



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**

UNIVERSITE D'OTTAWA

COMMUNAUTES FORESTIERES ET CARACTERES GEOMORPHOLOGIQUES:
ETUDE INTEGRE DU MILIEU BIOPHYSIQUE
DE LA REGION DE WILSONS CORNERS

PAR
JEAN-MARC SOUCY

THESE PRESENTEE A L'ECOLE DES ETUDES SUPERIEURES
DE L'UNIVERSITE D'OTTAWA EN VUE DE L'OBTENTION
DE LA MAITRISE ES ARTS EN GEOGRAPHIE

SEPTEMBRE 1978



Jean-Marc Soucy, Ottawa, Canada, 1979.

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur Michel Phipps, directeur de cette recherche, qui par son expérience et ses conseils a facilité la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier également:

- Paul-André Gervais, Gilles Proulx, Nicole Bussière, Denis Dion et Claudette Galipeau pour l'aide apportée lors des relevés de terrain.
- Paul-André Gervais, Ginette Bégin et René Céré pour leur travail de cartographie.
- Lise, mon épouse, pour sa précieuse collaboration en assumant la dactylographie de ce travail.
- André Dumont pour avoir facilité l'accès à la documentation géomorphologique de l'O.P.D.Q..

Enfin, mes remerciements vont à tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé de quelque façon que ce soit à la mise en oeuvre de ce travail.

TABLE DES MATIERES

| | page |
|--|------|
| Liste des tableaux | vi |
| Liste de la carte, du schéma et des graphiques | viii |
| Introduction | 9 |
| Chapitre 1 Cadre conceptuel | 12 |
| 1.1 Les caractères géomorphologiques comme facteurs écologiques | 12 |
| 1.2 Le choix de l'échelle | 14 |
| 1.3 Objectif de la recherche | 15 |
| Chapitre 2 Territoire de recherche: aperçu géographique | 17 |
| Chapitre 3 Méthodologie | 21 |
| 3.1 Levés de terrain | 21 |
| 3.2 Classification des communautés forestières | 24 |
| 3.3 Les variables écologiques | 28 |
| 3.3.1 Les variables écologiques primaires | 31 |
| 3.3.1.1 L'altitude absolue | 31 |
| 3.3.1.2 L'altitude relative locale | 31 |
| 3.3.1.3 L'altitude relative régionale | 33 |

TABLE DES MATIERES (suite)

| | page |
|---|------|
| Chapitre 3 (suite) | |
| 3.3.1.4 L'exposition locale | 33 |
| 3.3.1.5 L'exposition régionale | 34 |
| 3.3.1.6 La pente | 35 |
| 3.3.1.7 Le microrelief | 36 |
| 3.3.1.8 La lithologie | 36 |
| 3.3.1.9 La formation superficielle | 37 |
| 3.3.2 Les variables écologiques intégrées | 39 |
| 3.3.2.1 L'humidité du sol | 39 |
| 3.3.2.2 La fonte nivale | 42 |
| 3.4 Photo-interprétation | 45 |
| 3.5 Le programme ASLIVA | 45 |
| 3.5.1 Notions d'expérience et d'entropie | 46 |
| 3.5.2 L'information mutuelle | 48 |
| 3.5.3 L'entropie conditionnelle | 50 |
| 3.5.4 Les profils écologiques | 50 |
| Chapitre 4 Les résultats | 53 |
| 4.1 Les résultats de l'information mutuelle | 54 |

v

TABLE DES MATIERES - fin

| | page |
|--|------|
| Chapitre 4 | |
| 4.2 Les résultats de l'entropie | |
| (suite) conditionnelle relative | 57 |
| 4.3 L'étude comparative des résultats | |
| de l'information mutuelle et de | |
| l'entropie conditionnelle relative | 66 |
| 4.4 La problématique du choix des carac- | |
| tères géomorphologiques dans les | |
| études intégrées du milieu biophy- | |
| sique | 68 |
| Conclusion | 74 |
| Bibliographie | 76 |
| Liste des annexes | 82 |

Liste des tableaux

| | page |
|---|------|
| 1. Les communautés forestières | 24 |
| 2. L'altitude absolue | 31 |
| 3. L'altitude relative locale | 32 |
| 4. L'altitude relative régionale | 33 |
| 5. L'exposition locale | 34 |
| 6. L'exposition régionale | 34 |
| 7. La pente | 35 |
| 8. Le microrelief | 36 |
| 9. La lithologie | 37 |
| 10. La formation superficielle | 38 |
| 11. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "pente" pour la détermination de l'humidité du sol | 39 |
| 12. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "microrelief" pour la détermination de l'humidité du sol | 40 |
| 13. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "exposition locale" pour la détermination de l'humidité du sol | 40 |
| 14. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "formation superficielle" pour la détermination de l'humidité du sol | 41 |

Liste des tableaux - fin

| | page |
|---|------|
| 15. L'humidité du sol | 41 |
| 16. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "exposition locale" pour la détermination de la période de fonte nivale | 43 |
| 17. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "exposition régionale" pour la détermination de la période de fonte nivale | 43 |
| 18. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "microrelief" pour la détermination de la période de fonte nivale | 43 |
| 19. Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "altitude absolue" pour la détermination de la période de fonte nivale | 44 |
| 20. La fonte nivale | 45 |
| 21. Table de contingence | 48 |
| 22. Sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières | 61 |

Liste de la carte, du schéma et des graphiques

| | page |
|--|------|
| 1. Carte de localisation | 18 |
| 2. Schéma 1.- Répartition des 17 points et direction des quartiers sur l'unité d'observation | 23 |
| 3. Graphique 1.- Méthode de classement par information mutuelle | 29 |
| 4. Graphique 2.- Dendrogramme | 30 |
| 5. Graphique 3.- Information mutuelle: communautés forestières / variables écologiques | 55 |
| 6. Graphique 4.- Valence écologique des communautés forestières | 58 |

INTRODUCTION

La géomorphologie a pour objet l'étude des formes du relief, de leur genèse, de leur évolution et de leurs relations spatiales. Ces formes du relief ne sont pas des objets statiques, isolés, mais au contraire, elles s'insèrent dans un système complexe d'interactions physico-chimiques et biologiques. Ces particularités nous obligent à envisager la géomorphologie sous deux facettes (Joly, 1977): la première est celle qui considère les formes de relief dans leur aspect individuel et génétique avec les notions d'évolution et de durée, la seconde est celle qui présente les formes de relief dans leur aspect collectif et spatial, en association avec d'autres objets de la surface terrestre. Cette deuxième facette de la géomorphologie lie les formes de relief au concept synthétique de "milieu naturel" ou de "paysage". C'est en grande partie par l'apport de cette deuxième facette aux études intégrées du territoire et en particulier aux études biophysiques, que cette discipline a conquis une place importante dans la pratique. Ce sont les problèmes relatifs à la contribution géomorphologique aux études intégrées du milieu biophysique, plus précisément le rôle joué par certains caractères géomorphologiques (formation superficielle, pente, microrelief, entre autres) sur la distribution spatiale des communautés forestières, qui recevront une attention particulière dans cette recherche.

Les applications de données géomorphologiques à différentes échelles en tant que composante d'une description du milieu biophysique sont anciennes comme le soulignent Wright (1972) et Gardiner et Gregory (1977). C'est toutefois dans la période qui a suivi la seconde guerre mondiale que les recherches intégrées du milieu biophysique se sont développées. Une tentative particulièrement significative fut développée en Australie, par les chercheurs du C.S.I.R.O., et fut la base de l'élaboration du concept de "land system" (Christian, 1957, 1968). A la même époque, une approche analogue s'est développée en U.R.S.S. (Vinogradov et al., 1962). Dans le contexte canadien, les systèmes de classification biophysique sont nombreux et font intervenir comme les travaux australiens et russes des éléments topométriques et géomorphologiques dans la synthèse biophysique (Hills et Portelance, 1960; Lacate, 1969; Jurdant et al., 1972 et 1977; Dansereau, 1976). Dans ces travaux, où l'on accorde une place importante aux phénomènes d'interrelation, les caractéristiques géomorphologiques sont au centre de la définition du milieu biophysique. Parmi les autres composantes de ce milieu, les éléments géomorphologiques apparaissent comme les plus "structurants", les dominateurs communs les plus valables. Ce fait conduit donc les géomorphologues à s'attacher à reconnaître ces caractères géomorphologiques significatifs, et ce, aux différents niveaux d'intégration. Cette reconnaissance peut se faire en mettant en relation certains caractères géomorphologiques avec d'autres composantes de milieu biophysique. Cette opération constitue une étape nécessaire dans l'élaboration d'un "modèle". Dans cette re-

cherche, nous mettrons en relation des communautés forestières avec des caractères géomorphologiques pour connaître parmi ceux-ci les plus "actifs". Cette connaissance nous permettra de préciser la contribution géomorphologique aux études intégrées du milieu biophysique.

CHAPITRE 1

Cadre conceptuel

1.1 Les caractères géomorphologiques comme facteurs écologiques

Les caractères géomorphologiques constituent une multiplicité d'éléments dont la combinaison va créer en partie le coeur de ce que nous nommons paysage. Dire que ce paysage est organisé implique le jeu de facteurs qui lient la localisation, par exemple, d'une communauté forestière à des caractères géomorphologiques. Leurs actions, comme force d'organisation du paysage, recouvrent celles d'au moins trois facteurs élémentaires des écologistes: les conditions édaphiques, hydriques et thermiques.

C'est indirectement par le biais des sols que certains caractères géomorphologiques vont influencer la végétation (Tricart, 1972 et 1973). C'est le cas pour les formations superficielles où la nature et la dimension de leur matériaux, et leur épaisseur, vont jouer un rôle important dans la formation des sols. Le sol, en combinant ses effets à ceux de la pente, du microrelief, va régler les conditions de l'alimentation en eau des végétaux (Strahler, 1971).

D'autres caractères géomorphologiques comme l'exposition, l'altitude relative vont constituer des éléments importants dans

la détermination des topoclimats. Ces topoclimats vont influencer la distribution spatiale de la végétation (Tricart, 1972; Bertrand et Dollfus, 1973). Ici, nous distinguerons topoclimat et microclimat; par topoclimat nous entendons les particularités climatiques déterminées par un relief (un versant, un sommet, un fond de vallée). Par microclimat nous entendons les particularités climatiques à l'intérieur d'un topoclimat. A ce niveau, la prise en considération de la topographie est insuffisante puisque les caractères d'échauffement et de refroidissement du sol interviennent aussi dans les phénomènes d'inversion de température, de gelée printanière ou automnale et dans la fonte nivale, aspects qui ont une grande importance écologique (Tricart, 1972). De plus, la combinaison du système hydrique et des formations superficielles peut provoquer des variations de température du sol de courte durée. Les formes de relief, aussi bien sous l'aspect du modelé que sous celui des formations superficielles et des conditions hydriques pourraient permettre l'identification de topoclimats. Toutefois, les données météorologiques sont généralement insuffisantes à ce niveau d'échelle.

L'action des caractères géomorphologiques sur la distribution de la végétation par le truchement des sols (formations superficielles), du topoclimat (exposition, altitude absolue, altitude relative) nous permet de considérer ceux-ci comme de véritables facteurs écologiques. Ces caractères géomorphologiques peuvent aussi être perçus comme des facteurs de régulation dans le sens où les espèces forestières adaptées répondent à ces facteurs d'une manière telle qu'une communauté forestière réali-

se la plus grande homéostasie possible dans ces conditions. Identifier ces facteurs écologiques, en établir une hiérarchie, connaître la valence écologique (Dajoz, 1971) des communautés forestières vis-à-vis de ces facteurs écologiques constituent la problématique de cette recherche.

1.2 Le choix de l'échelle

Dans toute recherche environnementale, le choix d'un ordre de grandeur de l'environnement dans lequel on travaillera, constitue un problème délicat; choisir de travailler à une certaine échelle, pose en fait le problème de la fermeture du système. C'est chercher si le système peut être considéré comme fermé et déterminer les éléments qui le ferment.

D'abord préoccupé par des perspectives d'aménagement concret de l'environnement, nous avons choisi de travailler à grande échelle (1/15,840, l'échelle des photographies aériennes utilisées dans cette recherche). Si l'on se réfère à des ordres de grandeur utilisés dans d'autres approches de l'espace biophysique, l'échelle que nous avons choisie correspond sensiblement au géofaciès (Bertrand, 1968; Richard, 1975) où à la phase écologique (Jurdant et al., 1972).

Bertrand (1968) définit le géofaciès comme l'unité de base de description de l'espace géographique, la plus petite unité spatiale homogène où les caractères sont essentiellement de nature physiographique. Les dimensions du géofaciès sont de l'ordre de la centaine de mètres et on peut le figurer aux échelles du

1/5,000 au 1/25,000. Il correspond à la station des phytoécologistes. Duchaufour (1960) définit la station comme étant une surface où les conditions écologiques sont homogènes et où la végétation est uniforme. Le caractère le plus significatif du géofaciès est la formation végétale qui correspond souvent à un type de formation superficielle. Plus près de nous, son équivalent serait la phase écologique définie par Jurdant et al., (1972) comme étant une portion de territoire caractérisée par une combinaison relativement uniforme du sol et de la végétation. Pour le "géofaciès" comme pour la "phase écologique", les caractères dépendent de la structure géomorphologique et de la topographie, entrent dans leur définition à cause de leur impact en tant que force d'organisation du paysage. Ils permettent l'intégration d'unités élémentaires en patrons d'ensembles plus ou moins organisés.

1.3 Objectif de la recherche

Cette recherche a comme objectif de mettre certains aspects de la géomorphologie (formation superficielle, pente, exposition, microrelief, etc.) en relation avec la distribution spatiale des communautés forestières, dans le but de connaître les régularités existant entre ces composantes du milieu biophysique. Cette récurrence de rapports est au centre du concept de "modèle d'organisation", concept sur lequel devraient reposer toutes les approches du milieu biophysique, y compris les approches de cartographie intégrée, tel que suggéré par les travaux de Christian (1957), Phipps (1966) et Ruxton (1968).

La question fondamentale est la suivante: pour un site possédant certains caractères géomorphologiques (pente, exposition, par exemple) et phytogéographique (une érablière à hêtres, par exemple), quels sont, parmi ces caractères géomorphologiques, ceux qui apportent la meilleure information pour expliquer la localisation de cette communauté forestière? Pour répondre à cette question, nous aurons recours aux outils dérivés de la théorie de l'information et notamment aux notions d'entropie de l'information mutuelle (Godron, 1968; Guillerm, 1971 et Marchand, 1972, parmi d'autres), pour établir une hiérarchie entre les différents caractères géomorphologiques.

Dans cette recherche l'analyse de la relation spatiale caractères géomorphologiques / communautés forestières, prend parti pour la prise en considération d'un grand nombre de sites définis par rapport à un ensemble de caractères simples. Il ne s'agit pas de l'étude de quelques sites particuliers où les rapports seraient envisagés à un niveau très détaillé. Nous nous proposons d'abord de mesurer, de comparer le comportement des caractères géomorphologiques vis-à-vis des communautés forestières. A ce titre, cette recherche est à la fois qualitative, dans la mesure où elle ne cherche pas à quantifier les caractères géomorphologiques considérés comme variables écologiques, et quantitative, dans la mesure où les relations spatiales entre les caractères géomorphologiques et les communautés forestières sont mesurées.

CHAPITRE 2

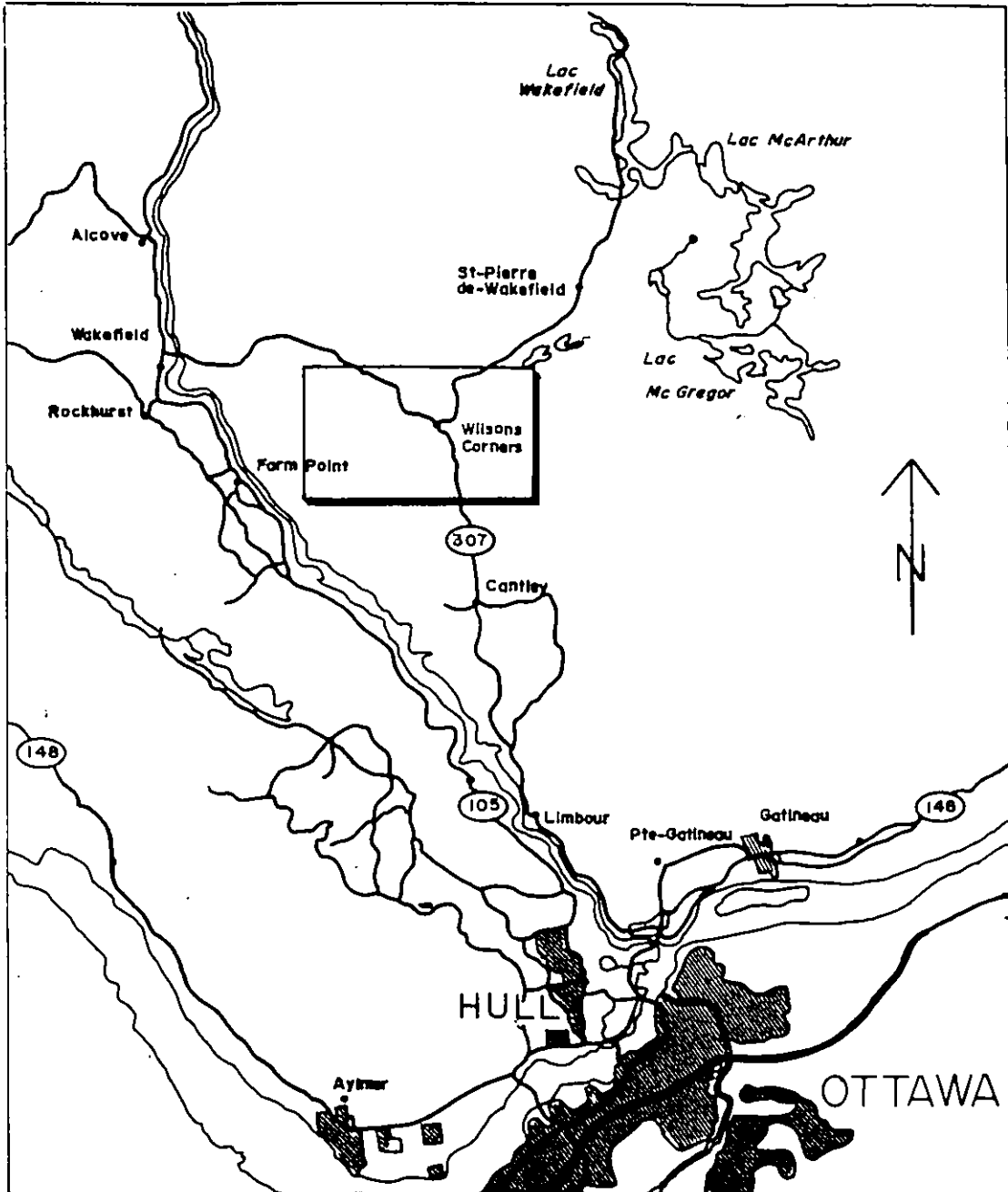
Territoire de recherche: aperçu géographique

Le territoire de recherche est compris entre les latitudes 45°35' et 45°39' nord, les longitudes 75°46' et 75°52' ouest (carte de localisation p.18). Il est situé à environ 15 kilomètres au nord de la ville de Hull. Cette région est traversée du nord au sud par la route 307 qui relie la ville de Gatineau au village de Saint-Pierre-de-Wakefield et du sud-est au nord-ouest par la route 366 qui relie la localité de Wilsons Corners au village de Wakefield.

Au plan géomorphologique, on y distingue le plateau laurentien disséqué et localement recouvert de placages de till souvent associées à des matériaux d'altération. Les vallées, celle d'Edelweiss et celle de Saint-Pierre-de-Wakefield, localisent les dépôts meubles les plus abondants du secteur. Ces dépôts meubles comprennent des sables, des graviers et des galets d'origine fluvio-glaciaire. Enfin, la cuvette de Wilsons Corners est partiellement comblée par des limons argileux et des sables marins (mer de Champlain).

La roche en place comprend divers faciès (Bélan, 1954): syénite et diorite dans le secteur du lac Martin; orthogneiss avec paragneiss dans le secteur du lac Antoine; calcaire cristallin et gneiss à hornblende dans les dépressions (cuvette de Wil-

CARTE DE LOCALISATION



ECHELLE 1:250 000

sons Corners). On rencontre aussi à divers endroits du paragneiss quartzeux, des filons de diabase, des roches à pyroxène.

Au plan pédologique, les sols des dépôts graveleux fluvioglaciacaires font partie de la série "Mont-Rolland" de l'ordre des "brunisol"; ils se caractérisent par un très faible pouvoir de rétention d'humidité et une très grande porosité (Lajoie, 1962). Les sols des formations superficielles sur la roche en place sont groupés dans la série "Gatineau" et appartiennent aussi à l'ordre des "brunisol".

Les données climatiques de cette région sont très générales. Le climat est de type frais tempéré où dominant les vents d'ouest. La moyenne annuelle de température est d'environ 5°C, la période sans gel est d'environ 140 jours et les précipitations atmosphériques sont en moyenne de 881 mm. (Ferland et Gagnon, 1967 et Canada, C.C.N., 1976).

Au plan phytogéographique, cette région est représentative de la frange méridionale de la forêt mixte (Québec, 1974), qui comme son nom l'indique est composée d'espèces gymnospermes (Abies balsamea, Picea glauca, Pinus strobus, Pinus resinosa, Thuja occidentalis, Tsuga canadensis) et d'espèces angiospermes (Acer rubrum, Acer saccharum, Betula alleghaniensis, Betula papyrifera, Fagus grandifolia, Fraxinus americana, Fraxinus nigra, Tilia americana, Ulmus americana, etc.). Le chapitre sur la classification des communautés forestières reviendra sur ce point. Les actions anthropiques sont évidentes: nous avons relevé plusieurs indices de feux de forêt et de coupes forestières dont il est parfois difficile de

déterminer l'âge exact. Ces actions naturelles ou anthropiques sur le milieu biophysique ont pu affecter les formations superficielles et la distribution des communautés forestières à des degrés divers.

CHAPITRE 3

Méthodologie

Au plan méthodologique, en fonction de l'objectif de cette recherche, nous avons procédé en plusieurs étapes. D'abord nous avons fait des levés de terrain (66 relevés). Les données recueillies lors de ces relevés ont permis d'établir une classification des relevés forestiers en types de communautés sur la base de leur composition spécifique et la détermination des classes des variables écologiques (caractères géomorphologiques). Cette étape fut suivie d'une photo-interprétation systématique du territoire de recherche (668 sites). Pour traiter les données recueillies nous avons eu recours au programme ASLIVA qui utilise les outils classiques de la théorie de l'information, en particulier les notions d'entropie et d'information mutuelle (Godron, 1968; Guillerm, 1971; Marchand, 1972). Les données mises sur fichiers furent traitées au centre d'informatique de l'Université d'Ottawa.

3.1 Levés de terrain

La classification des espèces forestières en communautés et la détermination de variables écologiques proviennent de l'étude détaillée de soixante-six (66) sites du territoire de recherche déterminés à partir d'une photo-interprétation préalable.

