important parce qu'elle exerce un effet de contrôle sur la nature de ses composantes internes. Ainsi, les corridors étroits en forêt possèdent généralement des espèces de bordures, alors que les corridors en bandes contiennent plus d'espèces liées au concept intérieur du corridor, une plus grande diversité ie. un plus grand nombre d'espèces. (Pickett et White, 1985; Forman, 1981; White, 1979; Runkle, 1981; Malanson, 1984; Denslow, 1985).

#### . impact des perturbations sur la végétation

Agissant à titre de force structurante, les perturbations contribuent au développement spatio-temporel des communautés (Levin et Paine, 1974). Les caractères tels

que la dimension et l'intensité d'une perturbation demeurent sans doute ceux qui ont le plus grand impact sur les populations; la variation de ces attributs cause des changements au niveau de la densité, dispersion des espèces (Bazzaz, 1983), affecte le taux de croissance (Oliver, 1980) des espèces selon le patron de disponibilité des ressources. Certaines perturbations de faible intensité favorisent la venue d'espèces colonisatrices qui s'ajoutent aux espèces déjà existantes créant ainsi différentes classes d'âge (Oliver, 1977; Bazzaz, 1983). La perturbation contribue à augmenter l'hétérogénéité environnementale (Levin et Paine, 1974; Grubb, 1977; Connel, 1978) nécessaire au maintien de la diversité des communautés; elle modifie les interactions (compétition, coévolution) entre espèces (Hastings, 1980), influence la complexité et la productivité des patrons de successions à l'intérieur des trouées créées (Jones, 1945; Monk, 1961.b; Auclair et Gotham, 1971; Forcier, 1975; Runkle, 1979).

De nombreux travaux de recherches abordent les questions d'impact de perturbations naturelles et humaines en milieu forestier. Runkle (1984) et Skeen (1976) ont étudié le taux de changement du développement de la végétation à l'intérieur de trouées<sup>1</sup> naturelles (de 100 à 400 mètres carrés) de différents âges et dimensions. En évaluant le mode de reproduction, l'âge, la densité, la

---

<sup>1</sup> De formes différentes, mais possédant sensiblement des fonctions similaires aux corridors, les trouées naturelles originent des renversements d'arbres provoqués par les vents; le renversement des arbres crée une ouverture à l'intérieur de la communauté.

diversité des espèces le long d'un transect disposé à l'intérieur des trouées, les auteurs ont noté la présence d'espèces intolérantes à l'ombre dans les trouées larges (200 à 400 mètres carrés) et une augmentation des espèces tolérantes dans les trouées plus âgées; les auteurs ont observé une abondance d'espèces tolérantes dans les petites trouées (moins de 200 mètres carrés). Runkle et Skeen révèlent toutefois qu'il n'y a pas, contrairement aux corridors en bandes, de changements importants au niveau de la densité des espèces.

Tryon et Trimble (1966) ont étudié la croissance d'espèces feuillues dans des trouées de 0.10, 0.25, 0.50 acre; leur étude indique une croissance plus forte en bordure comparativement au centre dans les petites trouées; la croissance générale des espèces est par contre plus faible au niveau de grandes trouées (0.50 acre) et ce tant au niveau du centre que de la bordure.

Les principales recherches effectuées sur les corridors touchent les corridors créés par des coupes systématiques en bandes (Boivin, 1985; MER, 1989), les corridors routiers (Johnson et al, 1975; Bates, 1937), corridors de ligne d'énergie électrique (Hessing et al, 1980; Ludwig et al, 1976 b), les sentiers de promenade en montagne (Dale et Weaver, 1977), les corridors naturels créés par les avalanches en montagne (Flacus, 1959) et les pistes de ski alpin en milieu forestier (Chapman, 1988).

Ludwig et al (1979), Hessing et al, (1977) ont étudié l'impact des corridors créés par le passage d'une ligne d'énergie électrique à l'aide d'un dispositif d'échantillonnage à l'intérieur du corridor et de points de contrôle en milieu adjacent non perturbé. Les auteurs ont évalué la nature de la succession, le changement de diversité et le pourcentage du couvert des espèces. Les résultats indiquent une plus grande diversité et couverture des espèces à l'intérieur des endroits perturbés. Johnson et al (1975), Bates (1937) ont évalué la productivité, la diversité, la stabilité et la couverture des espèces en bordure de corridors routiers; les données recueillies le long de transects perpendiculaires et parallèles aux corridors indiquent que ces variables varient selon la nature des facteurs biotiques et à l'effet de bordure du corridor routier. Le micro environnement attribuable au corridor routier provoque l'augmentation de la disponibilité en eau et humidité en bordure. A l'aide de quadrats disposés au centre, en bordure et de points de contrôle adjacents aux sentiers de montage (corridor linéaire), Dale et Weaver, (1974) ont constaté une diminution de l'abondance de plantes au centre, l'augmentation de colonisateurs en bordure et un impact négligeable en milieu adjacent non perturbé attribuable à la faible largeur du corridor. L'étude de Flacus (1959) mesurant l'impact des glissements de terrain sur la végétation, montre une forte dominance d'espèces pionnières à l'intérieur du corridor et légère modification du nombre d'espèces en milieu non perturbé. La recherche de Chapman (1988) appliquée à l'impact de

corridor de ski alpin, indique qu'il existe un effet de distance sur la structure et la composition de la végétation adjacente. Cet impact allant jusqu'à 10 à 15 mètres vers l'intérieur, s'exprime par une augmentation de l'abondance relative des espèces de bordure, l'augmentation de la densité, de la couverture des espèces arbustives et herbacées intolérantes à l'ombre, de l'augmentation de la diversité ainsi que par la dominance d'espèces pionnières.

Pour Boivin (1985) et le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (1989), les corridors créés artificiellement par des coupes systématiques en bandes favorisent la venue d'une régénération satisfaisante en essences de qualité. Boivin (1985) expérimenta des coupes en bandes de largeurs variables (20 - 40 - 60 mètres ) à l'intérieur d'une même communauté d'érablière à bouleau jaune; à l'aide de données compilées à l'intérieur de quadrats, Boivin indique que toutes les bandes favorisent la venue d'espèces désirées (érable à sucre, bouleau jaune), mais c'est à l'intérieur de la bande de 40 mètres que l'avenir du bouleau jaune semble le mieux assuré. Un dispositif de placettes permanentes à l'intérieur et adjacentes à des coupes en bandes de dimensions variables (30 - 60 - 90 mètres de largeur) fut installé par le ministère de l'Énergie et des Ressources ; les résultats provenant de l'inventaire tendent à démontrer que les bandes coupées ont un impact immédiat sur la croissance et la qualité des types de seconde venue.

Pour Forman et Godron (1986), même si les types de corridors varient largement, un nombre de caractéristiques structurales communes à plusieurs types peuvent être reconnues; la plupart ont un changement marqué dans la composition des espèces à partir du centre vers la bordure. Les auteurs ajoutent que lorsque les corridors s'étendent sur une certaine distance du paysage, ils sont aptes à différer d'un bout à l'autre, i.e. un gradient est présent. Le gradient s'exprime par des changements graduels au niveau de la composition et abondances relatives des espèces le long du corridor. Le gradient peut correspondre aussi à un changement graduel environnemental ou à un patron de colonisation, extinction ou un produit de la perturbation (Forman et Godron, 1986). Pour Pickett et White (1985), Denslow (1985), Runkle (1984), White (1979), l'analyse des données générales prises sur la végétation secondaire révèle que les changements soudains produits à l'intérieur des communautés s'avèrent presque nécessaires pour le renouvellement et le maintien de la diversité des ressources.

## LES MODALITÉS DE LA RÉGÉNÉRATION

- . le patron spatial de recrutement des espèces  
stratégies de colonisation.

L'établissement des espèces à l'intérieur d'un territoire perturbé est déterminé par le type de perturbation, la nature et caractères du sol, la luminosité, le régime météorologique et les espèces présentes (White, 1979; Grubb, 1976; Oliver, 1977); d'autre part, la colonisation des espèces au sol est reliée à une série d'évènements probabilistiques incluant la proximité des arbres semenciers, la production semencière, le succès ou l'échec des agents de dispersion (vent, faune). En outre, des facteurs intrinsèques aux espèces, tels le poids de leur semence, la dormance des graines, les conditions de survie et le taux local de croissance s'ajoutent aux facteurs précédents et la variation de l'ensemble de ces facteurs détermine le taux avec lequel les espèces colonisent avec ou sans succès un site perturbé. Horn (1981) mentionne que dans le patron spatial de recrutement des espèces, la régénération qui s'établit (sur les sites propices) après une coupe forestière, forme un taillis équienné<sup>1</sup> lorsque les sites sont à proximité de l'arbre semencier; par contre lors d'un ensemencement dispersé sur des sites éloignés, la régénération résultante est de type inéquienné.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> équienné: Les espèces qui composent la communauté sont du même âge avec une tolérance de + ou - 5 ans (MER, 1983).

<sup>2</sup>inéquienné: Lorsque les espèces d'une communauté forment plusieurs classes d'âge identifiables (MER, 1983).

Les larges perturbations semblent favoriser la colonisation d'espèces de lumière (intolérantes) contrairement aux perturbations de faible dimension à l'intérieur desquelles les espèces colonisatrices dominantes sont de types d'ombres (tolérantes).

#### stratégies de reproduction

Chaque espèce possède un ou plusieurs mécanismes adaptés à son développement; Oliver (1980), identifie cinq mécanismes liés aux modalités de reproduction sexuée et végétative

1. Germination à partir de semences recrutées sur le terrain après la perturbation.
2. Germination, à partir de semences dormantes dans le sol, après la perturbation.
  - a) les semences ayant une longévité limitée (âgée de une à quelques années) déposées antérieurement à la perturbation.
  - b) les semences à longévité prolongée; qui demeurent dans le sol plus de cinq ans.
3. Le bourgeonnement et croissance de nouvelles tiges
  - a) à partir de racines latérales (drageons)
  - b) à partir du collet racinaire, si les vieilles tiges sont brisées ou coupées (rejet de souche.)
  - c) des tiges d'arbres tombés.
4. Le marcottage à partir d'une branche qui touche le sol et établit des racines qui favorisent le début de

croissance d'un nouvel arbre (marcotte)

5. L'accélération de croissance à partir des tiges présentes dans la végétation existante.

Selon White (1979), certains caractères inhérents aux espèces dépendent en fait de leurs stratégies de reproduction sur les sites de libre compétition; pour Canham et Marks (1985), les espèces opportunistes coloniseront rapidement le site perturbé parce qu'elles possèdent la capacité de produire un grand nombre de propagules, un taux de dispersion efficace dans l'espace et le temps, un taux de germination élevé et des semences de longévité moyenne. Les opportunistes possèdent également un développement rapide associé à de fortes capacités compétitives (Bazzaz,1983; Grubb,1976); ces espèces demeurent par contre très intolérantes à l'ombre et face à la compétition d'espèces dites conservatrices. Les espèces conservatrices (tolérantes à l'ombre) possèdent un bon ajustement face à l'environnement, une forte capacité compétitive, une faible capacité de reproduction, une croissance faible et une longue durée de vie.

## LA DYNAMIQUE DE LA RÉGÉNÉRATION

## . les successions

Grubb (1976), définit la succession comme une série non-cyclique de différents types de végétation qui se succèdent aussi bien dans les sères primaires (succession primaire telles que sur les moraines laissées par les glaciers) que dans les sères secondaires (succession secondaire) illustrées par les champs abandonnés, coupes forestières, feu etc. La venue d'une perturbation majeure, provoque par exemple, l'ensemencement, la germination et la pousse d'espèces variées (patron allogénique de succession) et conduit à une compétition entre espèces pour la dominance du site; ainsi, le nombre d'espèces présentes sur le site excédera généralement le nombre d'espèces qui atteindront la dimension reproductive (Canham et Marks, 1985).

Les différents stades de la succession provoqueront des changements au niveau de la structure des communautés en place; ainsi, lors de premiers stades, les espèces intolérantes à forte croissance domineront le site ouvert, alors que les espèces tolérantes à croissance plus faible, persisteront sous le couvert. Il s'en suit alors une différenciation favorisant les espèces tolérantes et une perte graduelle d'espèces intolérantes. Pour Horn (1981), cette hiérarchie amène une convergence d'occupation du territoire, puisque la venue d'espèces pionnières

(intolérantes) s'avère nécessaire pour préparer la voie aux espèces dites plus tardives; ce modèle de facilitation amène les espèces hâtives de succession (intolérantes) à modifier l'environnement pour qu'il soit plus propice à la venue et la croissance des espèces tardives de succession (tolérantes).

. patron de développement

Si certains caractères inhérents aux espèces dépendent de leurs stratégies de reproduction, il en est tout autant de modalités de croissance relatives à la disponibilité des ressources existantes; ainsi les individus se développent et utilisent l'espace disponible jusqu'à ce qu'un ou plusieurs facteurs environnementaux deviennent limitant (Connell et Slater, 1977). De tous les facteurs environnementaux influençant le développement des semis, Logan (1965) indique que la lumière est un facteur majeur contrôlant la croissance des semis. De plus, il a été démontré (Kramer, 1943; Hogan, 1965; Marks, 1975; Oliver, 1980), que la croissance des branches et l'élongation de l'axe terminal de croissance d'un système de pousse varient largement selon les espèces. Marks, (1975) indique qu'il existe d'ailleurs une relation (pour certains types d'espèces feuillues) entre les caractéristiques de croissance et le statut successional de l'espèce; selon cet auteur les espèces pionnières feuillues qui occupent les vides d'une

---

<sup>1</sup> tige caractérisée par un diamètre à la hauteur de poitrine inférieure à 1 centimètre (MER, 1983).

perturbation, ont une croissance qui s'exerce durant la presque totalité de la saison végétative et réalisent des gains de croissance importants à l'intérieur de cette saison. Ces espèces possèdent des caractères photosynthétiques promouvant la croissance. Contrastant avec ces dernières, la croissance des espèces tardives (espèces de succession tardive) s'exerce sur une courte période de la saison végétative et ces espèces ne peuvent réaliser que de faibles gains de croissance.<sup>1</sup> Les espèces intermédiaires de succession tendent à se situer entre ces deux extrêmes. Pour Marks (1975) ces écarts de croissance entre espèces sont attribuables aux différences du temps de cessation plutôt qu'à la période d'initiation de croissance.

Il existe également une seconde relation qui est partiellement une conséquence du taux de croissance; ainsi les espèces pionnières possèdent des rapports de croissance racines-pousses plus faibles que les espèces tardives de même dimension. Sous ces conditions, la tendance pour l'investissement préférentiel d'énergie dans le système de pousse au lieu de la structure raculaire peut être postulée. L'énergie est préférentiellement investie sur la structure au-dessus du sol; le système racinaire à développement latéral devient confiné à l'horizon de sol

---

<sup>1</sup> Les espèces tardives telles l'érable à sucre, hêtre à grandes feuilles complètent 90% de leur croissance durant 30 jours; le peuplier à grandes feuilles et le bouleau à papier (espèces hâtives) requièrent environ 60 jours pour compléter 90% de leur taux de croissance annuel (Marks, 1975).

riche en humus<sup>1</sup> et offre un support physique temporel court pour la croissance. Ce système racinaire absorbant est suffisamment efficace pour exploiter, à court terme, l'augmentation de nutriments et d'eau associée au site perturbé.

. structure horizontale  
diversité dans la végétation

Les organismes de par leur nature occupent l'espace et utilisent les ressources à différents degrés formant ainsi une mosaïque (Pickett et White, 1985); cette dynamique de la végétation peut s'exprimer par la direction et le taux de changement dans le temps (Forman et Godron, 1986). Pour procéder à l'évaluation des changements, il importe de décrire la structure spatiale des communautés; cette dernière intègre à la fois la structure verticale (l'arrangement vertical des espèces en couches ou strates) et la structure horizontale (distribution spatiale des individus d'espèces qui confère un patron de chaque espèce).

La diversité ou richesse d'espèces est sans doute l'un des paramètres d'importance lié à la structure spatiale d'une communauté; la diversité mesure la composition des espèces en terme de nombres d'espèces et leur abondance relative. Pour Godron (1984) , puisque les communautés sont enracinées dans l'espace, il demeure utile de tenir compte

---

<sup>1</sup>Certaines espèces intolérantes (les différents types de peupliers) demeurent souvent les premiers sujets à être renversés lors de perturbations naturelles initiées par le vent (chablis).

de la disposition spatiale des espèces; ainsi, le problème de la diversité de la végétation rejoint alors celui de la structure horizontale.

Intervenant dans le paysage, les perturbations ( de part leur nature et caractères) engendrent à différents degrés des modifications soudaines des conditions environnementales; ces dernières associées aux "réponses" des espèces dans le temps et l'espace, jouent un rôle considérable non seulement dans le renouvellement des espèces mais contribuent de manière tangible à la diversification des communautés végétales. Cette diversification influence notre perception visuelle ( la perception visuelle établit des relations spatiales entre éléments ponctuels) du paysage, plus spécifiquement sur notre environnement immédiat, dans ce cas-ci , le secteur d'étude.

CHAPITRE 11  
CADRE GÉOGRAPHIQUE

LE SECTEUR D'ÉTUDE

**.physiographie**

Le secteur d'étude ( où l'on a pratiqué un nombre élevé de coupes en bandes) s'inscrit (fig.1-2) à l'intérieur d'un territoire forestier expérimental (superficie approximative de 12km<sup>2</sup>) géré par le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Situé à environ 50km au nord de Hull, le secteur est centré sur le point de latitude 45° nord et longitude 76° 08' ouest; l'altitude moyenne est de 250 mètres. La topographie très irrégulière du secteur s'identifie aux collines de la Gatineau, lesquelles appartiennent aux Hautes-Terres Laurentiennes. Ces collines parallèles, au facies arrondi, sont entrecoupées de petites dépressions orientées nord-sud et sillonnées par de nombreux cours d'eau et chaînes de petits lacs tributaires de la rivière Gatineau. La section sud-ouest couverte de terrains plats, contient quelques tourbières de superficies assez remarquables, entourées de terrains inondés.

**.géologie**

L'assise rocheuse, d'âge précambrien, fait partie de la série Grenville associée au Bouclier canadien ( carte géologique du Québec, 1969). Les diverses formations



★ Figure 1 Le secteur à l'étude

## Légende

1 bande de 30 mètres

2 bande de 60 mètres

3 bande de 90 mètres

échelle approx. 1:10000

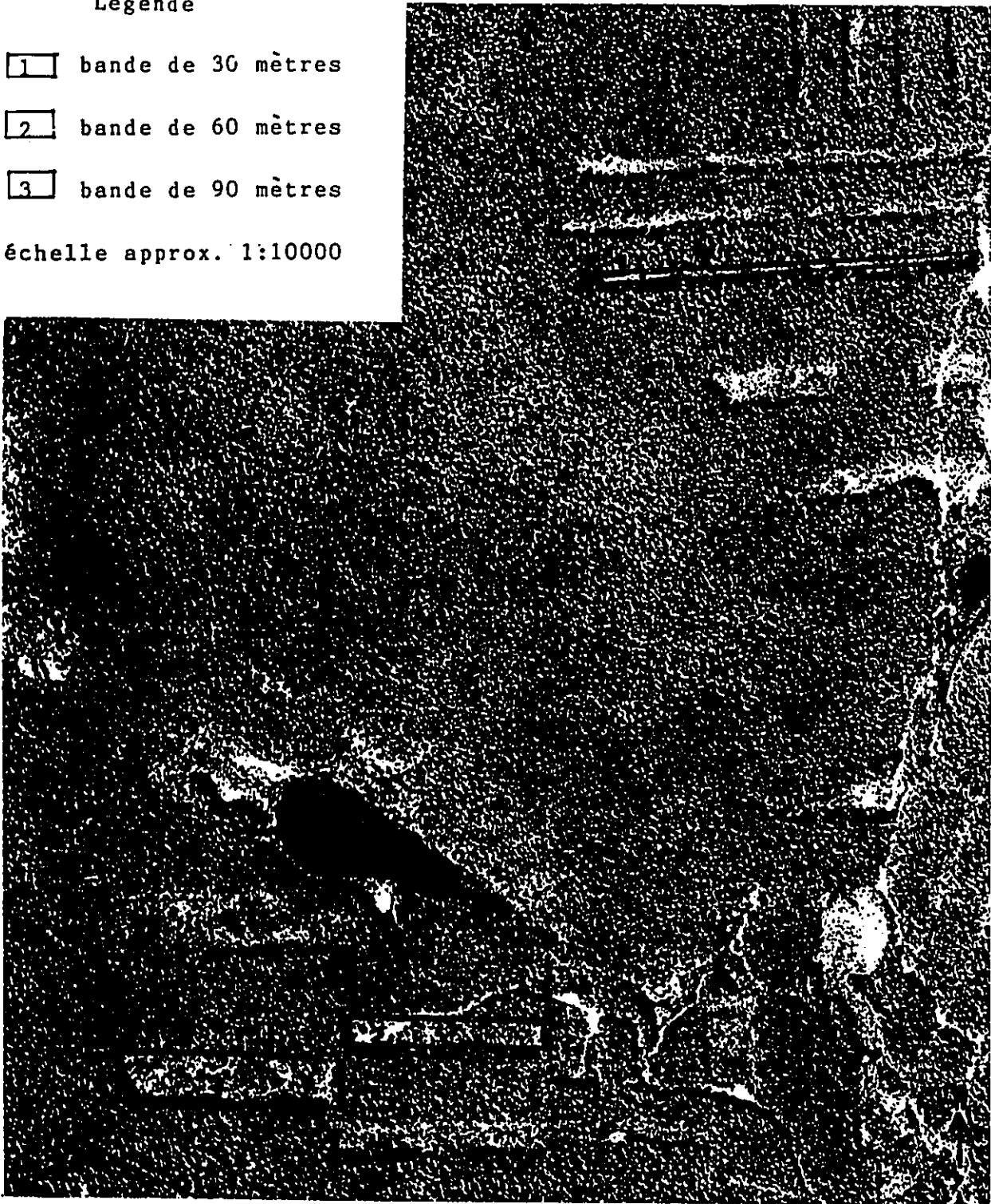


Figure 2 Le secteur à l'étude: Forêt Gatineau

rocheuses sont composées de minéraux tels les feldspaths, le quartzite, la biotite. Ces vieilles assises ont subi des intrusions relativement peu volumineuses de granite, syénite, pegmatite et quelques roches basiques. Le marbre, le gneiss et l'amphibolite résultent du métamorphisme (Ministère des richesses naturelles du Québec, 1977)

#### . dépôts de surface

Les dépôts glaciaires de la région reflètent de près le sous-sol géologique régional; ainsi, les sédiments glaciaires représentés principalement par du till, ont été érodés à partir de roches précambriennes. La texture générale des sédiments varie de sableuse à graveleuse. Le till apparaît le plus souvent sous la forme d'une mince couverture discontinue. D'autres sédiments d'origine fluvio-glaciaire (terrasses de kame, épandages fluvio-glaciaires, eskers) sont répandus dans les vallées des Hautes-Terres Laurentiennes (Commission géologique du Canada, 1987).

#### .sols

La formation du sol est déterminée par l'influence conjointe du climat, de la végétation, du relief, du drainage et du matériel parental. Les tills minces, dérivés du roc acide d'âge précambrien ont servi de matériau originel aux sols Lakefield; ces sols font partie des grands groupes podzoliques et brun podzolique développés sur des

matériaux sableux ou limoneux. Tous les horizons de ces sols sont acides, bien drainés et de couleur relativement uniforme (Lajoie, 1962). Les nombreux " boulders ", affleurements rocheux, la forte topographie et les marécages associés à la nature du sol limitent considérablement l'utilisation du territoire pour l'exploitation agricole.

#### .climat

Pour Villeneuve (1946), le climat régional est de type "tempéré". Comme aucune station météorologique n'est située à proximité du secteur étudié, les données climatiques sont celles enregistrées pour Wright et Maniwaki et résumant les enregistrements faits sur la période climatique comprise entre 1951-80 (Environnement Canada, 1982); quelques données climatiques réfèrent à la période de croissance des plantes.

Température moyenne inférieure à 0 degré Celcius:  
(janvier, février, mars).

Température supérieure à 10 degrés Celcius durant au moins cinq mois (mai à septembre).

Température annuelle moyenne de 4.1 degrés Celcius.

Précipitations annuelles moyennes varient de 800 à 1100mm.

Précipitations minimales en mai 62.9mm.

Précipitations maximales en décembre 104.mm.

Précipitations moyennes de mai à septembre 414.7mm avec

un nombre de 144 jours de précipitations.

Nombre de jours sans gel: 113 jours (27 mai au 18 septembre).

Période la plus courte sans gel: 78 jours.

Période la plus longue sans gel: 137 jours.

Nombre d'heures d'ensoleillement le plus élevé: juillet (270 heures).

Nombre d'heures d'ensoleillement de mai à septembre: 1139.4 heures.

Nombre de degrés-jours au-dessus de 0 degré Celcius: 2790 degrés jours.

Nombre de degrés-jours au-dessus de 10 degrés Celcius: 1271 degrés jours.

### .végétation

Selon la classification canadienne de la végétation de Rowe (1959), la zone d'étude fait partie de la région forestière des Grand-Lacs et du St-Laurent; il importe de souligner que le secteur s'inscrit dans la région administrative de l'Outaouais (région 07), qui possède les plus importantes étendues de forêts à prédominance feuillus tolérants au Québec (Majcen et al, 1980). Au niveau du Québec méridional, le secteur est classé dans le domaine climacique de l'Érablière Laurentienne de Grandtner(1966), finalement à l'échelle locale , la carte écologique (fig.3,

tableau 1) de la forêt Gatineau établie par Majcen (1978), indique une communauté identifiée à l'érablière à sucre à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles (*Tilio americanae-Aceretum sacchari-fagetosum grandifoliae*), laquelle possède les espèces arborescentes telles l'érable à sucre, hêtre à grandes feuilles, tilleul d'Amérique, bouleau jaune, ostryer de Virginie et frêne blanc accompagnés d'espèces arbustives composées de l'érable de Pennsylvanie, le noisetier à long bec et le dirque des marais; cette communauté repose sur un dépôt de till ou till mince sur roc bien drainé à texture sablo-limoneuse.

Selon Majcen et al, (1980), de fortes coupes partielles ont été exécutées dans les peuplements contenant du pin blanc, pin rouge, etc. et dans les peuplement mixtes sur les surfaces planes; par contre les érablières situées sur les collines sont à l'état vierge quoique certaines d'entre elles soient légèrement perturbées par des coupes à diamètre limite; les feux ont fait plus de ravages dans les forêts de ce secteur, de nombreux peuplements composés de feuillus intolérants témoignent de cet événement. La santé générale de ces forêts est bonne, les seules maladies qui ont laissé des traces évidentes est le dépérissement du bouleau blanc, la maladie hollandaise de l'orme et dans le sapin baumier, la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Légende

- ① bande de 30 mètres
- ② bande de 60 mètres
- ③ bande de 90 mètres
- groupements forestiers

--- transect de base

équidistance des courbes de niveau:  
10 mètres

( source Majcen, 1978 )  
échelle approx. 1:10000

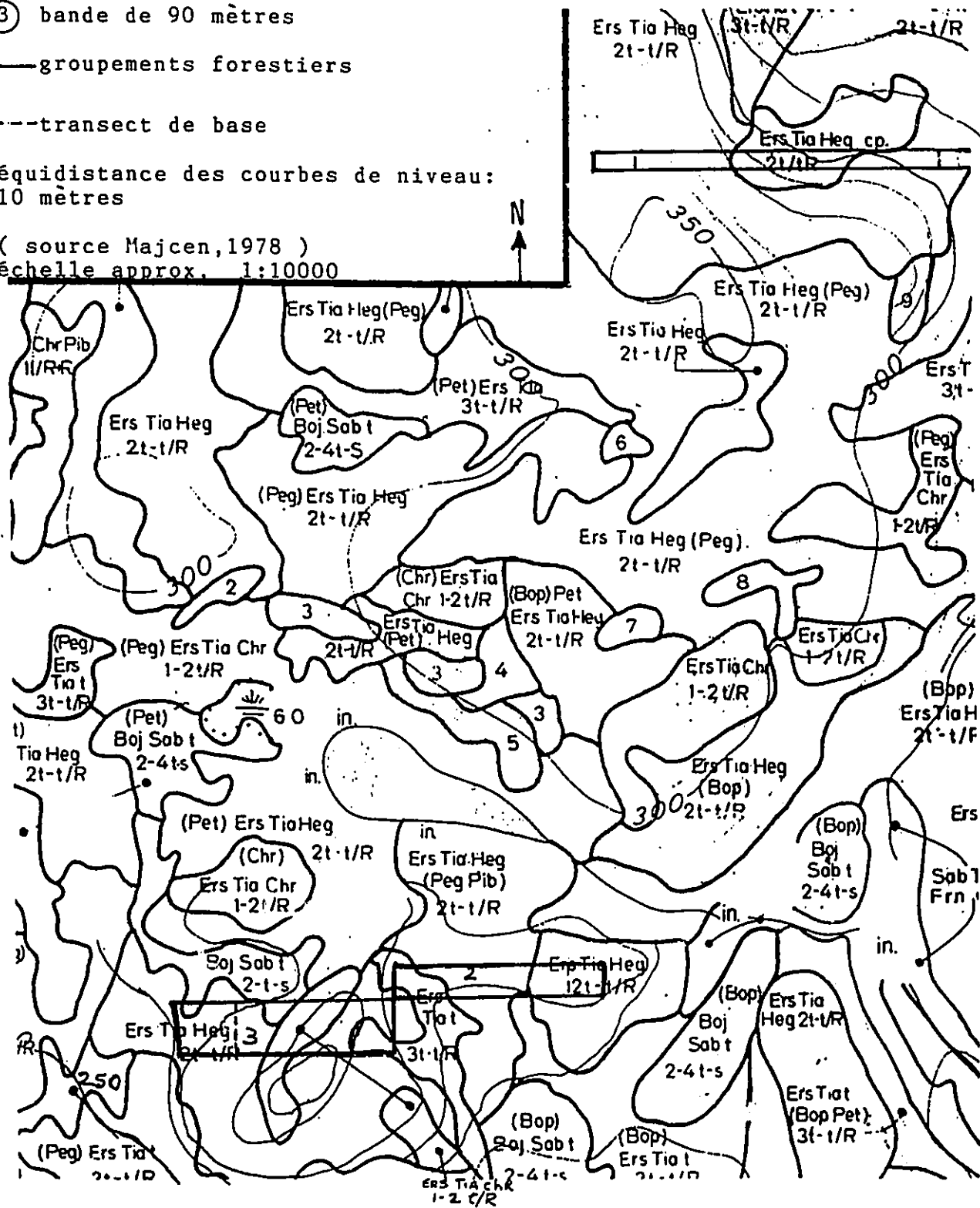


Figure 3 Carte des communautés végétales

32  
Tableau 1

LÉGENDE DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES (source Majcen, 1978)

**Groupements forestiers**

Ers Tia Chr	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique et chêne rouge
(Chr) Ers Tia Chr	Chênaie rouge à érable à sucre et tilleul d'Amérique
(Peg) Ers Tia Chr	Peupleraie à grandes dents à érable à sucre, tilleul d'Amérique et chêne rouge
Ers Tia Heg	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles
(Pet) Ers Tia Heg	Tremblaie à érable à sucre, tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles
(Peg) Ers Tia Heg	Peupleraie à grandes dents à érable à sucre, tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles
(Bop,Pet) Ers Tia Heg	Mozaïque de (Bop) Ers Tia Heg et de (Pet) Ers Tia Heg
Ers Tia Heg (Bop)	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles faciès à bouleau à papier
Ers Tia Heg (Pet)	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles faciès à peuplier faux-tremble
Ers Tia Heg (Peg)	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles faciès à peuplier à grandes dents

Tableau 1 (suite)

Ers Tia Heg (Peg, Pib)	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles faciès à peuplier à grandes dents et à pin blanc
Ers Tia t	Erablière à sucre à tilleul d'Amérique typique
(Peg) Ers Tia t	Peupleraie à grandes dents à érable à sucre et tilleul d'Amérique typique
Ers Tia t (Bop, Pet)	Mozaïque de Ers Tia t (Bop) et de Ers tia t (Pet)
Frn Sab	Frênaie noire à sapin baumier
Boj Sab t	Bétulaie jaune à sapin baumier typique
(Bop) Boj Sab t	Bétulaie à papier à sapin baumier
(Pet) Boj Sab t	Tremblaie à sapin baumier
Chr Pib	Chênaie rouge à pin blanc
(Peg) Chr Pib	Peupleraie à grandes dents à chêne rouge et pin blanc
Sab Tho Frn	Sapinière à thuya occidental et frêne noir
Cp	Coupe partielle

**DRAINAGES**

1	rapide
1-2	rapide à bon
2	bon
3	modérément bon
2-4	bon à imparfait
4	imparfait
5	mauvais
6	très mauvais

**DEPOTS DE SURFACE**

t-t\R	till et till mince sur roc
t\R	till mince sur roc
t\R-R	till mince sur roc et roche en place
t-s	till et sable

## Tableau 1 (suite)

## AUTRE SYMBOLE

1-	(Pet) Ers Tia Heg	Tremblaie à érable à sucre, tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles
2-	Frn Sab	Frênaie noire à sapin baumier
3-	Chr Pib	Peupleraie à grandes dents à chêne rouge et pin blanc
4-	(Peg) Ers Tia Chr	Peupleraie à grandes dents à érable à sucre, tilleul d'Amérique et chêne rouge
5-	(Peg) Chr Pib	Peupleraie à grandes dents à chêne rouge et pin blanc
6-	Sab Tho Frn	Sapinière à thuya occidental et frêne noir
7-	Sab Tho Frn	Sapinière à thuya occidental et frêne noir

## L'ASPECT FORESTERIE (HISTORIQUE)

Les données et commentaires suivant traitent de l'évaluation des différentes méthodes d'exploitation des forêts feuillues en Outaouais et réfèrent essentiellement au domaine foncier public, hormis quelques aspects en milieu privé liés de très près à l'industrie forestière. L'industrie forestière au Québec est née avec les difficultés d'approvisionnement qu'a connu la Grande-Bretagne suite au blocus continental décrété par Napoléon en 1807 (Lapointe, 1990); on coupait alors du bois mou (épinette, pin) et bois franc (chêne surtout) en madrier et bois équarri. Vers 1855, le marché américain succéda au marché britannique et provoqua une demande en bois de sciage et construction; la coupe était sélective et on ne prélevait qu'un très faible volume, car les tiges sélectionnées étaient de très fortes dimensions et de qualité supérieure.

