

*Service Régional
d'Aménagement Forestier
d'Auvergne*

*LES STATIONS FORESTIERES
ET LES
LIAISONS STATION - PRODUCTION
DANS LES
MONTS DU FOREZ
(Puy-de-Dôme)*

- Plan général*
- Introduction*
- Première Partie: Commune
de SAINT-ANTHEME*

*ECOLE NATIONALE
de GENIE RURAL des EAUX et des FORETS
BIBLIOTHEQUE de NANCY*

*Mlle Brigitte BAYARD
Ingénieur des*

37.836 (1)

Forestières

1978.79

SERVICE REGIONAL
D'AMENAGEMENT FORESTIER
D'AUVERGNE

LES STATIONS FORESTIERES
ET LES
LIAISONS STATION - PRODUCTION DANS
LES MONTS DU FOREZ

(PUY - DE - DOME)

ECOLE NATIONALE
de GENIE RURAL des EAUX et des FORETS
BIBLIOTHEQUE de NANCY

Mlle BRIGITTE BAYARD
INGENIEUR DES
TECHNIQUES FORESTIERES

*
* LES STATIONS FORESTIERES ET LES LIAISONS *
* STATION PRODUCTION DANS LES MONTS DU FOREZ *
* (PUY-DE-DOME) *
*

PLAN DE L'ETUDE

INTRODUCTION

TITRE I - Commune de SAINT-ANTHEME (1er volume)

1re partie : Généralités

Chapitre 1 Conditions naturelles

- 1.1 Situation géographique
- 1.2 Topographie - Hydrographie
- 1.3 Climat
- 1.4 Géologie
- 1.5 Pédologie

Chapitre 2 Données forestières

- 2.1 Importance de la forêt à St Anthème
- 2.2 Structure foncière
- 2.3 Essences et types de peuplement
- 2.4 Problèmes de la limite supérieure de la végétation forestière
- 2.5 Conclusion

2e partie : Etude phyto-écologique

Chapitre 1 Inventaire

- 1.1. Phase préliminaire
- 1.2 Choix de l'échantillonnage
- 1.3 Caractéristiques de la placette
- 1.4 Données relevées sur la placette
- 1.5 Déroulement de l'inventaire

Chapitre 2 Exploitation des données

- Introduction : Notion de groupe écologique
- 2.1 But
 - 2.2 Méthode

Chapitre 3 Résultats

- 3.1 Les groupes écologiques
- 3.2 Les stations forestières
- 3.3 Problème des peuplements artificiels
- 3.4 Synthèse

.../...

3e partie : Etude des liaisons milieu-production

Introduction

Chapitre 1 Méthodologie

- 1.1 Choix des données de base
- 1.2 Choix de l'échantillonnage
- 1.3 Exploitation des données

Chapitre 2 Prélèvement des données

Chapitre 3 Traitement des données

- 3.1 Résultats concernant l'épicéa commun
- 3.2 " " le pin sylvestre
- 3.3 Remarques

4e partie : Perspectives forestières

TITRE II - LES BOIS NOIRS (2e volume)

1re partie : Généralités

Chapitre 1 Délimitation de l'aire d'étude

Chapitre 2 Conditions naturelles

- 2.1. Approche géographique
- 2.2 Approche topographique
- 2.3 Approche climatique
- 2.4 Approche géologique
- 2.5 Approche pédologique
- 2.6 Approche hydrographique
- 2.7 Conclusion

Chapitre 3 Données forestières

- 3.1 Place de la forêt
- 3.2 Structure foncière
- 3.3 Types de peuplement
- 3.4 Evolution forestière post-glaciaire des Bois-Noirs
- 3.5 Conclusion

2e partie : Etude phyto-écologique

Introduction

Chapitre 1 Inventaire

- 1.1 Phase préliminaire
- 1.2 Choix de l'échantillonnage
- 1.3 Caractéristiques de la placette
- 1.4 Données relevées sur la placette
- 1.5 Déroulement de l'inventaire

Chapitre 2 L'exploitation des données

- 2.1 But et méthode
- 2.2 Codage des données

Chapitre 3 Résultats

- 3.1 Les groupes écologiques
- 3.2 Les stations forestières
- 3.3 Synthèse
- 3.4 Comparaison des résultats Bois-Noirs, Saint-Anthème

Conclusion

3e partie : Etude des liaisons milieu-production

Chapitre 1 Méthodologie

- 1.1 Nature de l'échantillonnage
- 1.2 Nature des données de base
- 1.3 Caractéristiques de la placette
- 1.4 Exploitation des données
- 1.5 Codage des données

Chapitre 2 Traitement des données

- 2.1 Résultats concernant l'épicéa commun
- 2.2 " " le pin sylvestre
- 2.3 " " le douglas
- 2.4 Conclusion

4e partie : Perspectives forestières

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE et Liste des espèces végétales rencontrées à ST ANTHEME et dans les BOIS-NOIRS.

*
* INTRODUCTION *
*

Etant donné la diversité des conditions écologiques, la forêt auvergnate et plus précisément celle du Puy-de-Dôme, revêt des aspects variés : depuis les taillis de chêne pubescent jusqu'aux hêtraies sapinières d'altitude. Mais ces peuplements présentent des importances territoriales très inégales : dans le département ceux de montagne dominent largement.

Or, dans ces régions montagnardes, la forêt a une vocation essentiellement résineuse. Aussi a-t-on recours aux grandes essences résineuses (épicéa commun, sapin pectiné, douglas, pin sylvestre) pour les substitutions d'essences, et pour les boisements de terrains nus. Mais les besoins, les exigences de ces dernières vis-à-vis des facteurs du milieu sont encore très mal connus, excepté dans leurs grandes caractéristiques.

Cette étude de l'écologie des essences peut être abordée de diverses manières. L'une d'elles réside en la recherche des facteurs limitants, recherche basée sur l'examen des reboisements et des causes de leur réussite ou de leur échec. Menée sur une région très vaste, cette enquête aboutit à la connaissance des conditions extrêmes de croissance et d'adaptation pour l'essence étudiée, et nous permet de définir les zones les plus et celles les moins favorables à cette espèce. Mais elle ne nous renseigne guère sur les conditions moyennes.

Une autre méthode consiste à travailler sur des régions de taille nettement inférieure ; elle comprend deux grandes phases :

- une phase écologique, qui a pour but une connaissance approfondie des divers milieux forestiers, grâce à la définition de stations forestières. ROL a explicité cette notion de station du point de vue écologique : "C'est une étendue de terrain, d'ailleurs très variable en superficie, mais homogène quant aux conditions écologiques qui y règnent. Autrement dit la station est une unité topographique définie par un ensemble de facteurs climatiques, édaphiques et biotiques. Un groupement végétal la caractérise et il résulte de l'action du milieu et des possibilités floristiques locales".

D'un point de vue forestier la station devient "une étendue de forêt homogène dans ses conditions écologiques et son peuplement, dans lequel le forestier peut pratiquer la même sylviculture et espérer une même production".

- une phase de corrélation facteurs stationnels-production, basée sur l'étude des peuplements en place compte-tenu des conditions de milieu dans lesquelles ils se trouvent. Cette étape nous renseigne sur le comportement d'une essence donnée suivant le type de milieu, et par suite elle nous permet d'apprécier les potentialités forestières des stations définies précédemment. Il est ainsi possible de déterminer pour chaque type de milieu dans la région étudiée l'essence qui y est la plus adaptée et la plus apte à le mettre en valeur.

Cette méthode est très intéressante lorsqu'il s'agit d'étudier de manière détaillée des zones bien localisées, ce qui est le cas présentement.

En effet, la région naturelle des Monts du Forez située en partie dans le Puy-de-Dôme offre de grandes possibilités en matière forestière, possibilités qui sont actuellement mal exploitées en raison de la structure foncière et des types de peuplement en place. C'est pourquoi il a été décidé la création de périmètres d'actions forestières dans cette région, de manière à permettre une meilleure valorisation forestière.

.../...

Le choix de ces zones d'intervention prioritaire a porté sur deux points :

- la commune de St Anthème où se posent des problèmes de substitution d'essences,
- les Bois Noirs, caractérisés par une surface importante de peuplements feuillus la plupart actuellement improductifs.

Il apparaît donc particulièrement intéressant d'étudier les conditions stationnelles ainsi que les potentialités forestières qui caractérisent ces deux territoires. Ceci constitue l'objet du présent rapport qui, pour chacun des deux périmètres se déroule en deux étapes :

- définition des stations forestières,
- étude des liaisons station-production.

T I T R E I

* G E N E R A L I T E S *
*

1er chapitre : Conditions naturelles

2e chapitre : Données forestières

1 - CONDITIONS NATURELLES

1.1 Situation géographique

D'une superficie totale de 6 889 ha, cette commune est localisée dans le quart sud-ouest du département du Puy-de-Dôme, en limite avec celui de la Loire, à une distance de 110 km de Clermont-Ferrand et de 56 km de Saint-Etienne (cf. carte 1).

Elle fait partie des Monts du Forez, région qui forme une barrière naturelle entre la plaine de la Limagne à l'ouest et la plaine du Forez à l'est. Le point culminant de ces monts, la Pierre-sur-Haute à 1 634 m, est très proche de St Anthème (quelques km).

1.2 Topographie - Hydrographie

Le relief est forgé par le réseau hydrographique de la rivière l'Ance d'axe nord-sud. Il nous permet de distinguer plusieurs zones aux caractères physiques marqués (cf. carte 2):

- à l'ouest et au nord, une zone de croupes arrondies, situées entre 1 200 et 1 400 m, dans l'axe principal de la chaîne des Monts du Forez, à déclivité générale vers le sud,

- à l'est une zone de plateaux un peu moins élevés (1 200-1 300 m) qui constitue un axe secondaire rejoignant le premier au nord de la commune. Ces lignes de crête forment les limites nord, ouest et est de la commune,

- des fonds de vallées au départ très encaissées, qui s'élargissent au fur et à mesure que l'on progresse vers le sud et deviennent le domaine des prés et terres alluvionnaires,

- au centre, une zone de flancs de vallées aux pentes assez accusées, limitée à l'ouest par l'Ance et à l'est par le Chantossel, à une altitude entre 1 000 et 1 250 m. Du fait de la direction des cours d'eau, les expositions Est et ouest dominent.

En résumé, trois points apparaissent prépondérants pour cette commune :

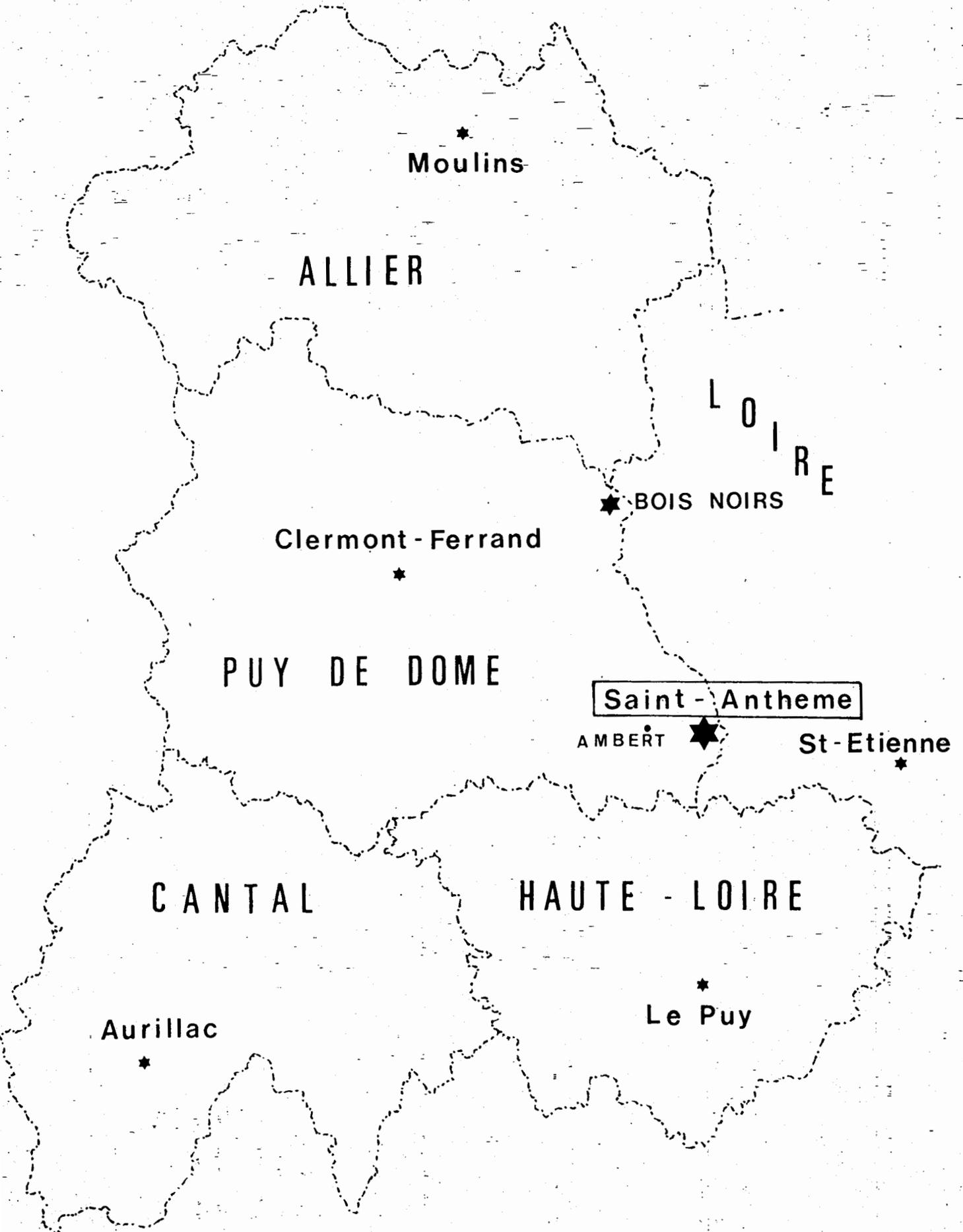
- l'altitude qui varie de 910 à 1 400 m,
- les vallées qui entrecoupent le paysage, confluant au niveau du bourg,
- une exposition générale vers le sud.

Quant au réseau hydrographique (cf. carte 3), les cours d'eau qui le composent prennent tous naissance dans les hauts plateaux périphériques. On distingue :

- à l'ouest l'Ance, grossie de l'Ancette et affluent de la Loire,
- à l'est, le ruisseau de la Veyssière et celui de Chantossel qui se jettent dans l'Ance au sud du bourg
- au sud-est le ruisseau de l'Enfer qui forme la limite de la commune.

A ce réseau déjà dense, viennent s'ajouter de nombreux petits cours d'eau, permanents ou non, situés en périphérie, des sources abondantes et quelques petites zones marécageuses à l'est et au nord.

PLAN DE SITUATION

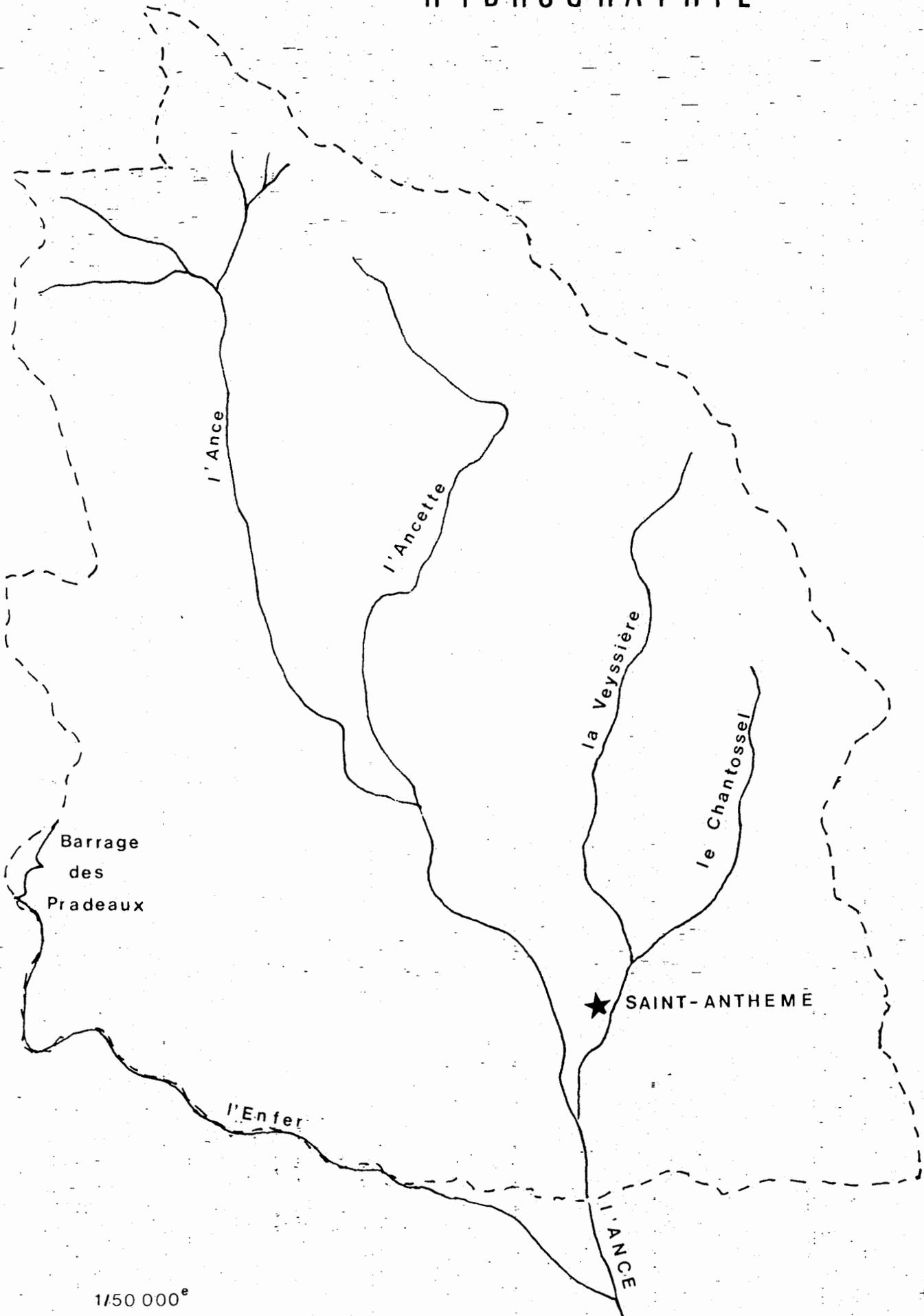


Echelle : 1/1 000 000

PRESENTATION GENERALE DE LA COMMUNE



HYDROGRAPHIE



Barrage
des
Pradeaux

l'Ance

l'Ancette

la Veyssiére

le Chantossel

l'Enfer

★ SAINT-ANTHEME

l'ANCE

1/50 000^e



1.3 Climat

Les données chiffrées des bulletins météorologiques du Puy-de-Dôme correspondent à des observations effectuées au bourg de St Anthème, donc dans une des parties les plus abritées et les plus basses de la commune. Aussi ces données ne doivent-elles pas être extrapolées à l'ensemble de celle-ci.

1.3.1 Températures

Le tableau n° 4 bis donne les valeurs pour la période 1946-1970 et les années 1975 et 1976. Il en résulte que :

- la température moyenne annuelle est de 7°4 pour la période 1946-1970, avec janvier comme mois le plus froid et juillet comme mois le plus chaud (cf. graphique 4),
- l'amplitude entre les mois les plus chauds et ceux les plus froids est élevée, mais non excessive étant donné l'altitude,
- on note un minimum absolu de -20°7 pour le mois de janvier 1976.

De même les températures extrêmes moyennes, qui renseignent sur l'écart par rapport aux températures moyennes mensuelles montrent que, même durant les mois d'été, les moyennes des températures minima sont peu élevées.

Le nombre de jours de gel par an oscille entre 150 et 170 jours. Il a gelé au bourg en juin 1975. Et les gelées précoces peuvent débuter en septembre.

1.3.2. Pluviométrie

Le tableau n° 5 bis fournit les valeurs des précipitations mensuelles pour la période 1931-1960 ainsi que pour les années 1974-75 et 76. A cela viennent s'ajouter certaines données concernant la commune d'Ambert située à une quinzaine de kilomètres à l'ouest de St Anthème à 540 m d'altitude.

Les précipitations annuelles sont estimées à 1 000 mm d'eau pour le bourg mais cette valeur doit augmenter rapidement avec l'altitude puisqu'au point culminant du Forez, on estime la pluviométrie totale annuelle à 1 500 mm d'eau. Ainsi la hauteur de pluie reçue par les hauts plateaux doit tourner aux environs de 1 200-1 350 mm d'eau.

Les courbes de précipitations moyennes mensuelles (cf. graphique 5) montrent deux maxima (en juin et août) et deux minima (en mars et juillet).

Parallèlement si l'on observe les régimes pluviaux saisonniers, on constate un maximum durant l'été, et un minimum l'hiver, ce qui traduit un régime pluviométrique de type plutôt continental.

Mais si l'on considère les valeurs des précipitations moyennes mensuelles pour les années 1974-75 et 76, on remarque des différences assez nettes pour un mois donné. Si l'on compare la pluviométrie totale annuelle de St Anthème à celle de communes situées dans des régions de l'Auvergne plus occidentales, celle-ci se révèle nettement plus faible. Ainsi "St Anthème et La Tour d'Auvergne (Monts Dorés) bien que situées à des altitudes comparables ont des pluviométries respectives de 1 013 mm et de 1 415 mm". De plus à St Anthème les amplitudes annuelles sont assez importantes, ce qui traduit une certaine continentalité.

D'ailleurs cette partie du Forez est plus sèche et plus continentale que la partie nord du Forez (Bois Noirs). Ainsi "Chabreloche bien qu'à

Températures Moyennes Mensuelles (1931 - 1960)

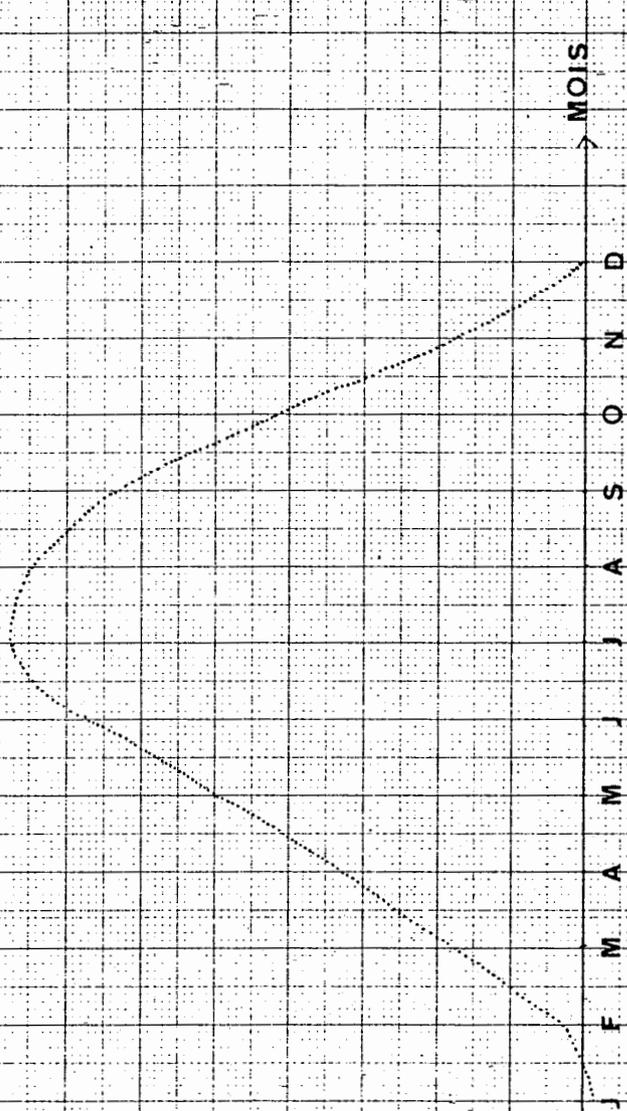
SAINI - ANTHEME

TEMPERATURE
(°C)

15
10
5

MOIS

J F M A M J J A S O N D



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Σ
(Minimum :													
(absolu/mois	-20,7	-11,3	-12,9	-6,7	-5,2	0,6	2,4	1	-2,3	-3,4	-6	-11,6	
(1976													
(TMI : moyen													
(mens. des													
(temp. min.	-4,8	-2,9	-3,7	-1,2	3	5,6	7,9	6	4,5	2,8	-1,2	-3,8	
(quotidien.													
(1976													
(Maximum													
(absolu/mois	15,2	16,1	17,2	19,7	23,7	28,1	29,3	28	21,8	23,9	13,3	11	
(1976													
(TMA : moy.													
(mens. des	4,1	6,8	9,7	11,5	17,6	23,1	22,9	21,1	16,2	12,3	5,9	4,3	
(temp. max.													
(quotidien.													
(1976													
(Temp. moyen													
(mensuelle	-0,3	2	3	5,1	10,3	14,4	15,4	13,5	10,4	7,6	2,3	0,3	7
(TMI+TMA)/2:													
(1976													
(Valeurs													
(mens. nor-	-0,3	0,6	3,5	6,5	9,9	13,4	15,5	14,9	12,7	8,4	3,6	0,2	7,4
(males													
(1946-1975:													
(G : nombre													
(de jours de													
(gel 1976	22	24	27	18	9	3	0	0	0	17	22	28	170
(G.: 1976	26	23	27	21	8	0	0	0	4	5	21	23	158

* TMI : moyenne mensuelle des températures minimales qu'otidiennes

TMA : " " maximales

Tableau n° 4 bis

Hauteur
en mm

Précipitations Moyennes Mensuelles (1931 - 1960)

100

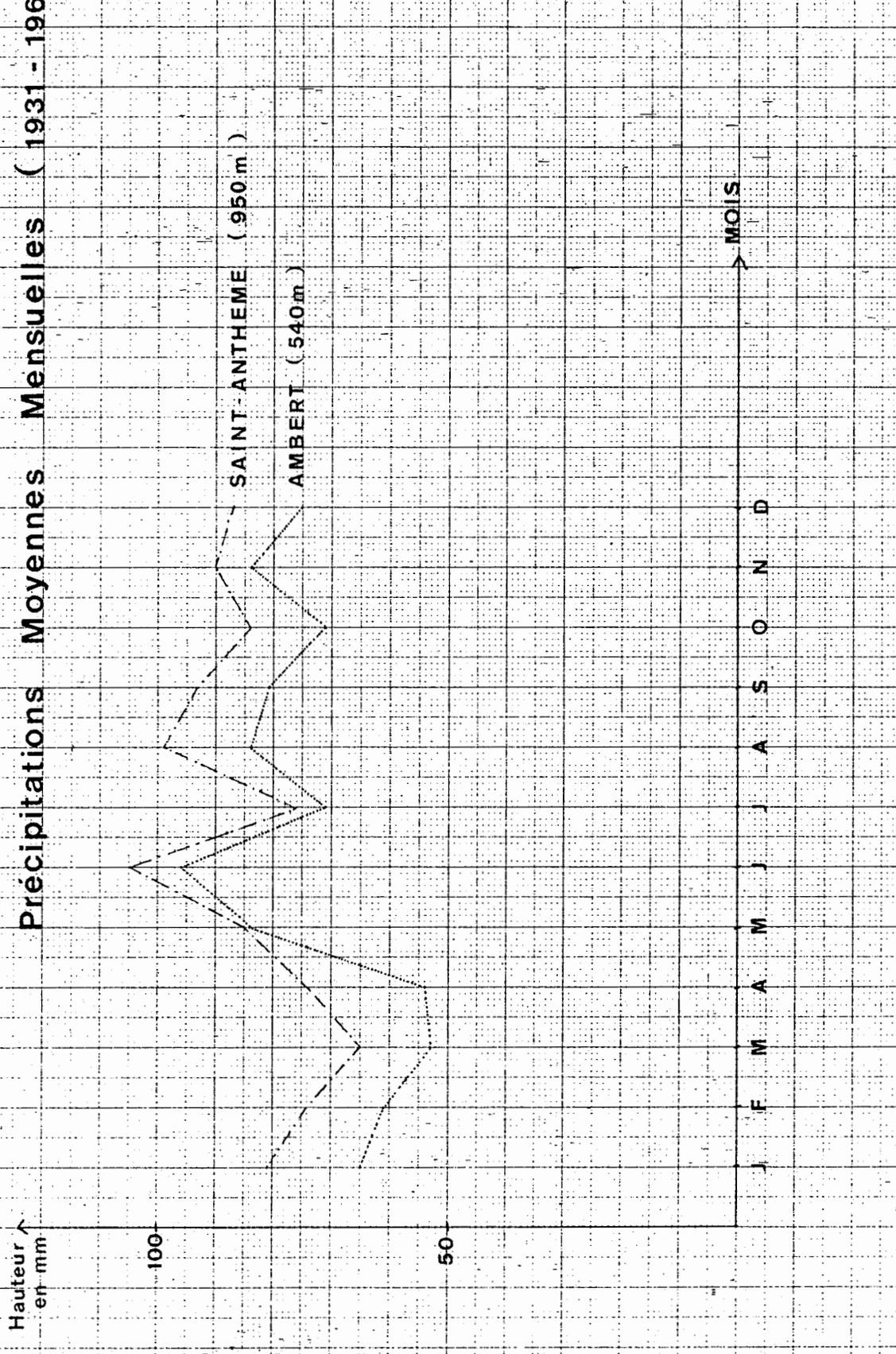
50

SAINT-ANTHEME (950.m)

AMBERT (540.m)

MOIS

J F M A M J J A S O N D



PRECIPITATIONS

SAINT ANTHEME - 950 m

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Σ
(Précipita- tions mens: (1974	44	134	110	52	95	67	48	77	151	130	178	40	1.124
(Précipita- tions mens: (1975	120	29	103	54	126	128	32	152	167	12	127	29	1.076
(Précipita- tions mens: (1976	57	78	22	49	108	10	79	109	104	199	109	116	1.040
(Nbre de jours de (pluie	13	13	11	14	11	4	15	11	11	23	18	14	158
(Valeurs mensuelles (normales (1931-1960	81	74	65	74	85	105	76	99	93	84	90	87	1.013
(Nbre de jours de (neige 1972:	12	18	11	8	4	0	0	0	0	0	5	3	61
(" " 1973:	10	17	9	13	0	0	0	0	0	0	7	9	65

AMBERT 540 m

(Précipita- tions mens: (1976	70	58	19	38	77	26	88	120	138	138	*	*	*
(Valeurs (mens. nor- (male 1931- 1960	65	61	53	54	84	96	71	84	81	71	84	75	879

* insuffisance ou absence de données. Tableau n° 5 bis

l'altitude modeste de 617 m a une pluviométrie de 1 135 mm nettement supérieure à celle de St Anthème pourtant situé à 950 m d'altitude".