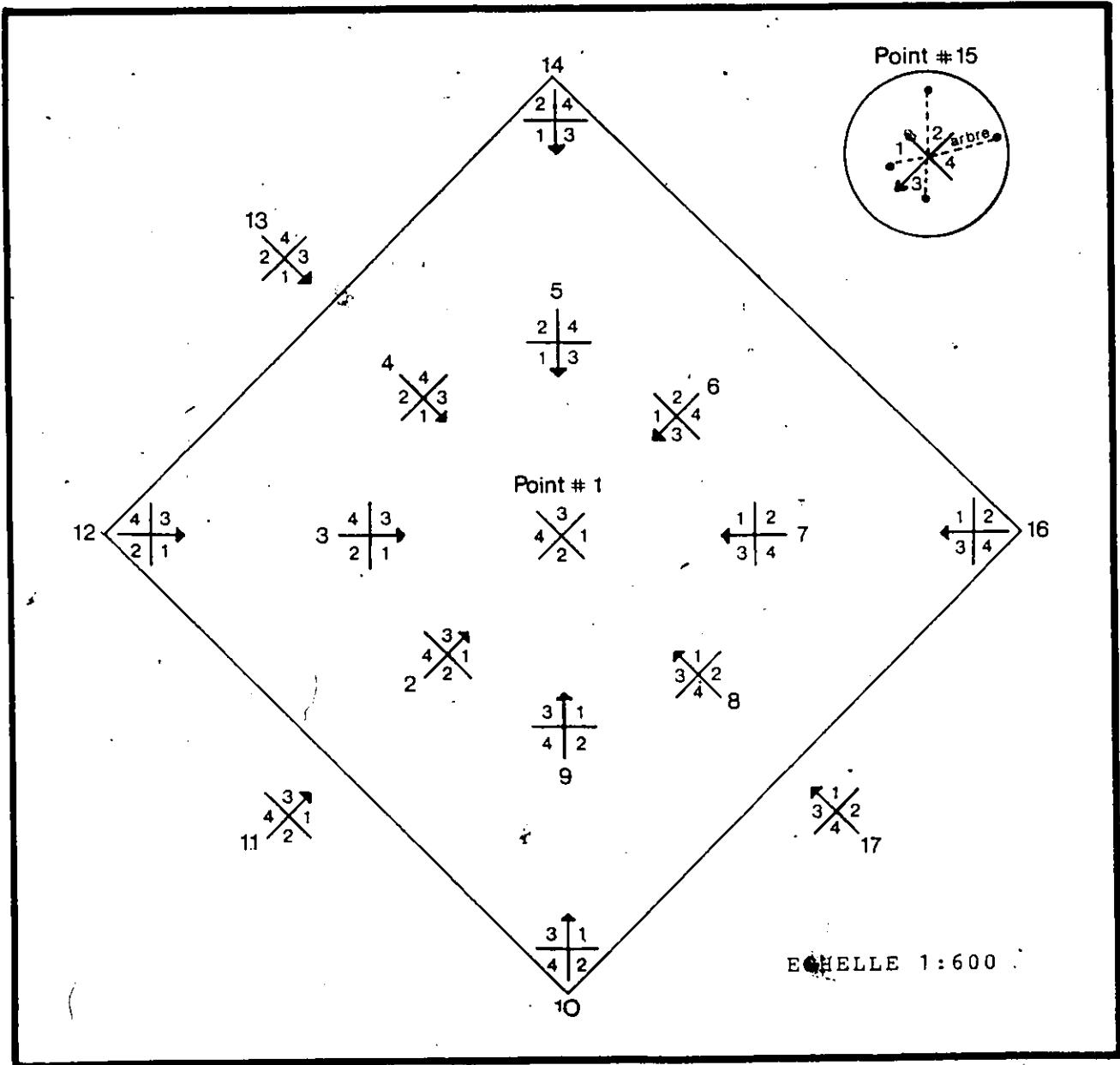
La première phase de la cueillette de données comprenait un relevé des espèces forestières des sites sélectionnés. Chaque site a une dimension constante de soixante (60) mètres par soixante (60) mètres. A chaque site nous avons effectué dix-sept (17) observations; à chacun des points d'observations, nous avons identifié les espèces forestières ayant un diamètre supérieur à quinze (15) centimètres en employant la méthode des points quartiers (Philipps, 1959; Cottam et Curtis, 1966) dont on trouvera un schéma p.23.

La seconde phase de la cueillette des données, simultanément aux relevés phytogéographiques, comprend une étude géomorphologique détaillée des stations. Ces relevés géomorphologiques comprenaient l'étude des formations superficielles et de la lithologie de la roche, la mesure de la pente, l'estimation de microrelief et l'altitude relative, la détermination de l'altitude absolue.

La cueillette des données phytogéographiques nous a permis d'obtenir une classification des espèces forestières en types de communautés, en utilisant une méthode fondée sur la théorie de l'information (Williams et al., 1966) à l'aide du programme CIFREN.

La cueillette des données géomorphologiques nous a permis d'obtenir une première estimation du pouvoir d'organisation spatiale de ces variables écologiques vis-à-vis des communautés forestières, et de procéder à la détermination des classes à l'intérieur des caractères géomorphologiques.

SCHEMA 1 - REPARTITION DES 17 POINTS ET DIRECTION DES QUARTIERS SUR L'UNITE D'OBSERVATION



3.2 Classification des communautés forestières

La classification de la végétation fait appel à une méthode agglomérative, hiérarchique, à l'aide du programme CIFREN (Williams et al., 1966; Orloci, 1970; Dale et Anderson, 1971). Elle procède par regroupement progressif des relevés en ensembles de moins en moins nombreux et de plus en plus généraux. Le critère de mesure de la similarité est l'information dont il sera question plus longuement lorsque nous expliquerons le programme ASLIVA (information mutuelle). Plus le regroupement progresse, plus l'ensemble devient simple (types de communautés forestières peu nombreuses), plus on perd de l'information (communautés forestières peu détaillées), (graphique p.29). La classification tente de réaliser un compromis en assurant le maximum de regroupement tout en minimisant le plus possible la perte d'information (dendrogramme p.30 et tableau 1).

Tableau 1 Les communautés forestières

| Communautés forestières | Cote | Espèces forestières | Fréquence relative (%) |
|-----------------------------|------|---------------------|------------------------|
| Erablière à bouleaux blancs | EBB | Erable à sucre | 45.20 |
| | | Bouleau à papier | 14.40 |
| | | Ostryer de Virginie | 10.20 |
| | | Pruche | 7.42 |
| | | Hêtre américain | 4.82 |
| | | Chêne rouge | 3.15 |
| | | Erable rouge | 2.40 |
| | | Bouleau jaune | 1.66 |
| | | Grand tremble | 1.29 |
| | | Frêne blanc | 1.11 |
| | | Plaine bâtarde | 1.10 |
| | | Sapin baumier | 0.92 |
| Orme blanc | 0.92 | | |

Tableau 1 Les communautés forestières (suite)

| Communautés forestières | Cote | Espèces forestières | Fréquence relative (%) |
|-----------------------------|------|---|---|
| Erablière à bouleaux blancs | EBB | Pin rouge Tremble Noyer tendre Pin blanc Cerisier d'automne | 0.70 0.70 0.70 0.55 0.55 |
| Erablière à hêtres | EHT | Erable à sucre Hêtre américain Bouleau jaune Tilleul Erable rouge Ostryer de Virginie Bouleau à papier Pruche Chêne rouge Erable de Pensylvanie Frêne blanc Noyer tendre | 36.30 32.20 7.85 7.31 4.33 3.25 2.71 1.62 1.35 0.81 0.54 0.54 |
| Erablière à chênes | ECH | Erable à sucre Chêne rouge Tilleul Hêtre américain Grand tremble Frêne blanc Noyer tendre Tremble Bouleau blanc Bouleau jaune Erable rouge Pruche Caryer à noix amères Pin blanc Pin rouge Sapin baumier | 41.60 13.50 10.90 7.87 4.66 2.89 2.50 2.41 2.09 1.92 1.12 0.64 0.16 0.16 0.16 0.16 |
| Chênaie | CHE | Chêne rouge Erable à sucre Ostryer de Virginie Hêtre américain Pin blanc Tilleul | 65.80 16.70 6.34 3.54 2.05 1.67 |

Tableau 1 Les communautés forestières (suite)

| Communautés forestières | Cote | Espèces forestières | Fréquence relative (%) |
|-----------------------------|------|---|---|
| Chênaie (suite) | CHE | Frêne blanc Cerisier d'automne Erable rouge Pruche Sapin baumier Tremble Plaine bâtarde | 1.11 0.55 0.37 0.37 0.18 0.18 0.18 |
| Chênaie à érables à sucre | CER | Chêne rouge Erable à sucre Grand tremble Hêtre américain Bouleau à papier Erable rouge Ostryer de Virginie Tilleul Tremble Pin blanc Bouleau jaune Frêne blanc Epinette rouge Pruche Orme blanc | 22.30 19.20 17.40 13.80 13.70 3.60 2.00 1.90 1.50 1.40 1.20 0.50 0.30 0.20 0.20 |
| Bétulaie blanche à trembles | BBT | Bouleau blanc Tremble Erable à sucre Chêne rouge Grand tremble Hêtre américain Ostryer de Virginie Tilleul Bouleau jaune Sapin baumier | 31.80 17.00 13.30 11.10 9.62 5.92 2.22 0.74 0.74 0.74 |
| Erablière à sapins baumiers | ESA | Erable à sucre Sapin baumier Ostryer de Virginie Pin blanc Grand tremble Bouleau jaune Epinette blanche | 41.25 14.10 10.00 9.16 4.58 3.75 2.50 |

Tableau 1. Les communautés forestières (suite)

| Communautés forestières | Cote | Espèces forestières | Fréquence relative (%) |
|-------------------------------------|------|--|--|
| Erablière à sapins baumiers (suite) | ESA | Hêtre américain Tremble Tilleul Frêne noir Bouleau à papier Chêne rouge Orme blanc Erable de Pensylvanie Epinette rouge | 2.08 2.08 1.66 1.25 1.25 1.25 1.25 0.83 0.41 |
| Pinède | PIN | Pin blanc Erable à sucre Pin rouge Chêne rouge Grand tremble Bouleau à papier Pruche Epinette blanche Ostryer de Virginie Sapin baumier Erable rouge Tremble Epinette rouge Hêtre américain Cerisier d'automne Tilleul Bouleau jaune | 38.50 11.70 8.10 6.40 6.40 6.14 5.32 4.18 3.35 2.70 2.51 1.95 1.11 0.83 0.27 0.27 0.27 |
| Thuyaie à sapins baumiers | TSF | Thuya Sapin baumier Frêne noir Bouleau jaune Epinette rouge Erable rouge Pruche Bouleau à papier Tremble Pin blanc Hêtre américain | 31.60 20.00 13.30 13.30 8.33 4.16 3.33 2.50 1.66 0.83 0.83 |
| Prucheraie | PRU | Pruche Erable rouge | 59.00 14.10 |

Tableau 1 Les communautés forestières (suite)

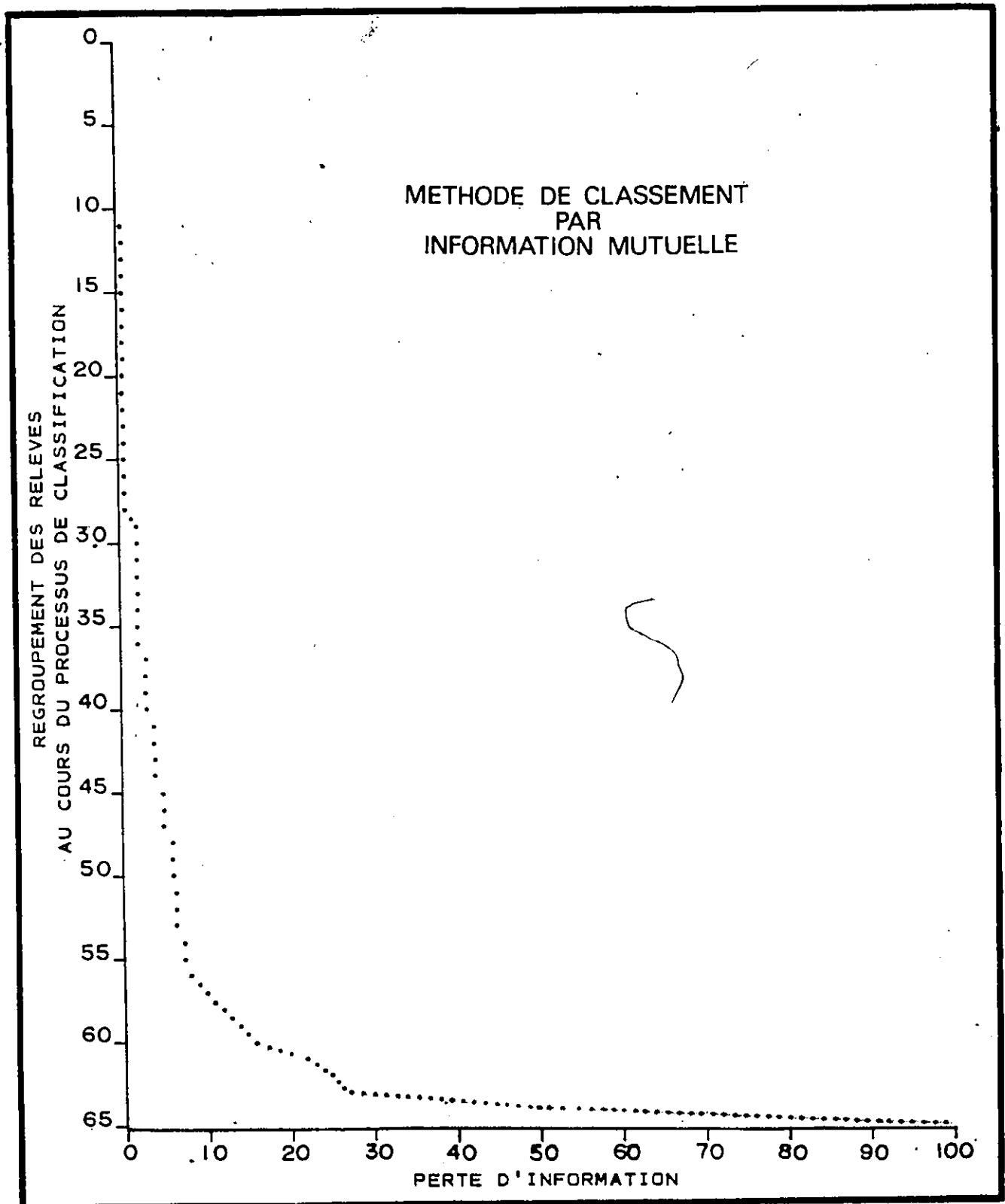
| Communautés forestières | Cote | Espèces forestières | Fréquence relative (%) |
|-------------------------|------|-----------------------|------------------------|
| Prucheraie (suite) | PRU | Bouleau à papier | 14.10 |
| | | Erable à sucre | 4.30 |
| | | Pin blanc | 2.10 |
| | | Frêne blanc | 1.08 |
| | | Tremble | 1.08 |
| | | Chêne rouge | 1.08 |
| | | Erable de Pensylvanie | 1.08 |
| | | Thuya | 1.08 |

3.3 Les variables écologiques

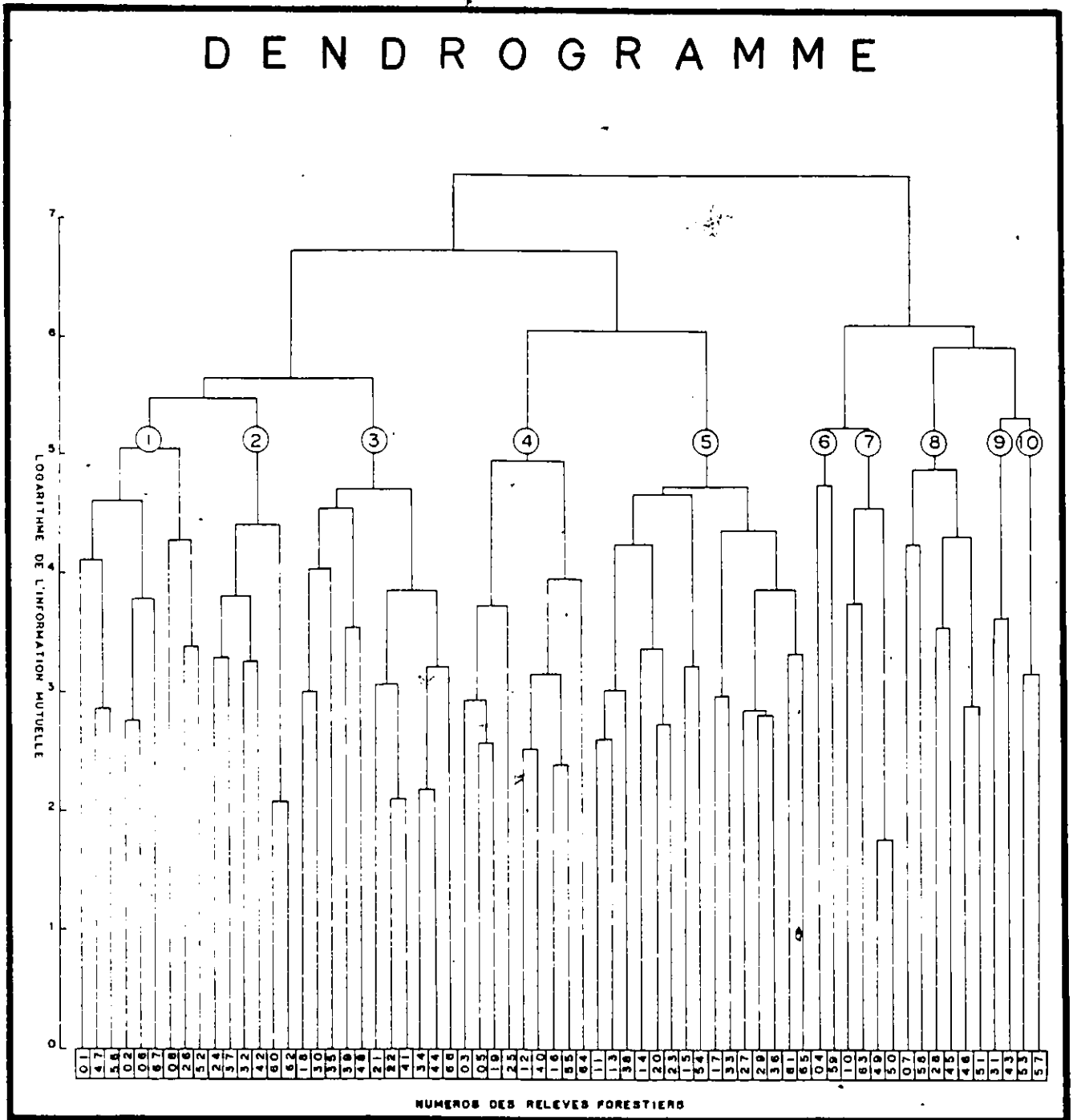
Les variables écologiques retenues dérivent de caractères géomorphologiques. Ces caractères géomorphologiques sont perçus comme des facteurs écologiques dans le sens indiqué dès le début de cette recherche. Les variables écologiques se divisent en deux catégories: les variables écologiques primaires et les variables écologiques intégrées, celles-ci provenant de l'intégration de variables primaires.

Les variables écologiques primaires sont l'altitude absolue, l'altitude relative locale, l'altitude relative régionale, l'exposition locale, l'exposition régionale, la pente, le micro-relief, la lithologie et la formation superficielle. Les variables écologiques intégrées sont l'humidité et la fonte nivale; ils intègrent au moins trois variables écologiques primaires. Elles ont été retenues parce qu'elles sont intimement liées à certaines caractéristiques géomorphologiques simples et pour comparer leurs impacts sur la distribution spatiale des communautés forestières à ceux des variables écologiques primaires.

GRAPHIQUE 1



GRAPHIQUE 2



3.3.1 Les variables écologiques primaires

3.3.1.1 L'altitude absolue (ALTIABSO)

L'altitude absolue dans le territoire de recherche varie entre 120 mètres dans les cuvettes et 370 mètres sur le plateau laurentien. Nous avons regroupé l'altitude absolue en cinq (5) classes (voir tableau 2).

Tableau 2 L'altitude absolue (ALTIABSO)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|---|------|
| 1 | Altitude absolue de moins de 167 mètres | ALA |
| 2 | Altitude absolue de 167 mètres à 212 mètres | ALB |
| 3 | Altitude absolue de 212 mètres à 258 mètres | ALC |
| 4 | Altitude absolue de 258 mètres à 304 mètres | ALD |
| 5 | Altitude absolue de plus de 304 mètres | ALE |

3.3.1.2 L'altitude relative locale (ALTIRELOC)

L'altitude relative locale nous permet de déterminer la position topographique d'un site. Les effets de dominance reliés à la position topographique ont une importance écologique cruciale. Les sites dominés, par exemple, peuvent recevoir des matériaux des sites dominants (par éboulis, reptation, etc.), (Bertrand et Dollfus, 1973). A ces effets il faut joindre les conséquences du relief sur les mouvements d'air et d'eau. Par estimation, à partir de photographies aériennes, il est assez facile de déterminer la position topographique d'un site. Ce sont les situations intermédiaires qui sont les plus difficiles à dé-

terminer et elles sont les plus fréquentes. Pour résoudre ce problème, nous avons fait le raisonnement suivant: si du centre d'une station nous faisons parcourir à un rayon un angle de 360° dans un plan horizontal, l'angle d'ouverture par rapport à l'angle mort nous donnera une estimation assez précise de la position topographique du site donné. Plus l'angle d'ouverture par rapport à l'angle mort sera grand, plus le site sera en position topographique dominante. A l'inverse, plus l'angle d'ouverture sera petit par rapport à l'angle mort, plus le site sera dans une position topographique dominée. Nous avons retenu cinq (5) classes (voir tableau 3).

Tableau 3 L'altitude relative locale (ALTIRELOC)

| Numéro | Classes | Caractéristiques | Cote |
|--------|--|--|------|
| 1 | Position topographique, fortement dominée | Angle d'ouverture de moins de 75° | ARA |
| 2 | Position topographique dominée | Angle d'ouverture de 75° à 150° | ARB |
| 3 | Position topographique intermédiaire | Angle d'ouverture de 150° à 210° | ARC |
| 4 | Position topographique dominante | Angle d'ouverture de 210° à 285° | ARD |
| 5 | Position topographique fortement dominante | Angle d'ouverture de plus de 285° | ARE |

Cette technique est facilement applicable à partir de la photographie aérienne, de cartes topographiques et même directement sur le terrain.

3.3.1.3 L'altitude relative régionale (ALTIREREG)

Nous avons reconnu, après l'étude de plusieurs sites, la nécessité de connaître la position topographique régionale des stations; c'est le cas d'une station qui se localise sur une butte dans le fond d'une cuvette; localement la station est dans une position topographique dominante mais régionalement elle est dans une position topographique dominée. Nous avons employé une technique similaire à celle utilisée pour déterminer l'altitude relative locale, avec la nuance suivante que dans ce cas c'est un rayon d'un kilomètre qui balaie dans un plan horizontal un angle de 360°. Comme pour l'altitude relative locale nous avons retenu cinq (5) classes (voir tableau 4).

Tableau 4 L'altitude relative régionale (ALTIREREG)

| Numéro | Classes | Caractéristiques | Cote |
|--------|--|-----------------------------------|------|
| 1 | Position topographique fortement dominée | Angle d'ouverture de moins de 75° | ARV |
| 2 | Position topographique dominée | Angle d'ouverture de 75° à 150° | ARW |
| 3 | Position topographique intermédiaire | Angle d'ouverture de 150° à 210° | ARX |
| 4 | Position topographique dominante | Angle d'ouverture de 210° à 285° | ARY |
| 5 | Position topographique fortement dominante | Angle d'ouverture de plus de 285° | ARZ |

3.3.1.4 L'exposition locale (EXPOSILOC)

C'est la direction géographique de la ligne de la plus grande pente de la station. Cette direction est indiquée selon

les signes de la rose des vents et comprend neuf (9) classes (voir tableau 5).

Tableau 5 L'exposition locale (EXPOSILOC)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|---------------------------------------|------|
| 1 | Terrain plat, sans exposition définie | ELA |
| 2 | Nord | ELB |
| 3 | Nord-est | ELC |
| 4 | Est | ELD |
| 5 | Sud-est | ELE |
| 6 | Sud | ELF |
| 7 | Sud-ouest | ELG |
| 8 | Ouest | ELH |
| 9 | Nord-ouest | ELI |

3.3.1.5 L'exposition régionale (EXPOSIREG)

C'est la direction géographique de la ligne de la plus grande pente non pas de la station, mais de la zone (exemple: une portion de versant) à laquelle appartient la station. Cette direction est indiquée selon la rose des vents et comprend neuf (9) classes (voir tableau 6).

Tableau 6 L'exposition régionale (EXPOSIREG)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|---------------------------------------|------|
| 1 | Terrain plat, sans exposition définie | ERA |
| 2 | Nord | ERB |
| 3 | Nord-est | ERC |

Tableau 6 L'exposition régionale (EXPOSIREG) (suite)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|------------|------|
| 4 | Est | ERD |
| 5 | Sud-est | ERE |
| 6 | Sud | ERF |
| 7 | Sud-ouest | ERG |
| 8 | Ouest | ERH |
| 9 | Nord-ouest | ERI |

3.3.1.6 La pente (PENTE)

Lors des levés de terrain nous avons effectué plusieurs mesures de pentes que nous avons reportées sur les photographies aériennes utilisées dans cette recherche. C'est en comparant les pentes des sites étudiés avec les pentes témoins que nous leur avons attribué une valeur. Dans les cas litigieux nous sommes retournés sur le terrain. A partir de l'histogramme des pentes mesurées lors des levés de terrain, nous avons retenu six (6) classes (voir tableau 7).

