



National Library of Canada  
Collections Development Branch

Canadian Theses on  
Microfiche Service

Bibliothèque nationale du Canada  
Direction du développement des collections

Service des thèses canadiennes  
sur microfiche

## NOTICE

The quality of this microfiche 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 a poor photocopy.

Previously copyrighted materials (journal articles, published tests, etc.) are not filmed.

Reproduction in full or in part of this film is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30. Please read the authorization forms which accompany this thesis.

**THIS DISSERTATION  
HAS BEEN MICROFILMED  
EXACTLY AS RECEIVED**

## AVIS

La qualité de cette microfiche 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 mauvaise qualité.

Les documents qui font déjà l'objet d'un droit d'auteur (articles de revue, examens publiés, etc.) ne sont pas microfilmés.

La reproduction, même partielle, de ce microfilm est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30. Veuillez prendre connaissance des formules d'autorisation qui accompagnent cette thèse.

**LA THÈSE A ÉTÉ  
MICROFILMÉE TELLE QUE  
NOUS L'AVONS REÇUE**

MODELE D'ORGANISATION SPATIALE ET ECOLOGIQUE  
DES TYPES DE COMMUNAUTES VEGETALES DE LA  
REGION DU MONT STE-MARIE

par

CAROL MORIN

Thèse présentée à  
l'Ecole des Etudes supérieures  
en vue de l'obtention de  
la maîtrise ès arts en géographie

UNIVERSITE D'OTTAWA  
OTTAWA, CANADA, 1978.

## REMERCIEMENTS

Une thèse n'est pas seulement un produit académique. C'est avant tout la réunion de connaissances qui a coûté des heures précieuses dans la vie de nombreuses personnes. Sans elles, ce produit académique n'aurait probablement pas vu le jour et dans une certaine mesure, elles en sont les auteurs.

Je dois mes premiers remerciements à mon directeur de thèse, le Dr. Michel Phipps, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail et aussi pour son enthousiasme et sa compréhension tout au cours de sa réalisation. Je ne saurais continuer sans rappeler les nombreux encouragements et conseils méthodologiques prescrits par mes professeurs et amis. Ma reconnaissance s'adresse surtout aux Drs. Denis\*St-Onge, Benoît Robitaille, Mariane Kugler-Gagnon, ainsi qu'à M. Hughes Gagnon, Ian Joice, André Dumont, Pierre Beaubien, Daniel Lesauteur et Jean-Marc Soucy pour leurs multiples conseils.

La liste serait encore longue, et si la mémoire fait défaut, le souvenir demeure. Je conserve l'amitié simple et chaleureuse des gens du Lac Ste-Marie et je me dois, aussi, de rappeler le travail de Mlle Renée Pigeon pour la reproduction dactylographique.

Au terme de ces longues heures de travail, je désire exprimer ma plus vive reconnaissance à mon épouse Cécile, pour son support autant technique que moral. C'est à elle que je dédie ce manuscrit.

	Page
Table des Matières.	
REMERCIEMENTS	I
TABLE DES MATIERES	II
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	VI
Introduction générale .....	1
Chapitre 1. Définition de l'objet d'étude et du système conceptuel .....	4
1.0 Introduction .....	5
1.1 Définition des composantes de la relation .....	7
1.1.1 Les éléments écologiques .....	7
1.1.2 Les caractères écologiques .....	8
1.2 Le système de mise en relation .....	13
1.3 Le cadre géographique et le milieu physique ...	17
1.3.1 La topographie .....	17
1.3.2 La géologie .....	17
1.3.3 Les sols .....	19
1.3.4 La végétation forestière .....	22
1.4 Conclusion .....	24
Chapitre 2. Méthodologie de la mise en relation et présentation des résultats .....	25
2.0 Introduction .....	26

2.1	Définition des éléments de la relation:	
	la végétation .....	28
2.1.1	Les relevés écologiques .....	28
2.1.1.1	Définition d'un relevé .....	28
2.1.1.2	Méthodologie d'analyse d'un relevé .....	29
2.1.2	La classification des relevés: mécanisme de regroupement .....	31
2.1.2.1	La méthode de classification .....	31
2.1.2.2	La règle d'arrêt .....	34
2.1.3	Définition et cartographie des types de communautés forestières .....	36
2.1.3.1	Définition des types de communautés forestières .....	36
2.1.3.2	Discussion de la classification .....	40
2.1.3.3	Cartographie des types de communautés forestières .....	42
2.2	Définition des éléments de la relation:	
	les caractères écologiques .....	44
2.2.1	La technique d'échantillonnage .....	44
2.2.2	Liste et définition des caractères écologiques .....	45
2.2.2.1	L'altitude .....	46
2.2.2.2	L'altitude relative .....	46
2.2.2.3	Le microrelief .....	47
2.2.2.4	La pente .....	51
2.2.2.5	L'orientation de la pente .....	52

2.2.2.6	Le matériel parental des sols .....	52
2.2.2.7	Le drainage du sol .....	55
2.2.2.8	Le drainage du site .....	56
2.2.2.9	L'épaisseur des dépôts de surface .....	56
2.3	La mise en relation .....	58
2.3.1	Les relations entre la végétation et le milieu physique .....	60
2.3.1.1	Le tableau des fréquences des types de communautés .....	60
2.3.1.2	Les tableaux des rapports entre la végétation et les caractères écologiques .....	62
2.3.2	La combinaison des caractères écologiques .....	68
2.4	Présentation des résultats .....	77
2.4.1	Les différents niveaux d'altitude et leurs solutions .....	77
2.4.2	L'apport de l'analyse factorielle .....	86
2.5	Conclusion .....	94
	Conclusion générale .....	97
	Annexe 1 .....	101
	Annexe 2 .....	103
	Références bibliographiques et ouvrages consultés .....	108

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1.1 Représentation en valeurs binaires de la matrice de la relation entre les caractères écologiques et les types de communautés .....	12
Tableau 1.2 Représentation en fréquence relative entre les états de caractères et les types de communautés forestières .....	16
Tableau 2.1 Définition des types de communautés forestières ....	37
Tableau 2.2 Equivalence des états de la valeur de la pente .....	53
Tableau 2.3 Représentation de la matrice des données .....	59
Tableau 2.4 Fréquence des types de communautés forestières .....	61
Tableau 2.5 , Rapports des types de communautés forestières/ caractères écologiques .....	63

Liste des figures

	Page
Figure 1.1 Types de communautés forestières .....	9
Figure 1.2 Localisation de la région d'étude .....	18
Figure 1.3 Matériel parental des sols .....	20
Figure 2.1 La méthode des "Points Quartiers" .....	30
Figure 2.2 Dendogramme de la végétation .....	35
Figure 2.3 Appréciation de l'altitude relative sur le document topographique .....	48
Figure 2.4 Appréciation de la variation du microrelief sur le document topographique .....	50
Figure 2.5 Organisation de la végétation en fonction de l'altitude .....	70
Figure 2.6 a Graphe des solutions en Altitude 1 .....	71
Figure 2.6 b Graphe des solutions en Altitude 2 .....	72
Figure 2.6 c Graphe des solutions en Altitude 3 .....	73
Figure 2.6 d Graphe des solutions en Altitude 4 .....	74
Figure 2.6 e Graphe des solutions en Altitude 5-6 .....	75
Figure 2.7 a Analyse des composantes de l'Altitude 1 et de l'orientation de la pente .....	88
Figure 2.7 b Analyse des composantes de l'Altitude 2 et de l'épaisseur des dépôts de surface .....	89
Figure 2.7 c Analyse des composantes de l'Altitude 3 et de l'orientation de la pente .....	90
Figure 2.7 d Analyse des composantes de l'Altitude 4 et de l'orientation de la pente .....	91
Figure 2.7 e Analyse des composantes de l'Altitude 5-6 et de l'orientation de la pente .....	92

## Introduction générale

L'objet de ce travail est l'analyse spatiale et écologique d'un territoire. Il s'agira de mettre en évidence et d'exposer les relations entre les communautés végétales de la région et le milieu physique. La recherche porte donc sur le concept d'organisation de l'espace, concept dans lequel s'enracine le problème principal de l'évaluation d'un territoire et de sa classification (Ruxton, 1968).

Le thème de la recherche réfère au concept de "land system" (Christian, 1957), à celui de la définition des unités spatiales hiérarchiques (Schneider, 1966; Christian, 1957). L'approche sera fondée sur les notions de la théorie d'information et utilisant les calculs "d'entropie et d'information mutuelle" (Marchand, 1972; Guillermin, 1971; Webber, 1967). Cette information sera rendue accessible grâce à l'utilisation de données expérimentales relevées dans le territoire du Mont Ste-Marie.

La nature même de ce travail (définition des types de communautés forestières, définition du milieu physique) nécessite un échantillonnage assez grand afin de rencontrer les différents types en présence. Chaque relevé réalisé définit un type de communauté végétale et un ensemble de caractères écologiques, descripteurs du milieu physique. Dans ce cadre, nous avons dû résoudre certains problèmes techniques: choix et définition d'une liste de caractères; définition et cartographie des types de communautés végétales.

Les relations entre le milieu physique (caractères écologiques) et les types de communautés végétales prennent forme avec la définition d'un modèle d'organisation de l'espace (Phipps, 1966). Le recours à un modèle mathématique pour décrire le paysage est rendu nécessaire d'abord par la nature même du problème qui implique une classification de l'espace, et aussi par le nombre d'information nécessaire pour mieux définir les relations existantes. Le degré de correspondance entre les types des communautés végétales et le milieu physique représente alors le degré d'organisation du territoire. En outre, le modèle est stochastique (probabiliste) et les relations s'expriment en terme de fréquences relatives entre des états de variables. A ce niveau le problème est d'ordre quantitatif et nécessite la mise en oeuvre de méthodes quantitatives (Allaire, Phipps et Stoupy, 1973). Les valeurs de fréquence sont des propriétés caractéristiques du paysage et leurs variations sont étroitement reliées à sa structure et à son organisation.

Ce travail se situe aux confins de l'écologie et de la géographie. Essentiellement écologique par son objet, c'est-à-dire l'analyse des relations entre les types de communautés forestières et le milieu physique, il est aussi géographique puisque ces relations confèrent à cet espace, sa structure et son organisation. L'objet de cette recherche est donc d'expliquer cet espace et les différentes interconnexions prescrites par les lois de la nature (Schneider, 1966).

La réalisation de ce travail suppose:

- une définition du cadre conceptuel
- une définition du cadre méthodologique:
  - les types de communautés forestières
  - les caractères écologiques
  - la mise en relation - réalisation d'une matrice écologique
  - le traitement du fichier
- l'exposé et la discussion des résultats.

Chapitre 1 - Définition de l'objet d'étude et du système conceptuel

## Chapitre 1 - Définition de l'objet d'étude et du système conceptuel:

### 1.0 Introduction

L'organisation spatiale et écologique d'un territoire se traduit par un modèle d'association des éléments biologiques (type de communautés végétales) avec des caractères du milieu plus ou moins déterminants. Cette organisation se réfère à un ensemble d'unités au sein duquel s'établissent dans l'espace des corrélations entre les caractères topographiques, les caractères du sol, et ceux de végétation (Christian, 1957). Le modèle reflète l'homogénéité du territoire et ses variations en marquant les divisions.

L'objet d'étude, tel qu'il a été défini, demande d'abord que soient précisées les composantes de la relation. Puis la mise en oeuvre de la relation exigera la connaissance du système de mise en relation. Enfin, il nous faudra définir le milieu géographique dans lequel le système fut appliqué.

Les composantes de la relation sont représentées dans notre étude d'un côté par les caractères écologiques et, de l'autre côté, par les types de communautés forestières.

Les caractères écologiques regroupent certaines caractéristiques simples du milieu physique, facilement identifiables et vérifiables sur le terrain: l'altitude, l'altitude relative, le microrelief, la pente, le

matériel parental du sol, l'orientation de la pente, le drainage du sol, le drainage du site et l'épaisseur des dépôts de surface.

Les types de communautés forestières comprennent l'ensemble des groupements forestiers homogènes basés sur une classification des relevés forestiers faits à l'intérieur de la région d'étude.

1.1 Définition des composantes de la relation:

1.1.1 Les éléments écologiques:

Dans ce travail, nous utilisons le terme de communauté végétale pour désigner l'unité de végétation formée d'individus appartenant à diverses espèces végétales cohabitant à l'intérieur d'une portion spatiale du milieu. Une communauté végétale est un groupement de certaines espèces, formant ensemble un système distinct, avec une composition, une structure, des relations, un développement et une fonction qui lui est propre (Whittaker, 1973):

Les communautés végétales, de façon abstraite, forment une continuité interrompue au niveau de l'environnement. La relation entre les communautés végétales où s'intègrent les différentes espèces végétales et le milieu physique s'exprime dans un système où coexistent ordre et désordre (Ruxton, 1968).

L'étude de cette organisation de l'espace forestier requiert d'abord le choix et l'application d'une méthode de classification des communautés reconnues au niveau d'un certain nombre de relevés de la végétation forestière. La classification nous apparaît alors comme le groupement des relevés d'espèces en catégories ou types de communautés basées sur les relations existantes entre les espèces (Whittaker 1973; 1975)..

La mise en oeuvre de la méthode de classification des communautés de l'espace aboutit à la définition d'une série d'unités hiérarchiques (Dale et Anderson, 1972), qui seront des entités floristiques distinctes, ayant

leur propre définition. En effet les communautés végétales, définies au niveau de chaque relevé, seront regroupées en fonction de leur ressemblance floristique à l'intérieur d'unités abstraites formant des classes de communautés végétales. On ne parle plus de communautés végétales, mais de types de communautés végétales.

Cette définition permet donc d'associer les relevés en fonction de l'homogénéité de leurs caractéristiques. Ainsi à l'intérieur d'un type de communauté végétale, on peut déduire les espèces composantes d'un relevé.

L'étape finale de cette analyse de la végétation est la cartographie des types de communautés forestières. La classification des types de communautés de la région du Mont Ste-Marie (voir figure 1.1) et leur cartographie aboutit à la distinction de dix types de communautés forestières où dominant les types de communautés de feuillus.

#### 1.1.2 Les caractères écologiques:

L'objectif défini plus haut consiste à rechercher une liste de caractères écologiques permettant la description des conditions physiques du territoire analysé. Cette liste prendra en considération plusieurs caractères du milieu géographique qui, dans toute la mesure du possible, doivent pouvoir exprimer la variation de ce milieu. Elle devient donc un point crucial dans l'objectif de ce travail et dans la procédure à suivre.

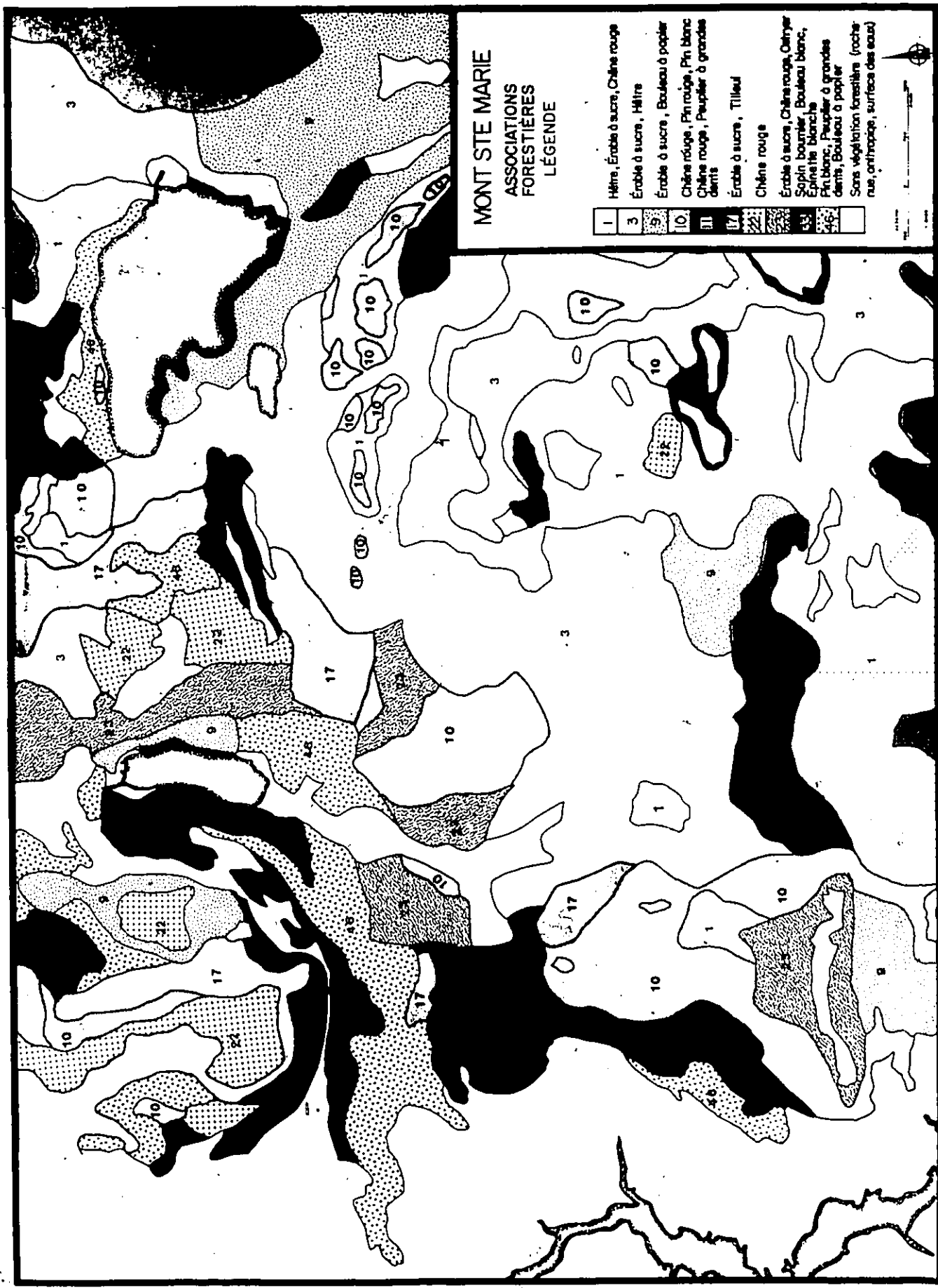


Figure 1.1 Les types de communautés forestières

La notion d'organisation d'un espace développée par Christian (1957), démontre que la topographie, les sols, la végétation et le climat sont les responsables principaux de cette organisation. Il pousse sa réflexion jusqu'à associer le degré de similarité et l'unité d'une région à la nature même du relief, les unités topographiques constituant une série d'associations non seulement géographiques, mais aussi liées directement et conséquemment les unes aux autres. Dans cette ligne de pensée, la variation spatiale des communautés végétales devrait en grande partie être expliquée par la variation même du relief.

Dire qu'un milieu géographique peut être représenté par une organisation de l'espace nous amène à concevoir de quelle façon, les communautés végétales d'un milieu sont organisées par rapport à l'ensemble des caractères d'un territoire. Cela implique la connaissance de facteurs liant les communautés entre elles et aussi par rapport aux combinaisons des caractères du milieu. Cette approche du milieu correspond aux critères taxonomiques et méthodologiques associés au concept "du pouvoir de différenciation d'un facteur" (Phipps, 1969).

Notre propos se situe au niveau de ce concept, repris par Allaire, Phipps et Stoupy (1973), qui est d'évaluer l'impact des facteurs en tant que force d'organisation du paysage, en mesurant leur effet sur la distribution des communautés végétales et en cherchant la modulation géographique de cet effet.

La procédure qui sera employée, consistera à reconnaître les caractères du milieu physique qui commandent la variation d'un facteur. Ces caractères se réfèrent à la liste mentionnée plus haut. Elle comprendra l'altitude, l'altitude relative, le microrelief, la pente, le matériel parental du sol, l'orientation de la pente, le drainage du sol, le drainage du site et l'épaisseur des dépôts de surface.

Cette démarche doit aussi tenir compte du niveau d'organisation des caractères écologiques (Bertin, 1968). Fondée sur un ensemble de caractères écologiques qualitatifs, l'analyse du milieu géographique correspond à une description nominale, même si certains caractères apparaissent comme quantitatifs (pente, altitude).

Les caractères écologiques sont d'abord pris séparément, chacun exigeant sa propre analyse et ses propres moyens de mesure. Un caractère en général sera constitué d'un ensemble d'états, chacun étant une qualité propre du milieu géographique.

Par la suite, le système de mise en relation établira une correspondance générale entre l'ensemble de ces caractères et de leurs états avec les types de communautés forestières.

Caractère X

état  
i

NI

Sites  
d'observation

1								
2								
3								
.								
.								
.								
Site y			$n_{yi}$					

NY

$n_{yi} = 0$  ou  $1$  si l'état  $i$  (du caractère X) est présent ou absent du site Y

Tableau 1.1 Représentation en valeurs binaires de la matrice de relation entre les caractères écologiques et les types de communautés.

## 1.2 Le système de mise en relation:

Les composantes de la relation (types de communautés forestières, caractères écologiques) seront matériellement mises en correspondance grâce à une matrice écologique, qui représente une description du paysage réel. Elle permettra, après l'analyse, d'en dégager les composantes naturelles, et d'en exprimer la structure.

En pratique, on utilisera un échantillon de plus de 1,000 sites d'observation. Chaque site de l'espace détermine une position écologique que l'on peut représenter dans un tableau à  $(NI \times NY)$  dimensions, que l'on appelle une matrice (tableau 1.1), où l'on retrouve en entrée les sites d'observation et les états de tous les caractères (Allaire, 1972). Un site peut donc être défini par une série de combinaisons de caractères; l'ensemble des sites constituant un ensemble de positions écologiques potentiellement différentes eu égard aux types de communautés forestières.

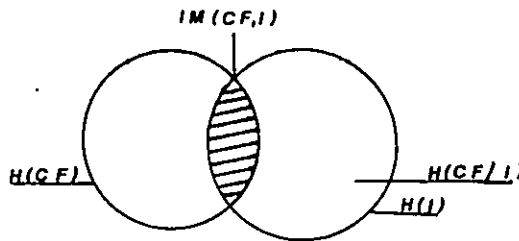
Les relations entre les caractères écologiques et les types de communautés forestières s'entrevoient dans un système fondé sur les mesures d'entropie d'information et d'information mutuelle (Marchand, 1972; Guillerm, 1971).

L'entropie d'information des types de communautés forestières mesure l'incertitude d'un observateur qui voudrait prédire le type de communauté dans un site donné du territoire. L'équation de Shannon donne cette mesure: (Webber, 1977)

$$H = - \sum_{j=1}^m P_j \log P_j$$

où  $P$  est la probabilité du type de communauté  $j$  et  $m$  le nombre de types de communautés.