L'exploitation intensive des feuillus de qualité a vraiment débuté vers 1920 avec la venue de plusieurs scieries qui s'approvisionnaient d'espèces nobles telles le bouleau jaune, le tilleul, cerisier tardif, chêne rouge, érable à sucre. Au cours des années 50, la forêt feuillue a subi le plus grand choc d'une part, par l'introduction d'une forte mécanisation et la venue d'usines de pâtes faites à partir de feuillus (Carson, 1987). A ce moment la coupe à diamètre limite devenait populaire et en tout point similaire à la coupe à blanc, car même s'il s'agissait d'un

diamètre minimum de coupe, des tiges de diamètre bien inférieur étaient prélevées. Au nord du territoire, la demande pour le sciage et le déroulage provoque la venue de coupes successives, laissant sur place que les tiges résiduelles de qualité médiocre. (communication personnelle de Jean- Noel Girard, MER, 1989).

Devant la forte dégradation générale de ces forêts, différents intervenants du milieu forestier participent à un nouveau mode de gestion et vers le début des années 80, on applique des modèles de coupes tels la coupe en bandes, de jardinage et des coupes d'éclaircies. Toutes ces coupes ont pour effet de maintenir la structure des peuplements feuillus, améliorent la qualité des espèces, assurent une régénération suffisante de qualité et maintiennent le territoire de coupe près de l'usine. Ces modèles ressemblent donc plus à la coupe traditionnelle de faible intensité pratiquée par les petits propriétaires fonciers.

Ayant procédé à l'identification des principaux facteurs physiques associés au secteur d'étude, il est maintenant possible de procéder à l'établissement d'un dispositif d'échantillonnage et de cueillette des données sur le terrain. L'enregistrement de ces données et leur agrégation sera nécessaire à l'analyse des particularités de la végétation secondaire issue de ce modèle d'aménagement forestier.

## CUEILLETTE DES DONNÉES

## .sélection du site

L'analyse de documents cartographiques et autres décrivant les facteurs environnementaux, a permis de circonscrire le secteur d'étude. Les documents pertinents à cette sélection sont: des photographies aériennes (échelle 1:10000, 1:20000), une carte topographique (échelle 1:50000), une carte écologique (échelle 1:10000), une carte géologique, ainsi qu'une carte pédologique. Ainsi, trois bandes coupées à blanc de largeurs différentes (30-60-90 mètres) furent sélectionnées, chacune d'elles alternant avec deux interbandes non coupées (fig. 4). L'impact de la variation environnementale sur la régénération forestière est négligeable, les variables demeurant sensiblement homogènes (géologie, dépôts de surface, sol, végétation initiale, drainage, exposition, altitude, année de coupe etc) pour les trois corridors perturbés; les caractéristiques générales des bandes de coupe sont décrites dans le tableau 2. La visite des lieux confirme qu'aucune modification importante n'affecte l'environnement immédiat du secteur d'étude. Une seule coupe sélective (une tige sur cinq) a été effectuée en 1983 dans l'interbande de 30 mètres; toutefois l'absence de souche d'arbre de l'interbande de ce corridor de coupe, confirme qu'aucune tige n'a été prélevée dans un rayon de 30 mètres du dispositif d'échantillonnage,

- Légende
- coupe à blanc
  - ◐ interbande éclaircie à 35%
  - interbande non coupée
  - 1 bande de 30 mètres
  - 2 bande de 60 mètres
  - 3 bande de 90 mètres
- échelle approx. 1:10000  
 ( source MER, 1986 )

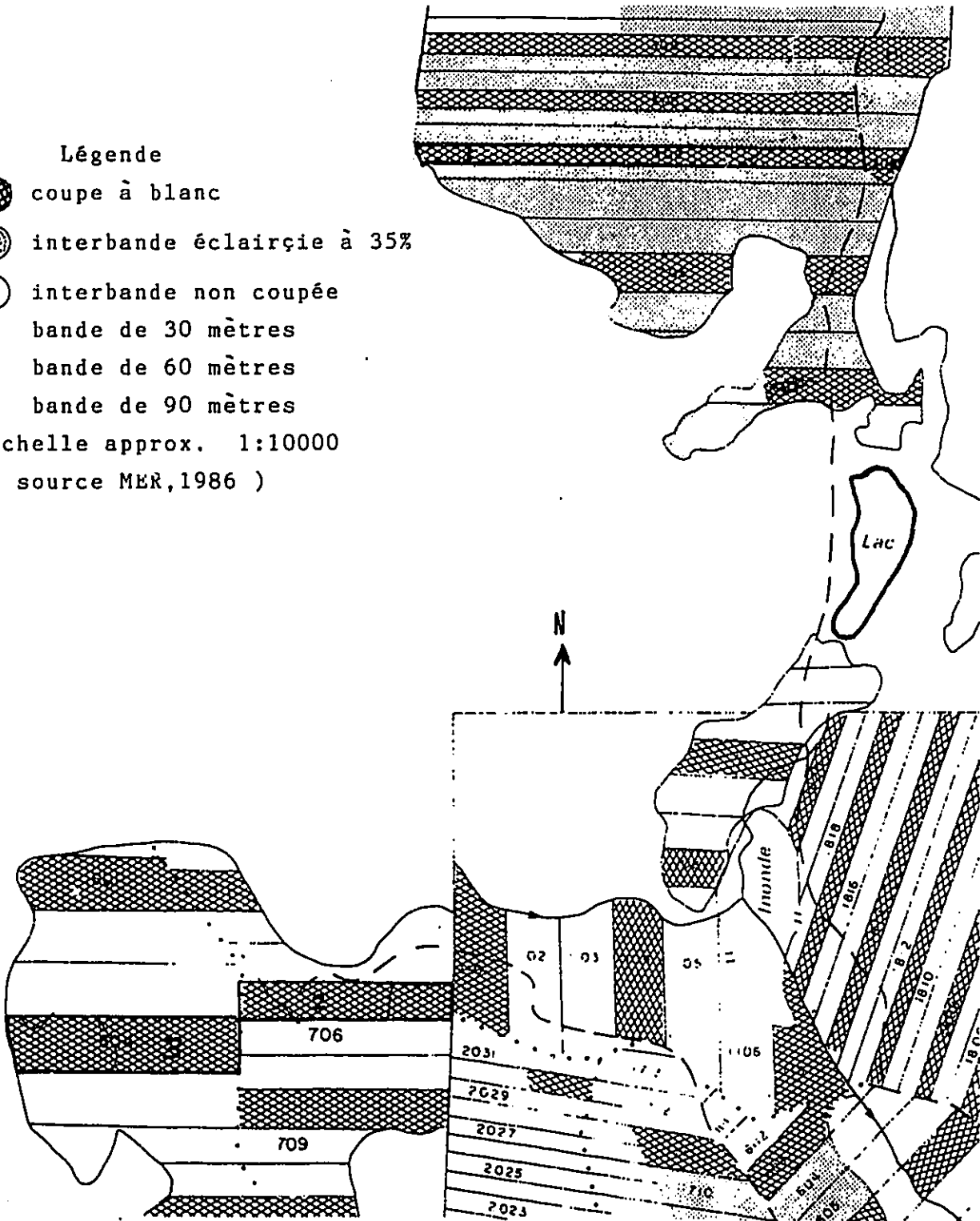


Figure 4 Carte des corridors de coupe avec interbandes

Tableau 2

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CORRIDORS DE COUPE

Largeur du corridor (mètres)	Orientation générale (degrés)	Pente moyenne (degrés)	Altitude approx. (mètres)
30	357°	3°	300
60	357°	3°	260
90	357°	4°	270

n'apportant ainsi aucune modification importante de l'environnement immédiat (Whales, 1972). Afin de minimiser l'impact des groupements forestiers adjacents sur la nature de la régénération secondaire, le dispositif d'échantillonnage a été localisé au coeur de la même communauté ; l'analyse de la carte écologique de Majcen (1978) indique que ces groupements forestiers avoisinants sont, de par leur composition, à toute fin pratique, similaires (fig.3) et ne présentent qu'une variabilité végétative négligeable.

#### .dispositif d'échantillonnage: relevé et parcelles

Le but de la recherche étant de vérifier la variation spatiale de la végétation à l'intérieur des corridors de coupe, soit de la bordure vers le centre, un dispositif d'échantillonnage a été établi sur la largeur des différents corridors coupés. Le dispositif (fig.5) contient plusieurs relevés qui s'articulent en différents points le long d'une ligne de base perpendiculaire à l'orientation<sup>1</sup> générale des bandes coupées.

Le modèle général du dispositif d'échantillonnage présente: deux relevés de bordure<sup>2</sup>, un ou des relevés de centre et autres relevés placés en différents points entre le centre

---

<sup>1</sup>Les trois corridors de coupe possèdent la même orientation générale, soit est-ouest.

<sup>2</sup>Les relevés de bordure sont établis à trois mètres à l'intérieur du corridor de coupe; cette distance correspond à la projection générale des cimes (bordure de la couronne) des arbres résiduels au sol et au concept de bordure ( Ranney et al. 1981; Trimble et al. 1966).

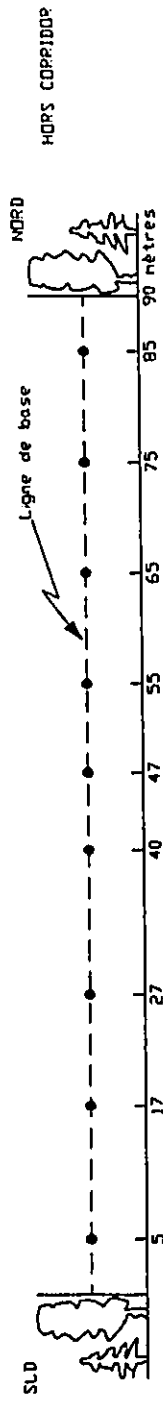
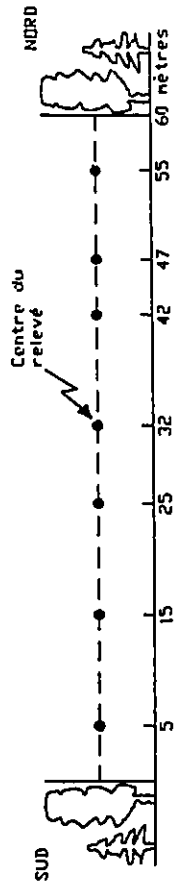
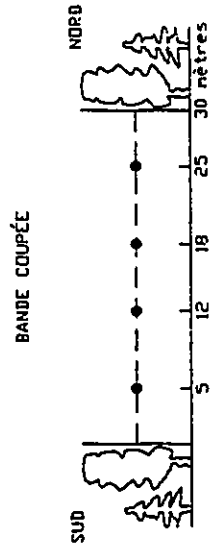
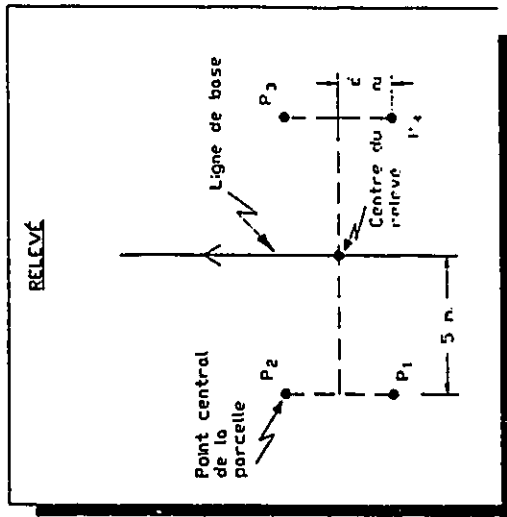


Figure 5 Dispositif d'échantillonnage des bandes de coupe et relevé

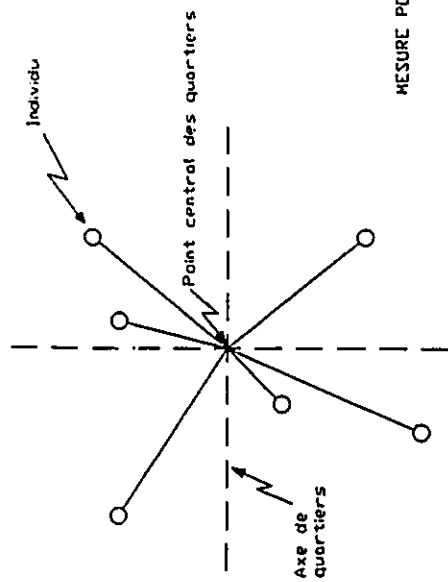


Figure 6a Parcelle d'un relevé

MESURE POUR L'ABONDANCE

PARCELLE CIRCULAIRE (4 m<sup>2</sup>)

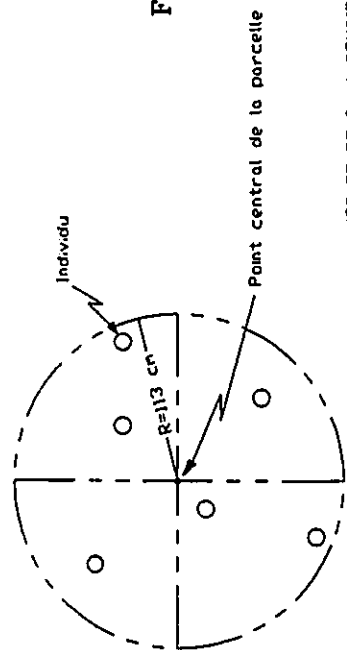


Figure 6b Parcelle circulaire

MESURE POUR LA DENSITÉ

Note: Le même point central sert à la fois aux mesures d'abondance et de densité.

et la bordure du dispositif; chaque relevé (en outre, c'est à l'intérieur du relevé que l'on évalue l'abondance spécifique) du dispositif contient quatre parcelles (fig.5), chacune d'elle est divisée en quartiers (fig.6a). Superposées aux parcelles (point central) points quartiers<sup>1</sup> du relevé, des parcelles circulaires (fig.6b) à rayon fixe de 113cm (4 mètres carrés) ont été établies pour évaluer la densité du couvert régénéré; la dimension de ces parcelles dérive de la classification apportée aux normes d'inventaire de régénération du Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (1983) et tient compte du faciès de la régénération en place, (principalement de la hauteur des strates). A l'intérieur des parcelles du dispositif, les espèces régénérées sont échantillonnées selon trois classes de hauteur, (0 - 50 cm, 50 cm - 2 m, 2 m - 5 m ). Ces classes ont été déterminées à partir des classifications conventionnelles et adaptées au secteur d'étude.

#### **.variables enregistrées**

Les variables et mesures dérivées, énumérées dans le tableau 3 et définies en appendice 1, permettent de décrire le profil et saisir la dynamique de la végétation des corridors de coupe. Deux mesures d'abondance (densité et abondance) ont été principalement utilisées pour faire état de la dominance des espèces régénérées. La stratification est une variable dite de base puisque c'est à l'intérieur des strates de chaque corridor que l'information sur les variables et mesures est recueillie

---

<sup>1</sup>Le point centre de la parcelle point quartiers sert de référence à l'établissement de la parcelle circulaire.

44  
Tableau 3

VARIABLES SÉLECTIVES ET MESURES DÉRIVÉES

VARIABLES		MESURE DÉRIVÉES
<u>Primaires</u>		
.stratification verticale		.strates
<pre>               +-----+                   <u>strates</u>    <u>hauteur</u>           </pre>		
(1)inférieure	0-50 cm	
(2)intermédiaire	50cm-2m	
(3)supérieure	plus de 2m	
.nombre d'individus\espèces	(1) (2) (3)	Densité .Densité relative .abondance relative .diversité
.niveau de tolérance	(1) (2) (3)	
<u>Secondaires</u>		
.âge	(1) (2) (3)	
.mode de reproduction	(1) (2) (3)	

et que la variation spatiale de la végétation est analysée. D'autres variables telles la tolérance<sup>1</sup>, l'âge et le mode de reproduction des espèces apporte l'information supplémentaire désirée sur les caractères de la végétation secondaire.

#### . méthodologie d'échantillonnage

La période de collecte des données sur le terrain s'est échelonnée entre les mois de mai et octobre 1990. En premier lieu, les lignes de base du dispositif d'échantillonnage ont été établies (une ligne de base pour chaque bande sélectionnée) perpendiculairement (fig.5) à l'orientation des bandes coupées (357°) à l'aide de la boussole (déclinaison magnétique ajoutée) et du topofil; des rubans de couleurs différentes indiquent le tracé de la ligne de base et la localisation des points centre de chaque relevé (fig.5) . Des fiches métalliques et rubans de couleur localisent le point central de chaque parcelle du relevé (fig.5, carton). Sur le point central de la parcelle, le gallon à mesurer rigide sert de point de référence à l'identification (à l'aide du gallon rigide qui est sur le point central au sol, on projette verticalement ce même point central selon la hauteur respective de chaque strate arborescente) de la hauteur de chaque strate arborescente.

A partir du point central de chaque parcelle, l'utilisation de la boussole permet de déployer (à l'aide de

---

<sup>1</sup>Le nombre de classes de tolérance provient de tables conventionnelles et a été réduit à trois classes justifiant ainsi le nombre peu élevé d'espèces inventoriées.

rubans de couleur), des axes perpendiculaires (l'orientation de l'axe de base est de  $357^{\circ}$ , i.e. identique à l'orientation de la ligne de base) qui serviront à former les quartiers de la parcelle (fig.6a); cette méthode est appliquée à chaque strate arborescente de la parcelle.

La mesure de l'abondance spécifique est effectuée à l'intérieur de chaque parcelle du relevé. A partir du point central de la parcelle, on échantillonne les deux plus proches individus ( 8 individus pour chaque parcelle) contenus à l'intérieur de chaque quartier<sup>1</sup>(fig.6a); les quatres parcelles qui forment le relevé totalisent alors 32 individus (fig.5). La mesure de l'abondance est effectuée ainsi pour chaque strate verticale de la parcelle.

Le dénombrement des tiges par espèce ( mesure de la densité) pour chacune des strates s'effectue à l'intérieur de parcelles circulaires de 4 mètres carrés (fig.6b ); un balayage circulaire dirigé à l'aide d'une tige de 113cm (rayon de la parcelle) comptabilise le nombre de sujets par espèce.

L'âge et le mode de reproduction (végétatif ou sexué) ont été déterminés par le prélèvement destructif de 480 tiges<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>La méthode des points quartiers est basée sur les mesures de distance pour l'échantillonnage phytosociologique de Cottam et Curtis, (1956). Cette méthode facilite l'échantillonnage des individus, l'établissement des quadrats ne convenant pas au secteur d'étude vu la quantité impressionnante des tiges régénérées.

<sup>2</sup>En se basant sur le nombre de sujets de tous les relevés de l'ensemble des strates des différentes bandes (1920 sujets), un échantillonnage a été effectué (prélèvement destructif) sur 25%, soit 480 de ces sujets d'espèce.

choisies au hasard à l'intérieur des relevés pour chacune des strates des trois bandes de coupe. Les sujets appartiennent à deux classes d'âge (moins de 6 ans, 6 ans et plus); cela permet de vérifier si les tiges échantillonnées sont d'âge antérieur ou postérieur à la coupe. La coupe oblique ( $45^{\circ}$ ) des tiges à diamètre au sol supérieur à 0,5 centimètre facilite l'identification des anneaux de croissance (un anneau de croissance équivaut à une année de croissance). L'âge des tiges à diamètre inférieur à 0,5 cm est évalué par le nombre cumulatif de rides des bourgeons (caractère visuel utilisé par Nakashizuka, 1983). L'observation du système racinaire permet d'identifier le mode de reproduction (semence, drageon); par contre, le rejet de souche peut s'observer sans destruction de la tige.

## ANALYSE DES DONNÉES

**.approche**

L'analyse préliminaire des données (provenant des parcelles et relevés) implique le calcul de la moyenne, l'écart-type et autres dérivations associées aux variables étudiées. L'analyse des tableaux et graphiques obtenus permet d'établir des comparaisons entre parcelles ou relevés et vérifier l'effet de la distance pour chaque strate verticale des différents corridors de coupe. La réduction des données par l'analyse multidimensionnelle assistée de l'ordinateur fut subséquemment obtenue par le calcul des mesures similarité\distance; les diagrammes obtenus furent examinés pour vérifier les liens pouvant exister entre espèces-relevés et analyser l'effet de la distance sur ces descripteurs selon la stratification des corridors de coupe.

**.aggrégation des données**

L'aggrégation des données de densité consiste à grouper les sujets présents dans les parcelles circulaires<sup>1</sup> selon l'espèce; les sujets d'espèces dénombrés sont alors groupés selon trois modes de tolérance (appendice 111, liste et échelle de tolérance des espèces) pour chaque strate verticale inhérente à chacune des bandes ( voir tableau 4 et appendice

---

<sup>1</sup>Les données relatives à la densité réfèrent au groupement de deux parcelles qui possèdent la même référence en terme de distance (tableau 4)

Tableau 4 Calcul de la densité (nombre de tiges au mètre carré)

## Bande étroite (30 mètres)

		S <sub>1</sub>			S <sub>2</sub>			S <sub>3</sub>		
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
P2	P3	20	14	6	18	12	2	38	26	8
P1	P4	16	19	12	12	17	9	28	36	21

ERS: érable à sucre  
 HEG: hêtre à grandes feuilles  
 S<sub>1</sub>: strate inférieure  
 S<sub>2</sub>: strate intermédiaire  
 S<sub>3</sub>: strate supérieure

\*E: bande étroite (30 mètres)  
 05: distance du relevé (mètres)

\*P2,3,1,4: Parcelles circulaires du relevé (les parcelles sont groupées deux à deux); chaque parcelle circulaire a une superficie de 4 mètres carrés.

\*: (voir figure 4)

Exemple: densité des tolérants pour P2 - P3 de la strate inférieure

Nbre total de tiges \ superficie P2 et P3 = Nbre de tiges au mètre<sup>2</sup>  
 38 \ 8 mètres<sup>2</sup> = 4.75

Tableau 5

**CALCUL DE L'ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES**  
(Adapté selon la méthode de Cottam et Curtis, 1956)

Bande étroite (strate inférieure)

Relevé +	*Parcelles +	Sujets d'espèces inventoriées			Σ
		Ers	Err	Boj	
E25#	E23 <sub>1</sub>	4	2	2	8
	E27 <sub>2</sub>	3	4	1	8
	E27 <sub>3</sub>	6	2	0	8
	E23 <sub>4</sub>	2	5	1	8
	Relevé E25 Σ	15	13	4	32

\* Les quatre parcelles forment le relevé

+ Voir figure 5, 6a,

# Le relevé contient 32 sujets

E25 Distance du relevé

E23<sub>1</sub> Distance de la parcelle

111, densité absolue). Cette approche permet d'établir des relations entre strates verticales et modes de tolérance des espèces (dans les processus de succession secondaire) et analyser la variation spatiale du mode de tolérance pour chaque strate d'un même corridor de coupe.

Les mesures d'abondance de chaque espèce sont groupées par relevé (tableau 5) selon les strates verticales des différents corridors de coupe ; en plus de vérifier l'abondance relative de chaque espèce selon la distance, l'aggrégation de ces données permet l'étude de la variation spatiale de la diversité et autres mesures en analyse univariée. Finalement, les données d'abondance spécifique constituent la source de données utilisée en analyse multivariée.

#### .variables et mesures dérivées

Les variables et mesures dérivées sont énumérées dans le tableau 3. Les données relatives aux variables et leurs mesures dérivées se rapportent à chacune des strates verticales des différents corridors de coupe.

Les données qui réfèrent aux mesures de la densité proviennent de l'unité d'échantillonnage parcelle (s); est également associée à ces données, la variable mode de tolérance des espèces. Les données d'abondance relative des espèces sont utilisées pour le calcul de la diversité spécifique; ces données d'abondance et celles relatives aux variables tels l'âge et le mode de reproduction des sujets d'espèces

proviennent de l'unité d'échantillonnage relevé.

#### .analyse multivariée

Le but de l'utilisation de l'analyse multivariée est de poursuivre l'objet de l'étude à savoir: évaluer les relations entre les variables, pour analyser la composition et la variation de la végétation secondaire, selon la structure spatiale (structure verticale et gradient distance). Ainsi, les données recueillies sur l'abondance relative des espèces, a conduit à la création de matrices de données (espèces X relevés); le choix des espèces de la matrice a été réduit<sup>1</sup>, tenant compte de leur représentativité (Legendre et Legendre, 1983) à l'intérieur de chacune des strates.

L'analyse des correspondances<sup>2</sup> est une méthode factorielle qui procède à l'ordination en espace réduit de matrices, dans ce cas-ci, espèces-relevés de terrain . Le trait caractéristique de cette méthode est la mesure de la distance (par un indicateur de similarité\distance) qui détermine la similarité entre espèces et relevés. Les distances entre points espèces et points relevés sont représentées dans un espace factoriel à "n" dimensions; pour fin de visualisation les espèces et relevés sont représentés dans les plans de l'espace factoriel 1-2, 1-3, 1-4, ..... L'interprétation réside alors

---

<sup>1</sup>Pour minimiser l'impact de l'absence de certaines espèces, les données référant aux espèces peu fréquentes ont été éliminées.

<sup>2</sup> Voir appendice 11 pour la description.

- 2 points espèces proches indiquent que ces espèces sont abondantes dans les mêmes relevés
- 2 points relevés proches indiquent que les deux relevés possèdent des compositions (espèces) similaires
- 1 point espèce et 1 point relevé proches montrent que l'espèce est abondante dans le relevé.

La méthode de groupement<sup>1</sup> des données (voir appendice 11) est une opération de l'analyse multidimensionnelle basée sur l'analyse de l'information; cette méthode de classification dite agglomérative-hiérarchique, permet le fusionnement successif d'objets (relevés) qui ont le plus d'affinité entre eux, soit les objets possédant la plus faible perte d'information. L'étude des diagrammes des résultats obtenus permet la visualisation de groupes de relevés à caractères similaires et de dégager des liens d'une part entre espèces communes et relevés et, d'autre part, d'évaluer l'impact de la distance sur ces mêmes liens selon la nature de la strate verticale.

---

<sup>1</sup>La matrice (espèces X relevés) d'abondance d'espèces est utilisée.

## CHAPITRE 1V

## RÉSULTATS: LES CARACTÉRISTIQUES DE LA VÉGÉTATION

Les résultats des données recueillies sur la végétation des corridors perturbés, illustrent certains caractères généraux liés au dynamisme de la régénération forestière. Les résultats portant sur la végétation secondaire sont présentés par strate verticale pour chaque corridor de coupe; cette forme de présentation permet de vérifier l'effet de la largeur des différents corridors sur la végétation d'une même strate et parallèlement vérifier l'effet de la bande sur chaque strate de végétation.

En analyse univariée, les mesures de densité absolue et relative, se rapportent au nombre de tiges par espèces dénombrées à l'intérieur de parcelles circulaires groupées deux à deux; la densité de toutes les espèces est par la suite regroupée selon leur mode de tolérance (appendice 111, densité absolue et relative). Ces résultats comportent également des mesures d'abondance spécifique (appendice 111, abondance relative) qui permettent d'évaluer la dominance et la richesse spécifique de la communauté étudiée (voir chapitre 3, analyse des données).

En analyse multivariée (analyse des correspondances et méthode de groupement), les données brutes proviennent des

matrices abondance relevés\espèces issues de chaque strate forestière ( appendice 111, abondance relative) ; l'utilisation de ces méthodes d'ordination appliquées aux matrices de données donnent des résultats exprimés sous formes de diagrammes et dendrogrammes. Ces figures sont présentées par niveau de stratification pour l'ensemble des corridors perturbés. D'autres caractéristiques telles l'âge et le mode de reproduction s'ajoutent aux variables précédentes et viennent compléter l'analyse du profil structural de la végétation secondaire des corridors forestiers.