Tableau 7 La pente (PENTE)

| Numéro | Classes | Caractéristiques | Cote |
|--------|-------------|------------------|------|
| 1 | 0° à 1° | Nulle | PEA |
| 2 | 1.1° à 3° | Très faible | PEB |
| 3 | 3.1° à 7° | Faible | PEC |
| 4 | 7.1° à 14° | Moyenne | PED |
| 5 | 14.1° à 22° | Forte | PEE |
| 6 | 22° et plus | Très forte | PEF |

3.3.1.7 Le microrelief (MICRORELIEF)

Le microrelief exprime les caractéristiques topographiques des sites étudiés, c'est-à-dire d'un espace topographique ayant comme dimension soixante (60) mètres par soixante (60) mètres. Nous avons procédé par estimation pour le déterminer et nous avons retenu six (6) classes (voir tableau 8).

Tableau 8 Le microrelief (MICRORELIEF)

| Numéro | Classes | Caractéristiques | Cote |
|--------|--------------------|---|------|
| 1 | Plan | La surface du sol est à peu près plane. Ce plan peut être horizontal ou oblique | MRA |
| 2 | Faiblement convexe | La surface du sol est faiblement bombée | MRB |
| 3 | Fortement convexe | La surface du sol est fortement bombée | MRC |
| 4 | Faiblement concave | La surface du sol est faiblement déprimée | MRD |
| 5 | Fortement concave | La surface du sol est fortement déprimée | MRE |
| 6 | Irrégulier | Il y a alternance de surfaces bombées et déprimées | MRF |

3.3.1.8 La lithologie (GEOLOGIE)

L'information lithologique est tirée en partie de la carte géologique de Wakefield (Béland, 1954). Cette carte réalisée à moyenne échelle (1/63,360) n'a pas manqué de créer des problèmes pour la transposition de l'information à une autre échelle. Nous avons complété l'information géologique manquante lors

des levés de terrain. La lithologie du territoire de recherche comprend des formations de syénite, d'orthogneiss granitique avec paragneiss, généralement en relief dans le paysage, de gneiss à hornblende, de calcaire cristallin, de roches à pyroxène et à hornblende, le plus souvent dans les dépressions et recouvertes de formations superficielles dépassant un mètre. La lithologie est regroupée en six (6) classes (voir tableau 9).

Tableau 9 La lithologie (GEOLOGIE)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|--|------|
| 1 | Syénite | GEA |
| 2 | Syénite et diorite associées | GEB |
| 3 | Roches à pyroxène et à hornblende | GEC |
| 4 | Calcaire cristallin | GED |
| 5 | Orthogneiss granitique avec paragneiss | GEE |
| 6 | Gneiss à hornblende, paragneiss quartzeux, quartzite injectée de granite et de pegmatite | GEF |

3.3.1.9 La formation superficielle (ROCHEMEUBLE)

Pour la détermination des classes de cette variable écologique, nous avons utilisé en partie l'information sédimentologique de la carte morpho-sédimentologique de Wakefield ouest au 1/50,000 de l'O.P.D.Q. (Québec, 1974, non publiée). L'information sédimentologique de cette carte était insuffisante pour les sédiments sur la roche en place. Dans ce dernier cas, nous avons complété l'information sédimentologique avec les données recueillies lors des soixante-six (66) relevés. Les formations superficielles des "vallées" sont composées de sable et gravier fluvio-

glaciaires. Les formations superficielles des "cuvettes" se composent de sable et gravier fluvio-glaciaires, surtout à leur marge et de dépôts de limon et d'argile marins dans les points les plus bas. Les formations superficielles sur la roche en place sont en général minces (moins d'un mètre) sauf dans les vallons, les ravins et dans quelques dépressions du socle où celles-ci sont plus abondantes (plus d'un mètre). Ce till est souvent enrichi de matériaux d'altération (altération sur place, éboulis). Les éboulis rocheux sont particulièrement importants le long des parois qui bordent les vallons et les ravins. Le till est composé en général de sable dans une proportion de 50 à 70%, de gravier dans une proportion de 20 à 30% et de limon et d'argile dans une proportion de 10 à 20% (voir analyses granulométriques, annexe 2). Pour les formations superficielles nous avons retenu six (6) classes (voir tableau 10).

Tableau 10 La formation superficielle (ROCHEMEUBLE)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|--|------|
| 1 | Zones de till inférieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | RMA |
| 2 | Aires hétérogènes qui comprennent des zones de till inférieures à 50 cm. et supérieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | RMB |
| 3 | Zones de till supérieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | RMC |
| 4 | Zones de sable, de gravier et de galets fluvio-glaciaires | RMD |
| 5 | Zones de limon et d'argile marins | RME |
| 6 | Zones de dépôts organiques | RMF |

3.3.2 Les variables écologiques intégrées

En procédant à l'intégration de certaines variables écologiques primaires, on peut définir des variables complexes comme l'humidité du sol et la fonte nivale. Ces deux variables étant liées à des caractères géomorphologiques, il fallait d'abord identifier les éléments géomorphologiques les plus susceptibles d'être de bons indicateurs de l'humidité du sol et de la fonte nivale. Ces indicateurs furent retenus lors des levés de terrain et nous leur avons accordé un coefficient de pondération selon l'importance relative qu'on a pu établir sur le terrain.

3.3.2.1 L'humidité du sol (HUMIDITE)

Pour l'humidité du sol nous avons retenu les variables écologiques suivantes: la pente, le microrelief, l'exposition locale et la formation superficielle (voir tableaux 11, 12, 13 et 14).

Tableau 11 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "pente" pour la détermination de l'humidité du sol

| Classes | Caractéristiques | Coefficients de pondération |
|-------------|------------------|-----------------------------|
| 0° à 1° | Nulle | 0 |
| 1.1° à 3° | Très faible | 1 |
| 3.1° à 7° | Faible | 2 |
| 7.1° à 14° | Moyenne | 3 |
| 14.1° à 22° | Forte | 4 |
| 22° et plus | Très forte | 5 |

Tableau 12 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "microrelief" pour la détermination de l'humidité du sol

| Classes | Caractéristiques | Coefficients de pondération |
|--------------------|---|-----------------------------|
| Fortement concave | La surface du sol est fortement déprimée | 0 |
| Faiblement concave | La surface du sol est faiblement déprimée | 1 |
| Plan | La surface du sol est à peu près plane. Ce plan peut être horizontal ou oblique | 2 |
| Irrégulier | Il y a alternance de surfaces bombées et déprimées | 3 |
| Faiblement convexe | La surface du sol est faiblement bombée | 4 |
| Fortement convexe | La surface du sol est fortement bombée | 5 |

Tableau 13 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "exposition locale" pour la détermination de l'humidité du sol

| Classes | Coefficients de pondération |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Nord | 0 |
| Nord-est et nord-ouest | 1 |
| Est et ouest | 2 |
| Terrain plat, sans exposition définie | 3 |
| Sud-est et sud-ouest | 4 |
| Sud | 5 |

Tableau 14 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "formation superficielle" pour la détermination de l'humidité du sol

| Classes | Coefficients de pondération |
|--|-----------------------------|
| Zones de dépôts organiques | 0 |
| Zones de limon et d'argile marins | 1 |
| Zones de till supérieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | 2 |
| Aires hétérogènes qui comprennent des zones de till inférieures à 50 cm. et supérieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | 3 |
| Zones de sable, de gravier et de galets fluvio-glaciaires | 4 |
| Zones de till inférieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | 5 |

A partir de l'addition des coefficients de pondération des quatre (4) variables écologiques primaires nous avons retenu cinq (5) classes (voir tableau 15).

Tableau 15 L'humidité du sol (HUMIDITE)

| Numéro | Addition des coefficients de pondération | Caractéristiques | Cote |
|--------|--|----------------------|------|
| 1 | Moins de 5 | Humidité très forte | HUA |
| 2 | De 5.1 à 8 | Humidité forte | HUB |
| 3 | De 8.1 à 11 | Humidité moyenne | HUC |
| 4 | De 11.1 à 14 | Humidité faible | HUD |
| 5 | Plus de 14 | Humidité très faible | HUE |

3.3.2.2 La fonte nivale (FONTENIVA)

Pour la disparition de la couche nivale au printemps, nous avons retenu les variables suivantes: l'exposition locale, l'exposition régionale, le microrelief et l'altitude absolue. L'exposition locale joue pour l'ensoleillement, mais l'exposition régionale joue en même temps un rôle important dans la mesure où ce sont sur les versants sud-ouest où la neige disparaît en premier; si l'angle d'incidence des rayons solaire est le même dans un site sud-est que sud-ouest à un même moment, lorsque les rayons du soleil frappent les versants sud-ouest l'air ambiant s'est considérablement réchauffé depuis le matin, ce qui expliquerait en partie sa fonte rapide plus rapide même que sur les versants sud. Le microrelief contrôle en partie la fonte nivale; la fonte nivale tarde dans les sites concaves alors qu'elle disparaît rapidement dans les sites convexes. A un moindre degré, l'altitude absolue joue un rôle par l'intermédiaire de la température; la fonte nivale tarde sur les sommets du plateau contrairement au fond des couloirs et des cuvettes. Il aurait sans doute fallu tenir compte de l'accumulation nivale, mais nous n'avons pu trouver une variable écologique primaire pouvant contrer l'effet de labyrinthe créé par le modelé des collines laurentiennes; les recherches sommaires que nous avons faites à cet égard n'ont pas porté fruit. Il semble toutefois que ce soit le microrelief qui contrôle en bonne partie, au niveau de la station, l'accumulation nivale (voir tableau 16, 17, 18 et 19).

Tableau 16 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "exposition locale" pour la détermination de la période de fonte nivale

| Classes | Coefficients de pondération |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Nord | 0 |
| Nord-est et nord-ouest | 1 |
| Est et ouest | 2 |
| Terrain plat, sans exposition définie | 3 |
| Sud-est et sud-ouest | 4 |
| Sud | 5 |

Tableau 17 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "exposition régionale" pour la détermination de la période de fonte nivale

| Classes | Coefficients de pondération |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Nord-est | 0 |
| Est et nord | 1 |
| Sud-est et nord-ouest | 2 |
| Terrain plat, sans exposition définie | 3 |
| Ouest et sud | 4 |
| Sud-ouest | 5 |

Tableau 18 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "microrelief" pour la détermination de la période de fonte nivale

| Classes | Caractéristiques | Coefficients de pondération |
|--------------------|---|-----------------------------|
| Fortement concave | La surface du sol est fortement déprimée | 0 |
| Faiblement concave | La surface du sol est faiblement déprimée | 1 |

Tableau 18 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "microrelief" pour la détermination de la période de fonte nivale (suite)

| Classes | Caractéristiques | Coefficients de pondération |
|--------------------|---|-----------------------------|
| Irrégulier | Il y a alternance de surfaces bombées et déprimées | 2 |
| Plan | La surface du sol est à peu près plane. Ce plan peut être horizontal ou oblique | 3 |
| Faiblement convexe | La surface du sol est faiblement bombée | 4 |
| Fortement convexe | La surface du sol est fortement bombée | 5 |

Tableau 19 Coefficients de pondération attribués aux classes de la variable "altitude absolue" pour la détermination de la période de fonte nivale

| Classes | Coefficients de pondération |
|---|-----------------------------|
| Altitude absolue de plus de 304 mètres | 0 |
| Altitude absolue de 258 mètres à 304 mètres | 0.5 |
| Altitude absolue de 212 mètres à 258 mètres | 1 |
| Altitude absolue de 167 mètres à 212 mètres | 1.5 |
| Altitude absolue de moins de 167 mètres | 2 |

A partir de l'addition des coefficients de pondération des quatre (4) paramètres géomorphologiques nous avons retenu cinq (5) classes (voir tableau 20).

Tableau 20 La fonte nivale (FONTENIVA)

| Numéro | Addition des coefficients de pondération | Caractéristiques | Cote |
|--------|--|----------------------------|------|
| 1 | Moins de 4 | Fonte nivale très tardive | FNA |
| 2 | 4.1 à 7 | Fonte nivale tardive | FNB |
| 3 | 7.1 à 10 | Fonte nivale intermédiaire | FNC |
| 4 | 10.1 à 13 | Fonte nivale hâtive | FND |
| 5 | Plus de 13 | Fonte nivale très hâtive | FNE |

3.4 Photo-interprétation

Suite à la détermination des types de communautés et des variables écologiques, nous avons procédé par photo-interprétation à l'étude de 668 sites forestiers. Chaque phase de photo-interprétation était suivie de contrôles sur le terrain. Pour la détermination des sites, nous avons choisi un échantillonnage systématique (grille) dans le but d'obtenir le plus d'informations spatiales. Cette grille était tracée sur un fond topographique transparent (échelle 1/15,840) et fut ensuite superposée aux photographies aériennes de la région à même échelle. Cette technique a permis une compilation rapide des données. Celles-ci, compilées sur des fichiers, furent traitées à l'aide du programme ASLIVA.

3.5 Le programme ASLIVA

L'objectif de cette recherche étant de mettre en rapport certains éléments géomorphologiques avec la distribution spatiale des communautés forestières dans le but de connaître les caractères

res géomorphologiques les plus "actifs". Pour cela, il fallait utiliser un moyen qui puisse répondre aux questions suivantes:

- quelles variables écologiques (caractères géomorphologiques) sont les plus actives pour expliquer la distribution spatiale des communautés forestières dans un contexte géographique donné? La "pente" a-t-elle un pouvoir d'organisation spatiale vis-à-vis des communautés forestières plus grand que le "microrelief"?
- quelle est la valence écologique des communautés forestières vis-à-vis des variables écologiques? La chênaie a-t-elle une valence écologique plus forte pour la "pente" que pour le "microrelief"?
- vis-à-vis quelle(s) classe(s) d'une variable écologique une communauté est-elle exigeante? La chênaie préfère-t-elle un microrelief convexe à un microrelief concave?

Compte tenu des questions précédentes et du nombre de sites à étudier, nous avons choisi d'utiliser les concepts classiques de la théorie de l'information et notamment les notions d'entropie et d'information mutuelle (Godron, 1968; Guillerm, 1971; Marchand, 1972, parmi d'autres) mises en oeuvre dans le programme ASLIVA.

3.5.1 Notions d'expérience et d'entropie

Le raisonnement à partir duquel est élaboré le program-

me ASLIVA fait appel aux notions d'expérience et d'entropie. Nous pouvons en rendre compte de la façon suivante: soit une carte avec une légende à trois classes; si nous pointons un site sur cette carte, nous enregistrons l'issue (une des trois classes possibles). Si cette opération est répétée un certain nombre de fois, nous constituons une expérience (A). Dans cette expérience (A), à chaque issue (a_j) sera associée une fréquence absolue (f_j) et relative (p_j) telle que:

| | |
|----------------|------------------------------------|
| Expérience (A) | $a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_m$ |
| | $f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_m$ |
| | $p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_m$ |

$$\text{d'où } \sum_{j=1}^m f_j = N$$

$$\text{et } \sum_{j=1}^m p_j = \sum_{j=1}^m f_j / N = 1$$

Cette expérience (A) conduit à la notion d'indétermination ou entropie de l'information donnée par:

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

Cette valeur mesure l'incertitude d'un observateur qui voudrait prédire l'issue d'une épreuve. Elle mesure aussi la quantité moyenne d'information contenue dans la carte ou le degré de différenciation de la carte. Cette différenciation spatiale va dé-

prendre du nombre (m) d'issue et des fréquences attachées à ces issues.

3.5.2 L'information mutuelle

L'information mutuelle permet de connaître le pouvoir d'organisation spatiale d'un caractère écologique, par exemple un type de sol vis-à-vis un autre caractère comme les communautés forestières. Elle se calcule dans une table de contingence correspondant à deux expériences (voir tableau 21). Le calcul de l'en-

Tableau 21 Table de contingence

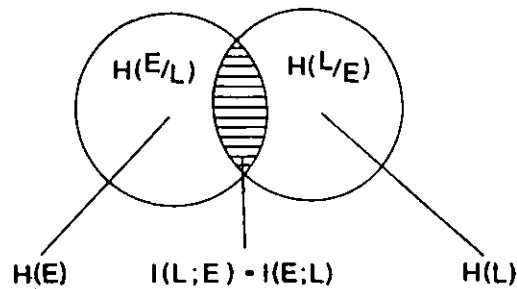
| | | |
|-------|----------|-------|
| | E_j | |
| | | |
| L_i | f_{ij} | f_i |
| | (f_j) | N |

tropie dans une ligne (i) du tableau donne l'entropie des communautés forestières, sachant que nous sommes dans le type (i) de sol. La moyenne pondérée des entropies des lignes donne l'entropie a posteriori des communautés forestières sachant les types de sol. La différence entre l'entropie initiale (calculée sur la ligne f_j) et l'entropie a posteriori est par définition l'information mutuelle. Elle peut aussi être calculée directement par la formule suivante:

$$I M (E, L) = \frac{1}{N} \left[N \log N + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f_{ij} \log f_{ij} - \sum_{j=1}^m f_j \log f_j - \sum_{i=1}^n f_i \log f_i \right]$$

- f_{ij} = fréquences croisées de deux expériences
 f_j = somme des fréquences d'une colonne verticale (communauté j)
 f_i = somme des fréquences d'une colonne horizontale (type de sol i)
 N = taille totale de l'échantillon

Nous pouvons figurer l'information mutuelle entre une variable écologique (L) et les communautés forestières (E) de la manière suivante:



$H(L)$ - entropie a priori de la variable écologique (L).

$H(E)$ - entropie a priori des communautés forestières (E).

$I(L;E) = I(E;L)$ - information mutuelle entre la variable écologique (L) et les communautés forestières (E). Plus l'information mutuelle sera forte, plus l'action organisatrice de la variable écologique sera grande vis-à-vis des communautés forestières.

$H(L_E)$ - entropie a posteriori de la variable écologique (L) sachant les communautés forestières.

$H(E_L)$ - entropie a posteriori des communautés forestières (E), sachant la variable écologique.

3.5.3 L'entropie conditionnelle

Si l'information mutuelle fournit une information pertinente sur le pouvoir d'organisation spatiale des variables écologiques; vis-à-vis de la distribution spatiale des communautés forestières, l'entropie conditionnelle va nous renseigner sur le degré de liberté des communautés forestières, prises une à une, vis-à-vis des classes d'une variable écologique. Les résultats permettent d'établir la valence écologique des communautés forestières à l'égard des variables écologiques. Elle peut être calculée directement par la formule suivante:

$$H \left(\frac{L}{E_j} \right) = \frac{1}{f_j} \left(f_j \log f_j - \sum_{i=1}^n f_{ij} \log f_{ij} \right)$$

Plus l'entropie conditionnelle sera forte, plus nous aurons de possibilités de retrouver un type de communauté forestière dans plusieurs "états" d'une variable écologique.

3.5.4 Les profils écologiques

La seule connaissance de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle ne nous renseigne pas sur le ou les types de communautés forestières qui sont favorisés par les états particuliers d'une variable écologique. Ce sont les "profils" ou la répartition des communautés forestières dans les différentes classes des variables écologiques qui peuvent nous fournir la réponse. On met en relation chacune des communautés forestières avec chacune des classes d'une variable écologique. Il peut être calculé directement par la formule suivante:

$$\frac{F_0 - F_T}{F_T}$$

F_0 = Fréquence observée

F_T = Fréquence théorique

(hypothèse nulle du test χ^2)

Chaque communauté forestière aura un profil par variable écologique permettant de comparer ces profils écologiques entre eux.

Le calcul de l'information mutuelle, de l'entropie conditionnelle et des profils écologiques, permet la reconnaissance des variables écologiques (caractères géomorphologiques) les plus actifs, la valence écologique des communautés forestières vis-à-vis des variables écologiques et l'"état" ou les "états" responsables vis-à-vis lequel ou lesquels les communautés forestières auront des exigences spécifiques.

Au terme de ce chapitre méthodologique, il est important de préciser la place de cette approche dans le contexte plus général des méthodes utilisées en synécologie. Cette recherche utilise d'abord une classification. Elle se place d'emblée dans le cadre d'unités biocénotiques discrètes, discontinues et purement nominales. Cependant, elle cherchera à établir un lien entre les classes de facteurs du milieu et la fréquence d'occurrence des diverses communautés forestières. Ce fait peut justifier un rapprochement avec les méthodes de l'ordination. Plus précisément on pourrait dire qu'il s'agit d'une analyse directe de gradients écologiques (Whittaker, 1973) puisque le facteur écologique intervient directement et explicitement dans la relation. Toutefois, à la différence de ces dernières méthodes, le gradient

n'est pas établi sur la fréquence des espèces composant les communautés, mais sur la fréquence de ces communautés. Un dernier point mérite d'être souligné. Se plaçant dans le contexte de l'analyse de gradients, on pourrait penser que cette recherche doit obligatoirement recourir à l'analyse multivariée des gradients. En fait la relation communautés forestières / variables écologiques sera étudiée séparément pour chaque variable. Ceci tient au fait qu'il s'agit beaucoup plus, ici, de fonder une problématique du choix de caractères géomorphologiques à intégrer que d'une analyse du paysage forestier lui-même.

CHAPITRE 4

Les résultats

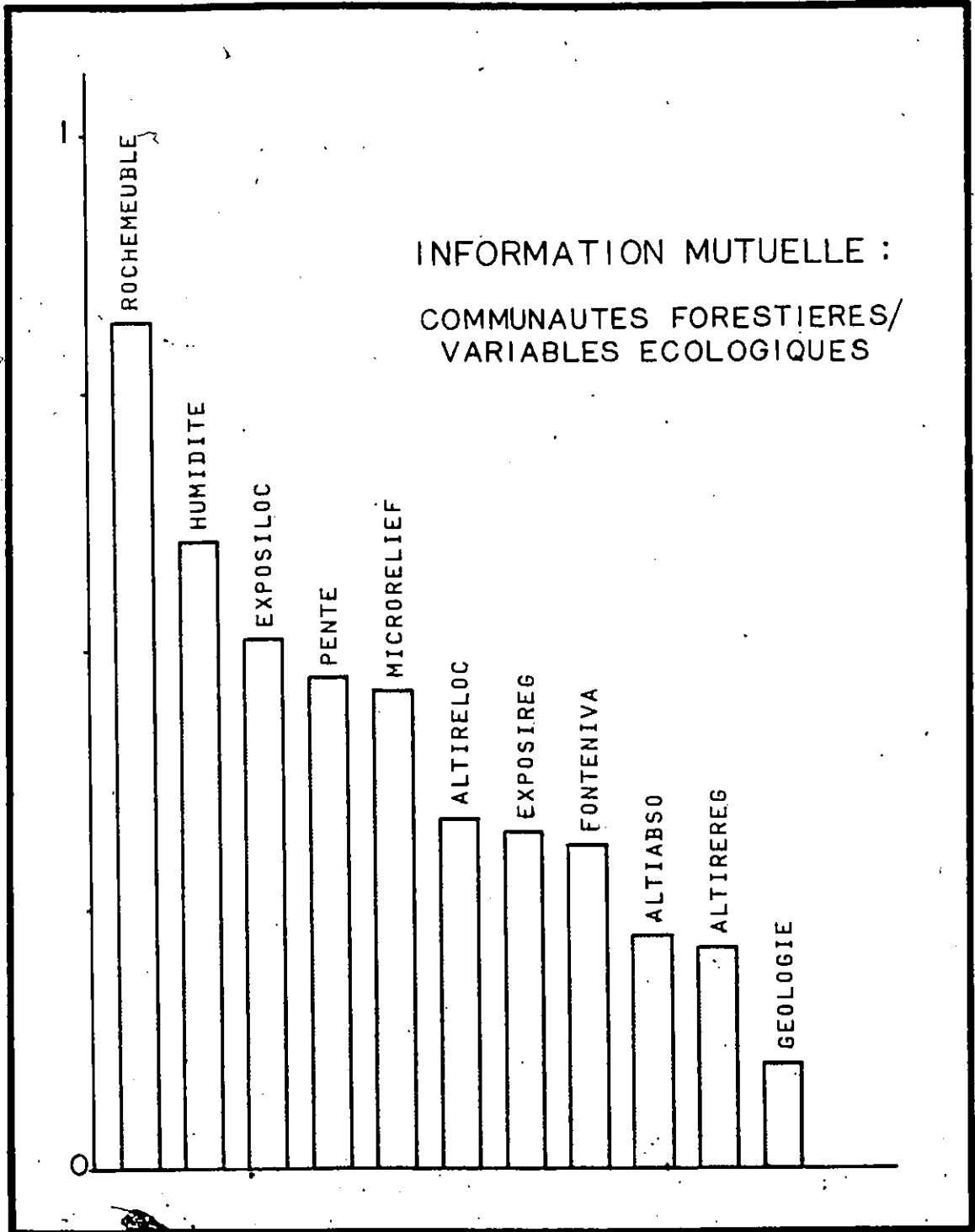
Le traitement des éléments de l'information (communautés forestières 7 variables écologiques) à l'aide du programme ASLIVA permet de connaître la récurrence des relations spatiales entre les communautés forestières et les variables écologiques. L'information mutuelle souligne le pouvoir d'organisation des variables écologiques vis-à-vis de la distribution spatiale des communautés forestières. Elle permet aussi d'établir une hiérarchie parmi les variables écologiques utilisées dans cette recherche. Les résultats de l'entropie conditionnelle permettent d'établir la valence écologique des communautés forestières vis-à-vis des variables écologiques. Plus la valence écologique d'une communauté forestière pour une variable écologique est forte, plus il y a de possibilités de retrouver cette communauté forestière dans plusieurs états de la variable écologique; on dira que cette communauté forestière est peu exigeante vis-à-vis des états d'une variable écologique. Au contraire, plus la valence écologique d'une communauté forestière sera faible, plus nous aurons de possibilités de retrouver cette communauté forestière dans un nombre réduit d'états (un ou deux) de la variable écologique. L'exigence de la "chênaie" est faible vis-à-vis de la "pente" (entropie conditionnelle relative forte) et forte à l'égard du "microrelief" (entro-

pie conditionnelle relative faible). Cet exemple illustre bien les deux situations déjà décrites (graphique p.58 et annexe 4). La valence écologique des communautés forestières vis-à-vis des variables écologiques indique la force d'une liaison écologique mais ne nous renseigne pas directement sur le ou les état(s) d'une variable écologique, pour lequel (ou lesquels), une communauté forestière montrera un lien préférentiel. Pour identifier cet état ou ces états, nous utiliserons les résultats des profils écologiques des communautés forestières. En utilisant les résultats de l'entropie conditionnelle relative (les valeurs les plus faibles) et les résultats des profils écologiques, nous pourrons esquisser un portrait des sites géomorphologiques privilégiés pour chacune des communautés forestières. Nous mettrons ensuite en parallèle les résultats de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle relative dans le but d'éclairer la problématique du choix des paramètres géomorphologiques dans les études intégrées du milieu biophysique.