Si l'on ajoute à l'incertitude spatiale de la végétation la connaissance apportée par un caractère écologique, on peut déduire une information entre ce caractère et la végétation (Guillerm, 1972). Une figure démontre très bien cette relation:



où  $H(CF)$  désigne l'entropie des types de communautés forestières dans l'ensemble étudié,  $H(I)$  est l'entropie d'un caractère écologique et  $H(CF/I)$  est l'incertitude qui reste sur l'analyse, connaissant  $I$ .  $IM(CF, I)$  est l'information mutuelle produite par la connaissance d'un caractère, réduisant ainsi l'incertitude de la végétation. Elle s'exprime ainsi:

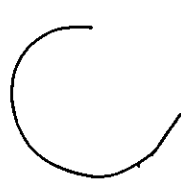
$$H(CF/I) = H(CF) - IM(CF/I)$$

L'information mutuelle correspond à la notion de négentropie ou gain de certitude. Elle représente l'organisation et l'ordre à l'intérieur du paysage. Sur le plan méthodologique, on déterminera cette notion comme étant le degré de contrainte écologique d'un caractère ou son degré d'organisation.

Les rapports entre les états de caractères et les types de communautés forestières sont vus en terme de fréquence relative à l'intérieur d'une matrice (voir tableau 1.2). Elle devient la représentation abstraite du paysage, c'est-à-dire la représentation mathématique du modèle géographique décrit par Phipps (1969). Le modèle recherché est probabiliste et peut s'exprimer de façon générale: en un site quelconque sont liées les fréquences de voir se réaliser les types de communautés forestières 1, 2...m. Les valeurs des fréquences relatives deviennent les caractéristiques du paysage et cherchent à mettre en évidence sa diversité, sa structure et son organisation.

		Communautés végétales					
		1	2	3	4 .....	j .....	m
Caractère I	1	$F_{ij}$					$S_i$
	2						
	3						
	.						
	.						
	.						
	.						
	.						
	.						
	n						
Etats	$S_j$					$N$	

Tableau 1.2 Représentation en fréquences relatives entre les états de caractères écologiques et les types de communautés forestières



### 1.3 Le cadre géographique et le milieu physique:

Située à quelques 100 kilomètres au nord-d'Ottawa, la région du Mont Ste-Marie fait partie de l'unité physiographique des Hautes-Terres Laurentiennes. La figure 1.2 nous donne un aperçu de sa position géographique et nous pouvons dire qu'elle est un échantillon représentatif des Hautes-Terres Laurentiennes. L'étude en général représente une superficie de 25 km carrés.

#### 1.3.1 La topographie:

La topographie de la région d'étude passe des terrains plats de basses-terres aux terrains ondulés des hautes-terres. L'altitude varie entre 500 (152.4 m) et 1800 pieds (548.6 m), ne dépassant guère cette limite.

La roche, datant du Précambrien, est généralement recouverte de dépôts divers, épais dans les vallées et minces sur les collines. Parmi les formes de terrain, on retrouve: des sommets rocheux dont les pentes sont recouvertes de dépôts glaciaires (till) ou de dépôts subanguleux de gélifraction; des vallées débouchant sur une plaine lacustre postglaciaire, modifiée par l'action marine dans la vallée de la rivière Gatineau.

#### 1.3.2 La géologie:

La partie sud de la province de Québec a fait l'objet de divers travaux géologiques et géomorphologiques. Citons ceux de Cooke (1938), de Dresser et Denis (1946), pour études géologiques. Les travaux de géomorphologie sont moins nombreux, soit ceux de Taillefer (1958), de Laverdière

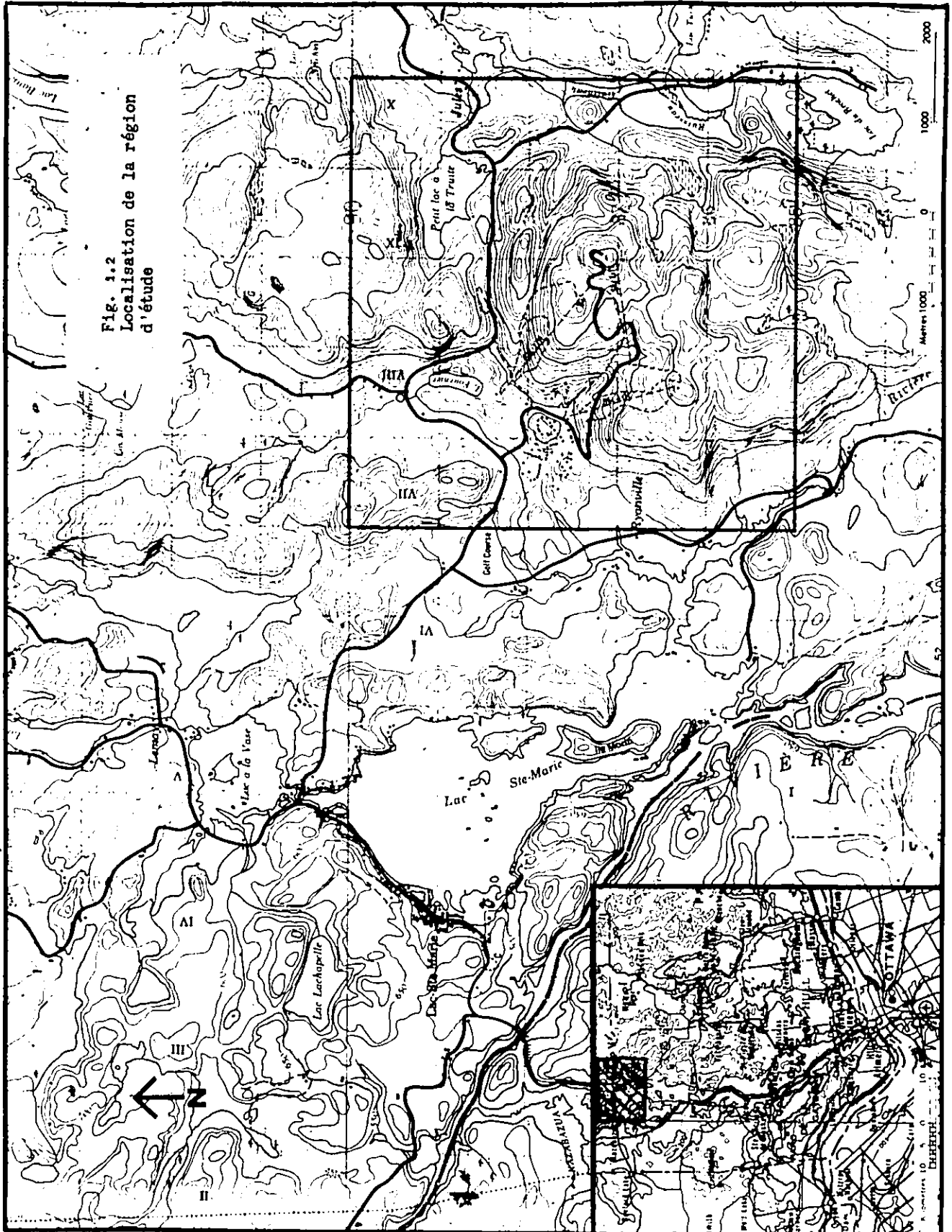


Fig. 1.2  
Localisation de la région  
d'étude

et Courtemanche (1959, 1960-1961). Parmi les plus récents, il y a les études effectuées par l'Office de la Planification du Développement du Québec (1975).

De façon générale, la région d'étude est située au sud de la province géologique de Grenville et est constituée de roches anciennes datant du Précambrien. La lithologie montre des gneiss, des schistes cristallins et des quartzites. Une description plus détaillée de la lithologie, en terme de matériel parental des sols, sera reprise au chapitre 2.2.2.6.

### 1.3.3 Les sols:

Les travaux pédologiques réalisés dans la région sont peu nombreux à l'exception de ceux faits par Lajoie (1962) sur les sols des comtés de Pontiac et de Gatineau. Ce paragraphe, basé en partie sur l'étude de Lajoie, donne un aperçu général des sols à l'intérieur de la région d'étude.

Quatre catégories de matériel parental furent identifiées dans la région d'étude: dépôts glaciaires, dépôts de gravier, dépôts d'argile, dépôts non différenciés (incluant les marais, dépôts organiques et autres). La figure 1.3 identifie ces dépôts dans la région d'étude.

Les sols développés sur matériel glaciaire sont les plus répandus. L'épaisseur des dépôts varie de l'exposition de la roche nue jusqu'à plus

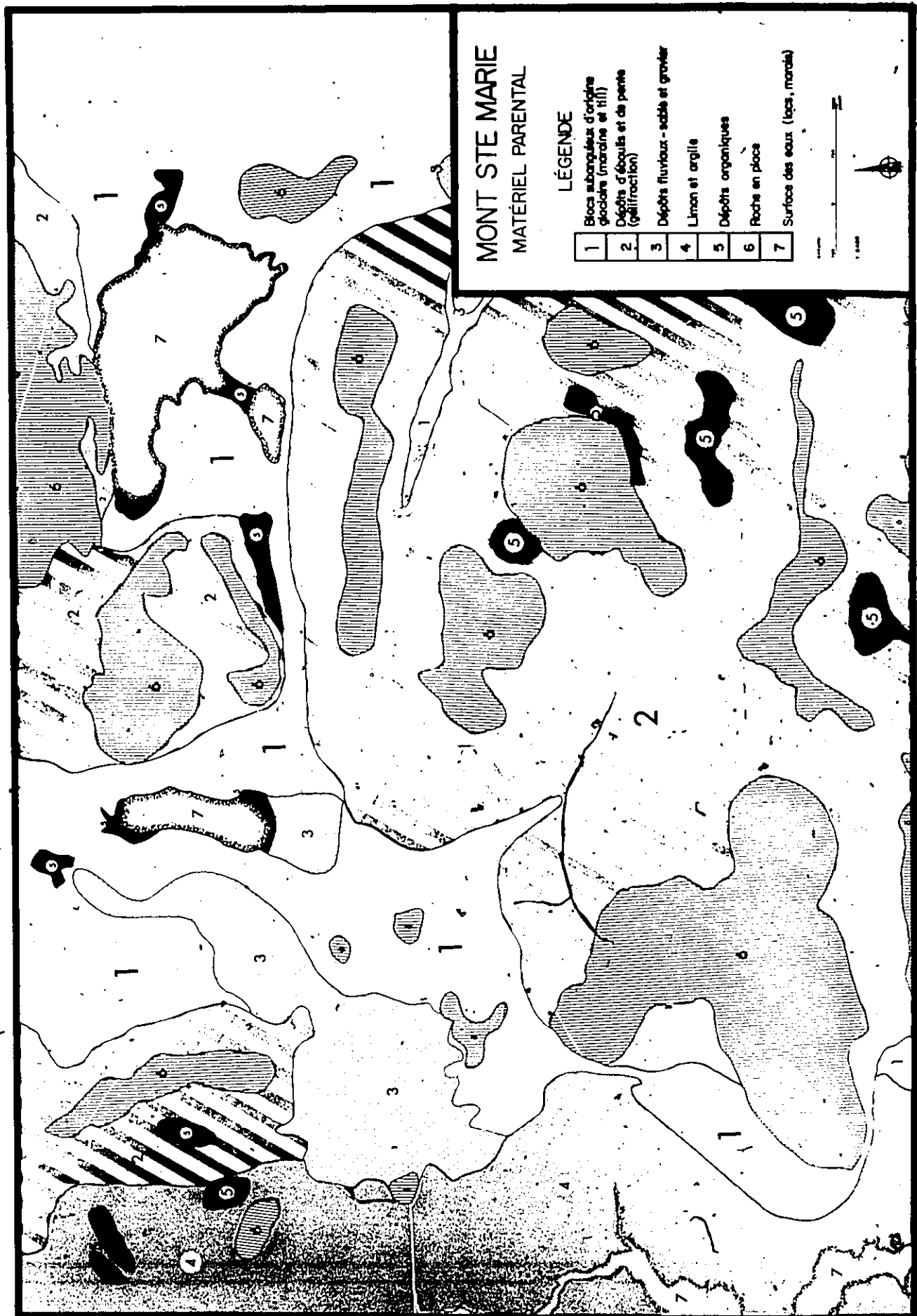


Figure 1.3 Le matériel parental des sols.

de 10 pieds (3.048 m) de dépôts. Ce type de sol se retrouve en altitude supérieure à 700 pieds (213.3 m). Le drainage est en général rapide, en raison de la perméabilité du matériel et la présence de pente. Cependant un drainage excessif et une pente forte rendent ces sols facilement altérables. En général, ce type de sol favorise la présence de feuillus.

Les sols développés sur matériel graveleux sont constitués de dépôts fluvioglaciaires. On les retrouve dans les vallées entre 600 (182.9 m) et 800 pieds (243.8 m) d'altitude. Ces sols, reconnus dans un couloir allant du lac Fournier vers la plaine de Ryanville ont un drainage rapide, dû à la porosité de leur matériel. Cette catégorie supporte des espèces forestières comme l'érable à sucre, le peuplier faux-tremble, le hêtre, le pin blanc et le sapin baumier.

Les sols développés sur du matériel argileux se retrouvent dans les terrains inférieurs à 600 (182.9 m) pieds d'altitude, plus précisément dans la plaine de Ryanville, sise à l'Ouest de la région d'étude. Peu d'espace est recouvert de forêt, ces sols étant utilisés pour la culture. Constitués d'un matériel fin, ils ont un drainage plus ou moins déficient. Saturés d'eau, ils sont facilement érodables.

Le dernier type est d'origine alluviale, et présente une grande variabilité. On le retrouve près des ruisseaux ou dans les dépressions. En tant que matériel parental, il est variable, passant du sable fin au gravier. Le drainage peut être déficient selon la texture du matériel

souvent différente entre la surface et le sous-sol. Enfin nous incluons dans un type non différencié les marécages. Ces derniers, évoluant dans les dépressions, sont constitués de dépôts organiques et caractérisés par la formation de tourbe.

#### 1.3.4 La végétation forestière:

Les forêts occupent, tant par leur superficie, que par leur composition, une part essentielle de notre environnement. J.S. Rowe (1972) dans son étude "Les Régions forestières du Canada" donne une description très générale de la végétation forestière de cette section de l'Outaouais, qu'il inclut à l'intérieur de la région forestière des Grands-Lacs et du Saint-Laurent. C'est également le domaine de l'érablière laurentienne et de l'érablière à bouleaux jaunes décrites par Grandtner (1966). Les travaux de Dansereau (1943-1944-1946-1959) sur l'érablière laurentienne, de Lafond (1947) sur la classification écologique des forêts, de Grandtner (1966) sur la végétation du Québec méridional, en sont quelques exemples dans la région.

Dansereau étudia la végétation de l'érablière au Québec, la présentant comme une seule association divisée en sous-associations. Reprenant la nomenclature de Dansereau, Grandtner (1966) apporte une nuance au niveau du concept d'association. Dans son travail, "La végétation forestière du Québec méridional", (1966) il fait intervenir deux ordres qualifiant ainsi les forêts décidues et semi-décidues du Québec méridional: l'ordre de l'érablière (*Aceretalia sacchari*) et l'ordre de la chênaie boréale

(*Quercetalia borealia*). A l'intérieur de ces ordres, il reconnaît trois alliances constituées de différentes sous-alliances; l'alliance de l'érable à sucre (*Acerion sacchari*), alliance du bouleau jaune (*Betulion lutae*) et l'alliance de la chênaie boréale (*Quercion boreale*). L'érablière n'est plus décrite comme une association, mais comme un ordre où interviennent différentes associations définies selon les espèces dominantes.

#### 1.4 Conclusion

L'organisation de la végétation s'entrevoit d'abord dans un continuum de variations spécifiques qui nécessite leur classification et leur cartographie en communautés distinctes. Il est difficile toutefois d'imaginer les communautés dans un continuum parfait. Malgré un conflit possible entre ces deux notions, leur rapprochement suppose d'une part que l'on puisse retrouver les mêmes relations entre les espèces végétales et le milieu physique et d'autre part qu'il existe au niveau réel des discontinuités causées par des changements brusques dans le milieu physique (Whittaker, 1973).

Il se dégage de ce premier chapitre le concept de paysage forestier qui repose sur une relation entre distribution spatiale des communautés forestières et la distribution spatiale des caractères écologiques. Le but de cette étude, est de rendre compte de l'organisation d'un paysage forestier en montrant les relations entre les caractères écologiques et les communautés forestières et aussi de rendre compte jusqu'où une liste de caractères simples permet de cerner cette organisation.

· Chapitre II - Méthodologie de la mise en relation et présentation des  
résultats

## Chapitre II - Méthodologie de la mise en relation et présentation des résultats

### 2.0 Introduction

Nous avons montré dans un premier chapitre que ce travail s'applique à des paysages forestiers définis par la relation entre les types de communautés et les caractères du milieu physique. Le travail suppose deux niveaux d'analyse: d'abord l'étude de la végétation forestière suite à une observation sur le terrain et ensuite l'étude de la relation entre cette végétation et les caractères écologiques analysés sur documents cartographiques.

L'étude de la végétation est fondée sur un ensemble de 63 relevés, effectués dans la région du Mont Ste-Marie. Vingt-quatre espèces furent identifiées (voir Annexe 1). A partir de cette reconnaissance, une méthode de classification a permis le regroupement des relevés selon dix types de communautés forestières. L'étape finale fut l'identification des types de communautés forestières dans le territoire étudié et leur cartographie.

A partir de la carte des types de communautés forestières et à partir de d'autres documents cartographiques (carte topographique, carte de matériel parental, carte d'évaluation de terrain de la région), une grille fut superposée sur ces documents, définissant 1,231 sites d'observation. On a relevé, pour chaque site, l'état de chacun des caractères et le type de communautés forestières en présence. Cette étape constitue l'élaboration

d'une matrice d'un ensemble de données, qui est à la base de toute la procédure à suivre.

La méthodologie de l'analyse consiste alors à chercher et à définir les relations entre les types de communautés forestières et les facteurs écologiques de la végétation. La procédure définit des zones affectées par des états de caractères écologiques voisins ou identiques, arborant le même type de communautés forestières. La représentation de ces zones homogènes devient l'élaboration abstraite du paysage forestier qui définit en quelque sorte son modèle d'organisation.

## 2.1 Définition des éléments de la relation: la végétation.

Le phytosociologue, face à un paysage végétal, observe que des similarités existent au sein de ce paysage et que les mêmes espèces végétales apparaissent dans les relevés de mêmes qualités ou de qualités voisines. Le procédé qu'il choisira pour mettre en oeuvre cette conception devient sa méthode de classification. (Whittaker, 1973)

La définition de la végétation du Mont Ste-Marie se réfère au concept de type de communautés végétales (Whittaker, 1973). Il s'agit de regrouper des relevés individuels selon leur degré de similarité. Bien que la végétation puisse être vue comme un changement à variation continue, elle est décrite par des communautés distinctes où dominent certaines espèces alors que d'autres sont d'ordre secondaire.

### 2.1.1 Les relevés écologiques:

#### 2.1.1.1 Définition d'un relevé:

L'unité spatiale d'observation est le relevé défini comme la plus petite partie homogène de végétation dans la typologie adoptée. Le paysage végétal a été étudié à partir de 63 relevés sur le terrain où 24 espèces d'arbres furent reconnues (voir liste en annexe 1). Le relevé permet alors l'observation des composantes de la végétation.

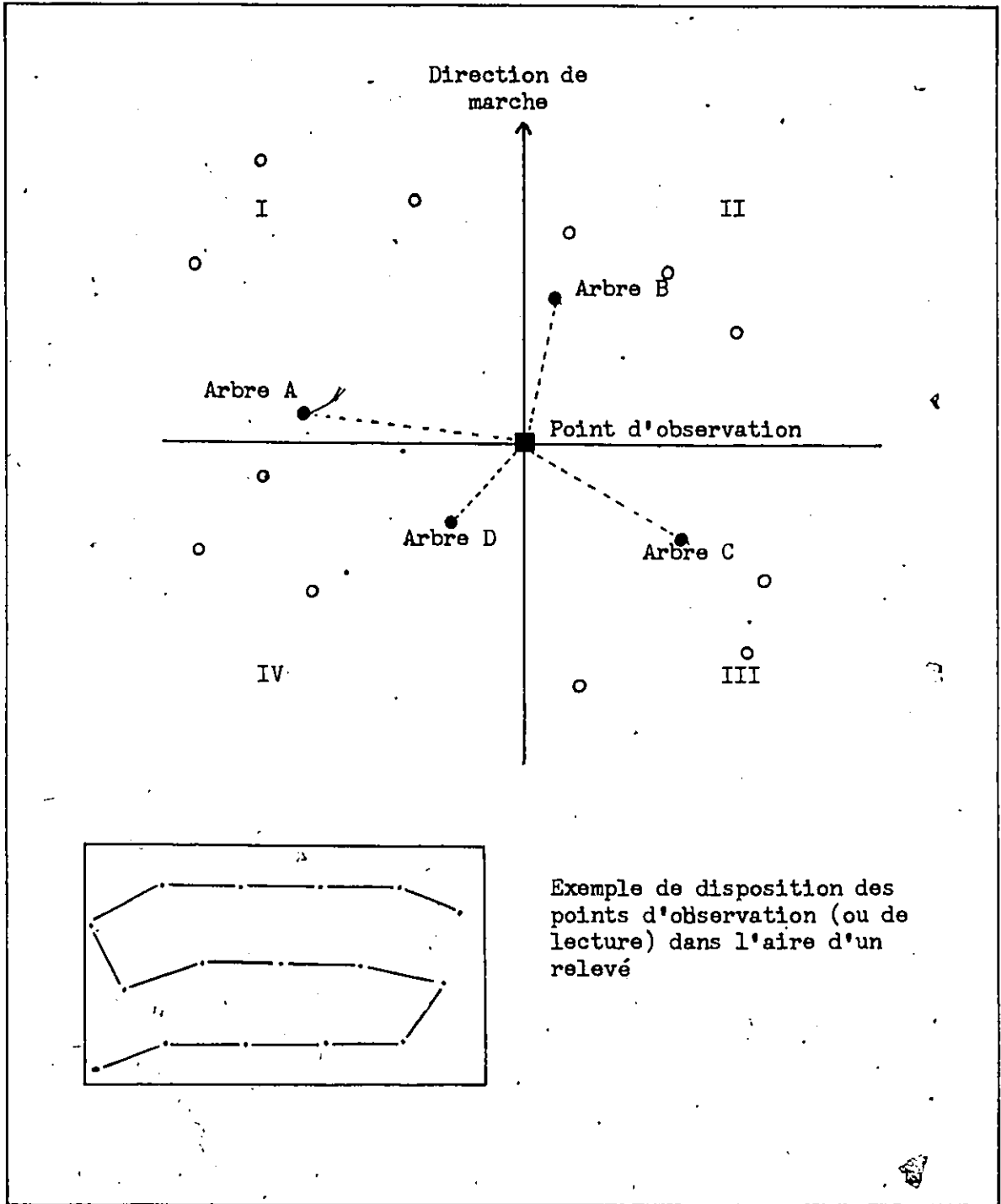
Un relevé comprend: a) une liste des espèces arborescentes présentes dans l'aire choisie, et leur abondance (Phillips, 1959), b) des indications

sur l'importance des espèces et leur densité à l'intérieur des différentes strates, c) l'information sur l'environnement (sols, microrelief, etc...). La localisation des relevés fut établie selon un plan d'échantillonnage stratifié selon les facteurs du milieu (altitude et orientation). La superficie de chacun couvrait un espace de 30 x 50 mètres. Les relevés sont constitués au moins de 15 points de lecture, espacés de 10 mètres entre eux, où chacun couvre 0.10 hectare (Whittaker, 1973).