Les précipitations hivernales sont principalement sous forme de neige. Le nombre de jours de neige connu pour 1972 et 1973 est d'environ 60. Les premières arrivent en novembre et se poursuivent jusqu'aux mois d'avril mai. La neige est assez abondante surtout sur les hauteurs et ce phénomène est accentué par le vent qui forme des congères rendant les communications difficiles.

1.3.3 Vent

Les seuls renseignements sont donnés par les habitants qui considèrent que le régime des vents est à dominance nord-sud, empruntant ainsi l'axe des vallées. Mais le régime doit être beaucoup plus complexe en altitude, où les vents de nord-ouest et d'ouest prennent une grande importance. Néanmoins les vents du sud ne sont pas négligeables surtout en période de neige où par le redoux qu'ils amènent, ils contribuent à une fonte des neiges assez rapide par à-coups.

Les vents sont assez violents surtout l'été et persistent à peu près continuellement sur les hauts reliefs, avec une importance variable.

Il faut souligner le rôle du vent dans cette région, qui peut être considéré comme un des grands ennemis de la végétation forestière. Son influence néfaste est nettement visible sur les quelques arbustes qui parsèment la lande, et principalement les pins sylvestres : port des rameaux et cime dissymétriques, troncs à formes tourmentées, croissance très réduite. Son action s'exerce principalement sur les croupes au-dessus de 1 300 m, mais aussi dans les zones un peu plus basses au nord-est qui ne bénéficient pas d'une position d'abri.

1.3.4 Synthèse climatique

L'indice d'aridité de De MARTONNE s'exprime par la formule :

$$I : \frac{P}{t + 10}$$

P : précipitations annuelles en mms d'eau

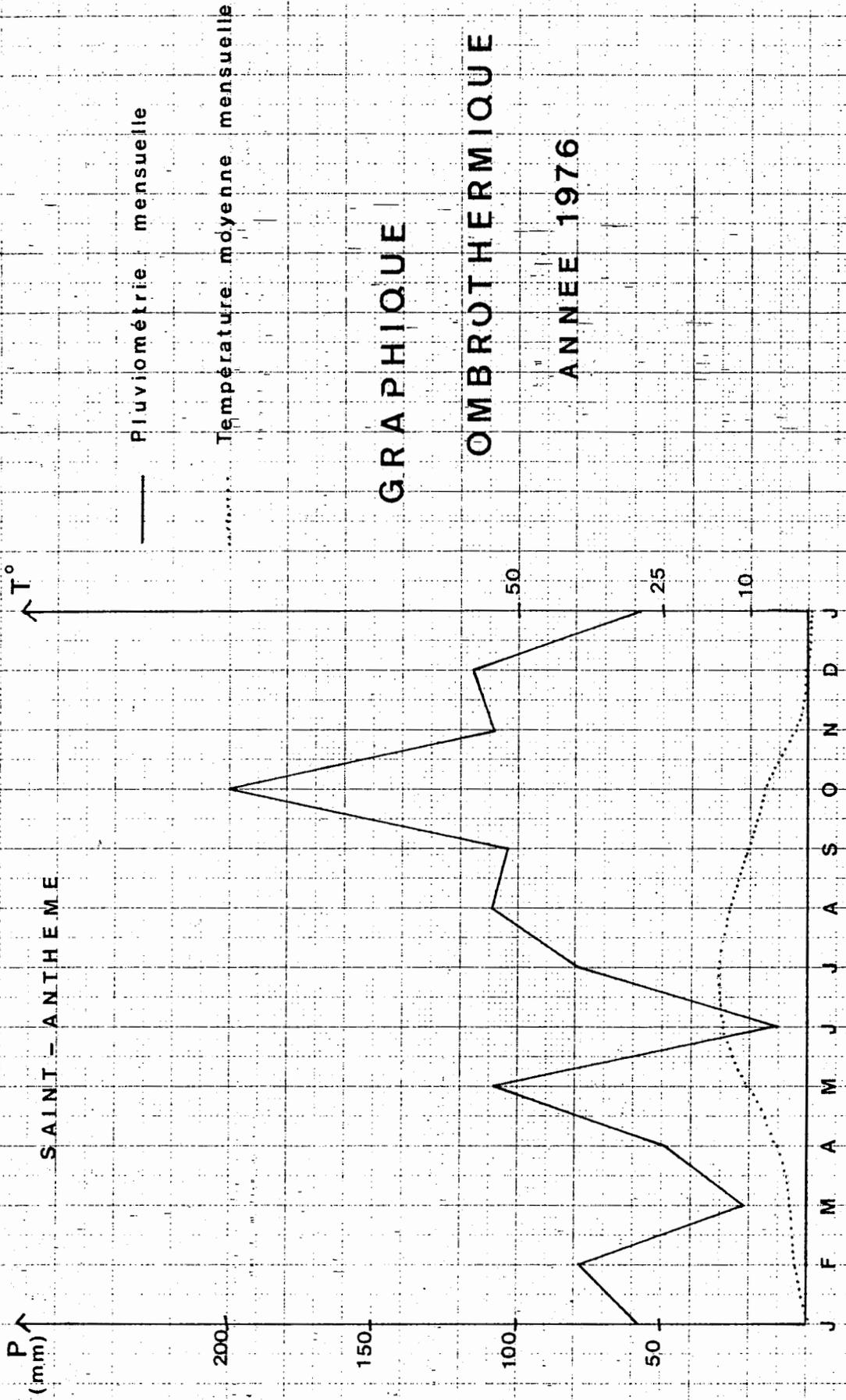
t : température annuelle en degrés centigrades

Pour St Anthème cet indice a une valeur égale à 60, valeur assez élevée qui caractérise un climat humide mais frais.

Si l'on regarde le diagramme ombrothermique représentant l'année 1976, année de sécheresse, on constate que celle-ci a sévi au bourg pendant un peu moins d'un mois : de mi-mai à mi-juin (mois sec selon GAUSSEN c'est-à-dire où les précipitations mensuelles sont inférieures à 2 fois la température mensuelle (cf. graphique 6). Or le bourg est un des endroits les plus secs de la commune.

La comparaison des températures moyennes mensuelles à une température seuil donne une estimation de la saison de végétation : c'est la période au cours de laquelle les valeurs moyennes mensuelles sont supérieures à la valeur seuil en général fixée à 7° C pour la végétation forestière. D'après cette méthode il résulte que la saison de végétation débute au mois de mai et s'achève au mois d'octobre d'où une durée de 6 mois pour le bourg de St Anthème. Mais ces résultats ne sont qu'approximatifs car ils "ne tiennent pas compte des influences microclimatiques". De plus, ils ne concernent que la zone la plus basse et la plus abritée de la commune : le bourg.

Toutes ces données font de St Anthème une commune au climat rude, à tendance continentale mais où les influences montagnardes dominent dès que l'on s'élève en altitude. Seuls les flancs est et sud-est bénéficient d'une



position d'abri.

1.4 Géologie

Les renseignements figurant sur la carte n° 7 sont extraits de la carte géologique au 1/80.000e : feuille de Montbrison.

On rencontre les formations suivantes :

- le granite des Monts du Forez, granite intrusif riche en pegmatites qui se localise en périphérie, à l'ouest et au nord-est de la commune et correspond aux zones les plus élevées,

- le granite d'anatexie à cordiérite lié au métamorphisme, roche à deux micas et à cordiérite, qui recouvre essentiellement la partie sud-est de la commune,

- l'anatexite à biotite ou gneiss de St Anthème- gneiss très feldspathique riche en biotite et sillimanite, qui occupe une bande N.S. au centre de la commune,

- des alluvions qui s'étendent le long de la vallée de l'Ance.

Cette commune présente une relative homogénéité du point de vue géologique : elle est essentiellement constituée par du granite, roche qui se caractérise par une altération physique importante. Cette désagrégation donne naissance à une arène, "formation meuble de couleur claire, plus ou moins grossière, cohérente aux affleurements, au sein de laquelle peuvent subsister des blocs granitiques rebelles à l'altération".

La nature de cette arène, de par sa profondeur, sa structure plus ou moins grossière, sa teneur en éléments argileux peut avoir des répercussions sur le plan édaphique (rétention en eau, volume du sol prospectable par les racines) et par conséquence sur le plan forestier.

1.5 Pédologie

Sur ces roche-mères cristallines, on rencontre plusieurs types de sols, plus ou moins bien représentés sur la commune, dont le profil-type figure sur la carte n° 8. Ce sont :

1.51 Le ranker crypto-podzolique

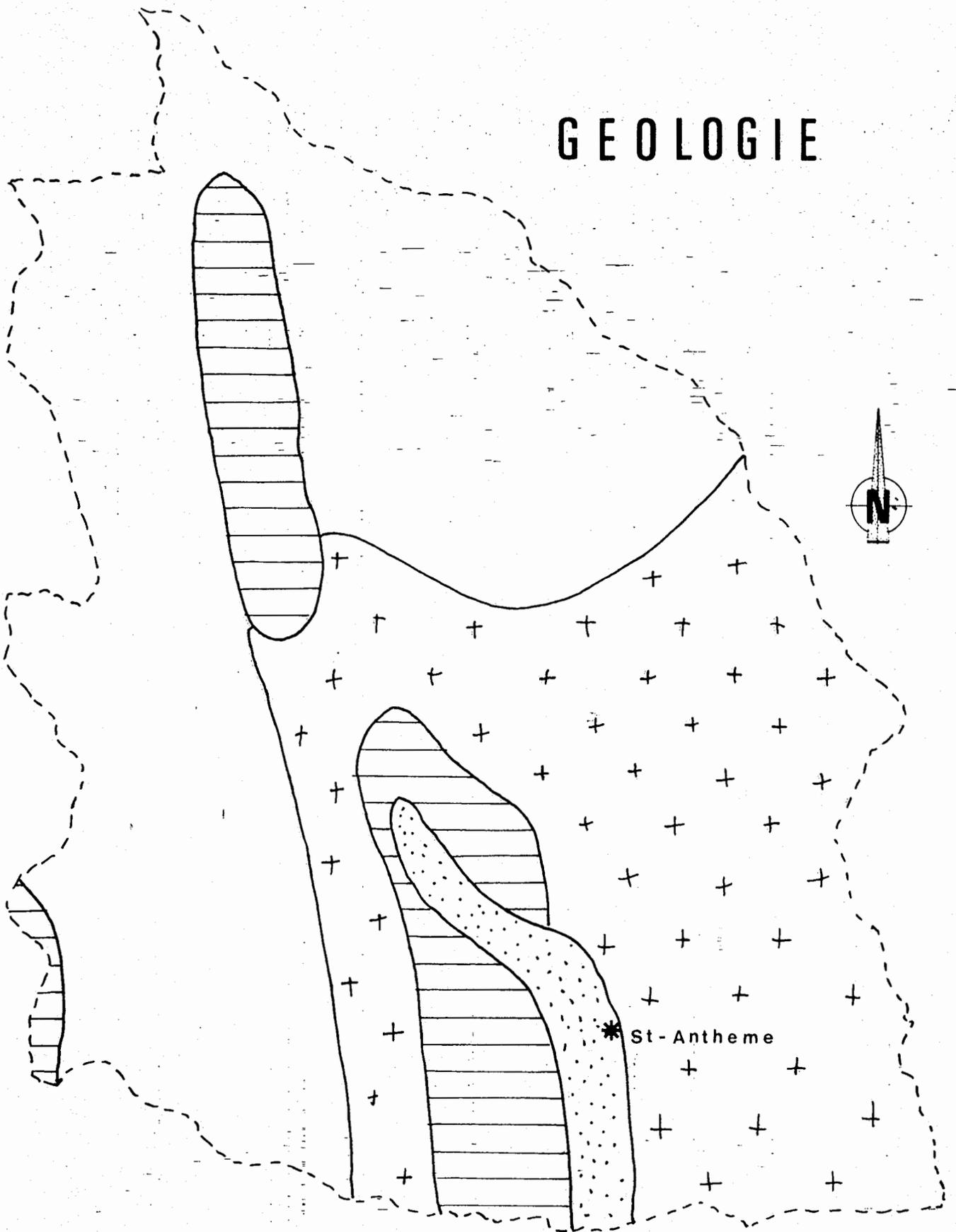
Il se localise sur les sommets arrondis des croupes dénudées, à une altitude en général supérieure à 1 350 m et sur granite du Forez.

Ces sols se caractérisent par une humidification très importante dans tout le profil et par l'absence d'horizon B. L'humus est un mor très épais (jusqu'à 20-30 cm d'épaisseur), noir (de couleur 10YR 1/1 d'après les planches de Standard Soil Colors Charts), dû à la présence d'une litière acidifiante à base de myrtille et surtout de callune, et aux conditions climatiques défavorables à la minéralisation de la matière organique. A la surface, on observe un feutrage très dense de racines.

L'horizon A1 est très humifié (10YR 2/1) et relativement épais. Il a une structure fondue très compacte due à la présence de la matière organique. A sa base, on observe quelquefois un horizon A1B encore humifère et un peu plus riche en argile, à structure plus construite.

La profondeur de ces sols observés sur St Anthème est d'environ

GEOLOGIE

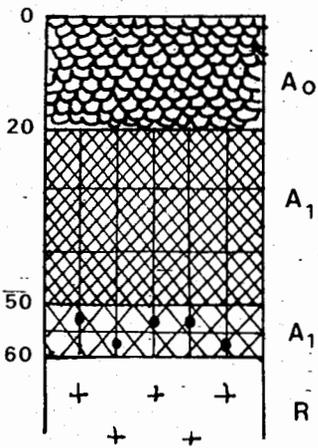


-  GRANITE A CORDIERITE
-  GRANITE DU FOREZ
-  ANATEXITE A BIOTITE
-  ALLUVIONS

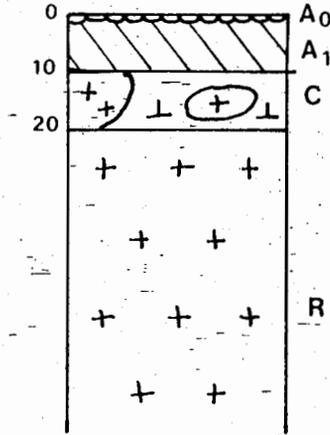
1/50 000^e

Carte 7

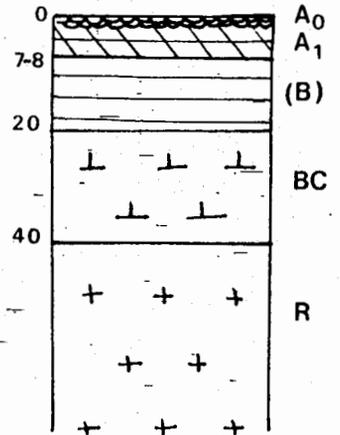
PROFILS DES TYPES DE SOLS



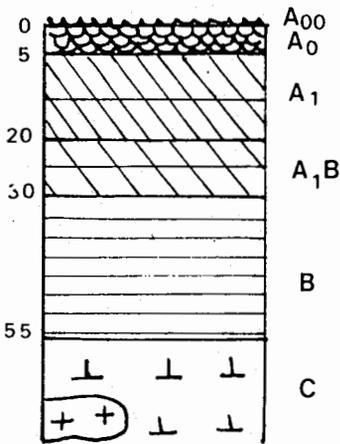
Ranker crypto-podzolique



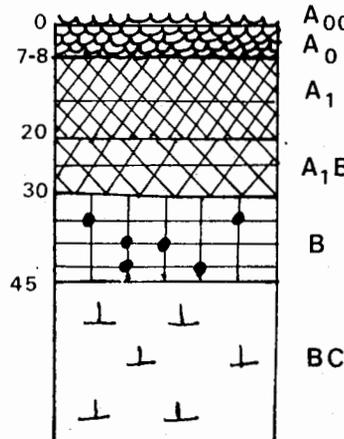
Ranker d'érosion



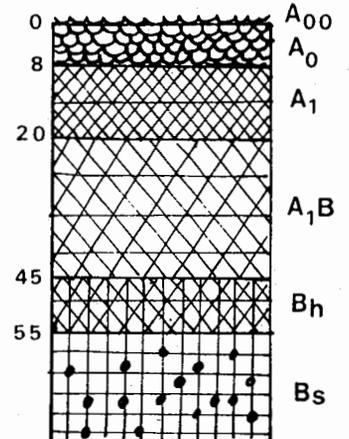
Sol brun acide



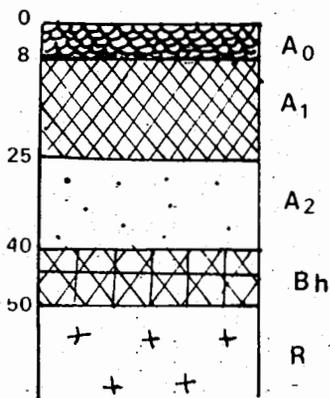
Sol brun faiblement lessivé



Sol brun ocreux



Sol ocre podzolique



Podzol humique

- Couche organique peu décomposée
- Horizon humifère peu actif
- Horizon humifère actif
- Argile (avec oxyde de fer absorbé)
- Horizon cendreuse
- Accumulation de fer ferrique hydraté
- Alumine libre
- Roche-mère siliceuse altérée
- Roche-mère siliceuse non altérée

60 cm . Ce type de sol présente certains caractères analytiques qui le rapproche des sols podzoliques d'où son nom de ranker crypto-podzolique. Ce sont les teneurs importantes en aluminium et en fer libre, et complexé dans la matière organique et la forte proportion d'acides fulviques (BONNEAU 1976). Cette podzolisation est de caractère climatique (DUCHAUFOR 1977).

Des analyses effectuées sur des sols de ce type, dans une commune voisine de St Anthème, ont montré que ces sols sont en général pauvres en azote, en calcium et en phosphore assimilable par les arbres.

1.5.2 Le ranker d'érosion

De profil peu différencié Ao,A1,C ces sols sont superficiels, avec une profondeur variant entre 20 et 50 cm . L'humus peut être un mull ou un moder. L'horizon A1 est très sableux, avec une structure particulière et se caractérise par sa pauvreté en éléments de nature argileuse. C'est un horizon en général assez clair (10 YR 4/3).

On note quelquefois un début d'horizon A1B sous l'horizon A1, caractérisé par un léger enrichissement en argile, et une structure à tendance plus construite.

Ce sont des sols pauvres, dont la rétention en eau est médiocre qui se localisent sur les pentes des flancs des vallées.

1.5.3 Le sol brun acide

De profil-type A1,(B),BC ce sol est peu représenté sur la commune. En surface on observe en général une mince couche de litière composée d'aiguilles de pins sylvestres, en décomposition. L'humus est un mull-moder peu épais, de couleur claire (10YR 3/4), et contient de nombreuses racines de graminées.

La teneur en argile varie peu en A1 et (B). Ces deux horizons, de texture sablo-limoneuse montrent une structure construite en petits agrégats.

La teneur en argile par contre diminue fortement dans l'horizon BC, riche en sables.

1.5.4 Le sol brun faiblement lessivé

C'est le type de sol le plus courant au niveau de St Anthème. On le trouve sous forêt et sous lande. Il est l'intermédiaire entre le sol brun acide et le sol brun lessivé. Il est caractérisé par :

- un horizon organique Ao assez épais (de 5 à 10 cm) et sombre,
- un horizon A1 riche en matière organique (de couleur 10YR 2/3), à texture sablo-limoneuse et structure construite,
- un horizon B à teneur en argile plus forte, conséquence d'un début de lessivage, et de couleur plus claire (10 YR 4/4). De texture argilo-sableuse, cet horizon se caractérise par une structure massive.
- la présence, en général, d'un horizon intermédiaire A1B plus riche en argile que l'horizon A1 (texture sablo-argileuse). De couleur plus claire aussi (10YR 3/3) il montre une structure le plus souvent massive.

Depuis l'horizon A1 jusqu'à B on observe donc un enrichissement en argile de même qu'un éclaircissement progressif des horizons.

1.5.5 Le sol brun ocreux

Ce sol présente un début de podzolisation. Le profil type est constitué par :

- un humus de type acide qui a le plus souvent les caractéristiques physiques d'un mor,
- un horizon A1 humifère (10YR 2/3) à texture sablo-limoneuse et structure construite,
- un horizon de transition A1B encore humifère,
- un horizon B de couleur rouille (10YR 4/6) assez vive, "due à l'augmentation du fer complexé mobilisable, par rapport au fer lié aux argiles" (DUCHAUFOR 1977). Cet horizon est enrichi en argile et présente une texture sablo-argileuse.

Dans l'ensemble ces sols brun ocreux sont très humifères.

1.5.6 Le sol ocre podzologique

Dans ce type de sol, la podzolisation revêt un caractère plus accentué. On y trouve :

- un horizon organique A0 très sombre à structure fibreuse,
- un horizon A1 humifère (10YR 2/3) à structure construite et texture limono-sableuse,
- un horizon A1 B encore humifère et enrichi en argile, de texture sablo-argileuse,
- un horizon Bh bien individualisé, horizon humifère de couleur sombre (10YR 3/3 à 3/4) d'une dizaine de centimètres, à texture sablo-argileuse,
- un horizon Bs qui présente une couleur rouille assez vive (10YR 4/6) due à la migration du fer et de l'alumine. Cet horizon se caractérise aussi par un taux d'argile plus important.

La distinction effectuée entre ces deux derniers types de sol est basée ici sur des caractères physiques. Mais ces deux types sont très proches l'un de l'autre et la distinction finale doit être assurée par des analyses chimiques.

1.5.7 Le podzol humifère

Il se caractérise par :

- un humus de type mor, brun noir,
- un horizon A1 encore riche en matière organique à structure fondue très plastique. Des grains de sable y sont visibles à l'oeil nu,
- un horizon A2 gris beige (5YR 5/1) caractérisé par sa pauvreté en argile et sa structure particulière due à la forte proportion de sables,
- un horizon Bh dont la couleur sombre (7,5 YR 4/2) est due à une accumulation de matière organique et qui montre un enrichissement en argile (texture sablo-argileuse).

Conclusion

Les sols forestiers de la commune sont dans l'ensemble riches en

.../...

matière organique. De type acide, ils présentent un complexe argilo-humique très désaturé.

Ils sont assez profonds (profondeur en général supérieure à 50cm). excepté quelques rankers d'érosion. Mais cette profondeur est relative compte-tenu de la présence de l'arène granitique, qui peut-être assez importante.

Ces deux facteurs sont prépondérants car d'eux va dépendre en grande partie la capacité de ces sols à constituer des réserves en eau. En effet, ces sols à texture relativement sableuse ont la propriété d'être fil-trants. La pluviosité importante doit compenser ce caractère mais il est possible que pour certains rankers d'érosion sur pente (en exposition sud de plus) il y ait quelques courtes périodes de sécheresse, surtout lors des années de pluviosité faible.

N.B. On trouvera en annexe, une carte de la commune représentant pour chaque point ayant fait l'objet de relevé, le type de sol rencontré (cf. carte de répartition des sols).

2 - DONNEES FORESTIERES

La commune de St Anthème est à cheval sur deux régions forestières définies par l'Inventaire Forestier National (cf. carte n° 9). Ce sont :

- à l'ouest le Forez-Livradois, zone montagneuse aux formes arrondies, caractérisée par la dominance et l'abondance de la sapinière,
- à l'est le Forez continental, haut plateau vallonné qui se prolonge au sud par le plateau granitique de la Haute-Loire. C'est le domaine du pin sylvestre.

2.1 Importance de la forêt à St Anthème

Celle-ci avec une surface de 2 624 ha, couvre 38 % de la superficie totale communale. D'après les données du cadastre rénové en 1977, elle se ventile ainsi :

Bois résineux.	classe 1 : futaie résineuse	120 ha
	classe 2 : sapin	861 ha
	classe 3 : sapin	569 ha
	classe 4 : pin	263 ha
	classe 5 : pin	275 ha
	<hr/>	
	Total.....	2 088 ha
Bois feuillus	classe 1 : futaie feuillue	290 ha
	classe 2 : " "	130 ha
	classe 3 : taillis simple	116 ha
	<hr/>	
	Total.....	536 ha

Les résineux dominent donc nettement les feuillus, occupant 80 % de la surface boisée, avec une prépondérance du sapin pectiné. Les classes 1 et 2 comprennent, outre les sapinières adultes, les reboisements en épicéa (et sapin). Les pins, de même que les feuillus couvrent 20 % de la surface totale boisée.