4.1 Les résultats de l'information mutuelle

Les résultats de l'information mutuelle communautés forestières / variables écologiques, permettent d'établir une hiérarchie de l'activité des variables écologiques (force d'organisation des variables écologiques sur la distribution spatiale des communautés forestières) vis-à-vis des communautés forestières. On a regroupé les variables écologiques en quatre (4) catégories (graphique p.55). La variable écologique "formation superficielle" a une activité très forte. Les variables écologiques "humidité du

GRAPHIQUE 3



"sol", "exposition locale", "pente" et "microrelief" ont une activité forte. Les variables écologiques "altitude relative locale", "exposition régionale" et "fonte nivale" ont une activité faible. L'"altitude absolue", l'"altitude relative régionale" et la "lithologie" ont une activité très faible (voir graphique p.55). Si l'on se réfère aux trois facteurs écologiques élémentaires des écologistes: le milieu édaphique, le milieu hydrique et le milieu climatique, compte tenu de l'échelle de la recherche et du contexte géographique, celui des Basses Laurentides de l'Outaouais, c'est une variable écologique qui appartient au milieu édaphique ("formation superficielle") qui exerce le plus de force sur la distribution spatiale des communautés forestières. Les résultats soulignent aussi le rôle prépondérant joué par les variables écologiques à caractère local ("exposition locale", "altitude relative locale") sur les variables écologiques à caractère régional ("exposition régionale", "altitude relative régionale"). Les résultats indiquent de plus que les variables écologiques intégrées ("humidité du sol" et "fonte nivale") n'exercent pas nécessairement plus de force d'organisation sur la distribution spatiale des communautés forestières que les variables écologiques primaires. Enfin, les résultats de l'information mutuelle soulignent la faiblesse de la variable écologique "lithologie" en tant que force d'organisation sur la distribution spatiale soit par l'effet d'écran créé par les formations superficielles, soit en raison du caractère peu spécialisé des communautés vis-à-vis des conditions chimiques du sol. Si l'information mutuelle nous renseigne rapidement sur l'activité exercée par les variables écologiques pour l'ensemble des communautés forestières

res, la seule prise en considération de ce pouvoir organisateur des variables écologiques sur la distribution spatiale des communautés forestières, n'est peut-être pas suffisant pour aider à la sélection des paramètres géomorphologiques significatifs. En conséquence, il faut étudier le comportement individuel des communautés forestières vis-à-vis des variables écologiques.

4.2 Les résultats de l'entropie conditionnelle relative

L'entropie conditionnelle permet d'établir la valence écologique des communautés forestières vis-à-vis des variables écologiques (graphique p.58 et annexe 4). Elle exprime le degré de liberté d'une communauté forestière vis-à-vis les états d'une variable écologique. Elle permet ainsi de préciser l'exigence d'une communauté forestière vis-à-vis des états de cette variable écologique.

Les résultats de l'entropie conditionnelle relative peuvent s'interpréter de deux manières: d'une part, dans leurs aspects globaux, la valence écologique de chacune des communautés forestières vis-à-vis l'ensemble des variables écologiques, d'autre part, dans leurs aspects particuliers, en prenant une variable écologique et en étudiant la valence écologique exprimée par chacune des communautés forestières pour cette variable écologique.

Les résultats (graphique p.58) envisagés dans leurs aspects globaux permettent de distinguer deux catégories principales de communautés forestières: les "spécialistes" et les "généralistes". Par communauté forestière "spécialiste" on doit entendre une communauté qui présente vis-à-vis de plusieurs facteurs du milieu une

valence écologique faible (c'est-à-dire une faible entropie conditionnelle relative) et qui par conséquent, ne peut se trouver que dans un nombre de sites très restreints. Par analogie avec une terminologie utilisée par les autres écologistes, nous dirons que ces communautés forestières sont "sténoèces" (Dajoz, 1971, Odum, 1971). Au contraire, une communauté forestière "généraliste" est une communauté qui présente vis-à-vis de la plupart des facteurs du milieu une valence écologique élevée (c'est-à-dire une entropie conditionnelle relative forte) et qui en raison de cette faible exigence peut être rencontrée dans une très grande variété d'habitats. A ces communautés forestières, on pourra donc leur appliquer le qualificatif de "euryèces". A la catégorie des "sténoèces" appartiennent la "thuyaie à sapins baumiers" (TSF), la "prucheraie" (PRU), l'"érablière à sapins baumiers" (ESA) et la "pinède" (PIN) (graphique p.58). Ces communautés forestières sont d'abord exigeantes pour un nombre restreint d'états et ce, vis-à-vis plusieurs variables écologiques. A la catégorie des "euryèces" appartiennent les six (6) autres communautés forestières: l'"érablière à bouleaux blancs" (EBB), l'"érablière à hêtres" (EHT), l'"érablière à chênes" (ECH), la "chênaie" (CHE), la "chênaie à érables à sucre" (CER) et la "bétulaie blanche à trembles" (BBT). Les résultats (graphique p.58) soulignent que les communautés forestières composées d'espèces forestières de transition ("grands trembles", "trembles", "bouleaux à papier", etc.) ont, en général, une valence écologique plus forte. C'est le cas pour les communautés forestières suivantes: la "chênaie à érables à sucre" (CER), de la "bétulaie blanche à trembles" (BBT), de l'"érablière à chênes" (ECH) et de l'"érablière à bouleaux blancs"

(EBB). Ce fait suggère que les groupements de transition dynamique seraient moins spécialisés vis-à-vis des conditions de station que les groupements plus matures. Les communautés forestières qui appartiennent à la catégorie des "euryèces" occupent des sites plus diversifiés; elles sont moins liées que les communautés "euryèces" à un nombre réduit d'états des variables écologiques.

Si l'on aborde maintenant les résultats dans une autre perspective, c'est-à-dire en observant comment les communautés forestières se comportent vis-à-vis des variables écologiques, les résultats (graphique p.58) soulignent les faits suivants: il y a, en général, une variable écologique ("formation superficielle") à laquelle toutes les communautés forestières répondent par une valence écologique faible. Ce résultat signifie que les communautés forestières sont liées d'abord à un nombre réduit d'états de cette variable écologique. A l'opposé de cette variable écologique ("formation superficielle"), il y a deux (2) variables écologiques ("exposition locale" et "lithologie") pour lesquelles, toutes les communautés forestières, à l'exception de la "thuyaie à sapins baumiers" pour l'"exposition locale", répondent par une valence écologique forte. Ce résultat signifie que les communautés forestières sont peu exigeantes vis-à-vis des états de cette variable écologique. Entre ces deux cas limites se situent les autres variables écologiques, à savoir qu'à une variable écologique donnée, par exemple l'"altitude relative locale", il n'y a pas que l'"érablière à bouleaux blancs" (EBB), l'"érablière à chênes" (ECH) et la "prucheraie" (PRU) qui répondent par une valence écologique faible. Les autres communautés forestières vont répondre à cette variable

écologique ("altitude relative locale") par une valence écologique forte. Ce cas, se répète pour la plupart des variables écologiques utilisées dans cette recherche ("altitude absolue", "altitude relative régionale", "fonte nivale", "microrelief", "pente" et l'"humidité du sol" (graphique p.58). En joignant les résultats de l'entropie conditionnelle et ceux des profils écologiques on peut esquisser un portrait des sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières. Toutefois, pour chacune des communautés forestières nous avons retenu que les variables écologiques dont la valeur de l'entropie conditionnelle relative était inférieure à .75 (voir tableau 22). Dans l'étude de ces tableaux, il faut se rappeler que plus la valeur de l'entropie conditionnelle relative est faible, plus une communauté forestière est exigeante pour un nombre réduit d'états (un ou deux) d'une variable écologique donnée.

Tableau 22 Sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières

| Cote | Communautés forestières | Valence écologique et valeur de l'entropie conditionnelle relative | | Sites géomorphologiques privilégiés |
|------|-----------------------------|--|-----|---|
| EBB | Erablière à bouleaux blancs | Formation superficielle | .59 | Zones de till de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place / Aires hétérogènes comprenant des zones de till de moins de 50 cm. et de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place. |
| | | Altitude relative locale | .63 | Position topographique intermédiaire / Dominée |
| | | Humidité du sol | .72 | Humidité du sol forte / Moyenne |

Tableau 22 Sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières (suite).

| Cote | Communautés forestières | Valence écologique et valeur de l'entropie conditionnelle relative | | Sites géomorphologiques privilégiés |
|------|-------------------------|--|-----|--|
| EHT | Erablière à hêtres | Formation superficielle | .55 | Zones de till de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place / Aires hétérogènes comprenant des zones de till de moins de 50 cm. et de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Humidité du sol | .59 | Zones de till de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place / Aires hétérogènes comprenant des zones de till de moins de 50 cm. et de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Altitude absolue | .71 | De 212 m. à 258 m. / De 258 m. à 304 m. |
| | | Altitude relative régionale | .74 | Position topographique intermédiaire / Dominée |
| ECH | Erablière à chênes | Formation superficielle | .65 | Aires hétérogènes comprenant des zones de till de moins de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place / Zones de till de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Altitude relative locale | .68 | Position topographique intermédiaire / Dominée |
| | | Altitude absolue | .72 | De 212 m. à 258 m. / Plus de 304 m. |

Tableau 22 Sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières (suite)

| Cote | Communautés forestières | Valence écologique et valeur de l'entropie conditionnelle relative | | Sites géomorphologiques privilégiés |
|------|-----------------------------|--|-----|---|
| CHE | Chênaie | Formation superficielle | .15 | Zones de till de moins de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Humidité du sol | .60 | Humidité du sol faible / Très faible |
| | | Microrelief | .60 | Fortement convexe / Faiblement convexe |
| CER | Chênaie à érables à sucre | Formation superficielle | .55 | Aires hétérogènes comprenant des zones de till de moins de 50 cm. et de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place / Zones de till de moins de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| BBT | Bétulaie blanche à trembles | Formation superficielle | .56 | Aires hétérogènes comprenant des zones de till de moins de 50 cm. et de plus de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place / Zones de till de moins de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Altitude relative régionale | .71 | Position topographique fortement dominée |
| | | Exposition régionale | .74 | Sud-ouest / Nord / Ouest / Nord-ouest |
| ESA | Erablière à sapins baumiers | Altitude relative régionale | .48 | Position topographique dominée / Fortement dominée |
| | | Fonte nivale | .59 | Intermédiaire |
| | | Exposition régionale | .59 | Terrain plat / Nord / Nord-ouest |

Tableau 22 Sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières (suite)

| Cote | Communautés forestières | Valence écologique et valeur de l'entropie conditionnelle relative | | Sites géomorphologiques privilégiés |
|------|-------------------------------------|--|-----|--|
| ESA | Erablière à sapins bauxiers (suite) | Humidité du sol | .67 | Forte / Moyenne |
| | | Altitude absolue | .70 | Moins de 167 m. / De 167 m. à 212 m. |
| | | Altitude relative locale | .72 | Position topographique fortement dominée / Dominée |
| PIN | Pinède | Formation superficielle | .43 | Sable, gravier, galets fluvio-glaciaires / Till de moins de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Exposition régionale | .65 | Sud-ouest / Ouest / Terrain plat |
| | | Fonte nivale | .69 | Hâtive / Très hâtive |
| | | Microrelief | .69 | Plan / Fortement convexe / Convexe |
| | | Humidité du sol | .71 | Très faible / Faible / Moyenne |
| | | Altitude absolue | .73 | Moins de 167 m. / 167 m. à 212 m. |
| TSF | Thuyaie à sapins bauxiers | Fonte nivale | .04 | Intermédiaire |
| | | Microrelief | .08 | Plan |
| | | Exposition locale | .16 | Terrain plat |
| | | Pente | .11 | Nulle |
| | | Exposition régionale | .20 | Terrain plat |
| | | Humidité | .35 | Humidité très forte |

Tableau 22 Sites géomorphologiques privilégiés par les communautés forestières (suite)

| Cote | Communautés forestières | Valence écologique et valeur de l'entropie conditionnelle relative | | Sites géomorphologiques privilégiés |
|------------------|-----------------------------------|--|-----|--|
| TSF | Thuyaie à sapins baumiers (suite) | Altitude relative locale | .40 | Position topographique dominée / Fortement dominée |
| | | Formation superficielle | .41 | Zones de dépôts organiques / Zones de limon et d'argile marins |
| | | Altitude relative régionale | .50 | Position topographique fortement dominée |
| | | Altitude absolue | .73 | Moins de 167 m. / De 167 m. à 212 m. |
| PRU | Prucheraie | Formation superficielle | .32 | Zones de till de moins de 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place |
| | | Altitude relative locale | .41 | Position topographique intermédiaire |
| | | Pente | .54 | Très forte / Forte |
| | | Humidité du sol | .60 | Faible / Très faible |
| | | Fonte nivale | .61 | Tardive / Très tardive |
| | | Microrelief | .63 | Plan |
| | | Exposition locale | .63 | Nord-est / Nord / Est |
| | | Altitude relative régionale | .68 | Position topographique fortement dominée / Dominée |
| Altitude absolue | .72 | De 212 m. à 258 mètres | | |

4.3 L'étude comparative des résultats de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle relative

L'étude comparative des résultats de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle relative, permet de mettre en relation d'une part, le pouvoir organisateur des variables écologiques, d'autre part, l'exigence des communautés forestières vis-à-vis des états de ces variables écologiques. Les faits suivants se dégagent de cette étude comparative:

- la variable écologique "formation superficielle" a une information mutuelle très forte et toutes les communautés forestières ont pour cette variable écologique une valence écologique très faible. Il y a cohérence entre les résultats de l'information mutuelle et les résultats de l'entropie conditionnelle relative. Cette variable est donc un élément structurant puissant du paysage et cette action organisatrice s'exerce sur toutes les communautés individuellement.
- la variable écologique "exposition locale" a une information mutuelle forte et toutes les communautés forestières ont pour cette variable écologique une valence écologique forte. Ici, il y a incohérence dans les résultats. Ce paradoxe peut s'expliquer de deux manières; nous sommes peut-être en présence d'une variable écologique qui exerce un "effet général" sur l'organisation spatiale d'ensemble des communautés forestières et que celles-ci, sont peu exigeantes vis-à-vis des états de cette variable écologique; il est aussi possible que ce soit les différents états

de cette variable écologique qui soient mal définis. Dans ce dernier cas nous pouvons en modifiant les classes modifier la valeur de l'entropie conditionnelle relative. Par exemple, à la lumière des résultats, en regroupant les expositions locales sud-est, sud et sud-ouest en une classe, ceci aurait pour conséquence d'abaisser la valeur de l'entropie conditionnelle relative pour la "chênaie". Cette baisse de la valeur de l'entropie conditionnelle relative pourrait se faire au détriment d'une autre communauté forestière comme la "pinède". Cette communauté forestière en pente occupe, en général, les expositions locales sud-ouest et ouest, de sorte que dépendant du regroupement des expositions effectuées, cette communauté forestière ("pinède") pourrait avoir une valence écologique faible ou forte vis-à-vis cette variable écologique ("exposition locale").

- les variables écologiques "humidité du sol", "pente" et "microrelief" ont une information mutuelle forte. Pour chacune d'entre elles, il n'y a que deux ou trois communautés forestières qui présentent une valence écologique faible. Il y a donc cohérence et incohérence occasionnelle dans les résultats exprimés. Dans ces cas, les résultats indiquent que dans la plupart des cas ces variables écologiques exercent un "effet général" sur les communautés forestières, mais cet effet est plus important pour les communautés forestières qui ont une valence écologique faible.

- les variables écologiques "altitude relative locale", "fonte nivale", "exposition régionale", "altitude absolue" et "altitude relative régionale" ont une information mutuelle faible ou très faible, et parmi les communautés forestières, certaines à l'occasion, répondent à ces variables par une valence écologique faible, comme la "pinède" pour l'"exposition régionale". Il y a donc incohérence occasionnelle entre les résultats de l'information mutuelle et ceux de l'entropie conditionnelle relative comme dans le cas précédent.
- la variable écologique "lithologie" a une information mutuelle très faible et toutes les communautés forestières ont pour cette variable une valence écologique forte. Les résultats de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle sont cohérents. Il s'agit d'une variable écologique sans aucun pouvoir structurant sur l'organisation spatiale du paysage forestier.

Les faits que souligne l'analyse comparative des résultats de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle relative, vont permettre de discuter la problématique du choix des caractères géomorphologiques, considérés comme des facteurs écologiques dans les études intégrées du milieu biophysique.

4.4 La problématique du choix des caractères géomorphologiques dans les études intégrées du milieu biophysique

Les faits révélés par l'étude comparative information mutuelle / entropie conditionnelle relative, soulignent la complexi-

té des liaisons qui s'établissent entre les communautés forestières et les caractères géomorphologiques. La seule prise en considération de l'information mutuelle pour le choix des caractères géomorphologiques, n'est pas toujours satisfaisant pour expliquer la distribution spatiale des communautés forestières. Dans ces recherches sur le milieu biophysique, le géomorphologue doit d'abord rendre compte des caractères géomorphologiques indicateurs de discontinuités dans le paysage forestier, c'est-à-dire de caractères à action spécifique. Mais il doit aussi reconnaître les caractères géomorphologiques les plus "structurants" du paysage, c'est-à-dire ceux dont l'action est plus générale. Dans cette perspective, si nous avons à choisir les variables écologiques (caractères géomorphologiques) en fonction des résultats de l'information mutuelle, nous retiendrions d'abord les trois variables suivantes: "formation superficielle", "humidité du sol" et "exposition locale". Les résultats de l'entropie conditionnelle relative (valence écologique des communautés forestières), indiquent que le comportement des communautés forestières à l'égard de ces trois variables écologiques est très différent, même si celles-ci ont toutes une information mutuelle forte, donc un pouvoir d'organisation fort sur la distribution spatiale des communautés forestières.

Les communautés forestières ont toutes une valence écologique forte vis-à-vis "exposition locale". Comme nous l'avons déjà expliqué en 4.3, ceci peut dépendre d'un trop grand nombre de classes, ou que nous sommes en présence d'une variable qui n'exerce qu'un "effet général" sur l'ensemble des communautés

forestières sans qu'aucune de celles-ci soit particulièrement liée à un état donné de cette variable écologique. Dans ce cas, si nous connaissons un état de cette variable écologique pour un site donné, nous pourrions difficilement "prédire" le type de communauté forestière qui s'y localise. L'entropie conditionnelle relative nous indique que les communautés forestières ont beaucoup de liberté vis-à-vis des états de cette variable écologique (valence écologique très forte) du milieu climatique. Dans ce cas, les discontinuités sont moins apparentes dans le paysage forestier, les transitions sont plus graduelles. Au contraire, les communautés forestières ont toutes une valence écologique très faible pour la variable écologique "formation superficielle". Dans ce cas, nous sommes en présence d'une variable écologique qui, tout en ayant un pouvoir d'organisation élevé sur la distribution spatiale des communautés forestières, exerce également un effet sélectif sur chacune des communautés forestières. C'est une variable écologique qui rend bien compte des discontinuités dans le paysage forestier. Si nous connaissons un état de cette variable écologique pour un site donné, nous avons une bonne possibilité de "prédire" cette fois-ci, le type de communauté forestière qui s'y localise. Cette variable écologique ("formation superficielle") est celle qui, dans cette recherche, réalise le meilleur compromis entre les résultats de l'information mutuelle et les résultats de l'entropie conditionnelle relative.

Entre ces deux cas limites ("exposition locale" et "formation superficielle") se situe la plupart des variables écologiques. Aussi, la "thuyaie à sapins baumiers", la "chênaie" et la

"pinède" ont une valence écologique faible vis-à-vis du "microrelief" tandis que les autres communautés forestières ont une valence écologique forte pour cette même variable écologique. Pour la "chênaie", cette valence écologique faible vient de son exigence vis-à-vis de deux états du "microrelief", le microrelief fortement convexe et faiblement convexe (tableau p.61). Ces deux états du "microrelief" indiquent bien une discontinuité dans le paysage forestier entre la "chênaie" et les autres communautés forestières, sauf la "pinède" qui préfère aussi un microrelief fortement convexe. En général, les communautés forestières, sauf les communautés forestières "sténoèces", ont une valence écologique faible pour deux ou trois variables écologiques, le plus souvent pour des variables écologiques différentes. Ces exemples fréquents, que soulignent les résultats de cette recherche, posent au géomorphologue un problème délicat pour la sélection de l'information géomorphologique. Il a une alternative: il peut choisir un caractère géomorphologique exerçant une action structurante sur le paysage et qui agit à travers tous ses états même si la plupart des communautés forestières sont peu exigeantes vis-à-vis de ces états. A la limite, il pourrait toujours retenir les états indicateurs de discontinuités dans le paysage forestier; par exemple, d'une variable comme le "microrelief" il peut retenir que les deux états suivants: le microrelief fortement convexe et faiblement convexe parce que deux communautés forestières ("chênaie" et "pinède") sont très exigeantes vis-à-vis de ces états de ce caractère géomorphologique alors que les autres communautés forestières montrent pour les états de ce même caractère une certaine indifférence.

Les résultats de cette recherche mettent aussi en relief le fait qu'une variable écologique peut avoir une information mutuelle faible avec l'ensemble des communautés forestières, tandis que certaines d'entre elles auront une valence écologique faible; c'est le cas de la variable écologique "exposition régionale" pour la "pinède" et la "bétulaie blanche à trembles" (tableau p.61). De même, les variables écologiques "humidité du sol", "pente", "micro-relief" qui ont une information mutuelle forte avec les communautés forestières, celles-ci n'ont pas pour autant une valence écologique faible pour ces variables écologiques. Ceci souligne encore une fois qu'il n'y a pas coïncidence absolue des indications fournies par l'information mutuelle et par l'entropie conditionnelle relative. Cette différence entre une indication générale "moyenne" (information mutuelle) et une indication plus spécifique (entropie conditionnelle relative) permet de faire, au sein des variables géomorphologiques la part des indicateurs généraux et des indicateurs spécifiques. Tandis que les premiers jouent le rôle d'éléments structurants majeurs dans le paysage forestier, les autres apparaissent comme des indicateurs plus spécifiques qui soulignent des discontinuités importantes du paysage forestier. Si l'information mutuelle rend compte du pouvoir sur la distribution spatiale des communautés forestières, l'entropie conditionnelle relative rend compte, elle, des discontinuités dans le paysage forestier. De ce fait, dans les études intégrées du milieu biophysique, le géomorphologue aura avantage à choisir parmi les caractères géomorphologiques, ceux qui réalisent le meilleur compromis possible entre d'une part les résultats de l'information mutuelle et d'au-

tre part les résultats de l'entropie conditionnelle relative.