#### 2.1.1.2 Méthodologie d'analyse d'un relevé:

La méthode d'analyse est celle des points-quartiers, utilisée par plusieurs auteurs, Cottam et Curtis (1949; 1956), Phillips (1959). Cette méthode s'avère des plus efficaces lorsqu'il s'agit de connaître la dominance des espèces et la distance entre les arbres. Selon cette méthode, on choisit au hasard les arbres dans quatre quadrants déterminés autour d'un point d'observation. L'angle le plus recommandé est celui de 90 degrés (Phillips, 1959). Cette méthode nécessite deux personnes: un observateur et un assistant.

Un tracé droit ou en ligne brisée, déterminé à l'avance, indiquera la direction à parcourir à l'intérieur de l'aire choisie. Chaque point d'observation (de lecture) est séparé d'une distance de 10 mètres, le tracé devant comporter 15 points d'observation ou plus. Le point d'observation est défini par l'opérateur et devient le point central sur lequel sont établis les quatre quartiers. La figure 2.1 illustre la méthode.



Exemple de disposition des points d'observation (ou de lecture) dans l'aire d'un relevé

Figure 2.1. La méthode des "Points Quartiers"  
Les symboles I,II,III,IV indiquent les quatres quartiers successifs.  
Les lettres A,B,C et D indiquent les arbres les plus proches du point d'observation dans chaque quartier.

La méthode consiste à identifier dans chaque quartier l'arbre le plus proche de l'observateur dans chaque quadrant. Les arbres dont le diamètre est supérieur à 4 pouces (12 cm) sont notés.

Trois lectures sont prises pour chaque arbre:

- 1) son identification spécifique;
- 2) son diamètre mesuré à la hauteur de la poitrine (4 pieds); et
- 3) sa distance depuis le point d'observation.

#### 2.1.2 La classification des relevés: mécanisme de regroupement.

La classification des relevés se propose d'établir des types de communautés végétales. Le point de départ s'effectue de l'ensemble de 63 relevés où 24 espèces furent reconnues. Ce processus consiste à regrouper les relevés en groupes selon leur similarité floristique.

##### 2.1.2.1 La méthode de classification

La méthode est agglomérative et polythétique, et utilise un critère d'information (Williams, Lambert et Lance, 1966; Orloci, 1971; Goodall, 1973). Son mécanisme regroupe progressivement les relevés individuels à l'intérieur de groupes, jusqu'à ce que l'ensemble tout entier des individus soit combiné. Cependant, l'homogénéité à l'intérieur d'un groupe décroît en fonction de son accroissement.

Cette méthode utilise un indice de similarité en statistique d'information pour juger de la ressemblance des relevés entre eux (Williams, Lambert et Lance, 1966; Dale et Anderson, 1972). Cet indice est calculé à l'intérieur de la matrice constituée de  $n = 63$  relevés, spécifiée par la présence "a" de  $m = 24$  espèces.

	1 2		j		$m = 24$
					m Espèces
1					
2					
3					
i			$a_{ij}$		
n					

Relevés  
n = 63

Il représente la perte d'information qui résulte du regroupement de deux relevés i et k et est calculé selon la procédure suivante. (Dale et Anderson, 1972)

		j		$m = 24$ espèces
i		$a_{ij}$		$a_i$
k		$a_{kj}$		$a_k$
ik		$a_{ik,j}$		$a_{ik}$

$$\Delta I_{ik} = I_{ik} = I_i = I_k$$

$\Delta I_{ik}$  est la perte d'information entraînée par la réunion des deux relevés i et k.

$I_i$  est l'indétermination dans le relevé i:

$$I_i = a_i \log a_i - \sum_{j=1}^m a_{ij} \log a_{ij}$$

$I_k$  est l'indétermination dans le relevé k:

$$I_k = a_k \log a_k - \sum_{j=1}^m a_{kj} \log a_{kj}$$

$I_{ik}$  est l'indétermination dans le groupe ik:

$$I_{ik} = a_{ik} \log a_{ik} - \sum_{j=1}^m a_{ik,j} \log a_{ik,j}$$

$\Delta I_{ik}$  est alors une quantité positive ou nulle.

En d'autres termes, la valeur  $\Delta I_{ik}$  mesure la perte d'information (l'augmentation de l'indétermination) occasionnée par la réunion des deux relevés  $i$  et  $k$ . La quantité  $\Delta I_{ik}$  étant nulle ou positive, elle peut être considérée comme une mesure de ressemblance existant entre deux relevés<sup>1</sup>. La stratégie générale de la méthode est agglomérative en ce sens qu'elle groupe progressivement les relevés en groupe de taille croissante. Cette stratégie est représentée par un dendogramme (figure 2.2) qui montre comment le regroupement est opéré de palier en palier. A chaque palier correspond un groupe spécifique qui représente un type de communauté en particulier.

#### 2.1.2.2 La règle d'arrêt:

Le résultat de ce mécanisme aboutit à la construction d'une représentation abstraite (dendogramme) du paysage végétal sans spécifier une ligne d'arrêt qui définirait les types de communautés végétales. Pour distinguer une série de types de communautés, cela nécessite une ligne d'arrêt. Les branches du dendogramme seront regardées comme autant de groupes définissant des types de communautés.

- 
1. Si les deux relevés  $i$  et  $k$  sont exactement identiques,  $\Delta I_{ik} = 0$ . Il n'y a aucune perte d'information si les deux relevés sont fusionnés. Si  $i$  et  $k$  sont différents,  $\Delta I_{ik} > 0$ . Cette perte d'information est d'autant plus grande que la différence est importante.

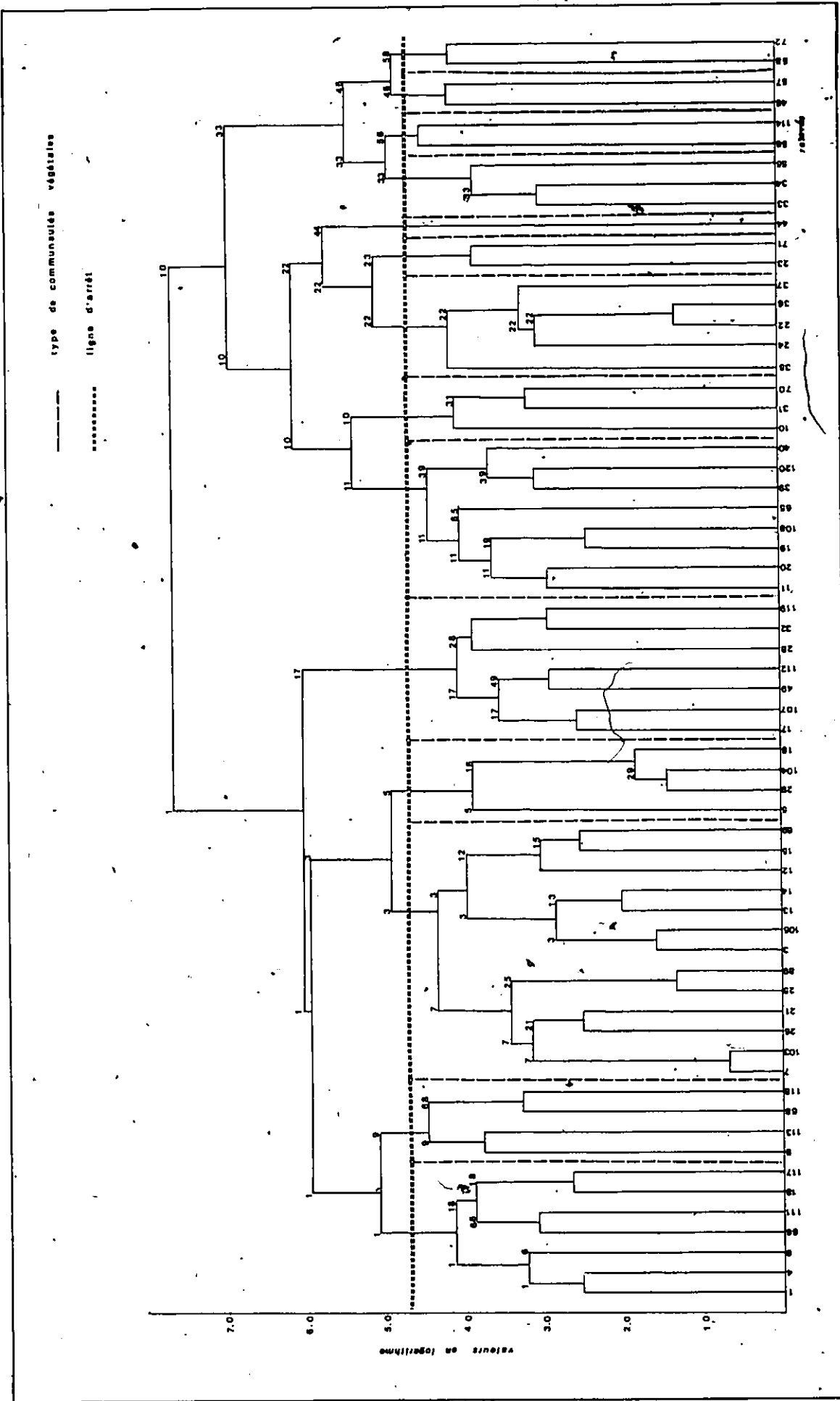


Fig. 2.2 Dendrogramme de la végétation

Une règle d'arrêt peut être arbitraire et être fixée sur des considérations statistiques (Williams, Lambert et Lance, 1966). Toutefois notre règle d'arrêt repose, comme l'a mentionné Goodall (1973), sur l'homogénéité des communautés forestières faisant partie d'un même type.

La règle fut appliquée au palier 50 dans la construction du dendogramme, définissant 14 types de communautés forestières (voir la figure 2.2 et le tableau 2.1). Les branches croisant la ligne d'arrêt constituent les types de communautés, celles à l'intérieur en sont les constituantes.

### 2.1.3 Définition et cartographie des types de communautés forestières:

L'étude de la végétation forestière du Mont Ste-Marie a abouti à la définition de 14 types de communautés forestières distincts. Chaque groupe représente une série de communautés définies selon la méthode expliquée plus haut.

#### 2.1.3.1 Définition des types de communautés forestières:

Les types de communautés forestières sont identifiés selon trois niveaux distincts: le nom, la composition floristique et le numéro dans le dendogramme. Une première façon de référer à un type de communauté est par le nom qui lui fut assigné, par exemple le type Hêtre d'Amérique et Erable à sucre. Le tableau 2.1 donne la liste complète des types de communautés forestières accompagnée de quelques informations sur chaque type.

Tableau 2.1 Définition des types de communautés forestières

Code	Composition spécifique	%	Indice Shannon <sup>1</sup>	Diversité relative <sup>2</sup>	Dominance <sup>3</sup>	No. R/63
V01	Hêtre Erable à sucre Chêne rouge	34 18 12	1.976	.697	0.194	7
V03	Erable à sucre Hêtre	50 34	1.306	0.495	0.368	13
V05	Hêtre Bouleau à papier Bouleau jaune	65 23 7	1.019	0.49	0.48	4
V09	Erable à sucre Bouleau à papier Hêtre	31 24 14	2.067	.729	0.183	4
V10	Chêne rouge Pin rouge Pin blanc	31 22 20	1.8305	.7634	0.2022	3

Dominance

Diversité relative

Indice Shannon

%

Composition spécifique

Code

.182

.727

1.968

31  
18

Chêne rouge  
Peuplier à grandes  
dents  
Erable à sucre  
Bouleau à papier

V11

.380

.568

1.537

60  
8  
8

Erable à sucre  
Tilleul d'Amérique  
Ostryer de Virginie

V17

.436

.523

1.204

63  
14  
13

Chêne rouge  
Ostryer de Virginie  
Erable à sucre

V22

.288

.773

1.386

44  
19  
18  
18

Erable à sucre  
Ostryer de Virginie  
Chêne rouge  
Frêne noir

V23

.162

.788

2.082

23  
22  
20  
11

Ostryer de Virginie  
Sapin baumier  
Bouleau à papier  
Epinette blanche

V33

38

5

2

3

Code	Composition spécifique	%	Indice Shannon	Diversité relative	Dominance	No. R/63
V44	Frêne noir	47	.993	.717	.413	1
	Orme d'Amérique	43				
V46	Pin blanc	45	1.899	.74	.213	2
	Sapin baumier	25				
	Bouleau à papier	13				
	Épinette blanche	11				
V56	Épinette blanche	45	1.68	.70	.268	2
	Peuplier faux-tremble	16				
	Bouleau à papier	16				
	Peuplier à grandes dents	7				
V58	Peuplier à grandes dents	28	1.9	.74	.213	2
	Bouleau à papier	19				
	Érable rouge	13				
	Pin blanc	10				

1 - L'indice de Shannon est défini à la page 14.

2 - L'indice de diversité relative marque l'homogénéité à l'intérieur d'un type. Celle-ci est d'autant plus grande si l'indice est faible.

3 - L'indice de dominance caractérise l'importance de l'espèce (ou des espèces) dominante(s) à l'intérieur d'un type de communauté.

La troisième façon d'identifier un type de communauté végétale forestière est par son numéro dans le dendogramme. Ce numéro nous permet de reconnaître un type dans les calculs de l'ordinateur, par exemple Type 01, Type 03 où le numéro fait référence au relevé qui intervient au premier rang dans la formation d'un type. A cet effet voir la disposition des relevés dans le dendogramme (figure 2.2).

#### 2.1.3.2 Discussion de la classification:

La classification des types de communautés forestières du Mont Ste-Marie, que nous avons faite, rejoint en général la nomenclature de Grandtner (voir paragraphe 1.3.4). On reconnaît l'alliance de l'érable à sucre (*Acerion sacchari*) dans le type 03 (Erable à sucre, Hêtre) et le type 17 (Erable à sucre, Tilleul). Cette forêt est constituée d'érable à sucre (*Acer saccharum*) en communauté avec le hêtre (*Fagus grandifolia*), l'ostryer (*Ostrya virginiana*), le tilleul (*Tilia americana*), les frênes (*Fraxinus americana*, *F. nigra*), le cerisier tardif (*Prunus serotina*), la pruche (*Tsuga canadensis*) et quelques arbustes. L'érablière à forte présence de tilleul (10%) semble bien marquer le climax de cette région.

L'érablière laurentienne, appauvrie ou légèrement dégradée, laisse apparaître le bouleau jaune (*Betula lutea*), le bouleau à papier (*Betula papyrifera*) et l'épinette rouge (*Picea rubens*). Grandtner qualifie cette sous-alliance comme étant l'érablière laurentienne à bouleau jaune (*Aceretum sacchari betulotosum lutea*) qui marquerait la transition entre l'alliance de l'érable à sucre (*Acerion sacchari*) et l'alliance du bouleau jaune (*Acereto betuletum*). Le type 9 (Erable à sucre, Bouleau blanc) en est un exemple.

Une autre distinction de l'érablière laurentienne est apportée par la présence de chêne boréal (*Quercus rubra*), d'ostryer (*Ostrya virginiana*) et de frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*). Un exemple de cette communauté serait le type 23 (Erable à sucre, Chêne boréal, Ostryer).

L'alliance du bouleau jaune (*Betula lutea*) serait l'extension nordique et en altitude de l'érablière laurentienne (*Aceretum sacchari*) et s'y différencie par l'absence de frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*), d'orme (*Ulmus americana*), de chêne boréal (*Quercus rubra*) et, du tilleul (*Tilia americana*). La distinction entre l'érablière laurentienne à bouleaux jaunes et l'érablière à bouleaux jaunes, bien que difficile, est soulignée par une présence de l'érable de Pennsylvanie (*Acer pennsylvanicum*) et l'érable à épi (*Acer spicatum*). Le type 9 (Erable à sucre, Bouleau blanc) reflète en certaines circonstances les caractères de cette alliance.

L'érablière laurentienne, à l'état dégradé, laisse apparaître de plus en plus le hêtre (*Fagus grandifolia*) alors que s'efface graduellement l'érable à sucre (*Acer saccharum*). De nouvelles espèces interviennent: le sapin baumier (*Abies balsamea*) et la pruche (*Tsuga canadensis*). L'état de dégradation extrême s'entrevoit par la formation d'îlots constitués presque entièrement de hêtre (*Fagus grandifolia*). Un exemple de ce peuplement serait le type 5 (Hêtre) que l'on a reconnu dans la classification, mais qui fut omis dans la cartographie en raison des très faibles surfaces qu'il couvre.

L'alliance de la chênaie boréale (*Quercion boreale*) est l'image d'une forêt où domine le chêne boréal (*Quercus rubra*) en communauté avec l'ostryer (*Ostrya virginiana*), le pin blanc (*Pinus strobus*), le frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*), l'érable rouge (*Acer rubrum*) et autres. C'est le domaine de la chênaie boréale proprement dite que l'on reconnaît dans le type 22 (Chêne rouge) et le type 10 (Chêne rouge, Pin rouge, Pin blanc).

Outre ces communautés de feuillus, il y a celles constituées de conifères comme le type 33 (Sapin baumier, Bouleau blanc, Epinette blanche) et le type 56 (Epinette blanche, Tremble, Bouleau à papier). Ces types marquent la transition vers la forêt boréale et indiquent les limites de l'extension de l'érablière laurentienne.

#### 2.1.3.3 Cartographie des types de communautés forestières:

L'identification de la végétation forestière du Mont Ste-Marie est suivie d'une cartographie des types de communautés forestières définis précédemment. La figure 1.1 est le produit final. La carte est reproduite à l'échelle 1:8400 dont le cadre est tiré d'un document topographique (1:8400) propriété du Mont Ste-Marie Inc.

Trois étapes furent nécessaires avant l'élaboration de cette carte:

1. Identification des relevés initiaux à l'intérieur des types de communautés végétales sur le document topographique 1:8400.

2. Identification sur photographies aériennes 1:15,000 et 1:5000 des relevés initiaux et délimitation des types de communautés végétales sur la photographie. Délimitation primaire des types de communautés forestières sur le document topographique 1:8400.
3. Retour sur le terrain, vérification et corrections des limites des types de communautés forestières.

La carte finale représente dix types de communautés forestières différents alors que la classification en avait identifié quatorze. Etant donné la faible représentation dans le territoire de certains types comme Hêtre d'Amérique (type 05); Epinette blanche, Tremble, Bouleau à papier (type 56); Peuplier à grandes dents, Bouleau blanc (type 58), nous avons été amenés à les regrouper à ceux avec lesquels ils partagent une similitude, c'est-à-dire qui rejoignent le type à un degré plus élevé dans le dendogramme. Ainsi le type 05 (Hêtre d'Amérique) a été absorbé par le type 03 (Erable à sucre, Hêtre d'Amérique), le type 56 (Epinette blanche, Tremble, Bouleau blanc), par le type 33 (Sapin baumier, Bouleau blanc, Epinette blanche) et le type 58 (Peuplier à grandes dents, Bouleau blanc) par le type 46 (Pin blanc, Peuplier à grandes dents, Bouleau blanc). Le type 44 (Orme, Frêne noir) fut exclu de l'analyse à cause de son hétérogénéité, et aussi parce qu'il se situait presque toujours à l'extérieur de la limite du territoire proposé.

## 2.2 Définition des éléments de la relation: les caractères écologiques.

La relation que nous voulons établir consiste, on l'a vu, à définir le territoire par le type de communautés forestières et l'ensemble des états de caractères écologiques reconnus à chaque site. La technique d'échantillonnage proposée par Phipps (1969) permet d'obtenir une bonne approximation de la liaison statistique entre les deux termes du rapport (type de communautés végétales, états de caractères écologiques) permettant d'une part la construction d'unités homogènes et d'autre part de cartographier ces unités.

### 2.2.1 La technique d'échantillonnage:

Une carte topographique à l'échelle 1:8400 (1 pouce = 700 pieds), où les courbes sont équidistantes de 5 pieds, fut utilisée comme support de toute l'information. Cette carte est le document de base pour le repérage et la détermination des critères utilisés: type de communautés végétales et caractères écologiques. Le choix de cette échelle permet l'identification d'un ensemble de points d'observation (sites) suffisamment grand pour satisfaire les exigences statistiques et aussi la différenciation des variations physiques avec une marge d'erreur plus faible.

La technique d'échantillonnage consiste à caler une grille, de motif carré, à maille constante, sur le document de base (Phipps, 1969). Les intersections des lignes verticales et horizontales définissent un ensemble de points, échantillons du territoire, où sont prélevées les informations.

Le point d'observation prend donc la signification d'un relevé, unité élémentaire d'observation géographique.

La grille définissait un ensemble de 1475 points d'observation (sites). A la fin de l'analyse un total de 1231 points furent retenus comme descripteurs du paysage. L'ordinateur ne traitant que les points (sites) à définition complète, ceux correspondant à la surface des eaux, au système routier, ou tombant à l'extérieur des limites de la végétation ou à cause de toute erreur dans l'entrée des informations dans l'ordinateur furent exclus.

La maille de la grille est de motif carré, dont le côté est de 0.5 pouce (1.27 cm) sur le document topographique et de 350 pieds (106.68 m) sur le terrain, donnant une densité d'inventaire voisine de celle suggérée par Smartt et al. (1974,a) pour un échantillonnage systématique spatial.

La définition des types de communautés végétales fut présentée au paragraphe 2.1.3.1 Nous définirons dans le prochain paragraphe les différents caractères écologiques et les techniques d'analyse choisies pour les décrire. Chaque point d'observation est caractérisé par un état dans chaque caractère. En pratique cela nécessite des limites précises entre les états et une précision au niveau de l'information.

#### 2.2.2 Liste et définition des caractères écologiques:

Les caractères écologiques définissent chaque site d'observation, soit par une mesure, soit par une qualité, soit par un calcul précédemment établi. Bien que considérés comme des caractères simples, ils ont nécessité l'apport de techniques différentes quant à leur détermination.