Remarque : on doit noter la surface importante, estimée à 1 640 ha, qu'occupent les landes, ce qui représente presque le quart de la superficie totale communale.

2.2 Structure foncière

Elle se ventile en deux grands types de propriété : la propriété privée et sectionale.

2.2.1. La forêt privée

Elle couvre environ 2 100 ha, soit 80 % de la surface forestière totale. Cette forêt est très morcelée. L'enquête effectuée par la SOMIVAL en 1966 a estimé que la parcelle moyenne forestière était inférieure à 30 ares.

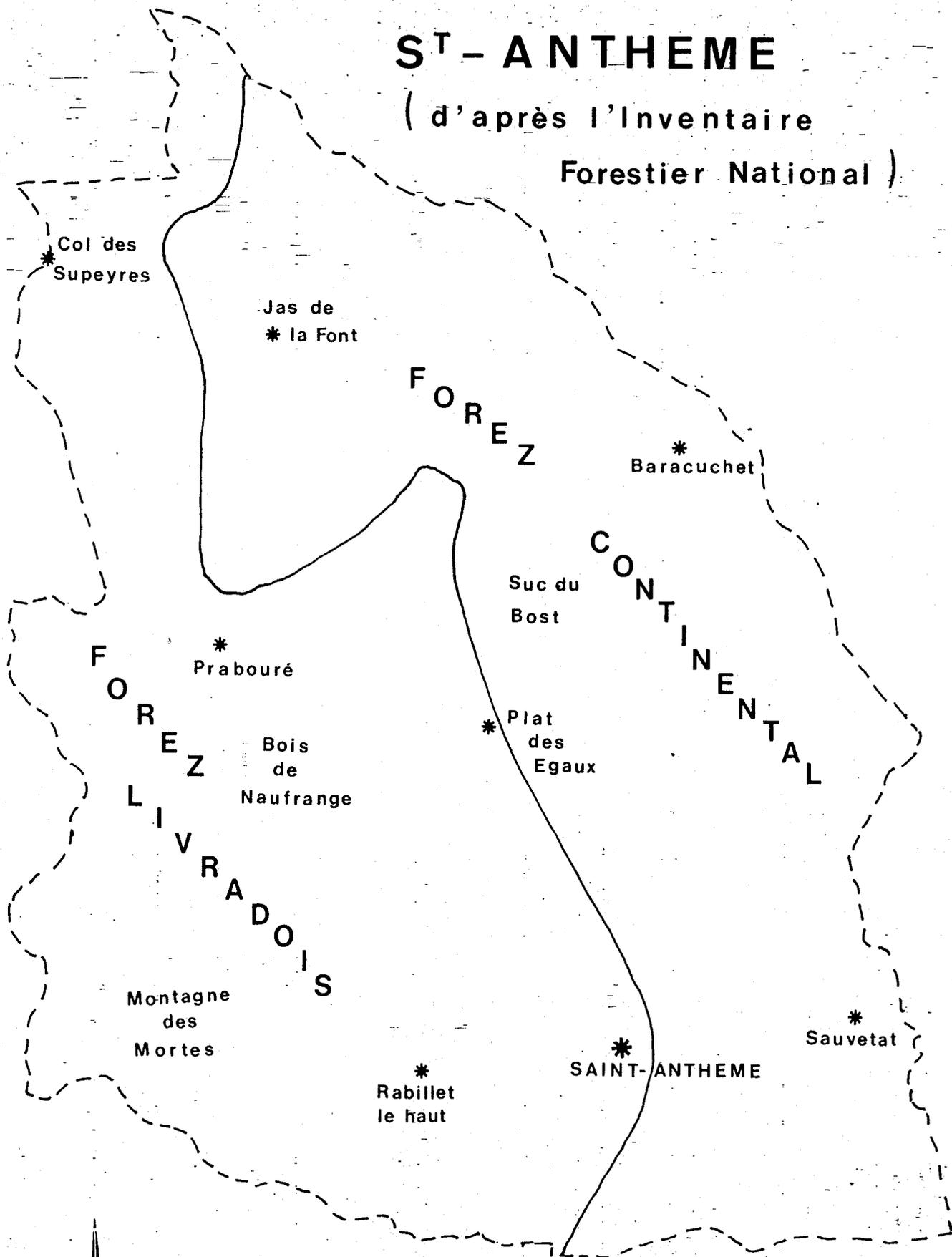
D'ailleurs la petite taille de certaines pineraies et pessières en témoigne. Seule une propriété dépasse les 25 ha d'un seul tenant. Il s'agit d'un jeune reboisement effectué en 1968 sur 66 ha au lieu-dit la Montagne des Mortes.

REGIONS FORESTIERES

au niveau de

ST-ANTHEME

(d'après l'Inventaire
Forestier National)



1/50 000^e

2.2.2 La forêt sectionale

Les sections de communes sont propriétaires d'environ 560 ha de forêts, ce qui représente environ 20 % de la surface totale boisée. Parmi ces 560 ha, environ 500 sont soumis au régime forestier et forment 18 forêts appartenant à des sections ou groupes de sections différentes. La surface totale de ces dernières varie de 6 à 100 ha, avec une surface moyenne de 25 ha environ. Ce morcellement accentue les difficultés de gestion forestière.

Ces forêts sont localisées sur le versant ouest de la vallée de l'Ance vers le Suc du Bost, à l'est de Barcuchet, et au sud-est et sud ouest du bourg.

2.3 Essences et types de peuplements

2.3.1 Les peuplements feuillus

Ils sont composés essentiellement de hêtre, avec quelques accrues de bouleaux, sorbiers des oiseleurs et alisiers blancs.

Les taillis de hêtre abondent en altitude jusqu'à 1 350 m environ, le long des vallées encaissées (col des Supeyres) ou formant limite entre les landes et la sapinière (vers Prabouré). Il s'agit le plus souvent de taillis très denses, de faible hauteur (=10 m) aux formes tourmentées et rabougries. Les futaies sont surtout localisées sur les versants en petits tènements.

2.3.2. La sapinière

Elle forme un important massif sur le flanc ouest de la vallée de l'Ance (Bois de Naufrange). On la trouve, occupant des surfaces modestes vers le Suc du Bost, au sud-est de la Sauvetat et vers Rabillet-le-Haut.

Il existe quelques jeunes peuplements à structure régulière. Mais la plupart des sapinières sont des sapinières auparavant traitées en futaie jardinée. Ces peuplements souvent très vieillis accusent une tendance très nette à la régularisation. Les bois de petit diamètre ($\ll 15$ cm) sont peu représentés. De plus la régénération, bien qu'existante, est généralement très moyenne, voire faible. En altitude ces sapins constituent des peuplements mélangés avec le hêtre, qui d'ailleurs devient dominant.

2.3.3 Les pineraies

Les pins sylvestres participent à deux formations différentes : les peuplements denses et les pré-bois ^{et} accrues :

- les peuplements denses, localisés principalement au sud-est ainsi que sur les flancs des vallées au nord du bourg. Ce sont la plupart du temps des boqueteaux de forme géométrique ce qui s'explique par le fait qu'avant ils participaient à l'assolement. Ainsi d'après d'Alverny : "Abondant dans le Forez, le pin sylvestre y est spontané, mais domestiqué... Les massifs sont ici comme des champs qu'on ne faucherait qu'après 50 ou 60 ans ; ils font partie de l'assolement de ces pauvres cultures, ainsi que les genêts qui les précèdent et les suivent". Ces peuplements sont le plus souvent issus de semis naturels et appartiennent à la race noble du pin sylvestre d'Auvergne.

Dans certains bois, on note la présence d'un sous-étage complet de hêtre, essence très vigoureuse qui progressivement prend le relais du pin sylvestre.

L'enrichissement de certaines vieilles pineraies a été réalisé, par l'introduction en sous-étage de sapins pectinés (et aussi d'épicéas) mais

ceci se limite au domaine soumis au régime forestier : car dans les bois privés, le pâturage est encore souvent une réalité.

- les pré-bois de pins sylvestres, abondants dans toute la partie nord-est de la commune. A l'intérieur de cette catégorie, on distingue deux formations différentes : des bois centenaires clairs encore pâturés (ex. Sûc du Bost, Plat des Egaux) ou de véritables accrus (Baracuchet) en altitude. Là les pins sylvestres ont souffert, en plus du pâturage, des conditions climatiques très dures qui sévissent. Très disséminés, d'âge variable, ces arbres ont de grosses branches basses, une cime large mais irrégulière.

En outre, sur les flancs des vallées, on rencontre des peuplements de type intermédiaire, composés d'un mélange pin sylvestre-hêtre dans lesquels les pins sylvestres présentent une faible densité.

2.3.4 Les pessières

Elles se ventilent en deux grandes catégories :

- les peuplements âgés de 40 à 60 ans, issus du reboisement d'entre les deux guerres. Ils occupent des petites parcelles privées dont peu atteignent l'hectare. On trouve quelquefois dans ces pessières quelques mélèzes ou douglas. (ex. Jas de la Font). Ces jeunes futaies se trouvent à une altitude le plus souvent inférieure à 1 200 - 1 250 m,

- les jeunes reboisements postérieurs au F.F.N. (Fonds Forestier National). Ils ont été réalisés le plus souvent avec l'aide de subventions sur de petites surfaces. Néanmoins on note trois importants reboisements (deux sectionaux et un privé) qui couvrent une surface d'une cinquantaine d'hectares et ont bénéficié d'un prêt en travaux ou en numéraires. Ces reboisements se localisent à l'ouest et au nord-est de la commune, sur des landes.

2.4 Problèmes de limite supérieure de la végétation forestière

Actuellement la majeure partie des reliefs situés au-dessus de 1 300 m est le domaine de la lande et constitue les Hautes-Chaumes. La forêt dépasse rarement cette limite. Seuls font exception les hêtraies du Col des Supeyres et la hêtraie sapinière au-dessus de Prabouré qui arrivent jusqu'à 1 380 m. Mais ces dernières sont assez abritées des vents d'ouest et de nord-ouest.

Cette lande se présente comme une formation ligneuse basse, en mélange avec une végétation herbacée à dominante de graminées, et parsemée de quelques rares arbustes : alisier blanc, sorbier des oiseleurs, pin sylvestre, hêtre.

Ces Hautes-Chaumes qu'on retrouve sur les sommets des Vosges, de la Margeride et dans les Monts Dorés, constituent l'étage subalpin appelé plus communément l'étage pseudo-alpin.

Divers auteurs se sont interrogés sur l'origine de ces landes et par suite sur la limite naturelle de la végétation forestière. Ainsi d'après DAGET on rencontre deux types de sols sur les landes culminales de la Margeride : "dans les parties inférieures et moyennes les sols sains rencontrés sont de type ocre podzolique à mode fin et épais, sur les crêtes culminales ce sont des rankers crypto-podzoliques. Ces remarques sont comparables à celles qui ont été faites par LEMEE dans les Monts Dorés, et par CARBIENER dans les Vosges et confirmées par DUCHAUFOR et BONNEAU ; or ces auteurs considèrent le ranker crypto-podzolique comme un substrat asylvatique".

Or, les observations effectuées à St Anthème vont dans ce sens.

.../...

En effet, les rankers crypto-podzoliques rencontrés se limitent aux sommets des croupes, au-dessus de 1 400 mètres environ ; en-dessous ils laissent la place à des sols plus évolués, de type sol brun ou ocre podzolique.

Il semble donc qu'à St Anthème seules les parties sommitales, au-dessus de 1 400 m peuvent être considérées comme asylvatiques. La lande qui les recouvre a sans doute "une origine très ancienne, probablement climacique, caractérisée par la présence de rankers cryptopodzoliques". Parallèlement les chaumes à altitude plus basse doivent avoir une origine artificielle et provenir d'une dégradation importante de la forêt causée par les abondants déboisements effectués lors des siècles précédents en vue du pâturage.

2.5 Conclusion

- La forêt tient à St Anthème une place importante :
- elle occupe près de 40 % de la surface communale,
- elle est essentiellement privée mais son morcellement nuit à sa mise en valeur,
- elle est essentiellement résineuse avec une dominance du sapin et du pin sylvestre,
- les pineraies sont dans l'ensemble peu productives,
- beaucoup de peuplements sont âgés.

TITRE II

*
* ETUDE PHYTO - ECOLOGIQUE *
*

- 1er chapitre : l'Inventaire
- 2e chapitre : Exploitation des données
- 3e chapitre : Résultats

ECOLE NATIONALE
du GENIE RURAL des EAUX et des FORETS
BIBLIOTHEQUE de NANCY

L'approche écologique de la commune de St Anthème doit permettre de mettre en évidence les composantes du milieu, ainsi que leurs variations et parallèlement d'étudier le comportement des essences résineuses sur chaque type de milieu.

Cela revient à définir des stations forestières et dans un second temps à voir leurs potentialités, grâce à l'étude des caractéristiques des peuplements en place sur chaque grand type de station.

Un inventaire des peuplements par placettes sert de base à l'étude de ces stations. Il a lieu au niveau des peuplements feuillus et résineux, dans lesquels on relève un certain nombre de variables qui permettront de caractériser les différentes stations.

I - L'INVENTAIRE

1.1 Phase préliminaire

Avant de procéder à l'inventaire proprement dit, une étude préalable s'impose, de manière à mieux appréhender le milieu. Cette phase est primordiale pour le choix du type d'inventaire et la caractérisation des placettes.

Les documents de base utilisés pour cette étude sont les suivants :

- cartes topographiques au 1/25 000e
feuille d'Arlanc 3-4
" d'Ambert 7-8
- photographies aériennes au 1/5 000e en noir et blanc
(mission de 1974)
- carte géologique de Montbrison au 1/80 000e

Les autres ouvrages d'ordre climatique, botanique, ... (d'ailleurs peu nombreux) sont mentionnés dans la bibliographie.

L'examen de ces documents permet de voir quelles peuvent être les grandes variations d'ordre géologique, topographique... et d'étudier la répartition des divers peuplements sur la commune.

1.2 Choix de l'échantillonnage

Le nombre de relevés à effectuer a été fixé à environ 120 relevés.

L'échantillonnage doit donner une bonne représentation spatiale de la végétation et des conditions du milieu du périmètre d'étude. Plusieurs types sont possibles :

- échantillonnage systématique d'après un quadrillage du périmètre d'étude. Les relevés matérialisés sur les cartes topographiques par les points de contact des droites, sont bien localisés. Par contre cela nécessite sur le terrain, suffisamment de points de repères (ex. parcellaire) pour trouver facilement l'emplacement du relevé. De plus dans des zones au relief accidenté, et lorsque les boisements sont éparpillés, l'on risque d'éliminer certains points intéressants, à moins d'avoir un quadrillage serré d'où un nombre de placettes élevé. Par contre ce type permet une cartographie facile des résultats.

- échantillonnage au hasard par un choix d'axes de coordonnées. Des couples de coordonnées, tirés au sort matérialisent les points de relevés. Ce type rend le cheminement difficile. Dans ce cas un nombre suffisamment grand de relevés est indispensable pour avoir une bonne représentation de la commune. De plus si les conditions de milieu sont très variées, l'on risque de ne pas avoir assez d'échantillons dans chaque type de milieu,

- échantillonnage subjectif : les relevés sont implantés dans des zones que l'on estime représentatives et homogènes. L'étude des documents de base permet une implantation des placettes de manière à recouvrir les grandes variations observées à l'échelle de la zone d'étude. Ce type permet d'appréhender les différents types de milieu, vastes ou non. En outre, il suffit d'un nombre réduit de relevés pour caractériser les stations.

Le choix de ce dernier type a été déterminé par certaines considérations :

- la sapinière, presque regroupée en un seul massif compact serait défavorisée dans un échantillonnage systématique par rapport aux autres essences beaucoup plus disséminées,

- la dispersion et l'importance des pineraies, le nombre de relevés devant tenir compte de cette diversité,

- la taille réduite et l'éparpillement des pessières inventoriées entraînant un nombre de relevés disproportionné par rapport à la surface globale occupée par cette essence,

- le nombre global de placettes à effectuer,

- le repérage et le cheminement plus faciles par cette méthode,

- la possession des photographies aériennes à petite échelle permettant une visualisation d'ensemble de la localisation et de l'importance des divers peuplements.

Aussi la répartition des 120 relevés a été fixée de manière approximative à :

20 relevés dans les pessières,

20 relevés dans les hêtraies,

35 relevés dans les pineraies,

25 relevés dans les sapinières,

20 relevés dans les Hautes Chaumes de manière à avoir une meilleure connaissance de ce milieu propre à cette région.

1.3 Caractéristique de la placette

Cette dernière doit être implantée dans une zone homogène au point de vue floristique et aussi des autres conditions telles la topographie, la pente, la composition du peuplement. L'homogénéité garde toutefois un caractère subjectif.

Sa surface est variable suivant le peuplement inventorié et est fonction de l'aire minimale (la plus petite surface sur laquelle on a les 9/10 des espèces vivant ensemble dans un milieu donné). En général l'étendue de la placette correspond à un cercle de 10 m de rayon. Ce rayon néanmoins peut être plus grand (jeunes pessières) ou plus restreint (cas des Hautes-Chaumes).

1.4 Données relevées sur la placette

Celles-ci doivent permettre de caractériser la placette. En outre, il est indispensable de prendre en compte tous les facteurs que l'on estime pouvoir être des variables explicatives. Ces critères sont au nombre de trois : d'ordre écologique, floristique et dendrométrique (ces derniers seront examinés ultérieurement cf. IIIe partie). S'y ajoutent des renseignements concernant la localisation de la placette (cf. fiches de relevé).

1.4.1 Localisation

Ce sont - le lieu,
- les coordonnées Lambert (projection horizontale et verticale).

1.4.2 Données écologiques

1.4.2.1. Renseignements généraux

Sont notées : - le numéro du relevé,
- la date du relevé,
- l'essence dominante, c'est-à-dire celle représentant pour les peuplements résineux au moins 80 % du nombre de tiges et pour les feuillus au moins 50 % (de plus à chaque essence correspond des fiches de relevés d'une certaine couleur),
- la soumission ou non au régime forestier de la zone prospectée

1.4.2.2 Topographie

Il s'agit de - l'altitude (en mètres),
- la pente (en %),
- la position topographique verticale (diverses positions types ont été envisagées),
- l'exposition,
- la distance au sommet du versant. Cette notion peut présenter un intérêt du fait de ses possibles repercussions au niveau édaphique (phénomène de lessivage).

1.4.2.3. Sol

Parmi les critères édaphiques, on distingue :

- la nature de la roche-mère,
- la profondeur du sol (c'est-à-dire la profondeur à laquelle on assiste, à un arrêt de la tarière pédologique, après plusieurs essais). En cas de sol très profond, la profondeur de sol prospectée a été limitée à un mètre. Dans les deux cas suivants (bloquage de la tarière par un horizon trop compact, atteinte de la limite de prospection), le dernier horizon rencontré, s'il se poursuit plus bas, est noté ainsi

Horizon X \longrightarrow
↑
arrêt de la tarière à 1 m par exemple

Cette estimation de la profondeur du sol peut être sensiblement différente de la profondeur du sol prospectable par les racines, du fait de la nature de la roche-mère. En effet, le granite peut présenter de nombreuses petites fissures dans lesquelles les racines peuvent s'introduire ce qui agrandit la rhizosphère.

- le type d'humus
- pour chaque horizon sont notés l'épaisseur
la texture,

COMMUNE DE ST-ANTHEME

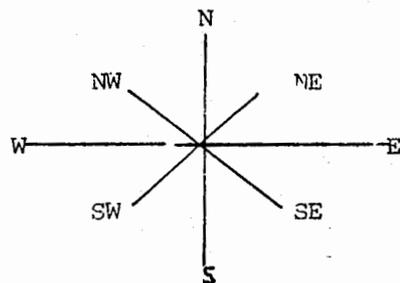
Essence dominante :

 **
 **
 ** FICHE DE RELEVÉ N° **
 **
 **

LOCALISATION : - Lieu-dit :
 - Coord. Lambert : - horiz : - vert. :

RENSEIGNEMENTS GENERAUX :

- Forêt soumise au Régime Forestier : OUI - NON
- Altitude : (m) - Pente : (%)
- Situation topographique : plat - sommet arrondi - haut de pente
 mi-pente - replat - bas de pente
 fond de val on
- Exposition :



- Distance au sommet du versant :

CRITERES DENDROMETRIQUES :

	1	2	3	4
ARBRE				
HAUTEUR				
TOTALE en cm				
CIRCONFERENCE				
en cm				

AGE : HAUTEUR DOMINANTE (m) =

COMMUNE DE ST-ANTHEME

RELEVÉ-N°

CRITERES EDAPHIQUES

Nature roche-mère :

Profondeur du sol :

Type d'humus :

(:	:	:	:	:	:	:)					
(HORIZON	:	1	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6)
(:	:	:	:	:	:	:)					
(Profondeur	:	:	:	:	:	:	:)					
(:	:	:	:	:	:	:)					
(Texture	:	:	:	:	:	:	:)					
(:	:	:	:	:	:	:)					
(Structure	:	:	:	:	:	:	:)					
(:	:	:	:	:	:	:)					
(Couleur	:	:	:	:	:	:	:)					
(:	:	:	:	:	:	:)					

TYPE DE SOL :

REMARQUES :

SERVATIONS :

la structure
la couleur.

Pour la texture, plusieurs classes ont été déterminées, grâce à une étude préalable des sols. Elles se ventilent ainsi :

texture sableuse (S)
texture sablo-limoneuse (SL)
texture limono-sableuse (LS)
texture sablo-argileuse (SA)
texture argilo-sableuse (AS)
texture sablo-argilo-
limoneuse (SAL)

Cette texture est appréciée au toucher. L'argile humidifiée colle, il est possible de la pétrir. Les limons, par contre, ne collent pas aux doigts, mais donnent une sensation douce au toucher, et souvent à l'état sec, ils tâchent les doigts (poussière).

Trois classes de structure ont été définies :

- structure particulière,
- structure construite,
- structure massive.

La première classe se caractérise par une absence de liaison entre les éléments du sol, et, par suite absence d'agrégats, la seconde par des agrégats bien formés. Dans la troisième classe, les éléments sont liés entre eux, mais forment une masse continue et compacte, on distingue difficilement les agrégats.

La couleur de chaque horizon est déterminée grâce aux planches de couleur Standard du Sol (Standard Soil Color Charts). Ceci permet de voir la teneur en matière organique de l'horizon étudié, cette dernière jouant un rôle important dans ces sols d'altitude.

Lors de la synthèse sera mentionné aussi le type pédogénétique du sol.

Rappelons en dernier lieu, que les sondages pédologiques sont effectués perpendiculairement à la surface du sol, quelque soit la pente.

1.4.3 Données floristiques

1.4.3.1 Le peuplement

Sont pris en considération :

- le type de peuplement (estimé au niveau de la placette),
- le recouvrement global pour chacune des quatre strates (arborescente, arbustive, herbacée et muscinale) et pour le sol nu.

Ce recouvrement est une estimation en pour cent de la projection au sol de la surface occupée par la strate, de manière à donner une idée de la répartition spatiale de la végétation.

- la régénération: existence et importance

Les remarques faites au niveau du peuplement : qualité, état sanitaire, chablis... ont été notées en observations.

1.4.3.2 Les espèces végétales

Chaque espèce végétale présente sur la placette est relevée.

.../...

Celles-ci sont regroupées par strates ; une même espèce peut ainsi se trouver dans divers^{es} strates (ex : semis et arbre).

En face de chacune d'elles est noté le coefficient d'abondance, dominance de BRAUN-BLANQUET . "Ce coefficient", d'après GUINOCHET "est une expression de l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce, espace qui est déterminé à la fois par leur nombre et leurs dimensions. Ce coefficient peut prendre les valeurs suivantes

Valeur du coefficient	Abondance	Dominance
+	Individus peu nombreux	5 %
1	Individus nombreux	
2	Individus très nombreux	
2	Abondance	5-25 %
3	quelconque	25-50 %
4		50-75 %
5		75 %

Remarques :

La strate arbustive a été différenciée en deux classes : la strate arbustive basse et la strate arbustive haute. Cette distinction a été faite en raison de la présence fréquente et de l'importance dans les relevés, de certaines espèces telles la myrtille, le genêt poilu, la calune... Ces espèces ne peuvent être considérées comme des espèces herbacées, néanmoins elles occupent dans l'espace un niveau particulier, inférieur à l'ensemble des autres arbustes. C'est pourquoi elles ont été regroupées dans une strate arbustive basse.

En raison de leur hauteur faible, le plus souvent inférieure à 10 m, quelques taillis d'altitude de hêtre ont été assimilés comme faisant partie de la strate arbustive haute. Dans deux relevés de pineraies (relevés n° 27-49), il existe un sous-étage complet de hêtres qui présente deux niveaux d'occupation de l'espace très distincts ; l'un d'eux étant situé juste sous les ramifications des arbres composant la strate arborescente dominante. Dans ce cas cette partie du sous-étage a été considérée comme faisant partie de la strate arborescente.

1.5 Déroulement de l'inventaire

Les relevés de terrain ont été effectués avec l'aide d'un élève-technicien supérieur stagiaire, au cours des mois de juillet-août 1978.

Nous avons travaillé sur 118 placettes dont la répartition est la suivante :

- 37 dans les pineraies,
- 26 dans les sapinières,
- 19 dans les pessières,
- 19 dans les hêtraies,
- 17 dans les landes.

Chaque placette a été matérialisée par son numéro, sur les cartes au 1/25 000e.

Remarque : trois placettes ont été effectuées en dehors (et en limite) de la commune.

.../...

Introduction : Notion de groupe écologique

La répartition des espèces végétales dans un milieu donné n'est pas le fruit du hasard. En effet, chaque espèce végétale réagit d'une manière qui lui est propre, à l'égard des différents facteurs du milieu. Elle présente donc vis-à-vis de chacun de ces facteurs un "profil écologique", qui nous renseigne sur les exigences et tolérances de celle-ci vis-à-vis de ce facteur ; et elle possède une certaine "écologie" vis-à-vis de la combinaison de ces facteurs, lesquels conditionnent sa répartition. La végétation spontanée quand elle est en équilibre avec un milieu donné, reflète donc les conditions de celui-ci.

Les espèces qui présentent les mêmes exigences vis-à-vis d'un ensemble de facteurs ont tendance à se grouper, et forment ce que l'on appelle un groupe écologique.

D'après DUVIGNEAUD "l'association se manifestant sur le terrain, est la somme d'un certain nombre de groupes écologiques, imbriqués les uns dans les autres dans des conditions de milieu déterminées. Le groupe le plus favorisé forme le noyau caractéristique de l'association".

A ce niveau, il importe de signaler la nécessité de travailler dans une région homogène du point de vue climatique, de manière à éviter la variation de ce facteur. Les groupes qui y sont définis ne sont valables qu'à l'intérieur de cette zone. Car d'une région à l'autre, certaines espèces caractéristiques d'un groupe peuvent se comporter de façon différente vis-à-vis d'un ou de plusieurs facteurs du milieu, et ainsi appartenir à un autre groupe.