## ANALYSE UNIVARIÉE

**.caractères généraux**

strate inférieure (0,0 m. - 0.50 m.)

Les espèces du groupe tolérant de cette strate possèdent la plus forte densité globale (toutes espèces confondues) sur l'ensemble des trois corridors perturbés; (fig.7a et appendice 111) viennent en second les espèces peu tolérantes tandis que la densité des espèces intolérantes n'est qu'à toute fin pratique que très marginale. Les densités les plus fortes du groupe des tolérants se situent dans les parcelles de bordures sud.

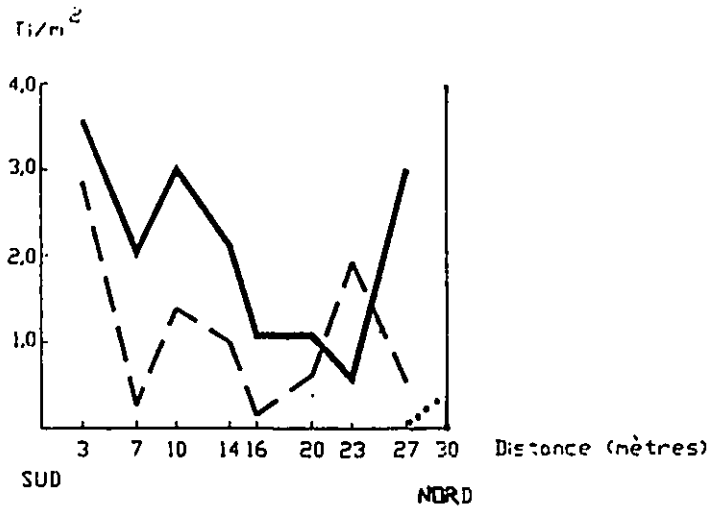
De façon générale, les graphiques linéaires de cette strate montrent de fortes variations de densités le long des différents corridors . Toutefois, le corridor de 90 mètres montre une tendance significative des graphiques linéaires des tolérants et peu tolérants (fig.7a carton); ces groupes d'espèces possèdent des densités élevées en bordure sud et de faibles densités dans la section mi-centrale. Les fortes densités des tolérants au centre diminuent progressivement vers la bordure nord, les peu tolérants présentent des variations de densité pour la même section. Le groupe des intolérants est présent en bordure nord dans les bandes étroite (30 mètres) et moyenne (60 mètres). La densité relative associée à cette strate exprime le caractère

dominant du groupe des tolérants au niveau de la bande mères) et larges (90 mètres) montrent une représentativité à peu près similaire des tolérants et peu tolérants, si ce n'est que ces derniers prédominent au niveau des parcelles de centre et bordure nord (appendice 111, densité relative).

La figure 8 montre que la diversité spécifique est faible et qu'il n'y a pas de tendance particulière de cette strate selon la distance des différents corridors. La bande moyenne demeure celle où la richesse d'espèces est la plus forte. Le tableau d'abondance relative des espèces de cette strate (appendice 111) montre la dominance de l'érable à sucre (tolérant) et l'érable rouge (peu tolérant); ces espèces comptent pour plus de 90% du total des individus, ce qui explique la faible diversité de la strate.

strate intermédiaire (0.50 m. - 2.0 m.)

La strate intermédiaire (fig.7b et appendice 111, densité absolue) montre que le groupe des tolérants possède encore les valeurs de densité absolue les plus élevées pour l'ensemble des bandes, suivi du groupe des peu tolérants et des intolérants. Contrairement à la strate inférieure (fig.7a) où les espèces intolérantes n'étaient que faiblement représentées, la figure 7b montre une densité plus marquée de ce groupe, plus particulièrement dans les parcelles de centre et de bordure nord. Les graphiques de densité des groupes d'espèces ne montrent pas de tendance significative (fig.7b carton) selon la distance des



	Tol.	Peu tol.	Int.
Bande 30m.	N.S.	N.S.	N.S.
Bande 60m.	N.S.	N.S.	Sig
Bande 90m.	Sig	Sig	*

Sig = Significatif  
N.S. = Non significatif  
\* = N'est pas calculé, toutes les valeurs sont nulles.

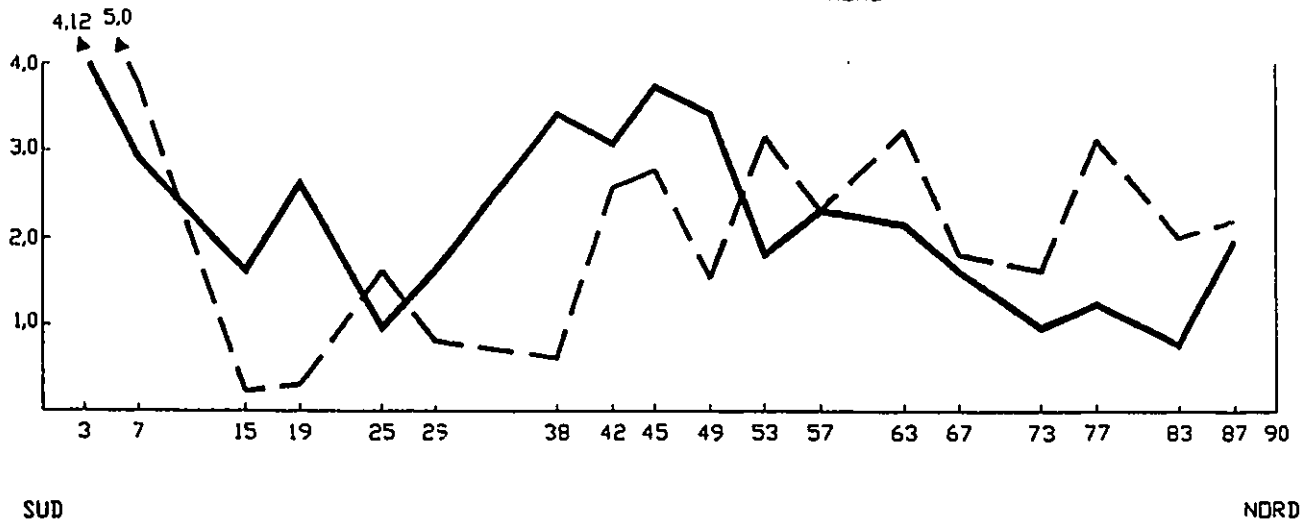
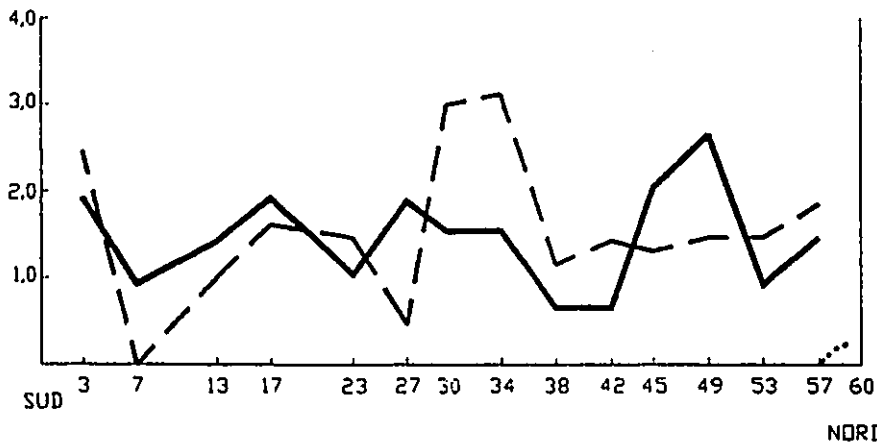
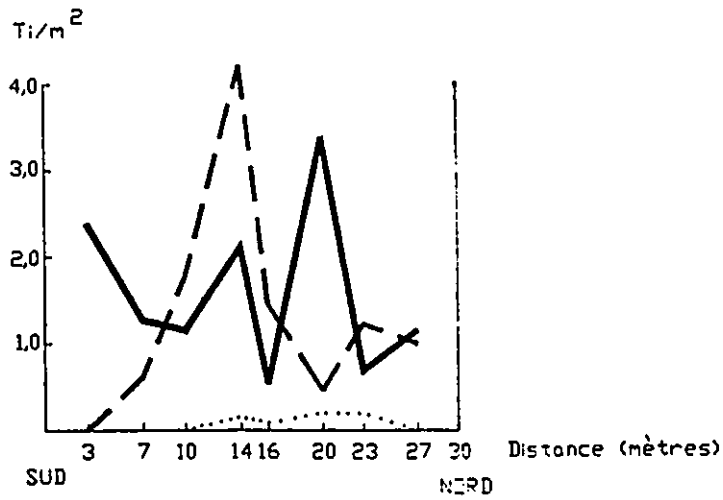


Figure 7a Strate inférieure: densités absolues des groupes d'espèces selon les corridors de coupe



	Tol.	Peu to	Int.
Bande 30m.	N.S.	N.S.	N.S.
Bande 60m.	N.S.	N.S.	N.S.
Bande 90m.	N.S.	N.S.	N.S.

Sig = Significatif  
N.S. = Non significatif

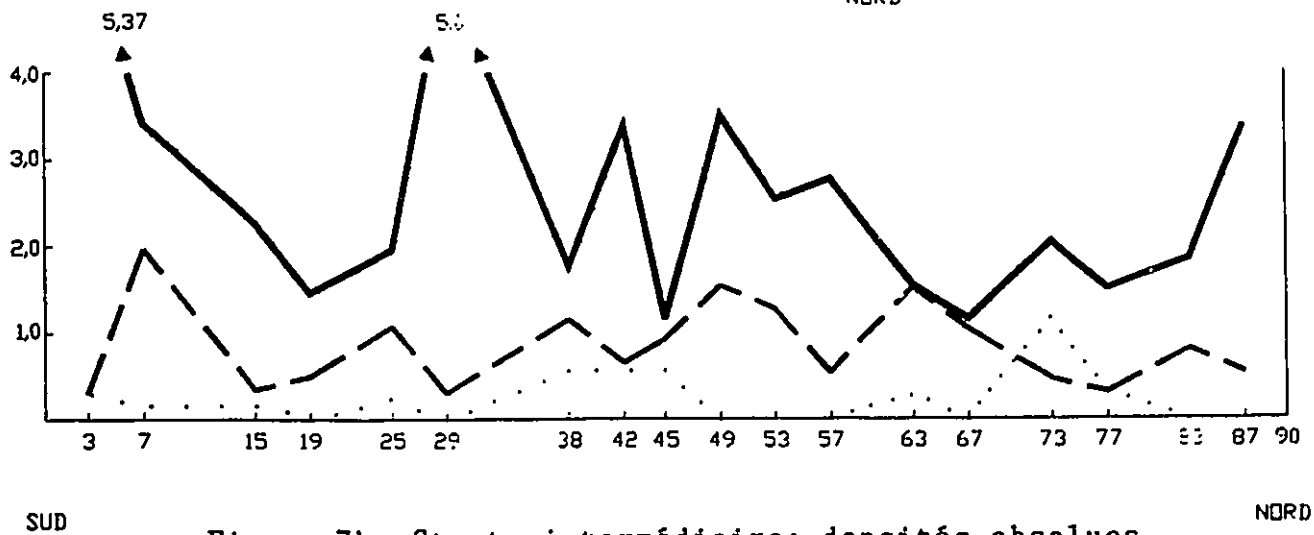
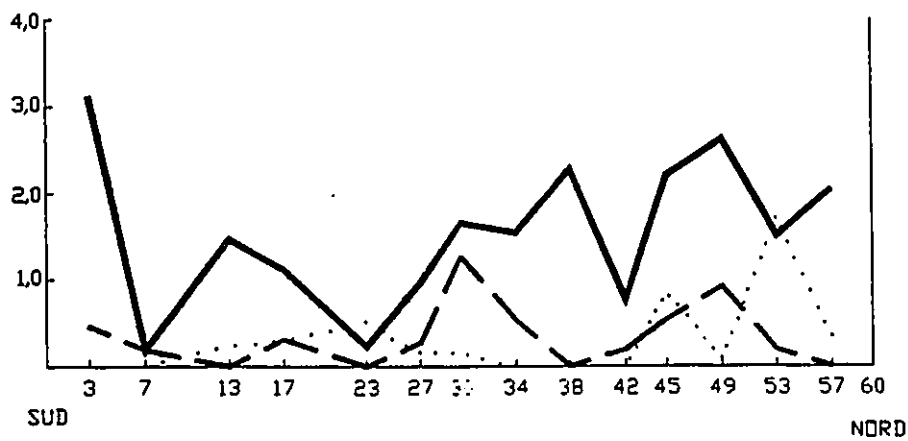
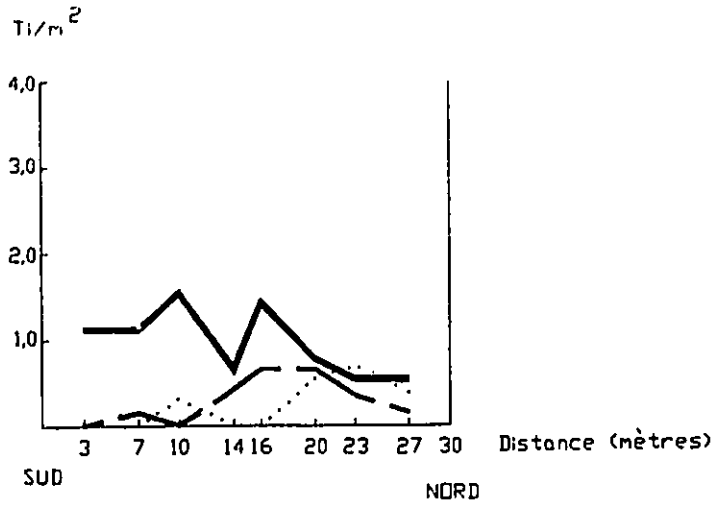


Figure 7b Strate intermédiaire: densités absolues des groupes d'espèces selon les corridors de coupe-



	Tol.	Peu tol.	Int.
Bande 30m	N.S.	Sig	N.S.
Bande 60m	N.S.	N.S.	N.S.
Bande 90m	Sig	N.S.	N.S.

Sig = Significatif  
N.S. = Non significatif

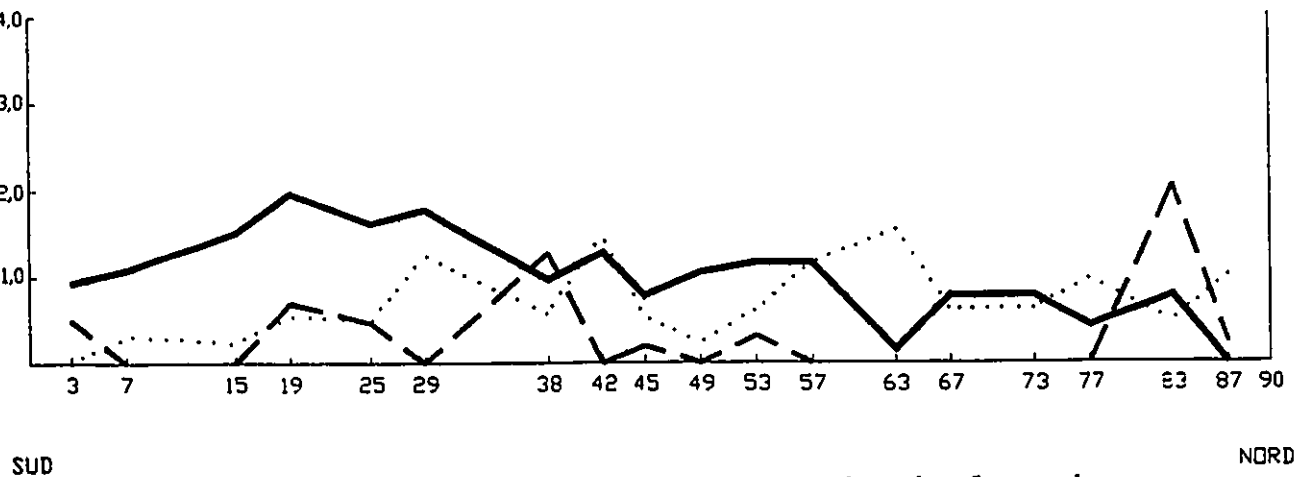
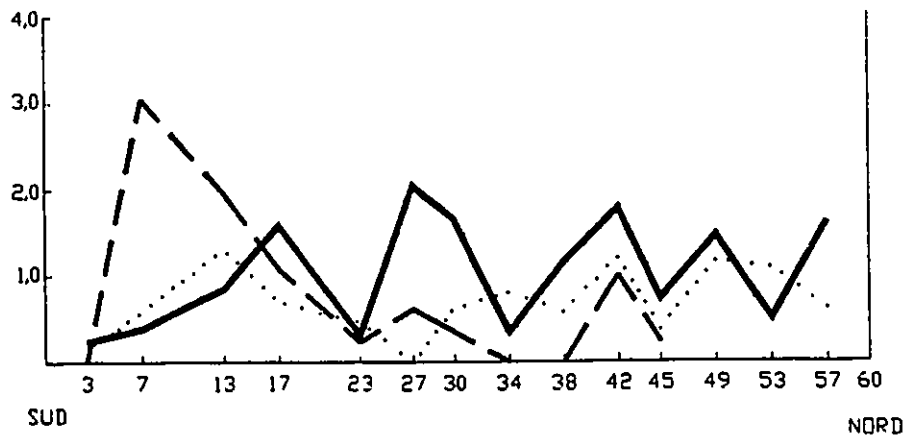
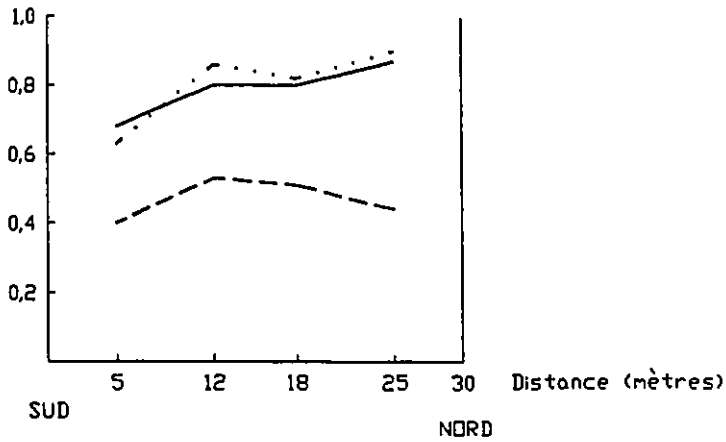


Figure 7c Strate supérieure: densités absolues des groupes d'espèces selon les corridors de coupe

Unité d'information



	Inf.	Int.	Sup.
Bande 30m	N.S.	N.S.	N.S.
Bande 60m	N.S.	N.S.	Sig
Bande 90m	N.S.	N.S.	NS

Sig = Significatif  
N.S. = Non significatif

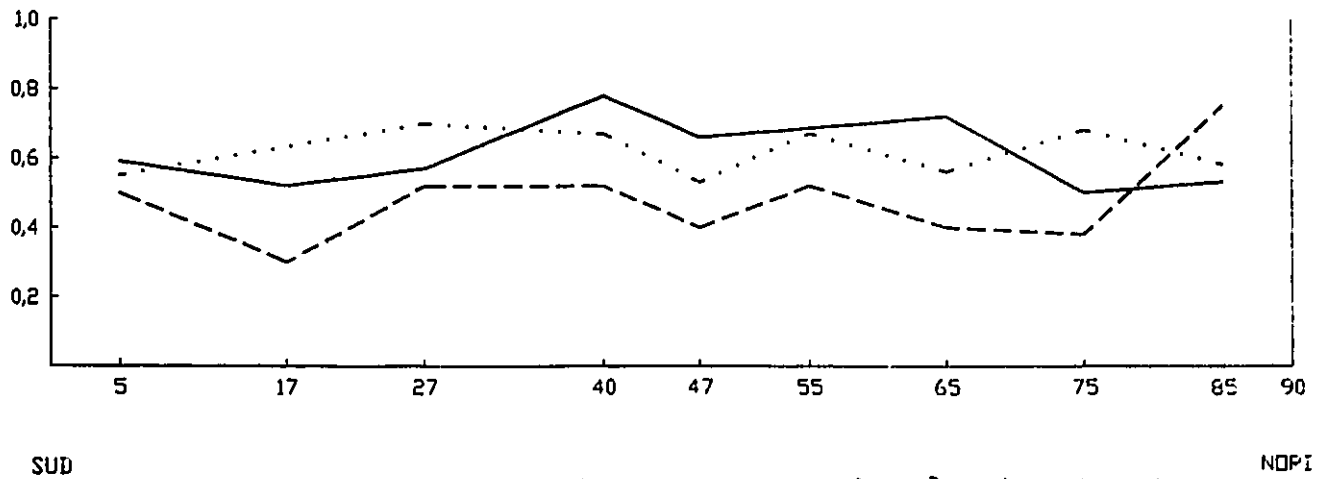
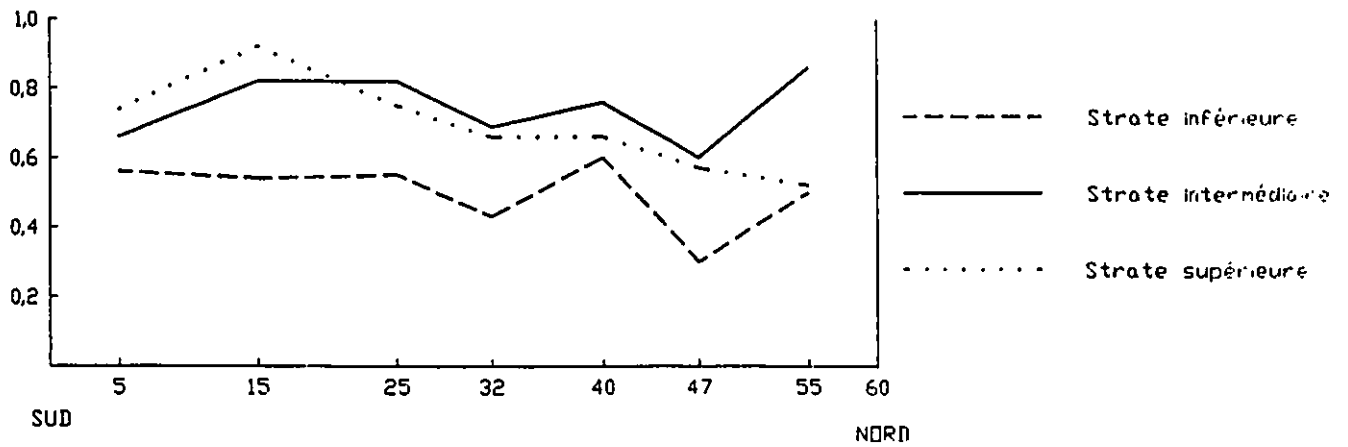


Figure 8 Diversité (tous groupes d'espèces) selon la stratification appliquée aux différents corridors de coupe

corridors. Les peu tolérants possèdent (tout comme les tolérants) de fortes variations de densités; ces derniers ont des densités élevées dans les parcelles de centre, tandis que les tolérants possèdent des densités élevées dans les parcelles de bordure sud.

La strate intermédiaire est plus riche en espèces (tous corridors inclus) que la strate inférieure (appendice 111, diversité) ; toutefois les graphiques de diversité de cette strate (fig.8) n'indiquent aucune tendance significative des valeurs selon la distance. La bande étroite possède la plus grande diversité spécifique, suivie des bandes moyennes et larges (appendice 111, diversité). La bande moyenne a une diversité élevée dans les relevés de centre et de bordure nord ; la bande large montre des valeurs élevées de diversité dans les relevés de centre .Le tableau d'abondance relative des espèces (appendice 111) montre que les tolérants tels l'érable à sucre (Acer saccharum), hêtre à grandes feuilles (Fagus grandifolia), érable de Pennsylvanie (Acer pensylvanicum) forment manifestement une large partie de la composition floristique de cette strate. Elles sont suivies des espèces peu tolérantes telles l'érable rouge (Acer rubrum), le bouleau jaune (Betula alleghaniensis) et intolérantes comme le cerisier tardif (Prunus sérotina), le peuplier à grandes dents (Populus grandidentata) et le peuplier faux-tremble (Populus tremuloides). A l'intérieur de chacun de ces groupes d'espèces il est intéressant de noter la dominance de deux ou trois espèces, conséquence d'une plus grande diversité

spécifique de cette strate.

strate supérieure (2.0 m. - 5.0 m.)

La strate supérieure révèle que le groupe des tolérants présente les plus fortes valeurs de densité pour l'ensemble des trois corridors (fig. 7c) ; contrairement aux strates inférieure et intermédiaire, les intolérants viennent au second rang pour les valeurs de densité (appendice 111, densité absolue), suivi du groupe des peu tolérants. Le groupe des peu tolérants montrent des densités élevées au centre de la bande étroite et en bordure des bandes moyenne et large. Les intolérants ont les densités les plus élevées dans les corridors moyen et large. Dans l'ensemble, les graphiques de densité de cette strate n'indiquent pas de tendance significative selon la distance; toutefois, le graphique des peu tolérants (fig.7c) de la bande étroite indique une tendance significative observée par de faibles densités de bordure et des valeurs élevées au centre. A la limite, le graphique des intolérants de cette bande pourrait être significatif (appendice 111, tendance des graphiques de densité), montrant une augmentation des valeurs vers le centre avec de plus faibles valeurs en bordure. Finalement, le graphique des tolérants de la bande large est significatif, car les densités diminuent progressivement de la bordure sud vers la bordure nord.

L'indice de diversité (fig.8 et appendice 111, diversité) appliqué à cette strate, indique que le corridor étroit est le plus riche en espèces, avec des valeurs

élevées au centre et en bordure nord. La bande moyenne possède une diversité plus faible que la bande étroite et possède des niveaux élevés à l'intérieur des relevés de bordure sud. La bande large possède le taux général de diversité le plus faible avec des valeurs presque similaires en tous points de la bande. Les graphiques de diversité des bandes étroite et large n'indiquent pas de tendance significative selon la distance, à l'exception de la bande moyenne (fig.8) qui montre une décroissance de la diversité de la bordure sud vers la bordure nord.

Les espèces tolérantes telles l'érable de Pennsylvanie (Acer pensylvanicum), l'érable à sucre (Acer saccharum), le hêtre à grandes feuilles (Fagus grandifolia), et l'ostryer de Virginie (Ostrya virginiana), forment le groupe d'espèces exerçant une forte dominance dans les corridors étroit et large (appendice 111, abondance relative des espèces). Le groupe des peu tolérants, faiblement représenté par l'érable rouge (Acer rubrum), ne domine dans aucune des bandes ; par contre, les intolérants tels le peuplier à grandes dents, (Populus grandidentata) et le peuplier faux tremble (Populus tremuloides), dominent la bande large et partagent la bande moyenne avec les tolérants.