#### 2.2.2.1 L'altitude:

Elle est mesurée à partir du document topographique de base à l'échelle 1:8400, où les courbes sont équidistantes de 25 pieds. L'altitude variant de 500 pieds (152.4 m) à plus de 1700 pieds (518.1 m), les points d'observation furent regroupés à l'intérieur de classes de 200 pieds

(61 m) d'intervale. Six états furent définis:

Etat 1: 500 à 699 pieds

Etat 2: 700 à 899 pieds

Etat 3: 900 à 1,099 pieds

Etat 4: 1,100 à 1,299 pieds

Etat 5: 1,300 à 1,499 pieds

Etat 6: 1,500 et plus

L'intervale de 200 pieds (61 m) entre chaque état se rapporte à l'évaluation faite (Cohir, 1969) sur la variation moyenne de la température dans un secteur (adiabatique humide), soit de .6°C par 100 m d'altitude. Considérant que l'analyse s'effectue sur un territoire restreint, nous avons établi une valeur correspondante, soit une différence approximative de .7°F pour chaque 200 pieds (61 m) d'altitude.

#### 2.2.2.2 L'altitude relative:

Ce caractère écologique est étroitement relié à la topographie et correspond à la position relative au point d'observation par rapport aux sites qui l'entourent immédiatement. Son importance écologique provient des phénomènes de circulation et de blocage de l'air et de l'eau. Il est

divisé en trois états: zones dominées, zones intermédiaires ou neutres et zones dominantes. La surface des eaux fut regroupée dans un état particulier.

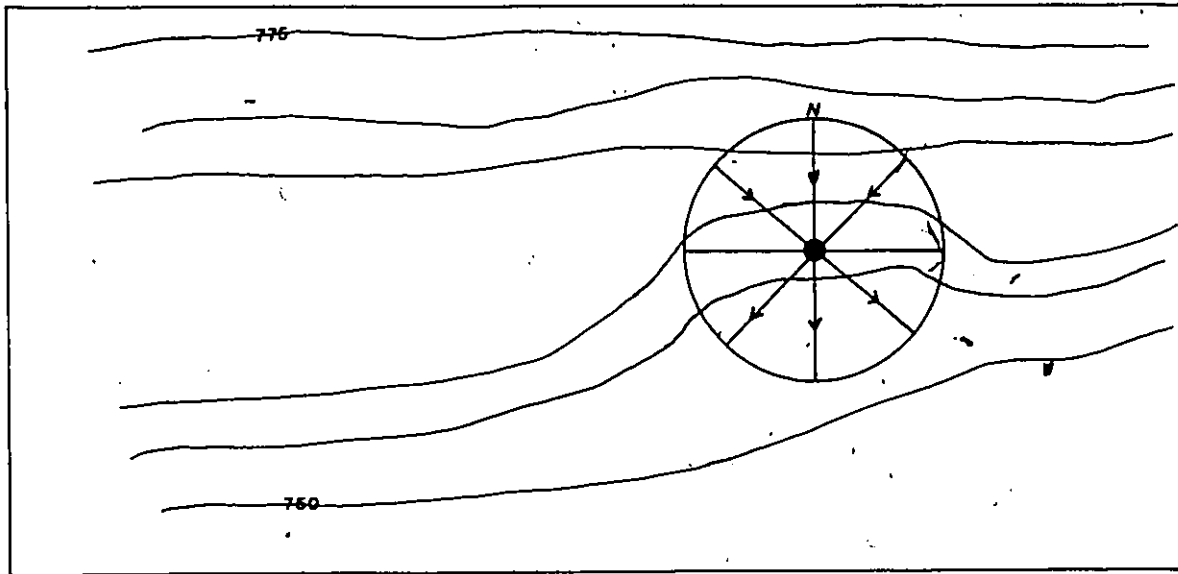
- . zone dominée: lorsque la zone où les possibilités d'écoulement en aval sont réduites par rapport aux possibilités d'approvisionnement d'air, en amont
- . zone neutre: lorsque l'arrivée d'air de l'amont est égale à la possibilité d'écoulement en aval
- . zone dominante: lorsque les possibilités d'écoulement en aval s'élargissent par rapport aux possibilités en amont
- . surface des eaux: regroupe les surfaces d'eau (cet état est exclu de l'analyse).

L'appréciation se fait simplement à partir d'une rose des vents mobile tracée sur un matériel transparent, centrée sur le point d'observation et calée sur le document topographique.

Tel que nous le montre la figure 2.3, s'il y avait une arrivée d'air en provenance de l'amont (depuis le nord-ouest, le nord et le nord-est) et si la possibilité d'écoulement en aval ne se faisait qu'en direction sud, sud-est et sud-ouest, alors la zone était dite neutre.

#### 2.2.2.3 Le micro-relief:

Ce caractère écologique est déterminé de façon qualitative sur le document topographique à l'échelle 1:8400. La technique de détermination



- Point d'observation
- Aire d'observation définie selon la méthodologie
- Courbes de niveau en pieds
- Direction et provenance de la masse d'air

Figure 2.3 Appréciation de l'altitude relative sur le document topographique.

voisine celle utilisée par Phipps (1966) et la typologie fut empruntée aux études sur l'utilisation du sol faites par Allaire, Phipps et Stoupy, et résumée dans le mémoire de Stoupy (1972). Les états de microrelief représentent l'irrégularité, la planéité, la concavité ou la convexité de la facette du point d'observation. Comme le rapporte Phipps (1966) il faut attacher beaucoup d'intérêt à ces notions dont le rôle écologique est important.

La typologie repose sur l'importance du relief dans des cercles de diamètre différent (350 pieds et 175 pieds de diamètre)<sup>1</sup>, centrés sur le point d'observation. La variation du microrelief se traduit sur une carte par la linéarité ou la courbure plus ou moins grande des courbes de niveau. Cette courbure fut déterminée à l'aide de figures géométriques, voir la figure 2.4, montées sur matériel transparent. Deux parallèles, tracées à distance égale de part et d'autre du diamètre, servaient de guide<sup>2</sup>.

Six états furent définis par cette technique:

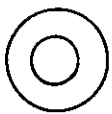
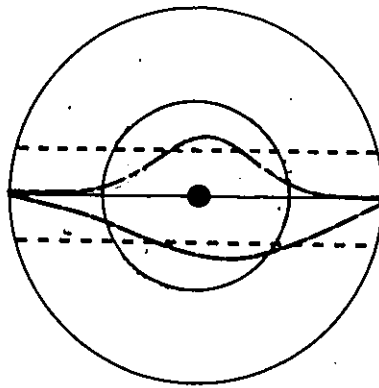
- plan: pas de variation de relief notable dans l'un ou l'autre des cercles

---

1.- 350 pieds = 1/2 pouce sur le document topographique

175 pieds = 1/4 pouce sur le document topographique

2 - Sur le document topographique, les parallèles ont une distance de 1/8 de pouce entre elles.



Figures géométriques dans lesquelles est lue l'importance du relief

----- Parallèles au diamètre des deux cercles

————— Relief dont la courbure est dite forte

————— Relief dont la courbure est dite faible

● Point de lecture ou point centre de chacun des deux cercles

Figure 2.4 Appréciation du microrelief sur le document topographique

- . faiblement concave: si la forme est concave et la variation du relief passe à l'extérieur des parallèles dans le plus grand des deux cercles.
- . faiblement convexe: si la forme est convexe et la variation du relief passe à l'extérieur des parallèles dans le plus grand des deux cercles.
- . fortement concave: si la forme est concave et la variation du relief passe à l'extérieur des parallèles dans le plus petit des deux cercles.
- . fortement convexe: si la forme est convexe et la variation du relief passe à l'extérieur des parallèles dans le plus petit des deux cercles.
- . irrégulier: si les formes présentent des irrégularités (ruptures, courbes concaves - convexes, et autres) dans le plus grand cercle.

#### 2.2.2.4 La pente:

Le calcul de la pente se rapproche de la méthode définie par Brunet (1963). A chaque point de la grille, on compte le nombre de courbes de niveau successives, sur une distance fixe, égale à la distance entre deux points d'observation (350 pieds) et perpendiculaire à l'orientation des courbes.

Le calcul de ce caractère est difficile dans le cas de rupture de pente et de dôme rocheux. La valeur de la pente devient alors une valeur moyenne, tenant compte de la facette du point d'observation.

Un état est déterminé par le nombre de courbes principales (courbe d'équidistance de 25 pieds) sur la distance fixe. Sept états furent reconnus et le tableau 2.2 donne l'équivalence de chaque état en pieds de dénivellation et sa correspondance en pourcentage.

La pente joue un rôle important dans le drainage de l'eau, de l'air et l'accumulation des éléments fins du sol.

#### 2.2.2.5 L'orientation de la pente:

L'observation de l'orientation de la pente se fait simplement, d'après la rose des vents tracée sur un support transparent centré successivement sur chaque site. Ce caractère est divisé en 8 états, orientés d'après une direction N étalon: N - NE - E - SE - S - SW - W - NW. Le rôle de ce caractère est important pour conditions méso-climatiques: voir dans quelle direction est exposé un versant, voir dans quelle mesure ce même versant est exposé aux conditions rigoureuses du climat.

#### 2.2.2.6 Le matériel parental des sols:

Une analyse géomorphologique a permis de définir les principaux types caractéristiques de matériel parental du sol. Les résultats furent cartographiés sur la figure 1.3 au paragraphe 1.3.2 se rapportant à la géologie de surface. Aux travaux cités dans ce paragraphe, il faut joindre des communications orales avec M.A. Dumont (1975) étant chargé de l'élaboration d'une carte géomorphologique (1:50,000) de la vallée de la Gatineau pour l'O.P.D.Q.

Etats	Dénivellation en pieds	Pourcentage
1	25	7
2	50	14
3	75	21
4	100	28
5	125	35
6	150	42
7	175	50

Tableau 2.2 Equivalence des états de la valeur de la pente.

Suite à la nomenclature de Lajoie (1962) où il classe ses unités selon la texture, le drainage et le matériel parental, notre apport fut de préciser d'avantage l'identité du matériel parental. Selon Lajoie, trois types de matériel parental se retrouvent dans notre territoire d'étude: till non-calcaire, gravier caillouteux non calcaire et limon mince sur argile.

L'état représenté comme de la roche en place est important et correspond à ce que Lajoie qualifie de "superficie montagneuse avec affleurements rocheux" (Lajoie, 1962). Cette catégorie inclut tout terrain où l'état varie de l'exposition de la roche nue jusqu'à la présence de dépôts de surface de moins de 1 pied d'épaisseur.

Le matériel parental défini en terme de dépôts de surface regroupe cinq états: dépôts glaciaires, dépôts d'éboulis, dépôts de sable et gravier, dépôts de limon et argile, dépôts organiques.

Une première distinction fut nécessaire entre les dépôts d'origine glaciaire et ceux d'éboulis et de pente. Le premier consiste en un dépôt de till, d'épaisseur variable, dont la grosseur du matériel varie de fines particules jusqu'à la présence de blocs et gravier. Le second est constitué de dépôts dus à l'érosion du substratum par les différents processus mécaniques, dont la gélifraction. Le versant au sud du chemin longeant le Petit Lac à la Truite est un parfait exemple de ce type.

Le sable et gravier plus ou moins grossier se retrouve entre 500 et 750 pieds d'altitude, particulièrement dans la région du lac Fournier dans un axe nord vers le sud-ouest.

Les dépôts de limon et d'argile se retrouvent dans les régions inférieures à 550 pieds. Ce type de dépôts est important dans la plaine de Ryanville et constitue la limite ouest du paysage.

Le rôle de ce caractère est important dans la question de l'écoulement de l'eau, et du comportement écologique des différentes espèces forestières.

Les caractères écologiques suivants, drainage du sol, drainage du site et épaisseur des dépôts de surface, furent tirés du document "Mont Ste-Marie Properties Ltd., Terrain Evaluation; échelle 1:8400, 1973" sur lequel la grille de sondage fut placée. Ces caractères complètent l'information apportée par d'autres caractères. La plupart des caractères précédents, sauf le matériel parental, étant d'ordre topographique, il était opportun de vérifier par d'autres caractères la qualité d'un site.

#### 2.2.2.7 Le drainage du sol:

Les classes sont établies en fonction de la grosseur des particules, de leur distribution et de la densité du sol. Trois états sont définis:

- modéré: là où il y a présence de silt-sablonneux plus ou moins compact. Ces sols conservent une nappe phréatique élevée.
- pauvre: silt-argile, sols organiques et till glaciaire avec un contenu d'éléments fins.
- Ro: roche en place, l'eau ruissèle à la surface.

#### 2.2.2.8 Le drainage du site:

Il a été effectué en fonction de l'élévation, de la pente, de l'aspect et de la profondeur des couches et du type de sol. Les unités cartographiques furent ainsi définies:

- bien drainé: bon écoulement; nappe phréatique profonde
- modéré: l'eau reste plus longtemps après une pluie ou la fonte printannière. généralement le drainage est bon
- pauvre: l'eau reste longtemps après une pluie
- nappe phréatique élevée (h): la nappe d'eau est élevée, mais peut être améliorée par une canalisation adéquate
- nappe phréatique élevée (H): généralement de 3 à 5 pieds sous la surface; près de la surface en temps humide. Les conditions topographiques empêchent toute intervention.

#### 2.2.2.9 L'épaisseur des dépôts de surface:

Cette dernière caractéristique ajoute un complément à l'étude du matériel parental, bien qu'elle soit aussi reliée à l'altitude. Il faut cependant interpréter ces résultats avec réserve. Recouvrant faiblement la

roche en place à 1400 pieds, les dépôts atteignent plus de 10 pieds en profondeur sur la plaine de Ryanville. Trois états sont représentés:

- Ro: indique la roche en place accompagnée d'une légère couche de dépôts (inférieure à 1 pied)
- de 1 à 5 pieds de dépôts: dans les versants de pente moyenne, où il y a accumulation d'éboulis
- de 5 à 10 pieds de dépôts localisés en basse altitude.

### 2.3 La mise en relation:

La méthode qui va permettre d'effectuer la mise en relation des informations décrites dans les chapitres précédents part de la constitution d'une matrice de données où: (tableau 2.3)

- a) les lignes représentent les sites ou points d'observation de la grille (1231 sites);
- b) les colonnes représentent les informations recueillies (le type de communautés forestières et 9 caractéristiques écologiques).

Chaque cellule de la matrice contient un code qui définit l'état de la caractéristique dans le site correspondant à la ligne. Par exemple les lectures pour le site No. 45 se lisaient ainsi: matériel parental constitué de blocs subanguleux d'origine glaciaire (état 01); altitude 860 pieds (état 02); microrelief plan (état 30); altitude relative neutre (état 02); pente 01 (état 01); l'orientation nord (état N); drainage du sol modéré (état 02); site bien drainé (état 01); épaisseur de dépôts de surface de 5 pieds et moins (état 02); Erable à sucre, Hêtre (type 03). Le tableau 2.3 donne une représentation d'une cellule de la matrice des données. L'annexe 2 apporte une interprétation complète des critères de la procédure, où chaque critère est accompagné de son code.

Caractères écologiques									Végétation	
S	A	M	Z	P	O	D	N	E		
1										
2										
...										
...										
45	S 01	A 02	M 30	Z 02	P 01	N	D 02	N 01	E 02	V 03
...										
...										
...										

1231  
Sites

Tableau 2.3 Représentation de la matrice des données

### 2.3.1. Les relations entre la végétation et le milieu physique

#### 2.3.1.1 Le tableau des fréquences des types de communautés:

A partir de la matrice des données un certain nombre de tableaux de fréquences élémentaires peuvent être extraits. L'un d'eux nous intéresse particulièrement: il s'agit du tableau donnant la distribution des fréquences des types de communautés végétales (tableau 2.4).

Ce tableau montre la fréquence absolue et la fréquence relative des différents types de communautés forestières dans l'ensemble de l'échantillon.

A cette distribution de fréquences, on peut associer une valeur d'entropie (entropie initiale: 2.1503) qui mesure l'indétermination dans laquelle se trouve un observateur qui voudrait prédire le type de végétation dans un site particulier de la grille (voir le paragraphe 1.2). En considérant simplement ce tableau, on voit qu'en prenant au hasard un site quelconque, il y avait une chance sur quatre de retrouver le Type 03 (Erable à sucre, Hêtre), une chance sur dix de retrouver le Type 10 (Chêne rouge, Pin rouge, Pin blanc), et une chance sur 20 de retrouver le Type 22 (Chêne rouge). C'est bien cette incertitude que traduit l'entropie initiale.

	V01	V03	V09	V10	V11	V17	V22	V23	V33	V46	TOTAL
fréquence	205	309	115	121	73	115	61	56	94	82	1231
fréquence relative	.17	.25	.09	.10	.06	.09	.05	.05	.08	.07	1.00

Entropie Initiale: 2.1503

Tableau 2.4 Fréquence des types de communautés forestières

Le but de cette analyse est de réduire cette indétermination à l'aide d'information provenant des caractères écologiques. En effet, il est évident que si l'indétermination pouvait être réduite à zéro, ceci voudrait dire que l'observateur serait certain de sa prédiction ce qui impliquerait d'une part que la localisation des types de communautés est totalement dépendante des caractères écologiques définis, et d'autre part que l'observateur connaîtrait complètement ces liens de dépendance.

Il est évident qu'on cherchera dans l'analyse à minimiser l'indétermination, sans penser pour autant qu'elle peut être totalement réduite. Cependant, il est clair que tout abaissement de la valeur de l'indétermination augmente la connaissance que l'observateur a de la localisation de ces types.

#### 2.3.1.2 Les tableaux des rapports entre la végétation et les caractères écologiques

Dans une deuxième étape on peut constituer des tableaux croisés indiquant la distribution des 1231 sites selon les dix types de communautés forestières d'une part, et d'autre part selon les états d'un caractère écologique (tableau 2.5). On pourra aussi envisager une série de tableaux montrant cette distribution pour tous les caractères écologiques pris successivement.

12

Matériel parental											Inf. Mut.: 0.2475
ETATS	V01	V03	V09	V10	V11	V17	V22	V23	V33	V46	TOTAL
01	5	57	70	6	13	43	7	31	48	35	315
02	140	209	30	56	27	52	22	20	20	17	586
03	0	1	5	0	0	5	0	0	0	25	63
04	60	42	10	59	33	15	32	5	5	5	267

Altitude											Inf. Mut.: 0.4244
01	0	0	18	6	8	11	2	18	66	53	182
02	0	18	43	23	6	61	16	28	15	15	225
03	17	105	37	29	7	25	22	4	8	6	260
04	61	83	2	32	8	17	14	6	3	6	232
05	86	76	6	29	17	1	7	0	0	2	224
06	41	27	9	2	27	0	0	0	2	0	108

Microrelief											Inf. Mut.: 0.0269
11	66	76	29	42	24	33	23	9	28	16	346
12	45	59	23	22	18	19	18	25	15	23	267
21	33	44	24	12	8	14	5	3	15	15	173
22	15	35	3	6	6	11	2	4	9	7	98
30	46	95	36	39	17	38	13	15	27	21	347

Altitude relative											Inf. Mut.: 0.0189
01	41	74	21	11	18	35	9	9	25	27	270
02	127	183	72	86	33	60	38	32	44	36	711
03	37	52	22	24	22	20	14	15	25	19	250

Tableau 2.5 Rapports des types de communautés forestières/caractères écologiques

Pente											Inf. Mut.: 0.0765
ETATS	01	03	09	10	11	17	22	23	33	46	TOTAL
01	1	5	1	0	0	2	0	0	5	4	18
02	11	35	25	2	7	26	2	6	16	16	146
03	32	55	27	10	10	20	5	10	20	19	208
04	41	62	26	9	14	10	14	11	16	12	215
05	38	54	18	25	18	21	15	9	15	11	224
06	49	74	16	44	20	19	9	13	18	14	270
07	33	24	8	31	4	17	16	7	4	6	150

Orientation de la pente											Inf. Mut.: 0.1219
Nor	29	77	12	9	9	9	1	14	12	12	184
N-E	34	57	27	6	6	7	3	3	9	2	155
Est	30	25	16	7	7	19	7	3	13	5	132
S-E	27	29	19	9	7	27	3	0	6	6	133
Sud	39	19	4	8	11	10	5	1	15	8	120
S-W	21	20	13	9	15	11	12	6	15	15	137
W	14	42	16	52	10	18	23	17	13	13	218
N-W	11	40	8	21	8	14	7	12	11	20	150

Drainage du sol											Inf. Mut.: 0.1558
02	161	287	110	67	44	72	18	48	65	48	920
03	0	1	5	7	2	2	1	8	21	24	71
04	4	21	0	47	27	41	42	0	8	10	240

Drainage du site											Inf. Mut.: 0.0940
ETATS	01	03	09	10	11	17	22	23	33	46	TOTAL
01	153	205	50	98	57	59	50	32	42	35	781
02	31	76	25	14	14	23	10	9	18	16	236
03	8	7	31	8	1	20	1	6	9	12	103
04	11	15	6	0	0	3	0	8	17	18	78
05	2	6	3	1	1	10	0	1	8	1	33

Epaisseur des dépôts de surface											Inf. Mut.: 0.1931
01	46	22	0	47	28	40	42	0	8	10	243
02	159	275	107	73	44	43	19	44	59	34	857
03	0	12	8	1	1	32	0	12	27	38	131

Pour chaque état d'un caractère écologique une distribution de fréquence particulière spécifie les rapports avec les types de communautés. Ces valeurs expriment l'effet de cet état de caractères écologiques sur la distribution des types de communautés apportant ainsi une connaissance sur les relations écologiques entre le caractère et la végétation. L'importance de la connaissance acquise s'exprime par la quantité d'information mutuelle qui lève une partie de l'indétermination initiale. L'entropie à posteriori correspond à l'indétermination qui subsiste après avoir considéré l'action d'un caractère écologique.

Par exemple les fréquences observées pour la caractéristique Altitude expliquent la relation entre ce caractère écologique et les types de communautés forestières. L'information mutuelle de l'altitude est de .4244. De ce fait, l'altitude contribue à diminuer l'indétermination de la végétation de .4244 par rapport à son entropie initiale de 2.150.

L'information mutuelle de chaque caractéristique écologique se lit ainsi, successivement par ordre d'information mutuelle décroissant.

Altitude - - - - -	0.4244
Matériel parental - - - - -	0.2475
Epaisseur des dépôts - - - - -	0.1931
Drainage du sol - - - - -	0.1558
Orientation de la pente - - - - -	0.1219
Drainage du site - - - - -	0.0940
Pente - - - - -	0.0765
Microrelief - - - - -	0.0269
Altitude relative - - - - -	0.0189

La caractéristique écologique Altitude doit donc être retenue comme l'élément le plus puissant sur l'organisation spatiale de la végétation forestière puisqu'elle apporte la plus grande information mutuelle et par conséquent opère la plus grande réduction de l'indétermination (0.4244).