2.1 But

Dans un premier temps, il s'agit de définir des groupes écologiques, c'est-à-dire des groupes d'espèces que l'on trouve généralement ensemble. La détermination de ces groupes nous permet d'individualiser des stations, caractérisées par la présence ou l'absence de tel ou tel groupe écologique. Chaque station est donc composée d'un ensemble de relevés qui ont des compositions floristiques très voisines.

Dans un second temps, on étudie les relations qui existent entre la végétation et les diverses conditions de milieu. Cela consiste à trouver la signification écologique des divers groupes, c'est-à-dire à estimer quels sont les facteurs écologiques prépondérants qui expliquent le mieux la répartition des espèces végétales et la présence de tel ou tel groupe d'espèces. A ce niveau, les connaissances déjà acquises de l'autoécologie de certaines espèces végétales dans la région d'étude peuvent faciliter la détermination.

Cette phase nous permet donc de définir les conditions écologiques qui caractérisent chaque station.

2.2. Méthode

2.2.1. Diagonalisation

La diagonalisation a été effectuée par la méthode des "bandelettes", méthode manuelle et purement phytosociologique. Elle ne fait intervenir que les espèces végétales et les relevés.

La première étape est l'établissement d'un tableau brut de

données, dans lequel les lignes représentent les espèces végétales et les colonnes les relevés. A l'insertion d'une ligne et d'une colonne, est noté le coefficient d'abondance dominance qui caractérise l'espèce dans le relevé.

Ce tableau est ensuite découpé en bandelettes horizontales qui représentent les espèces végétales ; et l'on peut ainsi, en les déplaçant, par tâtonnements successifs regrouper les espèces qui sont présentes dans les mêmes relevés.

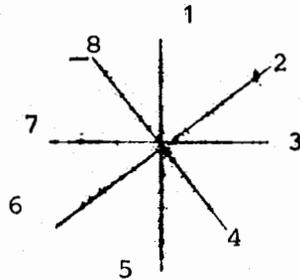
Parallèlement une deuxième série de bandelettes verticales qui représentent les relevés permet de rassembler ceux qui ont des compositions floristiques proches.

La diagonalisation finale a été précédée de trois tableaux successifs. Lors de cette dernière phase, nous avons bénéficié de la collaboration de M. GRANDJEAN, Professeur de Phytosociologie à l'E.N.I.T.E.F.

2.2.2 Utilisation des variables écologiques

Au bas du tableau diagonalisé ont été notées pour chaque relevé les données écologiques qui peuvent permettre d'estimer la signification écologique des divers groupes d'espèces. Un codage a été établi pour certaines variables.

Exposition



Pente

- 0 pente < 10 %
- 1 pente de 10 % à 20 %
- 2 20 % < Pente < 30 %
- 3 30 % < Pente < 40 %

Topographie

- 0 plat
- 1 sommet arrondi
- 2 haut de pente
- 3 mi-pente
- 4 replat
- 5 bas de pente

Altitude

- 0 alt. < 1 000 m
- 1 1 000 m < alt. < 1 050 m
- 2 1 050 m < alt. < 1 100 m
- 3 1 100 m < alt. < 1 150 m
- 4 1 150 m < alt. < 1 200 m
- 5 1 200 m < alt. < 1 250 m
- 6 1 250 m < alt. < 1 300 m
- 7 1 300 m < alt. < 1 350 m
- 8 alt. > 1.350 m

Humus

- 1 mull
- 2 mull-moder
- 3 moder
- 4 moder-mor
- 5 mor

Roche-mère 1 granite d'anatexie à cordiérite
 2 granite du Forez
 3 anatexite à biotite

Type de sol 1 ranker d'érosion
 2 sol brun acide
 3 sol brun faiblement lessivé
 4 sol brun ocreux
 5 sol ocre podzolique
 6 podzol humifère
 7 ranker cryptopodzolique

Dans la présentation du tableau diagonalisé final (cf. en annexe) seules ont été retenues pour la formation des groupes, les espèces végétales ayant un coefficient de présence supérieur à un certain seuil. Ce dernier a été fixé à 4 %, ainsi les espèces qui n'apparaissent pas dans plus de quatre relevés, ne servent pas à définir les groupes, (à l'exception des trois espèces du groupe 10 dont l'existence simultanée sur les mêmes relevés n'est pas le fait du hasard). On fait l'hypothèse qu'en dessous de ce seuil la présence de ces espèces n'est pas significative. Ces espèces ont été placées en bas du tableau, leur classement est fonction de l'appartenance des relevés dans lesquels elles sont présentes, à telle ou telle station.

Au sein des groupes d'espèces, le classement de celles-ci a été effectué selon leur coefficient de présence, dans un ordre décroissant.

N.B. Dans le tableau : "Caractérisation phyto-écologique des stations", certaines espèces végétales apparaissent affectées d'un numéro, suivant qu'elles appartiennent à la strate arborescente (...I), à la strate arbustive (...II), ou à la strate herbacée (...III).

3.1 Les groupes d'espèces

Ils sont au nombre de 10

Pour chaque groupe, seules ont été mentionnées les espèces qui ont un coefficient de présence assez élevé et celles qui représentent le mieux le groupe. Ce sont celles qui présentent le plus d'intérêt car elles peuvent être facilement utilisées sur le terrain pour la reconnaissance des groupes écologiques et par suite des stations.

Par ordre d'apparition sur le tableau diagonalisé, on trouve :

- le groupe des montagnardes xéro-héliophiles
- le groupe des super-acidiphiles héliophiles
- le groupe des hélio-mésophiles
- le groupe des mésoacidiphiles
- le groupe des nitro-héliophiles
- le groupe des espèces à optimum moder
- le groupe des sciaphiles moyennement acidiphiles
- le groupe des hygrophiles
- le groupe des hydrophiles
- le groupe des montagnardes hydrophiles

3.1.1 Le groupe des montagnardes xérohéliophiles

On y trouve : *Genista pilosa*
Peum athamanticum
Arnica montana
Gentiana lutea
Contodon pyrenaicus.

Ce groupe d'espèces est présent uniquement dans les landes ou Hautes-Chaumes et dans quelques pré-bois de pins sylvestres, à une altitude toujours supérieure à 1 200 m (et le plus souvent supérieure à 1 250 m).

Outre leur caractère montagnard, ces espèces sont très exigeantes en lumière, et témoignent d'une certaine sécheresse du milieu.

Le genêt poilu est abondant dans ce groupe, recouvrant le sol par plaques de surface variable.

3.1.2 Le groupe des super-acidiphiles héliophiles

Il est représenté par : *Calluna vulgaris*
Potentilla tormentilla
Nardus stricta
Festuca ovina
Genistella sagittalis
Juniperus communis

Ce groupe indique une acidité importante du milieu, ainsi qu'en témoigne la présence de cette espèce très acidiphile qu'est la callune. C'est d'ailleurs le plus acidiphile de tous les groupes rencontrés dans la zone d'étude.

Ce groupe présente de plus un caractère héliophile très marqué, il comprend des espèces telles le genévrier commun, la fétuque ovine, le nard raide, espèces très exigeantes en lumière. D'ailleurs ce groupe se localise dans les landes d'altitude, en mélange avec le groupe précédent, mais aussi dans les pré-bois et futaies claires de pin sylvestre. Par contre, il disparaît dans les pineraies plus denses.

3.1.3 Le groupe des hélio-mésophiles

Il s'agit de : *Festuca rubra*
Agrostis vulgaris
Veronica officinalis
Hypnum Schreberi
Anthoxanthum odoratum
Sarothamnus scoparius

Ce sont des espèces héliophiles, mais celles-ci supportent un certain couvert, puisqu'elles se maintiennent sous les pineraies denses. Par contre dès que le couvert devient plus épais (sapinières, hêtraies,...) ces espèces disparaissent. Ce groupe présente un caractère héliophile, mais un peu moins marqué que pour les groupes précédents.

En ce qui concerne les autres facteurs du milieu (humidité, acidité), ce groupe, à grande amplitude, se situe en position moyenne d'où le qualificatif de mésophile.

3.1.4 Le groupe des méso-acidiphiles

Il comprend : *Deschampsia flexuosa*
Vaccinium myrtillus
Galium saxatile
Sorbus aucuparia
Sorbus aria

Ces espèces sont présentes dans presque tous les relevés. Elles constituent un groupe constant au niveau de la commune. Ce groupe n'est pas d'une grande utilité pour caractériser et différencier les stations. Néanmoins par la présence d'espèces comme la myrtille, la canche flexueuse, il témoigne d'une certaine acidité du milieu. Cette acidité, dont l'importance varie suivant les stations est, par la suite, une caractéristique du périmètre d'étude. A ce groupe ont été rattachées quelques espèces moyennement acidiphiles (*Hylocomium splendens*, *Anemone memorosa*, *Melampyrum Pratense*) qui se caractérisent par leur absence dans les relevés de pineraies denses.

3.1.5 Le groupe des nitro-héliophiles

Il est représenté par : *Dicranum scoparium*

Hieracium murorum
Rubus idaeus
Conopodium denudatum
Acer pseudoplatanus
Epilobium angustifolium
Rubus sp.
Sambucus racemosa

Ce groupe présente une grande amplitude dans l'espace et dans sa composition floristique. On le trouve dans tous les relevés excepté ceux situés dans les landes et prébois et dans quelques hêtraies très denses.

Il est constitué d'espèces, généralement des espèces de montagne, à tendances écologiques différentes (espèces nitratophiles, méso-neutrophiles, neutroacidiphiles), mais qui ont plusieurs caractères communs :

- ces espèces sont localisées dans des trouées forestières ; ce sont donc des espèces héliophiles mais qui ont besoin d'une certaine "humidité" ambiante créée par la présence de la forêt. Outre, la grande amplitude spatiale du groupe, ce facteur explique son importance plus ou moins grande dans chaque relevé. Abondant dans les pineraies, il s'affaiblit dans les hêtraies et pessières denses. Par contre il est bien représenté dans les sapinières, ce qui s'explique par la structure de celles-ci ; composées d'un ensemble d'arbres âgés à fort diamètre, elles permettent plus facilement l'arrivée au sol de la lumière, qu'un jeune peuplement dense,

- ces espèces sont exigeantes en azote (sous forme nitrique) et se localisent sur des humus actifs. Or dans une trouée, du fait de la lumière, la minéralisation de l'humus est beaucoup plus active. Néanmoins suivant les conditions du milieu antérieures à la trouée (humidité, acidité, teneur en argile...) on observera l'apparition et l'importance de telle ou telle tendance.

3.1.6 Le groupe des espèces à optimum moder

Il comprend *Holcus mollis*
Hypnum purum
Veronica chamaedrys
Viola sylvestris
Dactylus glomerata

Ces espèces, recherchant un milieu moyennement acide, se localisent sur un humus de type moder.

Ce groupe, à faible amplitude, n'est présent que dans les pineraies denses.

3.1.7 Le groupe des sciaphiles moyennement acidiphiles

Il est représenté par : *Oxalis acetosella*
Polytrichum formosum
Prenanthes purpurea
Polygonatum verticillatum
Maianthemum bifolium

Ce sont des espèces qui vivent sous couvert dans un milieu assez frais. Du point de vue édaphique, cette humidité favorise la minéralisation de l'humus, et ces espèces, en général, témoignent d'une acidité moyenne. Ce groupe se localise dans les sapinières, les hêtraies d'altitude pour disparaître dans certaines hêtraies et dans les pessières.

Remarque : les types d'humus correspondants ont été classés dans les moder ou dans les mor. Ceci s'explique par le fait que ces humus ont été déterminés par des critères simples (épaisseur, présence ou absence des diverses couches L,F,H) et non par des analyses approfondies (pH, rapport C/N, pourcentage et degré d'évolution de la matière organique...) Dans ces zones de montagne, ces critères renseignent peu sur le dynamisme de la matière organique et peuvent conduire à des interprétations inexactes si l'on ne peut faire des analyses plus poussées ; d'où les divergences entre la signification écologique du groupe et l'interprétation des types d'humus qui a été faite. Ce fait vient confirmer l'intérêt d'une étude du milieu à partir des groupes écologiques.

3.1.8 Le groupe des hygrophiles

On y trouve : *Hypnum loreum*
Polystichum spinulosum
Rhitiadelphus triqueter

Ces espèces recherchent l'humidité atmosphérique. La présence de ces espèces indique que l'on se trouve dans les stations les plus arrosées ; et que le milieu ambiant est très humide.

3.1.9 Le groupe des hydrophiles

Il s'agit de *Polystichum filix-mas*
Athyrium filix femina
Epilobium montanum
Luzula pilosa

Ces espèces, à la différence des précédentes qui recherchent une humidité atmosphérique très importante, donc d'ordre climatique, sont avides d'eau dans le sol, et par suite recherchent une humidité importante d'ordre édaphique.

Ceci est confirmé par le fait que l'on trouve ce groupe dans des relevés situés souvent près de points d'eau.

Indicateur d'un sol très humide, ce groupe se localise dans des sapinières, dans des hêtraies d'altitude et dans de rares pineraies.

3.1.10 Le groupe des montagnardes hydrophiles

Il est composé de *Alium victoriale*
Adenostyles alliariae
Dryopteris linnaeana

Ce groupe d'amplitude écologique très restreinte n'apparaît que dans deux relevés à une altitude supérieure à 1 300 m. Outre son caractère montagnard, ce groupe indique une humidité importante dans le sol, encore plus importante que celle indiquée par le groupe précédent.

De plus l'humidité atmosphérique dans ces relevés est abondante.

3.2 Les stations forestières, leur signification écologique

Les relevés ont été rassemblés en fonction de l'absence ou de la présence des divers groupes écologiques, dans leur composition floristique. Ces derniers ont permis de différencier 8 stations, (le groupe des méso-acidiphiles n'ayant pas servi pour différencier les stations, ne sera pas mentionné lors de la définition des stations). En outre, les variables écologiques prises en compte pour chaque relevé nous permettent de préciser les conditions écologiques de chaque station.

3.2.1 Station I

Elle est caractérisée par :

- le groupe des montagnardes xéro-héliophiles et à un degré moindre,
- le groupe des super-acidiphiles héliophiles
- le groupe des hélio-mésophiles.

Cette station regroupe les relevés dans les landes excepté les deux situés en exposition sud et vers 1 200 m, et quelques relevés dans des pré-bois de pins sylvestres.

L'altitude est toujours supérieure à 1 200 m. Par contre, l'exposition et la topographie sont variables ; la pente est en général assez faible ne dépassant pas 30 %.

Le type de roche-mère est le granite du Forez. Cette homogénéité est due au fait que le granite du Forez constitue le socle de l'ensemble des zones les plus élevées, domaine des landes et pré-bois.

Le type de sol est variable :

- ranker cryptopodzolique sur les sommets à plus de 1 380 m,
- ranker d'érosion,
- sol brun ocreux,
- sol brun faiblement lessivé, quelquefois très humifère.

Ce sont des sols assez profonds puisque la profondeur moyenne est d'environ 70 cm. Le type d'humus est le plus souvent un mor très important pour les rankers cryptopodzoliques, ce type d'humus s'explique par l'altitude et surtout les conditions climatiques (température moyenne basse, enneigement long) qui sont défavorables à la minéralisation. De plus la litière d'éricacées (myrtille-callune) accentue ce phénomène. Seule la présence du genêt poilu, essence fixatrice d'azote atmosphérique, peut provoquer lorsqu'il est abondant, l'évolution du mor vers le moder par abaissement du rapport C/N.

On rencontre quelques moders sur les relevés à altitude plus basse.

On est donc en présence d'une station de landes montagnardes sur humus acide

3.2.2 Station II

Aucun groupe ne la caractérise par sa seule présence. En effet, parmi ceux que l'on y rencontre, aucun n'est propre à cette station puisqu'ils apparaissent dans d'autres. Il s'agit du :

- groupe des super-acidiphiles héliophiles,
- groupe des hélio-mésophiles

Il est possible néanmoins de dire que la station II est caractérisée par :

- la présence du groupe des superacidiphiles héliophiles et,
- l'absence des groupes des montagnardes xérohéliophiles.

Cette station comprend des relevés effectués dans des pineraies caractérisées par :

- un couvert assez faible lié à la densité du peuplement et à l'importance des houppiers, qui ne créent pas un obstacle au passage de la lumière ce qui explique la présence d'espèces très héliophiles. Ceci est aussi en relation directe avec l'atmosphère ambiante assez sèche.

- un milieu acide ainsi qu'en témoigne la présence du groupe des superacidiphiles héliophiles.

- une altitude comprise entre 1 100 et 1 200 m.

En ce qui concerne les autres facteurs du milieu, l'exposition est assez variable, néanmoins on ne note aucune exposition sud. La topographie est à dominante replat au haut de pente. Le type de roche-mère est uniforme : il s'agit du granite d'anatexie à cordiérite ; par contre le type de sol varie du sol brun faiblement lessivé au podzol humifère.

On peut donc parler d'une station de pineraies claires acidiphiles.

3.2.3. Station III

Elle est caractérisée par :

- le groupe des espèces à optimum moder,
- et à un degré moindre, le groupe des hélio-mésophiles,
- le groupe des nitro-héliophiles.

Cette station regroupe principalement des relevés dans les pineraies, les deux relevés dans les landes en exposition sud et un relevé dans les épiciéas. Ces relevés ont entre eux un certain nombre de caractères communs :

- le type d'humus est en général un moder,
- le couvert des pineraies est assez dense, plus que pour les relevés de la station II ce qui explique la disparition du groupe d'espèces très héliophiles. Néanmoins la nature du couvert propre aux pins sylvestres, qui est relativement léger, permet le maintien sous ces peuplements d'espèces héliophiles, mais moins exigeantes en lumière que le groupe précédent,

- l'exposition est à dominante sud,
- la topographie est une position en mi-pente,
- les sols ont dans l'ensemble une profondeur assez moyenne (autour de 60 cm). Mais pour la moitié d'entre eux, cette profondeur est inférieure ou égale à 50 cm. Ce sont pour la plupart des sols bruns faiblement lessivés. On note cependant plusieurs rankers d'érosion, sols très pauvres en argile et riches en sables.

Par contre, l'altitude varie de 1 000 à 1 250 m, avec une forte proportion de relevés à une altitude inférieure à 1 150 m. De même la roche-mère n'est pas uniforme.

On est en présence d'une station de pineraies denses moyennement acidiphiles sur pente.

3.2.4. Station IV

Outre, le groupe des mésoacidiphiles présent dans toutes les stations, on y rencontre :

- le groupe des nitro-héliophiles

Ces groupes sont d'ailleurs, dans la plupart des relevés, très faiblement représentés. Cette station est très pauvre du point de vue floristique ce qui nous amène à dire qu'elle est caractérisée par l'absence des divers groupes écologiques excepté le groupe 5.

Cette station comprend la plupart des relevés dans les hêtraies et deux relevés dans des pineraies caractérisées par un sous-étage complet et très vigoureux de hêtres.

Ces relevés ont en commun :

- un humus de type moder,
- une exposition à dominante W et E
- des pentes assez fortes (avec une moyenne de 27 %),
- un couvert dense et fermé.

Par contre, la position topographique est variable, de même que l'altitude, s'échelonnant de 1 000 m à 1 250 m.

Il en est de même pour le type de roche-mère et le type de sol qui va du sol brun faiblement lessivé au sol ocre podzolique.

Ces relevés constituent la station de la hêtraie méso-acidiphile

3.2.5 La station V

Cette station est caractérisée par :

- la présence du groupe des sciaphiles moyennement acidiphiles,
- l'absence du groupe des hygrophiles,
- " " des hydrophiles,
- " " des montagnardes hydrophiles

On y trouve aussi :

- le groupe des nitro-héliophiles,

On peut noter de plus la rareté du hêtre dans ces relevés.

Cette station est très peu représentée, puisqu'elle ne regroupe que 5 relevés, tous situés dans des sapinières, qui ont comme caractères communs :

- un humus moyennement acide,
- une humidité atmosphérique moyenne, néanmoins plus forte que dans les stations précédentes,
- une exposition à dominante W ou E.

L'ensemble de ces relevés forme la station V, station de la sapinière mésohygrophile moyennement acidiphile.

3.2.6 La station VI

Elle est caractérisée par :

- le groupe des hygrophiles, et à un degré moindre,
- le groupe des sciaphiles moyennement acidiphiles,
- le groupe des nitro-héliophiles.

Cette station rassemble des relevés dans des sapinières et un relevé dans une pineraie, qui ont en commun :

- une humidité atmosphérique ambiante très importante,
- une orientation nord et nord-est,
- un humus moyennement acide, du type moder (bien que certains aient été interprétés comme des mor),
- un sol de type brun ocreux. Ces sols sont moyennement profonds (profondeur moyenne de 65 cm environ). Le quart d'entre eux seulement a une profondeur supérieure ou égale à 80 cm.

Par contre, l'altitude s'étage de 1 100 à 1 300 m, la topographie et la pente sont variables, de même que le type de roche-mère.

La station VI correspond à la station de la sapinière hygrophile en exposition à dominante nord sur sol brun ocreux.

3.2.7 La station VII

Elle est caractérisée par :

- la présence du groupe des hydrophiles, et
- l'absence du groupe des montagnardes hydrophiles et à un degré moindre par,
- le groupe des sciaphiles moyennement acidiphiles,
- le groupe des nitro-héliophiles.

Cette station comprend des relevés en majorité dans des sapinières, quelques relevés dans des hêtraies et des pineraies.

Ces relevés ont comme caractères communs :

- un sol très humide,
- un humus de type moder,
- un sol de type brun faiblement lessivé.

Ces sols, avec une profondeur moyenne de 75 cm, sont plus profonds que ceux de la station VI. Les deux tiers d'entre eux ont une profondeur supérieure ou égale à 80 cm.

- une exposition à dominante est, voire nord-est.

Quant aux autres facteurs : pente, topographie, nature de la roche-mère, ils sont variables. L'altitude s'échelonne de 1 100 m à 1 350 m.

Ces relevés constituent la station de la hêtraie sapinière hydrophile en exposition à dominante est sur sol brun faiblement lessivé.

3.2.8 La station VIII

Elle est caractérisée par :

- le groupe des montagnardes hydrophiles, et à un degré moindre,
- le groupe des hydrophiles,
- le groupe des sciaphiles moyennement acidiphiles.

Il faut noter l'absence du groupe des nitro-héliophiles, groupe constant dans les stations constituées par des peuplements (en dehors de la station II). Cette absence est due au couvert très dense et très fermé des peuplements qui constituent cette station.

Celle-ci ne comprend que deux relevés dans des taillis de hêtre, mais ces derniers présentent des conditions écologiques très précises :

- une altitude supérieure à 1 340 m,
- une humidité très importante dans le sol,
- une pente forte,
- une exposition nord, nord-est,
- une roche-mère uniforme : le granite du Forez,
- un sol brun faiblement lessivé,
- une humidité atmosphérique élevé.

Nous sommes donc en présence d'une station de hêtraie
d'altitude très hydrophile

CONCLUSION :

L'étude phyto-écologique a permis de distinguer les stations suivantes :

- Station I : Landes montagnardes très acidiphiles
- Station II : Pineraies claires acidiphiles
- Station III : Pineraies denses moyennement acidiphiles
- Station IV : Hêtraie méso-acidiphile
- Station V : Sapinière méso-hygrophile
- Station VI : Sapinière hygrophile
- Station VII : Hêtraie sapinière hydrophile
- Station VIII : Hêtraie d'altitude très hydrophile

Pour l'ensemble des relevés, la répartition des types de station correspondants a été représenté sur une carte (cf. en annexe carte de répartition des stations).

3.3 Problème des peuplements artificiels

Pour la diagonalisation du tableau, seuls les relevés assez riches du point de vue floristique ont été conservés. Outre quelques relevés dans des hêtraies, la grande majorité des relevés dans des peuplements artificiels (pessières et quelques sapinières) n'ont pu être diagonalisés. Aussi se pose le problème de leur réinsertion dans les diverses stations.

Ceci est relativement facile pour les hêtraies, peuplements naturels en équilibre avec les conditions du milieu, dans lesquels la pauvreté floristique n'est pas due à l'action de l'homme mais à l'ensemble des conditions du milieu.

Mais les peuplements artificiels constituent un milieu perturbé par l'homme. La végétation antérieure a disparu, et celle actuelle est rare et ne comprend le plus souvent que des espèces mésoacidiphiles ou nitrohéliophiles, qui ne nous renseignent guère sur les potentialités floristiques du milieu. Dans le cas où la flore ne nous permet pas de reclasser les relevés, il est nécessaire de considérer les variables écologiques

dans la mesure où celles-ci sont suffisamment bien définies au niveau des stations.

Ainsi d'après la situation générale (altitude, pente, topographie, exposition) et d'après l'environnement immédiat de ces jeunes reboisements, il est possible de resituer chaque relevé dans une station avec plus ou moins de certitude.

Ces peuplements sont en majorité situés dans la tranche altitudinale 100 m - 1250 m et à une exposition à dominante sud et ouest. D'après l'examen de l'ensemble des relevés, il ressort que :

- la majorité des pessières ont été implantées principalement dans deux grands types de station : celle des pineraies denses moyennement acidiphiles et celle de la hêtraie méso-acidiphile,

- les autres ont été introduites dans la station des landes montagnardes et dans celle des pineraies claires acidiphiles.

Nous pouvons en déduire que ces pessières se situent dans un milieu caractérisé par une humidité moyenne, voire faible, et par une acidité moyenne, quelquefois importante.

3.4 Synthèse

Le tableau 11 résume les résultats énoncés précédemment, en montrant les correspondances existant entre les groupes écologiques et les stations forestières. D'après ce tableau, seuls les groupes 1-6-8 et 10 permettent, par leur seule présence, de caractériser certaines stations. Ces groupes ont une faible amplitude, d'où une signification écologique plus précise.

De plus l'on constate que les différents groupes écologiques s'échelonnent suivant deux gradients : l'humidité et l'acidité. A ces derniers se superpose un troisième facteur : le facteur lumière.

Ceux-ci apparaissent d'ailleurs lorsque leur importance les rend prépondérant, au niveau de la dénomination des groupes.

L'humidité croît depuis le groupe 1 jusqu'au groupe 10, groupe des espèces très hydrophiles. Et par suite la station I est la station la plus sèche, la station VIII la plus humide.

D'ailleurs ce facteur est lié à l'acidité, lequel varie en sens inverse. En effet, une certaine humidité est nécessaire pour une bonne décomposition des litières ; par contre un milieu trop sec freine les processus de l'humification. Ainsi la station I considérée comme la station la plus sèche, comprend le groupe 2, groupe des superacidiphiles. Par contre pour les stations où l'humidité est importante (stations VI, VII, VIII) on observe une acidité moindre.

A cela vient s'ajouter le facteur lumière, qui, en corrélation étroite avec l'humidité, varie dans le sens inverse à ce dernier. Le groupe 1 comprend des espèces très héliophiles, le groupe 3 des espèces héliophiles, puis l'on passe au groupe 7, groupe d'espèces sciaphiles, et finalement au groupe 10, composé d'espèces qui vivent sous un couvert dense.

Les facteurs humidité et lumière sont aussi en rapport avec le type de peuplement. En effet celui-ci, selon sa densité et sa consistance va intervenir de diverses manières, vis-à-vis du second facteur. Ainsi un

peuplement ouvert à couvert clair (ex : vieille futaie clairière de pins sylvestres) permettra le maintien d'espèces très héliophiles alors qu'un peuplement complet à couvert dense (ex : taillis dense de hêtres) comportera dans les basses strates une majorité d'espèces très sciaphiles. De même le type de peuplement va agir sur le facteur humidité, le premier type constituant un milieu beaucoup plus sec que le second.