## ANALYSE MULTIVARIÉE

. caractères généraux  
strate inférieure

Les composantes 1,2,3,4 représentent et expliquent 89% de la variance cumulée associée à l'information désirée (voir appendice 111); cette information qui traduit les liens entre espèces et relevés est représentée par les plans 1-2, 1-3, 1-4 et 2-4. A l'exception du plan 2-4 (qui possède une variance cumulée plus faible que le plan 2-3), ces plans ont été sélectionnés parce qu'ils possèdent le pourcentage le plus élevé de la variance et traduisent bien les liens entre les variables. Les diagrammes des plans 1-2, 1-3, 1-4 et 2-4 (fig.9a,9b,9c,9d) de l'analyse des correspondances révèlent trois ensembles assez distincts (surtout les plans 1-4, 2-4): soit les relevés de la bande étroite, moyenne et large. Certaines espèces de cette strate comme le hêtre à grandes feuilles et l'érable rouge sont en association dans les plans 1-2, 1-4, 2-4 (fig.9a,9c,9d). Ces mêmes espèces sont en opposition avec les espèces peu tolérantes telles le chêne rouge et le bouleau jaune (fig.9a,9b,9c). Les espèces peu tolérantes sont groupées avec les relevés de centre et de bordure nord dans les bandes étroite et large (fig.9a,9b,9c,9d) alors que les espèces tolérantes telles l'érable à sucre et le hêtre à grandes feuilles, possèdent une tendance à se grouper avec les relevés de bordure sud dans les bandes étroite, moyenne

LEGENDE

- boj bouleau jaune
  - chr chêne rouge
  - erp érable de Pensylvanie
  - soj,osv ostryer de Virginie
  - ers érable à sucre
  - err érablerouge
  - heg hêtre à grandes feuilles
  - E bande étroite
  - M bande moyenne
  - L bande large
- (les numéros indiquent la distance)

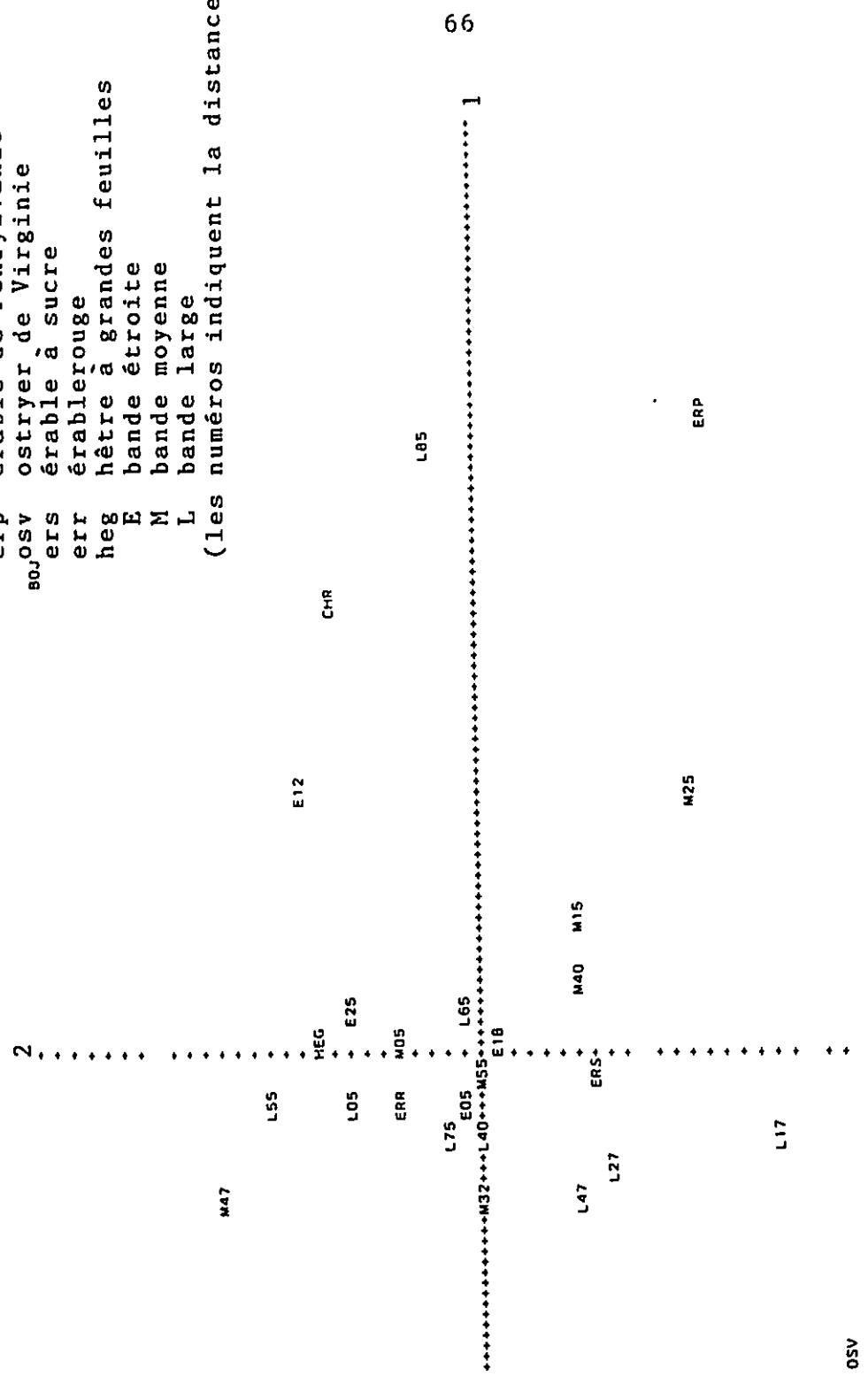


Figure 9a Analyse des correspondances: strate inférieure (plan 1, 2)

LEGENDE

boj bouleau jaune  
 chr chêne rouge  
 erp érable de Pensylvanie  
 osv ostryer de Virginie  
 ers érable à sucre  
 err érable rouge  
 heg hêtre à grandes feuilles  
 E bande étroite  
 M bande moyenne  
 L bande large  
 (les numéros indiquent la distance)

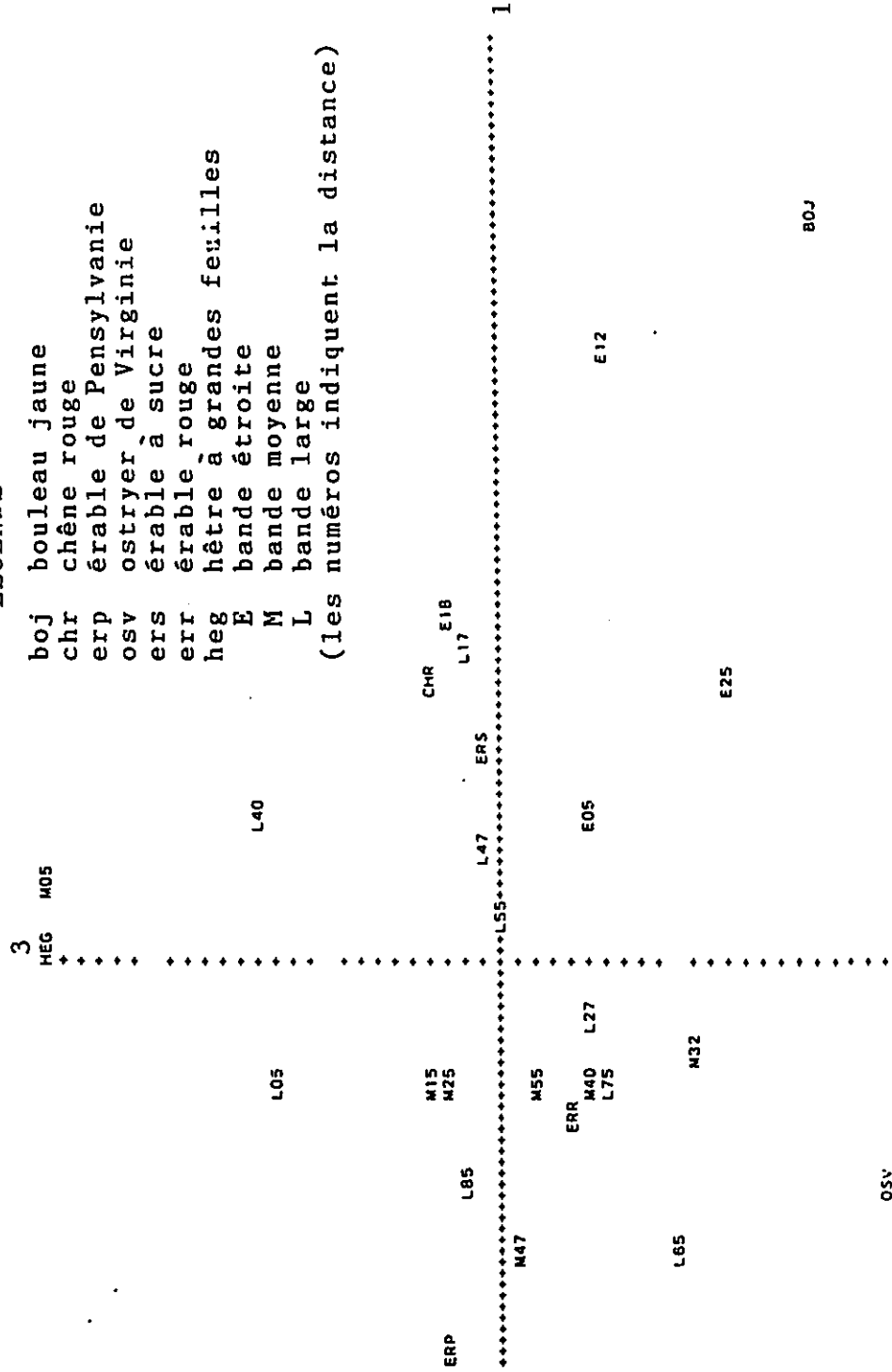
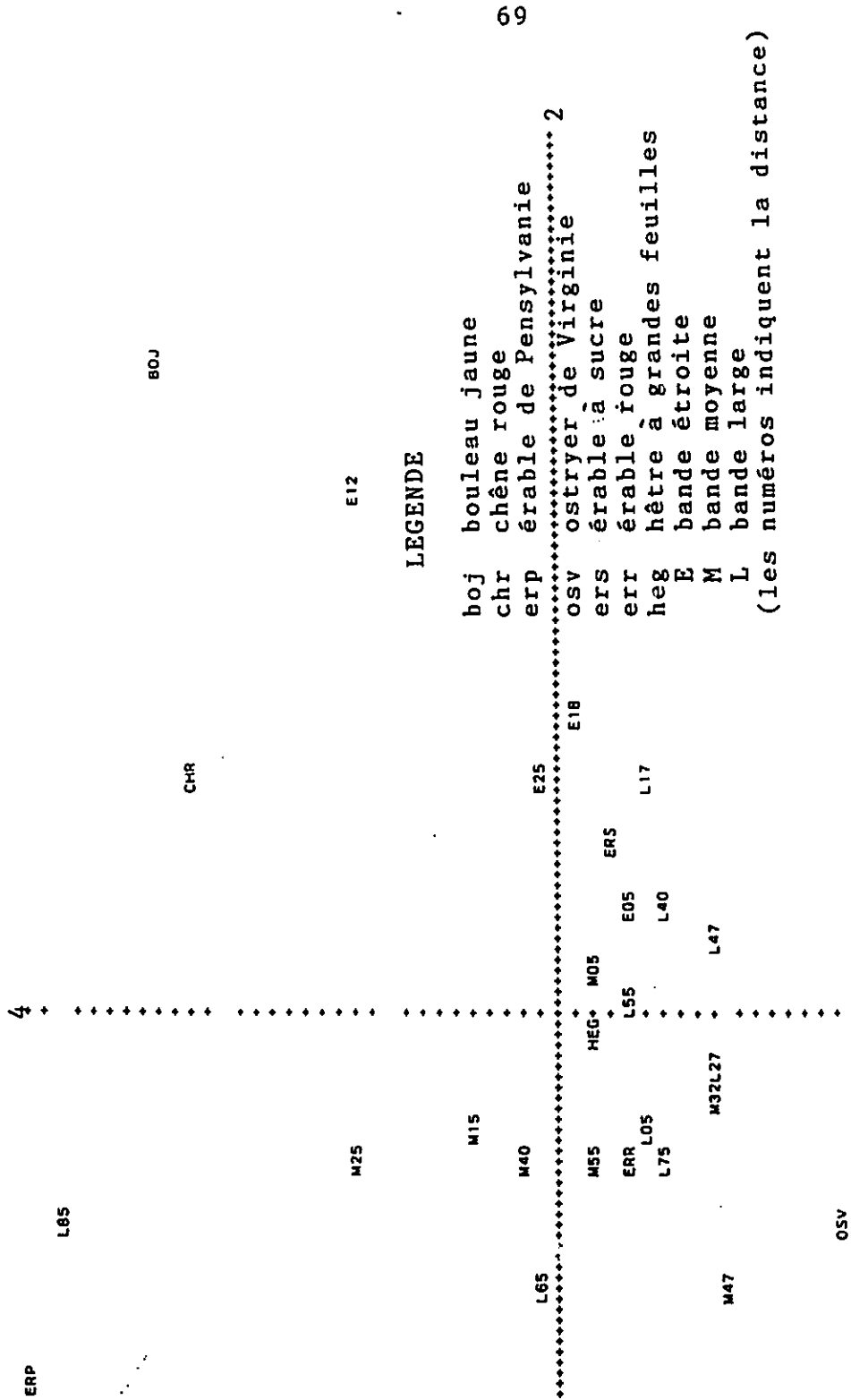


Figure 9b Analyse des correspondances: strate inférieure (plan 1,3)





LEGENDE

- boj bouleau jaune
  - chr chêne rouge
  - erp érable de Pensylvanie
  - osv ostryer de Virginie
  - ers érable à sucre
  - err érable rouge
  - heg hêtre à grandes feuilles
  - E bande étroite
  - M bande moyenne
  - L bande large
- (les numéros indiquent la distance)

Figure 9d Analyse des correspondances: strate inférieure (plan 2,4)



et large (fig.9b,9c,9d).

La classification des relevés (fig.10) de cette strate montre qu'il s'agit de la strate où la perte de l'information (pour le groupement des relevés) est la plus faible; il existe des groupements de relevés de la bande étroite. Toutefois, l'on doit considérer qu'il y a aussi un regroupement de relevés entre les bandes moyenne et large d'une part et bandes large et étroite d'autre part. Sauf pour quelques séquences, les relevés ne sont pas groupés de façon à exprimer un ordre relatif à la distance.

La bande étroite montre un groupement de relevés de bordure (E05-E25) et un groupement de relevés de centre (E12-E18) à faible perte d'information. Les bandes moyenne et large possèdent des groupements de relevés de bordure tels (M55-L75), (M55-L65 (faible perte d'information)) et (M47-L05), une séquence (M15-M25-M32) et un groupement de relevés de centre à (M32-M40).

strate intermédiaire

Les composantes retenues 1,2,3,4 cumulent une valeur de 78% de la variance totale (voir appendice 111). Les plans 1-2,1-3,2-3 et 2-4 possèdent les plus fortes valeurs de la variance cumulée parmi toutes les combinaisons de composantes. L'analyse générale de ces diagrammes de dispersion (plans 1-2,1-3,2-3) de l'analyse des correspondances (fig. 11a,11b,11c,) indique la présence de

groupes distincts de relevés associés aux trois bandes; ces groupes se présentent selon une séquence passant des relevés de la bande étroite, moyenne et large. Dans le plan 1-3 (fig.11b) les relevés de la bande étroite présentent une séquence (E05 vers E25); le plan 2-4 (fig.11d) montre une séquence de relevés de la bande large (L47 vers L85). Le plan 2-3 (fig.11c) présente des groupements de relevés de centre et relevés de bordure en bande étroite, moyenne et large. De façon générale, il existe des liens étroits entre les espèces du groupe des intolérants telles le peuplier à grandes dents et le cerisier de Pennsylvanie et des liaisons entre les espèces tolérantes et peu tolérantes telles le hêtre à grandes feuilles, l'érable rouge et l'érable à sucre (fig.11a,11b,11c,11d). Pour l'ensemble des bandes, le hêtre et l'érable à sucre ont tendance à être associés avec les relevés de bordure sud (fig.11b,11c) tandis que l'érable de Pennsylvanie est particulièrement présent dans les relevés de bordure nord pour toutes les figures. Les espèces peu tolérantes sont localisées le long des différents corridors sans patron de localisation précis. Les espèces intolérantes telles le peuplier faux-tremble, le peuplier à grandes dents et le cerisier de Pennsylvanie s'associent généralement aux relevés de centre et bordure nord de cette strate.

Le regroupement de relevés de la strate intermédiaire (fig.12) montre que la perte générale d'information (associée au groupement de l'ensemble des relevés) de cette strate est plus élevée que celle de la strate inférieure; le

L17  
OSV  
ECS

TIL

BOJ

PET

LEGENDE

peg peuplier à grandes dents  
prp cerisier de Pensylvanie  
til tilleul d'Amérique  
ers érable à sucre

ers e18

N47 M25  
L27 HEG

M32 E12  
N40 M15 L55

osv ostryer de Virginie

err érable rouge

heg hêtre à grandes feuilles

erp érable de Pensylvanie

chr chêne rouge

boj bouleau jaune

pet peuplier faux-tremble

coc noisetier à long bec

E bande étroite

M bande moyenne

L bande large

(les numéros indiquent la distance)

ERR  
L47 L40  
L05 .erp  
M55  
165  
ERP  
L85 L75  
C-R

Figure 11a Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan 1,2)

LEGENDE

peg peuplier à grandes dents  
 prp cerisier de Pensylvanie  
 til tilleul d'Amérique  
 ers érable à sucre  
 osv ostryer de Virginie  
 err érable rouge  
 heg hêtre à grandes feuilles  
 erp érable de Pensylvanie  
 chr chêne rouge  
 boj bouleau jaune  
 pet peuplier faux-tremble  
 coc noisetier à long bec  
 E bande étroite  
 M bande moyenne  
 L bande large  
 (les numéros indiquent la distance)

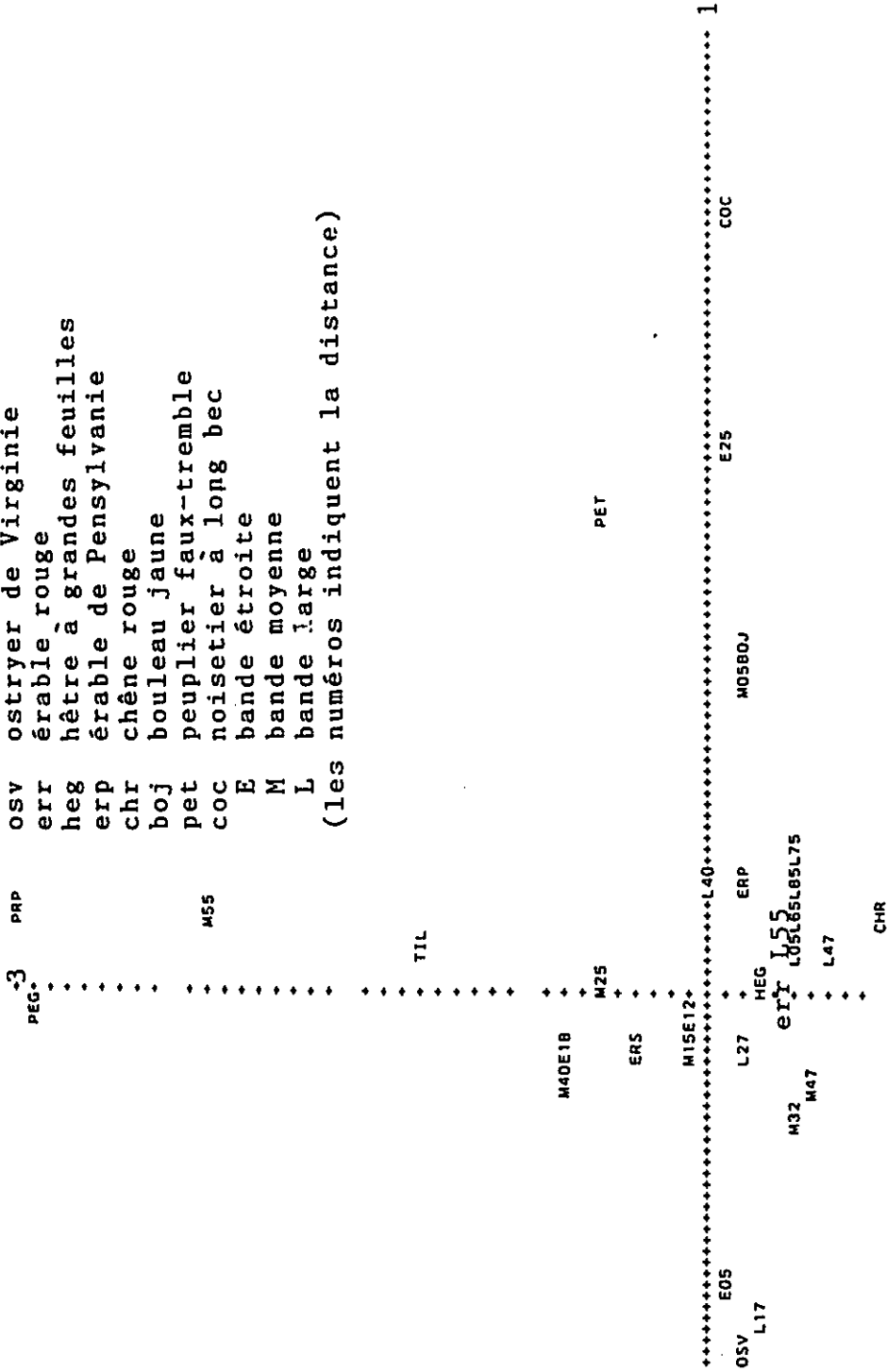


Figure 11b Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan 1,3)

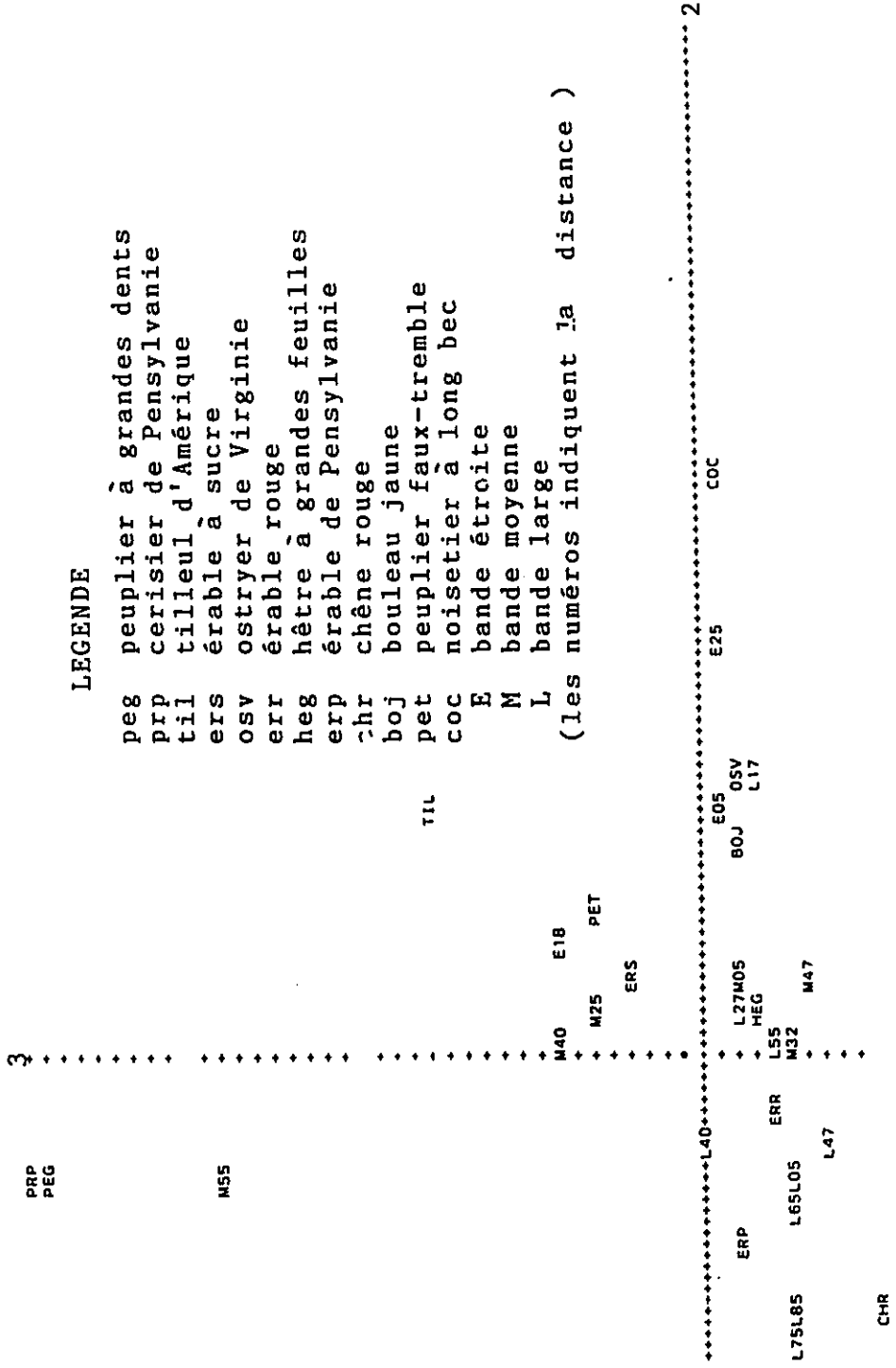


Figure 11c Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan 2,3)

LEGENDE

peg peuplier à grandes dents  
 prp cerisier de Pensylvanie  
 til tilleul d'Amérique  
 ers érable à sucre  
 osv ostoyer de Virginie  
 err érable rouge  
 heg hêtre à grandes feuilles  
 crp érable de Pensylvanie  
 chr chêne rouge  
 boj bouleau jaune  
 pet peuplier faux-tremble  
 coc noisetier à long bec  
 E bande étroite  
 M bande moyenne  
 L bande large

TIL ( les numéros indiquent la distance)

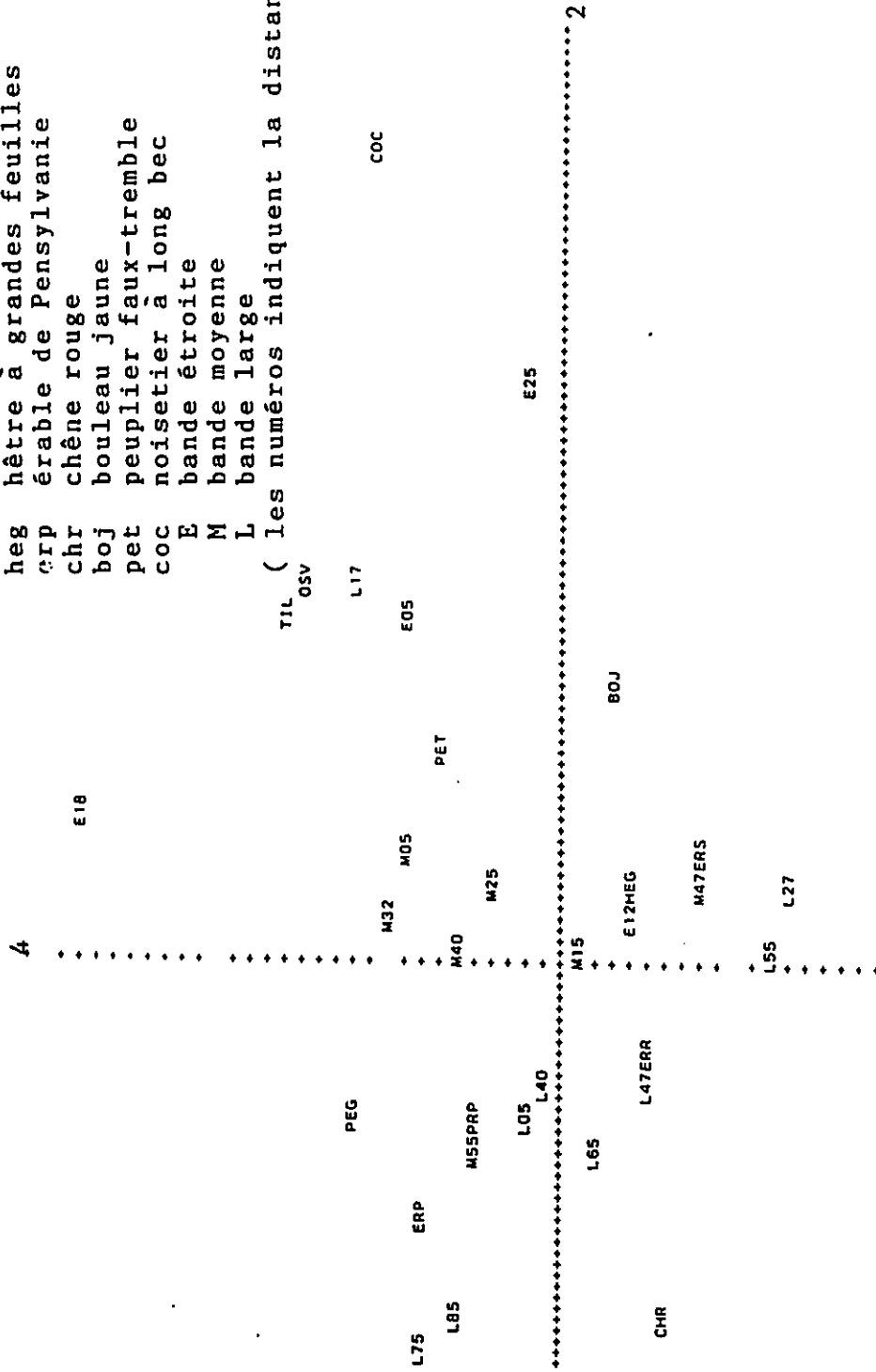
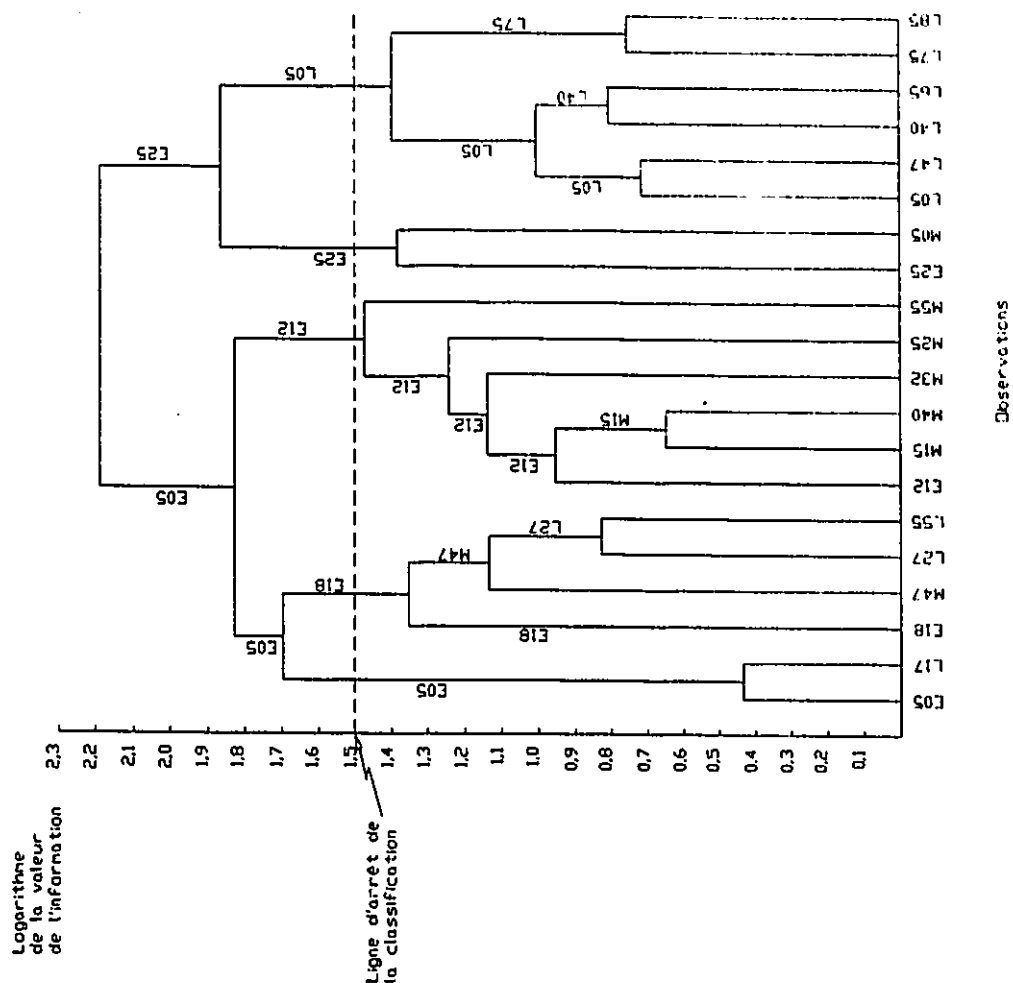


Figure 11d Analyse des correspondances: strate intermédiaire (plan 2,4)



Observation	Valeur de l'information	Logarithme de la valeur de l'information
E05-L17	2.721	0.435
M15-M40	4.436	0.647
L05-L47	5.208	0.717
L75-L85	5.699	0.756
L40-L65	6.417	0.807
L27-L55	6.720	0.827
E12-M15	9.011	0.955
L05-L40	10.169	1.007
M47-L27	13.635	1.135
E12-M32	13.773	1.139
E12-M25	17.508	1.243
E18-M47	22.497	1.352
E25-M05	24.214	1.384
L05-L75	24.978	1.398
E12-M55	29.789	1.474
E05-E18	49.716	1.696
E05-E12	67.136	1.827
E25-L05	73.237	1.865
E05-E25	153.400	2.186

Figure 12 Groupements de relevés: strate intermédiaire

regroupement entre relevés d'une même bande (bandes moyenne et large) est plus distinct (comparativement à la strate inférieure) pour cette strate (fig.12); toutefois on note aussi des regroupements hétérogènes entre relevés de bandes différentes (étroite,moyenne,large). Ce dernier type de groupement apparaît sous la forme de relevés de bordure (E05-L17,E25-M05 et de centre (E12-M32-M25). Finalement la bande large montre une association entre des relevés de centre (L40-L65) et de bordure (L75-L85, L05-L75) de la bande.