L'observation du tableau Altitude nous permet de préciser que:

- . en altitude inférieure, à 700 pieds (A 01), il y a une forte dominance des types de communautés V 33 (Sapin baumier, Bouleau blanc, Epinette blanche) et V 46 (Pin blanc, Bouleau blanc, Peuplier à grandes dents);
- . en altitude A 02 (700 à 899 pieds), le type Erable à sucre, Tilleul (V 17) et le type Erable à sucre, Ostryer (V 23) atteignent leur plus forte présence à ce niveau. Le plus fort pourcentage du type Erable à sucre - Bouleau blanc (type-09) se retrouve aussi à ce niveau;
- . le troisième état d'altitude (900 à 1099) doit être vu comme un niveau de transition. Le type de communauté le plus important cependant est celui de l'Erable à sucre, Hêtre (type 03). C'est aussi à cette altitude que l'on retrouve le type de communautés 22 (Chêne rouge);
- . le quatrième état d'altitude (1100 à 1299) est similaire au précédent, à l'exception que le type V 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge) substitue graduellement V 03 (Erable à sucre, Hêtre) et que le Chêne rouge (type 22) tend à s'accroître;
- . les deux derniers niveaux présentent des informations similaires. Les type V 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge) et V 11 (Pin rouge, Pin Blanc, Chêne rouge) dominant.

Les autres caractères écologiques sont moins explicatifs. Parmi les moins explicatifs, on trouve la pente, le microrelief et l'altitude relative. L'information apportée par ces caractères est faible, toutefois certains états sont très contraignants: par exemple la pente forte (P 07) est très caractéristique d'une présence de Chêne rouge (voir le tableau 2.5 à pente P 07 et V 22 et V 10).

Les fréquences relatives des types de communautés pour chaque état d'un caractère traduisent l'effet d'un état sur types de communautés. Il faut cependant remarquer que le même type de communautés végétales est caractérisé par un certain nombre d'états différents définissant des contextes voisins. Par exemple le type V 33 (Sapin baumier, Epinette blanche, Bouleau blanc) a une forte concentration en altitude 1, sur un matériel parental d'origine glaciaire, dans une pente faible ou nulle, où le drainage est pauvre. La combinaison de ces états de caractères se complète précisant davantage le site d'observation typique de ce type de communautés forestières.

### 2.3.2 La combinaison des caractères écologiques:

Le paragraphe précédent a montré que l'altitude, bien qu'étant l'élément le plus puissant d'organisation du paysage, ne suffit pas à expliquer toute cette organisation.

Par contre d'autres caractères écologiques comme le matériel parental, l'épaisseur des dépôts, le drainage du sol, etc... contiennent une

information précieuse. Toutefois, on ne peut tenir compte directement de cette information puisqu'il existe des liens entre l'altitude et les autres caractères comme le matériel parental par exemple.

La suite de la procédure va tenir compte de ce fait en procédant comme cela fut indiqué dans la partie méthodologique (voir paragraphe 1.2).

Chaque sous-ensemble correspondant à un niveau d'altitude est soumis à une procédure identique à celle qui a été utilisée au premier palier. La figure 2.5 est le résultat de la procédure au premier palier.

Par exemple comme le montre la figure 2.6 a, pour le niveau d'altitude A01, le caractère écologique le plus contraignant est l'orientation de la pente. Pour A02, c'est l'épaisseur des dépôts à surface, puis à nouveau l'orientation de la pente pour A03 et A04, et ainsi de suite. Toutefois on remarque sur la figure 2.6 b, qu'au troisième palier, c'est à nouveau l'orientation de la pente qui exerce la contrainte d'organisation la plus forte pour les dépôts épais et moyens.

Chaque branche de l'arbre ainsi constitué représente donc à la fois:

- une série d'états de caractères écologiques combinés qui représente un type de positions écologiques;
- une partie du territoire.

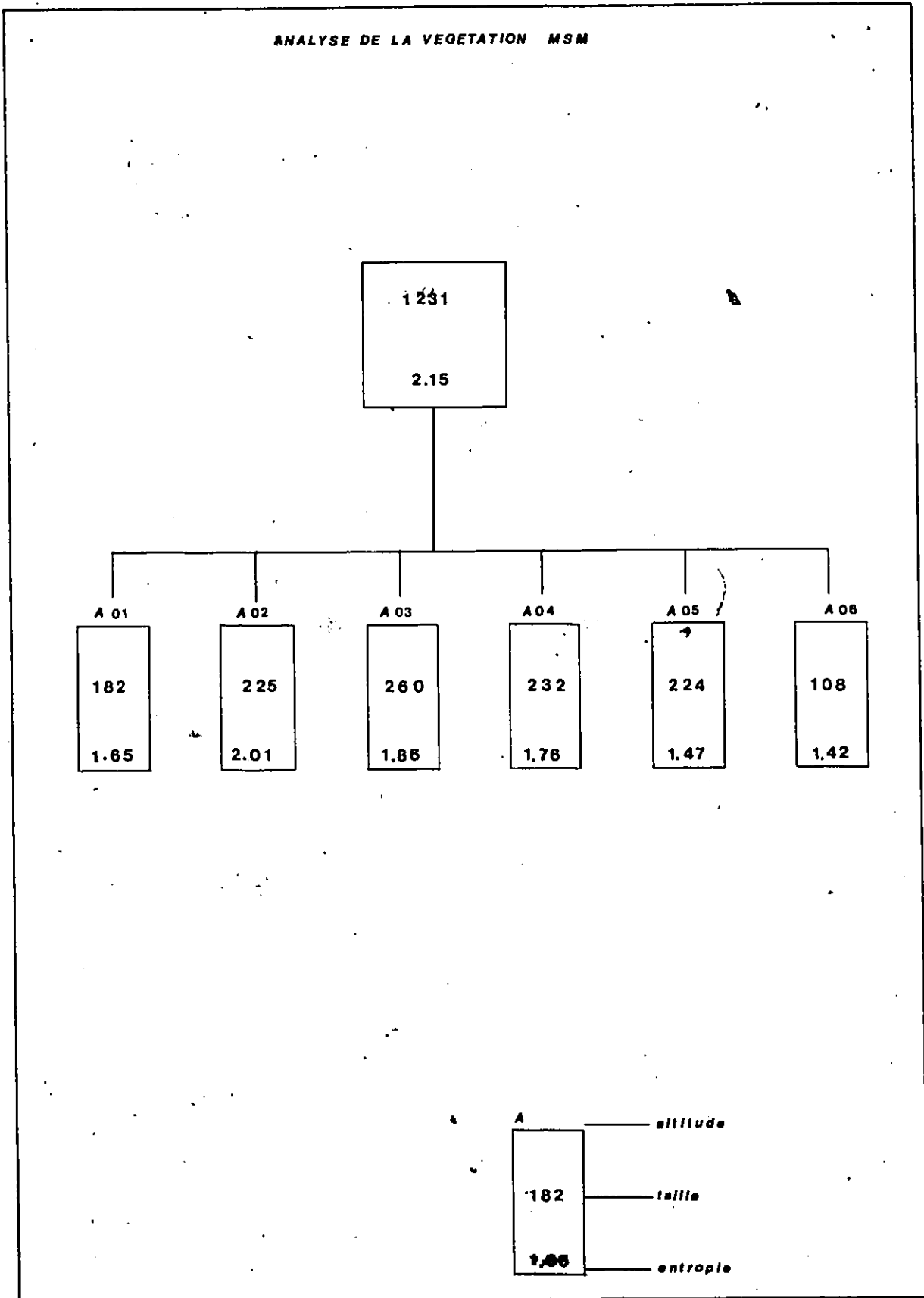


Fig. 2.5 Organisation de la végétation en fonction de l'altitude

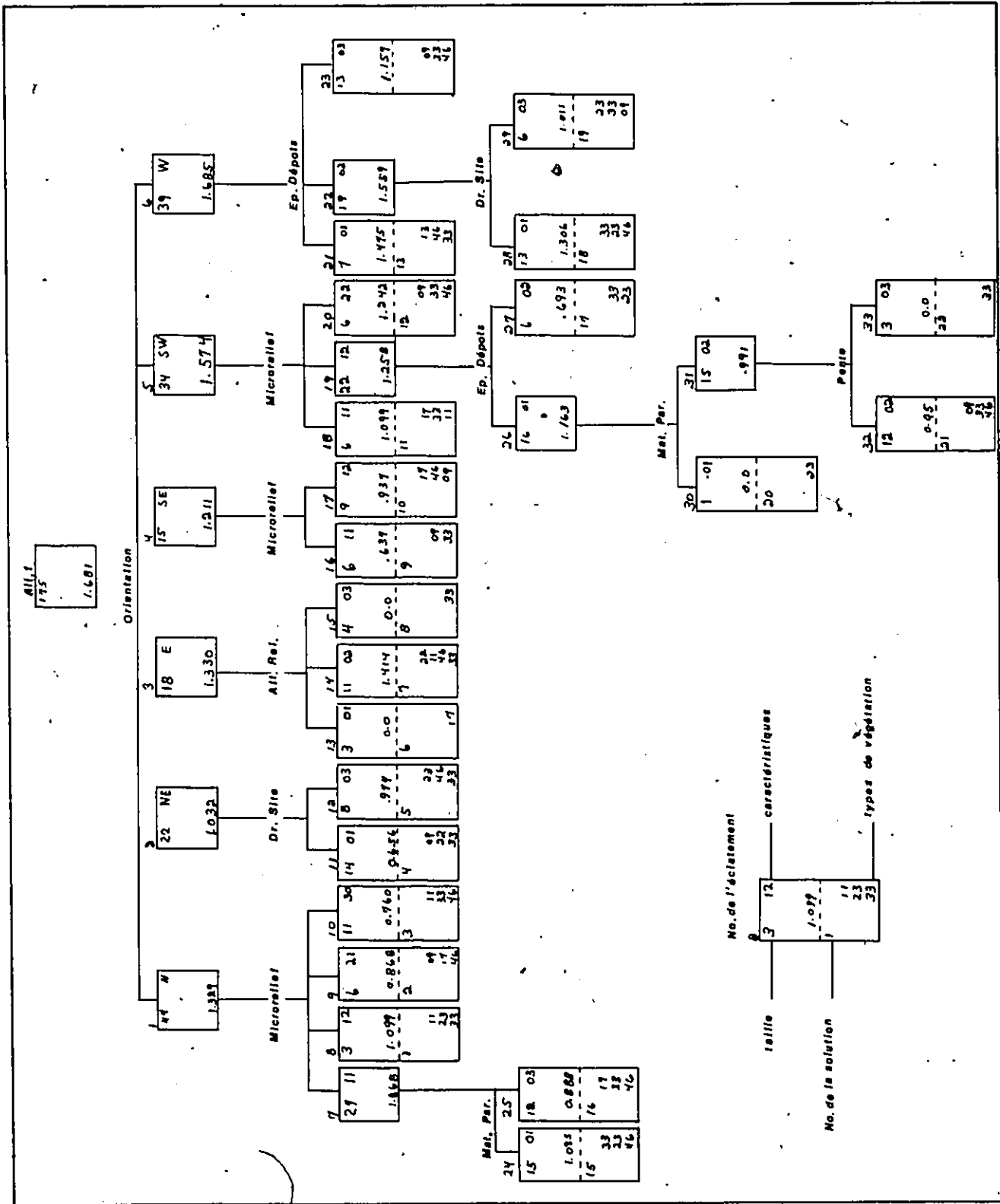


Fig. 2.6a Graphe des solutions en Altitude 1

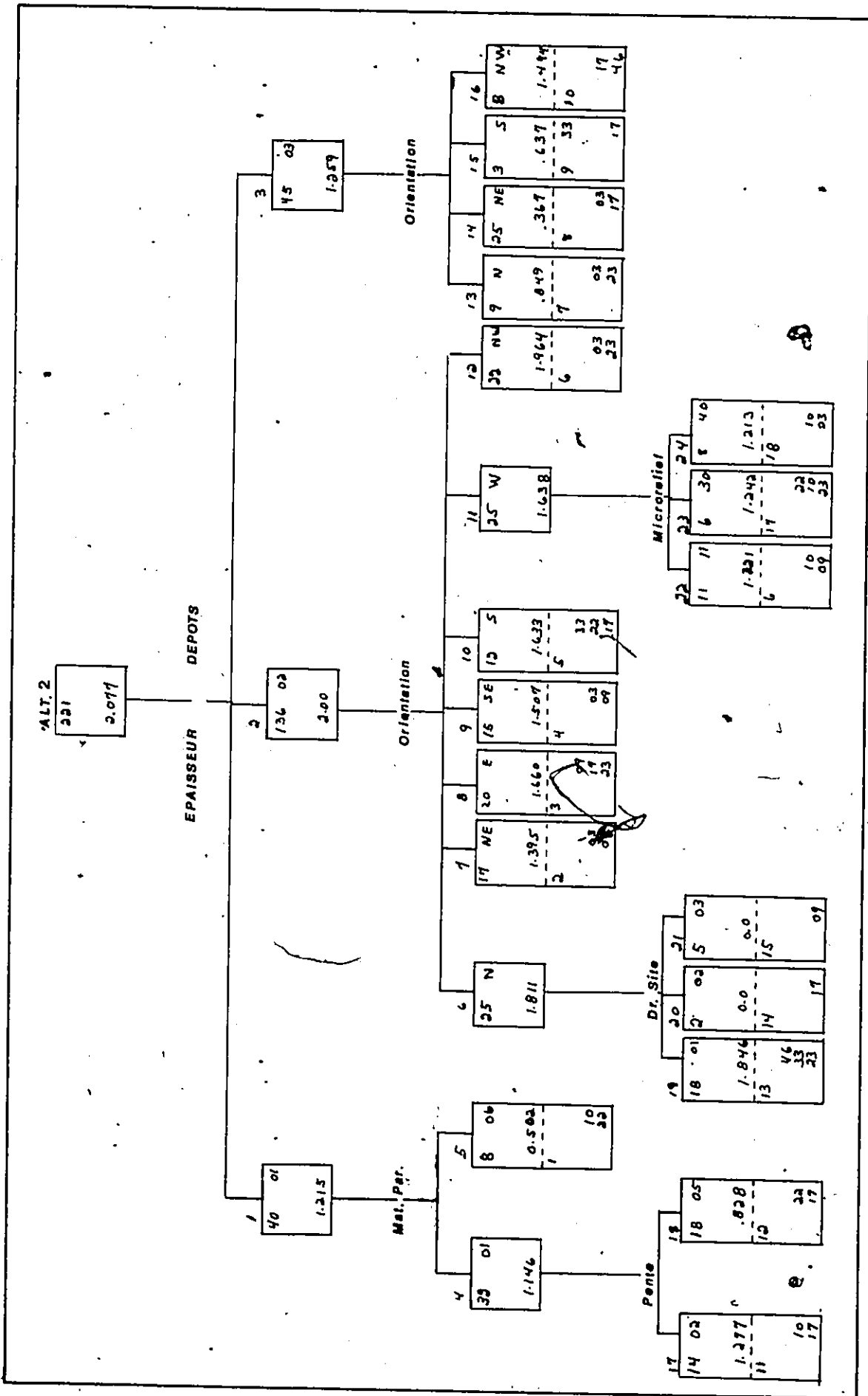


Fig. 2.6 b Graphe des solutions en Altitude 2

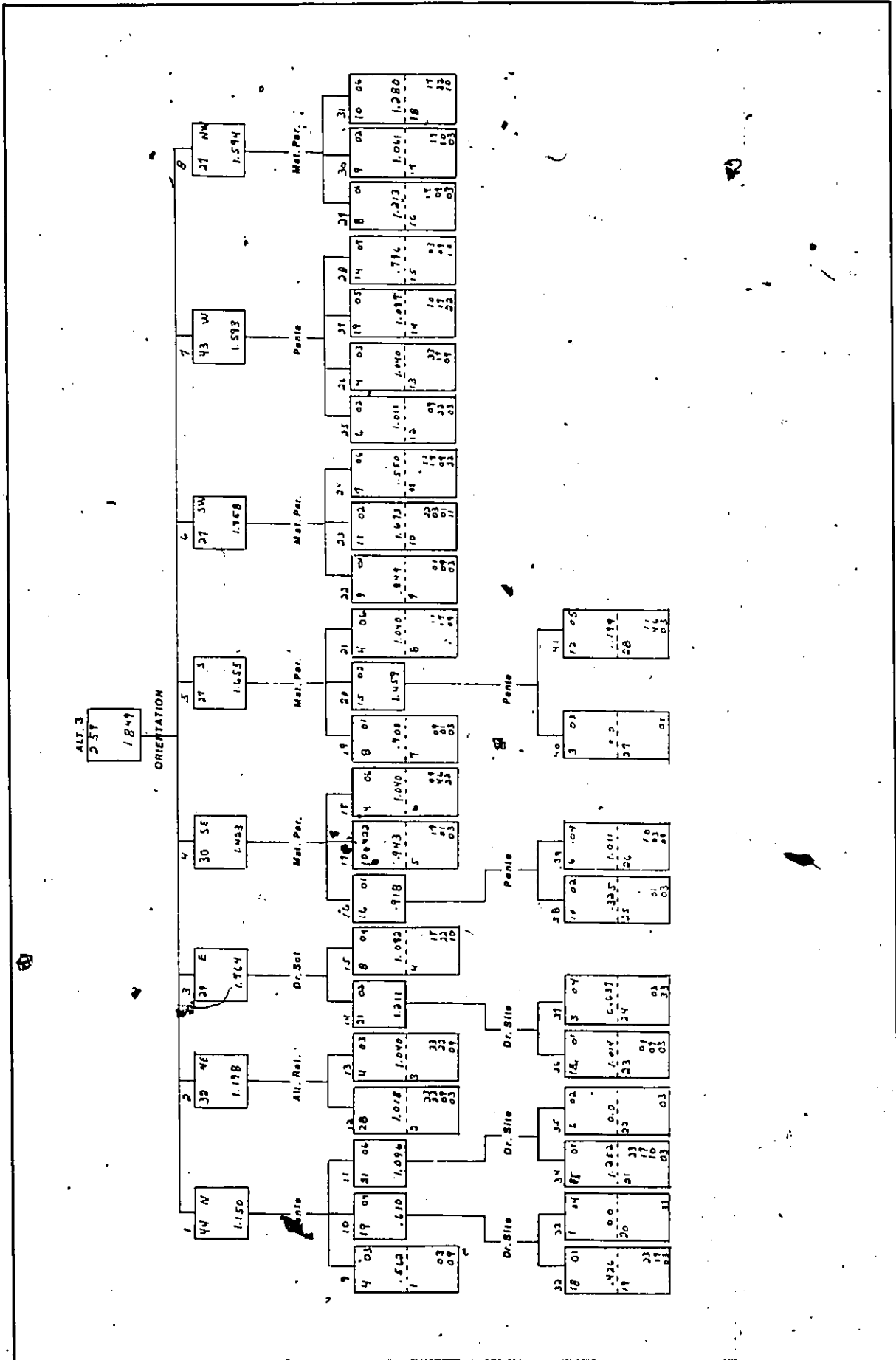


Fig. 2.6 c Graphe des solutions en Altitude 3





La compréhension du paysage résulte donc de l'interprétation de ces figures. Au terme de la procédure, les figures 2.6 a, b, c, d et e sont le résumé de la combinaison des caractères écologiques et montrent l'organisation de la région. Chaque palier marque une sélection de la caractéristique la plus contraignante, exprimée par une mesure d'information mutuelle. La procédure est arrêtée à chaque fois que:

- un sous-ensemble a une taille inférieure au minimum pour les opérations statistiques;
- un sous-ensemble a une entropie faible et par conséquent peut être considéré comme "déterminé";
- un sous-ensemble ne peut être divisé par aucune caractéristique qui apporte une information mutuelle significative.

#### 2.4 Présentation des résultats:

La création de solutions est établie par la combinaison des états de caractères, selon la procédure précédente. Au terme de cette procédure, des chemins différents peuvent avoir conduit à des solutions, identiques par l'effet de compensation des états de caractères.

Le caractère le plus contraignant de l'analyse est l'altitude (figure 2.3). C'est à partir de ses six états que la procédure formera des combinaisons d'états de caractères aboutissant à un ensemble de solutions déterminant les types de communautés forestières. A la fin de l'analyse, 123 solutions écologiques (combinaisons d'états de caractères) furent identifiées (figure 2.6 a, b, c, d et e). Chaque combinaison de caractères écologiques est associée à un ou plusieurs types de communautés forestières révélant le potentiel écologique de cette combinaison. Les figures 2.5 et 2.6 a, b, c, d et e constituent le modèle géographique de l'analyse. Ce dernier devient la représentation abstraite des variations de la végétation, expliquée par les conditions du milieu.

##### 2.4.1 Les différents niveaux d'altitude et leurs solutions:

La première classe d'altitude, représentée dans la figure 2.6 a, regroupe les sites inférieurs à 700 pieds d'altitude. Elle comporte un total de 175 sites qu'elle répartit en 22 solutions. Le caractère écologique le plus contraignant au premier niveau d'altitude est l'orientation de la pente.

Sur le terrain, le premier niveau d'altitude correspond aux fonds de vallée ou aux terres les plus basses. Nous sommes donc en présence d'une zone d'accumulation pour les dépôts de surface et d'un secteur où, en général, la pente est faible. L'information apportée par les caractères écologiques microrelief, drainage du site, altitude relative et épaisseur des dépôts de surface rappelle l'influence du facies du site sur les conditions de drainage.

Le type de communautés forestières 33 (Sapin baumier, Bouleau blanc, Epinette blanche), le type 23 (Erable à sucre, Chêne rouge, Ostryer), le type 46 (Pin blanc, Peuplier à grandes dents, Bouleau à papier), le type 17 (Erable à sucre, Tilleul) et le type 09 (Erable à sucre, Bouleau blanc) sont les plus fréquents.

En général, lorsque les conditions de drainage sont bonnes, l'érable à sucre (*Acer saccharum*) croît facilement en communauté avec le bouleau blanc (*Betula papyrifera*), le chêne rouge (*Quercus rubra*), l'ostryer (*Ostrya virginiana*) et le tilleul (*Tilia americana*). L'érablière évolue même jusqu'à son climax représenté par une communauté d'Erable à sucre et de Tilleul (type 17), cependant à la suite de conditions précises (solutions 2, 6, 10, 11 et 16):

- en orientation nord de la pente sur un microrelief faiblement convexe ou faiblement concave, ou sur des dépôts fluviaux de sable et gravier
- en orientation est de la pente et altitude relative dominée
- en orientation sud-ouest et sud-est de la pente sur un microrelief fortement ou faiblement convexe.

Le type 23 (Erable à sucre, Chêne rouge, Ostryer) exige un bon drainage. Il évolue sur des microreliefs fortement convexes et sur des dépôts de surface variant de 1 à 5 pieds d'épaisseur.

Si les types de communautés à Erable à sucre (*Acer saccharum*) exigent des conditions précises, le type 33 (Sapin baumier, Bouleau blanc, Epinette blanche) se retrouve presque partout, quelque soit l'orientation de la pente, sur un terrain bien drainé. En effet l'intervention des états du microrelief, de l'épaisseur des dépôts de surface et du matériel parental du sol ne précisent en quelque sorte que la condition de drainage du site.