Conclusion

L'étude des régularités des liaisons entre communautés forestières / variables écologiques, celles-ci dérivant d'abord de caractères géomorphologiques, à l'aide d'outils dérivés de la théorie de l'information (notions d'entropie et d'information mutuelle) indique bien certaines difficultés dans le choix des variables géomorphologiques à utiliser dans les études intégrées du milieu biophysique.

Les résultats, d'une part, de l'information mutuelle soulignent le pouvoir d'organisation élevé des variables géomorphologiques "formation superficielle", "humidité du sol", "exposition locale", "pente" et "microrelief" sur le paysage forestier. Ils indiquent aussi le rôle important joué par les variables géomorphologiques à caractère local et soulignent le fait, que les variables géomorphologiques complexes comme la "fonte nivale" n'exercent pas en général un pouvoir d'organisation sur le paysage forestier plus élevé que les variables géomorphologiques primaires. Les résultats de l'entropie conditionnelle (valence écologique des communautés forestières) d'autre part, permettent de partager les communautés forestières en deux grandes catégories: les communautés forestières "sténoèces" et "euryèces". La valence écologique des communautés forestières soulignent aussi le comportement très différent d'une communauté forestière à l'autre à l'égard des variables écologiques, et le fait que les groupements de transition

dynamique seraient moins spécialisés vis-à-vis des conditions de station que les groupements plus matures. La valence écologique précise de plus, l'exigence des communautés forestières à l'égard des états des variables écologiques et de ce fait, elle peut être utile à la reconnaissance des discontinuités spatiales dans le paysage forestier.

La mise en relation des résultats de l'information mutuelle et de l'entropie conditionnelle relative révèle qu'il n'y a pas forcément coïncidence entre ces résultats. Cette différence entre une indication "moyenne" (information mutuelle) et une indication plus "spécifique" (entropie conditionnelle relative), permet au géomorphologue de séparer, parmi les variables géomorphologiques, les indicateurs généraux (éléments structurants majeurs dans le paysage forestier) des indicateurs spécifiques (éléments indicateurs de discontinuités dans le paysage forestier). Dans le cadre des études intégrées du milieu biophysique, le géomorphologue doit tenter de réaliser le meilleur compromis possible entre les indicateurs généraux et les indicateurs plus spécifiques.

Bibliographie

- ADAMS, C.D., ZOLTAI, S.C. (1969)
Proposed open water and wet land classification. Guide Lines for Bio-physical Land Classification, Lacate.
- ALLAIRE, G., PHIPPS, M., STOUPY, M. (1973)
 Analyse écologique des structures de l'utilisation du sol. L'Espace Géographique, 2 (3): 185-197.
- ARMAND, A.D. (1960)
 Natural complexe as self regulating information system. Soviet Geography, 1: 1-13.
- BELAND, R. (1954)
Région de Wakefield, comté de Gatineau. Qué. Dépt. Min., PR. 298 + carte (1/63,360).
- BEROUTCHACHVILI, N., MATHIEU, J.L. (1977)
 L'éthologie des géosystèmes, Espace Géographique, 2: 73-84.
- BERTRAND, G. (1968)
 Paysage et géographie physique globale. Revue de Géographie des Pyrénées Sud-ouest, 34 (3): 249-272.
- BERTRAND, G., DOLLFUS, O. (1973)
 Le paysage et son concept, L'Espace Géographique. 2 (3) 161-170.
- BERTRAND, G., DOLLFUS, O. (1973)
 L'Himalaya Central, essai d'analyse écologique. L'Espace Géographique, 2 (3): 224-232.
- BROWN, R.W., HARRISON, C.M. (1970)
Ecology an ecological methods: their relevance to geographical study. University College London, Department of Geography, Occasional papers, p.23.
- CANADA, C.C.N. (1976)
Concept d'Aménagement du Parc de la Gatineau et Proposition d'Aménagement Préliminaire Ottawa, p.68.
- C.D.A (1970)
The System of Soil Classification for Canada. Canada Dept. of Agric., p.249.

- CHRISTIAN, C.S. (1952)
Regional land surveys. Jour. Aust. Inst. Agric. Sci., 18
(3): 140-147.
- CHRISTIAN, C.S. (1957)
The concept of land system. Proc. 9th Pacific Sc.
Congr., 20: 74-80.
- CHRISTIAN, C.S., NAKATO, T., STEINER, D., VERSTAPPEN, H.TH. (1968)
Methodology of integrated surveys. Aerial Surveys and
Integrated Studies, Proc. Toulouse Conf., Unesco, : 233-
280.
- COOPER, C.F. (1965)
Snow cover measurement, Photogrammetre Engineering: 611-
619.
- COTTAM, G., CURTIS, J.T. (1956)
The use of distance measure in phytosociological sampling.
Ecology, 37: 457-460.
- DALE, M.B., ANDERSON, D.J. (1972)
Qualitative and quantitative information analysis, Jour-
nal of Ecology, 60: 639-654.
- DANSEREAU, P. (1959)
Phytogeographia laurentiana II. The principal plant as-
sociations of the Saint Lawrence Valley. Contrib. Inst.
Bot. Univ. Montréal, 75: 147.
- DANSEREAU, P. (1976)
Le cadre d'une recherche écologique interdisciplinaire,
Presses de l'Université de Montréal, p.243.
- DAJOZ, R. (1971)
Précis d'écologie, Dunod, Paris, p.434.
- DUCHAUFOUR, P. (1960)
Précis de Pédologie, Paris, Masson, p.438.
- DUVIGNEAUD, P. (1974)
La synthèse écologique: populations, communautés, éco-
systèmes, biosphère, noosphère. Paris, Doin, p.296
- ERHART, H. (1956)
La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Es-
quisse d'une théorie géologique et géochimique: biosta-
sie et rhexistésie. Coll. Evolution des Sciences, Paris,
Masson et Cie, 8, p.90.
- FALQUE, M., FISHER, J.C., GUILLEN, J., WANERT, F. (1974)
Note sur la méthode géologique dans le cadre d'une étude
de planification écologique. Revue de Géographie Physi-
que et de Géologie dynamique, 16 (5): 459-464.

- FERLAND, M.G., GAGNON, R.M. (1967)
Climat du Québec méridional. Min. Richesses Naturelles,
 Québec, M.P.B., p.93.
- GAGNON, H. (1974)
La photographie aérienne, Montréal, HRW Ltée, p.278.
- GARDINER, V., GREGORY, K.J. (1977)
 Progress in portraying the physical landscape, Progress
 in Geography, 1 (1): 1-22.
- GODRON, M. et al. (1968)
Code pour le relevé méthodique de la végétation et du mi-
 lieu. Principes et transcription sur cartes perforées,
 Paris, C.N.R.S., CEPE, p.292.
- GODRON, M. (1968)
 Quelques applications de la notion de fréquence en écolo-
 gie végétale, Oecologia Plantarum, 3: 185-212.
- GOUNOT, M. (1969)
Méthode d'étude quantitative de la végétation, Paris,
 Masson, p.314.
- GRANDTNER, M.M. (1966)
La végétation forestière du Québec méridional, Québec,
 Presse de l'Université Laval, p.216.
- GUILLEM, J.L. (1971)
 Calcul de l'information fournie par un profil écologique
 et valeur indicatrice des espèces. Oecologia Plantarum,
 6: 209-225.
- HILLS, G.A. (1960)
 Regional site research. Forestry Chronicle, 36 (4):
 401-423.
- HILLS, G.A. (1961)
The ecological bases for land use planning. Ontario De-
 partment of Lands and Forest, Research Report 46, p.204.
- HOGARTH, D.D. (1962)
 A guide to the geology of Gatineau Lievre district; The
 Caladian Field Naturalist, 76 (1): 1-55
- JOLY, F. (1977)
 Point de vue sur la géomorphologie, Annales de Géographie,
 477: 522-541.
- JURDANT, M. (1968)
Ecological classification of forest lands. An integrated
 vegetation - soil - landform approach. Ph.D. Thesis,
 Cornell University (typed) p.414.

JURDANT, M., BEAUBIEN, J., BELAIR, J.L., DIONNE, J.C., GERARDIN, V. (1972)

Carte écologique de la région du Saguenay / Lac st-Jean, vol. I: l'environnement et ses ressources: identification, analyse et évaluation. Centre de recherche forestière des Laurentides région de Québec; rapport d'information Q-F-X- 31, p.93.

JURDANT, M. (1977)

La cartographie écologique intégrée du territoire de la Baie James. Ecological land classification in Canada, Environment Canada, Lands Directorate.

JURDANT, M.m BELAIR, J.L., GERARDIN, V., DUCRUC, J.P. (1977)
L'inventaire du Capital-Nature, Québec, Service des études écologiques régionales. Direction régionale des Terres, Pêches et Environnement Canada. p.202.

LACATE, D.S. (1969)

Guidelines for bio-physical land classification. Progress Report, Canada Department Forest and rural Development, p.46.

LAJOIE, P.G. (1972)

Etude pédologique des comtés de Gatineau et de Pontiac, Service de recherche, ministère de l'Agriculture du Québec et Collège Macdonald, Université McGill, Ottawa, Imprimeur du Canada, p.103 + Carte (1/63,360).

LAJOIE, P.G. (1967)

Etude Pédologique des comtés de Hull, Labelle et Papi-neau, Ministère de l'Agriculture du Canada, Ministère de l'Agriculture du Québec, Collège Macdonald et Université McGill, Imprimeur du Canada, p.115 + Carte (1/63,360).

LEMEE, G. (1967)

Précis de biogéographie. Paris, Masson, p.358.

LONG, G. (1974)

Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire, Paris, Masson, p.252.

MARCHAND, B. (1972)

Information theory and geography. Geographical Analysis, 4 (3): 234-257.

ODUM, E.P. (1971)

Fundamentals of ecology. Philadelphia, W.B. Saunders, p.574.

ORLOCI, L. (1970)

Analysis of vegetation samples based on the use of information, Journal of Theoretical Biology, 29: 173-189.

- PHILLIPS, E.A. (1959)
Methods of vegetation study. New-York, Holt, p.107.
- PHIPPS, M. (1966)
 Introduction au concept de modèle biogéographique, Proc. II symp. Int. Photo-interprétation, Paris, Ed. Technip, 4 (2): 41-49.
- PROKAYEV, V.I. (1962)
 The faciès as a basic and smallest unit in landscape studies. Soviet Geography, 3: 21-29.
- QUEBEC, O.P.D.Q. (1974)
Carte morpho-sédimentologique de Wakefield Ouest (1/50,000), (non publiée), Québec.
- QUEBEC, MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS (1974)
Petite flore forestière du Québec, Québec. Editeur officiel du Québec, p.216.
- RUXTON, B.P. (1968)
 Order and disorder in land. In Land Evaluation, McMillan of Australia.
- ST-ONGE, D.A., SCOTT, J.S. (1971)
 Etude géoscientifique et aménagement régional. Geoscope, 2 (1): 11-18.
- ST-ONGE, D.A. (1973)
 Geoscience and planning: the future. Geoforum, 15: 64-67.
- SCHNEIDER, S. (1966)
 The contribution of geographical air photo-interpretation to problems of land division according to natural units. Acte 2ème Symp. Inter. Photo-interprétation, Paris, 6: 23-27.
- SOCHAVA, V.B. (1971)
 Geography and ecology. Soviet Geography: Review and Translation: 217-293.
- SOLNTSEV, N.A. (1962)
 Basic problems in soviet landscape science. Soviet Geography, 3: 3-15.
- STRAHLER, A.H. (1971)
 Forest variation related to superficial deposits on Massanutten Mountain, Virginia. Proceeding of the Association of American Geographers: 169-173.
- TRICART, J. (1972)
Carte géomorphologique et description du milieu naturel. Mémoires et Documents, C.N.R.S., Paris: 165-180.

- TRICART, J. (1973)
La géomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel. Annales de Géographie. 452, 422-453.
- VICTORIN, M.Fr. (1964)
Flore laurentienne. 2ème Edition Revue par Ernest Rouleau. Presses Université de Montréal, p.925.
- VINOGRADOV, B.V., GENENCHUK, K.I., ISACHENKO, A.G., RAMAN, K.G., TSEL'CHUK, Yu.N. (1964)
Basic principles of landscape mapping. Soviet Geography, 3: 15-20.
- VOGT, H. (1973)
Résultats et tendances actuelles de la recherche en géographie physique "globale" à l'institut de géographie de Moscou de l'Académie des Sciences d'U.R.S.S.. Annales de Géographie, 453: 606-613.
- WHITTAKER, R.H. (1973)
Approaches to classifying vegetation. Ordination and Classification of Communitities, Handbook of Vegetation Sc. 5, W. Junk, The Hague.
- WILLIAMS, W.T., LAMBERT, J.M., LANCE, G.N. (1966)
Multivariate methods in plant ecology. Similarity analyses and information-analysis. Journal of Ecology, 54: 427-45.
- WRIGHT, R.L. (1972)
Principles in geomorphological approach to land classification, Annales de Géomorphologie, 16 (4): 351-373.
- WRIGHT, R.L. (1973)
An examination of the value of site analysis in field studies in tropical australia, Annales de Géomorphologie, 17 (2): 156-184.

Liste des annexes

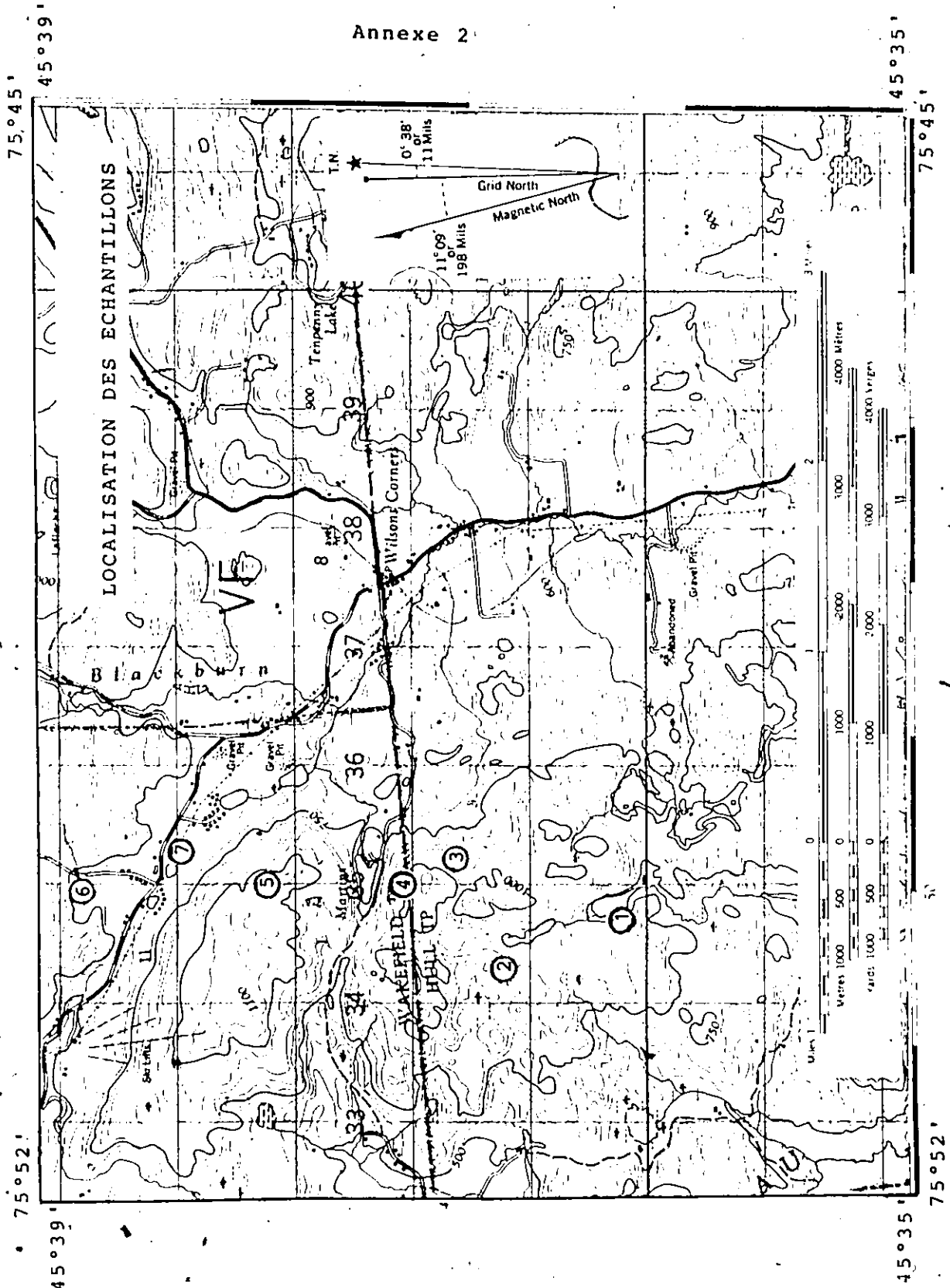
| | page |
|---|------|
| 1. Espèces forestières inventoriées | 83 |
| 2. Analyses granulométriques | 84 |
| 3. Cote des communautés forestières, des variables écologiques et de leurs classes | 93 |
| 4. Les résultats: | |
| Information mutuelle | 97 |
| Entropie conditionnelle relative | 97 |
| Profils écologiques | 97 |

Annexe 1 Espèces forestières inventoriées.

| Numéro | Nom vernaculaire | Nom scientifique |
|--------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Sapin baumier | Abies balsamea |
| 2 | Erable rouge | Acer rubrum |
| 3 | Erable à sucre | Acer saccharum |
| 4 | Plaine bâtarde | Acer spicatum |
| 5 | Erable de Pensylvanie | Acer pensylvanicum |
| 6 | Bouleau jaune | Betula alleghaniensis |
| 7 | Bouleau à papier | Betula papyrifera |
| 8 | Hêtre américain | Fagus grandifolia |
| 9 | Frêne blanc | Fraxinus americana |
| 10 | Frêne noir | Fraxinus nigra |
| 11 | Ostryer de Virginie | Ostrya virginiana |
| 12 | Epinette rouge | Picea rubens |
| 13 | Epinette blanche | Picea glauca |
| 14 | Pin rouge | Pinus resinosa |
| 15 | Pin blanc | Pinus strobus |
| 16 | Grand tremble | Populus grandidentata |
| 17 | Tremble | Populus tremuloides |
| 18 | Chêne rouge | Quercus rubra |
| 19 | Tilleul | Tilia americana |
| 20 | Pruche | Tsuga canadensis |
| 21 | Orme blanc | Ulmus americana |
| 22 | Cerisier d'automne | Prunus serotina |
| 23 | Thuya | Thuja occidentalis |
| 24 | Caryer à noix amères | Carya cordiformis |
| 25 | Noyer tendre | Juglans cinerea |

GRANULOMÉTRIE

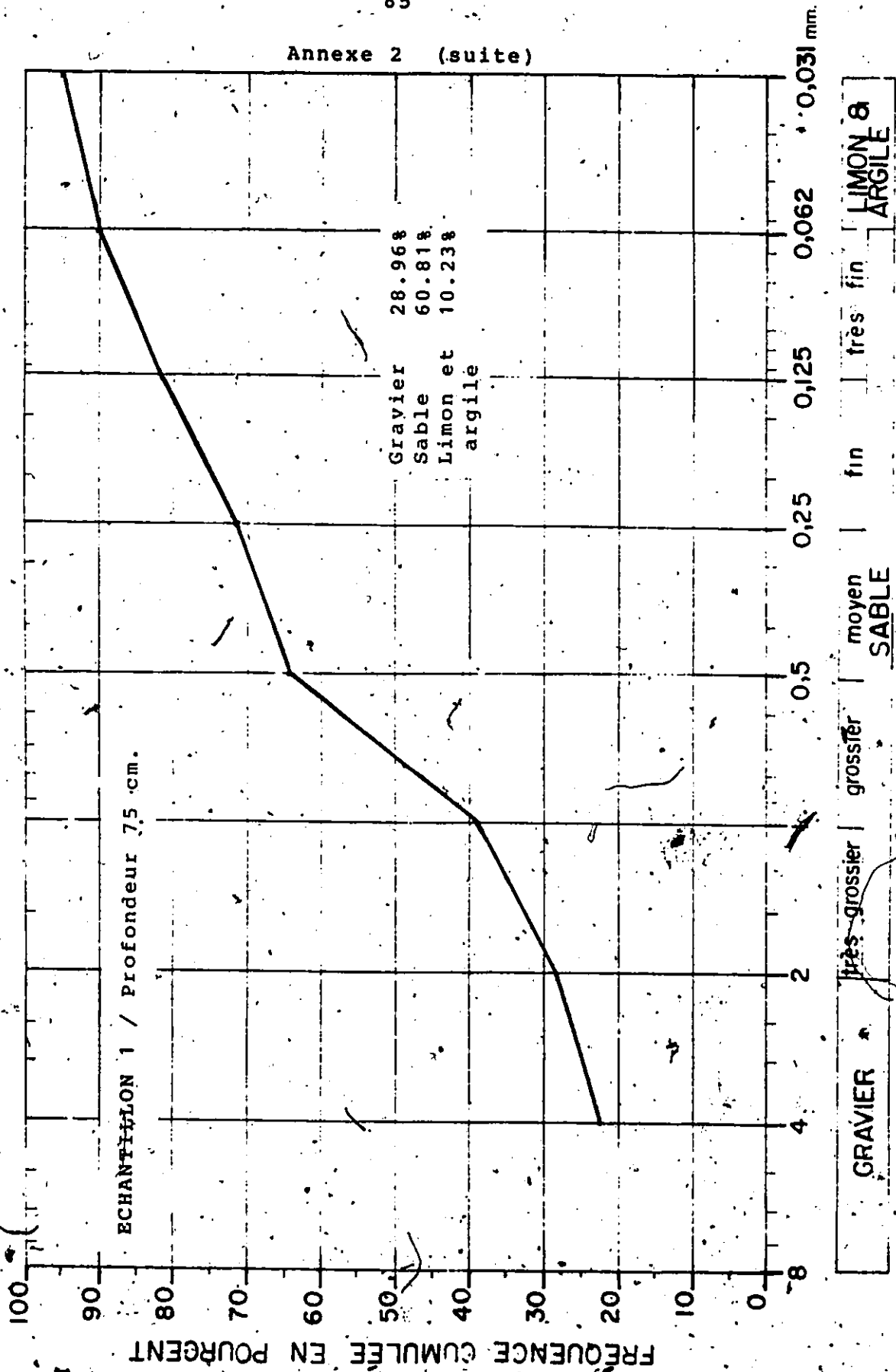
Annexe 2



GRANULOMÉTRIE

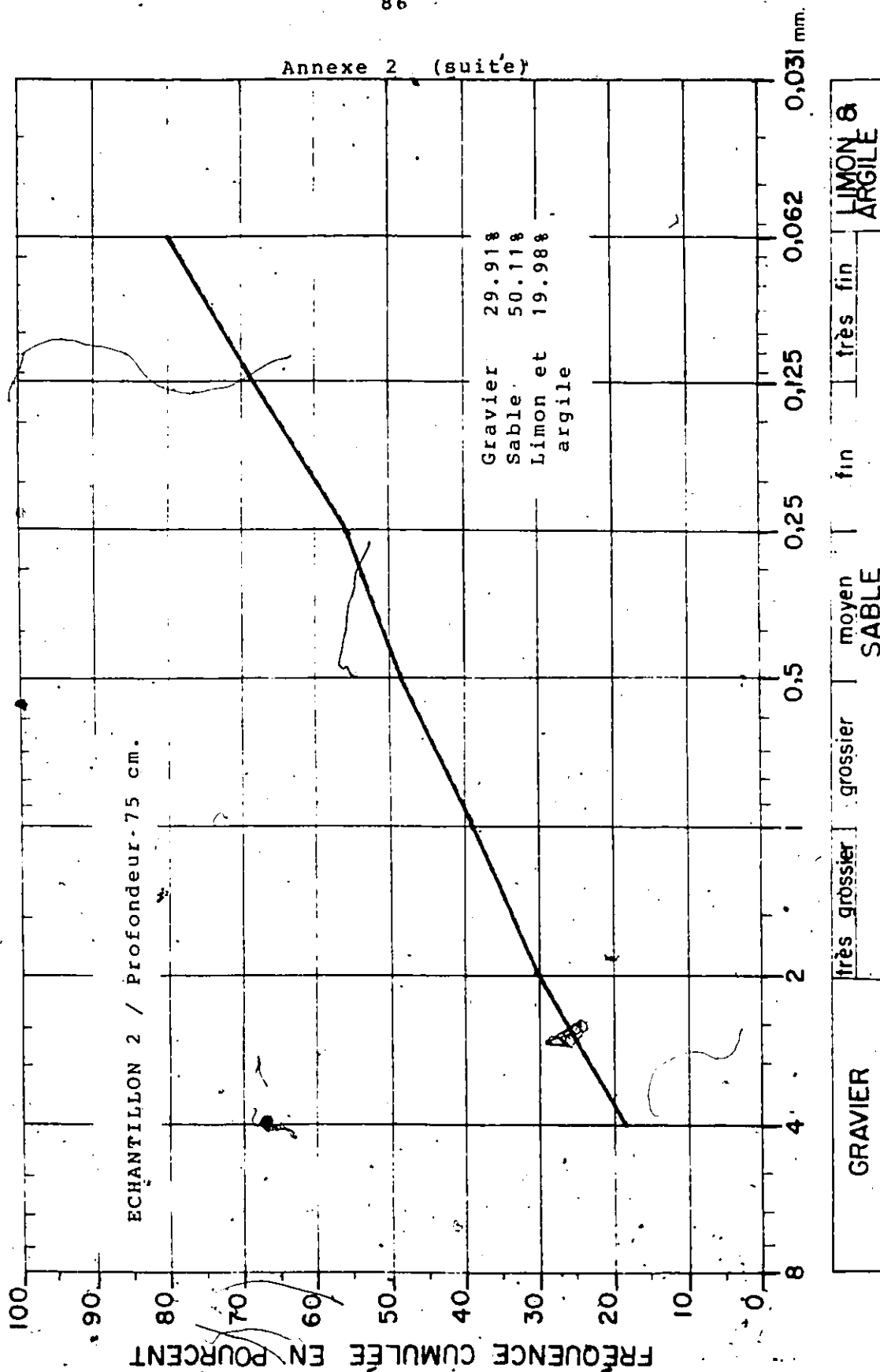
85

Annexe 2 (suite)