#### strate supérieure

Exprimant une valeur cumulée de 67% sur une variance totale de 78% (voir appendice 111), les composantes 1,2,3, indiquent, par les plans 1-2 et 1-3, des liaisons particulières entre espèces et relevés; ainsi les diagrammes de l'analyse des correspondances (fig.13a,13b) de la strate supérieure montrent une tendance vers l'association entre relevés appartenant à une même bande, formant ainsi trois groupes distincts. Plus particulièrement le plan 1-2 (fig.13a) présente une séquence de relevés de la bande large (L05 à L85). Cette séquence accompagnée d'un changement d'espèces forestières forme un gradient coenocline (espèce de relevés de bordure sud : hêtre à grandes feuilles - espèces de centre: peuplier à grandes dents, érable de Pensylvanie -espèce de bordure nord: peuplier faux - tremble)

Le plan 1-3 (fig.13b) montre sensiblement les mêmes caractères que le plan précédent et illustre un gradient coenocline à l'intérieur des bandes moyenne et large; ce gradient montre successivement des espèces de relevés de bordure sud: érable rouge, hêtre - des espèces de centre: érable de Pennsylvanie, érable à sucre - des espèces de bordure nord: peuplier faux-tremble, chêne rouge, cerisier de Pennsylvanie.

La bande étroite montre également un gradient coenocline qui s'exprime par une espèce de bordure sud: ostryer de Virginie - espèces de centre: hêtre, érable rouge - espèce de bordure nord: érable de Pennsylvanie.

Les espèces tolérantes se dispersent généralement autour des relevés de bande étroite, au centre de la bande moyenne et en bordure sud de la bande large. Les espèces peu tolérantes occupent les positions de centre et bordure sud des différentes bandes; les intolérants sont présents surtout en relevés de centre et bordure nord pour les différentes bandes.

La classification des relevés de cette strate indique que la valeur de l'information (perte d'information) est supérieure aux strates précédentes (fig. 14). Une forte ségrégation marque les relevés des bandes étroite, moyenne et large; chacune de ces bandes présente des séquences ou groupement de relevés de bordure et de centre. Plus spécifiquement, la bande étroite montre un groupement de relevés de centre (E12-E18), la bande moyenne une séquence

(M15-M25-M32) et groupement de relevés de bordure (M05-L17-L05) et un groupement de centre (M25-M32). La bande large offre une séquence de relevés de bordure (L65-L75-L85).

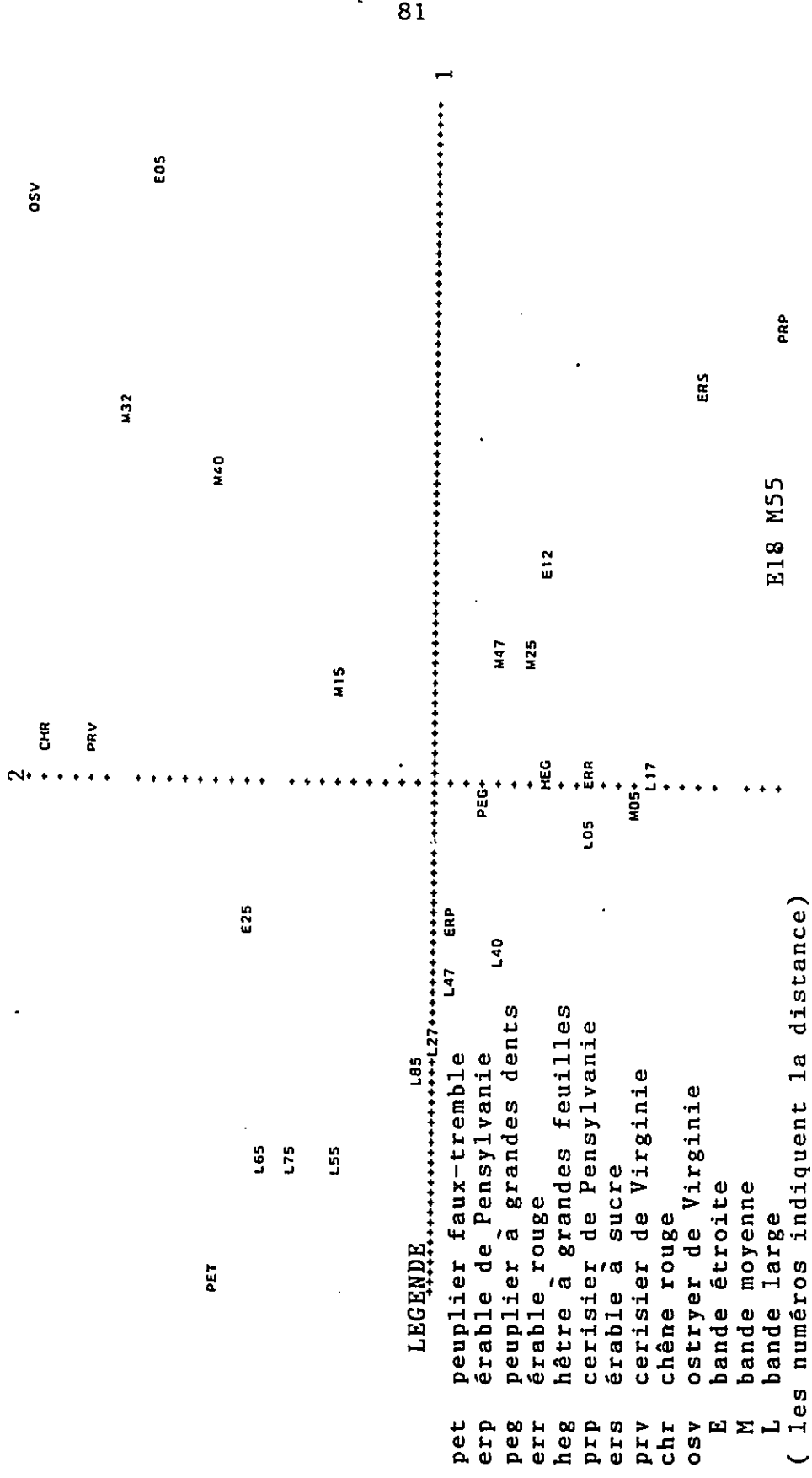


Figure 13a Analyse des correspondances: strate supérieure (plan 1,2)



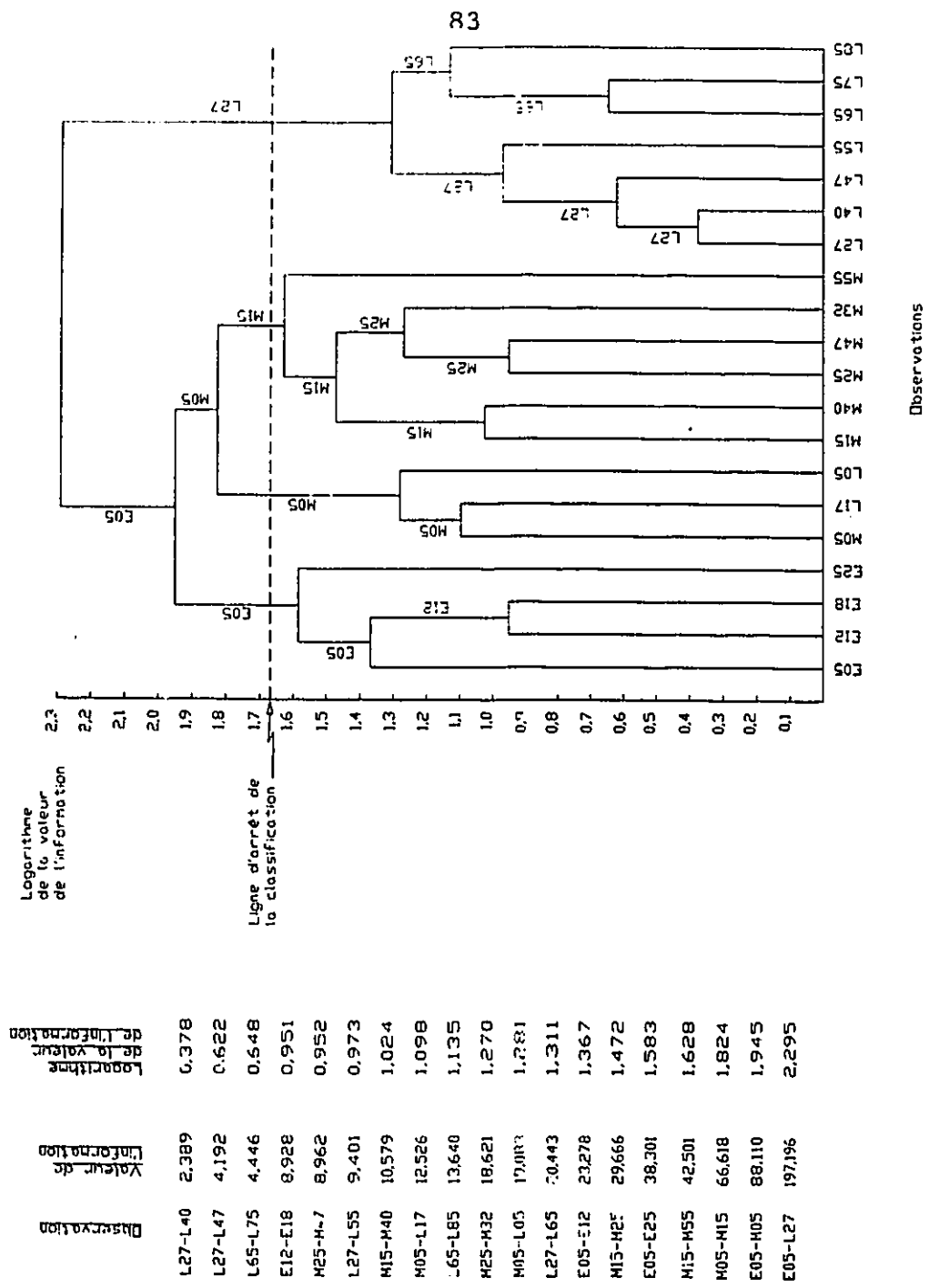


Figure 14 Groupements de relevés: strate supérieure

## SYNTHESE DES RÉSULTATS

Cette synthèse permet de dégager les principaux résultats provenant des caractéristiques de la végétation secondaire des corridors de coupe; en outre, les résultats traitant du mode de reproduction et l'âge des espèces sont présentés dans cette section. Les mesures de densité (fig. 7a,7b,7c et appendice 111, densité absolue et relative) indiquent une forte représentation des espèces tolérantes à tous les niveaux de strates pour l'ensemble des corridors perturbés. Ce groupe d'espèces est suivi des espèces peu tolérantes et intolérantes. Si les espèces intolérantes ont une présence marginale pour les corridors de la strate inférieure (fig.7a), leurs valeurs de densité augmentent progressivement selon les strates intermédiaire et supérieure (fig.7b,7c). La bande large suivie de la bande étroite et moyenne offrent les plus fortes valeurs de densité à tous niveaux de stratification. Par contre, la strate inférieure possède les densités (tous corridors inclus) les plus élevés (appendice 111, densité absolue) suivis de près par la strate intermédiaire et la strate supérieure. En général les graphiques des groupes d'espèces montrent de fortes variations de densités; toutefois, les graphiques des tolérants (strate inférieure et supérieure de la bande large), des peu tolérants (strate inférieure de la bande large et strate supérieure de la bande étroite) indiquent une tendance significative des densités selon la distance.

L'indice de diversité montre que la bande étroite (toutes strates) possède le plus haut taux de diversité suivi de la bande moyenne et large (appendice 111, diversité). La strate inférieure (toutes bandes) possède le plus faible nombre d'espèces, la strate intermédiaire étant le niveau de stratification le plus riche en espèces. Plus spécifiquement, les valeurs de diversité appliquées à la fois aux strates et aux corridors décroissent selon le modèle suivant:

- strate intermédiaire : bandes 30 - 60 - 90 mètres
- strate supérieure : bandes 30 - 60 - 90 mètres
- strate inférieure : bandes 60 - 30 - 90 mètres

Les taux de diversité élevés apparaissent généralement (toutes strates - bandes) dans les relevés de bordure nord (fig. 8 et appendice 111, diversité). A l'exception du graphique de la strate supérieure (bande de 60 mètres), les graphiques de diversité ne montre pas de tendance significative selon la distance.

L'analyse des correspondances appliquée aux descripteurs relevés-espèces montre des associations entre relevés de même bande formant ainsi trois groupes distincts de relevés de bandes (bandes étroite, moyenne et large), à chacune des strates (fig.9c,9d,11a,11b,11c,13a,13b). L'association entre espèces - relevés dans les strates inférieure et intermédiaire ne forme pas de gradient coenocline continu sur toute la largeur des bandes mais

plutôt de fortes liaisons entre espèces et groupe de relevés; ainsi en excluant les variables espèces- relevés de la strate inférieure, (qui n'indiquent aucun patron spatial particulier), les variables associées aux strates intermédiaires et supérieures montrent que les espèces tolérantes ont une abondance relative importante dans la bande étroite, le centre de la bande moyenne et la bordure sud de la bande large (appendice 111, abondance relative). Les espèces peu tolérantes abondent dans les relevés de centre et bordure sud et les intolérants, dans les relevés de centre et bordure nord (appendice 111, abondance relative) . Les bandes étroite, moyenne et large de la strate supérieure (fig.13a,13b) montrent des séquences de relevés (passant successivement de relevés de bordure sud - relevés de centre - aux relevés de bordure nord) associées à des changements d'espèces (passant successivement du hêtre à grandes feuilles et ostryer de Virginie à l'érable rouge vers l'érable de Pennsylvanie et le peuplier faux-tremble) exprimant ainsi des gradients coenoclines.

Les dendrogrammes de la classification illustrent une perte d'information plus faible pour le groupement des relevés de la strate inférieure, que pour les strates intermédiaire et supérieure (fig.10,12,14) . Les dendrogrammes illustrent également l'association entre relevés appartenant à une même bande; ce caractère est particulièrement mis en évidence chez les relevés de la strate supérieure. Il importe également de souligner un regroupement de relevés appartenant à des bandes

différentes, trait particulier associé surtout à la strate inférieure. Finalement s'il existe des regroupements associant des relevés à une même bande et des regroupements associant des relevés de bandes différentes, il faut noter également, dans certains cas, des associations de relevés de bordure et relevés de centre particulières aux strates inférieures, intermédiaires et supérieures.

#### .mode de reproduction - âge

Si le mode de reproduction sexué (issu de semences) est particulièrement dominant chez les sujets quelles que soient les bandes et les espèces de la strate inférieure, ce mode de reproduction tend à diminuer progressivement chez les sujets de la strate intermédiaire et supérieure (fig. 15). Les sujets issus de la reproduction végétative par rejets de souche abondent dans les strates intermédiaires et supérieures et présentent le plus fort pourcentage dans la bande étroite (strates intermédiaire et supérieure). Les sujets d'espèces intolérantes issus principalement de drageons demeurent sous-représentés dans les strates inférieures et intermédiaires; toutefois, leur présence dans la strate supérieure augmente progressivement passant de la bande étroite à la bande large.

Les données relatives au prélèvement destructif de 480 tiges choisies dans les trois couches structurales pour les trois corridors perturbés révèlent, que seulement

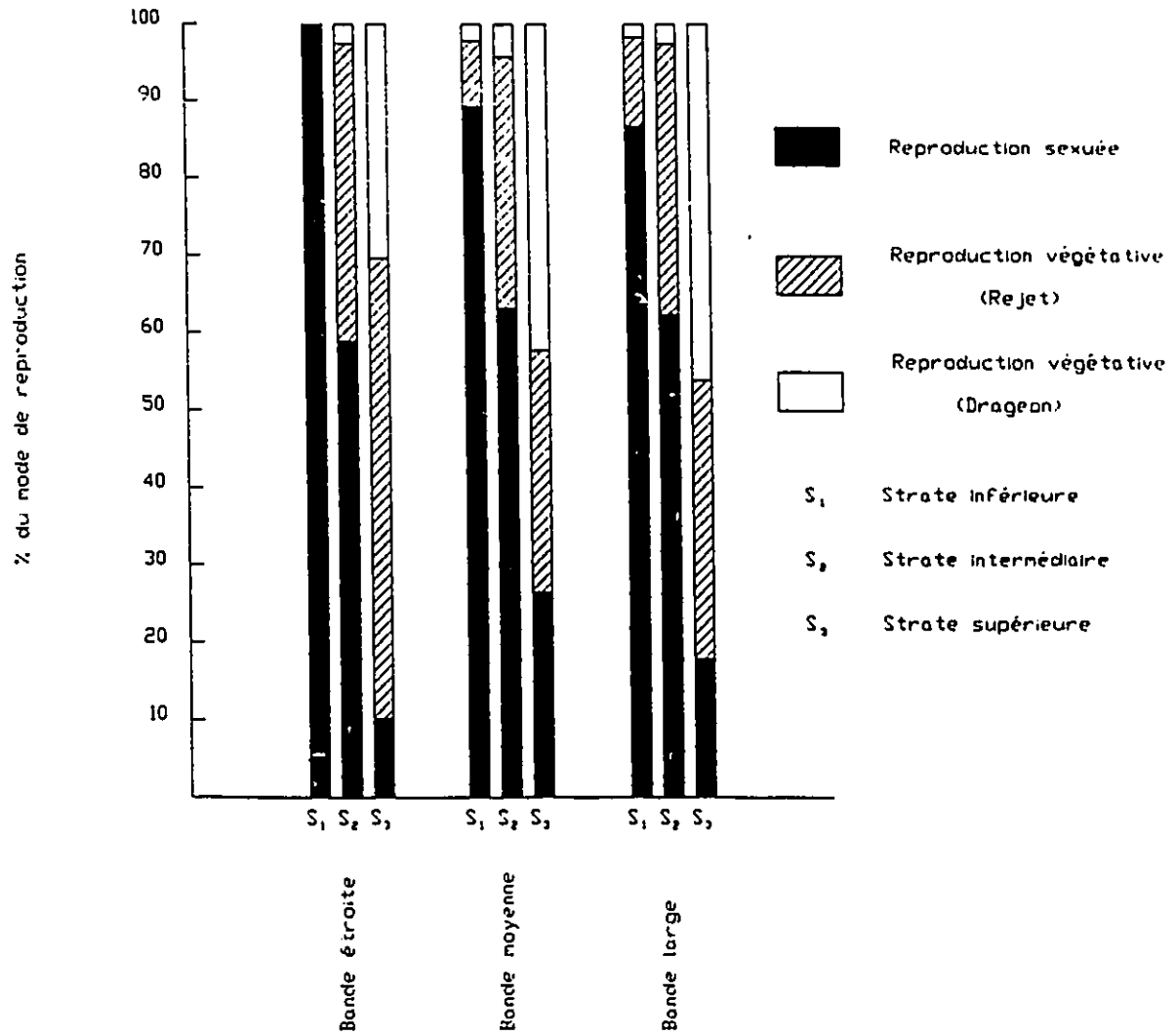


Figure 15 Modes de reproduction des espèces, selon la stratification, pour l'ensemble des bandes de coupe

cinq sujets étaient âgés de plus de six ans (appendice 111). Ces sujets possèdent des diamètres et hauteurs supérieurs à la moyenne des tiges sélectionnées. Ce sont donc des tiges semencières qui ont été laissées sur place lors de la coupe forestière.

## CHAPITRE V

## DISCUSSION

## ORIGINE DES REPOUSSES

L'établissement des espèces à l'intérieur d'un territoire perturbé peut être déterminé par la nature même de la perturbation, les caractères associés au sol, le degré de luminosité, le régime météorologique et les espèces présentes (Runkle, 1985). Une coupe systématique d'arbres selon le modèle de bandes constitue une perturbation majeure et sévère; une perturbation de cette nature entraînera donc des modifications des conditions environnementales initiales du site et la nature de ces changements influencera le type de stratégie de régénération des espèces.

Les données sur le mode de reproduction et la compilation de Runkle (1985) sur les stratégies de régénération des espèces poussant après une perturbation montrent que les espèces peuvent provenir:

1. des tiges laissées sur le site (dans le secteur d'étude, le nombre de tiges laissées sur place, après la coupe, demeure négligeable; ces tiges peuvent faire l'objet d'une coupe commerciale) après la coupe.
2. les espèces provenant d'une banque de semences dormantes dans le sol.
3. les espèces provenant des semences dispersées

(par le recrutement) dans le sol.

A ces stratégies de reproduction, nous retiendrons un autre mode de reproduction identifié lors d'inventaire du site et caractéristique de cette perturbation.

4. la reproduction végétative à partir de souches (rejets) ou de racines (drageons) des sujets coupés.

Pour Marks (1985), la plupart des angiospermes et gymnospermes ont la capacité de produire des rejets, drageons ou d'autres réponses suite à la perturbation.

Le facteur clé de la régénération provient des conditions du milieu de germination (Minkler et Woerheide, 1965), les particularités inhérentes de la graine et les traits morphologiques et physiologiques de l'espèce (Canham et Marks, 1985). En fait, les grandes ouvertures (telle la coupe à blanc par bandes) créées par la disparition artificielle du couvert végétal initient des conditions particulières au niveau du milieu environnemental. Pour Minkler et Woerheide, (1965), l'ouverture du couvert forestier favorise la pénétration de la lumière au sol forestier amenant des températures de sol et un taux de minéralisation plus élevés du sol organique. Pour Canham et Marks (1985), ce niveau élevé de lumière et nutriments, quoique étant une source additionnelle temporaire, peut constituer un moment critique pour la colonisation par des espèces intolérantes. Si certains changements peuvent être

bénéfiques pour ces espèces, en contre partie, le déboisement peut provoquer selon Boring et Monk (1981), l'augmentation du mouvement de l'eau amenant ainsi le lessivage de nutriments minéralisés.

## MODE DE REPRODUCTION - AGE

L'étude du mode de reproduction et de l'âge permet de reconstituer le patron de développement des tiges régénérées sur le site étudié. Dans cette étude le prélèvement destructif de tiges régénérées révèle que les sujets sont presque exclusivement d'âge égal sinon inférieur (six ans et moins) à la coupe en bande (appendice 111, mode de reproduction - âge). Ainsi, il est possible de postuler que lors de la coupe systématique, tout le couvert forestier des strates inférieures a été détruit par l'abattage, le débardage, le bouleversement du sol, ou suite à l'exposition solaire accrue (communication personnelle de Daniel Joannis, 1990). La recolonisation du site perturbé par les espèces peut être alors envisagé selon le modèle suivant:

1. La perturbation a favorisé le développement de nouvelles tiges issues du mode de reproduction végétative provenant du système racinaire intact et de la souche des sujets coupés.
2. Ensuite la coupe a favorisé la germination de semences provenant de la banque de graines accumulées par les arbres semenciers abattus lors de la coupe systématique.
3. La germination de graines provenant du recrutement de semences fournies par les arbres résiduels adjacents aux corridors perturbés.

Ce modèle correspond à trois patrons d'emmagasinement de semences et de germinations décrits par Canham et Marks (1985). L'un de ces patrons est la reproduction végétative (les auteurs précisent que le point saillant de ce patron est, à court terme, l'absence de germination ou la faible capacité germinative de la banque de graines) par drageons et rejets qui indique qu'il n'y a que peu de temps entre la perturbation et le développement de nouvelles tiges; ce type de reproduction particulièrement rapide, est caractérisé par la présence d'un système racinaire déjà bien implanté qui permet la reproduction d'espèces tolérantes telles le hêtre ou intolérantes comme le peuplier, présentes dans le peuplement adulte au moment de la coupe.

Le graphique de la figure 15 montre qu'au moins 80% de tous les sujets de la strate supérieure sont régénérés par la reproduction végétative (reproduction hâtive). Ces sujets ont donc été les premiers à occuper les bandes de coupe. Ces sujets sont à la fois de type tolérant, peu tolérant et intolérant; cette dernière peut constituer un paradoxe puisque selon le modèle de facilitation, les espèces intolérantes (espèces colonisatrices) préparent la voie à la colonisation d'espèces plus tolérantes (voir chapitre 1 les successions). En fait dans la présente situation (présence de tolérants dans la strate supérieure), ce serait plutôt l'effet du couvert des espèces de bordure de l'interbande (en outre, l'effet de l'ombre projeté) combiné aux sujets intolérants régénérés qui aurait facilité la venue des tolérants et certaines espèces peu tolérantes de cette

strate . A cet effet le tableau d'abondance relative des espèces de cette strate (appendice 111) et les densités absolues (fig.7c) montrent que les espèces tolérantes occupent en plus grand nombre les relevés de bordure sud et que leur représentation diminue progressivement vers les relevés de bordure nord (relevés plus exposés à l'ensoleillement). Parallèlement, l'abondance relative des intolérants augmentent progressivement selon le même patron de direction. Finalement ce patron a tendance à être amplifié selon la largeur de corridor, montrant en quelque sorte l'effet de la largeur des corridors de coupe sur le type d'espèce régénéré.

Le graphique de la figure 15 indique également que les espèces tolérantes et peu tolérantes (fig.7a) issues de reproduction sexuée, occupent fortement la strate verticale inférieure. Pour Canham et Marks (1985) cela correspond au 2e patron d'emménagement et germination de semences. Ce patron est caractérisé par des délais plus grands qui résultent en une germination amorcée progressivement par quelques aspects (conditions environnementales particulières) de la perturbation (la banque de graines est présente dans le sol au moment de la perturbation). La strate intermédiaire de la figure 15 montre finalement une situation intermédiaire en terme de représentation (fig.7b) des espèces tolérantes et intolérantes et du mode de reproduction.

Si la distinction de sujets issus de la reproduction

végétative est relativement simple, la distinction entre sujets provenant de la banque de graines ou des semenciers résiduels s'avère plus problématique compte tenu du fait que l'inventaire a été réalisé durant une même saison. Il aurait fallu procéder à une analyse temporelle séquentielle au cours de plusieurs années d'échantillonnage suivant la coupe. Toutefois, certains caractères inhérents à la semence et aux conditions environnementales peuvent être énoncés et constituent un scénario possible de colonisation du site perturbé.

Pour Canham et Marks (1985), certaines espèces pionnières telles le peuplier (intolérant) n'ont pas de délai entre la dispersion et la germination et profitent de certains caractères temporaires environnementaux pour s'établir. La semence de l'Acer rubrum (peu tolérant) ne germe pas durant la première saison de croissance mais plutôt le printemps suivant; les semences du Prunus serotina et du Fraxinus americana peuvent demeurer dormantes dans le sol plusieurs années. Pour ces auteurs, ce phénomène peut s'expliquer par une corrélation entre dimension de la graine et la capacité des espèces à s'établir sous le couvert. Ainsi, les espèces à grosses graines s'établissent sous un couvert fermé (tolérants) contrairement aux sujets qui possèdent de semences de faible dimension (intolérants). Des grosses semences ont accès à une réserve, ce qui les rend d'une certaine manière moins dépendantes de l'environnement. Pour Boring, Monk et Swank (1981), l'établissement se fait principalement par voie végétative, les semences étant plus

lentes à croître. Pour Canham et Marks (1985), la capacité colonisatrice des plantes peut résulter de la combinaison de différents traits liés à des conditions particulières de luminosité, d'humidité du sol et de température associées à la nature de la perturbation. Parmi les 20 espèces recensées dans le secteur d'étude (appendice 111, liste et échelle de tolérance des espèces), 15 d'entre elles possèdent des semences de petite et moyenne dimensions, donc susceptibles (si les conditions le permettent) de régénérer assez rapidement. Les espèces à grosses semences (Fagus grandifolia, Prunus virginiana, Quercus rubra, Prunus serotina) ont une faible représentation dans le secteur d'étude (appendice 111, abondance relative). Finalement si l'on considère que les sujets d'espèces sont âgés de six ans et moins, on peut donc conclure à une colonisation assez rapide des espèces dans le secteur étudié.

RELATION: STRATIFICATION - COMPOSITION SPÉCIFIQUE \ LARGEUR  
DE LA BANDE

.stratification \ largeur de la bande

Si des conditions environnementales particulières provoquées par la coupe de corridors forestiers s'avèrent essentielles à la reproduction d'espèces de seconde venue, elles sont tout autant nécessaires au développement des tiges régénérées.

Les graphiques de densités (fig.7a,7b,7c) montrent que les espèces intolérantes poussent en plus grand nombre dans la strate supérieure, tandis que la régénération des peu tolérants et tolérants est plus importante dans les strates intermédiaire et inférieure. Ces graphiques tendent à démontrer l'importance de la lumière sur la croissance des espèces et viennent appuyer l'affirmation de Canham (1964) selon laquelle il existe une relation entre le niveau de tolérance à la lumière des espèces et leur croissance; les graphiques montrent, comme l'indique Marks (1975), qu'il existe également une relation entre les caractères de croissance des feuillus et leur statut successional. Ainsi reconnaissant que les intolérants occupent principalement la strate supérieure (étant donné leur croissance rapide) ils sont également les premiers sujets d'espèces (espèces hâtives de succession) à avoir occupé l'espace des bandes de coupe.

Les données acquises sur l'âge des sujets d'espèces montrent que tous les sujets ont six ans et moins (la coupe a été effectuée il y a six ans); cela indique que les espèces tolérantes du sous couvert ne bénéficiant plus de la protection du couvert supérieur ont été éliminées du secteur suite à la coupe (les facteurs tels l'abattage, débardage, et le bouleversement du sol ne pouvant expliquer à eux seuls la perte des tolérants) par l'ensoleillement accru. Par contre les nouvelles conditions environnementales provoquées par la coupe ont favorisé la venue d'espèces intolérantes. A cet effet, il semblerait que l'augmentation substantielle de la ressource (degré de luminosité, température au sol, taux de minéralisation du sol, etc) provoquée par la coupe soit critique notamment pour le développement des tiges intolérantes (Connell et Slater, 1971); plus spécifiquement Canham (1964) mentionne que la perturbation ou le degré d'ouverture du couvert augmente la quantité de radiation photosynthétique active et influence le taux de croissance des espèces . Les espèces intolérantes qui possèdent des caractéristiques photosynthétiques élevées tendent à avoir des taux de croissance plus rapides que les espèces tolérantes dans les ouvertures du couvert.

Ainsi, dans les premiers stades de succession, les espèces intolérantes à forte croissance dominant le couvert; la présence de ces espèces a pour effet de modifier les conditions environnementales initiales de la perturbation et conséquemment, faciliter la venue et la croissance des espèces tardives de succession (Horn, 1981); le taux

différentiel de croissance (pour Logan (1965), la lumière demeure le facteur majeur qui contrôle la croissance)) de ces espèces a engendré la stratification verticale ; cette stratification verticale est donc intimement liée à la tolérance des espèces .

En dernier lieu, les graphiques de densités (appendice 111, densité absolue de la strate supérieure) montrent que la représentation des intolérants de la strate supérieure augmente selon la largeur du corridor de coupe. La nature de la perturbation selon Bazzaz (1983), influence donc le patron, la complexité et la productivité des patrons de succession.

#### . composition spécifique \ largeur de la bande

Les conditions environnementales (géologie, dépôt de surface, sol, drainage, exposition, type de communauté etc) antérieures à la perturbation étant relativement homogènes, il est plausible d'affirmer que la colonisation (que ce soit par la reproduction sexuée ou végétative), la structure et la composition spécifique de la communauté actuelle résultent des nouvelles conditions du milieu . Ces dernières sont associées à la nature et dimension de la perturbation et aux caractères physiologiques et morphologiques des espèces (Miller, 1982; Minkler et Woerheide, 1965).