Le type 33 évolue aussi dans un milieu où les conditions de drainage varient de moyennes à pauvres, soit autour des étendues d'eau et dans les bas-fonds. Le sapin baumier (*Abies balsamea*) est alors absent et ce type de communauté, qui à ce moment semble jouer le rôle de transition vers le type 46 (Epinette blanche, Peuplier à grandes dents, Bouleau à papier), accepte des conditions de drainage plus pauvres.

La figure 2.6 b correspond au second niveau d'altitude, regroupant 22 sites localisés entre 700 et 899 pieds d'altitude. A la fin, un total de 18 solutions furent déterminées.

Au second palier, l'orientation de la pente perd son titre de caractère le plus contraignant en faveur de l'épaisseur des dépôts de surface. L'orientation revient cependant au troisième palier où elle participera à

l'éclatement de 15 solutions écologiques. La connaissance qu'elle apporte est nécessaire puisqu'un changement dans l'orientation de la pente peut provoquer une condition climatique différente (par exemple si un site est situé dans une orientation nord, ou s'il est exposé aux vents les plus forts, etc.) et avoir un effet indirect sur la végétation (voir le type 17).

L'épaisseur des dépôts de surface devient le caractère écologique le plus contraignant. Ce changement inattendu s'explique par le fait que ce niveau d'altitude correspond, dans la région d'étude, à la transition entre les grands versants de collines et les fonds de vallée ou la plaine d'accumulation. Dans ces conditions l'épaisseur des dépôts de surface commanderait un ensemble de contraintes écologiques influençant la variation de la végétation.

Ce niveau d'altitude est le domaine de l'érablière laurentienne, telle que décrite par Grandtner (1966). Les types de communautés forestières soient l'Erable à sucre et le Hêtre (Type 03), l'Erable à sucre, le Bouleau à papier (Type 09), l'Erable à sucre et le Tilleul (Type 17) et l'Erable à sucre, le Chêne rouge et l'Ostryer (Type 23) ont une forte dominance. Généralement ces types évoluent sur de longs versants où l'épaisseur des dépôts varie, quelque soit l'orientation de la pente sauf en direction ouest.

L'érablière laurentienne, définie par les types 03, 09, 17 et 23, se retrouve partout, sauf sur la roche en place ou sur une faible épaisseur de dépôts de surface. Ces conditions sont favorables à une présence de Chêne

rouge, Pin rouge et Pin blanc (Type 10) et de Chêne rouge à l'état presque pur (Type 22). L'érable à sucre en communauté avec le Tilleul (Type 17) représente le climax de l'érablière laurentienne (Grandtner, 1966) et se trouve dans des conditions écologiques précises:

- sur de la roche en place ou une épaisseur faible de dépôts de surface constituée d'un matériel parental de bloc subanguleux d'origine glaciaire ayant une pente faible ou forte (solutions 11 et 12);
- sur une épaisseur de dépôts de surface variant de 1 à 5 pieds, dans une orientation est ou sud de la pente, ou en orientation nord avec un drainage modéré du site (solutions 3, 5, 14);
- en épaisseur de dépôts de surface variant entre 5 à 10 pieds, dans une orientation nord-est, sud ou nord-ouest de la pente (solutions 5, 8, 9, 10).

En général, il y a présence de type 03 (Erable à sucre, Hêtre) lorsque l'épaisseur des dépôts de surface est supérieure à 1 pied. Les dépôts inférieurs à un pied sont localisés sur les versants rocheux où parfois affleure la roche nue. C'est le domaine du Chêne rouge, Pin rouge et Pin blanc (Type 10) reconnu dans les numéros d'éclatement 5, 22, 23 et 24.

Le troisième niveau d'altitude, représenté par la figure 2.6 c, regroupe 259 sites localisés entre 900 et 1099 pieds d'altitude et définissant 28 solutions écologiques différentes. Ce niveau semble très diversifié, laissant apparaître tous les types de communautés forestières.

identifiés dans la région. C'est à cette altitude que le type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge) devient apparent. Contrairement aux niveaux d'altitude précédents, il n'y a pas de type de communauté à forte dominance, ce qui caractérise ce niveau comme un milieu de transition.

Au second palier, le caractère écologique le plus contraignant redevient l'orientation de la pente. L'information qu'elle apporte est accentuée au troisième palier par l'apport du matériel parental du sol en orientation sud-est, sud, sud-ouest et nord-ouest de la pente; par la valeur de la pente en orientation nord et ouest; par l'altitude relative en orientation nord-est; et par le drainage du sol en orientation est de la pente.

Comme dans le niveau précédent, l'érablière laurentienne est présente sous toutes ses formes, quelque soit l'orientation de la pente. Le type 03 (Erable à sucre, Hêtre) domine avec une concentration en orientation nord, nord-est, est, et sud-est de la pente. Les types de communautés où domine le chêne rouge (*Quercus rubra*), tels le Type 22 (Chêne rouge), le Type 10 (Chêne rouge, Pin rouge, Pin blanc) et le Type 11 (Chêne rouge, Peuplier à grandes dents), dominent dans les orientations sud, sud-ouest, ouest et nord-ouest.

Le fait le plus intéressant est sans doute l'apparition du Type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge) que l'on retrouve en orientation est à sud-ouest de la pente soit sur un drainage excellent du site, soit sur un

matériel parental du sol constitué de blocs subanguleux d'origine glaciaire ou sur des dépôts d'éboulis et de pente (solutions 7, 10, 23, 25, 27). Ce type de communauté forestière, où domine le hêtre (*Fagus grandifolia*), est en quelque sorte une dégradation altitudinale de l'érablière laurentienne (Grandtner, 1966).

En général, le Type 33 (Sapin baumier, Bouleau à papier, Epinette blanche) et le Type 46 (Pin blanc, Peuplier à grandes dents, Bouleau à papier) sont très limités. L'érablière proprement dite, représentée par le Type 03 (Erable à sucre, Hêtre) et le Type 17 (Erable à sucre, Tilleul), est remplacée progressivement par les types de communautés à hêtre (*Fagus grandifolia*) et à chêne rouge (*Quercus rubra*).

La figure 2.6 d représente le niveau d'altitude 4, correspondant aux sites entre 1100 et 1299 pieds d'altitude. Un total de 228 sites furent analysés et regroupés en vingt-cinq solutions écologiques. L'orientation de la pente intervient au second palier comme la caractéristique la plus contraignante. Au troisième palier, la valeur de la pente intervient pour compléter l'information en orientation nord, est, ouest et nord-ouest.

Les types de communautés forestières les plus fréquents sont le Type 03 (Erable à sucre, Hêtre) et le Type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge). Ils évoluent, quelque soit l'orientation de la pente, sur des pentes moyennes ou sur des pentes faibles avec un drainage du site variant de l'état médiocre à bon.

Bien que similaire au niveau précédent, l'importance des types de communautés diffère cependant au quatrième niveau. Cette différence s'entrevoit dans le remplacement progressif du Type 03 (Erable à sucre, Hêtre) par le Type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge). En général, ils empruntent les mêmes états de caractères écologiques, cependant il y a des combinaisons d'états où le Type 01 est absent par rapport au Type 03

- sur une pente forte, quelque soit l'orientation (solutions 3, 7, 19);
- sur un drainage pauvre du sol, quelque soit l'orientation (solution 4);
- en orientation sud, sur un microrelief fortement concave (solution 13).

De plus, ce niveau semble être l'extension des types 17 (Erable à sucre, Tilleul) et 23 (Erable à sucre, Chêne rouge, Ostryer) qui n'apparaissent que sporadiquement. Le type Erable à sucre, Tilleul exige à ce niveau des conditions bien précises, telles que des sites orientés vers le nord-est, l'est ou le sud-est, accompagnés de pentes faibles à moyennes arborant un microrelief fortement concave ou un drainage modéré du site. A cet effet voir les numéros d'éclatement 13, 14, 15, 24, 30 et 35. D'un autre côté le type 10 (Chêne rouge, Pin rouge, Pin blanc), le Type 22 (Chêne rouge) et le Type 11 (Chêne rouge, Peuplier à grandes dents) se retrouvent dans les orientations sud-est à nord-ouest de la pente, sur des pentes fortes, ou sur un microrelief faiblement convexe ou irrégulier (voir les numéros d'éclatement 19, 20, 23, 24, 27 et 34).

La figure 2.6 e inclue les états 5 et 6 de l'altitude et regroupe 332 sites à une altitude supérieure à 1300 pieds. Trente solutions écologiques

sont définies. Il fut choisi de réunir les niveaux 5 et 6 d'abord à cause de la faible quantité de sites reconnus à l'état 6 de l'altitude, aussi à cause de la similarité entre ces deux niveaux, mais surtout pour vérifier si une différence existait entre eux.

L'orientation de la pente demeure toujours le caractère écologique le plus contraignant. Presque tous les caractères écologiques interviennent dans les paliers suivants afin de déterminer les solutions. Toutefois l'altitude revient au palier 4 et au palier 5 pour marquer ses préférences face aux types de communautés.

Les types de communautés forestières les plus reconnus sont le Type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge), le Type 03 (Erable à sucre, Hêtre), le Type 10 (Chêne rouge, Pin rouge, Pin blanc) et le Type 11 (Chêne rouge, Peuplier à grandes dents). A ce niveau, il y a dominance des types de communautés où dominent le hêtre (*Fagus Grandifolia*) et le chêne rouge (*Quercus rubra*).

La substitution de l'érablière laurentienne par des types de communautés de transition, tels le Type 09 (Erable à sucre, Bouleau à papier) et le Type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge), est peut-être le phénomène le plus intéressant de ce niveau d'altitude. Le retour de la caractéristique altitude aux paliers 4 et 5 précise que le type 09 est plus familier à l'état 6 de l'altitude. A cet effet voir les numéros d'éclatement 30, 41, 45 sur la figure 2.6 e.

De façon générale, le Type 03 (Erable à sucre, Hêtre) et le Type 01 (Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge) nécessitent, quelque soit l'orientation de la pente, soit une pente faible, soit un matériel parental constitué de blocs anguleux d'origine glaciaire ou tout simplement un drainage moyen du site. D'un autre côté le Type 22 (Chêne rouge) se retrouve uniquement en orientation sud et sud-ouest, sur une pente moyenne ou en présence d'un excellent drainage.

Nous avons donc recherché une correspondance écologique entre les types de communautés forestières et certaines caractéristiques écologiques. La correspondance établie fait appel à l'analyse factorielle (Cordier, 1965; Dagnelie, 1973) qui a les techniques les plus appropriées pour mettre en évidence les facteurs (contraintes écologiques) de l'organisation spatiale de la végétation.

#### 2.4.2 L'apport de l'analyse factorielle

L'analyse factorielle, par sa définition, cherche à trouver ce qui sépare et ce qui unit les mêmes observations, par conséquent à cerner les liaisons explicatives entre les types de communautés forestières et les caractères écologiques. Le traitement de la matrice des données par l'analyse factorielle permet de préciser le rôle des états de caractère les plus contraignants en traduisant le phénomène par une explication linéaire représentée par la projection d'un axe (Cordier, 1965).

Il est évident que si l'on veut expliquer toute l'information obtenue, il faudra traiter tous les plans factoriels en fonction de la signification écologique des facteurs. Sans aborder les détails de la méthodologie, il sera question des facteurs principaux où nous analyserons le plan factoriel 1-2, représenté dans les figures 2.7 a, b, c, d, e.

Le facteur 1 traduit une opposition très nette entre les types de communautés forestières à Chêne rouge (V 10 et V 22) et ceux à Hêtre et Erable à sucre (V 01 et V 03). Le facteur 2 oppose les types V 01 (Hêtre, Erable à sucre et Chêne rouge) aux types V 03 (Erable à sucre et Hêtre). Dans ce plan factoriel, il sera question d'examiner le rôle des états de l'orientation de la pente, caractéristique qualifiée comme étant la plus contraignante aux différents niveaux d'altitude.

Les figures 2.7 a, c, d et e montrent la relation existante entre les états du caractère orientation de la pente en fonction des types de communautés forestières. Leur distribution dans le plan factoriel tend à expliquer la présence d'un type de communautés forestières.

Dans le plan factoriel 1-2, pour les états 1-2 et 4 de l'altitude, l'orientation ouest de la pente voisine les positions des types de communautés forestières V 22 (Chêne rouge) et V 10 (Pin blanc, Pin rouge, Chêne rouge). Les figures 2.7 a, b et c montrent bien cette relation.

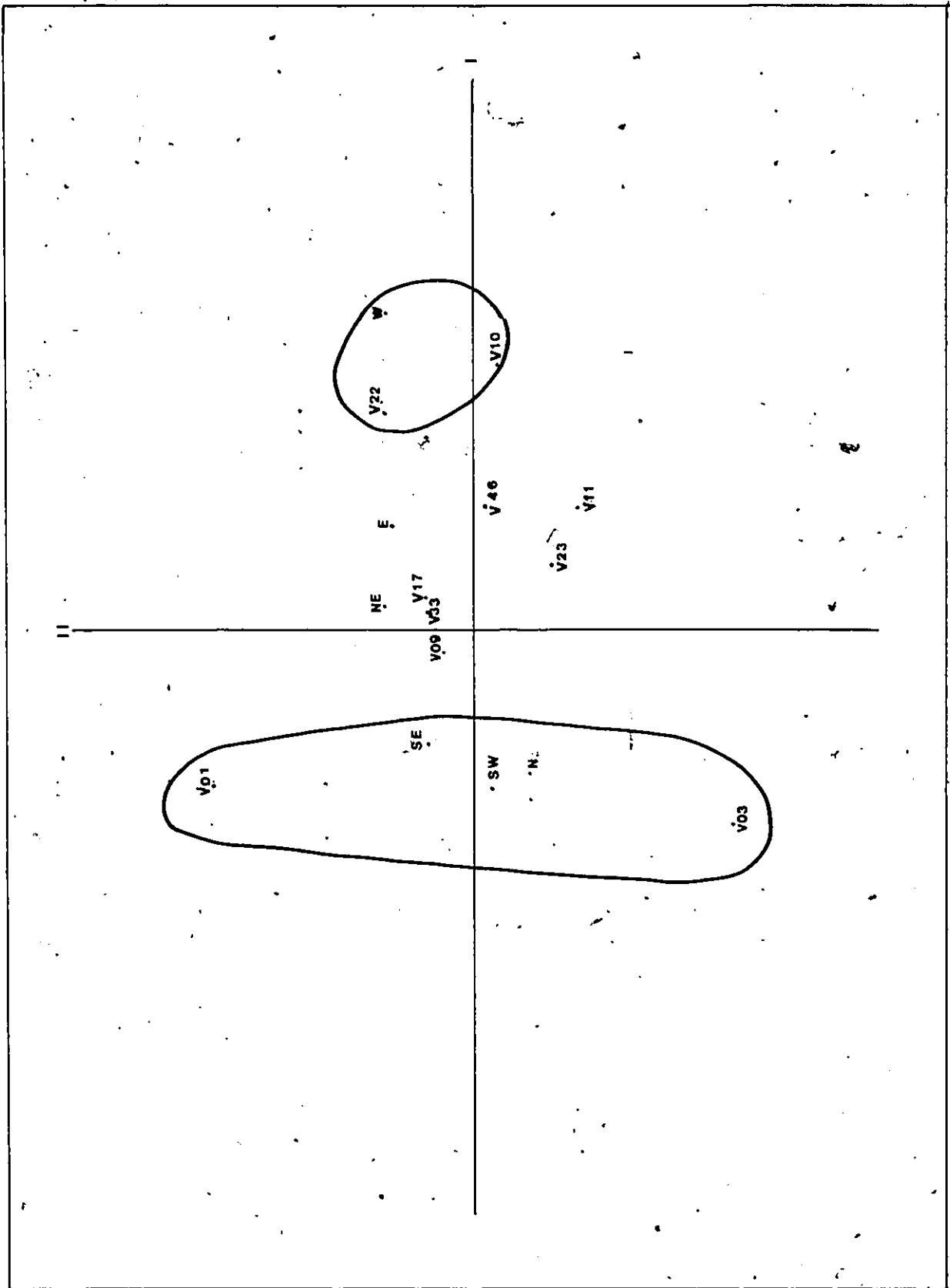


Figure 2.7 a Analyse des composantes Altitude I en rapport avec l'orientation de la pente

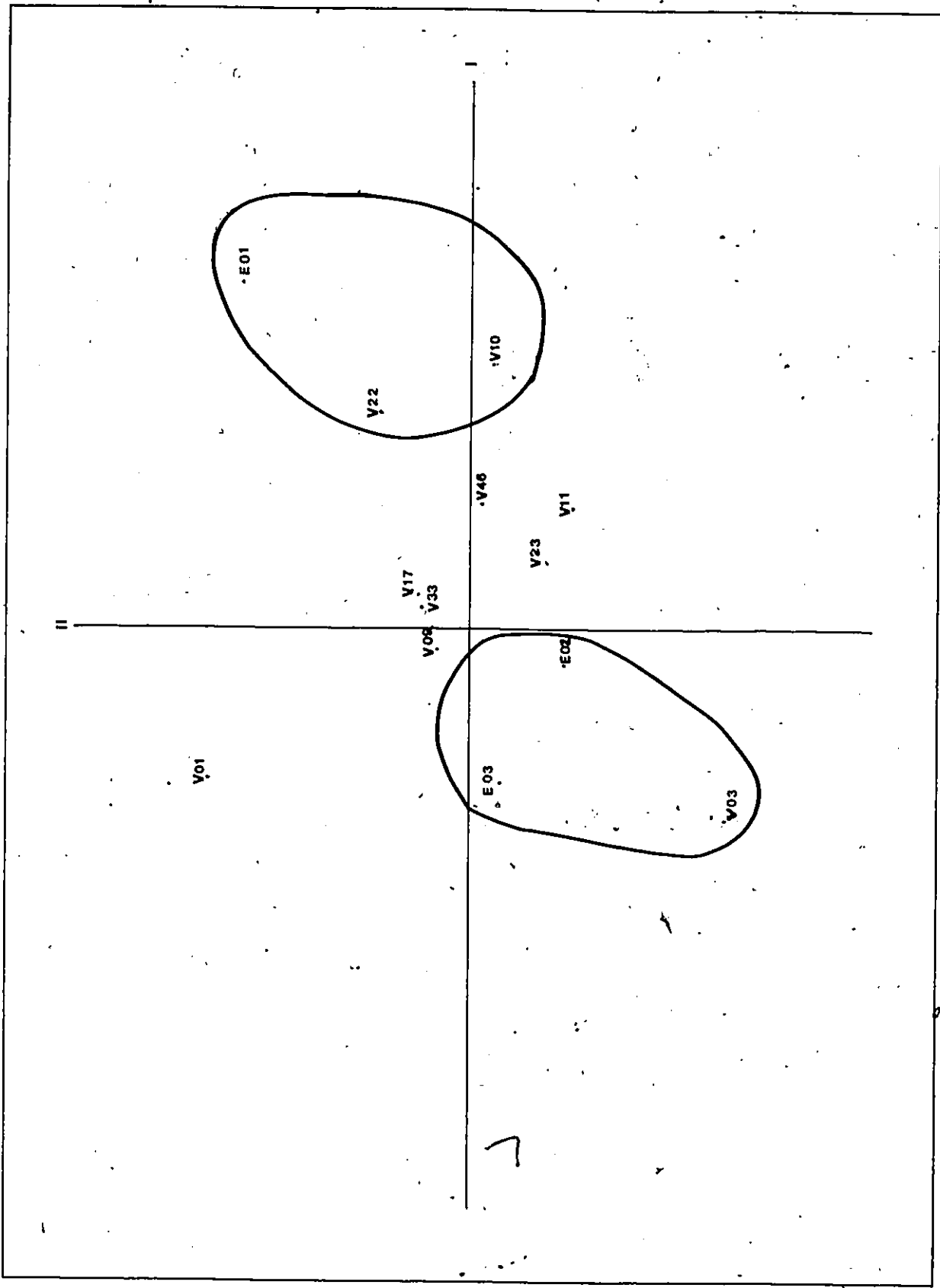


Figure 2.7 b Analyse des composantes Altitude 2 en rapport avec l'Epaisseur des dépôts de surface

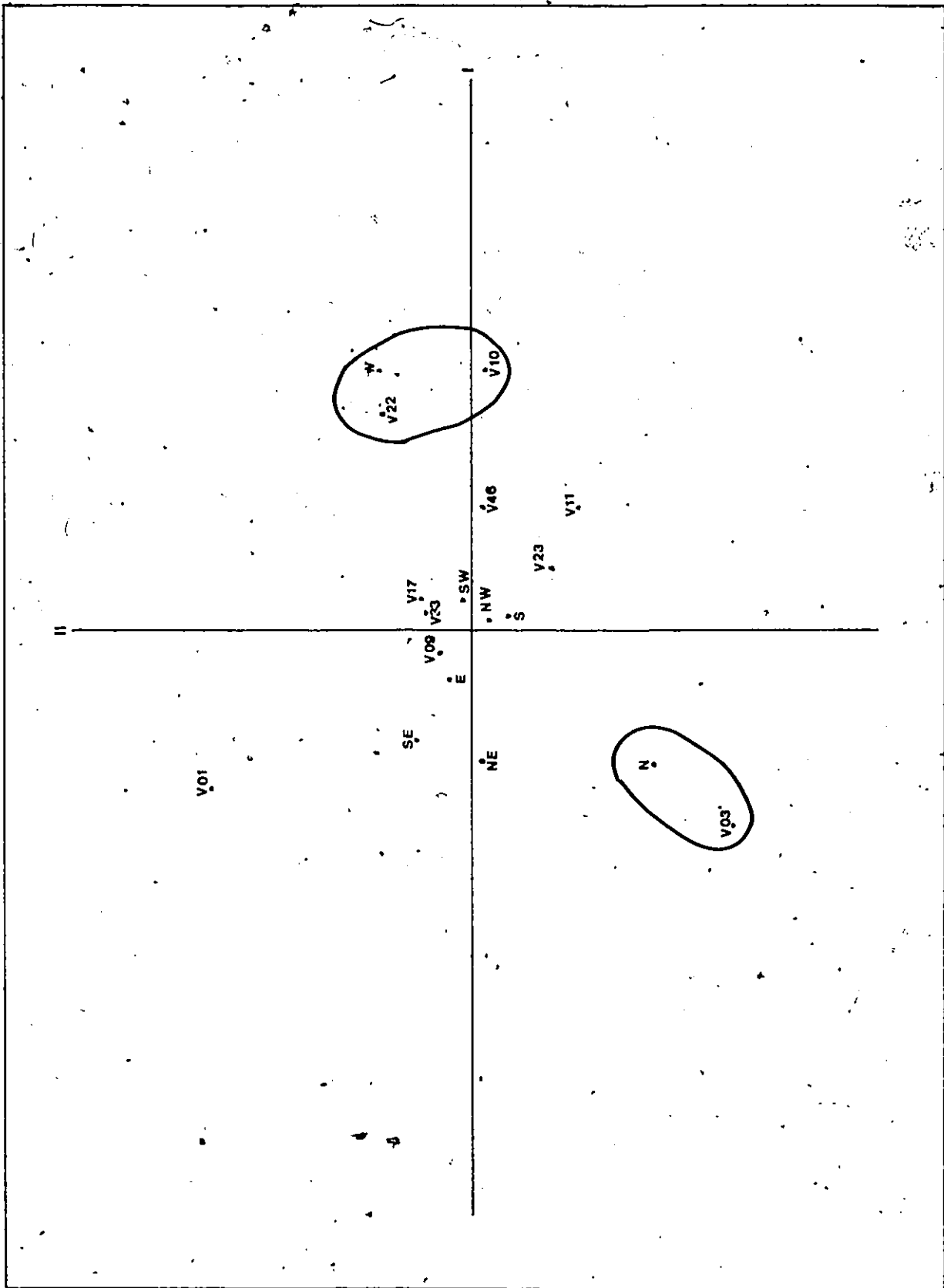


Figure 2.7 c Analyse des composantes Altitude 3 en rapport avec l'Orientation de la pente