Ainsi les groupes écologiques et par suite les stations forestières s'ordonnent en fonction des variables : humidité, acidité, lumière, suivant le schéma ci dessous

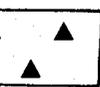
(:)
(Groupe écol.	: 1 2 9 10)
(-----	:-----)
(Station	: I II VII VIII)
(-----	:-----)
(Humidité	: - ----- +)
(-----	:-----)
(:)
(Acidité	: + ----- -)
(-----	:-----)
(Lumière	: + ----- -)
(-----	:-----)

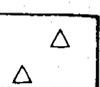
Les stations forestières étant définies, il s'agit dans un second temps d'étudier quelles sont les relations entre ces caractéristiques stationnelles et la production de certains essences résineuses.

TABLEAU DES CORRESPONDANCES

GROUPES ECOLOGIQUES - STATIONS

STATION GROUPE ECOLOGIQUE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mt·xHe	▲ ▲ ▲							
sA·He	△ △ △	△ △ △						
He·Mes	△ △ △	△ △ △	△ △ △					
Mes·A	△ △ △							
N·He			△ △ △					
opt Md			▲ ▲ ▲					
Sc·mA					△ △ △	△ △ △	△ △ △	△ △ △
Hg						▲ ▲ ▲		
Hd							△ △ △	△ △ △
Mt·Hd								▲ ▲ ▲

 Groupe dont la seule présence caractérise la station

 Groupe présent sur la station mais non discriminant

 Groupe absent de la station

TITRE III

```
*****  
*  
* ETUDE DES LIAISONS *  
*  
* MILIEU - PRODUCTION *  
*  
*****
```

- 1er chapitre : Méthodologie
- 2e chapitre : Prélèvement des données
- 3e chapitre : Traitement des données

INTRODUCTION

L'étude de l'action des facteurs du milieu sur la production a comme principaux objectifs :

- la détermination de facteurs prépondérants, c'est-à-dire ceux qui expliquent le mieux les variations de la production (ex. facteurs limitants) et de ceux dont le rôle peut être considéré comme négligeable, pour une essence donnée,

- la mise en évidence de la manière dont ils interviennent : en effet, un facteur ne peut devenir vraiment prépondérant qu'à partir d'une certaine valeur (seuil) ou entre des valeurs limites. De même qu'il peut agir de façon différente suivant l'âge des peuplements. Ainsi une étude sur les potentialités de l'épicéa en Haute-Ardèche a montré que le facteur vent a une influence significative sur la hauteur dominante des peuplements à 50 et 75 ans, mais que cette influence ne l'est plus sur les peuplements à 25 ans.

La connaissance de ces facteurs et de leur mode d'intervention nous renseigne sur la fertilité des différents types de milieu, et par suite nous permet de définir les milieux les plus favorables, ou au contraire les moins favorables à l'essence considérée.

Ces résultats ont pour principales conséquences :

- faciliter le choix de l'essence la mieux adaptée à un type de station donnée, dans le cas des jeunes reboisements,

- avoir une idée de la production que l'on est en mesure d'attendre pour une essence donnée, dans un milieu donné,

- permettre d'agir si cela est possible, sur certains facteurs, facteurs limitatifs de la production,

- délimiter pour le périmètre d'étude, les diverses affectations forestières possibles.

Cette étude a été réalisée pour les essences suivantes : épicéa, pin sylvestre et sapin pectiné. En raison de son faible intérêt économique, le hêtre a été éliminé. De plus son traitement en taillis ou en futaie irrégulière sur souche ne permet pas d'avoir des renseignements intéressants au niveau de la production.

I METHODOLOGIE

Cette étude est basée sur un inventaire par placettes des peuplements résineux du périmètre. Chaque point d'échantillonnage doit faire l'objet de mesures, qui se répartissent en deux grandes catégories :

- les mesures permettant de caractériser le milieu (variables écologiques),
- les mesures permettant de caractériser les peuplements (variables dendrométriques),

1.1 Choix des données de base

1.1.1 Choix de la variable caractérisant la production

Plusieurs variables sont susceptibles de caractériser celle-ci. Ce sont :

- le volume par hectare et par an. Cette donnée recouvre deux notions différentes de la production: la production moyenne et la production courante.

La première correspond à la production depuis l'origine jusqu'à une année donnée (valable seulement pour un peuplement régulier), la seconde correspond à la production dans un intervalle de temps généralement fixé à une année. Ceci nécessite : - des peuplements pleins, - un inventaire (P. moyenne) ou deux (P. courante) permettant de connaître le volume sur pied, - la connaissance du volume exploité depuis l'origine ou pendant l'intervalle de temps donné.

De plus pour que l'on puisse comparer les productions des différents peuplements, il est nécessaire de se fixer un âge de référence, d'où l'obligation d'avoir des peuplements d'âges voisins.

- le volume à un âge donné (ou la surface terrière).

Cette notion, très proche de celle de la production moyenne, nécessite d'avoir des parcelles de même âge, ou de connaître le volume antérieur à l'âge pris comme âge de référence. Là aussi le type de sylviculture intervient par le mode de prélèvement ; il importe donc de connaître le volume des prélèvements effectués auparavant.

- la hauteur à un âge donné.

On choisit comme hauteur caractéristique la hauteur dominante définie d'après PARDE comme la hauteur de l'arbre de surface terrière moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare.

Celle-ci présente beaucoup d'intérêt :

*elle n'est pas influencée par les éclaircies (sauf les éclaircies excessives par le haut) donc par le type de sylviculture,

*d'après la loi de EICHHORN élargie, la production totale en volume d'un peuplement est fonction de sa seule hauteur. (Cette loi est valable pour une espèce donnée, dans une région donnée caractérisée par des conditions climatiques relativement homogènes.

Par suite, la hauteur dominante à un âge donné, dépend seulement de la fertilité de la station et constitue un bon indicateur de fertilité.

Par contre, il est nécessaire :

- d'avoir des peuplements pleins, purs et équiennes,
- d'avoir des peuplements d'âge voisin ou de connaître leur hauteur dominante à un âge antérieur de référence.

1.1.2 Choix des variables caractérisant le milieu

Ces variables considérées comme des variables explicatives doivent répondre à plusieurs objectifs :

- bien caractériser le milieu,
- être dans la mesure du possible indépendantes entre elles c'est-à-dire n'être pas intégrés ou le moins possible dans d'autres variables choisies comme explicatives.
- être facilement mesurables et codifiables.

Ce choix des variables nécessite donc une bonne connaissance préalable du milieu, de façon à pouvoir appréhender les liaisons qui existent entre ces dernières.

1.1.3 Les variables retenues

1.1.3.1. Variable à expliquer

La hauteur dominante a été choisie comme variable, en raison de la facilité des mesures et de son indépendance vis-à-vis du traitement sylvicole. Par contre, les peuplements ont des âges variés. Aussi dans l'impossibilité de procéder à des analyses de tiges pour connaître la hauteur à un âge fixé, nous n'avons pas considéré la hauteur dominante à un âge donné, mais la hauteur dominante seulement, l'âge étant introduit comme variable explicative.

Remarque : Comme nous l'avons vu précédemment, les sapinières ont en majorité une structure "jardinée" donc irrégulière. Nous ne pouvons donc pas comparer les diverses placettes suivant leur hauteur dominante car le traitement en futaie jardinée ne concerne que des arbres "exceptionnels" et par suite la hauteur est surestimée. De plus l'âge reste inconnu, ce qui interdit aussi toute comparaison, le facteur temps étant une variable que l'on ne peut appréhender.

Des mesures de hauteur dominante (sur des arbres ayant atteint leur "limite" de croissance) ont néanmoins été effectuées mais elles doivent être utilisées avec beaucoup de prudence. De toute manière ces données ne pourront en aucun cas être exploitées de la même manière que celles concernant le pin sylvestre et l'épicéa.

1.1.3.2 Variables explicatives

Pour des raisons matérielles, nous avons dû calquer cet inventaire sur l'inventaire phyto-écologique de manière à ne procéder qu'à un seul inventaire sur le terrain. Aussi la majorité des variables supposées explicatives ont-elles été retenues parmi les variables prises en compte pour l'étude phyto-écologique.

Les variables retenues se ventilent ainsi :

Epicéa : Altitude
 Pente
 Distance par rapport au sommet du versant

.../...

Recouvrement de la strate arborescente
Topographie
Exposition
Roche-mère
Type de sol
Profondeur d sol
Type d'humus
et Agē du peuplement

Pin sylvestre : Altitude
Pente
Distance par rapport au sommet du versant
Topographie
Exposition
Type de station
Recouvrement de la strate arborescente
Roche-mère
Type de sol
Profondeur du sol
Type d'humus
et Age du peuplement

1.2 Choix de l'échantillonnage

Pour chaque essence retenue, l'échantillonnage doit tout d'abord comporter un nombre suffisamment élevé de relevés, de manière à avoir des résultats exploitables et représentatifs.

Du choix de ce nombre de placettes va dépendre le choix des facteurs explicatifs et par suite la localisation des points d'étude.

En effet, un nombre limité de placettes ne nous permet pas de couvrir toutes les variations d'un grand ensemble de facteurs, ceci entraînerait un échantillonnage trop réduit et par suite une représentativité trop faible de certaines classes de variation de ces facteurs. En fonction du nombre des points d'étude, il est donc préférable de limiter le nombre des facteurs à grande amplitude. Les autres facteurs doivent par conséquent avoir une faible amplitude de variation. Ceci oblige à déterminer pour chacun d'eux la classe d'amplitude qui semble présenter le plus d'intérêt, et à choisir l'ensemble des relevés de manière telle que pour chacun de ces facteurs les valeurs prises soient comprises dans cette classe d'amplitude (ex : tranche altitudinale, tel type de sol, telle exposition...)

Pour les facteurs à grande amplitude, on établit des classes de variation ; chacun de ces sous-ensembles doit contenir un nombre de placettes suffisamment grand pour qu'il soit bien représenté. Il est d'ailleurs possible, à l'intérieur de chaque sous-ensemble, de procéder à un échantillonnage systématique.

La localisation des placettes sera donc choisie de façon à recouvrir toute la gamme de variation des facteurs privilégiés, et à garder constant les autres facteurs. Cet échantillonnage a pour but de faire varier seulement certains facteurs du milieu, qui sont supposés les plus explicatifs de la variation de la hauteur des peuplements. Il est donc très différent d'un échantillonnage systématique qui vise à donner une idée de la représentation spatiale de ces peuplements.

Le choix des facteurs privilégiés, et par suite l'implantation des placettes nécessite une connaissance très approfondie du milieu.

Dans le cas présent, l'échantillonnage a été le même que celui choisi pour l'inventaire phyto-écologique, en raison du temps imparti au travail de terrain.

1.3 Exploitation des données

1.3.1 But

Son objectif est de connaître parmi l'ensemble des variables explicatives choisies, celles qui agissent sur la croissance de l'essence étudiée, ainsi que l'importance de leur influence.

Les graphiques qui représentent la hauteur dominante en fonction d'une variable apportent peu de renseignements car les valeurs de cette hauteur sont affectées par certaines autres variables prises en compte qui n'apparaissent pas sur ceux-ci. Aussi est-il nécessaire de se placer dans un espace à p dimensions, p représentant le nombre de variables explicatives retenues. En effet, il est possible d'exprimer la variable à expliquer sous la forme d'une combinaison linéaire de ces p variables. Chaque échantillon est matérialisé par un point dans cet espace dont chaque axe correspond à une variable explicative. La première phase consiste à étudier la distribution du nuage de points représentés par les relevés. Plusieurs problèmes se posent :

- le nombre p des variables explicatives est important,
- les variables ne sont pas indépendantes entre elles.

Aussi il est indispensable de recourir à des méthodes d'interprétation complexes, possibles grâce à des techniques statistiques (analyses multivariates).

1.3.2 Méthodes d'interprétation

Deux techniques d'analyse permettent de pallier le problème de l'interdépendance des variables explicatives. Il s'agit de l'analyse canonique et de l'analyse en composantes principales.

1.3.2.1. Analyse canonique

Cette technique est basée sur l'étude des relevés. Son but est de regrouper ceux-ci en sous-ensemble de relevés homogènes, de manière à obtenir, à l'intérieur de chaque sous-ensemble une régression meilleure que celle effectuée sur l'ensemble des relevés. Ceci revient à avoir dans chaque sous-ensemble la meilleure explication possible de la variation de la variable à expliquer.

Pour arriver à ce regroupement de relevés, on utilise la distance généralisée de Mahalanobis, qui permet de calculer les distances entre les relevés pris 2 à 2, dans un espace à p dimensions. Un des principaux intérêts de cette distance est qu'elle tient compte de la non-orthogonalité des axes.

D'après l'examen des valeurs obtenues, il est possible de voir, pour chaque couple de relevés, si les distances sont significativement différentes, et par suite si ces relevés peuvent être regroupés, ceci pour des seuils de signification variables.

On est alors en mesure de bâtir un dendrogramme, sorte d'arbre dichotomique, qui montre le classement des relevés les uns par rapport aux autres. Ceci permet facilement, pour un seuil de signification donné, de voir quels sont les relevés qui peuvent être regroupés en sous-ensembles. Mais ce procédé, qui nécessite de plus de nombreux calculs de distance, est assez complexe.

1.3.2.2 Analyse en composantes principales

- Principe : cette analyse permet de transformer un nombre p de variables explicatives liées entre elles en p nouvelles variables ; les composantes principales qui ont comme caractéristique d'être indépendantes entre elles.

- Chaque composante principale est une combinaison linéaire des p variables explicatives de départ. L'espace à p dimensions est défini par un nouveau système d'axes synthétiques orthogonaux, ce qui entraîne une nouvelle distribution du nuage des n relevés en fonction de ces axes.

Intérêt : L'objectif de cette analyse est de ramener un espace à p dimensions à un espace à q dimensions ($q < p$) avec le minimum de perte d'information, de manière à faciliter l'interprétation, et de donner une représentation du nuage de n points dans cet espace à q dimensions.

Pour cela il est nécessaire de considérer les composantes principales. Chacune d'elles est caractérisée par sa valeur propre, la somme de celles-ci étant égale à p . Chaque composante apporte une part d'explication dans la variation globale, part qui est égale au rapport de sa valeur propre sur p . Celles-ci sont classées suivant les valeurs propres décroissantes.

Aussi pour qu'il soit possible de réduire l'espace à un espace à q dimensions, et donc d'éliminer certaines composantes, il est indispensable que celles-ci apportent une part très minime dans l'explication de la variation en ayant une valeur propre très faible. Plus le nombre de composantes à éliminer sera grand, plus l'interprétation sera facile.

Parallèlement, parmi les composantes retenues, la première (et à un degré inférieur la seconde) doivent avoir une valeur propre très importante, d'où une part primordiale dans l'explication de la variation. Ceci se traduit graphiquement, si l'on projette le nuage de points sur les plans formés par les composantes retenues prises 2 à 2, par un étirement maximum du nuage dans le plan formé par les composantes 1 et 2. Ce nuage sera d'ailleurs d'autant plus étiré que la composante 1 aura une valeur propre élevée.

- Interprétation des composantes

Comme nous l'avons vu précédemment, toute composante principale Z_j ($j = 1, p$) est liée à chaque variable explicative x_i ($i = 1, p$) ce qui se traduit par l'équation :
$$Z_j = \sum_i a_{ji} x_i$$

La liaison, qui peut être positive ou négative, est fonction de la valeur du coefficient a_{ji} relatif à la variable explicative en question. Ainsi pour une composante et une variable explicative données, une valeur forte du coefficient nous indique que la variable est fortement intégrée dans la composante et qu'elle y joue un rôle important. Par contre une faible valeur signifie que la même variable est négligeable dans cette composante. L'interprétation de ces dernières dépend donc des valeurs des coefficients a_{ji} .

En général, les premières composantes, celles qui jouent le rôle primordial, ne sont pas des variables synthétiques simples, c'est-à-dire qu'elles intègrent plusieurs variables explicatives brutes, avec des importances analogues. L'interprétation de ces composantes s'avère alors délicate. Il est nécessaire de voir si ces variables ont un rapport entre elles (par exemple ensemble de variables édaphiques, climatiques...) et d'étudier si de cet ensemble de variables il ne ressort pas un facteur synthétique ayant une signification physique réelle (ex : facteur d'humidité,

d'acidité) qui puisse permettre d'interpréter la composante. Dans tous les cas, l'étude de la répartition des différents relevés dans le nuage de points projeté sur les divers plans formés par les composantes facilite l'interprétation de ces dernières.

Cette analyse permet de voir le rôle global de chaque variable explicative, mais en outre pour chaque variable elle montre comment celle-ci intervient dans chaque composante, donc ses diverses influences.

Remarque : une fois l'analyse des composantes principales effectuée, qui permet de réduire le nombre de variables explicatives, il est possible d'améliorer les résultats obtenus. Pour cela on essaye de constituer des sous-ensembles de relevés homogènes (dendrogrammes), et pour chaque sous-ensemble on procède à une analyse en composantes principales de manière à trouver les variables explicatives qui permettent la meilleure interprétation de la variation globale.

L'analyse en composantes principales peut dans certains cas être intégrée dans une méthode d'analyse : la régression orthogonale. Celle-ci a un objectif double :

- transformer les variables de départ en un nouvel ensemble de variables synthétiques ce qui est possible par l'analyse en composantes principales,

- effectuer une régression de la variable à expliquer en fonction des variables synthétiques retenues par l'analyse comme les plus explicatives. Cette régression est donc faite sur des variables indépendantes.

Dans les cas où ses techniques d'analyse ne permettent pas d'obtenir des renseignements intéressants pour des raisons diverses (par ex : composantes à valeurs propres sensiblement égales...), l'on doit s'en tenir à une méthode plus simple : la régression multiple linéaire.

1.3.2.3. Régression multiple linéaire par voie régressive

- Principe : on effectue par tâtonnements des régressions à p , $p - 1$, $p - 2$, ... 1 variables explicatives de manière à mettre en évidence les variables qui ont les parts d'explication les plus importantes dans la variation globale.

- Intérêt : cette méthode permet de voir l'effet global de chaque variable explicative, ainsi que l'effet de chacune d'elles combinée à une ou plusieurs des autres variables, dans la variation de la variable à expliquer. De plus, elle montre les variables qu'il est suffisant de retenir, pour avoir la meilleure régression possible.

La variable à expliquer y peut s'exprimer en fonction des p variables explicatives x_i de la manière suivante :

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_i x_i + \dots + b_p x_p$$

où b_0 est le terme constant de la régression

$b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_p$ les coefficients de la régression

Pour chaque régression le traitement informatique nous donne :

- le coefficient de corrélation multiple R . Ce coefficient, élevé au carré, devient le coefficient de détermination multiple qui exprime le pourcentage de la variation totale de y expliquée par la régression,

- le terme constant de la régression,

- les coefficients de régression relatifs aux variables retenues par la régression,

- la variance résiduelle, c'est-à-dire la variance qui n'est pas expliquée par la régression.

Le choix de la meilleure régression peut se faire en fonction de deux critères :

- la valeur du coefficient de corrélation multiple qui doit être le plus grand possible.

Les variables explicatives retenues pour l'explication de la variation de y sont par suite fonction du choix de la régression.

Mais cette méthode donne des résultats limités du fait que les variables explicatives restent liées entre elles et agissent de façon concomitante. Aussi ne sera-t-elle utilisée que dans le cas où l'analyse en composantes principales ne pourra fournir des résultats intéressants.

2 - PRELEVEMENT DES DONNEES

Elles ont été recueillies au cours de l'inventaire phyto-écologique, sur les placettes choisies pour celui-ci.

Pour le pin sylvestre et l'épicéa, les critères dendrométriques pris en compte sont les suivants :

- l'âge du peuplement.

Nous avons procédé à un sondage au cœur à la tarière de PRESSLER, à 30 cm du sol, de l'un des plus gros arbres de la placette (en faisant l'hypothèse que pour les jeunes peuplements, celui-ci ne provenait pas de regarnis plus récents). Dans certains cas, nous avons sondé un second arbre. A l'âge obtenu il a été ajouté 5 années "de nourrice"

- la hauteur dominante

Elle a été évaluée en faisant la moyenne des hauteurs totales des trois plus gros arbres. Dans certains cas où les hauteurs présentaient des différences sensibles, un quatrième arbre a été mesuré. Ces mesures de hauteur ont été effectuées à l'aide du BLUME-LEISS.

La circonférence à 1 m 30 à partir du sol, pour ces arbres a été prise à titre indicatif.

N.B. Pour le sapin pectiné, l'âge n'a pu être pris en compte du fait que ce sont des arbres de futaie jardinée. Nous avons effectué des mesures de hauteur totale sur 3 arbres qui ont atteint leur limite de croissance (arbres faisant la table). Les résultats figurent sur le tableau ci-joint.

Les remarques faites au niveau du peuplement : présence de chablis, arbres pourris au cœur, qualité (branches fines, peu nombreuses, rectitude du fût...) ont été notées en observations.

Le nombre de placettes ayant fait l'objet de mesures dendrométriques s'élève à :

36 pour le pin sylvestre,

19 pour l'épicéa commun.

3 - TRAITEMENT DES DONNEES

Le traitement informatique a été effectué au C.T.G.R.E.F. avec l'aide de Messieurs ECKMANN et DUMONT, de la Division Sylviculture

3.1 Résultats concernant l'épicéa commun

Nous sommes en présence d'un échantillon de 19 relevés. Huit variables explicatives ont été retenues, ce sont :

(:)
(:)
(	: Altitude (mètre))
(	: Pente (%))
(:)
(Variables	: Distance par rapport au sommet du versant (mètre))
(	: Age (année))
(explicatives	: Recouvrement de la strate arborescente (%))
(:)
(	: Profondeur du sol (cm))
(:)
(	: Humus)
(:)
(	: Type de sol)
(-----	:)
(:)
(Paramètres	: Topographie)
(:)
(stricts	: Exposition)
(:)
(	: Roche-mère)
(:)
(:)
(:)

N.B. Certaines variables prises en compte au niveau de la placette n'ont pu être classées comme variables explicatives. Ceci est dû au codage. En effet certaines variables pour participer au traitement informatique doivent être codées (ex : humus). Mais ce codage doit avoir un sens, suivre un certain gradient. Dans le cas contraire, les variables ne peuvent être considérées que comme des paramètres, qui ne participent pas directement à l'exploitation des données.

Ainsi ici le type d'humus a été codé suivant un gradient d'acidité, et le type de sol suivant un gradient d'évolution (cf. paragr.2.22 2e partie)

3.1.1 Régression linéaire simple

Avant d'aborder des méthodes plus complexes, nous avons effectué une régression linéaire simple entre la variable explicative : l'âge et la variable à expliquer : la hauteur.

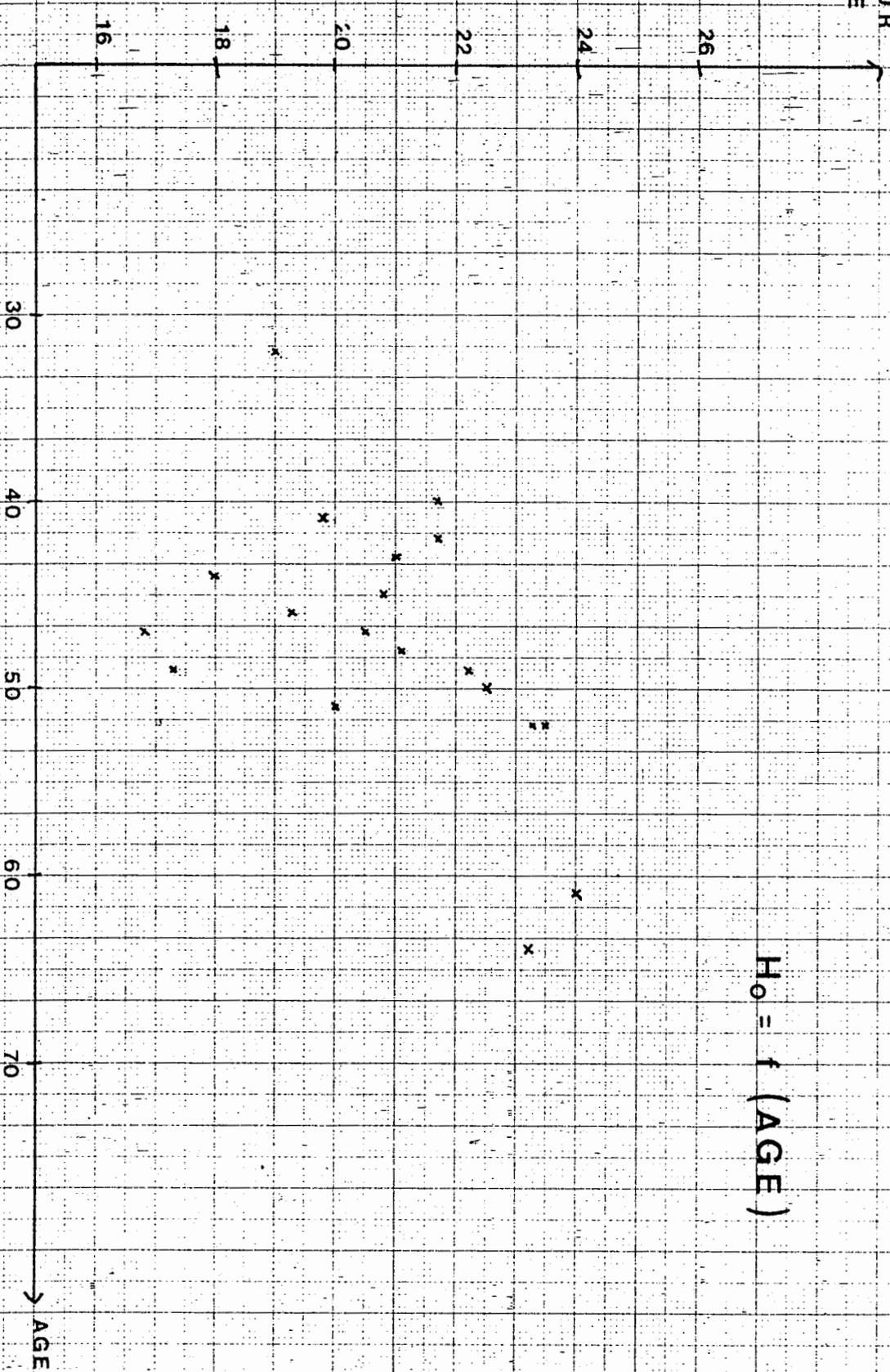
La courbe Ho = fn (âge) montre la répartition des diversés placettes (cf. graphique 12).

Cette régression se caractérise par un coefficient de corrélation c = 0,5176

HAUTEUR
DOMINANTE

- EPICEA COMMUN -

$$H_0 = f(\text{AGE})$$



Cette valeur peu élevée montre qu'il y a une corrélation très moyenne entre la hauteur dominante et l'âge. Ceci signifie que cette dernière variable n'explique qu'en partie la variation de la hauteur dominante. Par suite les autres variables prises en compte, c'est-à-dire principalement des critères stationnels jouent un rôle non négligeable dans la variation de cette hauteur dominante.

Mais ce résultat ne constitue qu'une approche du problème. En effet dans cette régression les variables restent dépendantes entre elles ce qui fausse les résultats.

C'est pourquoi nous avons traité ces données par l'analyse en composantes principales.