Les données de diversité (fig.8 et appendice 111) montrent que la largeur des corridors a un certain effet

structurant notamment sur la diversité spécifique. La strate inférieure de la bande large possède la plus faible diversité (toutes strates bandes confondues) contenant un nombre restreint d'espèces tolérantes (Acer saccharum, Fagus grandifolia) et peu tolérantes (Acer rubrum, Quercus rubra, Betula alleghaniensis) dites tardives de succession; cette strate étant basse, sous couvert des strates intermédiaire et supérieure (ces strates ayant également une faible diversité), il est possible de suspecter l'effet réduit de la largeur de la bande (30-60-90 mètres) sur la composition spécifique de cette strate. Similairement, la bande large (toutes strates), possède la plus faible diversité d'espèces; ceci se traduit principalement par la dominance de peu d'espèces, peu tolérantes et tolérantes, qui reçoivent une plus longue et plus forte intensité de lumière. La bande étroite (toutes strates) est celle qui possède la diversité spécifique la plus élevée (appendice 111) parmi toutes les bandes. Cela peut s'expliquer par la forte diversité spécifique des strates supérieure et intermédiaire de cette bande; en effet, ces strates possèdent sans doute des conditions intermédiaires de luminosité qui profitent, en terme du nombre d'espèces et de leur abondance relative, aux espèces intolérantes et peu tolérantes de cette bande.

Il importe toutefois de préciser que les perturbations qui ouvrent l'espace pour l'établissement des propagules initient des séquences successionales dans lesquelles la composition et l'abondance des espèces changent (Connell et

Slater, 1977) contribuant aussi à l'hétérogénéité temporelle du paysage (Denslow, 1980b). Superposée au taux et séquences successionales, il y a une variabilité dans la banque de propagules qui est associée aux changements saisonniers; cette variation saisonnière compte pour beaucoup dans la composition spécifique en début de successions pour différentes communautés (Denslow, 1985). Ainsi, le niveau d'hétérogénéité des espèces dans ces corridors perturbés est en état dynamique (Bazzaz, 1983). Les espèces dont l'invasion du site est influencée par l'hétérogénéité du milieu peuvent elles-mêmes modifier l'environnement; la dimension de la perturbation et l'hétérogénéité interagissent en déterminant l'étendue et l'identité des espèces (Bazzaz, 1983). Selon cet auteur, les sites perturbés ne sont jamais ou rarement homogènes; les trouées de faible dimension sont moins hétérogènes en terme de composition spécifique que les trouées larges.

## LA DYSSYMMÉTRIE DES BANDES: LE PHÉNOMÈNE DE L'EXPOSITION

L'analyse des graphiques de densité des groupes d'espèces, par niveau de stratification, de chaque bande de coupe permet de dégager les caractères suivants:

La strate inférieure (fig.7a) montre de très fortes variations de densité des tolérants et peu tolérants en travers des corridors avec de fortes densités de ces groupes en bordure sud des bandes étroite - moyenne - large. Si les tolérants dominant toute la strate inférieure (appendice III, densité absolue), on note la présence d'intolérants en bordure nord des bandes étroite et moyenne. La strate intermédiaire (fig.7b) est caractérisée également par de fortes variations de densité des espèces tolérantes et peu tolérantes; la densité des intolérants augmente sensiblement, plus particulièrement au centre et en bordure nord (exposition sud) des bandes moyenne et large. Les espèces intolérantes sont pratiquement absentes en bordure sud.

En comparaison avec les strates précédentes, la strate supérieure (fig.7c) montre une augmentation substantielle de la densité des intolérants et diminution de la densité des tolérants et peu tolérants. S'il s'avère difficile d'apporter des réponses précises sur les variations générales de densité des groupes et la présence ou l'absence de tel groupe d'espèces à un endroit précis de la bande, il demeure cependant possible de mettre en lumière certains

facteurs pouvant expliquer la nature de cette variabilité et signifier l'impact de la largeur des bandes sur le profil de la végétation secondaire.

1. Ainsi la dissymétrie des bandes peut être causée le dynamisme des processus de germination, de croissance et succession des espèces qui sont conditionnés par les différentes conditions du milieu associées à la nature de la perturbation .

2. L'une des conditions du milieu associée à la largeur de la bande est l'exposition. D'une part les corridors de coupe étant orientés est-ouest, la portion nord (exposée au sud) du corridor reçoit un plein éclaircissement d'une plus grande durée que la portion sud (exposée au nord) du corridor à cause de l'ombre portée par l'interbande boisée . D'autre part, la largeur du corridor de coupe a aussi un impact significatif sur la portion de la bande ombragée. Ainsi, la bande de trente mètres possède une fraction beaucoup plus grande de corridor ombragé que la bande de 90 mètres.

En analyse des correspondances, les diagrammes de dispersion (fig.13a,13b) de la strate supérieure montrent également une dissymétrie des bandes large et moyenne, qui se traduit par un gradient coenocline.

La dimension d'ouverture affecte fortement la composition des espèces (Minkler et Woerheide, 1965). Pour Canham (1984), il est clair qu'à partir de la quantité de lumière reçue durant une saison au niveau des bordures nord et sud de grandes perturbations, la bordure nord (exposée au sud) sera généralement la plus chaude ou lumineuse. Whales (1972) a déterminé des températures (prises à 5 centimètres au dessus du sol) de 11°C plus élevé au sud comparativement au côté exposé au nord. Pour l'auteur, ces différences de température expliquent la différenciation dans la composition des espèces au nord comparativement au sud. Brokaw (1985) mentionne qu'il existe un certain patron dans la composition des espèces et la largeur de la perturbation; pour l'auteur, les espèces pionnières tendent à être localisées au centre de larges perturbations et il existe des transitions de centre à bordure à partir des espèces pionnières aux espèces tolérantes sous couvert de larges trouées.

## FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX: LES RELATIONS INTERSPÉCIFIQUES

Les fortes variations de densité des groupes d'espèces peuvent être expliquées d'une part par la variabilité des facteurs environnementaux locaux liés au type de perturbation et aux comportements interspécifiques des sujets de la communauté.

Si Bazzaz (1983), mentionne que l'environnement physique et les ressources disponibles sont significativement modifiés par la perturbation, Abugov (1982) précise que l'hétérogénéité de l'environnement physique (variation de nutriments, eau, température, angle d'incidence de la lumière etc.) à variance journalière ou saisonnière peut occasionner des différences au niveau de la distribution spatiale spécifique et à la diversité de la végétation.

Les interactions interspécifiques compétitives selon Bazzaz (1983), devraient être plus fortes entre individus d'habitats perturbés qu'entre individus d'environnements non perturbés. Pour cet auteur, la théorie écologique mentionne que les espèces de sites perturbés ont des niches qui s'imbriquent; cette superposition s'avère nécessaire pour faire face au haut niveau de variabilité non prédictible de la perturbation. De plus, les espèces d'habitats perturbés sont morphologiquement et physiologiquement plastiques et peuvent répondre rapidement aux modifications des ressources. A cet effet, Logan (1965), a mesuré les taux de

croissance des espèces versus les niveaux d'intensité lumineuse; cet auteur a observé que le bouleau blanc, avait un taux de croissance maximum à 45%, le bouleau jaune de 25 à 45%, l'érable à sucre de 13 à 45% et l'érable argenté à 45% de pleine lumière. Ce chevauchement en ce qui a trait aux exigences de lumière des espèces peut constituer un facteur explicatif de la présence des tolérants notamment à différents points à l'intérieur des bandes de la strate supérieure et également de l'extrême variabilité de la densité d'espèces à l'intérieur des bandes pour chacune des strates. Ainsi, le taux de présence et croissance d'espèces variera selon les différences environnementales particulières à la nature de la perturbation (Canham et Marks, 1985).

## EFFET DE LA BANDE DANS LA CLASSIFICATION

Les données provenant des dendrogrammes de classification permettent de dégager certains éléments relatifs à la valeur de l'information associée à la stratification verticale des différentes bandes coupées.

Les données de la strate inférieure (fig.10) montrent que cette strate possède la plus faible perte d'information et cette valeur semble associée à la forte homogénéité de la végétation de cette strate; ainsi les données provenant du tableau de groupements de relevés (tableau 6) confirment ce caractère particulier de cette strate, puisque 80% de toutes les espèces sont représentées par l'Acer saccharum et l'Acer rubrum.

La strate intermédiaire (fig.12) qui possède une perte d'information plus élevée que la strate inférieure, montre une plus grande hétérogénéité interne dans les groupements de relevés. Les données d'abondance de cette strate (tableau 7) indiquent que 80% de toutes les espèces de cette strate sont composées du Fagus grandifolia, l'Acer pensylvanicum, l'Acer saccharum et l'Acer rubrum. Le dendrogramme de la strate supérieure (fig.14) illustre une forte ségrégation de groupement selon les bandes (peu de groupements de relevés de bandes différentes) et possède la plus forte perte d'information: Populus grandidentata, l'Acer pensylvanicum, l'Acer saccharum, l'Acer rubrum et Fagus grandifolia comptent pour plus de 80% de toutes les espèces de cette

strate (tableau 8).

Dans ce contexte, il est possible d'apporter un élément explicatif à la perte d'information et au degré de groupements de relevés de bandes différentes. Ces derniers peuvent ainsi être corrélés à la nature de la succession (strates\composition spécifique - abondance relative) secondaire qui est associé à la largeur des corridors de coupe. En effet, si ce régime de succession provoque la stratification verticale et des espèces associées à cette stratification, il n'en demeure pas moins que la dimension des corridors de coupe exerce un effet sélectif sur la composition des espèces de successions secondaires. Ainsi, certaines données du groupement de relevés (issues de l'abondance relative des espèces) révèlent que dans la strate supérieure (tableau 8), le contenu relatif des espèces de la bande étroite est de 69% pour les tolérants, les peu tolérants: 16%, les intolérants: 15%. Pour la même strate (tableau 8), la bande large contient 59% de tolérants et 11% de peu tolérants et 30% d'espèces intolérantes. Les données de la strate intermédiaire (tableau 7) montrent que la bande large contient des abondances relatives de 72% pour les tolérants, 26% pour les peu tolérants et 2% pour les espèces intolérantes. Quoiqu'il existe un fort groupement de relevés de bandes différentes à l'intérieur de la strate inférieure (tableau 6), les groupements de relevés de la bande étroite indiquent une abondance relative de 62% pour les tolérants de 38% pour les peu tolérants. Le regroupement des relevés des bandes moyenne et large de cette strate

STRATE INFÉRIEURE

GROUPEMENT DE RELEVÉS	ABONDANCE RELATIVE DES ESPÈCES								TOTAL
	ERS	ERR	HEG	ERP	CHR	BOJ	OSV		
E05-L47-E25-12-18-L17	110	55	09	01	05	13	0	0	193
%	57	28	5	0	3	7	0	0	
M05-L40-M47-L05-L55	48	75	31	02	02	02	0	0	160
%	30	47	19	1	1	1	0	0	
M15-25-32-40-L27-M55-L75-65-85	89	144	14	42	04	02	04	04	299
%	30	48	5	14	1	1	1	1	
Σ	247	274	54	45	11	17	04	04	652
%	38	42	8	7	2	3	1	1	

Tableau 6 Groupement de relevés-abondance relative des espèces

## STRATE INTERMÉDIAIRE

GROUPEMENT DE RELEVÉS	ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES													TOTAL
	ERS	ERR	HEG	ERP	OSV	PRP	BOJ	CHR	PEG	PET	COC	TIL		
E05-L17	15	04	15	01	28	0	0	0	0	0	0	0	0	63
%	24	6	24	2	44	0	0	0	0	0	0	0	0	
E18-M47-L27-55	35	23	44	07	07	01	02	04	0	0	0	0	01	127
%	28	18	35	5	5	1	2	3	0	0	0	0	3	
E12-M55-25-32-40-15	36	29	30	43	24	18	04	0	07	01	01	01	02	195
%	18	15	15	22	12	9	2	0	4	1	1	1	1	
E25-M05	06	05	18	15	0	01	06	0	0	03	05	01	01	60
%	10	8	30	25	0	2	10	0	0	5	8	2	2	
L05-75-40-65-85-47	17	39	41	78	01	01	03	07	0	03	0	0	0	190
%	9	20	22	41	0	0	2	4	0	2	0	0	0	
Σ	109	100	148	144	60	21	15	11	07	07	06	07	07	635
%	17	16	24	23	9	3	2	2	1	1	1	1	1	

Tableau 7 Groupement de relevés-abondance relative des espèces

## STRATE SUPÉRIEURE

GROUPEMENT DE RELEVÉS	ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES												TOTAL
	HEG	ERP	PEG	ERR	ERS	PET	OSV	PRP	PRV	CHR			
E05-12-18-25-	16	16	02	18	23	09	24	02	04	0			114
	14	14	2	16	20	8	21	2	3	0			
M05-L17-05	18	28	22	19	06	0	0	01	0	0			94
	19	30	24	20	6	0	0	1	0	0			
M15-40-25-47-32-55-	20	24	83	26	20	0	32	05	05	03			218
	9	11	38	12	9	0	15	2	2	1			
L27-40-47-55-65-75-85	17	59	62	20	49	0	0	0	0	02			209
	8	28	30	10	23	0	0	0	0	1			
Σ	71	127	169	83	98	09	56	08	09	05			635
%	11	20	27	13	15	1	9	1	1	1			

Tableau 8 Groupement de relevés-abondance relative des espèces

contient des valeurs relatives de 51% pour les espèces tolérantes et 49% pour les peu tolérants.

Les différents graphiques de l'analyse des correspondances et méthode de groupement montrent une organisation des espèces qui varie selon le niveau de stratification et largeur des bandes. Outre la strate inférieure (fig.9a,9b,9c,9d) qui est caractérisée par des associations d'espèces et relevés de différentes bandes, les espèces des strates intermédiaire (fig.11a,11b,11c,11d) et supérieure s'associent dans les différentes bandes aux relevés de centre et de bordure et montrent des séquences jusqu'à constituer une organisation plus complète traduite par le gradient coenocline (fig.13a,13b). Similairement à l'analyse des correspondances, le dendrogramme de classification de la strate inférieure (fig.10) montre des groupements de relevés des différentes bandes, conséquence d'une grande homogénéité spécifique de cette strate. Il en est toutefois autrement de la classification des relevés des strates intermédiaire (fig.12) et supérieure (fig.15) là où peut s'exercer l'effet de la largeur de la bande. Cet effet se traduit pas une organisation progressive dans la classification des relevés où l'on observe des groupements de relevés associés aux mêmes bandes vers une organisation séquentielle de relevés d'une même bande.

Il est possible d'interpréter ces résultats sous la forme suivante: dans un régime particulier de succession secondaire, s'ajoutent les mécanismes d'adaptation,

compétition ou relation intra et interspécifique. Ces mécanismes associés aux conditions du milieu favorisent un milieu environnemental dynamique. A cet effet, la dimension de la perturbation (dans ce cas-ci, les corridors de coupe), est un facteur important puisqu'elle contribue à exercer une pression sélective sur ces mécanismes et conséquemment a un effet structurant sur la composition des espèces.

## APPLICATION : INCIDENCES FORESTIERES

La coupe par bandes est l'une des techniques sylvicoles appliquée pour l'aménagement des forêts feuillues au Québec. En Outaouais, des expériences ont été menées par Boivin (1985) et par le ministère de l'Energie et des Ressources (forêt Gatineau) en 1989. Quoique la nature des communautés différait, il s'agissait dans les deux cas, d'évaluer si le système de coupe favoriserait une régénération suffisante de seconde venue et déterminer quelle serait la largeur idéale de bande pour la venue d'espèces souhaitées. Pour Boivin les résultats obtenus, dans la communauté d'érablière à bouleaux jaunes, ont indiqué que la régénération était satisfaisante et que l'avenir du bouleau jaune semblait le mieux assuré dans la bande de 40 mètres. Les résultats des expériences du MER sur les coupes en bande de 30-60-90 mètres de la forêt Gatineau n'étant pas disponibles jusqu'ici, il n'est pas possible de conclure si les objectifs fixés ont été rencontrés. Les résultats de la présente étude semblent démontrer les faits suivants:

- . la bande large (90 mètres) suivie de la bande étroite sont les corridors les mieux régénérés.
- . la bande étroite (30 mètres) possède la richesse d'espèces la plus élevée.
- . il est possible de suggérer que pour ce système de coupe la bande étroite présente les meilleurs

résultats relativement aux objectifs décrits précédemment.

Si la coupe en bandes dans les corridors de 30 mètres (pour une communauté particulière) montre les meilleurs résultats sur la régénération de seconde venue, il n'est pas possible d'affirmer que cette forme de traitement s'avère la plus efficace dans une perspective globale d'aménagement des forêts feuillues. Tout comme la coupe à diamètre limite, la coupe progressive d'ensemencement, le jardinage etc, la coupe en bandes constitue l'une des formes d'aménagement appliquée aux strates feuillues. Il n'est donc pas possible d'aménager la forêt feuillue selon un modèle unique.

Le choix du traitement à privilégier doit être fait en fonction des besoins actuels et futurs du marché et des caractéristiques de la forêt, soit la structure, le dynamisme et l'état (Brown, 1987). Ajoutons également l'importance des caractères du milieu tels le sol (nature et épaisseur), l'exposition, la pente et le drainage. Ainsi, dans le cas d'une forêt feuillue dégradée, de structure équiennne, il est possible d'appliquer la coupe en bande ou la coupe progressive d'ensemencement. Toutefois l'application de cette dernière peut être néfaste et provoquer le chablis, si le site à aménager repose sur des sols minces et la communauté est exposée aux vents dominants (communication personnelle de Daniel Joannis, 1992). Dans certaines forêts feuillues de type inéquienne, la coupe de jardinage semble favoriser le maintien de la structure (tout

comme les trouées créées par les petites perturbations naturelles), la diversité et la qualité de la communauté forestière. N'ayant pas de données sur les interbandes (composantes écologiques) de la communauté étudiée, il n'est pas possible de conclure que la coupe en bandes s'avère le meilleur traitement; toutefois, le site est largement occupé par la régénération secondaire et contient de nombreuses espèces de qualité future.

## CONCLUSION

Le corridor de coupe est un élément ponctuel qui marque le paysage naturel. Par son intensité, la coupe en bandes peut être également qualifiée de perturbation parce qu'elle engendre des modifications soudaines des ressources du milieu naturel. Les corridors de coupe sont suffisamment larges pour contenir un environnement intérieur et exercent un effet de contrôle sur la nature des composantes internes, plus spécifiquement sur les réponses des espèces de ce milieu. L'étude de corridors de coupe de 30-60-90 mètres montre que la communauté issue de cette coupe est en pleine reconstruction. A cet effet, les différentes données prises sur le site montrent que la largeur de la bande exerce, à un certain degré, un effet structurant sur la composition et diversité spécifiques ainsi que sur la densité et influence le patron de succession de la communauté.

L'analyse des données par des méthodes factorielles, (analyse des correspondances, méthode de groupement) montre que les différentes bandes de coupe exercent peu d'effet sur les réponses des espèces de la strate inférieure. Par contre, les différents corridors de coupe influencent de manière tangible la structure spatiale des espèces des strates intermédiaire et supérieure (les strates où peut s'exercer davantage l'effet de la bande). L'organisation des espèces se traduit différemment selon la nature de la strate et la largeur des bandes; ainsi l'organisation débute par

des associations entre espèces, espèces-relevés de centre ou de bordure de bandes pour évoluer en séquence d'espèces-relevés vers un gradient coenocline. Différents éléments contribuent à l'organisation des espèces tels les modalités de reproduction-colonisation et développement des espèces, les relations intra et interspécifiques et les facteurs environnementaux. Parmi ces facteurs, la lumière est sans doute l'un des éléments majeurs contribuant au développement des espèces et à ce titre, la largeur de bande affecte la quantité de lumière reçue au centre et en bordure des bandes.

Les données des graphiques de densité, n'apportent pas de réponses précises sur l'effet des bandes. Il est suggéré, que de fortes variations de valeur peuvent être expliquées par l'aggrégation des espèces en groupe de tolérance, le caractère très ubiquiste de certaines espèces; de plus le dénombrement des sujets d'espèces issu de la reproduction végétative peut avoir influencé les variations de valeurs. En dernier lieu, le couvert des strates supérieures (pourcentage de couverture) peut constituer une variable qui influence la reproduction, la colonisation de sujets des strates inférieure et intermédiaire. Finalement même si les dernières données sur l'âge des sujets témoignent que la régénération s'est établie après la coupe, il n'est pas possible de reconstituer avec certitude le patron de reproduction-colonisation des espèces établies après la coupe (selon la méthode employée).

Ainsi, tenant compte cette problématique, et des perspectives futures d'étude de la régénération forestière, il est suggéré de procéder à un échantillonnage de données qui servirait de base à la reconstitution du patron de colonisation-reproduction et développement des espèces dans le corridor de coupe.

Cet échantillonnage de type temporel pourrait s'échelonner durant quelques années suivant la première année de coupe et viserait à évaluer outre les variables déjà étudiées, les facteurs suivants: évaluer l'âge des sujets à l'année près, la croissance des sujets d'espèces et effectuer des tests d'intensité lumineuse à chacune des strates le long des différentes bandes.

Les résultats de cette étude indiquent que tous les corridors de coupe sont suffisamment régénérés et que la bande de 30 mètres s'avère la largeur de coupe où la diversité spécifique est la plus élevée parmi les trois corridors de coupe étudiés.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abugov, R. (1982). Species diversity and phasing of disturbance. Ecology, 63, 289-293.
- Auclair, A.N. et G. Cottam (1971). Dynamics of black cherry (*Prunus serotina* Erhr.) in southern Wisconsin forests. Ecological Monographs, 41, 153-177.
- Ballard, J.T. (1978). Fluxes of Water and energy through the Pine Barrens ecosystems. Dans Forman, R.T.T. ed Pine Barrens: Ecosystem and Landscape. Academic Press, New-York, 133-146.
- Baker, R. (1956). Rapport géologique des régions Aylwin-Caywood. Département des Mines, Gouvernement du Québec.
- Bates, G.H. (1937). The vegetation of wayside and hedgerow. Journal of Ecology, 25, 469-481.
- Baudry, J. et F. Baudry - Burel, (1982). La mesure de la diversité spécifique. Utilisation dans les évaluations d'impact, Acta Oecologica, Oecologia Applicata, 3, 177-190.
- Bazzaz, F.A. (1983). Characteristics of population in relation to disturbance in natural and modified ecosystems. Dans Disturbance and Ecosystems, H.A. Money and M. Godron eds; Springer-Verlag, Berlin and New-York.
- Beguín, H. (1979). Méthodes d'analyse géographique quantitative. Paris
- Boivin, J.L. (1985). Coupes par bandes dans des peuplements de feuillus - résultats après 14 ans, Forestry chronicle, 229-232.
- Boring, L.R., C.D. Monk et W.T. Swank, (1981). Early regeneration of a clear-cut southern Appalachian forest. Ecology, 62, 1244-1253.
- Brokaw, N.V.L. (1985). Treefalls, regrowth and community structure in tropical forests. Dans The ecology of natural disturbance and patch dynamics, S.T.A. Pickett et P.S. White, eds., Academic Press, London.

- Canada, (1982.a), Environnement Canada, Atmospheric Environment Service. Bright Sunshine\ Normales climatiques in Canada 1951-80 - Insolation effective. Volume 7, Donsview, Ontario.
- (1982.b) Canadian Climatic Normals 1951-80- Degree Days Normales Climatiques du Canada 1951-80 - Degrés jours. Volume 4, Donsview, Ontario.
- (1982.c) Canadian Climatic Normals 1951-80- Frost\ Normes climatiques au Canada 1951-80- Gel. Volume 6 Donsview, Ontario.
- (1982.d) Canadian Climatic Normals 1951-80- Temperature and Precipitaion, Québec\ Normales climatiques au Canada 1951-80- Températures et précipitations, Québec. Donsview, Ontario.
- Geological survey, (1987). Quaternary Geology of the Ottawa Region of Ontario and Quebec, préparé par R.J. Fulton.
- (1974). Energie, Mines et Ressources, Survey and Mapping Branch. Carte topographique échelle 1:50000. Ottawa.
- (1988). Energie, Mines et Ressources . Photothèque Nationale, photographie aérienne, échelle 1:10000. Ottawa.
- Canham, C.D.W. (1984). Canopy recruitment in shade tolerant trees: The response of *Acer saccharum* and *fagus grandifolia* to canopy openings. Ph. D. Dissertation. Cornell University, New-York.
- Canham, C.D. et P.L. Marks (1985). The response of woody plants to disturbance: Patterns of establishment and growth. Dans The ecology of natural disturbance and patch dynamics, S.T.A Pickett et P.S. White, eds., Academic Press, London.
- Carson, M. (1987). De l'apprentissage à la pratique en régénération naturelle des peuplements feuillus. Compte-rendus du colloque organisé par le service de transfert de technologie. Ministère de l'Energie et des Ressources (secteur forêt) Hull, Québec, 89-104.

- Chapman, D. (1988). Impact of alpine ski trail corridors on a beech-maple forest community Mont Ste-Marie, Québec: Spatial variation of edge effects. Thèse de maîtrise, Université d'Ottawa.
- Connell, J.H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science, Washington, D.C., 199, 1302-1310.
- Connell, J.H. et R.O. Slater (1977). Mécanismes de succession in natural communities and their role in community stability and organisation. American Naturalist, 111, 1119-1144.
- Cottam, G. et J.T. Curtis (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37, 451-460.
- Crow, E.L., F.A. Davis et M.W. Maxfield (1960). Statistics Manual, Dover Publications, Inc. New-York, 66-65.
- Dale, D. et T. Weaver (1974). Trampling effects on vegetation of the trail corridors of north Rocky Mountain forests. Journal of Applied Ecology, 11, (2), 767-772.
- Denslow, J.S. (1980 b). Patterns of plant species diversity during succession under different disturbance regimes. Oecologia, 46, 18-21.
- Denslow, J.S. (1985) Disturbance - mediated coexistence of a species. Dans The ecology of natural disturbance and patch dynamics, S.T.A. Pickett et P.S. White, eds., Academic Press, London, 307-323.
- Flaccus, E. (1959). Revegetation of landslides in the White Mountains of New Hampshire. Ecology, 40, 692-703.
- Forcier, L.K. (1975). Reproductive strategies and co-occurrence of climax tree species. Science, 189, 808-810.
- Forman, R.T.T. (1981). Interaction Among Landscape Elements: A core of Landscape Ecology. Dans Tjallingii, S.P. et A.A. de Veer dir., Perspectives in Landscape Ecology, Wageningen, Puboc, 35-48.

- Forman, R.T.T. (1983). Corridors in landscape: their ecological structure and function, Ekologia (CSSR) Vol.2,3, 375-387.
- Forman, R.T.T. et M. Godron (1981). Patches and structural components for a landscape ecology, Proc. Int. Congr. Landscape Ecol 1981, Ved Loven, Puboc Publ. Wageningen, the Netherlands, 35-48.
- Forman, R.T.T. et M. Godron (1983). Landscape modification and changing ecological characteristics. Dans Disturbance and Ecosystems, components of reponse, Edited by H.A. Mooney, and M. Godron, 12-28.
- Forman, R.T.T. et M. Godron (1986). Landscape Ecology, John Wiley and Sons, New-York.
- Godron, M. (1984). Abrégé d'écologie de la végétation terrestre. Masson, Paris.
- Goldsmith, F.B. et C.M. Harrison (1976). Description and analysis of vegetation. Dans Methods in plant ecology, ed. S.B. Chapman, Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.
- Grandtner, M.M. (1966). La végétation forestière du Québec méridional. Les Presses de l'Université Laval, Québec.
- Greig-Smith, P. (1983). Quantitative plant ecology. Third Edition Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.
- Grubb, P.J. (1977). The maintenance of species - richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc. 52, 107-145.
- Harmon, M.E. , S.P. Bratton et P.S.White (1983). Disturbance and vegetation response in relation to environmental gradients in the Great Smoky Mountains. Vegetatio, 55, 129-139.
- Hastings, A. (1980). Disturbance, coexistence, history and competition for space. Theoretical Population Biology, 18, 363-373.

- Hessing, M.B. et al. (1982). Early secondary succession of a pinyon - juniper woodland in a northern Arizona powerline corridor. The South western Naturalist, 27 (1) , 1-9.
- Hills, G.A. (1974). A philosophical approach to landscape planning, Landscape Planning, 1, 339-371.
- Hill, M.O. (1973). Reciprocal averaging: and eigenvector method of ordination. Journal of Ecology, 61, 237-240.
- Horn, H.S. (1981). Some causes of variety in patterns of secondary succession. Dans Forest Succession: Concepts and Application. D.C. West, H.H. Shugart, et D.B. Botkin, eds., Springer. Verlag, Berlin and New-York, 24-35.
- Johnson, H.B., et al . (1983). Productivity, diversity and stability relationships in Mojave Desert roadside vegetation, Bulletin of the Torrey Botanical Club, Vol 102,3, 106-115.
- Jones, E.W. (1945). The structure and reproduction of the virgin forest in the north temperature zone. New Phytologist, 44, 130-148.
- Kramer, P.J. (1943). Amount and duration of growth of various species of tree seedlings. Plant Physiology, 18, 239-251.
- Kretz, R. (1977). Rapport géologique de Fort-Coulonge, Otter Lake et territoire de Kazabazua, dans les districts électoraux du Pontiac-Témiscamingue et de Gatineau. Ministère des Richesses Naturelles, Gouvernement du Québec.
- Lajoie, P.G. (1962). Etude pédologique des comtés de Gatineau et de Pontiac. Québec. Service de recherche du Ministère de l'Agriculture du Canada, Ministère de l'Agriculture du Québec et Collège Macdonald, Université Mc Gill.
- Lapointe, P.L. (1990). Au coeur de la Basse-Lièvre, La ville de Buckingham , de ses origines à nos jours, 1824-1990. Ville de Buckingham, Buckingham.
- Laurin, F.A. (1969). Carte géologique du Québec. Ministère

des Richesses Naturelles, Gouvernement du Québec.

Legendre, L. et P. Legendre (1983). Ecologie numérique. New-York, Elsevier.

Levin, S.A. et R.T. Paine (1974). Disturbance, patch formation and community structure Proceeding of National Academy of Science, U.S.A. 71, 2744-2747.

Logan, K.T (1965). Growth of tree seedlings as affected by light intensity. White birch, yellow birch, sugar maple and silver maple. Canadian forestry Branch Department Publication, no 1121, 5-16.

Ludwing, J.A. et al. (1977). An evaluation of transmission line constructin on pinion -juniver woodland and grassland communities in New-Mexico. Journal of Environmental Management, 5, 127-137.

Majcen, Z. (1978). Carte écologique de la forêt expérimentale de Gâtineau. Ministère de l'Énergie et des Ressources , Service de la recherche.

Majcen, Z. et al. (1980). Description écologique et cartographie des groupements forestiers du lac Usborne, du lac Findlay et du lac Doley dans la région administrative de l'Outaouais. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources , Service de la recherche forestière, rapport numéro 199.

Malanson, G.P. (1984). Intensity as a third factor of disturbance regime and its effect on species diversity. Oikos, 43 (3), 411-413.

Marie-Victorin, Frère (1964). Flore Laurentienne. Montréal, Presses de l'Université de Montréal.