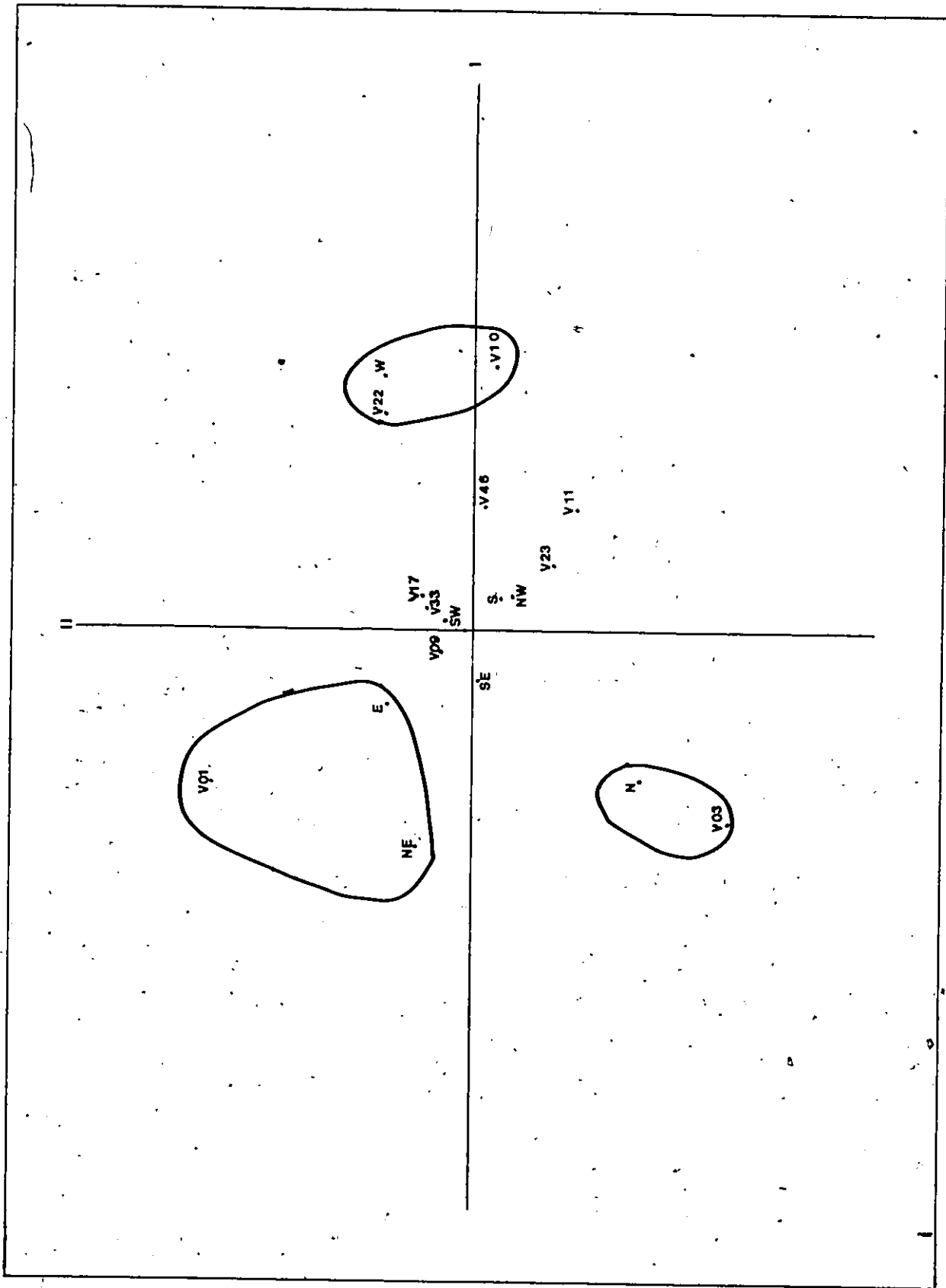


Figure 2.7 d Analyse des composantes Altitude 4 en rapport avec l'Orientation de la pente

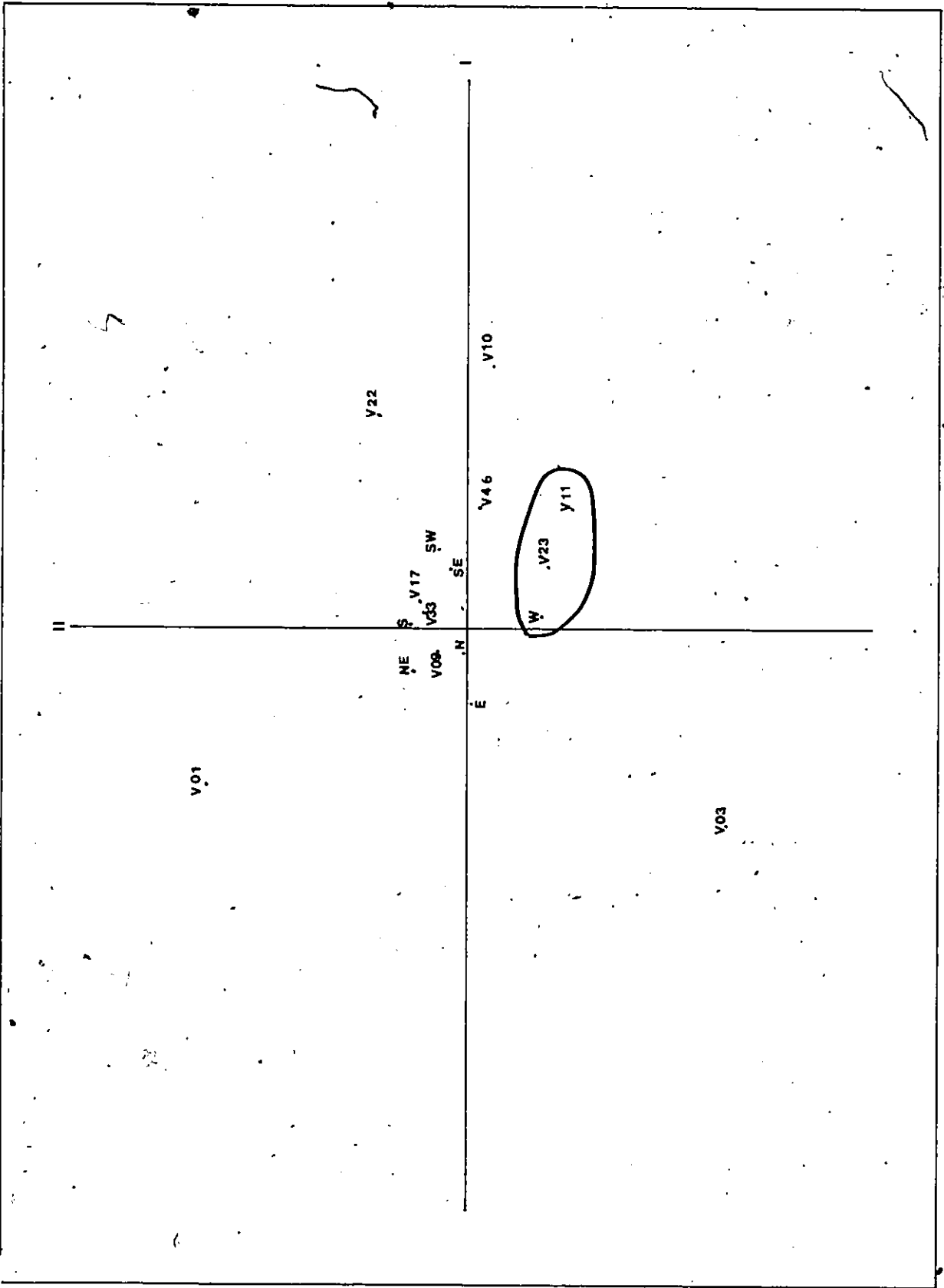


Figure 2.7 e Analyse des composantes Altitudes 5 et 6 en rapport avec l'Orientation de la pente

D'un autre côté, l'orientation nord de la pente, sur ces mêmes figures, est conforme à une présence du Type V 03 (Érable à sucre, Hêtre).

Les niveaux d'altitude 5-6 (figure 2.7 e) expriment moins de tendances que les autres. Il faut constater, cependant, que l'orientation ouest de la pente s'est rapprochée des types V 23 (Érable à sucre, Chêne rouge, Ostryer) et V 11 (Chêne rouge, Peuplier à grandes dents), probablement à cause de la présence du Chêne rouge.

L'orientation de la pente laisse la place à l'épaisseur des dépôts au deuxième niveau d'altitude (figure 2.7 b). Il est à remarquer qu'une présence du type Érable à sucre, Hêtre (V 03) est reliée à une forte épaisseur de dépôts de surface tandis que les types de communautés à Chêne rouge (V 22 et V 10) se retrouvent sur de faibles dépôts.

## 2.5 Conclusion

L'étude de l'organisation spatiale de la végétation nous a permis de définir à partir de l'analyse des unités d'observation (sites) des positions écologiques homogènes en regard de la végétation forestière. La procédure de l'analyse repose sur la mise en oeuvre d'un système conceptuel taxonomique et démontre un lien étroit entre la description du milieu et l'utilisation de critères simples.

A ces critères, nous faisons correspondre pour le paysage étudié, d'une part les descripteurs du milieu (caractères écologiques) et d'autre part les descripteurs de l'organisation de la végétation (types de communautés forestières). Les premiers caractérisent des positions écologiques alors que les seconds précisent le potentiel écologique de ces positions.

Le problème clé est la définition des unités d'échantillon sur lesquels repose l'organisation de la végétation associée aux différentes conditions écologiques. A cet effet, un inventaire de ces conditions fut effectué pour l'ensemble des sites à l'aide d'un choix de caractères écologiques simples et facilement identifiables. Le choix de ces caractères a fourni un maximum d'objectivité en plus de minimiser les erreurs.

La mise en oeuvre de la procédure devait nous permettre l'étude d'un grand nombre de paramètres, puisque nous ne disposions que d'une observation élémentaire (site) pour définir les unités homogènes. C'est la présence de nombreux sites appartenant à une même position écologique qui nous a permis un regroupement de sites pour en déterminer des solutions.

La procédure de regroupement en classes de sites utilise tour à tour les caractères écologiques pour définir des combinaisons au sein du paysage. Dans un premier temps, l'organisation s'effectue au niveau des caractères écologiques où chacun tend à expliquer la présence de la végétation; un second préconise l'organisation du milieu par une combinaison d'états de caractères écologiques.

La procédure par combinaison d'états de caractères pousse plus loin l'analyse quantitative à l'intérieur de la matrice des données. Elle nous permet de mettre en oeuvre une partition de l'espace basée sur les fréquences relatives des différents types de communautés forestières en rapport avec les états de caractères.

Ce dernier tableau qui associe à l'ensemble des combinaisons d'états de caractères écologiques les fréquences des types de communautés forestières, constitue le modèle géographique du paysage. Le modèle est la représentation abstraite de l'ensemble des aires géographiques où sont vérifiés les mêmes rapports (caractères écologiques et végétation forestière) et qui définit l'homogénéité du paysage. Cette homogénéité est représentée par des solutions où les caractères écologiques exercent les mêmes contraintes sur l'organisation de la végétation forestière.

La division du paysage en une série de combinaisons écologiques ne correspond pas forcément à une organisation aussi simple et les ruptures ne sont peut-être pas aussi évidentes sur le terrain. Cela vient du fait que

dominent certains caractères par rapport à d'autres. Comme dans toute organisation d'un territoire, il y a certaines caractéristiques qui sont nettes et précises dont l'influence est immédiate sur la végétation, comme l'altitude, et d'autres dont l'influence n'est pas aussi évidente, mais où le rôle est primordial dans la présence des types de communautés, par exemple le drainage.

Conclusion générale:

L'objet de ce travail, tel que mentionné dans l'introduction générale, est une analyse spatiale et écologique, où il s'agit de mettre en évidence et d'exposer les relations entre les types de communautés végétales et le milieu physique d'une région. Entre autre, il propose des techniques pour l'analyse spatiale d'une végétation afin d'en exprimer son organisation. Pour ce faire, il a fallu rappeler certains concepts et méthodes dans lequel opèrent ces techniques.

Les résultats obtenus, suite à l'application de concepts et techniques tels que mentionnés, sont en quelque sorte la connaissance et la compréhension de la région. C'est en ce sens que réside l'originalité de la thèse. La méthodologie permet l'analyse de l'organisation spatiale de la région et la conception de son modèle, mais surtout elle se veut l'outil pour en reconstituer la logique.

Comme le montrent les figures 2.5, 2.6a, b, c, d et e, la caractéristique écologique Altitude est retenue comme l'élément le plus puissant sur l'organisation spatiale de la végétation forestière. La méthodologie de l'analyse va reconstituer la logique de l'espace en distribuant autour des six états de l'altitude les 1231 sites d'observation constituant à la fin de l'analyse, 123 solutions écologiques. L'orientation de la pente est la caractéristique la plus contraignante aux états 1-3-4-5 et 6 de l'altitude, alors que l'épaisseur des dépôts de surface joue ce même rôle pour l'état 2.

L'explication de cette logique nécessite un retour à la région. Au premier niveau d'altitude correspondent les fonds de vallée ou les terres les plus basses. Nous sommes en présence d'une zone d'accumulation de dépôts de surface, par conséquent, un secteur où l'épaisseur des dépôts ne varie guère. On y retrouve une forte dominance des types Sapin baumier, Bouleau blanc, Epinette blanche (V33) et Pin blanc, Bouleau blanc, Peuplier à grandes dents (V46). On comprend très bien que l'altitude et l'orientation de la pente vont jouer un rôle pondérant sur la végétation puisque les dépôts sont épais partout et qu'une variation au niveau de l'altitude implique une série de contraintes nouvelles qui à leur tour influencent la végétation.

Au second niveau d'altitude, l'orientation de la pente perd son titre de caractère le plus contraignant en faveur de l'épaisseur des dépôts de surface. Ce changement s'explique par le fait que ce niveau d'altitude correspond, dans la région d'étude, à la transition entre les grands versants de collines et les fonds de vallées. Ainsi la variation dans l'épaisseur des dépôts de surface commanderait un ensemble de contraintes écologiques influençant la variation de la végétation. C'est le domaine de l'érablière laurentienne proprement dite, telle que décrite par Grandtner.

Le troisième niveau d'altitude, soit entre 900 et 1099 pieds, est très diversifié, contrairement aux niveaux précédents. L'orientation de la pente redevient le caractère le plus contraignant et plusieurs caractères interviennent dans la formation des solutions. Tous les types de communautés sont présents, caractérisant ce niveau comme niveau de

transition. Le fait le plus intéressant est sans doute l'apparition du type Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge (V01).

L'orientation de la pente intervient successivement aux niveaux d'altitude 4-5 et 6, correspondant aux sites dont l'altitude est supérieure à 1100 pieds. L'organisation spatiale de la végétation serait alors fonction de l'altitude, de l'orientation de la pente et de la valeur de la pente. Graduellement, les types de communautés où dominent le hêtre et le chêne rouge deviennent apparents, marquant en quelque sorte une dégradation altitudinale de l'érablière laurentienne.

Alors qu'au niveau 4 le hêtre apparaît en conditions précises (orientation de la pente sud-est à nord-ouest), aux niveaux d'altitude 5 et 6, il y a dominance du type Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge (V01) quelque soit l'orientation de la pente, soit sur une pente faible, soit sur un matériel parental constitué de blocs subanguleux d'origine glaciaire ou tout simplement sur drainage moyen du site. D'un autre côté, le type 22 (Chêne rouge) se retrouve uniquement en orientation sud et sud-ouest, sur une pente moyenne ou en présence d'un excellent drainage. Cela fait contraste aux niveaux 3 et 4 où ce type apparaissait uniquement en pente forte et orientation sud-est à nord-ouest de la pente.

Comme il fut expliqué, la méthode a permis réellement de rencontrer ou de reconstituer le modèle géographique de la région et d'en expliquer la logique. Deux sortes de prolongement se présentent à la suite de ce travail: d'une part les résultats prévalent pour la région d'étude et la

méthodologie devra être appliquée à d'autres régions végétales; d'autre part, il faudrait contrôler davantage les techniques d'analyse des critères (communautés végétales, caractères écologiques).

Ce travail ne consistait donc pas à fouiller le détail des organisations des systèmes écologiques. D'un autre côté, il aura contribué à élargir le domaine de l'analyse spatiale et d'en vérifier la formulation méthodologique au niveau de la végétation. L'ambition était donc limitée, toutefois, elle a permis de raffiner la méthodologie de l'analyse spatiale en l'appliquant au domaine végétal.

ANNEXE I  
ESSENCES FORESTIERES

Annexe 1

Espèces végétales forestières:

01	<i>Abies balsamea</i>	Sapin baumier
02	<i>Acer rubrum</i>	Erable rouge
03	<i>Acer saccharum</i>	Erable à sucre
04	<i>Acer spicatum</i>	Erable à épie
05	<i>Betula alleghanensis</i>	Bouleau jaune
06	<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau blanc ou à papier
07	<i>Fagus grandifolia</i>	Hêtre
08	<i>Fraxinus americana</i>	Frêne blanc
09	<i>Fraxinus nigra</i>	Frêne noir
10	<i>Ostrya virginiana</i>	Ostryer
11	<i>Picea rubens</i>	Epinette rouge
12	<i>Picea glauca</i>	Epinette blanche
13	<i>Pinus resinosa</i>	Pin rouge
14	<i>Pinus strobus</i>	Pin blanc
15	<i>Populus grandidentata</i>	Peuplier à grandes dents
16	<i>Populus tremuloides</i>	Peuplier faux-tremble
17	<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge
18	<i>Tilia americana</i>	Tilleul
19	<i>Tsuga canadensis</i>	Pruche
20	<i>Ulmus americana</i>	Orme
21	<i>Acer pennsylvanica</i>	Erable de Pennsylvanie
22	<i>Prunus serotina</i>	Prunier tardif
23	<i>Thuja occidentalis</i>	Cèdre
24	<i>Prunus Pennsylvanica</i>	Cerisier de Pennsylvanie

ANNEXE II

INTERPRETATION DES CRITERES DE LA PROCEDURE

Annexe 2: Interprétation des critères de la procédure

CODE	DESCRIPTION
A: Types de communautés forestières	
V01	Hêtre, Erable à sucre, Chêne rouge
V03	Erable à sucre, Hêtre
V09	Erable à sucre, Bouleau à papier
V10	Chêne rouge, Pin rouge, Pin blanc
V11	Chêne rouge, Peuplier à grandes dents
V17	Erable à sucre, Tilleul
V22	Chêne rouge
V23	Erable à sucre, Chêne rouge, Ostryer
V33	Sapin baumier, Bouleau blanc (à papier), Epinette blanche
V46	Pin blanc, Peuplier à grandes dents, Bouleau blanc (à papier)

B: Caractères écologiques

Matériel parental

S01	Blocs subanguleux d'origine glaciaire (moraine et till)
S02	Dépôts d'éboulis et de pente (gélifraction)
S03	Dépôts fluviaux - sable et gravier
S04	Limon et argile
S05	Dépôts organiques
S06	Roche en place
S07	Surface des eaux (lacs et marais)

<u>CODE</u>	DESCRIPTION
Altitude	
A01	500 à 699 pieds
A02	700 à 899 pieds
A03	900 à 1099 pieds
A04	1100 à 1299 pieds
A05	1300 à 1499 pieds
A06	1500 et plus
Altitude relative	
Z01	Zone dominée
Z02	Zone neutre
Z03	Zone dominante
Z04	Surface des eaux
Microrelief	
M11	Faiblement convexe
M12	Fortement convexe
M21	Faiblement concave
M22	Fortement concave
M30	Plan
M40	Irrégulier

CODE DESCRIPTION

Calcul de la pente

P01	25 pieds ... 7%
P02	50 pieds ... 14%
P03	75 pieds ... 21%
P04	100 pieds ... 28%
P05	125 pieds ... 35%
P06	150 pieds ... 42%
P07	175 pieds ... 50%

Orientation de la pente

N	Nord
NE	Nord-Est
E	Est
SE	Sud-Est
S	Sud
SW	Sud-Ouest
W	Ouest
NW	Nord-Ouest

Epaisseur des dépôts de surface

E01	Roche en place et dépôts inférieurs à un pied
E02	Cinq pieds et moins de dépôts
E03	Cinq à dix pieds de dépôts

CODE DESCRIPTION

Drainage du sol

D01	Bon
D02	Modéré
D03	Pauvre
D04	Roche en place

Drainage du site

N01	Bien drainé
N02	Modéré
N03	Pauvre
N04	Nappe phréatique élevée, amélioration
N05	Nappe phréatique élevée, sans amélioration

REFERÈNCES BIBLIOGRAPHIQUES ET OUVRAGES CONSULTÉS

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques

- ALLAIRE, G. (1972), Analyse écologique et cartographie du paysage: proposition pour une étude quantitative de la distribution spatiale de l'utilisation du sol. Thèse présentée à l'Université Paul Sabatier de Toulouse, pour obtenir le grade de docteur-ingénieur, 132 p.
- ALLAIRE, G., PHIPPS, M., STOUPIY, M. (1973), "Analyse écologique des structures de l'utilisation du sol". dans L'espace géographique, no. 3, pp. 185-197.
- BATTY, M. (1974), "Spatial Entropy", dans Geographical Analysis, vol. 6, No. 1, pp. 1-31.
- BERTIN, J. (1967), Séniologie graphique; les diagrammes, les réseaux, les cartes. Gauthier-Villors, Mouton, Paris.
- BIRD and HALE Ltd. (1973), Physical Terrain Evaluation, Mont Ste-Marie Properties Ltd. Carte à l'échelle 1": 700'.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1972), Plant Sociology; the study of plant communities. Traduit, révisé et édité par George D. Fuller et Henry S. Conrad. New-York Haftern, 439 p.
- BRUNET, R. (1963), "Les cartes de pentes". dans Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, vol. XXXIV, pp. 317-334.
- CHRISTIAN, C.S. (1957), "The concept of land units and land systems". dans Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress, Vol. 20, pp. 74-80.
- COOKE, M.H.C. (1938), Régions de Thetford, de Disraëli et la moitié orientale de Warwick (Québec). C. Min. des Mines et Ress. Comm. Géol., Mém. 214.
- CORDIER, B. (1965), L'analyse factorielle des correspondances. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Rennes pour obtenir le titre de docteur de Troisième cycle, 63 p.