Annexe 2 (suite)

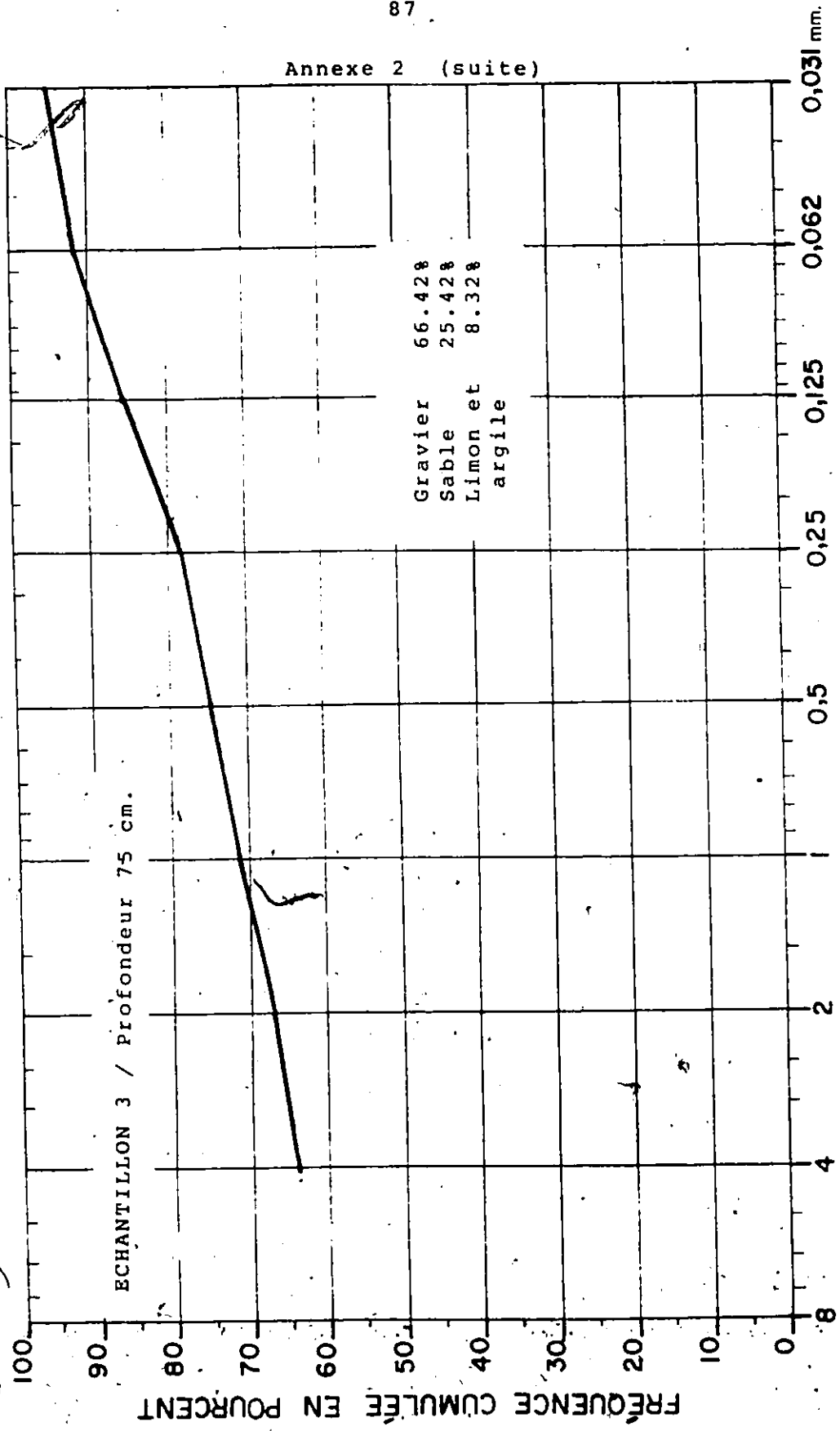
GRANULOMÉTRIE



ÉCHELLE DE WENTWORTH MODIFIÉE

GRANULOMÉTRIE

Annexe 2 (suite)

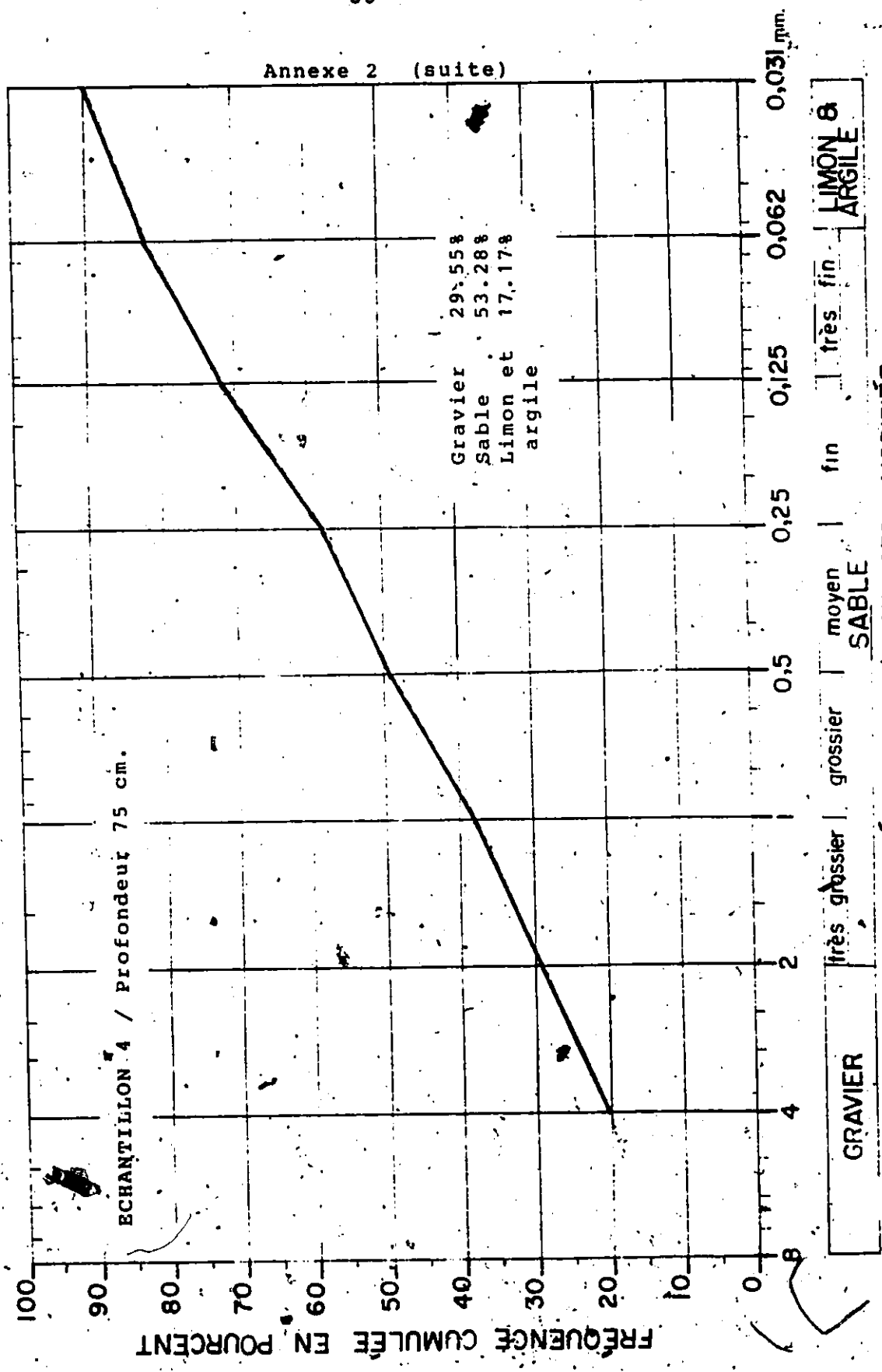


| | | | | | | |
|---------|---------------|----------|-------|-----|----------|----------------|
| GRAVIER | très grossier | grossier | moyen | fin | très fin | LIMON & ARGILE |
| | SABLE | | | | | |

ÉCHELLE DE WENTWORTH MODIFIÉE

GRANULOMÉTRIE

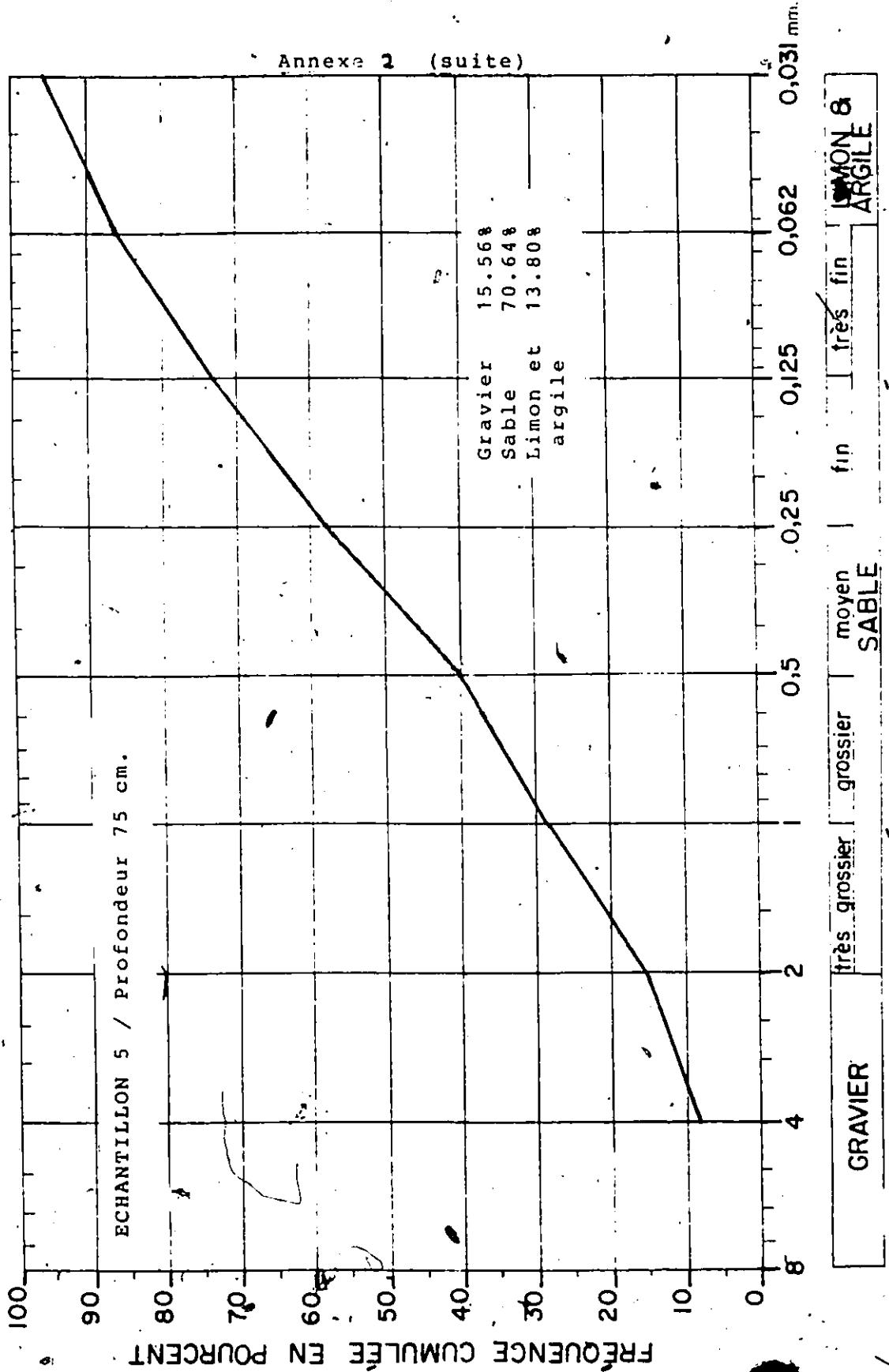
Annexe 2 (suite)



ÉCHELLE DE WENTWORTH MODIFIÉE

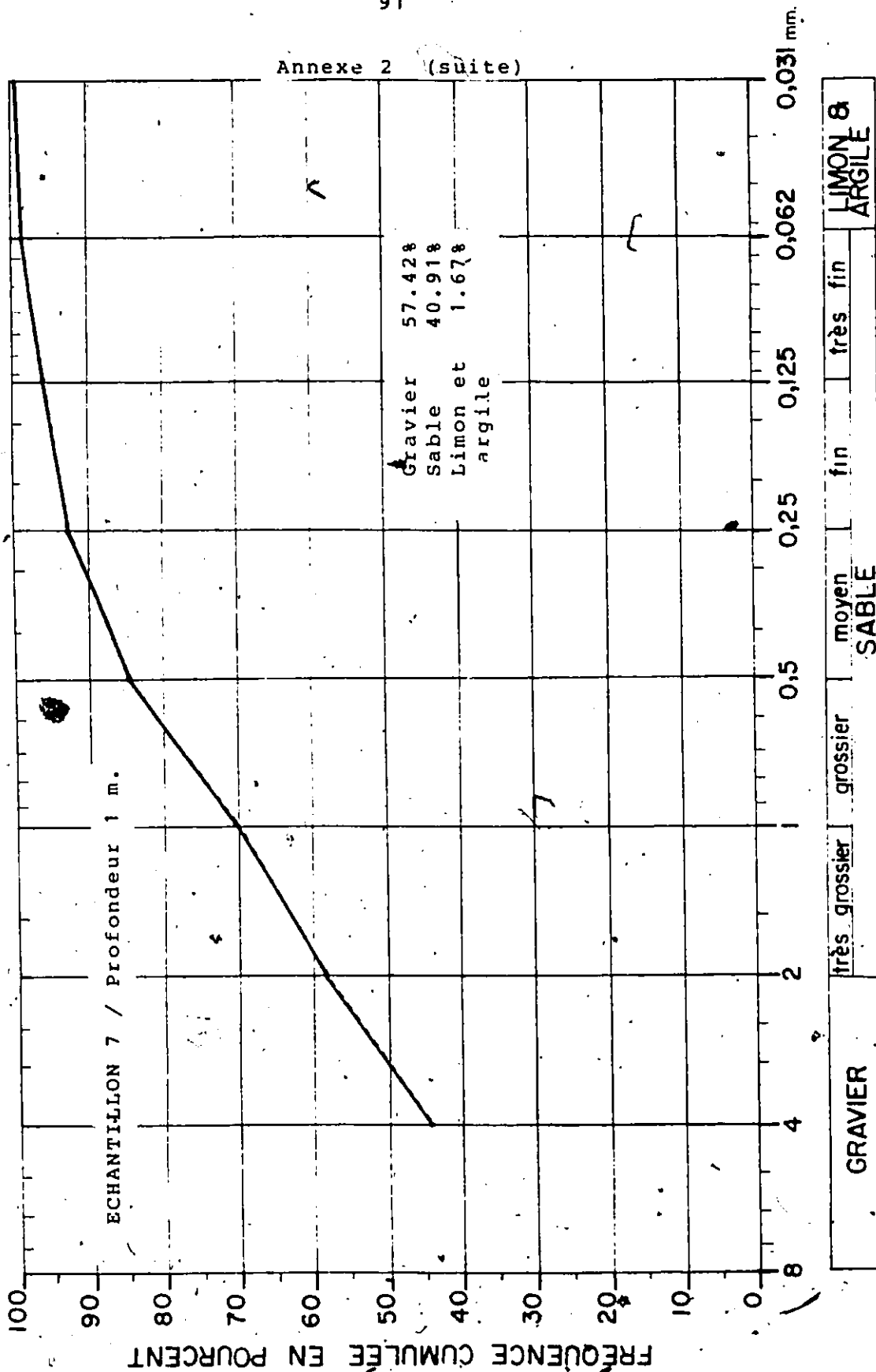
GRANULOMÉTRIE

Annexe 2 (suite)



GRANULOMÉTRIE

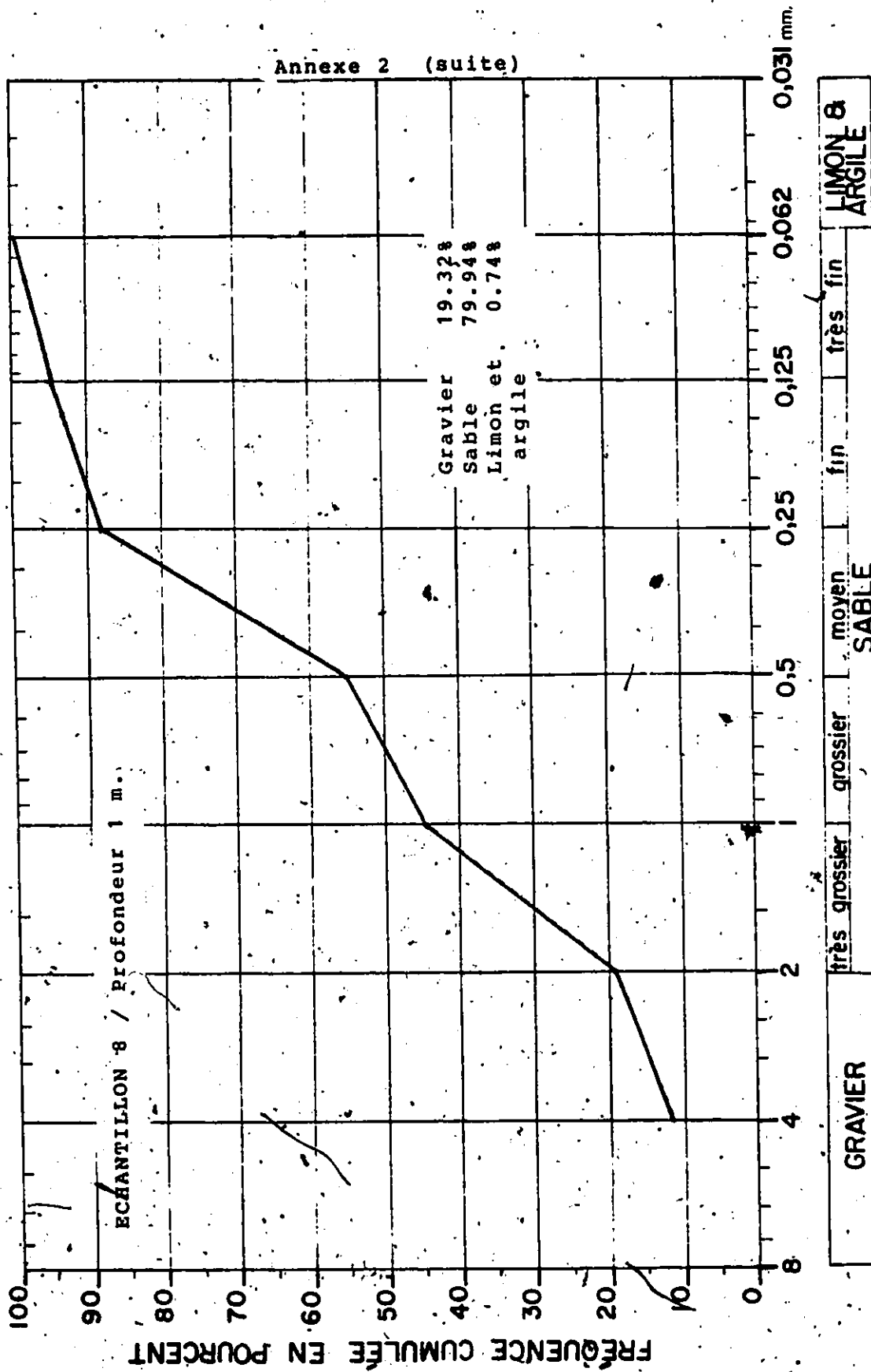
Annexe 2 (suite)



ÉCHELLE DE WENTWORTH MODIFIÉE

GRANULOMÉTRIE

Annexe 2 (suite)



ÉCHELLE DE WENTWORTH MODIFIÉE

Annexe 3 Cote des communautés forestières, des variables écologiques et de leurs classes

Communautés forestières (VEGETATION)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|-----------------------------|------|
| 1 | Erablière à bouleaux blancs | EBB |
| 2 | Erablière à hêtres | EHT |
| 3 | Erablière à chênes | ECH |
| 4 | Chênaie | CHE |
| 5 | Chênaie à érables à sucre | CER |
| 6 | Bétulaie blanche à trembles | BBT |
| 7 | Erablière à sapins baumiers | ESA |
| 8 | Pinède | PIN |
| 9 | Thuyaie à sapins baumiers | TSF |
| 10 | Prucheraie | PRU |

Altitude absolue (ALTIABSO)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|----------------------------|------|
| 1 | De moins de 167 mètres | ALA |
| 2 | De 167 mètres à 212 mètres | ALB |
| 3 | De 212 mètres à 258 mètres | ALC |
| 4 | De 258 mètres à 304 mètres | ALD |
| 5 | De plus de 304 mètres | ALE |

Altitude relative locale (ALTIRELOC)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|--|------|
| 1 | Position topographique fortement dominée | ARA |
| 2 | Position topographique dominée | ARB |
| 3 | Position topographique intermédiaire | ARC |
| 4 | Position topographique dominante | ARD |
| 5 | Position topographique fortement dominante | ARE |

Annexe 3 (suite)

Altitude relative régionale (ALTIREREG)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|---|------|
| 1 | Position topographique fortement dominée | ARV |
| 2 | Position topographique dominée | ARW |
| 3 | Position topographique intermédiaire | ARX |
| 4 | Position topographique dominante | ARY |
| 5 | Position topographique fortement dominante | ARZ |

Exposition locale (EXPOSILOC)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|---------------------------------------|------|
| 1 | Terrain plat, sans exposition définie | ELA |
| 2 | Nord | ELB |
| 3 | Nord-est | ELC |
| 4 | Est | ELD |
| 5 | Sud-est | ELE |
| 6 | Sud | ELF |
| 7 | Sud-ouest | ELG |
| 8 | Ouest | ELH |
| 9 | Nord-ouest | ELI |