Marks, P.L. et F.H. Bormann (1972). Revegetation following forest cutting: Mecanisms for reaturn to steady-state nutrient cycling . Science, (Washington, D.C.), 176, 914-915.

Marks, P.L. (1974). The role of pine cherry (*Prunus Pensylvanica* L.) in the maintenance of stability in northern hard wood ecosystems. Ecology Monographs, 44, 73-88.

- Marks, P.L. (1975). On the relation between extension growth and successional status of deciduous trees of the northeastern United States. Bulletin of Torrey Botanical Club, 102, 172-177.
- Métro, A. (1975). Dictionnaire forestier multilingue, terminologie forestière, Association française des eaux et forêts, Conseil international de la langue française.
- Miller, T.E. (1982). Community diversity and interactions between the size and frequency of disturbance. American Naturalist, 120, 533-536.
- Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, (1989). Rapport de travaux sylvicoles, projet no 721-88-143, Québec, 2-4.
- Minkler L.S., et J. Woerheide (1965). Reproduction of Hardwood 10 years after cutting as affected by site an opening site. Journal of forestry, 103-107.
- Nakashizuka, T. (1983). Regeneration process of climax Beech (Fagus Crenata Bume) Forests 111. Structure and Development process of sapling populations in different aged gaps. Japanese Journal of Ecology, 33, 409-418.
- Niering, W.A. et R.H. Goodwin (1974). Creation and relatively stable shrublands with herbicide : Arresting "succession" on rights of way and pastureland, Ecology, 55, 784-785.
- Oliver, C.D. et E.P. Stephens (1977). Reconstruction of a mixed species forest in central New-England. Ecology 58, 562-572.
- Oliver, C.D. (1981). Forest development in North America following major disturbances. Forest Ecology and Management ,3, 153-168.
- Phipps, M. (1981). Entropy and community pattern analysis Dans, Tjallingii, S.P. et A.A. de Veer. dir., Perspectives in Landscape Ecology, Wageningen, Public, 57-64.

- Phipps, M. (1992). Analyse de l'information pour les bases de données géographiques. Notes du cours GEG 5924, Université d'Ottawa.
- Phipps, M. (1985). Théorie de l'information et problématique du paysage. Dans, Berdoulay, V. et M. Phipps. dir., Paysage et système, de l'organisation écologique à l'organisation visuelle Editions de l'Université d'Ottawa, 57-74.
- Pickett, S.T.A. et P.S. White, (1985). The ecology of natural disturbance and patch dynamics, Academic Press, London.
- Pollard, E., M.D. Hooper et N.W. Moore (1974). Hedges, W. Collins Ltd, London.
- Québec, (1984). Énergie et Ressources, Photocartotheque, photographie aérienne échelle 1:15000. Québec.
- (1990). Ministère de l'Energie et des Ressources, Petite flore forestière du Québec. Les publications du Québec, 2<sup>e</sup> édition, Québec.
- (1983). Énergie et Ressources. Service des techniques de l'Aménagement, Division des travaux sylvicoles, Normes des traitements sylvicoles. Québec.
- (1986). Ministère de l'Energie et des Ressources. Projet Forêt Gatineau, carte des coupes par bandes, blocs 1,2,3,4.
- Ranney, J.W., M.C. Bruner et J.B. Levenson (1981). The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. Dans Forest Island Dynamics in Man - Dominated Landscape, ed. R.L. Burgess and, D.M. Sharpe, New-York: Springer - Verlag, 67-95.
- Reiners, W.A. (1983). Disturbance and basic properties of ecosystems energetics . Dans Disturbance and Ecosystems: Components of Response, H.A. Money and Godron , eds. Springer-Verlag, Berlin et New-York, 83-98.
- Rowe, J.S. (1972). Forest regions of Canada. Publication no 1300. Ottawa, Département of the Environment, Canadian Forestry Service.

- Runkle, J.R. (1981). Gap regeneration in some old-growth forest of the eastern United States. Ecology, 62, 1041-1051.
- Runkle, J.R. (1984). Development of woody vegetation in tree fall gaps in a beech-sugar maple forest. Holarctic Ecology, 7, 157-164.
- Runkle, J.R. (1985). Disturbance regimes in temperate forests. Dans The ecology of natural disturbance and patch dynamics, S.T.A. Pickett et P.S. White, eds. Academic Press, London.
- Saint-Girons, H. et R. Duguay, (1976). Les reptiles du bocage dans Les bocages: Histoire, Ecologie, Economie. Université de Rennes, Rennes, France, 347-349.
- Sanders, L. (1990). L'analyse des données appliquée à la géographie. Reclus, Montpellier.
- Sheen, J.N. (1976). Regeneration and survival of woody species in a naturally -created forest opening. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 103, 259-265.
- Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms, Ecology, 16, 284-307.
- Thibault, M., Z. Majcen, J.L. Brown, L. Carrier. (1983). Description de l'état de la forêt selon la carte de localisation des principaux problèmes forestiers du Québec. Dans, Le secteur forestier: recherche et développement. Préparé par le groupe de travail pour la préparation d'un rapport de conjoncture sur la recherche et le développement dans le secteur forestier au Québec. Communications, Québec, Québec.
- Trimble, G.R. et E.H. Tryon (1966). Crown encroachment into openings cut in Appalachian hardwood stands. Journal of Forestry, 62 104-108.
- Troll, C. (1968). Landshaftskologie, dans Tuxen R (ed) Pflanzensoziologie and Landshaftskologie, Junk, Den Haag ,1-21.
- Tryon, E.H. et G.R. Trimble (1969). Effect of distance from

stand border on height of hardwood reproduction in openings. Proceeding of West Virginia Academy of Science, 41, 125-133.

Turberville, H.W. et A.F. Hough (1939). Errors image counts of suppressed trees. Journal of Forestry, 37, 417-418.

Whales, B.A. (1972). Vegetation analysis of north and south edges in a mature oak - hickory forest. Ecological Monographs, 42, 451-471.

White, S.T.A. (1979). Pattern, process and natural disturbance in vegetation. Botanical Review, 45, 229-299.

Williams, W.T., J.M. Lambert et G.N. Lance, (1966). Multivariate methods in plan ecology, V: Similarity analysis and information analysis. Journal of Ecology, 54, 427-445.

## APPENDICE 1

## VARIABLES ET MESURES DÉRIVÉES

## VARIABLES

## Stratification verticale

1. Exprime la manière dont les espèces sont organisées les unes par rapport aux autres; résulte de l'observation que dans une forêt, l'appareil végétatif aérien des arbres, arbustes et plantes herbacées occupe le maximum de place à des hauteurs différentes.

2. La structure verticale de la végétation forestière non perturbée est décrite en quatre strates principales: arborescente, arbustive, herbacée et muscinale. Dans le cas de coupes en bandes du présent secteur d'étude, cette classification ne tient plus; suite à l'analyse de la structure verticale de la végétation que présente le site et au point (1), les niveaux de hauteur des strates s'apparentent au modèle de classification de Kucchler (1966).

## Tolérance (à l'ombre)

C'est l'aptitude des arbres d'une espèce à pousser à l'ombre

de d'autres espèces (MER,1983).

### Age

C'est le temps qui s'est écoulé depuis la germination de la graine (ou le débourrage du bourgeon, de la bouture ou du drageon. (dictionnaire forestier, multilingue, 1975).

L'âge est déterminé de deux façons:

1. compter le nombre total d'anneaux annuels de croissance (Turberville et Hough, 1939)
2. compter le nombre cumulatif de rides de bourgeons (Nakashizuka, 1983)

### Mode de reproduction

Action par laquelle une chose renaît.

1. reproduction sexuée implique les organes de reproduction (gamète)
2. reproduction asexuée: par voie végétative (drageon, marcotte, rejet)

## MESURES DÉRIVÉES

**Densité absolue**

Réfère au nombre d'individus par unité de territoire (Goldsmith et Harrison, 1976).

**Densité relative**

C'est un pourcentage du nombre d'individus de l'espèce en relation au nombre d'individus de toutes les espèces (Goldsmith et Harrison, 1976).

**Abondance relative**

C'est le nombre d'individus de l'espèce qui occupent une unité de territoire en relation avec le nombre total d'individu de toutes les espèces.

**Diversité**

Mesure la composition des espèces d'un écosystème et terme du nombre d'espèces et de leur abondance relative (Legendre et Legendre, 1983).

La formule de Shannon est utilisée parce qu'elle constitue une mesure basée originalement sur le calcul de l'information.

$$1) H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

Cette fonction logarithmique est utilisée comme expression

de la notion d'information et la valeur de  $p$  est assimilée à la probabilité. La formule sera simplifiée pour utiliser les fréquences des différents événements (note de cours, Phipps, 1992) ; elle se traduit par :

$$2) H = (A) = 1 \left[ N \ln N - \sum_{j=1}^m f_j \ln f_j \right]$$

Appliquée aux relevés d'abondance d'espèces, la fonction exprime la structure de l'échantillon; ainsi, plus forte est la structure de dominance, moins l'échantillon sera diversifié pour un nombre donné d'espèces. La diversité augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces. Pour un nombre donné d'espèces,  $H$  est maximum quand toutes les espèces sont également représentées dans l'échantillon (Legendre et Legendre, 1983).

#### Test de détection d'une tendance des valeurs

La tendance est en quelque sorte une relation parmi les valeurs qui peuvent (les valeurs ne sont pas indépendantes) être représentées dans un graphique. Quoique définie pour les valeurs moyennes, la formule a été utilisée pour des valeurs ponctuelles.

La formule de la variation pour les valeurs dans l'échantillon  $K$  est :

$$S^2 = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^K (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

$\bar{X}$  est la moyenne de l'échantillon  $K$  des moyennes ( dans ce cas-ci  $K$  des valeurs )

$\bar{X}_i$  est la moyenne de l'échantillon ( dans ce cas-ci la valeur )

$S^2$  inclura l'effet d'une tendance si cette dernière est présente. Une estimation de la variance qui réduit l'effet de la tendance est:

$$o^2 = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} ( \bar{X}_i + 1 - (\bar{X}_i)^2 )$$

$o^2 \ S^2$  est calculé pour tester si la tendance des valeurs est présente; le résultat est comparé avec la valeur critique appropriée de  $o^2 \ S^2$  (pour une limite de confiance de 0,95).

Si la valeur trouvée de  $o \ S$  est plus faible que la valeur critique de  $K$  ( à 95% de limite de confiance) pour  $o^2 \ S^2$ , il existe donc une tendance significative des valeurs.

## MÉTHODES D'ANALYSE MULTIVARIÉE

**Analyse des correspondances**

L'analyse des correspondances est une méthode d'ordination des données qui est particulièrement adaptée à l'étude des tableaux de contingence bidimensionnels (Sanders, 1990). De type non centré avec double standardisation des données, (Greig-Smith, 1983), elle s'applique à priori à des données qualitatives ou semi-quantitatives (Legendre et Legendre, 1983). Les transformations opérées sur les lignes et les colonnes sont parfaitement symétriques. Dans cette méthode, la distance du khi carré ( $X^2$ ) traduit une différence entre les profils en tenant compte de l'ensemble des variables quelque soit leur masse relative; la distance khi carré possède la propriété d'équivalence distributionnelle (Sanders, 1990).

**Le groupement**

C'est une opération de l'analyse multidimensionnelle qui procède à la classification de relevés par le groupement. Cette méthode de groupement est dite

agglomérative - hiérarchique <sup>1</sup>; elle est basée sur l'analyse informationnelle <sup>2</sup>, à groupement centroïde<sup>3</sup>, dans laquelle on permet à chaque étape la fusion de deux relevés qui représentent le plus faible gain de diversité ou d'information (Legendre et Legendre, 1983); on tend alors à minimiser la perte d'information lors de la classification.

---

<sup>1</sup>Regroupe les relevés en classes de moins en moins nombreuses jusqu'à obtenir un seul groupe formé de l'ensemble des relevés (Beguin, 1979).

<sup>2</sup>Utilise le coefficient d'information ou de diversité Shannon transformé  $H(A) = \frac{1}{N} [ N \ln N - \sum_{j=1}^m f_j \ln f_j ]$  pour mesurer la similarité des relevés lors de la classification.

<sup>3</sup>Prend en compte tous les relevés et ne néglige pas la structure interne (abondance relative des espèces) des groupes; il définit la distance entre leurs centroïdes et fusionne, lors de chaque étape, les deux groupes les plus proches (Beguin, 1979)

DONNÉES DE BASE  
ET RÉSULTATS NUMÉRIQUES DE MÉTHODES  
D'ANALYSE UNIVARIÉE ET MULTIVARIÉE

	PAGE
Liste et échelle de tolérance des espèces.....	141
Densité absolue - strate inférieure (bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	142
Densité absolue - strate intermédiaire (bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	143
Densité absolue - strate supérieure (bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	144
Détection d'une tendance des graphiques de densité absolue - bande étroite.....	145
Détection d'une tendance des graphiques de densité absolue - bande moyenne.....	146
Détection d'une tendance des graphiques de densité absolue - bande large.....	147

Densité relative - strate inférieure (bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	148
Densité relative - strate intermédiaire (bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	149
Densité relative - strate supérieure (bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	150
Diversité (selon l'abondance relative des espèces).....	151
Détection d'une tendance des graphiques de diversité.....	152
Abondance relative des espèces - strate inférieure.....	153
Abondance relative des espèces - strate intermédiaire....	154
Abondance relative des espèces - strate supérieure.....	155
Mode de reproduction - âge (selon la stratification pour les bandes de 30 - 60 - 90 mètres).....	156
Analyse des correspondances - strate inférieure.....	157
Analyse des correspondances - strate intermédiaire.....	159
Analyse des correspondances - strate supérieure.....	161
Méthode de groupement de relevés - strate inférieure.....	163

Groupement de relevés ( classement par information mutuelle)  
strate inférieure.....164

Méthode de groupement de relevés - strate intermédiaire..165

Groupement de relevés (classement par information mutuelle)  
strate intermédiaire.....166

Méthode de groupement de relevés - strate supérieure.....167

Groupements de relevés (classement par information mutuelle)  
strate supérieure.....168

LISTE ET ÉCHELLE DE TOLÉRANCE<sup>1</sup> DES ESPÈCES FORESTIÈRES

NOM BOTANIQUE	ABRÉVIATION CODÉE	TOLÉRANCE A L'OMBRE
<u>Abies balsamea (L.) Mill</u>	SAB	Tolérant
<u>Acer pensylvanicum l.</u>	ERP	Tolérant
<u>Acer rubrum L.</u>	ERR	Tolérant
<u>Acer saccharum Marsh.</u>	ERS	Tolérant
<u>Amelanchier laevis Wieg.</u>	AME	Intolérant
<u>Betula alleghaniensis Britt.</u>	BOJ	Peu tolérant
<u>Betula papyrifera Marsh.</u>	BOP	Intolérant
<u>Corylus cornuta Marsh.</u>	COC	Aucune source
<u>Fagus grandifolia Ehrh.</u>	HEG	Tolérant
<u>Fraxinus americana L.</u>	FRA	Peu tolérant
<u>Ostrya virginiana (Mill.)K. Koch</u>	OSV	Tolérant
<u>Picea glauca (Moench) Voss.</u>	EPB	Peu tolérant
<u>Pinus strobus L.</u>	PIB	Peu tolérant
<u>Populus grandidentata Michx.</u>	PEG	Intolérant
<u>Populus tremuloides Michx.</u>	PET	Intolérant
<u>Prunus pensylvanica L.f.</u>	PRP	Intolérant
<u>Prunus serotina Ehrh.</u>	CET	Intolérant
<u>Prunus virginiana L.</u>	PRV	Intolérant
<u>Quercus rubra L.</u>	CHR	Peu tolérant
<u>Tilia americana L.</u>	TIL	Peu tolérant

<sup>1</sup>Adaptée selon les échelles de tolérance du Mer (1983) et de Baker (1949).

DENSITÉ ABSOLUE ( $t_i \backslash m^2$ ): STRATE INFÉRIEURE

(Bandes de 30 - 60 - 90 mètres)

	Tolérant	Peu tolérant	Intolérant
E03	3.60	2.80	0
07	2.00	0.25	0
10	3.00	1.38	0
14	2.12	1.00	0
16	1.12	0.12	0
20	1.12	0.62	0
23	0.50	1.87	0
27	3.00	0.50	0.37
$\Sigma$	16.46	8.54	0.37
M	2.06	1.07	0.05
M03	1.87	2.37	0
07	0.75	0	0
13	1.37	1	0
17	1.75	1.62	0
23	1.00	1.37	0
27	1.75	0.37	0
30	1.50	3.00	0
34	1.50	3.12	0
38	0.62	1.12	0
42	0.62	1.37	0
45	2.00	1.25	0
49	2.62	1.37	0
53	0.87	1.37	0
57	1.37	1.75	0.25
$\Sigma$	19.59	21.08	0.25
M	1.40	1.51	0.03
L03	4.12	5.00	0
07	2.87	3.75	0
15	1.62	0.12	0
19	2.62	0.25	0
25	0.87	1.62	0
29	1.62	0.75	0
38	3.37	0.62	0
42	3.12	2.62	0
45	3.75	2.75	0
49	3.37	1.50	0
53	1.75	3.12	0
57	2.37	2.37	0
63	2.12	3.25	0
67	1.62	1.75	0
73	0.87	1.50	0
77	1.25	3.12	0
83	0.75	2.00	0
87	2.00	2.12	0
$\Sigma$	40.06	38.21	0
M	2.23	2.12	0

E = Bande de 30 mètres

M = Bande de 60 mètres

L = Bande de 90 mètres

DENSITÉ ABSOLUE ( $\text{t}\cdot\text{m}^{-2}$ ): STRATE INTERMÉDIAIRE

(Bandes de 30 - 60 - 90 mètres)

	Tolérant	Peu tolérant	Intolérant
E03	2.40	0	0
07	1.30	0.62	0
10	1.25	1.75	0
14	2.12	4.25	0.12
16	0.50	1.37	0
20	3.37	0.37	0.12
23	0.62	1.25	0.12
27	1.12	1.00	0
$\Sigma$	12.68	10.61	0.36
M	1.59	1.33	0.05
M03	3.12	0.37	0
07	0.12	0.12	0
13	1.37	0	0.12
17	1.12	0.25	0.25
23	0.12	0	0.50
27	0.87	0.25	0.12
30	1.62	1.25	0.12
34	1.50	0.50	0
38	2.25	0	0
42	0.75	0.12	0
45	2.12	0.50	0.75
49	2.62	0.87	0
53	1.37	0.12	1.62
57	2.00	0	0.25
$\Sigma$	20.95	4.35	3.73
M	1.50	0.31	0.27
L03	5.37	0.25	0
07	3.37	1.87	0.12
15	2.37	0.25	0.12
19	1.37	0.37	0
25	1.87	1.00	0.12
29	5.00	0.25	0
38	1.75	1.12	0.50
42	3.37	0.62	0.50
45	1.12	0.87	0.50
49	3.50	1.50	0
53	2.50	1.25	0
57	2.75	0.50	0
63	1.50	1.50	0.25
67	1.12	1.00	0
73	2.00	0.37	1.12
77	1.50	0.25	0.25
83	1.75	0.75	0
87	3.37	0.50	0
$\Sigma$	45.58	14.22	3.48
M	2.53	0.79	0.19

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

DENSITÉ ABSOLUE ( $\text{t}\cdot\text{m}^{-2}$ ): STRATE SUPÉRIEURE

(Bandes de 30 - 60 - 90 mètres)

	Tolérant	Peu tolérant	Intolérant
E03	1.13	0	0
07	1.12	0.12	0
10	1.50	0	0.25
14	0.62	0.37	0
16	1.37	0.62	0
20	0.75	0.62	0.50
23	0.50	0.37	0.62
27	0.50	0.12	0.37
$\Sigma$	7.49	2.22	1.74
M	0.94	0.28	0.22
M03	0.12	0	0.12
07	0.25	3.00	0.50
13	0.75	1.87	1.25
17	1.25	1.00	0.62
23	0.25	0.12	0.37
27	2.00	0.50	0
30	1.62	0.25	0.50
34	0.25	0	0.75
38	1.12	0	0.50
42	1.75	0.87	1.12
45	0.62	0.12	0.25
49	1.37	0	1.12
53	0.37	0	1.00
57	1.62	0	0.50
$\Sigma$	13.34	7.73	8.60
M	0.95	0.55	0.61
L03	0.87	0.37	0
07	1.00	0	0.25
15	1.37	0	0.25
19	1.87	0.62	0.50
25	1.62	0.37	0.37
29	1.75	0	1.25
38	0.87	1.25	0.50
42	1.25	0	1.37
45	0.75	0.12	0.50
49	1.00	0	0.25
53	1.12	0.25	0.62
57	1.12	0	1.12
63	0.12	0	1.50
67	0.75	0	0.50
73	0.75	0	0.62
77	0.37	0	0.87
83	0.75	2.00	0.37
87	0	0.12	0.87
$\Sigma$	17.21	5.10	17.71
M	0.96	0.28	0.98

E = Bande de 30 mètres

M = Bande de 60 mètres

L = Bande de 90 mètres

<u>Strate</u>	<u>Groupe de tolérance</u>	<u>nombre de valeurs</u>	<u>+Valeurs d'expérimentation</u>	<u>* seuil de signification</u>	<u>tendance</u>
Inférieure	T	8	1.4339	0.9825	N.S.
	P	8	2.1226	0.9825	N.S.
	I	8	1.1426	0.9825	N.S.
Intermédiaire	T	8	3.1020	0.9825	N.S.
	P	8	1.5018	0.9825	N.S.
	I	8	2.1333	0.9825	N.S.
Supérieure	T	8	1.7649	0.9825	N.S.
	P	8	0.7757	0.9825	SIG.
	I	8	0.9924	0.9825	N.S.

T Tolérant  
P Peu tolérant  
I Intolérant  
N.S. Non significatif  
SIG Significatif  
\* Valeur théorique  
+  $\delta^2/S^2$

Détection d'une tendance des graphiques de densité absolue - bande étroite

<u>Strate</u>	<u>Groupe de tolérance</u>	<u>nombre de valeurs</u>	<u>+Valeurs d'expérimentation</u>	<u>* seuil de signification</u>	<u>tendance</u>
Inférieure	T	14	2.1163	1.1816	N.S.
	P	14	1.9705	1.1816	N.S.
	I	14	1.0769	1.1816	SIG.
Intermédiaire	T	14	1.9592	1.1816	N.S.
	P	14	1.6637	1.1816	N.S.
	I	14	2.2513	1.1816	N.S.
Supérieure	T	14	2.1787	1.1816	N.S.
	P	14	1.2987	1.1816	N.S.
	I	14	1.9705	1.1816	N.S.
T	Tolérant				
P	Peu tolérant				
I	Intolérant				
N.S.	Non significatif				
SIG	Significatif				
*	Valeur théorique				
+	$\delta \sqrt{S^2}$				

Détection d'une tendance des graphiques de densité absolue - bande moyenne

<u>Strate</u>	<u>Groupe de tolérance</u>	<u>nombre de valeurs</u>	<u>+Valeurs d'expérimentation</u>	* <u>seuil de signification</u>	<u>tendance</u>
Inférieure	T	18	0.9526	1.2660	SIG.
	P	18	1.1711	1.2660	SIG.
	I	les valeurs sont nulles			
Intermédiaire	T	18	1.7410	1.2660	N.S.
	P	18	2.3883	1.2660	N.S.
	I	18	1.8378	1.2660	N.S.
Supérieure	T	18	0.9117	1.2660	SIG.
	P	18	2.3698	1.2660	N.S.
	I	18	1.6820	1.2660	N.S.

147

T Tolérant  
P Peu tolérant  
I Intolérant  
N.S. Non significatif  
SIG Significatif  
\* Valeur théorique  
+  $\delta^2/S^2$

Détection d'une tendance des graphiques de densité absolue - bande large

## DENSITÉ RELATIVE (%) STRATE INFÉRIEURE

(Bandes de 30 - 60 - 90 mètres)

	Tolérant	Peu tolérant	Intolérant
E03	56	44	0
07	89	11	0
10	68	32	0
14	68	32	0
16	90	10	0
20	64	36	0
23	52	48	0
27	77	13	10
M03	44	56	0
07	100	0	0
13	58	42	0
17	52	48	0
23	42	58	0
27	82	18	0
30	33	67	0
34	22	78	0
38	36	64	0
42	31	69	0
45	62	38	0
49	66	34	0
53	39	61	0
57	41	52	7
L03	45	55	0
07	43	57	0
15	93	7	0
19	91	9	0
25	35	65	0
29	68	32	0
38	84	16	0
42	54	46	0
45	58	42	0
49	69	31	0
53	36	64	0
57	50	50	0
63	40	60	0
67	48	52	0
73	37	63	0
77	29	71	0
83	27	73	0
87	48	52	0

E = Bande de 30 mètres

M = Bande de 60 mètres

L = Bande de 90 mètres

DENSITÉ RELATIVE (%) STRATE INTERMÉDIAIRE  
(Bandes de 30 - 60 - 90 mètres)

	Tolérant	Peu tolérant	Intolérant
E03	100	0	0
07	67	33	0
10	42	58	0
14	33	65	2
16	27	73	0
20	87	10	3
23	31	63	6
27	53	47	0
M03	89	11	0
07	50	50	0
13	92	0	6
17	69	15	16
23	19	0	81
27	70	20	10
30	54	42	4
34	75	25	0
38	100	0	0
42	86	14	0
45	63	15	22
49	75	25	0
53	44	4	52
57	89	0	11
L03	96	4	0
07	63	35	2
15	86	9	5
19	79	21	0
25	63	33	4
29	95	5	0
38	52	33	15
42	75	14	11
45	45	35	20
49	70	30	0
53	67	33	0
57	85	15	0
63	46	46	8
67	53	47	0
73	57	11	32
77	75	12	13
83	70	40	0
87	87	13	0

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

## DENSITÉ RELATIVE (%) STRATE SUPÉRIEURE

(Bandes de 30 - 60 - 90 mètres)

	Tolérant	Peu tolérant	Intolérant
E03	100	0	0
07	90	10	0
10	86	0	14
14	63	37	0
16	69	31	0
20	40	33	27
23	33	25	42
27	50	13	37
M03	50	0	50
07	7	80	13
13	19	48	33
17	43	35	22
23	34	16	50
27	80	20	0
30	68	11	21
34	25	0	75
38	69	0	31
42	46	23	31
45	64	12	24
49	55	0	45
53	27	0	73
57	76	0	24
L03	70	30	0
07	80	0	20
15	85	0	15
19	63	21	16
25	68	16	16
29	58	0	42
38	33	44	23
42	48	0	52
45	54	9	37
49	80	0	20
53	56	13	31
57	50	0	50
63	8	0	92
67	60	0	40
73	54	0	46
77	30	0	70
83	24	64	12
87	0	13	87

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

**DIVERSITÉ**  
(Selon l'abondance relative des espèces)

	Strate inférieure	Strate intermédiaire	Strate supérieure
E05	0.40	0.65	0.63
12	0.54	0.81	0.86
18	0.50	0.80	0.82
25	0.83	0.89	0.91
	$\Sigma$	3.15	3.22
	M	0.79	0.81
M05	0.56	0.66	0.75
15	0.53	0.82	0.91
25	0.53	0.81	0.75
32	0.40	0.69	0.66
40	0.60	0.77	0.77
47	0.29	0.60	0.58
55	0.50	0.85	0.53
	$\Sigma$	5.20	4.84
	M	0.74	0.69
L05	0.49	0.58	0.56
17	0.30	0.52	0.63
27	0.51	0.58	0.68
40	0.49	0.76	0.66
47	0.38	0.62	0.55
55	0.49	0.67	0.66
65	0.35	0.70	0.55
75	0.38	0.56	0.65
85	0.70	0.52	0.57
	$\Sigma$	5.51	5.51
	M	0.61	0.61

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

<u>Bande</u>	<u>Strate</u>	<u>nombre de</u> <u>valeurs</u>	<u>+Valeurs d'</u> <u>expérimentation</u>	<u>* seuil de</u> <u>signification</u>	<u>tendance</u>
Etroite	Inférieure	4	2.1263	0.7805	N.S.
	Intermédiaire	4	1.1239	0.7805	N.S.
	Supérieure	4	1.3942	0.7805	N.S.
Moyenne	Inférieure	4	2.8972	0.9359	N.S.
	Intermédiaire	4	2.6146	0.9359	N.S.
	Supérieure	4	0.7172	0.9359	SIG.
Large	Inférieure	4	2.0146	1.0244	N.S.
	Intermédiaire	4	1.5304	1.0244	N.S.
	Supérieure	4	2.6128	1.0244	N.S.
N.S. SIG *	Non significatif Significatif Valeur théorique $\delta^2/S^2$				

152

Détection d'une tendance des graphiques de diversité

## ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES - Srate inférieure

	Espèces									
	ERS	ERR	HEG	ERP	CHR	BOJ	OSV	PIB	PRP	PET
E 05	15	14	01		01	01				
12	18	04	02		02	06				
18	19	07	03		01	02				
25	15	13				04				
M 05	12	08	10	01	01					
15	12	13	03	04						
25	13	11	02	06						
32	11	19			01		01			
40	10	15	01	03	01		01	01		
47	03	25	04							
55	10	17	02	02					01	
L 05	08	16	07	01						
17	25	05	01	01						
27	13	14	02	01			02			
40	16	09	06		01					
47	18	12	02							
55	09	17	04			02				
65	07	22		03						
75	10	20	01	01						
85	03	13	03	08	02	02				01

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

## ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES - Srate intermédiaire

Relevés  
(Mètres)

Espèces

	ERS	ERR	HEG	ERP	OSV	PRP	BOJ	CHR	PEG	PET	PRV	COC	TIL	FRA	CET	PIB	BOP	AME
E 05	09	02	06	01	13									01				
12	08	09	03	04	03	01	02								02			
18	12	04	05	02	02	01		01					04	01				
25	06	03	08	03			04			03	02		01		02			
M 05		02	10	12		01	02					05						
15	08	05	06	06	03		01		01		02							
25	05	01	05	10	05	01	01		01			01	02					
32	02	08	06	08	08													
40	08	03	05	08	05	01			02									
47	05	06	15		04			02										
55	05	03	05	07		06			03	01							02	
L 05	02	06	11	12	01													
17	06	02	09		15													
27	11	06	12	02	01													
40	04	06	06	11		01	02			01								01
47	02	07	13	08			01	01										
55	07	07	12	03			02	01										
65	03	09	07	10				01		01						01		
75	03	03	02	19				04		01								
85	03	08	02	18				01										

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES - Srte supérieure

Relevés  
(Mètres)

Espèces

	HEG	ERP	PEG	ERR	ERS	PET	OSV	PRP	PRV	CHR	BOJ	CET	PIB	COC	TIL	EPB	AME
E 05	04	03	01	01	06		16	01									
12	03	07	01	05	07	01	04				02	02					
18	05	03		08	08		02	01				03			02		
25	04	03		04	02	08	02		04		02	03					
M 05	05	06	10	09				01						01			
15	02	04	09	05			04		03		03		01			01	
25	05	03	12	04	04		03			01							
32	01	03	11		03		11		01	02							
40	01	08	07	04			11	01									
47	05		18	02	03		03		01								
55	01		16	02	10			03									
L 05	12	13	03	03	01												
17	01	10	09	07	05												
27	03	12	07	03		06											01
40	05	08	10	04		04								01			
47	02	13	12	01		04											
55	03	11	03	03		11							01				
65	02	04	12			13				01							
75	02	07	08	02		12				01							
85		04	12	07		09											

E = Bande de 30 mètres  
M = Bande de 60 mètres  
L = Bande de 90 mètres

**MODES DE REPRODUCTION - AGE**  
 ( selon la stratification  
 pour les bandes de 30 - 60 - 90 mètres )

Reproduction

	Strate inférieure			Strate intermédiaire			Strate supérieure		
	S.	R.	D.	S.	R.	D.	S.	R.	D.
30 mètres	32	0	0	19	12	1	3	19	10
%	100	0	0	59	38	3	9	59	32
60 mètres	50	5	1	35	19	2	14	18	24
%	89	9	2	63	33	4	25	32	43
90 mètres	62	9	1	44	25	3	12	26	34
%	86	13	1	61	35	4	17	36	47

\*Age

\* Seulement cinq sujets de l'échantillonage sont âgés de plus de six ans. Ces sujets ont été retrouvés dans la bande de 60 mètres.