- COTTAM, G., CURTIS, J.T. (1949), "A method for making rapid surveys of woodlands by means of pairs of randomly selected trees". dans Ecology, 30, No. 1, pp 101-104.
- COTTAM, G., CURTIS, J.T. (1956), "The use of distance measures in Phytosociological sampling". dans Ecology, 37, pp. 451-460.
- DAGNELIE, P. (1973), "L'analyse factorielle". dans Handbook of Vegetation Science, Part V: Ordination and Classification of Communities. Edited by R.H. Whittaker, Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague, 1973, pp. 223-249.
- DALE, M.B., ANDERSON, D.J. (1972), "Qualitative and Quantitative Information Analysis". dans J. Ecol., 60, pp. 639-653.
- DANSEREAU, Pierre (1943), L'érablière laurentienne; I. Valeur d'indice des espèces. Institut de Botanique de l'Université de Montréal, pp. 66-93.
- DANSEREAU, Pierre (1944), Les érablières de la Gaspésie et les fluctuations du climat. Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal No. 51.
- DANSEREAU, Pierre (1946), L'érablière laurentienne, II Les successions et leurs indicateurs. Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal, No. 60.
- DANSEREAU, P. (1959), Phytogeographia laurentienne, II The Principal plant associations of the St. Lawrence Valley. Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal, No. 75.
- DRESSER, J.A., DENIS, T.C. (1946), La géologie de Québec. Ministère des Mines, Qué. Rap. géol., No. 20.
- GOODALL, D.W. (1973), "Sample similarity and species correlation" dans Handbook of Vegetation Science; Part V: Ordination and Classification of Communities. Edited by R.H. Whittaker, Dr. W. Junk b.v. Publishers. The Hague. pp. 105-156.
- GOODALL, D.W. (1973), "Numerical Classification" dans Handbook of Vegetation Science; Part V: Ordination and Classification of Communities. Edited by R.H. Whittaker, Dr. W. Junk b.v. Publishers. The Hague, pp. 575-616.

- GRANDTNER, M.M. (1964), Quelques commentaires à propos du système de classification de "Soil capability for forestry" (McCormack, 1964). Journée d'étude Min. T. & F., Québec.
- GRANDTNER, M.M. (1966), La végétation forestière du Québec méridional. Québec, Presses de l'Université Laval, 216 p.
- GUILLELM, J.L. (1971), "Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces". dans Oecologia Plantarum, Juillet-Septembre, pp. 209-225.
- LADOUCEUR, G. et GRANDTNER, M.M. (1961), "Les terres à reboiser du Québec méridional". dans Fonds Rech. For. Univ. Laval, Bull. No. 4.
- LAFOND, A. (1947), "La classification écologique des forêts". dans La forêt québécoise, pp. 463-473.
- LAFOND, A. (1960), Notes pour l'identification des types forestiers des concessions de la Québec North Shore Paper Company 2<sup>e</sup> éd., Baie Comeau.
- LAMOINE, Paul P. (1962), Soil Survey of Gatineau and Pontiac Counties (Québec). Research Branch, Canada Department of Agriculture, Quebec Department of Agriculture and MacDonald College, McGill University, 94 p.
- LAVERDIERE, C., COURTEMANCHE, A. (1959), "La géomorphologie glaciaire de la région du Mont Tremblant I: Généralités et traits d'ensemble". dans Res. Can. Geogr., 13 (3-4), pp. 102-134.
- LAVERDIERE, C., COURTEMANCHE, A. (1960-1961), "La géomorphologie glaciaire de la région de Mont Tremblant II: La région de Saint Faustin, Saint-Jovite". dans Cahiers de Géographie de Québec, (9), pp. 5-32.
- MARCHAND, Bernard (1972), "Information Theory and Geography". dans Geographical Analysis, 4 (3), pp. 234-257.
- OFFICE DE LA PLANIFICATION ET DU DEVELOPPEMENT DU QUEBEC, (1975), Carte géomorphologique de la vallée de la Gatineau, Carte 1:50,000, O.P.D.Q., Québec.

- ORLOCI, L. (1970), "Analysis of vegetation samples based on the use of information". dans J. Theor. Biol., No. 29, pp. 173-189.
- PHILLIPS, E.A. (1959), Methods of vegetation study. Holt, New-York, 107 p.
- PHIPPS, M. (1966), "Introduction au concept de modèle biogéographique". dans Actes du II<sup>e</sup> Symposium International de Photo-interprétation, Paris, IV.2, pp. 41-51.
- PHIPPS, M. (1969), Recherche sur la distribution géographique de l'utilisation du sol: structure locale, modèle biogéographique, structure régionale. Thèse de doctorat d'Etat, Es sciences naturelles, Faculté des Sciences, Toulouse.
- ROWE, J.S. (1972), Les régions forestières du Canada. Min. Environnement, Ser. Can. For., Publication No 1300 F, 172 p.
- RUXTON, B.P. (1968), "Order and disorder in land". dans G.A. Stewart, Land Evaluation, MacMillan of Australia, pp. 29-39.
- SCHNEIDER, S.J. (1966), "The contribution of geographical air photo-interpretation to problems of land division according to natural units". dans Actes du II<sup>e</sup> Symposium International de Photo-Interprétation, Paris, VI, pp. 23-29.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W. (1949), The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Illinois.
- SMARTT, P.F.M., MEACOCK, S.E., LAMBERT, J.M. (1974), "Investigation into the Properties of Quantitative Vegetational Data I Pilot Study". dans J. Ecol., 62, pp. 735-759.
- SMARTT, P.F.M., MEACOCK, S.E., LAMBERT, J.M. (1976), "Investigations into the Properties of Quantitative Vegetational Data II. Further data type comparisons". dans J. Ecol., 64, pp. 41-78.
- STOUPY, Marc (1972), Analyse écologique et cartographique du paysage, "contribution méthodologique à l'étude de la distribution spatiale de l'utilisation du sol". Thèse présentée à l'Université Paul Sabatier de Toulouse, No. 360, 132 p.

WEBBER, M.J. (1977), "Pedagogy again: What is entropy?". dans Annals of the Association of American Geographers, Vol. 67, No. 2, pp. 254-266.

WHITTAKER, R.H. (1973), Handbook of Vegetation Science; Part V: Ordination and Classification of Communities. Edited by R.H.W. Whittaker, Dr. W. Junk, The Hague, 737 p.

WHITTAKER, R.H. (1973), Communities and Ecosystems. 2<sup>e</sup> éd., New-York, MacMillan, 387 p.

WILLIAMS, W.T., LAMBERT, J.M., LANCE, G.N. (1966), "Multivariate Methods in Plant Ecology". dans J. Ecol., No. 54, pp. 427-445.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages consultés

- ABLER, A., ADAMS, J.S., GOULD, P. (1971), Spatial Organization: "The Geographer View of the World". Prentice Hall, Inc. New-Jersey, 576 p.
- ANONYME, 1966. Uses of Air Photo Interpretation on the Social, Biological and Physical Sciences. Center Aerial Photogr. Studies, Cornell University, 11 p.
- ANONYME, 1966a; Répertoire de points géodésiques. Edition provisoire, Serv. Arp. Géodésie, Min. T. et F., 28 p.
- ANONYME, 1967a; Rapport du Ministère des richesses naturelles du Québec pour la période de 1965-66. Dir. Inf., Min. Rich. Nat. 103 p.
- ARDA, (1965a), Inventaire des terres au Canada. Objectifs, portée et organisation. Rapport no. 1, Min. For. Can., Publ. no. 1088 F.
- ATKINSON, H.J. (1971), A Bibliography of Canadian Soil Science. Canada Department of Agriculture 1971. Publication 1452, Queen's Printer, 249 p.
- AVIAS, J. (1962), "Les données géologiques et les indications de la géomorphologie et de l'hydrologie souterraine" dans Bull. Tech. Inf. Ing. Serv. Agr. (172), pp. 703-716.
- BAKER, W.M. (1966), Etude du programme ARDA en fonction de la récréation et du tourisme. Rapport abrégé. Min. For. Can., RA No. 1.
- BERRY, B.J.L., MARBLE, D.F., eds. (1968), Spatial Analysis: A Reader in Statistical Geography. Englewood Cliffs, N.S.: Prentice-Hall, Inc.
- BETAK, J.F. (1974), "Information theory as a basis for studying environmental complexity: some limitations". Environment and Planning A; v. 6, pp. 259-272.

- BRANDENBERGER, A.J. (1966), "Signification économique de l'exploration cartographique par photographie aérienne". dans Bull. Trim. Soc. belge Photogram, (84), pp. 15-23.
- BRAUN, E.L. (1967), Deciduous Forests of Eastern North America. Hafner Publishing Company, Inc., New-York, 2<sup>e</sup> édition, 596 p.
- BRUNT, M. (1966), "The methods employed by the directorate of overseas surveys in the assessment of land resources". dans Actes du II<sup>e</sup> Symposium International de Photo-Interprétation. Paris - V 2, pp. 3-11.
- BUCKMAN, H.O., BRADY, N.C. (1969), Nature and Properties of Soils. 7<sup>e</sup> éd., New-York MacMillan, 653 p.
- CAMBEFORT, H. (1971), Géotechnique de l'ingénieur et reconnaissance des sols. Ed. Eyrolles, Paris, 345 p.
- CHAPMAN, L.J., BROWN, D.M. (1966), The Climates of Canada for Agriculture. Can. Dept. For. & Rural Dev., Cen. Land Inv. Rep. No. 3, 24 p.
- CHARET, G. (1969), Fortran, initiation au langage de l'informatique scientifique. Paris, Soc. d'éd. enseignement supérieur, (GES).
- CHORLEY, R.J. (1967), Models in Geography. Methuen & Co. Ltd., London, pp. 461-509.
- CHORLEY, R.J., HAGGETT, P. (1969), Integrated Models in Geography. University Paperbacks, Methuen: London.
- COLE, J.P., KING, C.A.M. (1968), Quantitative Geography: techniques and theories in Geography. John Wiley & Sons Ltd., London, New-York, Sydney.
- COULOMBE, G. (1967), Planification, développement régional et grands inventaires biophysiques. Définition préliminaire et temporaire du problème. Texte pour discussion. BEAR (COEQ), Québec, 15 p.
- CURTIS, J.T. (1971), The vegetation of Wisconsin. The University of Wisconsin Press, Madison, 657 p.

- DAELS, L., KOUTALOS, A. (1966), "Application d'une classification des paysages: l'île de Mykonos (Cyclodes)". dans Actes du II<sup>e</sup> Symposium International de Photo-interprétation, Paris, VI, pp. 11-17.
- DAUBENMIRE, Rexford (1968), Plant Communities; a textbook of plant. Harper & Row, Publishers, New-York, 300 p.
- EYRE, S.R. (1963), Vegetation and soils, a World Picture. London, Edward Arnold (Publishers) Ltd., 324 p.
- FREY, T.E.A. (1973), "The finish school and Forest Site-Types". dans Handbook of Vegetation Science; Part V: Ordination and Classification of Communities. Edited by R.H.W. Whittaker, Dr. W. Junk b.v. Publishers. The Hague, pp. 403-435.
- GAGNON, G., GRANDTNER, M.L. (1973), Etude eco-dynamique des Tremblais de la section laurentienne. Service de la recherche, Direction générale des Forêts, Ministère des Terres et Forêts du Québec.
- GAGNON, Hugues (1974), La photo aérienne; son interprétation dans les études de l'environnement et de l'aménagement du territoire. Les éditions HRW Ltée, Montréal, 278 p.
- GOLDER ASSOCIATES (1974), Preliminary Soil Investigation, Mont Ste-Marie Project. H.W. Golder & Associates Ltd., Ottawa, 7 p., figures.
- GOUNOT, M. (1969), Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Editeurs, Paris VI.
- GRANDJOUAN, G., FLORET, C., DUISSON, M. et CHABERT (1960), Ecologie végétale et développement du territoire. CNRS, Montpellier, 32 p.
- GRANDTNER, M.M. (1967), "Utilisation de la photographie aérienne dans l'aménagement du Québec Oriental". dans Actes II<sup>e</sup> Symp. Inter. Photo-Interprétation, Paris: IV 2, pp. 17-21.
- GREIG-SMITH, P. (1964), Quantitative Plant Ecology. 2<sup>e</sup> éd., London, 256 p.
- GRIGG, D. (1967), "Regions, Models and Classes". dans Chorley, R.J.; Models in Geography. Methuen & Co. Ltd., London, pp. 461-509.

- GUINOCHET, M. (1973), Phytosociologie. Masson et Cie, Paris (VI<sup>e</sup>).
- HAGGETT, Peter (1965), Locational Analysis in Human Geography. London: Edward Arnold (Publisher) Ltd., 339 p.
- HEROUX, V. (1964), "La carte géomorphologique dans l'aménagement du territoire". dans Eléments essentiels de l'inventaire de base. BAEQ; Mont-Joli.
- HILLS, G.A. (1961), The ecological basis for landuse planning. Int. Dep. Lands & For. Res. Br., Res. Rep. No. 46, 204 p.
- HILLS, G.A. (1976), "An integrated, iterative, holistic approach to ecosystem classification". dans Ecological (Biophysical) Land Classification in Canada, Environment Canada Lands Directorate.
- HOSIE, R.C. (1969), Native Trees of Canada. Canadian Forestry Service, Department of the Environment, Ottawa, 380 p.
- JURDANT, M. et al. (1967), Inventaire bio-physique de la région du lac St-Jean - Saguenay. Min. Féd. For., Rep. No. 1, 6 p.
- JURDANT, M. (1976), "La cartographie écologique intégrée du territoire de la Baie James". dans Ecol. Classif. in Canada, Env. Canada, Lands Directorate.
- KERSHAW, Kenneth A. (1964), Quantitative and Dynamic Ecology. London, Edward Arnold (Publishers) Ltd., 183 p.
- KHAN, M.H. (1962), "Land use for forestry and agriculture" dans Pakistan J. For., 12 (3), pp. 174-184.
- KUGLER, M. (1972), Banque de données, Manuel de l'utilisation. Tome I, texte, Tome 2, Atlas p. 38 - p. 10-11.
- LACATE, D.S. (1969), "Guidelines for biophysical land classification". dans Canadian Forest Service, Publication no. 1264, Department of Fisheries and Forestry, Ottawa.

- LEMIEUX, G. et al. (1964), Les éléments essentiels de l'inventaire de base bio-physique. BAEQ, Mont-Joli.
- McCORMACK, R.J. (1964), Suggested classification system soil capability for forestry. Min. Can. For., Ottawa, 15 p.
- MABBUTT, J.A. (1968), "Review of concepts of land classification". dans Land Evaluation, G.A. Stewart (ed.), MacMillan of Australia.
- MARIE-VICTORIN, Frère (1964), Flore Laurentienne. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 925 p.
- MOSS, M.R. (1975), "Biophysical land classification schemes: a review of their relevance and applicability to agricultural development in the humid tropics". dans Journal of Environment Management, No. 3, pp. 287-307.
- NEUBÉRGER, H., CAHER, J. (1969), Principles of Climatology. Holt, Rinehart, and Wiston Inc., 178 p.
- NIJKAMP, P., PAELINCK, J.H.P. (1974), "A dual interpretation and generalisation of entropy - Maximisation models in regional science". dans Papers of the Regional Science Association, 33 (1), pp. 13-31.
- RAISY, E., HENNY, J. (1937), "An average slope map of southern New England". dans Geographical Review, pp. 467-472.
- RENNICK, P.H. (1976), "The use of biophysical analysis in land use planning". dans Ecol. Land Classif. in Canada, Env. Canada, Lands Dir.
- ROUSSEAU, L.Z. (1944), "La Forêt Québécoise". dans La Forêt, Fides Montréal, pp. 41-78.
- SNACKEN, F. (1966), "Classification des types de paysages, appliquée aux paysages de la Flandre". dans Actes de II<sup>e</sup> Symposium International de Photo-Interprétation, Paris, VI, pp. 29-34.

- SOBOLEV, L.N., UTEKIN, V.D. (1973), "Russian (Ramensky) approaches to Community Systematization". dans Handbook of Vegetation Science; Part V: Ordination and Classification of Communities, R.H. Whittaker, Dr. W. Junk (Ed.), The Hague, pp 75-104.
- SPENCE, N.A., TAYLOR, P.J. (1970), "Quantitative Methods in Regional Taxonomy". dans Progress in Geography, 2, pp. 3-64.
- SPURR, S.H., BURTON, V. (1973), Forest Ecology. The Ronald Press Company. New-York, 2<sup>e</sup> éd., 571 p.
- STEVENSON, J.S. (1962), The Tectonics of the Canadian Shield. Published by the University of Toronto Press in cooperation with the Royal Society of Canada.
- TOMLINSON, R.E. (1967), An introduction to the geoinformation on system of the Canada land inventory. Can. Dept. For. & Rural Dev., Ottawa.
- TOOGOOD, J.A., ANDERSON, G.H. (1966), Appréciation du service d'analyse des sols. Rapport abrégé, Min. For. Can., R.A. No. 2.
- TROLL, C. (1971), "Landscape ecology (Geoecology) and Biogeoconology - A terminology study". dans Geogorum, 8, pp. 43-46.
- WESTHOFF, V., MARREL, Eddy van der (1973), "The Braun-Blanquet Approach". dans Handbook of Vegetation Science; Part V: Ordination and Classification of Communities, R.H. Whittaker, Dr. W. Junk (Ed.), The Hague, pp. 617-726.
- WHITE, D.J. (1975), "Entropy and Decision". dans Operational Research, 20 (1), pp. 15-23.
- WHITTAKER, R.H. (1962), "Classification of natural communities". dans Bot. Rev., No. 28, pp. 1-239.

## RESUME

Le travail est une analyse spatiale et écologique du territoire et met en évidence l'organisation de ce territoire dans lequel s'enracine le problème de l'évaluation d'un espace et de sa classification.

Le thème de la recherche réfère au concept du "land system" (Christian, 1957) à celui de la définition des unités spatiales hiérarchiques (Schneider, 1966; Christian, 1957) et sera basé sur les notions de la théorie d'information utilisant les calculs "d'entropie et d'information mutuelle" (Marchand, 1972; Guillerme, 1971; Webber, 1977). Cette information sera rendue possible grâce à l'utilisation de données de "n" sites d'observation réalisés dans le territoire du Mont Ste-Marie.

Il se dégage de cette recherche le concept de paysage forestier, lequel montre les relations entre la distribution spatiale des communautés forestières et le milieu physique. Les relations s'entrevoient dans un modèle de l'organisation de l'espace (Phipps, 1966) où le degré de correspondance entre la végétation et les caractères écologiques du milieu physique représente le degré d'organisation du territoire.

La nature de ce travail suppose deux niveaux d'analyse: d'abord l'étude de la végétation forestière suite à une étude sur le terrain, et ensuite l'étude de la relation entre cette végétation et les caractères écologiques analysés sur documents cartographiques.

L'étude de la végétation est basée sur un ensemble de 63 relevés, reconnus dans la région du Mont Ste-Marie. Vingt-quatre espèces d'arbres furent identifiées selon la méthode des points quartiers.

La définition de la végétation forestière de la région du Mont Ste-Marie se réfère au concept de type de communautés végétales (Whittaker, 1973) où il s'agit de regrouper des relevés individuels. Elle aboutit finalement à la définition de 14 types de communautés forestières distincts, cartographiés sur un document à l'échelle 1:8400.

La seconde partie de la relation consiste à définir le territoire par un ensemble d'états de caractères écologiques reconnus à chaque site. Une carte topographique à l'échelle 1:8400 fut utilisée comme support de l'information pour l'altitude, l'altitude relative, le microrelief, la valeur de la pente et l'orientation de la pente; le matériel parental des sols provient des travaux antérieurs cités dans la recherche et aussi d'une certaine analyse géomorphologique effectuée par l'auteur dans le territoire, retransmis à l'échelle 1:8400; le drainage du sol, le drainage du site et l'épaisseur des dépôts de surface furent tirés du document "Mont Ste-Marie Ltd., Terrain Evaluation, échelle 1:8400".

La technique d'échantillonnage est celle définie par Phipps (1966). Un ensemble de 1231 points d'observation fut retenu comme les descripteurs du paysage. On relève, pour chaque site, l'état de chacun des caractères écologiques et le type de communautés forestières. Cette étape mène à

l'élaboration d'une matrice d'un ensemble de données, étant la base de toute la procédure de l'analyse.

Un premier tableau, celui des types de communautés forestières, montre la fréquence absolue et la fréquence relative des différents types de communautés forestières dans l'ensemble de l'échantillon. A cette distribution des fréquences, on peut associer une valeur d'entropie initiale 2.1503 qui mesure l'indétermination dans laquelle se trouve un observateur qui voudrait prédire le type de végétation dans un site particulier.

L'étape suivante fait appel à une série de tableaux croisés indiquant la distribution de 1231 sites d'observation selon les types de communautés forestières d'une part, et d'autre part, les états d'un caractère écologique. L'effet des états d'un caractère sur la distribution des types de communautés se voit en terme de fréquences et l'importance de cette connaissance s'exprime par la quantité d'information qu'un caractère apporte à l'indétermination initiale de la végétation.

L'analyse révèle que l'altitude est le caractère écologique apportant la plus grande information mutuelle, soit .4244. Toutefois, bien qu'elle soit l'élément le plus puissant d'organisation du paysage, l'altitude ne suffit pas à expliquer toute cette organisation. D'autres caractères écologiques contiennent une information précieuse.

La suite de la procédure va tenir compte de ce fait et regrouper les sites d'observation, à partir des six états de l'altitude, selon les états des caractères qui sont les plus contraignants. Les résultats se lisent à l'intérieur d'un arbre séquentiel (dendogramme), constitué de branches (combinaisons écologiques), où chacune représente une partie du territoire. C'est le modèle géographique du paysage.

A la fin de l'analyse, 123 solutions écologiques (combinaisons d'états de caractères écologiques/types de communautés forestières) furent reconnues. La représentation des solutions écologiques devient l'élaboration abstraite du paysage forestier et définit en quelque sorte son modèle d'organisation.