Exposition régionale (EXPOSIREG)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|---------------------------------------|------|
| 1 | Terrain plat, sans exposition définie | ERA |
| 2 | Nord | ERB |
| 3 | Nord-est | ERC |
| 4 | Est | ERD |
| 5 | Sud-est | ERE |
| 6 | Sud | ERF |
| 7 | Sud-ouest | ERG |
| 8 | Ouest | ERH |
| 9 | Nord-ouest | ERI |

Annexe 3 (suite)Pente (PENTE)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|-------------|------|
| 1 | 0° à 1° | PEA |
| 2 | 1.1° à 3° | PEB |
| 3 | 3.1° à 7° | PEC |
| 4 | 7.1° à 14° | PED |
| 5 | 14.1° à 22° | PEE |
| 6 | 22° et plus | PEF |

Microrelief (MICRORELIEF)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|--------------------|------|
| 1 | Plan | MRA |
| 2 | Faiblement convexe | MRB |
| 3 | Fortement convexe | MRC |
| 4 | Faiblement concave | MRD |
| 5 | Fortement concave | MRE |
| 6 | Irrégulier | MRF |

Lithologie (GEOLOGIE)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|--|------|
| 1 | Syénite | GEA |
| 2 | Syénite et diorite associées | GEB |
| 3 | Roches à pyroxène et à hornblende | GEC |
| 4 | Calcaire cristallin | GED |
| 5 | Orthogneiss granitique avec paragneiss | GEE |
| 6 | Gneiss à hornblende, paragneiss quartzeux quartzite injectée de granite et de pegmatite | GEF |

Annexe 3 (suite)Formation superficielle (ROCHEMEUBLE)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|--|------|
| 1 | Zones de till inférieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | RMA |
| 2 | Aires hétérogènes qui comprennent des zones de till inférieures à 50 cm. et supérieures à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | RMB |
| 3 | Zones de till supérieure à 50 cm. d'épaisseur sur la roche en place | RMC |
| 4 | Zones de sable, de gravier et de galets fluvio-glaciaires | RMD |
| 5 | Zones de limon et d'argile marins | RME |
| 6 | Zones de dépôts organiques | RMF |

Humidité du sol (HUMIDITE)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|----------------------|------|
| 1 | Humidité très forte | HUA |
| 2 | Humidité forte | HUB |
| 3 | Humidité moyenne | HUC |
| 4 | Humidité faible | HUD |
| 5 | Humidité très faible | HUE |

Fonte nivale (FONTENIVA)

| Numéro | Classes | Cote |
|--------|----------------------------|------|
| 1 | Fonte nivale très tardive | FNA |
| 2 | Fonte nivale tardive | FNB |
| 3 | Fonte nivale intermédiaire | FNC |
| 4 | Fonte nivale hâtive | FND |
| 5 | Fonte nivale très hâtive | FNE |

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FO-
RESTIERES / ALTITUDE ABSOLUE

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE IM= 0.187 UIZ
ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), H= 2.225 UIZ
ENSR.POST.VAR. 1 SACHANT 2 RP= 2.038 UIZ RI= 0.084
ENTROPIE DE LA VARIABLE 2 (ALTITUDE), H= 1.281 UIZ
ENSR.POST.VAR. 2 SACHANT 1 RP= 1.193 UIZ RI= 0.136
CRITERE D'INFORMATION, CI= 350.447 H.SI

Entropie condition-
nelle relative

ENTROPIE DE
LA VARIABLE 2
PAR NIVEAUX DE
LA VARIABLE 1

1 CBS 0.81
2 ENT 0.71
3 ECH 0.72
4 CHE 0.76
5 CER 0.76
6 BBT 0.76
7 ESA 0.76
8 PIN 0.73
9 TSP 0.73
10 PRU 0.72

Profils écologiques

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | ALA | ALB | ALC | ALD | ALE |
| 1 CBS | 1.0 | 13. | 13. | 14. | 2. |
| | 0.02** | 0.30 | 0.30 | 0.33 | 0.05 |
| | 0.04*** | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.05 |
| | -0.45**** | 0.01 | -0.15 | 0.35 | -0.28 |
| 2 ENT | 1. | 6. | 27. | 16. | 1. |
| | 0.02 | 0.15 | 0.51 | 0.30 | 0.02 |
| | 0.04 | 0.06 | 0.11 | 0.10 | 0.08 |
| | -0.55 | -0.49 | 0.48 | 0.25 | -0.71 |
| 3 ECH | 0. | 6. | 22. | 8. | 4. |
| | 0.0 | 0.15 | 0.55 | 0.30 | 0.10 |
| | 0.0 | -0.03 | 0.09 | 0.05 | 0.09 |
| | -1.00 | -0.50 | 0.55 | -0.17 | 0.55 |
| 4 CER | 0. | 0. | 33. | 51. | 23. |
| | 0.0 | 0.07 | 0.29 | 0.44 | 0.20 |
| | 0.0 | 0.04 | 0.14 | 0.32 | 0.53 |
| | -1.00 | -0.77 | -0.19 | 0.84 | 2.11 |
| 5 CEH | 0. | 14. | 42. | 37. | 9. |
| | 0.0 | 0.16 | 0.41 | 0.36 | 0.09 |
| | 0.0 | 0.07 | 0.18 | 0.23 | 0.21 |
| | -1.00 | -0.54 | 0.16 | 0.51 | 0.37 |
| 6 BBT | 3. | 14. | 17. | 7. | 0. |
| | 0.07 | 0.36 | 0.41 | 0.17 | 0.0 |
| | 0.11 | 0.07 | 0.07 | 0.04 | 0.0 |
| | 0.75 | 0.18 | 0.17 | -0.29 | -1.00 |
| 7 ESA | 7. | 48. | 26. | 6. | 1. |
| | 0.08 | 0.55 | 0.30 | 0.07 | 0.01 |
| | 0.25 | 0.24 | 0.11 | 0.04 | 0.02 |
| | 0.90 | 0.83 | -0.17 | -0.72 | -0.82 |
| 8 PIN | 4. | 42. | 24. | 7. | 2. |
| | 0.05 | 0.32 | 0.30 | 0.09 | 0.04 |
| | 0.14 | 0.21 | 0.10 | 0.04 | 0.07 |
| | 0.19 | 0.76 | -0.15 | -0.64 | -0.42 |
| 9 TSP | 11. | 35. | 16. | 5. | 0. |
| | 0.16 | 0.52 | 0.24 | 0.07 | 0.0 |
| | 0.39 | 0.18 | 0.07 | 0.03 | 0.0 |
| | 2.92 | 0.75 | -0.33 | -0.69 | -1.00 |
| 10 PRU | 1. | 11. | 17. | 10. | 0. |
| | 0.03 | 0.28 | 0.48 | 0.26 | 0.0 |
| | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.0 |
| | -0.39 | -0.05 | 0.23 | 0.06 | -1.00 |
| | 28. | 199. | 237. | 161. | 43. |
| | 0.04 | 0.30 | 0.35 | 0.24 | 0.06 |

* Fréquence obtenue
** Fréquence relative horizontale
*** Fréquence relative verticale
**** Profil écologique

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORES-TIERES / ALTITUDE RELATIVE LOCALE

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), R= 0.278 UIE
 ENTR.POST.VAR. 1 SACHANT 3 R= 2.235 UIE XI= 0.125
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 3 (ALTRESLOC), R= 1.457 UIE
 ENTR.POST.VAR. 3 SACHANT 1 R= 1.175 UIE RI= 0.191
 CRITERE D'INFORMATION, XI= 371.385 R.SI

Entropie conditionnelle relative

ENTROPIE DE LA VARIABLE 3
 PAR NIVEAUX DE LA VARIABLE 1

| | |
|--------|------|
| 1 EBB | 0.61 |
| 2 EBT | 0.86 |
| 3 ECH | 0.68 |
| 4 CHE | 0.82 |
| 5 CER | 0.86 |
| 6 EBT | 0.80 |
| 7 ESA | 0.72 |
| 8 PIN | 0.84 |
| 9 TSP | 0.40 |
| 10 PRU | 0.41 |

Profils écologiques

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | AMA | AMB | ANC | AND | ARE |
| 1 EBB | 15. | 23. | 4. | 0. | 0. |
| | 0.02 | 0.33 | 0.09 | 2.3 | 2.3 |
| | 0.01 | 0.10 | 0.04 | 0.0 | 0.0 |
| | -0.84 | 0.54 | -0.37 | -1.00 | -1.00 |
| 2 EBT | 21. | 17. | 5. | 4. | 4. |
| | 0.11 | 0.40 | 0.32 | 0.09 | 0.08 |
| | 0.06 | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.11 |
| | -0.24 | 0.32 | -0.08 | -0.36 | 0.33 |
| 3 ECH | 16. | 19. | 3. | 1. | 1. |
| | 0.02 | 0.40 | 0.47 | 0.07 | 0.02 |
| | 0.01 | 0.08 | 0.08 | 0.23 | 0.03 |
| | -0.83 | 0.34 | 0.37 | -0.68 | -0.56 |
| 4 CER | 9. | 44. | 42. | 16. | 16. |
| | 0.03 | 0.08 | 0.38 | 0.37 | 0.14 |
| | 0.04 | 0.04 | 0.19 | 0.43 | 0.42 |
| | -0.77 | -0.74 | 0.10 | 1.49 | 1.45 |
| 5 CER | 30. | 40. | 18. | 10. | 10. |
| | 0.04 | 0.29 | 0.39 | 0.18 | 0.10 |
| | 0.04 | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.26 |
| | -0.74 | -0.02 | 0.13 | 0.20 | 0.72 |
| 6 EBT | 20. | 10. | 4. | 1. | 1. |
| | 0.15 | 0.48 | 0.24 | 0.10 | 0.02 |
| | 0.06 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 0.03 |
| | -0.02 | 0.63 | -0.30 | -0.33 | -0.57 |
| 7 ESA | 42. | 13. | 5. | 0. | 0. |
| | 0.32 | 0.48 | 0.15 | 0.06 | 0.0 |
| | 0.28 | 0.21 | 0.06 | 0.05 | 0.9 |
| | 1.13 | 0.59 | -0.57 | -0.61 | -1.00 |
| 8 PIN | 34. | 34. | 15. | 6. | 6. |
| | 0.04 | 0.27 | 0.42 | 0.19 | 0.07 |
| | 0.03 | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.16 |
| | -0.75 | -0.08 | 0.22 | 0.28 | 0.32 |
| 9 TSP | 23. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| | 0.66 | 0.34 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.48 | 0.11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3.39 | 0.15 | -1.00 | -1.00 | -1.00 |
| 10 PRU | 2. | 2. | 2. | 2. | 0. |
| | 0.08 | 0.05 | 0.82 | 0.05 | 0.0 |
| | 0.03 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | 0.0 |
| | -0.49 | -0.83 | 1.36 | -0.65 | -1.00 |
| | 100. | 200. | 232. | 98. | 38. |
| | 0.15 | 0.30 | 0.35 | 0.15 | 0.06 |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORES-
TIERES / ALTITUDE RELATIVE REGIONALE

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE IN= 0.170 OIE
ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), P= 2.226 OIE RI= 0.075
ENTR.POST.VAR. 1 SACRANT 4 RP= 2.056 OIE
ENTROPIE DE LA VARIABLE 4 (ALTITUDE), M= 1.355 OIE RI= 0.125
ENTR.POST.VAR. 4 SACRANT 1 RP= 1.185 OIE
CRITERE D'INFORMATION, CI= 276.556 N.S.I

Entropie conditionnelle relative

1 ZBB 0.80
2 ENT 0.74
3 ECH 0.88
4 CHE 0.91
5 CER 0.83
6 BBT 0.71
7 ESA 0.48
8 PIR 0.76
9 TSP 0.50
10 PRU 0.68

ENTROPIE DE
LA VARIABLE 4
PAR NIVEAUX DE
LA VARIABLE 1

Profils écologiques

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | ANY | AMW | AME | ARY | ARE |
| 1 ZBB | 9. 0.21 0.08 0.20 | 15. 0.35 0.12 -0.29 | 15. 0.35 0.09 0.89 | 4. 0.09 -0.02 | 0. 0.0 -1.00 |
| 2 ENT | 4. 0.08 0.03 -0.57 | 17. 0.32 0.14 0.04 | 17. 0.32 0.14 0.74 | 3. 0.06 0.05 -0.40 | 2. 0.04 0.05 -0.35 |
| 3 ECH | 7. 0.17 0.06 0.01 | 18. 0.45 0.06 -0.08 | 7. 0.17 0.13 -0.05 | 5. 0.13 0.08 0.32 | 3. 0.07 0.08 0.28 |
| 4 CHE | 4. 0.04 0.03 -0.80 | 32. 0.28 0.10 -0.63 | 32. 0.28 0.26 0.52 | 25. 0.18 0.40 1.22 | 21. 0.18 0.34 2.15 |
| 5 CER | 9. 0.09 0.08 -0.49 | 51. 0.50 0.16 0.02 | 22. 0.12 0.19 0.17 | 12. 0.12 0.19 0.25 | 8. 0.08 0.21 0.34 |
| 6 BBT | 13. 0.32 0.11 0.82 | 20. 0.49 0.06 -0.00 | 6. 0.35 0.05 -0.21 | 2. 0.05 0.03 -0.48 | 0. 0.0 0.0 -1.00 |
| 7 ESA | 19. 0.22 0.16 0.24 | 63. 0.72 0.19 0.48 | 5. 0.06 0.04 -0.69 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 1. 0.01 0.03 -0.81 |
| 8 PIR | 7. 0.09 0.06 -0.30 | 46. 0.57 0.14 0.18 | 15. 0.11 0.12 0.02 | 9. 0.11 0.16 0.19 | 3. 0.04 0.08 -0.36 |
| 9 TSP | 34. 0.51 0.29 1.52 | 31. 0.46 0.10 -0.05 | 2. 0.03 0.02 -0.84 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 0. 0.0 0.0 -1.00 |
| 10 PRU | 10. 0.36 0.09 0.87 | 33. 0.59 0.07 0.21 | 2. 0.05 0.02 -0.72 | 3. 0.08 0.05 -0.19 | 1. 0.03 0.03 -0.58 |
| | 15. 0.17 | 123. 0.49 | 63. 0.18 | 38. 0.09 | 667. 0.06 |

Annexe 4 (suite)

Profils écologiques

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FO-
RESTIERES / EXPOSITION LOCALE

Information mutuelle

| INFORMATION MUTUELLE | IM= | 0.415 UZE |
|---|-----|--------------|
| ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), | H= | 2.225 UZE |
| ENTR.-POST.-VAR. 1 SACHANT 3 | HP= | 1.810 UZE |
| ENTROPIE DE LA VARIABLE 3 (EXPOSITION), | H= | 2.155 UZE |
| ENTR.-POST.-VAR. 3 SACHANT 1 | HP= | 1.740 UZE |
| CRITERE D'INFORMATION, | CI= | 554.729 H.SI |

Entropie condition-
nelle relative

| | |
|--------|------|
| 1 EBB | 0.83 |
| 2 EBT | 0.82 |
| 3 ECH | 0.89 |
| 4 CHE | 0.91 |
| 5 CER | 0.93 |
| 6 EBT | 0.87 |
| 7 ESA | 0.89 |
| 8 PIN | 0.84 |
| 9 TSP | 0.10 |
| 10 PRU | 0.63 |

ENTROPIE DE
LA VARIABLE 3
PAR NIVEAUX DE
LA VARIABLE 1

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|--------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | ECA | ECS | PCC | ELO | ZLC | ZLF | ZLG | ECH | ELI | |
| 1 EBB | 9. 0.14 0.07 0.11 | 12. 0.28 0.20 2.11 | 2. 0.05 0.03 0.53 | 2. 0.05 0.05 -0.29 | 4. 0.09 0.05 -0.27 | 1. 0.02 0.02 -0.48 | 6. 0.14 0.06 -0.04 | 16. 0.23 0.14 1.22 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 43. 0.0 0.0 0.06 |
| 2 EBT | 6. 0.11 0.07 -0.10 | 9. 0.17 0.15 0.89 | 18. 0.34 0.27 2.44 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 8. 0.15 0.09 0.19 | 5. 0.09 0.10 0.31 | 1. 0.02 0.01 -0.87 | 4. 0.0 0.06 -0.28 | 2. 0.0 0.02 -0.78 | 53. 0.0 0.08 0.08 |
| 3 ECH | 7. 0.17 0.08 0.39 | 7. 0.12 0.12 0.95 | 6. 0.09 0.09 0.52 | 5. 0.13 0.11 0.90 | 4. 0.10 0.05 -0.21 | 3. 0.07 0.07 0.04 | 7. 0.17 0.07 0.21 | 1. 0.02 0.07 -0.76 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 40. 0.0 0.06 0.06 |
| 4 CHE | 11. 0.10 0.13 -0.24 | 5. 0.04 0.08 -0.52 | 11. 0.10 0.17 -0.03 | 11. 0.10 0.25 0.45 | 13. 0.29 0.39 1.26 | 13. 0.11 0.27 0.57 | 18. 0.16 0.19 0.08 | 10. 0.09 0.14 -0.17 | 3. 0.03 0.03 -0.85 | 115. 0.17 0.17 0.06 |
| 5 ESA | 11. 0.11 0.13 -0.14 | 5. 0.03 0.08 -0.45 | 12. 0.12 0.19 1.38 | 16. 0.16 0.19 0.23 | 14. 0.16 0.19 0.23 | 7. 0.07 0.16 -0.84 | 10. 0.16 0.19 0.22 | 16. 0.16 0.23 0.50 | 1. 0.0 0.01 -0.94 | 102. 0.15 0.15 0.15 |
| 6 BBT | 7. 0.17 0.08 0.36 | 2. 0.03 0.03 -0.46 | 4. 0.10 0.06 -0.01 | 3. 0.07 0.07 0.11 | 9. 0.22 0.11 0.73 | 1. 0.02 0.02 -0.66 | 8. 0.20 0.08 0.34 | 7. 0.17 0.10 0.63 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 41. 0.06 0.06 0.06 |
| 7 ESA | 19. 0.22 0.23 0.72 | 3. 0.03 0.05 -0.42 | 7. 0.08 0.11 -0.19 | 3. 0.03 0.07 -0.48 | 5. 0.06 0.11 -0.55 | 5. 0.06 0.10 -0.21 | 16. 0.18 0.16 0.25 | 7. 0.08 0.10 -0.24 | 23. 0.26 0.20 0.53 | 88. 0.13 0.13 0.13 |
| 8 PIN | 2. 0.02 0.02 -0.80 | 2. 0.02 0.02 -0.72 | 1. 0.01 0.02 -0.87 | 4. 0.02 0.02 -0.24 | 6. 0.07 0.07 -0.41 | 12. 0.12 0.12 1.09 | 21. 0.21 0.26 0.81 | 12. 0.12 0.13 0.43 | 30. 0.25 0.17 0.16 | 80. 0.12 0.12 0.12 |
| 9 TSP | 1. 0.01 0.01 -0.88 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 1. 0.01 0.01 -0.79 | 1. 0.01 0.01 -0.90 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 64. 0.56 0.56 4.60 | 67. 0.10 0.10 0.10 |
| 10 PRU | 14. 0.16 0.17 1.85 | 17. 0.18 0.25 3.28 | 5. 0.13 0.28 0.30 | 0. 0.0 -1.00 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 -1.00 | 1. 0.03 0.01 -0.82 | 3. 0.08 0.04 -0.27 | 1. 0.0 0.0 -0.85 | 38. 0.06 0.06 0.06 |
| | 64. 0.13 | 60. 3.39 | 66. 0.10 | 64. 0.07 | 65. 0.13 | 65. 0.07 | 67. 0.18 | 70. 0.10 | 114. 0.17 | 666. 0.17 |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FO-
RESTIERES / EXPOSITION REGIONALE

Information mutuelle

| INFORMATION MUTUELLE | IN= | 0.261 UIE |
|---|-----|--------------|
| ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), | R= | 2.225 UIE |
| EMER.POST.VAR. 1 SACHANT 6 | RP= | 1.964 UIE |
| ENTROPIE DE LA VARIABLE 6 (EXPOSEES), | R= | 1.855 UIE |
| EMER.POST.VAR. 6 SACHANT 1 | RP= | 1.594 UIE |
| CRITERE D'INFORMATION, | CI= | 348.399 M.SI |

Entropie condition-
nelle relative

| | |
|--------|------|
| 1 EBB | 0.78 |
| 2 ENT | 0.82 |
| 3 ECH | 0.82 |
| 4 CEZ | 0.92 |
| 5 CER | 0.81 |
| 6 BBT | 0.74 |
| 7 ESA | 0.59 |
| 8 PIN | 0.65 |
| 9 TSF | 0.20 |
| 10 PRU | 0.82 |

ENTROPIE DE
LA VARIABLE 6
PAR NIVEAUX DE
LA VARIABLE 1

Profils écologiques

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------|
| | ESA | ESB | ESC | ESD | ESE | ESF | ESG | ESH | ESI | |
| 1 EBB | 1. 0.01 0.04 -0.32 | 16. 0.37 0.27 3.16 | 4. 0.09 0.11 0.64 | 1. 0.02 0.03 -0.37 | 1. 0.02 0.03 -0.51 | 2. 0.03 0.02 -0.63 | 3. 0.07 0.04 -0.35 | 11. 0.26 0.01 2.49 | 4. 0.09 0.01 -0.77 | 43. |
| 2 ENT | 3. 0.06 0.13 0.64 | 8. 0.15 0.12 0.88 | 10. 0.09 0.38 2.32 | 5. 0.09 0.14 0.75 | 5. 0.09 0.16 0.97 | 2. 0.04 0.03 -0.70 | 2. 0.04 0.03 -0.65 | 4. 0.08 0.06 0.03 | 16. 0.26 0.05 -0.36 | 53. |
| 3 ECH | 0. 0.0 -1.00 | 4. 0.10 0.07 0.11 | 6. 0.15 0.16 1.64 | 4. 0.10 0.11 0.86 | 1. 0.02 0.03 -0.48 | 5. 0.13 0.06 0.01 | 3. 0.07 0.04 -0.30 | 2. 0.05 0.04 -0.32 | 15. 0.38 0.05 -0.09 | 40. |
| 4 CEZ | 3. 0.03 0.13 -0.24 | 12. 0.10 0.20 0.16 | 6. 0.05 0.16 -0.08 | 9. 0.08 0.25 0.45 | 15. 0.13 0.47 1.72 | 20. 0.17 0.24 0.40 | 19. 0.17 0.26 0.53 | 5. 0.28 0.04 -0.41 | 28. 0.23 0.09 -0.45 | 115. |
| 5 CER | 2. 0.02 0.05 -0.43 | 3. 0.03 0.05 -0.87 | 4. 0.04 0.11 -0.31 | 9. 0.09 0.25 0.86 | 7. 0.07 0.22 0.83 | 20. 0.20 0.24 0.36 | 14. 0.14 0.19 0.27 | 4. 0.04 0.08 -0.67 | 39. 0.38 0.14 -0.01 | 102. |
| 6 BBT | 2. 0.05 0.09 0.42 | 1. 0.02 0.02 -0.73 | 1. 0.0 0.03 -0.37 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 1. 0.02 0.03 -0.49 | 10. 0.24 0.12 0.96 | 6. 0.15 0.08 0.36 | 4. 0.16 0.10 0.33 | 16. 0.39 0.06 -0.05 | 41. |
| 7 ESA | 4. 0.05 0.17 0.32 | 1. 0.01 0.02 -0.87 | 1. 0.01 0.03 -0.40 | 6. 0.07 0.17 0.27 | 1. 0.01 0.03 -0.76 | 5. 0.06 0.06 -0.54 | 6. 0.07 0.08 -0.37 | 7. 0.08 0.14 0.08 | 57. 0.65 0.21 0.57 | 88. |
| 8 PIN | 3. 0.04 0.13 0.09 | 1. 0.01 0.02 -0.88 | 0. 0.0 0.0 -1.00 | 1. 0.01 0.03 -0.77 | 1. 0.01 0.03 -0.74 | 17. 0.31 0.20 0.71 | 14. 0.17 0.10 0.62 | 5. 0.06 0.10 -0.15 | 38. 0.47 0.14 0.15 | 80. |
| 9 TSF | 0. 0.0 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 | 2. 0.03 -0.76 | 2. 0.03 -0.72 | 3. 0.04 -0.39 | 60. 0.90 0.06 1.18 | 67. |
| 10 PRU | 5. 0.13 0.22 2.72 | 14. 0.16 0.23 3.80 | 5. 0.03 0.16 1.70 | 1. 0.03 0.03 -0.52 | 2. 0.0 0.0 -1.00 | 0. 0.0 -1.00 | 3. 0.08 0.04 -0.28 | 4. 0.10 0.08 0.40 | 6. 0.15 0.02 -0.63 | 39. |
| | 23. 0.03 | 60. 0.09 | 38. 0.86 | 36. 0.05 | 32. 0.05 | 83. 0.12 | 72. 0.31 | 49. 0.07 | 275. 0.41 | 668. |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORESTIERES / GEOLOGIE