3.1.2 Résultats de l'analyse en composantes principales

Les premiers résultats imprimés sur listing se répartissent ainsi :

- les valeurs des coefficients et du terme constant de la régression,
- la valeur du coefficient de détermination et de la variance résiduelle,
- la matrice des coefficients de corrélation entre variables explicatives prises 2 à 2,
- la matrice des valeurs propres des composantes et leur pourcentage d'explication,
- la matrice de passage qui montre la composition de chaque variable synthétique en fonction des variables explicatives de départ, et permet de trouver les valeurs des données transformées dans le nouvel espace d'après les valeurs des données de base,
- la matrice des corrélations entre composantes et variables explicatives, obtenue à partir de la précédente,
- les données de départ, qui sont centrées réduites dans un but de simplification,
- les données transformées.

Le coefficient de détermination $R^2 = 0,75$ ($Vr = 1,97$)

Ceci signifie que le pourcentage de la variation totale de la hauteur imputable à la régression s'élève à 75 %, donc que les variables explicatives prises en compte permettent d'expliquer 75 % de la variation. Le reste de la variation non expliquée par la régression est dû à des facteurs qui n'ont pas été pris en compte présentement : paramètres, facteurs du milieu non mesurés ou facteurs génétiques, culturels, d'origine humaine...

Les valeurs propres des composantes sont données dans le tableau ci-dessous

Composante	1	2	3	4	5	6	7	8
Valeur propre	1,90	1,65	1,27	0,97	0,87	0,68	0,42	0,24
Pourcentage explicatif	23,82	20,59	15,85	12,10	10,87	8,46	5,23	3,07

De ce tableau, il ressort que :

-les pourcentages explicatifs étant peu élevés, aucune composante n'absorbe une part importante de la variation,

-les premières composantes ont des pourcentages explicatifs peu différents ; aucune composante ne se distingue nettement des autres.

Ceci se traduit graphiquement par un étirement maximum presque nul du nuage de points. Celui-ci, projeté sur le plan formé par les composantes 1 et 2, apparaît avec une forme approximativement ronde (cf. schéma 13). Il en est de même pour l'ensemble des projections sur les plans formés par les 4 ou 5 premières composantes prises 2 à 2.

L'un des principaux buts de cette analyse est de pouvoir réduire l'espace à p dimensions de manière à faciliter l'interprétation sans perdre de l'information. Les résultats obtenus sont peu satisfaisants. En effet, il est difficile de réduire le nombre de composantes, étant donné leurs pourcentages d'explication et la valeur du coefficient de détermination, à moins de perdre de l'information. On est donc dans l'obligation de garder un nombre de composantes élevé ; de plus les composantes 1 et 2 ont des parts d'explication sensiblement égales, ce qui accentue la difficulté de l'interprétation.

La matrice des corrélations entre composantes et variables explicatives nous permet de représenter graphiquement les variables explicatives dans les plans dont les axes sont formés par les composantes prises 2 à 2.

Dans un plan donné, les coordonnées d'une variable explicative v_i sont égales aux valeurs des termes de la matrice relatifs à la variable et aux composantes qui forment les axes. Dans le cas où les axes ont la même échelle, la disposition d'une variable proche des diagonales indique que cette variable est autant intégrée dans une composante que dans l'autre. A l'inverse, la proximité immédiate d'une variable par rapport à un axe signifie que la variable, liée à cet axe, est presque indépendante du second axe.

La représentation graphique des variables dans le plan formé par les composantes 1 et 2, (cf. schéma 14), nous amène à plusieurs conclusions :

- la première composante intègre la presque totalité des variables explicatives brutes, dans les mêmes proportions,

- la seconde est composée surtout de l'âge, de la pente et de l'altitude, les autres intervenant à un degré très inférieur. Seul le recouvrement est presque indépendant de cet axe.

La première composante, et la seconde à un degré moindre sont donc difficilement interprétables du fait qu'elles intègrent beaucoup de variables. Il est alors pratiquement impossible de hiérarchiser ces variables.

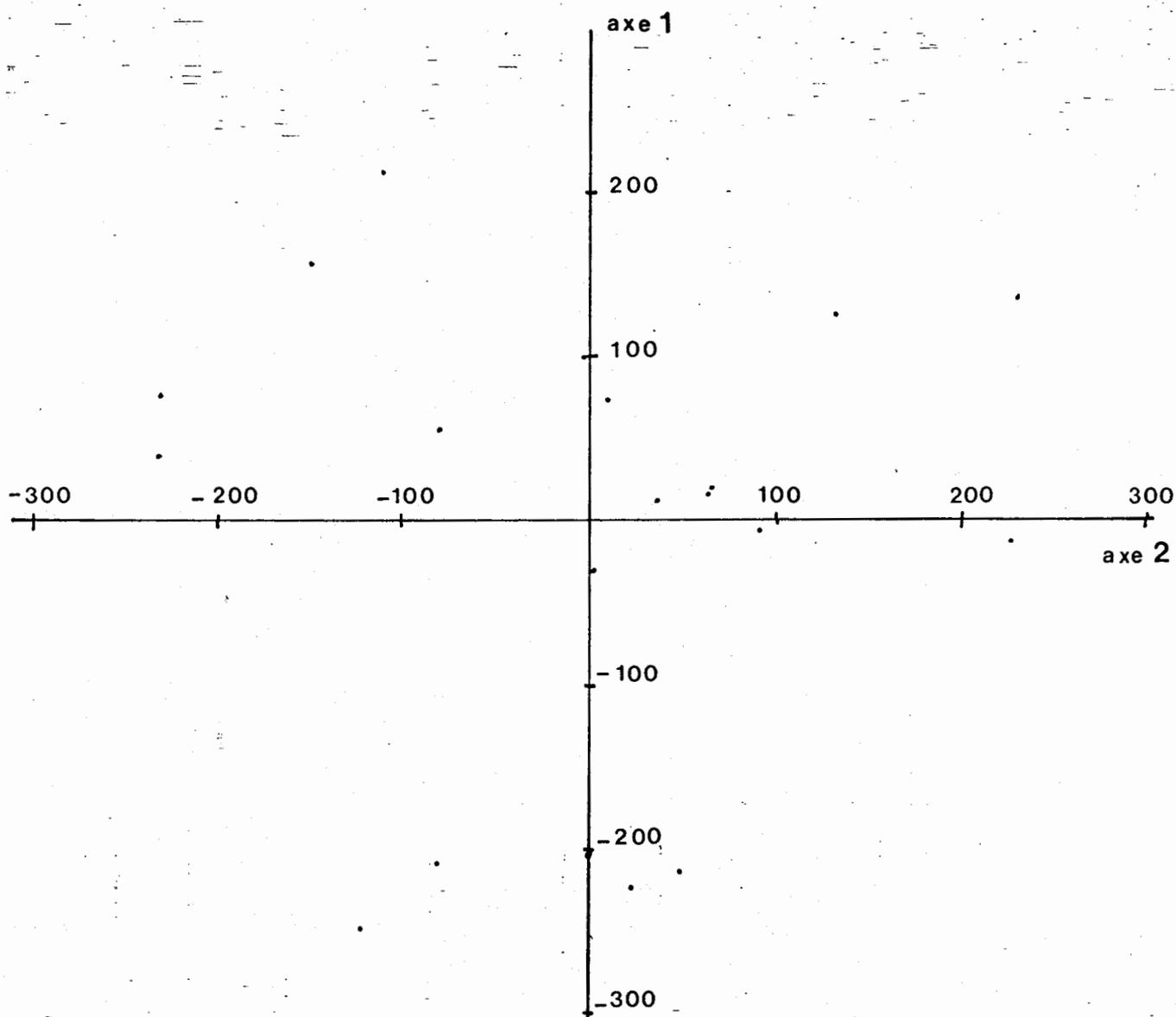
Du fait des valeurs propres et de la composition des nouvelles variables synthétiques, l'analyse en composantes principales ne nous permet pas d'aboutir à des conclusions satisfaisantes.

Ce résultat pouvait d'ailleurs être pressenti grâce à l'étude de la matrice des corrélations entre les variables explicatives. Ces coefficients ont, en effet, à la fois des valeurs trop faibles et trop fortes. Pour deux variables données un coefficient de corrélation très grand indique que ces variables ne sont pas indépendantes mais au contraire très liées entre elles. Il est donc possible au départ de ne conserver qu'une des deux

NUAGE DE POINTS DANS LE PLAN

DES COMPOSANTES PRINCIPALES 1 & 2

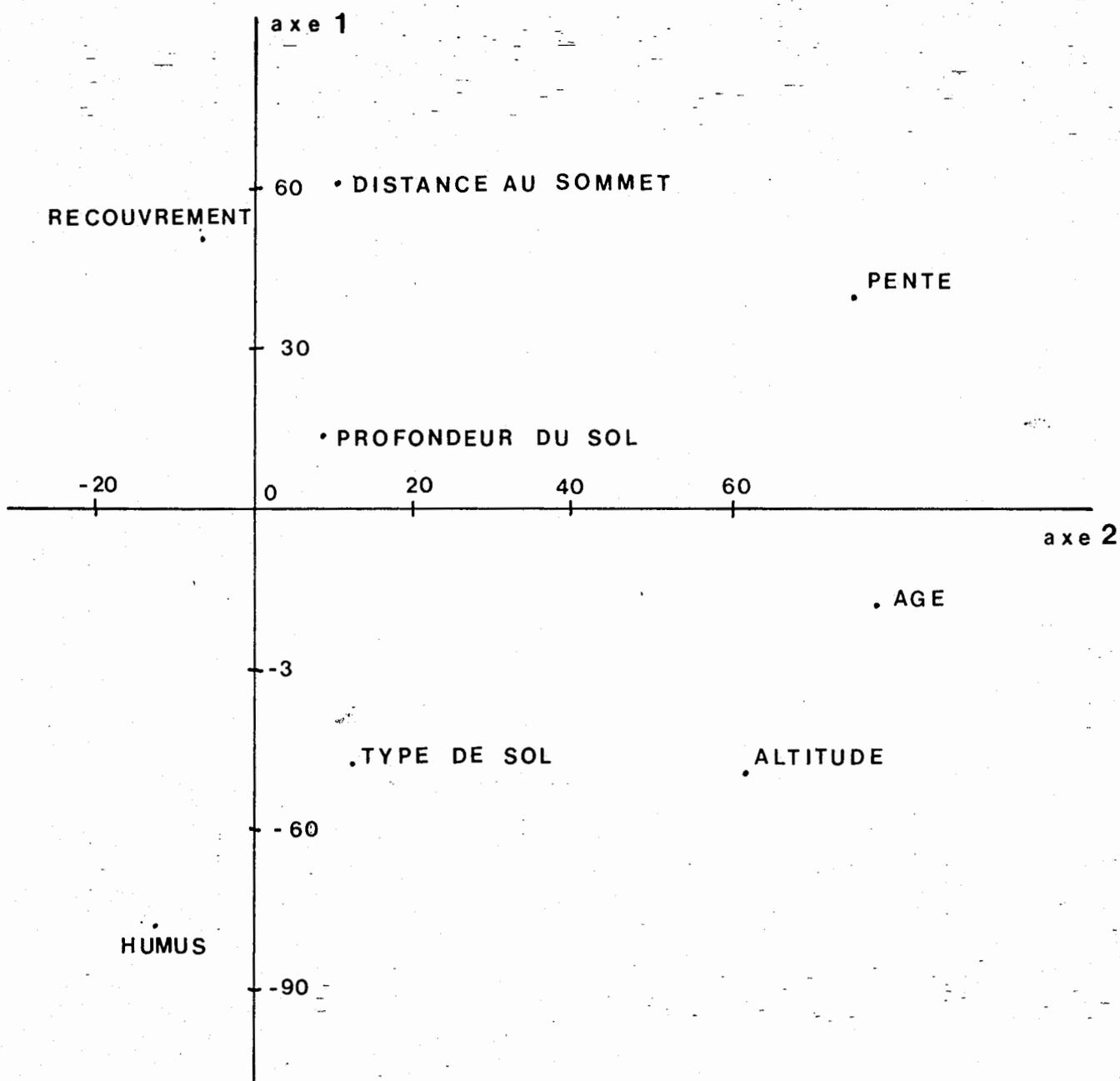
(EPICEA COMMUN)



Graduation des axes en % d'écart-type

CORRELATIONS AXES / VARIABLES

(EPICEA COMMUN)



Graduation des axes en %

variables, sans perdre de l'information, puisque la seconde est déjà presque totalement prise en compte dans la première. A l'inverse un coefficient de corrélation très petit indique que ces variables sont pratiquement indépendantes, ce qui présente de l'intérêt pour la suite de l'exploitation.

Dans notre cas les coefficients ont des valeurs moyennes dans la majorité des cas ; la plupart des variables sont liées entre elles, mais de manière insuffisante pour que l'on puisse éliminer certaines d'entre elles.

Le peu d'intérêt des résultats de cette analyse est dû en grande partie aux variables retenues, dont le choix n'est pas satisfaisant.

Par suite nous avons essayé de traiter ces données par une autre méthode : la méthode de la régression multiple linéaire régressive, pour voir si cette méthode nous permettait d'obtenir néanmoins quelques résultats intéressants.

3.1.3. Résultats de la régression multiple linéaire par voie régressive

La première régression obtenue est la régression totale à 8 variables explicatives avec un coefficient de corrélation multiple et une variance résiduelle égaux à :

$$R = 0,8669 \quad V_r = 1,97 \quad (\sigma_r = 1,4 \text{ m})$$

Dans cette régression les variables : altitude, recouvrement, type de sol interviennent négativement, et les autres variables positivement.

Le but de la méthode est de voir s'il existe une régression qui permette d'exprimer la hauteur en fonction d'un nombre plus réduit de variables explicatives, en ayant toutefois une part d'explication globale proche de celle de la régression totale. Le choix de la régression s'effectue d'après la valeur de la variance résiduelle, en considérant aussi celle du coefficient de corrélation multiple.

3.1.3.1 Choix de la régression

Dans la série des régressions obtenues à 1,2 jusqu'à 7 variables explicatives, plusieurs régressions ont une variance résiduelle plus petite que celle de départ, et un coefficient de corrélation assez voisin du premier, bien qu'un peu inférieur. Ces régressions sont à 6, 5 et 4 variables.

Parmi celles-ci, le choix de la régression finale va être fonction de deux critères :

- le nombre de variables retenues. Il est préférable dans un but de simplification, de garder le minimum de variables explicatives, si ceci n'entraîne pas une perte d'information importante,

- les variables retenues, dans les différentes regressions. En effet, pour que ces résultats soient exploitables par la suite, les variables retenues par la régression doivent être facilement mesurables et ne pas être entachées de trop d'erreurs. Ainsi il est plus simple de mesurer une altitude ou une pente que de déterminer un type de sol, voire un type d'humus dont l'interprétation est assez dépendante de la personne qui l'effectue.

C'est pourquoi nous avons opté pour une régression à 4 variables.

altitude, pente, âge et recouvrement de la strate arborescente. Sont donc exclues les variables : distance au sommet du versant, profondeur du sol, type d'humus et type de sol.

La régression présente les caractéristiques suivantes :

$$R = 0,8196 \quad V_r = 1,85 \quad (r = 1,36 \text{ m})$$

La valeur de la variance résiduelle est plus réduite que celle de départ, par contre le coefficient R est un peu inférieur ce qui signifie que cette nouvelle régression explique 67 % de la variation totale de la hauteur.

Si x_1 = altitude x_3 = âge
 x_2 = pente x_4 = recouvrement de la strate arborescente

L'équation de la régression s'exprime ainsi :

$$H_0 = 36,6324 - 0,0124 x_1 + 0,1495 x_2 + 0,1295 x_3 - 0,1065 x_4$$

Les tests de signification globale et individuelle sur les coefficients de régression donnent les résultats suivants :

Variables	: altitude	: pente	: Age	: recouvrement	: Equation de la régression
Coefficients de régression:	-0,0124	+0,1495	0,1295	-0,1065	**

* significatif au seuil de confiance de 95 %
 ** " " " " de 99 %

Remarque : le terme constant a une valeur forte et par suite prend de l'importance dans la régression, par rapport aux variables explicatives.

Ceci est dû en grande partie à l'échantillonnage. Pour une variable donnée, les valeurs correspondantes de l'ensemble des relevés ne sont pas suffisamment réparties entre les classes d'amplitude de celle-ci. Certaines classes sont trop peu représentées ou inversement.

C'est pourquoi l'équation de la régression n'est valable qu'à l'intérieur des classes d'amplitude les plus représentées pour chaque variable retenue.

Les limites de validité de la régression sont donc fixées aux classes suivantes :

entre 100 et 1250 m pour l'altitude,
 entre 10 et 25 % pour la pente,
 entre 35 et 60 ans pour l'âge,
 entre 80 et 100 % pour le recouvrement.

De plus il apparaît que l'explicativité de la variation globale de la hauteur est presque aussi bonne en retenant 4 variables que 8. Ainsi à la limite il aurait suffi de mesurer sur le terrain ces quatre variables pour obtenir à peu près les mêmes résultats ; les autres variables apportant très peu de renseignements supplémentaires du fait qu'elles sont déjà prises en compte par les quatre variables.

Ceci rejoint les conclusions tirées dans l'analyse en composantes principales sur le mauvais choix des variables, qui doivent être au départ le plus possible indépendantes entre elles de manière que celles-ci nous apportent le maximum de renseignements pour un même travail de terrain. Pour qu'une étude sur la production d'une essence puisse aboutir à des résultats, il est nécessaire d'avoir à la base un bon échantillonnage et un bon choix de variables explicatives. Ceci suppose que l'on dispose d'une bonne connaissance du milieu au préalable. Or, dans le cas présent, nous ne possédions que des informations données par les cartes topographiques, géologiques et les photographies aériennes, d'où une connaissance du milieu assez limitée.

C'est pourquoi il aurait fallu effectuer en premier lieu l'étude phyto-écologique, et ne procéder que dans un second temps à l'étude de la production. En effet, la phase phyto-écologique nous apporte des informations précieuses sur le milieu. Elle permet de voir quelles sont les variations des facteurs du milieu et d'appréhender les liaisons existantes entre ceux-ci. Les renseignements obtenus sur le milieu constituent des bases nécessaires pour la détermination de l'implantation des relevés, et pour le choix des variables.

Dans notre cas, il n'était pas possible de faire deux inventaires distincts, en raison du temps imparti à cette étude. C'est pourquoi nous avons mené de front ces deux parties en procédant à un inventaire unique.

3.1.3.2. Interprétation

L'équation linéaire de la régression montre que deux facteurs interviennent positivement : la pente et l'âge, et deux négativement : l'altitude et le recouvrement de la strate arborescente.

Le résultat concernant la pente peut surprendre à première vue. Mais les coefficients de corrélation entre cette variable et la profondeur du sol et le type de sol sont très faibles et nous permettent de conclure à la relative indépendance existant entre la pente et ces deux variables édaphiques. Par contre étant donné le type de relief local, il semble que les zones les plus pentues sont beaucoup plus abritées du vent que les zones de plateau.

Cette équation faisant intervenir quatre variables indépendantes est difficilement utilisable sous cette forme. Il est nécessaire de se ramener à un espace à deux dimensions, dans lequel interviennent la hauteur dominante et une des variables explicatives. Pour cela il suffit de fixer des valeurs pour les trois autres variables, ces valeurs devant être comprises entre les valeurs correspondant aux limites de validité.

On obtient donc pour chaque cas une ou plusieurs équations linéaires qui traduisent successivement la hauteur en fonction de l'altitude, puis de la pente, de l'âge et du recouvrement de la strate arborescente.

D'après les graphiques correspondants, on constate :

- qu'une augmentation de l'altitude de 100 m provoque une diminution de la hauteur de 1,25 m,
- qu'une augmentation de la pente de 10 % provoque une augmentation de la hauteur de 1,50 m,
- que la hauteur subit une diminution de 2 m lorsque le recouvrement passe de 80 à 100 %.

Ces résultats ne sont valables qu'à l'intérieur des classes fixées précédemment pour les quatre variables. Ils permettent d'estimer les valeurs de la hauteur dominante correspondant à certaines valeurs de ces variables explicatives. Mais à chaque valeur estimée correspond un intervalle de confiance et par suite à chaque droite une plage de confiance, ceci pour un seuil donné. Cette zone est encadrée par deux arcs d'hyperboles, qui s'écartent l'un de l'autre, de part et d'autre du point moyen.

L'estimation des valeurs extrêmes des intervalles a permis de tracer les différentes plages de confiance au seuil de 95 %, pour des valeurs de hauteur dominante moyenne (plage de confiance des moyennes conditionnelles).

Ces courbes nous donnent la hauteur dominante à des âges différents, pour des valeurs données de l'altitude, de la pente et du recouvrement. (cf. schéma 15 et 16)

Ainsi si l'altitude = 1 100 m

la pente = 15 %

le recouvrement = 100 %

$H_0 = 21 \pm 1,1$ m à 50 ans

si l'altitude = 1 250 m

la pente = 15 %

le recouvrement = 100 %

$H_0 = 19,2 \pm 1,2$ m à 50 ans

si l'altitude = 1 100 m

la pente = 15 %

le recouvrement = 80 %

$H_0 = 23,2 \pm 1,9$ m à 50 ans

En raison de la répartition locale des pessières, l'échantillonnage a porté sur des plantations situées à une altitude inférieure en général à 1 250 m. Une seule placette a été effectuée à 1 300 m mais la plantation se trouve dans un massif forestier, dans une position d'abri privilégié par rapport à l'ensemble des autres zones à même altitude. En extrapolant les résultats précédents, on peut penser que l'altitude continue à exercer une action défavorable sur la croissance de l'épicéa commun, mais nous ne sommes pas en mesure de savoir si son influence va en croissant.

Il existe quelques reboisements d'épicéa d'une quinzaine d'années, effectués sur des landes à callune entre 1 300 et 1 400 m, en limite Ouest de la commune. On observe que :

- dans les zones situées en bordure Ouest et Nord, les arbres sont de qualité médiocre : port en boule, cime à plusieurs têtes, arbres un peu jaunâtres, et ont une croissance assez faible (pousse terminale de 10 à 15 cm au maximum). De plus un bon nombre d'entre eux ont un port dissymétrique, ils sont dépourvus de branches sur la partie du tronc exposé au Nord-Ouest (zone des vents dominants).

- dans d'autres zones plus abritées, après une croissance lente durant les années précédentes, les épicéas semblent "démarrer".

De plus dans certaines parties, il y a eu un travail du sol, en plein ou par décapage de bandes parallèles. La croissance est meilleure dans le premier cas, où le tapis végétal est maintenant à base de graminées, avec seulement quelques plaques de callune. Par contre dans le second cas, le callune a à nouveau envahi les bandes de décapage.

EPICEA COMMUN

H₀

H₀ = fn (AGE)

25

20

16

30

40

50

60

70

AGE

$$H_0 = 14,5849 + 0,1295 X_2$$

Alt : 1100 m

Pente : 15 %

Rec : 100 %

$$H_0 = 12,7249 + 0,1295 X_2$$

Alt : 1250 m

Pente : 15

Rec : 100

H₀

H₀ = fn (ALTITUDE)

22

20

1100

1150

1200

1250

ALTITUDE

$$H_0 = 34,6999 - 0,0124 X_1$$

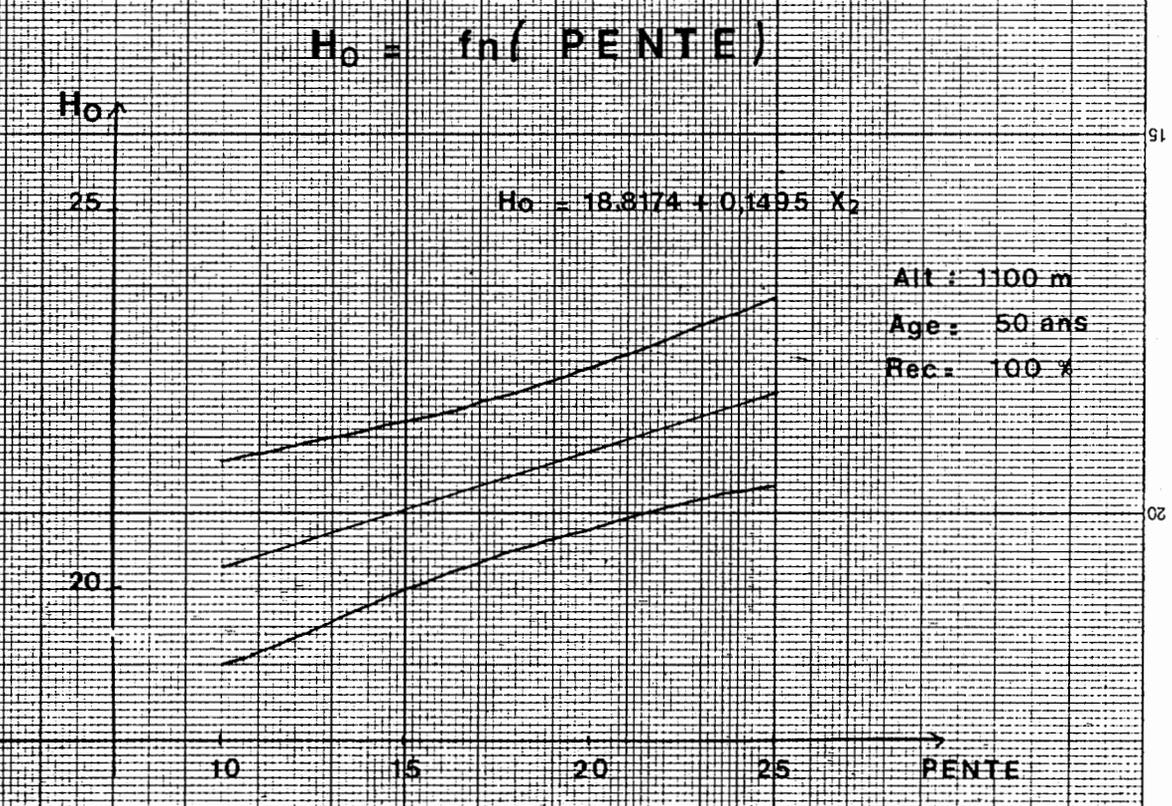
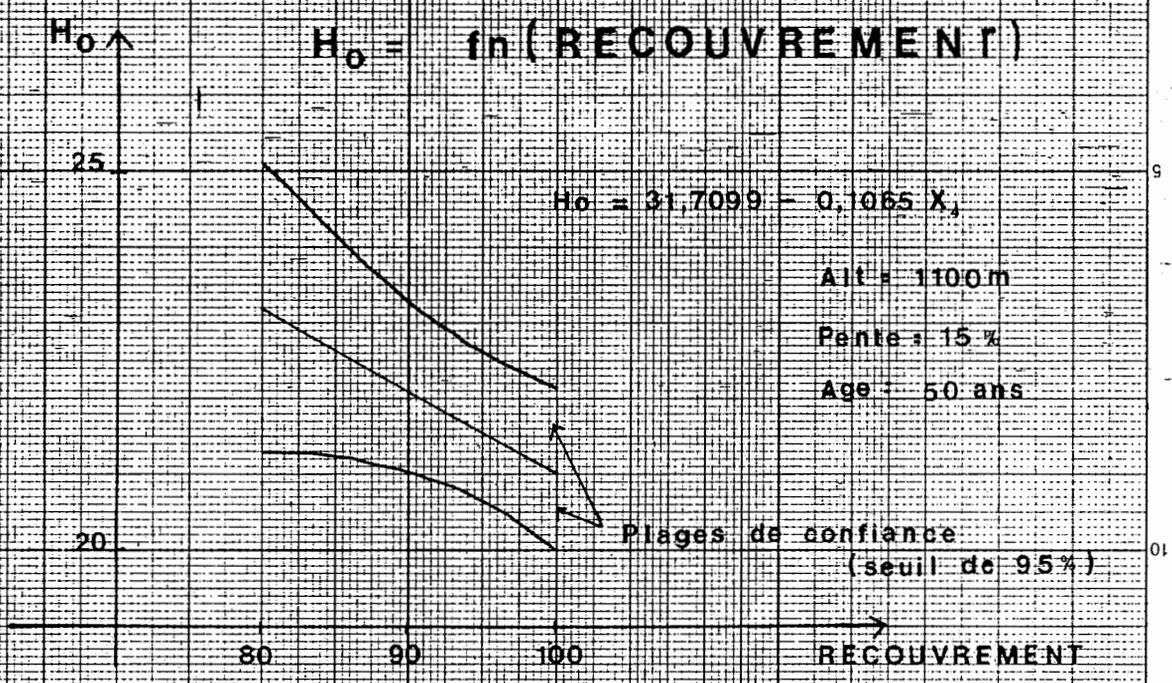
Pente : 15 %

Age : 50 ans

Rec : 100 %

Estimation de la hauteur dominante

EPICEA COMMUN



— Estimation de la hauteur dominante —

En ce qui concerne la hauteur de ces peuplements, il est difficile de tirer des conclusions pour la zone de ST ANTHEME. Tout d'abord, la croissance est très hétérogène, et une hauteur dominante ou moyenne n'aurait pas une grande signification. De plus, ces plantations sont situées à l'Ouest de la ligne de crête, donc dans des conditions climatiques un peu différentes de celles de la commune. En outre, la majeure partie de ces sols sont des rankers pseudoalpains, constitués d'un horizon A1 unique, très humifère et épais, alors que sur l'ensemble de la commune, à part quelques sommets, les sols sont plus évolués et rentrent dans la catégorie des sols bruns.