S = Semences  
 R = Rejets  
 D = Drageons

	1	2	3	4
MEG-0.024-0.042 0.849 0.298				
ERP-0.714 1.129 0.096-0.459				
CHR 0.468 0.762 0.131 0.260				
BOJ 1.279 0.854-0.581 0.048				
OSV-0.425-0.588-0.761-0.720				
EDS 0.192-0.130-0.158 0.008				
E12 1.080 0.441-0.201 0.335				
E18 0.586-0.015 0.080-0.042				
E25 0.481 0.061-0.436 0.228				
M05 0.087-0.049 0.830 0.150				
M15-D.225 0.184 0.126-0.210				
M25-0.259 0.422 0.089-0.415				
M32-0.167-0.286-0.355-0.026				
M40-0.273 0.098-0.176-0.202				
M47-0.538-0.313-0.029 0.481				
M55-0.272-0.081-0.055-0.018				
L05-0.246-0.162 0.407 0.251				
L17 0.488-0.170 0.059-0.593				
L27-0.121-0.280-0.175-0.252				
L40 0.232-0.189 0.443-0.026				
L47 0.183-0.298 0.018-0.201				
L55 0.017-0.112-0.018 0.392				
L65-0.518 0.033-0.310 0.020				
L75-0.279-0.198-0.203 0.052				
L85-0.429 1.058 0.059 0.074				
1				
ORDINATION FORET GATINEAU:STRATE INFIERIEURE				
ANALYSE DES CORRESPONDANCES				
M				
VALEUR PROPRE	0.16094548E+00	0.10133976E+00	0.84029078E-01	0.68565249E-01
TEST *	0.12940356E+03	0.75877045E+02	0.32200809E+02	
POURCENTAGE	34.58	21.77	18.05	14.73

Analyse des correspondances - strate inférieure

1  
 0 .....  
 ORDINATION FORET GATINEAU:STRATE INFÉRIEURE  
 DIMENSION DU 1 ER ENSEMBLE 20  
 DIMENSION DU 2 ND ENSEMBLE 7  
 NOMBRE DE FACTEURS A EXTRAIRE 4  
 Espèces

0 MATRICE CORRESPONDANCE

	ERS	ERR	HEG	ERP	CHR	BOJ	OSV
E05	15.0	14.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0
E12	18.0	4.0	2.0	0.0	2.0	6.0	0.0
E18	19.0	7.0	3.0	0.0	1.0	2.0	0.0
E25	15.0	13.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0
M03	12.0	8.0	10.0	1.0	1.0	0.0	0.0
M15	12.0	13.0	3.0	4.0	0.0	0.0	0.0
M25	13.0	11.0	2.0	6.0	0.0	0.0	0.0
M32	11.0	19.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
M40	10.0	15.0	1.0	3.0	1.0	0.0	1.0
M47	3.0	25.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M55	10.0	17.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0
L05	8.0	16.0	7.0	1.0	0.0	0.0	0.0
L17	25.0	5.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
L27	12.0	14.0	2.0	1.0	0.0	0.0	2.0
L40	16.0	9.0	6.0	0.0	1.0	0.0	0.0
L47	18.0	12.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L55	9.0	17.0	4.0	0.0	0.0	2.0	0.0
L65	7.0	22.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
L75	10.0	20.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
L85	3.0	13.0	3.0	8.0	2.0	2.0	0.0

1  
 1  
 VALEUR PROPRE = 0.10000E+0  
 0.623E+00 0.655E+00 0.291E+00 0.221E+00 0.125E+00 0.163E+00 0.792E-01  
 5 ITERATIONS  
 DEFLECTION ARRETEE A 500 ITERATIONS  
 COS(V(N).V(N+1)) = 0.99999923E-00

VALEUR PROPRE = 0.16085E+00  
 0.532E+00 -0.513E+00 -0.173E-01 -0.392E+00 0.146E+00 0.521E+00 -0.840E-01  
 500 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.10134E+00  
 -0.177E+00 -0.227E+00 -0.382E-01 0.782E+00 0.300E+00 0.438E+00 -0.146E+00  
 21 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.84029E-01  
 0.300E-01 -0.336E+00 0.953E+00 0.731E-01 0.568E-01 -0.327E+00 -0.208E+00  
 33 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.68565E-01  
 -0.524E+00 0.351E-00 0.331E-00 -0.366E-00 0.124E+00 0.530E-00 -0.218E-00  
 15 ITERATIONS

27 48C00 ORDINATION FORET GATINEAU:STRATE INFÉRIEURE  
 (1A.A3.10F6.3)  
 ERS 0.343-0.091 0.014-0.220  
 ERR-0.314-0.110-0.148 0.140

Analyse des correspondances - strate inférieure

1 ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE INTERMEDIAIRE  
DIMENSION DU 1 ER ENSEMBLE 20  
DIMENSION +U 2 ND ENSEMBLE 12  
NOMBRE DE FACTEURS A EXTRAIRE 4  
Espèces

OMATRICE CORRESPONDANCE

	ERS	ERR	MEG	ERP	OSV	PRP	BOJ	CHR	PET	PEG	YIL	COC
E05	9.0	2.0	6.0	1.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E12	8.0	2.0	3.0	4.0	3.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E18	12.0	4.0	3.0	2.0	2.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	4.0	0.0
E25	6.0	3.0	8.0	3.0	0.0	0.0	4.0	0.0	3.0	0.0	1.0	12.0
M05	6.0	2.0	10.0	12.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
M15	8.0	5.0	6.0	6.0	3.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
M25	5.0	1.0	5.0	10.0	5.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0
M32	2.0	8.0	6.0	8.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M40	8.0	3.0	5.0	8.0	5.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
M47	5.0	6.0	15.0	0.0	4.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M55	5.0	3.0	5.0	7.0	0.0	6.0	0.0	0.0	1.0	3.0	0.0	0.0
L05	2.0	6.0	11.0	12.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L17	6.0	2.0	8.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L27	11.0	6.0	12.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L40	4.0	6.0	6.0	11.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L47	2.0	7.0	13.0	8.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L55	7.0	7.0	12.0	3.0	0.0	8.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0
L65	3.0	9.0	7.0	10.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
L75	3.0	3.0	2.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	0.0	0.0
L85	3.0	6.0	2.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VALEUR PROPRE = 0.10000E+01  
 0.413E+00 0.396E+00 0.482E+00 0.475E+00 0.307E+00 0.137E+00 0.153E+00 0.131E+00 0.105E+00 0.105E+00  
 0.105E+00 0.168E+00  
 6 ITERATIONS  
 DEFLATION ARRETEE A 500 ITERATIONS  
 COS(V(N).V(N+1)) = 0.99999881E+00

VALEUR PROPRE = 0.31170E+00  
 -0.194E+00 -0.267E-01 -0.387E-01 0.228E+00 -0.595E+00 0.409E-01 0.250E+00 0.332E-01 0.253E+00 -0.250E-01  
 0.138E-01 0.651E+00  
 500 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.25005E+00  
 0.165E+00 -0.190E+00 0.909E-01 -0.551E+00 0.440E+00 -0.115E+00 0.165E+00 -0.217E+00 0.844E-01 -0.793E-01  
 0.139E+00 0.558E+00  
 29 ITERATIONS  
 DEFLATION ARRETEE A 500 ITERATIONS  
 COS(V(N).V(N+1)) = 0.9999923E+00

VALEUR PROPRE = 0.16127E+00  
 0.196E+00 -0.187E+00 -0.199E+00 -0.874E-01 -0.651E-01 0.713E+00 -0.370E-01 -0.179E+00 0.812E-01 0.528E+00  
 0.218E+00 -0.273E-01  
 500 ITERATIONS

Analyse des correspondances - strate intermediaire

VALEUR PROPRE = 0.11281E+00  
 -0.394E+00 -0.217E+00 -0.260E+00 0.434E+00 0.535E+00 0.750E-01 -0.517E-01 -0.884E-01 0.779E-01 0.144E+00  
 -0.417E+00 0.199E+00  
 71 ITERATIONS

32 4BC00 ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE INTERMEDIAIRE

(1X.A3.10F6.3)  
 ERR-0.262 0.189 0.190-0.320  
 ERR-0.038-0.240-0.190-0.184  
 HEG-0.045 0.094-0.166-0.181  
 ERP 0.268-0.579-0.074 0.307  
 OSV-1.084 0.718-0.085 0.586  
 PRP 0.166-0.419 2.087 0.184  
 80J 0.911 0.538-0.097-0.113  
 CHR 0.141-0.825-0.548-0.226  
 PET 1.347 0.403 0.311 0.250  
 PEG-0.133-0.379 2.024 0.462  
 TIL 0.074 0.661 0.835-1.336  
 COC 2.163 1.682-0.065 0.399  
 EOS-0.955 0.686-0.068 0.344  
 E12-0.165 0.014 0.054-0.181  
 E18-0.263 0.231 0.422-0.872  
 E25 1.454 1.173-0.024 0.055  
 M05 0.867 0.155-0.106 0.321  
 M15-0.204-0.014 0.067-0.062  
 M25-0.059 0.109 0.341 0.146  
 M37-0.427 0.009-0.265 0.366  
 M40-0.325-0.055 0.408 0.290  
 M47-0.350 0.137-0.320-0.329  
 M55 0.130-0.437 1.489 0.181  
 L05 0.050-0.390-0.277 0.049  
 L17-1.025 0.776-0.157 0.453  
 L27-0.295 0.090-0.099-0.521  
 L40 0.274-0.348 0.001 0.010  
 L47 0.102-0.311-0.338-0.202  
 L55 0.007-0.040-0.230-0.487  
 L65 0.158-0.459-0.263-0.076  
 L75 0.337-0.865-0.281 0.307  
 L85 0.212-0.774-0.246 0.232

ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE INTERMEDIAIRE  
ANALYSE DES CORRESPONDANCES

	1	2	3	4
VALEUR PROPRE	0.31170011E-00	0.25004601E-00	0.16126591E-00	0.1250634E-00
TEST %	0.48382910E-03	0.22141191E-03	0.14937767E-03	15.0
POURCENTAGE	25.12	23.3	15.0	10.5E

Analyse des correspondances - strate intermediaire

1 ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE SUPERIEURE  
DIMENSION DU 1 ER ENSEMBLE 20  
DIMENSION +U 2 ND ENSEMBLE 10  
NOMBRE DE FACTEURS A EXTRAIRE 4

Matrice correspondance  
Espèces

	HEG	ERP	PEG	ERR	ERS	PET	OSV	PRP	PRV	CHR
E05	4.0	3.0	1.0	1.0	6.0	0.0	15.0	1.0	0.0	0.0
E12	3.0	7.0	1.0	5.0	7.0	1.0	4.0	0.0	0.0	0.0
E18	5.0	3.0	0.0	8.0	8.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0
E25	4.0	3.0	0.0	4.0	2.0	8.0	2.0	0.0	4.0	0.0
M05	5.0	6.0	10.0	9.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
M15	2.0	4.0	9.0	5.0	0.0	0.0	4.0	0.0	3.0	0.0
M25	5.0	3.0	12.0	4.0	4.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
M32	1.0	3.0	11.0	0.0	3.0	0.0	11.0	0.0	1.0	2.0
M40	1.0	8.0	7.0	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
M47	5.0	0.0	18.0	2.0	3.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
M55	1.0	0.0	16.0	2.0	10.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
L05	12.0	13.0	3.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L17	1.0	10.0	9.0	7.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L27	3.0	12.0	7.0	3.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L40	5.0	6.0	10.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L47	2.0	13.0	12.0	1.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L55	3.0	11.0	3.0	3.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	1.0
L65	2.0	4.0	12.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	1.0
L75	2.0	7.0	6.0	2.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	1.0
L85	0.0	4.0	12.0	7.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VALEUR PROPRE = 0.10000E+01  
 9 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.445E+00 0.511E+00 0.347E+00 0.282E+00 0.332E+00 0.299E+00 0.107E+00 0.121E+00 0.901E-01  
 0.135E-01 -0.218E-00 -0.590E-01 0.318E-02 0.399E+00 -0.603E+00 0.625E+00 0.172E+00 0.205E-01 0.113E-01  
 VALEUR PROPRE = 0.18171E+00  
 -0.183E+00 -0.336E-01 -0.110E+00 -0.307E+00 -0.393E+00 0.385E+00 0.653E+00 -0.189E+00 0.217E+00 0.188E+00  
 42 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.14796E+00  
 -0.393E+00 -0.469E+00 0.688E+00 -0.218E+00 0.105E+00 0.104E+00 -0.105E+00 0.172E+00 -0.587E-01 0.196E+00  
 51 ITERATIONS  
 VALEUR PROPRE = 0.11242E+00  
 -0.507E-01 -0.379E+00 -0.360E+00 0.165E+00 0.473E+00 0.423E+00 -0.109E+00 0.120E+00 0.516E+00 -0.483E-01  
 37 ITERATIONS

30 48C00 ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE SUPERIEURE  
 (IX.A3.10F6.3)  
 HEG 0.025-0.245-0.462-0.052  
 ERP-0.284-0.033-0.406-0.285  
 PEG-0.069-0.094 0.518-0.236  
 ERR 0.005-0.386-0.242 0.159  
 ERS 0.844-0.610 0.143 0.562  
 PET-1.082 0.520 0.120 0.427

```

OSV 1.255 0.957-0.136-0.122
PRP 0.964-0.817 0.622 0.377
PRV 0.101 0.766-0.187 1.431
CHR 0.075 0.914 0.838-0.180
E05 1.324 0.682-0.283 0.061
E12 0.469-0.238-0.403 0.243
E18 0.532-0.805-0.383 0.563
E25-0.289 0.454-0.366 1.060
M05-0.071-0.491-0.094-0.243
M15 0.224 0.235-0.019 0.136
M25 0.296-0.190 0.221-0.150
M32 0.785 0.709 0.361-0.185
M40 0.628 0.499-0.156-0.402
M47 0.277-0.133 0.517-0.134
M55 0.538-0.791 0.864 0.302
L05-0.150-0.387-0.800-0.373
L17 0.038-0.513-0.068-0.103
L27-0.563 0.012-0.221-0.211
L40-0.391-0.140-0.073-0.246
L47-0.467-0.025 0.020-0.446
L55-0.825 0.234-0.310 0.113
L65-0.835 0.423 0.492 0.120
L75-0.810 0.350 0.176 0.119
L85-0.613 0.050 0.323 0.092

```

ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE SUPERIEURE  
ANALYSE DES CORRESPONDANCES

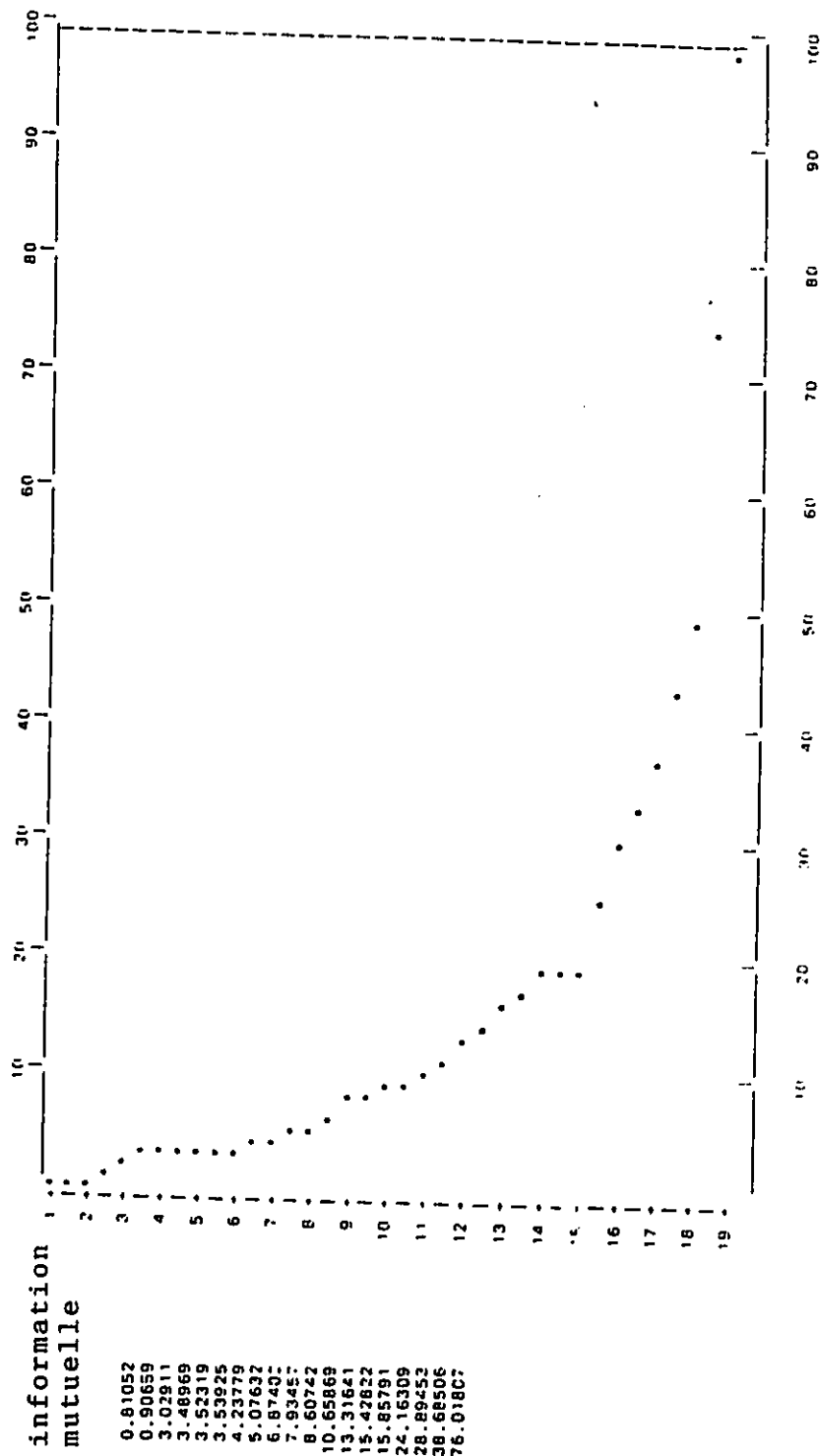
	1	2	3	4
VALEUR PROPRE	0.35569495E+00	0.19170672E+00	0.14795721E+00	0.11241817E+00
TEST =	0.30184058E+03	0.21069894E+03	0.14144936E+03	
POURCENTAGE	34.29	18.48	14.26	10.84

Analyse des correspondances - strate superieure

ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE INFÉRIEURE

TABLEAU DES INDICES DES RELEVÉS

I	N.ES	H.MA.	SH.I.	D.REL	DOM.I
1	5	1.609	1.042	0.647	0.414
2	5	1.609	1.244	0.773	0.375
3	5	1.609	1.145	0.712	0.414
4	3	1.099	0.981	0.893	0.400
5	5	1.609	1.294	0.804	0.303
6	4	1.386	1.216	0.877	0.330
7	4	1.386	1.220	0.880	0.322
8	4	1.386	0.893	0.644	0.473
9	6	1.792	1.275	0.711	0.351
10	3	1.099	0.675	0.614	0.635
11	4	1.386	1.048	0.756	0.413
12	4	1.386	1.134	0.818	0.361
13	4	1.386	0.700	0.505	0.637
14	5	1.609	1.182	0.735	0.365
15	4	1.386	1.126	0.812	0.365
16	3	1.099	0.865	0.787	0.461
17	4	1.386	1.126	0.812	0.381
18	3	1.099	0.812	0.739	0.529
19	4	1.386	0.874	0.630	0.490
20	6	1.792	1.520	0.848	0.270

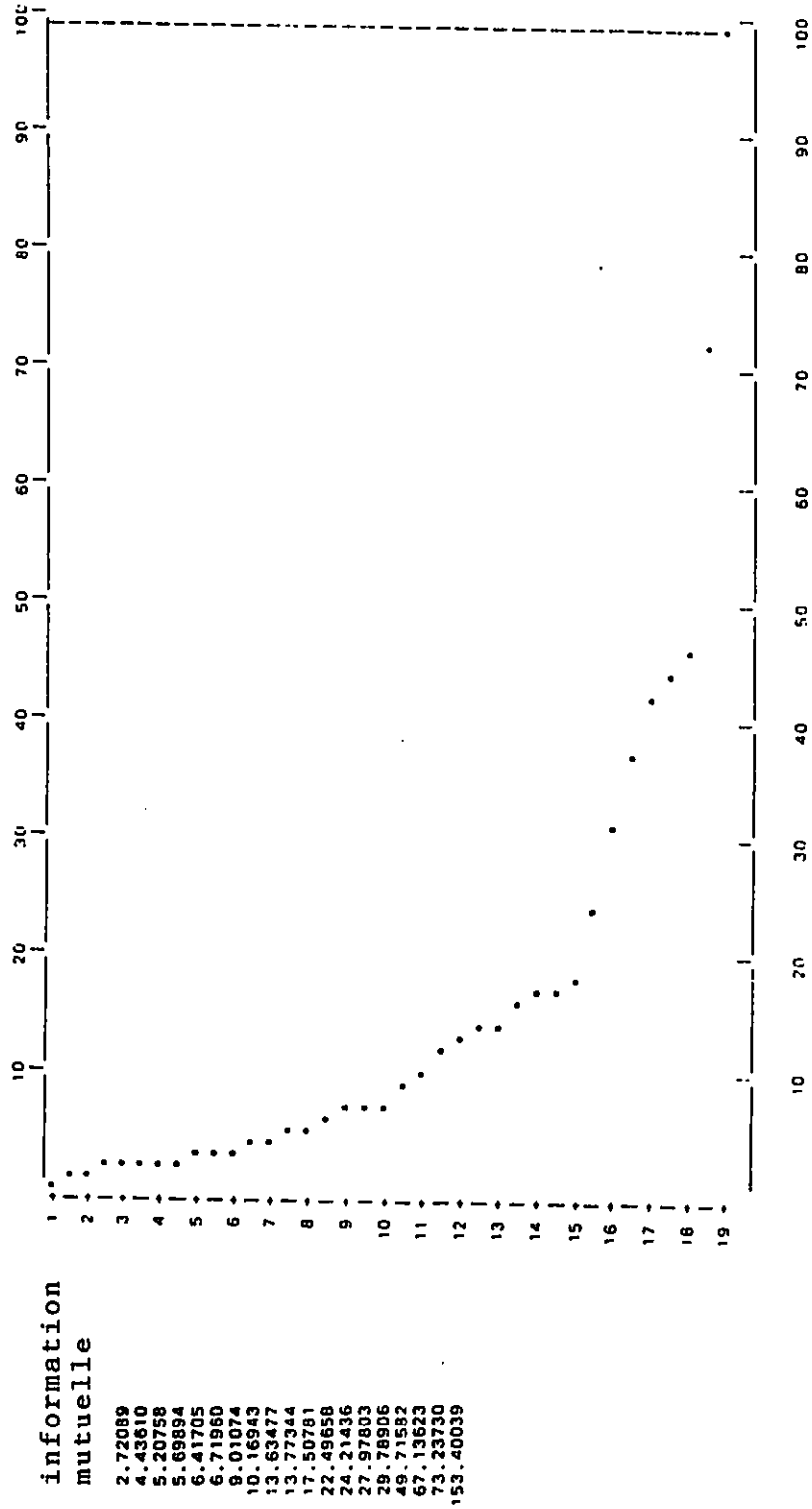


Groupement de relevés (classement par information mutuelle)  
strates inférieure

ORDINATION FORET GATINEAU: STRATE INTERMEDIAIRE

TABLEAU DES INDICES DES RELEVÉS

I	N.ES	H.MA.	SH.I.	D.REL	DOM.I
1	5	1.609	1.329	0.826	0.303
2	7	1.946	1.737	0.893	0.204
3	8	2.079	1.765	0.849	0.220
4	8	2.079	1.873	0.901	0.180
5	6	1.792	1.476	0.824	0.271
6	7	1.946	1.752	0.900	0.191
7	10	2.303	1.948	0.846	0.180
8	5	1.609	1.527	0.949	0.227
9	7	1.946	1.777	0.913	0.188
10	5	1.609	1.392	0.865	0.299
11	7	1.946	1.833	0.942	0.171
12	5	1.609	1.330	0.827	0.299
13	4	1.386	1.199	0.865	0.338
14	5	1.609	1.330	0.827	0.299
15	7	1.946	1.666	0.856	0.224
16	6	1.792	1.435	0.801	0.281
17	6	1.792	1.536	0.857	0.250
18	6	1.792	1.508	0.841	0.251
19	6	1.792	1.295	0.723	0.391
20	5	1.609	1.174	0.729	0.393

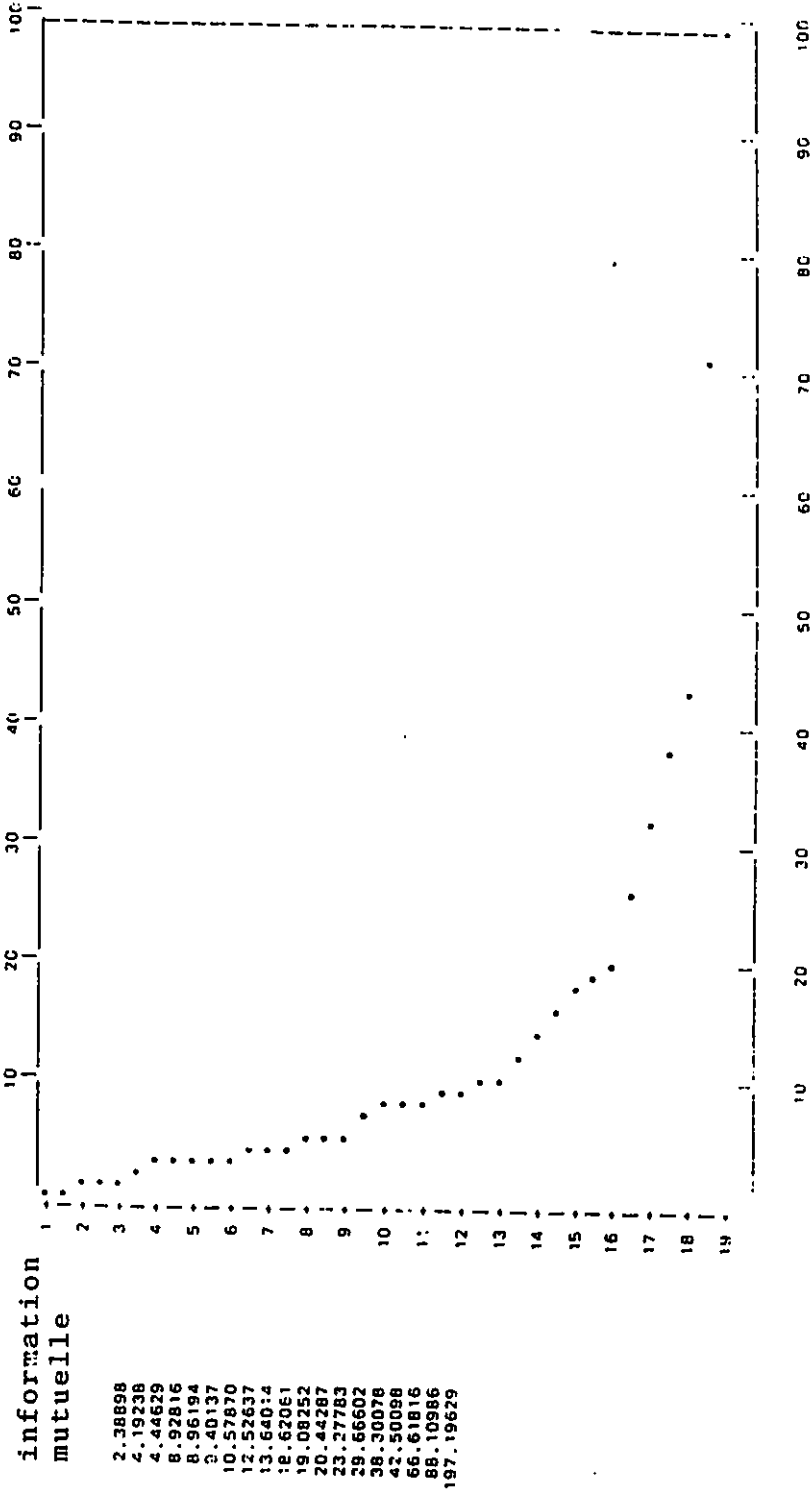


Groupement de relevés (classement par information mutuelle)  
strate intermédiaire

ORDINATION FORET GATINEAU:STRATE SUPERIEURE  
 TABLEAU DES INDICES DES RELEVES

I	N.ES	H.MA.	SH.I.	D.REL	DOM.I
1	7	1.946	1.467	0.754	0.313
2	7	1.946	1.756	0.902	0.191
3	6	1.792	1.542	0.861	0.243
4	7	1.946	1.839	0.945	0.177
5	5	1.609	1.447	0.899	0.253
6	6	1.792	1.681	0.938	0.207
7	7	1.946	1.730	0.889	0.215
8	7	1.946	1.568	0.806	0.260
9	6	1.792	1.523	0.850	0.246
10	6	1.792	1.339	0.747	0.363
11	5	1.609	1.214	0.754	0.361
12	5	1.609	1.286	0.799	0.324
13	5	1.609	1.451	0.902	0.250
14	5	1.609	1.472	0.915	0.257
15	5	1.609	1.537	0.955	0.220
16	5	1.609	1.275	0.792	0.326
17	5	1.609	1.413	0.878	0.280
18	5	1.609	1.275	0.792	0.326
19	6	1.792	1.502	0.838	0.260
20	4	1.366	1.317	0.950	0.283

Méthode de groupement de relevés - strate supérieure



Groupement de relevés (classement par information mutuelle)  
strate supérieure