Information mutuelle

| INFORMATION MUTUELLE | IN= | 0.086 UIZ |
|--|-----------|--------------|
| ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), H= | 2.235 UIZ | |
| ENTR.POST-VAR. 1 SACHANT 7 H= | 2.139 UIZ | RI= 0.039 |
| ENTROPIE DE LA VARIABLE 7 (GEOLOGIE), H= | 1.609 UIZ | |
| ENTR.POST-VAR. 7 SACHANT 1 H= | 1.523 UIZ | RI= 0.051 |
| CRITERE D'INFORMATION, | CIN | 114.773 H-SI |

Entropie conditionnelle relative

| | |
|--------|------|
| 1 EBB | 0.89 |
| 2 ENT | 0.74 |
| 3 ECH | 0.87 |
| 4 CHE | 0.81 |
| 5 CER | 0.86 |
| 6 BBT | 0.95 |
| 7 ESA | 0.81 |
| 8 PIN | 0.85 |
| 9 TSP | 0.90 |
| 10 PRU | 1.00 |

Profils écologiques

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 ESA | 10.0 | 1.0 | 6.0 | 4.0 | 8.0 | 14.0 |
| | 0.23 | 0.01 | 0.14 | 0.09 | 0.19 | 0.33 |
| | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.07 |
| | -0.09 | -0.46 | 0.37 | 0.24 | 0.16 | 0.06 |
| 3 ENT | 4.0 | 0.0 | 14.0 | 1.0 | 19.0 | 53.0 |
| | 0.08 | 0.0 | 0.26 | 0.02 | 0.36 | 0.28 |
| | 0.02 | 0.0 | 0.21 | 0.02 | 0.13 | 0.08 |
| | -0.70 | -1.00 | 1.59 | -0.75 | 0.58 | -0.05 |
| 3 ENT | 7.0 | 0.0 | 9.0 | 1.0 | 7.0 | 16.0 |
| | 0.17 | 0.0 | 0.22 | 0.02 | 0.17 | 0.40 |
| | 0.04 | 0.0 | 0.13 | 0.02 | 0.05 | 0.06 |
| | -0.31 | -1.00 | 1.21 | -0.67 | -0.23 | 0.16 |
| 4 CHE | 18.0 | 3.0 | 12.0 | 2.0 | 32.0 | 28.0 |
| | 0.33 | 0.03 | 0.10 | 0.02 | 0.28 | 0.24 |
| | 0.22 | 0.10 | 0.18 | 0.04 | 0.21 | 0.14 |
| | 0.30 | -0.40 | 0.03 | -0.77 | 0.22 | -0.18 |
| 5 CER | 42.0 | 7.0 | 10.0 | 7.0 | 17.0 | 102.0 |
| | 0.41 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.17 | 0.19 |
| | 0.25 | 0.24 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.10 |
| | 0.82 | 0.58 | -0.04 | -0.08 | -0.27 | -0.37 |
| 6 BBT | 9.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 10.0 | 9.0 |
| | 0.22 | 0.12 | 0.12 | 0.07 | 0.24 | 0.22 |
| | 0.05 | 0.17 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.06 |
| | -0.14 | 1.81 | 0.20 | -0.02 | 0.07 | -0.26 |
| 7 ESA | 18.0 | 4.0 | 1.0 | 10.0 | 18.0 | 37.0 |
| | 0.20 | 0.05 | 0.01 | 0.11 | 0.20 | 0.42 |
| | 0.11 | 0.14 | 0.01 | 0.20 | 0.12 | 0.19 |
| | -0.20 | 0.05 | -0.89 | 0.52 | -0.10 | 0.41 |
| 8 PIN | 17.0 | 3.0 | 3.0 | 9.0 | 18.0 | 30.0 |
| | 0.21 | 0.04 | 0.04 | 0.11 | 0.22 | 0.38 |
| | 0.10 | 0.10 | 0.04 | 0.18 | 0.12 | 0.15 |
| | -0.16 | -0.16 | -0.63 | 0.50 | 0.01 | 0.26 |
| 9 TSP | 13.0 | 5.0 | 3.0 | 9.0 | 15.0 | 22.0 |
| | 0.19 | 0.07 | 0.06 | 0.13 | 0.22 | 0.33 |
| | 0.08 | 0.17 | 0.04 | 0.18 | 0.10 | 0.11 |
| | -0.24 | 0.72 | -0.56 | 0.79 | -0.02 | 0.10 |
| 10 PRU | 12.0 | 1.0 | 5.0 | 4.0 | 8.0 | 9.0 |
| | 0.31 | 0.03 | 0.13 | 0.10 | 0.21 | 0.23 |
| | 0.07 | 0.03 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.06 |
| | 0.21 | -0.41 | 0.26 | 0.37 | -0.10 | -0.23 |
| | 170.0 | 29.0 | 68.0 | 50.0 | 152.0 | 199.0 |
| | 0.25 | 0.04 | 0.10 | 0.07 | 0.23 | 0.30 |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORESTIERES / PENTE

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE IM= 0.385 UIE
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), H= 2.228 UIE
 ENTR. POST. VAR. 1 SACCANT 8 HP= 1.840 UIE RI= 0.173
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 8 (PENTE), H= 1.788 UIE
 ENTR. POST. VAR. 8 SACCANT 1 HP= 1.383 UIE RI= 0.218
 CRITERE D'INFORMATION, CI= 514.057 R.SI

Entropie conditionnelle relative

ENTROPIE DE LA VARIABLE 8
 PAR NIVEAUX DE LA VARIABLE 1

| | | |
|----|-----|------|
| 1 | ZBB | 0.78 |
| 2 | ENT | 0.76 |
| 3 | ECH | 0.80 |
| 4 | CBE | 0.94 |
| 5 | CER | 0.88 |
| 6 | BBT | 0.79 |
| 7 | ESA | 0.85 |
| 8 | PIH | 0.93 |
| 9 | TST | 0.11 |
| 10 | PRU | 0.54 |

Profils écologiques

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | ZEA | PER | PEC | PED | PEE | PEF |
| 1 ZBB | 0.01 | 9.12 | 14.33 | 19.44 | 3.07 | 2.43 |
| | 0.01 | 0.08 | 0.10 | 0.17 | 0.03 | 0.03 |
| | -1.00 | -0.43 | 0.58 | 1.59 | -0.51 | -0.56 |
| 2 ENT | 2.04 | 14.04 | 22.42 | 10.19 | 5.09 | 0.00 |
| | 0.02 | 0.34 | 0.16 | 0.09 | 0.05 | 0.08 |
| | -0.78 | 0.31 | 0.99 | 0.10 | -0.34 | -1.00 |
| 3 ECH | 0.00 | 6.15 | 12.30 | 10.25 | 11.27 | 1.02 |
| | 0.00 | 0.04 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.01 |
| | -1.00 | -0.28 | 0.44 | 0.46 | 0.93 | -0.76 |
| 4 CBE | 4.04 | 21.18 | 26.23 | 25.22 | 22.19 | 16.14 |
| | 0.04 | 0.16 | 0.19 | 0.22 | 0.23 | 0.17 |
| | -0.79 | -0.09 | 0.09 | 0.28 | 0.35 | 0.34 |
| 5 CER | 1.01 | 32.01 | 24.17 | 21.18 | 15.09 | 10.15 |
| | 0.01 | 0.24 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.16 |
| | -0.94 | 0.55 | 0.33 | 0.20 | 0.03 | -0.16 |
| 6 BBT | 0.00 | 15.17 | 9.22 | 11.27 | 3.07 | 0.07 |
| | 0.00 | 0.11 | 0.06 | 0.10 | 0.03 | 0.04 |
| | -1.00 | 0.81 | 0.05 | 0.57 | -0.49 | -0.30 |
| 7 ESA | 22.00 | 30.14 | 17.08 | 12.04 | 5.06 | 1.01 |
| | 0.25 | 0.34 | 0.19 | 0.15 | 0.06 | 0.01 |
| | 0.19 | 0.22 | 0.12 | 0.11 | 0.05 | 0.01 |
| | 0.46 | 0.68 | -0.07 | -0.14 | -0.60 | -0.89 |
| 8 PIH | 20.11 | 11.14 | 10.13 | 9.06 | 18.22 | 16.20 |
| | 0.25 | 0.14 | 0.13 | 0.06 | 0.22 | 0.20 |
| | 0.18 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.19 | 0.23 |
| | 0.46 | -0.32 | -0.40 | -0.63 | 0.58 | 0.91 |
| 9 TST | 64.00 | 1.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.86 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.56 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.10 |
| | 4.59 | -0.93 | -0.86 | -1.00 | -1.00 | -1.00 |
| 10 PRU | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 13.00 | 32.00 |
| | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.33 | 0.56 |
| | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.14 | 0.31 |
| | -0.85 | -1.00 | -0.63 | -1.00 | 1.34 | 4.38 |
| | 114.14 | 135.13 | 139.14 | 114.14 | 95.14 | 70.16 |
| | 0.17 | 0.20 | 0.21 | 0.17 | 0.14 | 0.16 |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORESTIERES / MICRORELIEF

Profils écologiques

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE IN= 0.366 UIZ
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), N= 2.226 UIZ
 ENTR.POST.VAR. 1 SACHANT 9 NI= 0.164
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 9 (MICRORELIEF), N= 1.690 UIZ
 ENTR.POST.VAR. 9 SACHANT 1 NI= 0.216
 CRITERE D'INFORMATION, CI= 487.822 4.51

Entropie conditionnelle relative

ENTROPIE DE LA VARIABLE 9
 PAR NIVEAUX DE LA VARIABLE 1

| | | |
|----|-----|------|
| 1 | EBB | 0.90 |
| 2 | EHT | 0.88 |
| 3 | ECH | 0.92 |
| 4 | CHE | 0.60 |
| 5 | CEP | 0.34 |
| 6 | BBT | 2.93 |
| 7 | ESA | 0.89 |
| 8 | PIH | 0.69 |
| 9 | TSF | 0.38 |
| 10 | PRU | 0.63 |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | NSA | NBB | NBC | NBD | NBE | NSP |
| 1 EBB | 3. | 12. | 12. | 3. | 5. | 4. |
| | 0.07 | 0.20 | 0.28 | 0.07 | 0.19 | 0.09 |
| | 0.03 | 0.08 | 0.14 | 0.06 | 0.11 | 0.02 |
| | -0.57 | 0.22 | 1.24 | -0.33 | 0.68 | -0.67 |
| 2 EHT | 1. | 12. | 11. | 14. | 11. | 3. |
| | 0.02 | 0.23 | 0.21 | 0.26 | 0.21 | 0.06 |
| | 0.01 | 0.08 | 0.13 | 0.29 | 0.15 | 0.02 |
| | -0.88 | -0.01 | 0.57 | 2.67 | 0.87 | 0.80 |
| 3 ECH | 5. | 11. | 10. | 6. | 3. | 3. |
| | 0.13 | 0.22 | 0.25 | 0.15 | 0.07 | 0.07 |
| | 0.05 | 0.08 | 0.12 | 0.13 | 0.04 | 0.02 |
| | -0.33 | 0.51 | 1.01 | 1.08 | -0.32 | -0.74 |
| 4 CHE | 60. | 39. | 3. | 0. | 3. | 9. |
| | 0.53 | 0.24 | 0.03 | 0.0 | 0.03 | 0.08 |
| | 0.56 | 0.24 | 0.04 | 0.0 | 0.04 | 0.05 |
| | 2.25 | -0.38 | -0.79 | -1.00 | -0.76 | -0.72 |
| 5 CEP | 11. | 30. | 17. | 7. | 19. | 18. |
| | 0.11 | 0.29 | 0.17 | 0.07 | 0.19 | 0.18 |
| | 0.10 | 0.18 | 0.20 | 0.15 | 0.24 | 0.10 |
| | -0.33 | 0.19 | 0.34 | -0.05 | 0.48 | -0.38 |
| 6 BBT | 3. | 12. | 7. | 3. | 7. | 9. |
| | 0.07 | 0.29 | 0.17 | 0.07 | 0.37 | 0.22 |
| | 0.03 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | -0.05 |
| | -0.55 | 0.18 | 0.37 | 0.02 | 0.54 | -0.23 |
| 7 ESA | 1. | 14. | 19. | 10. | 22. | 21. |
| | 0.01 | 0.16 | 0.22 | 0.11 | 0.26 | 0.24 |
| | 0.01 | 0.08 | 0.23 | 0.21 | 0.31 | 0.11 |
| | -0.93 | -0.36 | 0.74 | 0.58 | 1.36 | -0.16 |
| 8 PIH | 19. | 23. | 1. | 3. | 0. | 34. |
| | 0.21 | 0.29 | 0.01 | 0.04 | 0.0 | 0.42 |
| | 0.18 | 0.14 | 0.01 | 0.06 | 0.0 | 0.18 |
| | 0.47 | 0.16 | -0.90 | -0.48 | -1.00 | 0.50 |
| 9 TSF | 0. | 0. | 1. | 1. | 0. | 65. |
| | 3.0 | 0.0 | 0.01 | 0.01 | 0.0 | 0.97 |
| | 3.0 | 0.0 | 0.01 | 0.02 | 0.0 | 0.34 |
| | -1.00 | -1.00 | -0.88 | -0.79 | -1.00 | 2.42 |
| 10 PRU | 5. | 4. | 2. | 1. | 0. | 22. |
| | 0.13 | 0.21 | 0.05 | 0.03 | 0.0 | 0.59 |
| | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.0 | 0.12 |
| | -0.21 | -0.17 | -0.59 | -0.44 | -1.00 | 1.08 |
| | 108 | 165 | 83 | 48 | 74 | 189 |
| | 3.16 | 0.25 | 0.12 | 0.07 | 0.11 | 0.28 |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORES-TIERES / FORMATION SUPERFICIELLE

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE IN= 0.661 UIE
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION), N= 2.225 UIE
 ENER.POST.VAR. 1 SACHANT 10 HP= 1.564 UIE RI= 0.297
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 10 (ROCHERUSEL), N= 1.540 UIE
 ENER.POST.VAR. 10 SACHANT 1 HP= 0.880 UIE RI= 0.429
 CRITERE D'INFORMATION. CI= 882.862 H.SI

Entropie conditionnelle relative

ENTROPIE DE LA VARIABLE 10 PAR NIVEAUX DE LA VARIABLE 1
 1 EBB 0.59
 2 ENT 0.55
 3 ECH 0.63
 4 CHE 0.15
 5 CER 0.55
 6 BBT 0.56
 7 ESA 0.81
 8 PIN 0.43
 9 TSP 0.41
 10 ZBU 0.32

Profils écologiques

| | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | RVA | RMB | RMC | RMD | RME | ROF | |
| 1 EBB | 5. | 20. | 17. | 0. | 1. | 0. | 41. |
| | 0.12 | 0.47 | 0.40 | 0.0 | 0.02 | 0.0 | |
| | 0.02 | 0.13 | 0.15 | 0.0 | 0.03 | 0.0 | 0.06 |
| | -0.71 | 0.98 | 1.28 | -1.00 | -0.53 | -1.00 | |
| 2 ENT | 0. | 25. | 23. | 3. | 2. | 0. | 53. |
| | 0.0 | 0.47 | 0.43 | 0.04 | 0.04 | 0.0 | |
| | 0.0 | 0.16 | 0.20 | 0.07 | 0.06 | 0.0 | 0.08 |
| | -1.00 | 1.01 | 1.50 | -0.18 | -0.24 | -1.00 | |
| 3 ECH | 13. | 15. | 11. | 1. | 0. | 0. | 40. |
| | 0.32 | 0.38 | 0.27 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | |
| | 0.05 | 0.10 | 0.09 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.06 |
| | -0.18 | 0.60 | 0.58 | -0.64 | -1.00 | -1.00 | |
| 4 CHE | 107. | 7. | 1. | 0. | 0. | 0. | 115. |
| | 0.93 | 0.06 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | 0.40 | 0.04 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.17 |
| | 1.35 | -0.74 | 0.95 | -1.00 | -1.00 | -1.00 | |
| 5 CER | 43. | 44. | 15. | 0. | 0. | 0. | 102. |
| | 0.42 | 0.43 | 0.15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | 0.16 | 0.28 | 0.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.15 |
| | 0.06 | 0.84 | -0.15 | -1.00 | -1.00 | -1.00 | |
| 6 BBT | 7. | 20. | 14. | 0. | 0. | 0. | 41. |
| | 0.17 | 0.69 | 0.34 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | 0.03 | 0.13 | 0.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.06 |
| | -0.57 | 1.08 | 0.97 | -1.00 | -1.00 | -1.00 | |
| 7 ESA | 5. | 21. | 33. | 12. | 17. | 0. | 88. |
| | 0.06 | 0.24 | 0.38 | 0.14 | 0.19 | 0.0 | |
| | 0.02 | 0.13 | 0.28 | 0.26 | 0.32 | 0.0 | 0.13 |
| | -0.86 | 0.02 | 1.16 | 0.98 | 2.91 | -1.00 | |
| 8 PIN | 52. | 2. | 0. | 0. | 1. | 0. | 80. |
| | 0.45 | 0.02 | 0.0 | 0.31 | 0.01 | 0.0 | |
| | 0.20 | 0.01 | 0.0 | 0.54 | 0.02 | 0.0 | 0.12 |
| | 0.84 | -0.89 | -1.00 | 1.54 | -0.75 | -1.00 | |
| 9 TSP | 0. | 0. | 2. | 3. | 11. | 51. | 67. |
| | 0.0 | 0.0 | 0.03 | 0.04 | 0.16 | 0.76 | |
| | 0.0 | 0.0 | 0.02 | 0.07 | 0.33 | 1.00 | 0.10 |
| | -1.00 | -1.00 | -0.83 | -0.33 | 2.32 | 8.97 | |
| 10 PRU | 31. | 3. | 0. | 2. | 1. | 0. | 39. |
| | 0.85 | 0.08 | 0.0 | 0.05 | 0.03 | 0.0 | |
| | 0.12 | 0.02 | 0.0 | 0.04 | 0.03 | 0.0 | 0.06 |
| | 1.13 | -0.57 | -1.00 | -0.26 | -0.48 | -1.00 | |
| 8 PIN | 285. | 157. | 116. | 45. | 32. | 51. | 668. |
| 9 TSP | 0.40 | 0.24 | 0.17 | 0.07 | 0.85 | 0.06 | |

Annexe 4 (suite)

LES RESULTATS: COMMUNAUTES FORESTIERES / FONTE NIVALE

Information mutuelle

INFORMATION MUTUELLE
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 1 (VEGETATION),
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 12 (SACRANT 12)
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 12 (FONTE NIVALE),
 ENTROPIE DE LA VARIABLE 12 (SACRANT 1)
 CRITERE D'INFORMATION.

IN= 0.354 UIZ
 H= 2.226 UIZ RI= 3.114
 H= 1.353 UIZ
 H= 1.099 UIZ RI= 0.188
 CI= 337.850 H.SI

Entropie conditionnelle relative

ENTROPIE DE LA VARIABLE 12 PAR NIVEAUX DE LA VARIABLE 1

Profils écologiques

| 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | FMA | FMB | FMC | FMD | FME |
| 1 CAS | 11. 0.26 | 16. 0.37 | 7. 0.16 | 8. 0.19 | 1. 0.02 |
| | 0.30 | 0.14 | 0.02 | 0.03 | 0.02 |
| | 3.40 | 1.21 | -0.64 | -0.24 | -0.94 |
| 2 ENT | 9. 0.17 | 15. 0.25 | 21. 0.40 | 6. 0.11 | 2. 0.04 |
| | 0.24 | 0.13 | 0.07 | 0.04 | 0.04 |
| | 2.06 | 0.66 | -0.13 | -0.54 | -0.48 |
| 3 ECH | 3. 0.07 | 9. 0.22 | 18. 0.45 | 8. 0.20 | 2. 0.05 |
| | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| | 0.35 | 0.34 | -0.02 | -0.19 | -0.31 |
| 4 CHE | 3. 0.03 | 6. 0.05 | 35. 0.31 | 40. 0.35 | 30. 0.26 |
| | 0.08 | 0.05 | 0.11 | 0.24 | 0.63 |
| | -0.33 | -0.63 | -0.33 | 0.42 | 2.65 |
| 5 CER | 1. 0.01 | 19. 0.39 | 42. 0.42 | 35. 0.35 | 4. 0.08 |
| | 0.03 | 0.17 | 0.14 | 0.31 | 0.08 |
| | -0.82 | 0.12 | -0.09 | 0.41 | -0.45 |
| 6 BBT | 0. 0.00 | 8. 0.20 | 15. 0.37 | 15. 0.37 | 3. 0.07 |
| | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.06 |
| | -1.00 | 0.16 | -0.20 | 0.49 | 0.02 |
| 7 ESA | 3. 0.03 | 10. 0.11 | 58. 0.65 | 17. 0.19 | 0. 0.00 |
| | 0.08 | 0.09 | 0.19 | 0.10 | 0.00 |
| | -0.38 | -0.32 | 0.44 | -0.22 | -1.00 |
| 8 PIN | 0. 0.00 | 6. 0.23 | 33. 0.61 | 35. 0.44 | 6. 0.07 |
| | 0.00 | 0.05 | 0.11 | 0.21 | 0.13 |
| | -1.00 | -0.55 | -0.10 | 0.78 | 0.04 |
| 9 TSF | 0. 0.00 | 1. 0.01 | 66. 0.99 | 0. 0.00 | 0. 0.00 |
| | 0.00 | 0.01 | 0.22 | 0.00 | 0.00 |
| | -1.00 | -0.91 | 1.15 | -1.00 | -1.00 |
| 10 PRU | 7. 0.18 | 22. 0.56 | 10. 0.26 | 0. 0.00 | 0. 0.00 |
| | 0.19 | 0.18 | 0.20 | 0.03 | 0.00 |
| | 2.23 | 2.35 | -0.44 | -1.00 | -1.00 |
| 37. | 37. 0.04 | 112. 0.37 | 305. 0.46 | 164. 0.25 | 49. 0.07 |
| | 0.06 | 0.17 | 0.46 | 0.25 | 0.07 |

Résumé

Les caractères géomorphologiques sont au centre de la définition du milieu biophysique. Ce fait oblige le géomorphologue comme l'écologiste à reconnaître parmi les caractères géomorphologiques ceux qui sont les plus significatifs. Cette recherche attire l'attention sur les liens qui s'établissent entre des communautés forestières et des caractères géomorphologiques, considérés comme des facteurs écologiques, dans le but de connaître les régularités des liaisons existant entre ces deux composantes du milieu biophysique. Le contexte géographique est celui des Basses Laurentides de l'Outaouais. Pour mettre en relation les communautés forestières et les caractères géomorphologiques nous avons recours aux outils dérivés de la théorie de l'information, notamment les notions d'entropie et d'information mutuelle. Les résultats soulignent la complexité des rapports qui s'établissent entre les communautés forestières et les caractères géomorphologiques. En conséquence, lors de la sélection de l'information géomorphologique dans les études du milieu biophysique, le géomorphologue doit tenter de réaliser le meilleur compromis possible entre les indicateurs généraux et les indicateurs plus spécifiques.

Abstract

Geomorphological features are the key to the definition of the biophysical environment, geomorphologist as well ecologist therefore identify those features which are most significant. This research focuses on the relationships which exist between forest communities and their geomorphological features (also considered to be ecological features), in order to establish a consistency in the links between these two components of the biophysical environment. The geographical case-study presented here was performed in the Basses Laurentides of the Outaouais region. In order to relate forest communities to geomorphological features, concepts derived from the information theory are employed as are the more specific concepts of entropy and mutual information. The complexity of the relationship between forest communities and geomorphological features. Consequently, when selecting geomorphological data concerning the biophysical environment, the geomorphologist must try to achieve the best possible compromise between general indicators and the more specific ones.