Néanmoins, il apparaît qu'à haute altitude, la croissance de l'épicéa est freinée par deux facteurs : un facteur climatique (le vent, puis la neige et gelées tardives) et la présence de callune.

De plus l'introduction d'épicéas dans des secteurs où les conditions écologiques sont différentes de celles rencontrées dans son aire naturelle risque de les rendre plus sensibles aux attaques de champignons (*Fomes annosus*, pourriture rouge...).

Dans certains peuplements situés à plus basse altitude la présence de chablis nous amène à supposer que là aussi le vent (ou la neige lourde) exerce une influence néfaste. C'est pourquoi, il aurait été intéressant de considérer ce facteur comme une variable explicative. Mais celui-ci est difficilement quantifiable et cela nécessite de connaître la fréquence et l'importance des vents au niveau de la zone d'étude. Or, il n'existe aucune donnée quantitative sur ceux-ci dans la région.

De même la callune peut être considérée comme un ennemi de l'épicéa (car elle secrète des substances hormonales toxiques vis-à-vis de cette essence). Or, il est possible que certains peuplements ayant fait l'objet de relevés, situés vers 1 200 - 1 250 m aient été installés sur des landes à callune. Ceci pourrait expliquer certaines valeurs particulièrement faibles concernant la hauteur dominante de quelques peuplements. Mais la prise en compte de ce facteur dans l'analyse nécessiterait la connaissance de la nature des terrains avant leur boisement, ce qui est difficile étant donné l'âge de ces plantations.

Remarques : Dans la plupart des placettes ont été faites les observations suivantes : grande hétérogénéité au niveau des diamètres, peuplements branchus et racines souvent apparentes. Dans ces pessières, les traitements d'ordre sylvicole se caractérisent par leur absence. En effet, seul un des peuplements inventoriés a fait l'objet d'une éclaircie systématique (cette exploitation a par ailleurs causé quelques dégâts au niveau des arbres restant sur pied). Pour les autres peuplements, les seules éclaircies sont d'ordre naturelles et, dues aux chablis ou aux arbres à cime brisée. Parallèlement on observe sur les carottes prélevées lors des sondages à la tarière une nette diminution de l'accroissement des cernes au cours des dix dernières années au moins. Ce fait confirme la nécessité d'éclaircies. Mais celles-ci auraient dû être réalisés à un stade beaucoup moins avancé.

3.2 Résultats concernant le pin sylvestre

Dans ce cas, l'échantillon a une taille $n = 36$, et les variables explicatives sont au nombre de 8.

Ce sont :

.../...

(:)
(	: Altitude)
(Variables	: Pente)
(	: Distance par rapport au sommet)
(explicatives	: Age)
(	: Recouvrement de la strate arbo-)
(	: rescente)
(	: Profondeur du sol)
(	: Type de station)
(	: Type d'humus)
(-----	:-----)
(	: Topographie)
(Paramètres	: Exposition)
(	: Roche-mère)
(stricts	: Type de sol)
(:)

Pour le type de station la notation a été la suivante :

- 1 : station I
- 2 : " II
- 3 : " III
- 4 : " VII
- 5 : " VI
- 6 : " IV

3.2.1 La régression linéaire simple

De même que pour l'épicéa, nous avons procédé à une régression linéaire simple entre les deux variables suivantes : hauteur dominante et âge.

La répartition des diverses hauteurs en fonction de l'âge pour l'ensemble des placettes figure sur la courbe $H_D = f_n(\text{Age})$ (cf. graphique 17).

Cette régression se caractérise par une valeur du coefficient de corrélation :

$$C = 0,5911$$

Cette valeur est aussi faible, et indique une corrélation très moyenne entre la hauteur dominante et l'âge. Nous pouvons dans ce cas tirer les mêmes conclusions que pour l'épicéa commun.

3.2.2. Résultats de l'analyse en composantes principales

Le type de résultats imprimés sur listing est le même que celui relatif à l'épicéa commun.

Le coefficient de détermination a une valeur $R^2 = 0,68$. Ainsi les variables explicatives permettent d'expliquer 68 % de la variation. Cette donnée est inférieure à celle obtenue pour l'épicéa, et par conséquent moins satisfaisante. En effet, le pourcentage non expliqué par la régression est relativement important et dû soit à des facteurs n'intervenant pas dans l'analyse (paramètres ou facteurs du milieu non mesurés) soit à d'autres facteurs difficilement appréhensibles (f. génétiques...).

Les valeurs propres des composantes principales et leur pourcentage d'explication se répartissent ainsi :

PIN SYLVESTRE -

$$H_0 = f(\text{AGE})$$

HAUTEUR
DOMINANTE

26

24

22

20

18

16

14

13

AGE

120

100

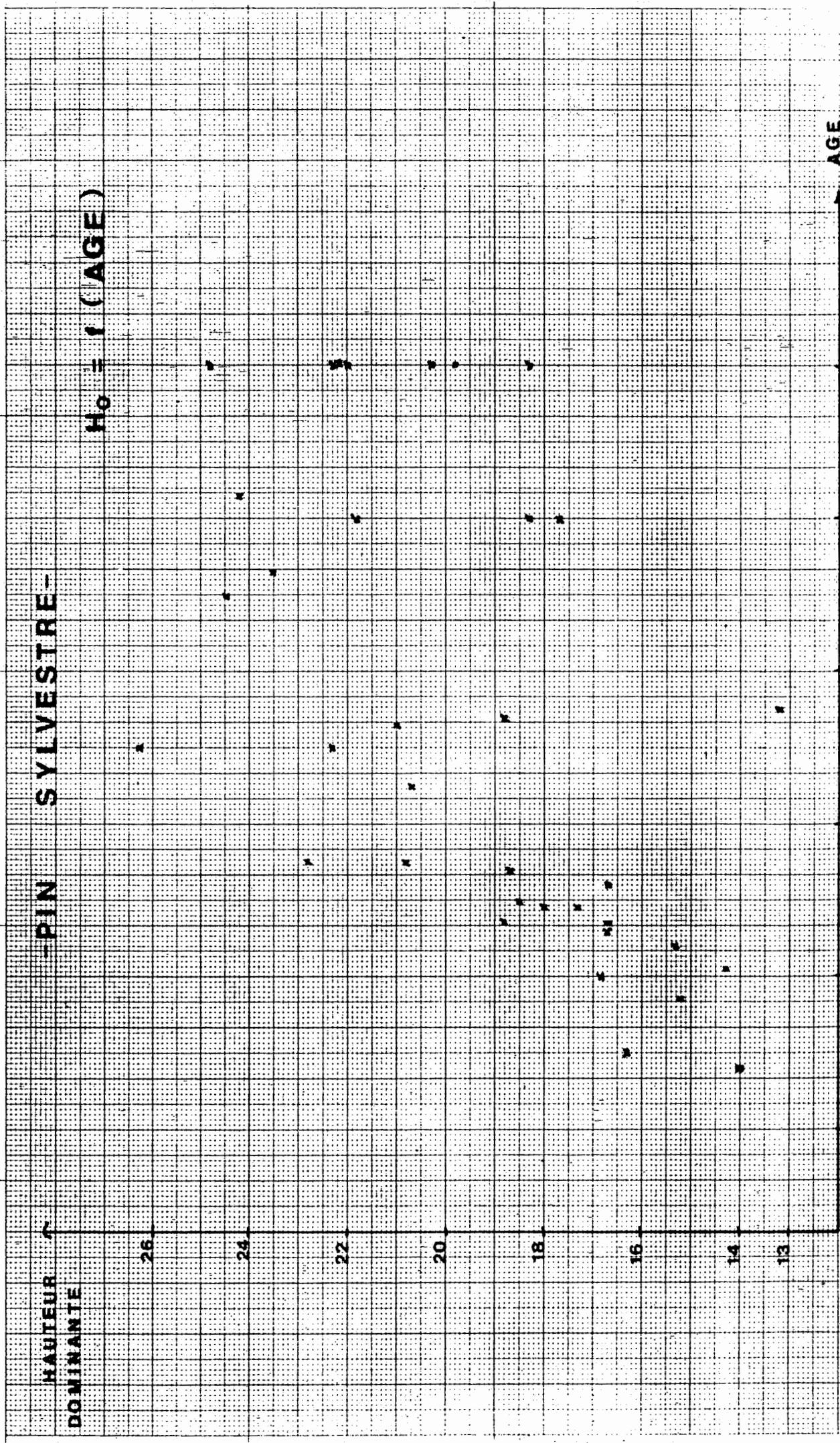
80

60

40

20

GRAPHIQUE 17



(:	:	:	:	:	:	:	:)	
(	Composante	: 1	: 2	: 3	: 4	: 5	: 6	: 7	: 8)
(-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----)
(	Valeur propre	: 2,81	: 1,63	: 1,21	: 0,90	: 0,58	: 0,47	: 0,28	: 0,12)
(-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----)
(	Pourcentage	: 35,10	: 20,41	: 15,14	: 11,17	: 7,22	: 5,90	: 3,53	: 1,54)
(	explicatif	:	:	:	:	:	:	:	:)
(:	:	:	:	:	:	:	:	:)

Ce tableau montre que :

- la première composante a une valeur propre sensiblement plus élevée que les autres, mais la différence avec la seconde n'est pas considérable,

- ces deux premières composantes permettent d'expliquer environ la moitié de la variation imputable à la régression,

- les dernières composantes ont des valeurs propres assez faibles, et d'ailleurs si l'on ne conserve que les quatre premières, ces dernières ont une part d'explication dans la régression égale à 80 %.

Ces résultats paraissent plus satisfaisants que ceux concernant l'épicéa commun. Mais si l'on tient compte du coefficient de détermination, donc de la part d'explication donnée par la régression, la première composante et par suite les suivantes perdent de leur intérêt. En effet, la première composante a une part d'explication dans la variation globale égale à 24 %, donc elle ne permet d'expliquer que le quart de celle-ci, ce qui est assez faible. Et les quatre premières composantes ne permettent plus d'expliquer que 55 % de cette variation globale.

Il est par suite nécessaire de connaître la signification de ces composantes. Pour cela on étudie les différents graphiques concernant les corrélations entre les variables explicatives et les axes (et en particulier les axes à part d'explication importante).

Les graphiques concernant la distribution des variables dans les plans formés par les axes 1 et 2, 2 et 3, et, 1 et 4 nous amènent aux conclusions suivantes : (cf. schémas 18, 19, 20),

- la composante 1 intègre toutes les variables dans des proportions voisines,

- la composante 2 est presque aussi complexe. Seule l'altitude intervient peu dans sa composition,

- certaines variables telles le type de station sont liées de façon semblable à ces deux axes,

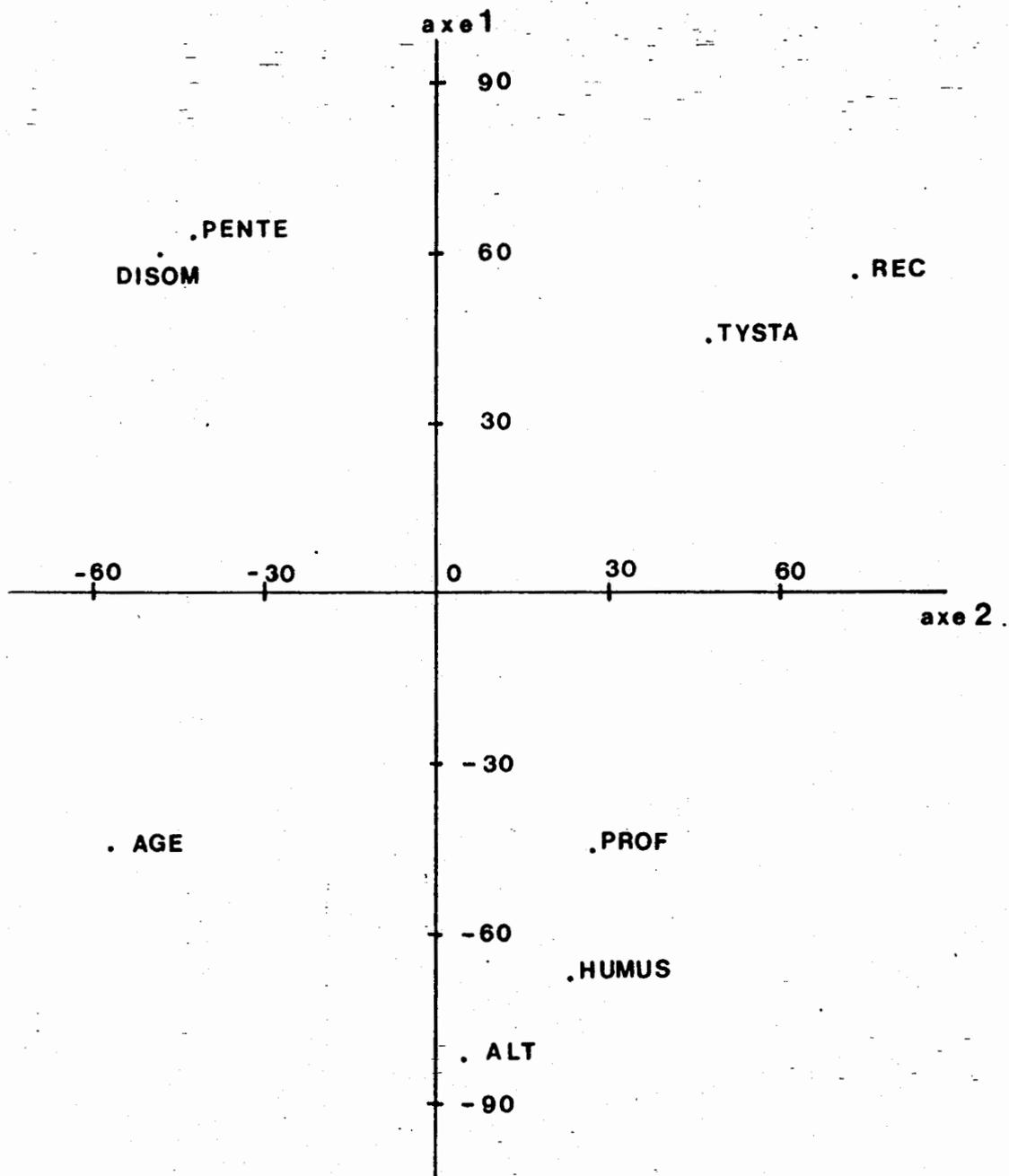
- deux variables (pente et distance au sommet), associées sur le plan formé par les axes 1 et 2, paraissent jouer un rôle semblable. Mais ceci n'est pas confirmé par les autres graphiques (axes 2 et 3),

- la composante 3 est liée surtout avec les variables : humus, type de station, âge et pente. Là aussi l'altitude n'est pratiquement pas prise en compte,

- la composante 4 est très liée à la profondeur du sol, et à un degré très inférieur à la pente, la distance au sommet, l'altitude et l'humus. Elle apparaît comme une composante essentiellement édaphique,

CORRELATIONS AXES / VARIABLES

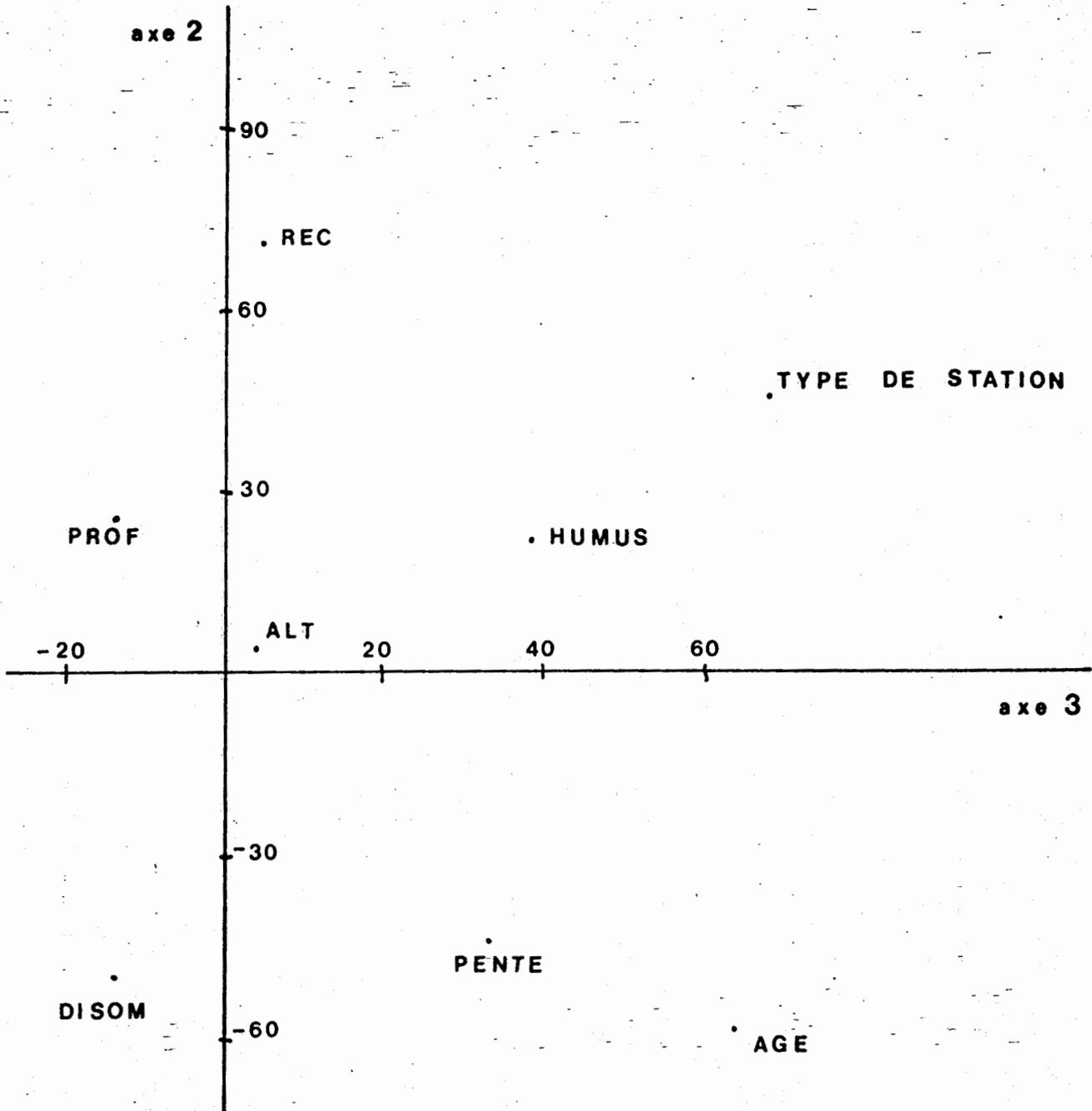
(PIN SYLVESTRE)



Graduation des axes en %

CORRELATIONS AXES / VARIABLES

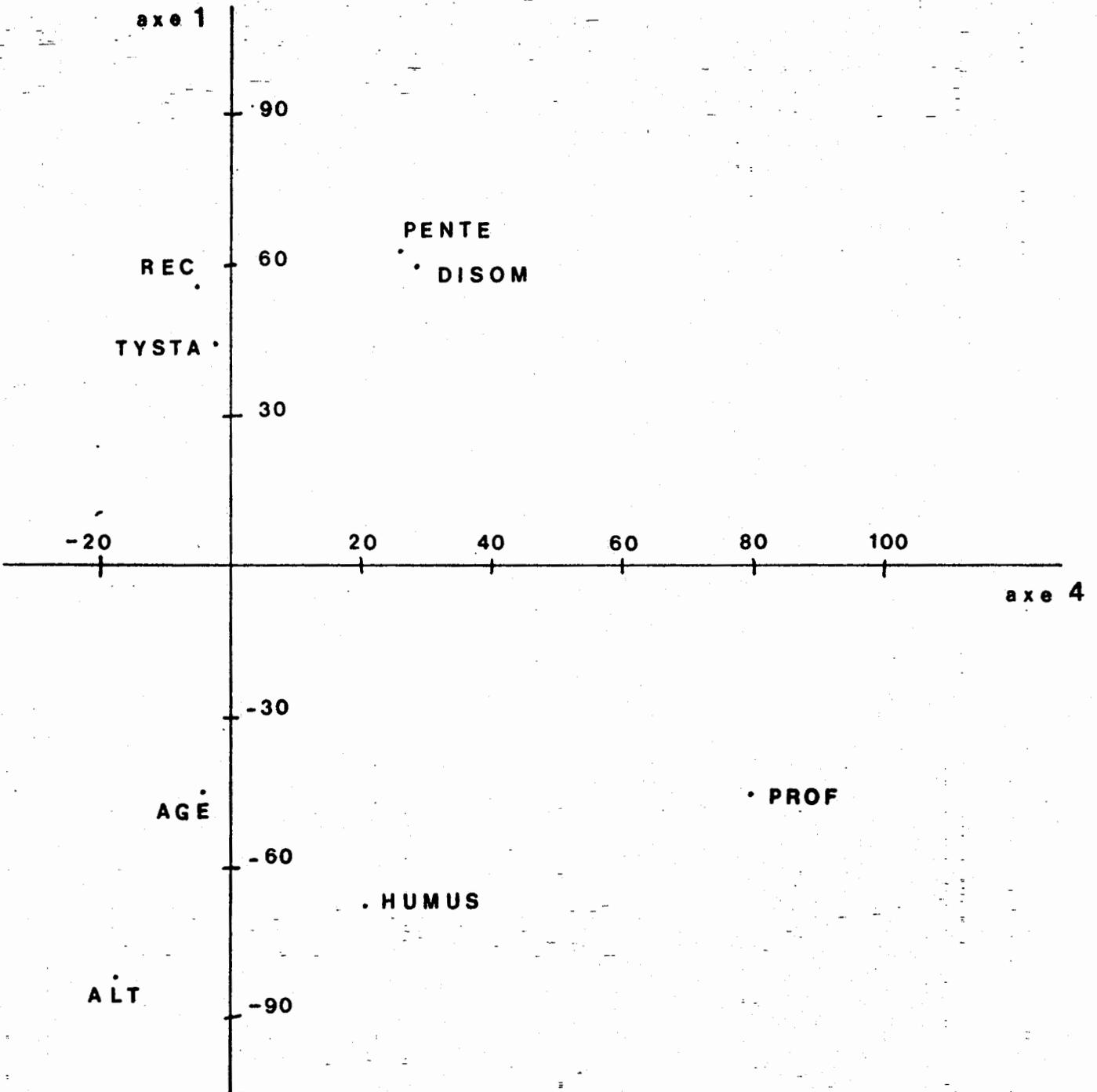
(PIN SYLVESTRE)



Graduation des axes en %

CORRELATIONS AXES / VARIABLES

(PIN - SYLVESTRE)



Graduation des axes en %

Dans ce cas aussi, les premières composantes en raison de leur constitution, sont difficilement interprétables.

En liaison avec les résultats de l'étude phyto-écologique nous avons essayé de voir le rôle du type de station, en introduisant celle-ci comme paramètre. Cette variable intervient surtout dans la composition des axes 3, 2 et 1 si l'on s'en tient aux quatre premiers axes. Les représentations graphiques de la projection du nuage de points dans les plans formés par les axes 3 et 4, 3 et 1, 2 et 3 montrent que :

- les points des stations 1, 2, 6 sont assez regroupés,
- le point de la station 5 est proche de la station 6,
- par contre les 2 points de la station 4 sont toujours assez distants l'un de l'autre,
- les points de la station 3 sont dispersés,
- dans le plan formé par les axes 3 et 4, la répartition des différentes classes suivant l'axe 3 est bonne pour les classes extrêmes (stations 1, 2, 5 et 6). Par contre le nuage formé par les points de la station 3 recoupe celui de la station 2.

De la dispersion des points de la station 3, on peut déduire que ce paramètre n'est pas lié à ces composantes lorsqu'il prend la valeur 3. Il semblerait donc que pour cette classe, le paramètre type de station ne soit pas caractéristique d'un type de hauteur. De plus certaines stations sont trop faiblement représentées pour que l'on puisse tirer des conclusions fiables concernant ces stations.

Par contre, il serait intéressant dans l'avenir de faire une étude semblable à l'intérieur de la station 3. D'après les représentations graphiques précédentes, il apparaît que cette station n'est pas assez précise pour que l'on puisse y faire correspondre un type de hauteur. Or, cette station est la "véritable station du pin sylvestre" et possède une réalité du point de vue phyto-écologique. Mais celle-ci qui prend en compte certaines variables (ex : recouvrement, altitude, pente) n'est pas suffisamment liée à d'autres (profondeur du sol, distance au sommet du versant...) pour que l'on puisse considérer le type de station comme une variable synthétique. C'est pourquoi, il serait utile de voir à l'intérieur de cette station quels sont les facteurs explicatifs de la variation de la hauteur. Ceci nécessite un échantillonnage plus important que celui actuel.

Dans le but d'avoir néanmoins quelques résultats sur la croissance du pin sylvestre, nous avons essayé de traiter ces données par la méthode de la régression linéaire multiple par voie régressive.

3.2.3. Résultats de la régression multiple linéaire par voie régressive

Pour la régression à 8 variables explicatives, les valeurs des coefficients de corrélation multiple et de la variance résiduelle sont égales à :

$$R = 0,8226$$

$$V = 4,62$$

3.2.3.1. Choix de la régression

Les mêmes critères que ceux pris en compte pour l'épicéa commun nous ont guidé dans le choix d'une régression à un nombre réduit de variables explicatives.

La régression la plus satisfaisante est une régression à 5 variables explicatives qui permet d'expliquer 65 % de la variation globale de la hauteur. Mais elle nous oblige à garder 5 variables explicatives. Aussi dans un but de simplification nous avons opté pour une régression à 4 variables explicatives : Distance au sommet du versant, Age, Profondeur du sol, Type de station ; qui a une part d'explication égale à 62 % (R=0,7895). La variance résiduelle V = 4,68. Cette valeur est un peu supérieure à celle donnée par la régression à 8 variables explicatives, mais la différence est assez faible pour que l'on puisse considérer cette régression comme satisfaisante.

- Si x_1 = Distance au sommet du versant
- x_2 = Age
- x_3 = Profondeur du sol
- x_4 = Type de station

l'équation de la régression multiple s'exprime de la manière suivante.

$$H = 7,08 + 0,0030 x_1 + 0,0669 x_2 + 0,0382 x_3 + 1,3819 x_4$$

Les tests de signification globale et individuelle sur les coefficients de régression donnent les résultats suivants :

Variables	Distance au sommet	Age	Profondeur du sol	Type de station	Equation de la régression
Coefficient de régression	0,003	0,0669	0,0382	1,3819	* *

* significatif au seuil de confiance de 95 %
 ** " " " " " de 99 %

Les variables explicatives interviennent de manière positive dans cette équation. La valeur du terme constant est une des plus faibles parmi l'ensemble des valeurs données par les différentes régressions. Mais cette régression n'est valable que dans les classes suivantes :

- 100 - 750 m pour la distance au sommet du versant,
- 45 et 100 ans pour l'âge,
- 45 et 90 cm pour la profondeur du sol
- et dans les stations 1, 2 et 3.

Dans ce cas aussi, il apparaît que l'explicativité de la variation globale de la hauteur donnée par 4 variables explicatives est presque aussi bonne que celle donnée par 8 variables explicatives. Nous pouvons donc tirer des conclusions semblables à celles concernant l'épicéa commun, à savoir le mauvais choix des variables. En effet, parmi les 8 variables prises en compte, il suffisait d'en prendre 4 pour obtenir les mêmes résultats.

Par contre pour les variables introduites comme paramètres : exposition, position topographique, nous n'avons aucun renseignement concernant leur part d'explicativité dans la variation de la hauteur, et par suite nous ne pouvons connaître l'importance de ces facteurs.

Mais il aurait été intéressant de considérer les valeurs de ces paramètres qui présentent le plus d'intérêt (exposition Sud et position de versant par exemple) et de choisir les points d'échantillonnage de manière qu'ils soient compris dans ces classes. Sinon il faudrait trouver un facteur synthétique très dépendant de ces paramètres qu'il soit possible de coder de manière plus satisfaisante. Car le codage est très important pour l'exploitation des données. En effet, le fait que l'analyse montre qu'un facteur n'est pas en corrélation avec la hauteur peut provenir d'une mauvaise notation. Cela ne signifie pas nécessairement que le facteur n'a pas une part d'explicativité dans la variation globale de la variable à expliquer.

3.2.3.2 Interprétation

De l'équation linéaire de la régression, il ressort que tous les facteurs interviennent positivement. Dans ce cas aussi, il est possible d'exprimer la hauteur en fonction d'une variable, en fixant les trois autres.

L'équation $H_0 = \text{fn}(\text{type de station})$ nous permet de classer les types de station en fonction de leur fertilité. Mais ceci n'est possible que pour les stations 1, 2 et 3. En effet, les autres stations sont trop faiblement représentées pour que l'on puisse en tirer des conclusions fiables.

Du graphique n° 21 représentant la hauteur en fonction du type de station, il apparaît que la station 3 est la plus productive, puis viennent la station 2 et en dernier lieu la station 1.

Les autres variables étant fixées, on constate une différence de hauteur de 1,4 m entre la station 3 et la station 2, et de même entre la station 2 et la station 1.

De l'équation $H_0 = \text{fn}(\text{distance au sommet})$ (cf schéma 22), il ressort que la hauteur croît lorsque la distance au sommet augmente. On peut en déduire que les positions en bas du versant ou en mi-versant sont privilégiées pour le pin sylvestre, par rapport à celles en zone de plateau ou en haut de pente. En général, les zones où la distance au sommet est la plus faible correspondent aux zones les plus élevées en altitude.

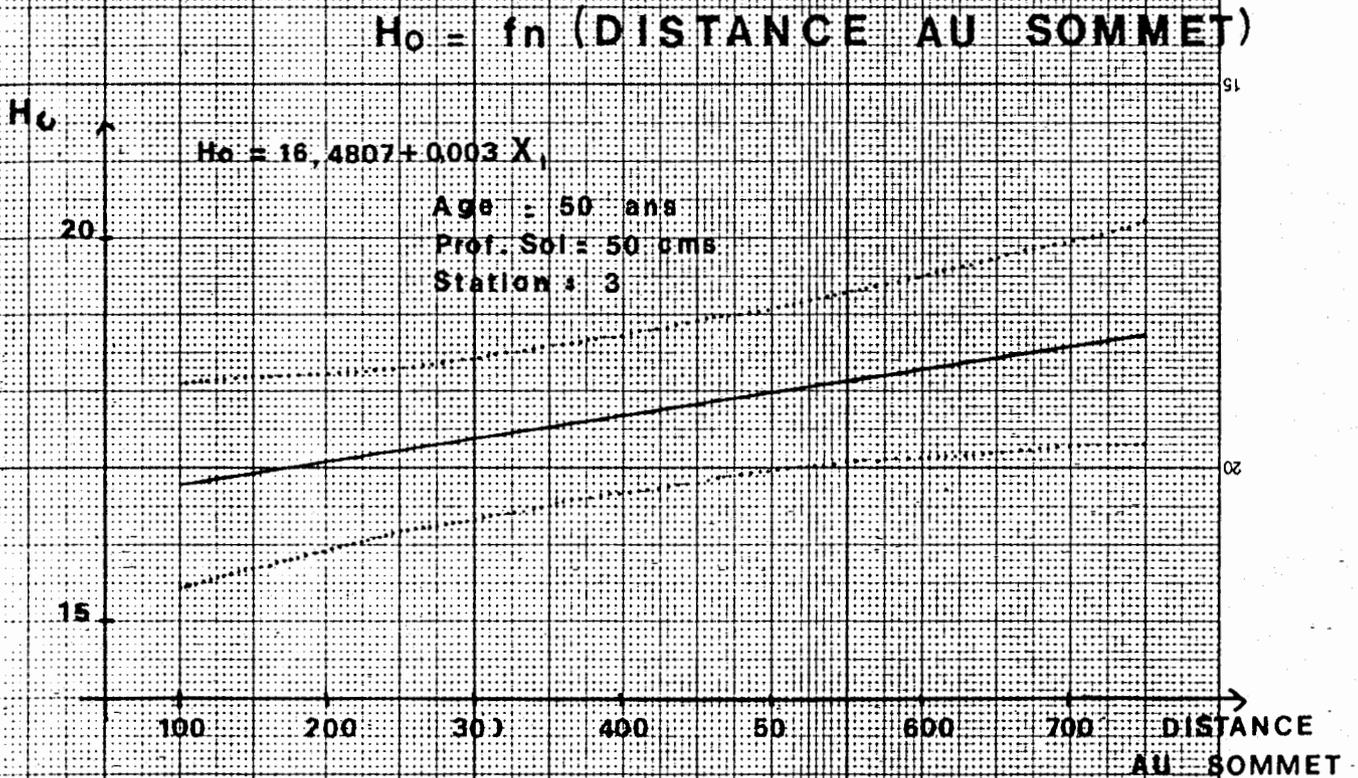
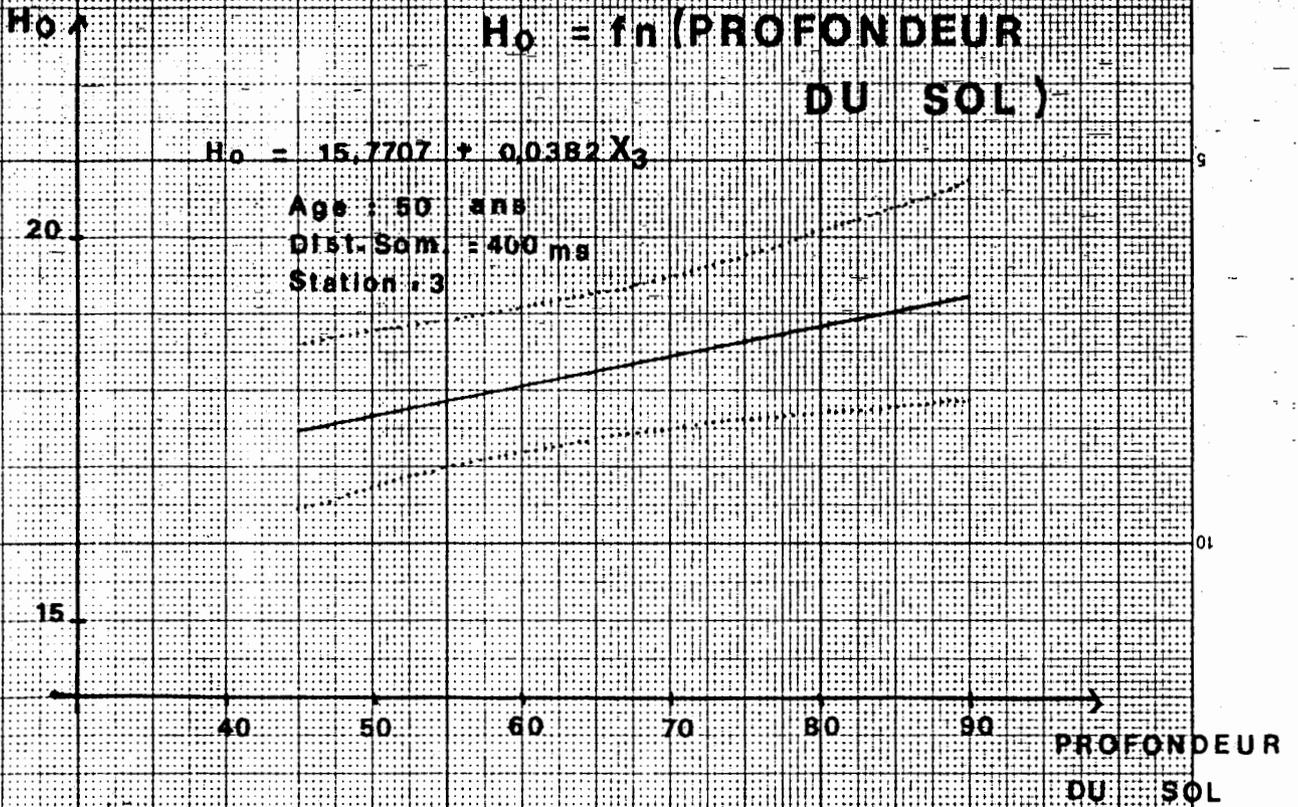
Mais cette droite a une pente relativement faible, d'où des variations de hauteur surtout sensibles pour des valeurs extrêmes de cette variable. Ainsi, un écart de 500 m provoque une différence de 1,50 m.

De même l'équation $H_0 = \text{fn}(\text{profondeur du sol})$ montre que celle-ci augmente avec la profondeur du sol. Ainsi pour une augmentation de 40 cm de la profondeur du sol, on observe une augmentation de 1,50 m de la hauteur.

L'équation $H_0 = \text{fn}(\text{âge})$ nous donne quelques résultats concernant la hauteur à différents âges.

Ainsi si Disom = 400 m
Prof. sol = 50 cm $H_0 = 17,7 \text{ m} + 1 \text{ m. à } 50 \text{ ans}$
Station n° 3

PIN SYLVESTRE



Estimation de la
hauteur dominante

PIN SYLVESTRE

Ho

23

20

17

40

60

80

100

AGE

1) $Ho = 14,3357 + 0,0669 X_2$

Dist Som : 400 ms

Prof Sol : 50 cms

Station : 3

2) $Ho = 15,8637 + 0,0689 X_2$

Dist Som : 400 ms

Prof Sol : 90 cms

Station : 3

$Ho = f_n (AGE)$

$Ho = f_n (TYPE DE STATION)$

Ho

20

15

$Ho = 14,49 + 1,3819 X_4$

Dist.Som. : 400 ms

Age : 50 ans

Prof Sol : 75 cms

← LIMITE DE
CONFIANCE
95%

1

2

3

TYPE DE
STATION

Estimation de la

hauteur dominante

et si Disom = 100 m
Prof sol = 90 cm H = 19,2 m + 1,4 m à 50 ans
Station n° 3

L'examen de ces droites de régression nous permet de donner les caractères des zones les plus favorables au pin sylvestre. Celles-ci doivent être comprises dans la station n° 3, et situées en position de bas de versant ou mi-versant, sur des sols profonds.

Néanmoins sur des sols à profondeur très moyenne (50 cm) la croissance du pin sylvestre est relativement satisfaisante compte-tenu de cette profondeur. De plus certains de ces sols peuvent être considérés comme des rankers d'érosion, sols caractérisés par une forte proportion en sables et une faible teneur en argile. Le pin sylvestre apparaît donc comme une essence intéressante pour la mise en valeur des terrains à sols pauvres et peu profonds.

L'observation des carottes prélevées à la tarière sur des peuplements de pin sylvestre nous amène à faire quelques remarques d'ordre sylvicole. Sur les arbres âgés d'environ 100 ans et plus, les derniers accroissements annuels sont très fins. Il semble donc qu'après un âge d'environ 85-90 ans ces arbres ont atteint leur limite de croissance, et sont bons à être récoltés. C'est pourquoi, la révolution devrait être fixée autour de cette limite d'âge.

3.3 Remarques

Cette étude nous permet d'appréhender les variables du milieu qui ont une influence sur la croissance du pin sylvestre et de l'épicéa commun à ST ANTHEME, et de voir comment s'exercent leurs influences. Par suite, il est possible de définir les zones les plus favorables à ces essences. En cela, elle constitue une approche du problème des potentialités forestières de la commune.

Néanmoins les résultats obtenus sont à interpréter avec réserve (et dans les limites de validité fixées). Les valeurs obtenues concernant la hauteur dominante ne sont que des estimations de cette hauteur, plus ou moins proches de la réalité. A chacune d'elles, correspond une certaine marge d'erreur, due en grande partie au fait que les variables prises en compte n'expliquent qu'une part de la variation totale de la hauteur. Ces résultats seraient d'ailleurs améliorés par :

- un meilleur échantillonnage fondé sur une connaissance approfondie du milieu. Ceci nécessite de posséder des documents de base suffisants, au préalable, ou de faire une étude sur le milieu avant de procéder à cette étude sur la production,

- un nombre plus grand de placettes. Mais ces deux hypothèses supposent que l'on puisse consacrer à cette étude plus de temps,

- la prise en compte d'autres facteurs qui peuvent avoir une influence sur la croissance de ces deux essences. Citons par exemple, la nature du terrain avant la plantation, le vent, un facteur climatique synthétique qui tienne compte des variations dues au type de relief local.

Toutefois, il reste un acteur important que l'on ne peut appréhender : le facteur provenance, car l'on ignore totalement l'origine des graines utilisées dans ces reboisements.

L'étude phyto-écologique sur les bois et les Hautes-Chaumes de la commune de ST ANTHEME a montré que la répartition et le regroupement des espèces végétales sont déterminés par trois facteurs principaux : l'acidité, l'humidité et la lumière. Cela nous a permis de définir 8 types de station, chacun caractérisé par un ensemble de conditions écologiques propres. A chaque station correspond actuellement un type de peuplement donné qui n'est pas forcément celui le mieux adapté aux conditions de celle-ci.

C'est pourquoi, d'après les résultats de l'étude phyto-écologique, de celle sur les liaisons milieu-production et d'après les observations effectuées sur le terrain, nous avons essayé de déterminer pour chaque type de station ses potentialités forestières et les objectifs à atteindre.

TITRE IV

* PERSPECTIVES FORESTIERES *
* * * * *

STATION I

Cette station de landes montagnardes est caractérisée par des conditions climatiques très dures (vent, neige, givre, froid et par suite très courte saison de végétation) surtout au Nord de la commune, qui conviennent mal aux espèces arborescentes. Dans les parties sommitales, nous sommes d'ailleurs en zone de limite supérieure de la végétation forestière.

Ces landes d'altitude, constituées en majorité de grandes parcelles sectionales, ont une vocation agricole très nette ; leur mise en valeur passe par le pâturage. C'est pourquoi la majeure partie de ces Hautes-Chaumes doit être conservée en zone d'estives ; néanmoins dans le cadre de cette option à dominante pastorale, il est indispensable de procéder sur cette zone à des améliorations permettant une meilleure mise en valeur des terrains que celle actuelle.

Tout boisement n'est cependant pas exclu, mais il ne doit constituer en aucun cas une gêne pour l'agriculture. En effet dans certains cas (zones en pente, intérêt pastoral réduit) la forêt peut être le seul moyen de valoriser ces terrains. Mais pour maximiser les chances de réussite d'un tel boisement, il est nécessaire de considérer les problèmes de concurrence de la végétation herbacée, de fertilisation et de provenances.

Dans les landes à callune, les épicéas souffrent beaucoup de la concurrence due à la végétation herbacée qui par ses racines forme un tapis très dense au niveau du premier horizon, et aussi de la présence de la callune. Dans un premier temps, il est donc indispensable d'éliminer cette végétation par un travail du sol adéquat.

De plus, dans ces sols d'altitude, très humifères, les plants souffrent la plupart du temps d'une carence en azote et en autres éléments assimilables tels le calcium et le phosphore. Aussi est-il nécessaire de pallier ces difficultés de nutrition par l'apport d'engrais à base d'azote, et éventuellement de phosphore et de calcium.

Mais des expériences de fertilisation effectuées à Arzenc-de-Randon (Lozère) sur roche-mère granitique ont montré que l'effet de l'azote est fugace, et que l'apport d'azote pour être pleinement efficace doit être renouvelé fréquemment. Par contre, ces mêmes expériences ont permis de conclure "qu'un apport d'humus de pessière bien pourvu en mycélium", au moment de la plantation, dans le but de favoriser la mycorhization, "peut constituer à peu de frais, une mesure efficace et d'effet permanent et assure un gain de croissance intéressant".

En outre, dans les reboisements inventoriés, la provenance des graines utilisées reste une inconnue. Il est donc pensable qu'avec des provenances bien choisies, l'on obtienne des résultats plus satisfaisants. Aussi à une altitude élevée, il est indispensable de choisir des provenances adaptées aux conditions climatiques rigoureuses qui sévissent dans cette zone. Les arbres doivent présenter les caractères morphologiques suivants : port colonnaire, branches courtes, aiguilles en brosse, leur permettant de résister à l'influence néfaste du vent et de la neige. Pour le Massif Central à une altitude supérieure à 1 200 m, on conseille les provenances suivantes : Hautes-Chaînes du Jura, Préalpes haute altitude et Alpes très haute altitude. D'après l'observation des données météorologiques, il semble que les deux premières provenances soient mieux adaptées aux conditions de la zone d'étude.

Néanmoins dans tous les cas, il est préférable de cantonner les boisements sur des terrains en position abritée et à des altitudes inférieures à 1 300 m. Sinon l'on risque d'avoir une production en volume très faible et de plus des produits de qualité très moyenne. Malgré cela, toutes les conditions requises étant réalisées, l'on ne doit pas s'attendre à des productions très élevées pour l'épicéa, dans cette station.

STATION II ET III

Ces stations constituent le domaine du pin sylvestre, et se localisent principalement au centre et à l'Est de la commune. Certains de ces peuplements sont peu productifs et la qualité des bois est assez variable : les arbres présentant souvent les caractéristiques suivantes : troncs penchés et tortueux, présence de crosse au départ, mauvais élagage... Il importe de souligner le rôle cultural du hêtre dans les pineraies. En effet, lorsqu'il existe un sous-étage complet de hêtre, les peuplements sont de meilleure venue : les arbres sont bien élagués, avec un fût rectiligne et sans renflements.

Nombre de ces peuplements sont vieillis, et arrivés à maturité, doivent être récoltés. Il se pose le problème du remplacement et de l'avenir des pineraies. Deux objectifs doivent être envisagés :

- la substitution de ces peuplements par des plantations plus productives d'épicéas ou de sapins pectinés, telle qu'elle est déjà pratiquée dans certaines forêts sectionales (vers la Sauvetat).

- le maintien des pineraies. Le pin sylvestre a un rôle à jouer dans ce périmètre d'étude, étant une des rares essences permettant la mise en valeur de certaines zones. L'étude sur la production a montré que sa croissance était relativement satisfaisante sur des terrains peu profonds. C'est pourquoi, il est préférable de garder l'objectif pin sylvestre dans certains cas : à une altitude inférieure à 1 100 m
sur sol superficiel (profondeur < 50 cm)
en exposition sud.

La aussi, il est possible d'obtenir des améliorations sensibles au niveau de la qualité et de la productivité des pineraies. Pour cela il est primordial de choisir des provenances bien adaptées (Livradois-Velay ou St Bonnet le Château) aux conditions écologiques de la zone d'étude.

De même dans un but cultural, il est préférable d'avoir un sous-étage de hêtre dans ces pineraies, mais il est indispensable de le maintenir en position dominée car cette essence très vigoureuse a tendance à supplanter le pin sylvestre qui supporte mal la concurrence.

STATION IV

Cette station est celle de la hêtraie mésoacidiphile. Elle subsiste à l'état de lambeaux sur les versants au centre de la commune, et occupe des surfaces plus grandes à l'Est. Néanmoins, elle ne représente

qu'une faible proportion par rapport à l'ensemble boisé. C'est pourquoi, dans le but de garder un équilibre entre feuillus et résineux, et étant donné la superficie modeste occupée par les feuillus, il est nécessaire de conserver ces hêtraies dans leur état actuel, et de n'envisager aucune substitution d'essence bien qu'elles soient peu productives. D'ailleurs, celles-ci ont un rôle non négligeable dans le paysage communal, surtout en période automnale.

STATION V

Cette station de la sapinière mésohygrophile, moyennement acidiphile n'est représentée que par quelques points, d'ailleurs très dispersés sur l'ensemble de la commune. Il apparaît qu'à l'exception d'un relevé les autres sont situés en position marginale par rapport au massif que constitue la sapinière.

Les données concernant la hauteur dominante pour les relevés effectués dans la sapinière figurent en annexe. Comme nous l'avons vu précédemment, il n'est pas possible de comparer ces diverses hauteurs entre elles et par suite les stations car il reste une donnée inconnue : l'âge. Néanmoins ces chiffres nous donnent une estimation de la hauteur du peuplement en fin de croissance.

Ainsi dans cette station, les données de hauteur sont variables, mais faibles pour le relevé situé en exposition Ouest et pour les deux relevés localisés vers le Sud du Bost. Ces derniers résultats s'expliquent sans doute par l'altitude élevée (1 250 m) et surtout par la position générale du Suc du Bost, croupe décalée à l'Est par rapport à la ligne de crête principale, qui ne bénéficie pas d'une position d'abri et est directement soumis aux effets du vent. Ainsi qu'en témoignent les différents groupes écologiques présents, cette station est de plus caractérisée par une humidité atmosphérique moindre par rapport à l'ensemble des autres sapinières. La régénération en sapin y est d'ailleurs faible. C'est pourquoi dans cette station il est préférable d'introduire l'épicéa et d'avoir comme objectif des peuplements mélangés sapin-épicéa.

STATION VI

Cette station de la sapinière hygrophile constitue un massif compact (Bois de Naufrange) qui s'étage de 1 000 à 1 250 m principalement. Les conditions écologiques régnantes conviennent très bien au sapin pectiné, c'est la station de la "bonne sapinière". Le hêtre y est peu abondant sauf en limite altitudinale supérieure. En considérant l'ensemble des sapinières, c'est dans cette station que l'on trouve les zones où la régénération est la plus abondante. Néanmoins sur quelques uns de ces relevés, on peut constater une absence de jeunes semis, due à un tapis complet de myrtille ou de canche flexueuse. Par contre dès que celles-ci ne recouvrent le sol que par plaques, on rencontre des tâches de semis.

Dans cette station, l'objectif sapin paraît être le plus intéressant.

STATION VII

Cette station est celle de la hêtraie-sapinière hydrophile, localisée principalement à l'Ouest de la commune. On trouve notamment cette station en limite supérieure de la végétation forestière actuelle. Dans les sapinières, la régénération est peu abondante, les jeunes semis sont rares. Si l'on considère les hauteurs dominantes, on constate que celles-ci sont faibles dès qu'on dépasse une altitude de 1 250 - 1 300 m suivant la position topographique. Cette remarque est d'ailleurs valable pour le relevé de la station précédente situé à une altitude élevée. Le sapin est assez loin de son optimum.

C'est pourquoi, il semble préférable de maintenir l'objectif sapin à une altitude inférieure à 1 250 m et de considérer l'option épicéa comme objectif principal dans la tranche altitudinale supérieure dans la mesure où l'on veut obtenir une forêt productive.

STATION VIII

Nous sommes dans la station de la hêtraie d'altitude. Celle-ci ne présente aucun intérêt si l'on considère un objectif de production, son rôle primordial étant un rôle de protection. D'ailleurs, étant donné la localisation de cette station (fortes pentes, zones peu accessibles, conditions climatiques rudes) il est difficilement envisageable de procéder à des introductions d'essences plus productives. De plus cette station est caractérisée par une humidité atmosphérique et surtout édaphique très importantes qui conviennent mal au sapin pectiné. C'est pourquoi, ces taillis de hêtre doivent être conservés, dans un but de protection.

Remarque :

Il n'a jamais été fait allusion à une autre essence résineuse : le douglas. Il en existe néanmoins quelques représentants dans un reboisement à dominante épicéa, situé vers 1 230 m en position abritée. L'aspect de ces arbres est médiocre : écorce très épaisse et fissuré, nombreuses branches de gros diamètre, racines apparentes. La hauteur dominante mesurée est sensiblement la même que pour l'épicéa. Néanmoins étant donné les conditions climatiques (gelées tardives, givre, vent et neige) et l'état actuel des connaissances sur les provenances, il est préférable de limiter le douglas à des altitudes plus basses (au-dessous de 1 000 m) et de prendre l'option épicéa qui est une essence plus rustique, à une altitude plus élevée.

Exception faite du hêtre, trois essences résineuses doivent se partager l'espace forestier de ST ANTHEME, mais dans des proportions différentes de celles actuelles. Il s'agit du sapin pectiné, de l'épicéa commun et du pin sylvestre.

Le sapin pectiné a un rôle primordial à jouer dans la partie Ouest, plus humide, seul, voire associé à l'épicéa commun. Quant à ce dernier il est destiné à prendre de plus en plus d'importance dans le reste de la commune au détriment du pin sylvestre.

Actuellement le pin sylvestre tient une place prépondérante dans le domaine forestier privé de la commune. Il est d'ailleurs considéré plus comme un arbre agricole que forestier. A l'avenir sa place va se restreindre

car souvent il peut difficilement lutter avec l'épicéa commun sur le plan production et prix des bois. C'est désormais une essence de transition qui a tendance à disparaître. Néanmoins l'étude sur la production a montré que dans sa station type, le pin sylvestre donnait des résultats assez intéressants, surtout sur des sols peu profonds. C'est pourquoi, il importe de revaloriser cette essence, par le choix d'un matériel génétique et d'un type de sylviculture bien adaptés.