

C E M A G R E F

Groupement de CLERMONT-FERRAND

Division "Techniques Forestières"

TIPOLOGIE FORESTIERE
DE MARGERIDE LOZERIENNE

TIPOLOGIE FORESTIERE
DE MARGERIDE LOZERIENNE

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, il m'est très agréable de remercier chaleureusement les différentes personnes qui m'ont aidé à le mener à bien, par des discussions en tête à tête ou des contributions concrètes :

- Bernard VALADAS, qui, très amicalement, a livré sa connaissance et sa compétence sur la géomorphologie de la MARGERIDE, et qui, par plusieurs discussions, a mis en place tout le chapitre sur les alvéoles et leurs liens avec le paysage.

- Michel GODRON, qui, tout au long de ce travail, a guidé et souvent déterminé sans jamais imposer les différents fils de raisonnement, et a relu attentivement le manuscrit.

- Alain BRETHERS et Paul BONFILS, qui ont commenté et interprété les différents profils analysés.

- Jean-Pierre LAGANNE, qui, concomitamment, a effectué la préétude de stations de la Boulaine, et a contribué à mettre en place le chapitre rédigé sur ce secteur. Qu'il soit également remercié pour son aide lors des relevés de terrain, et la cartographie pour tester le catalogue dans la F.D. de la Croix de Bor.

- Sonia DARRACQ et François ROMANE, qui ont effectué les traitements numériques des relevés floristiques au C.E.P.E. de MONTPELLIER sur un terminal du C.N.U.S.C.

- L'Office National des Forêts, Centre de MENDE, au travers de son Chef de Centre, Marcel GAVALDA, pour son aide matérielle et son encouragement lors de mon affectation à l'O.N.F. et au CEMAGREF. J'ai d'autre part largement puisé dans la connaissance intuitive des forêts qu'ont les forestiers.

- Le groupe de travail sur la typologie des stations forestières de MONTPELLIER (Inventaire Forestier National, Centre Régional de la Propriété Forestières, U.S.T.L., C.E.P.E., SerFoB) qui a été à l'initiative de ce travail, et l'a suivi tout au long de son élaboration.

- André MARQUIER qui a dessiné tous les graphiques et Catherine BREGHEON qui a réalisé la frappe et assuré la mise en page.

A tous, j'adresse de chaleureux remerciements.

PLAN DE L'ETUDE

	Pages
0 - INTRODUCTION	
0.0. Région étudiée et but recherché	1
0.01. Limites de la région	1
0.02. Histoire succincte du peuplement forestier	1
0.021. Les anciennes forêts naturelles	
0.022. Les défrichements agricoles et pastoraux	
0.023. La soumission au régime forestier	
0.024. Les reboisements du Fond Forestier National	
0.025. Conclusion	
0.03. Problèmes forestiers actuels	3
0.030. Utilisation d'un catalogue de stations	
0.031. Champs d'utilisation	
1 - DIVISION EN SECTEURS ECOLOGIQUES	
1.1. Histoire géologique	5
1.11. La mise en place des roches	5
1.110. Les roches présentes	
1.111. Les matériaux métamorphiques	
1.112. Les roches granitiques	
1.12. La fracturation du socle	8
1.121. La rémission secondaire	
1.122. Les traves de l'orogénèse alpine	
1.123. Conclusions	
1.2. Etude des influences climatiques	10
1.20. Choix des facteurs étudiés	10
1.21. Les régimes thermiques	10
1.210. Méthode d'étude	
1.211. Les données	
1.212. Variation spatiale et temporelle	
1.213. Conséquences dans la classification de TREWARTHA-KOPPEN des climats	
1.214. Comparaison avec les montagnes voisines	
1.215. Conclusions de l'étude thermique du climat	

1.22. Etude de la pluviosité	18
1.220. Présentation des "influences" climatiques	
1.221. Données et traitements	
1.222. Classification ascendante hiérarchique	
1.223. Conclusions sur l'étude des précipitations	
1.23. La synthèse pluviothermique	20
1.3. Les secteurs écologiques	20
1.30. Notion de secteur écologique	20
1.31. L'importance de la topographie en montagne	20
1.32. Articulation des facteurs mésoclimatiques et géologiques	21
1.321. Seuils retenus	
1.322. Le domaine granitique	
1.323. Le domaine des roches métamorphiques	
1.33. Les secteurs de production en Margeride	24
 2 - PREETUDE DES SECTEURS ECOLOGIQUES	
2.0. Introduction	25
2.01. Articulation entre les secteurs écologiques et les stations	25
2.02. Limite des études de station en Margeride	25
2.03. Réponse aux problèmes forestiers	26
2.04. Utilité des pré-études	26
2.05. Facteurs édaphiques et facteurs climatiques	27
2.051. Hiérarchie entre ces facteurs	
2.052. Articulation entre ces facteurs	
2.1. La Boulaine	27
2.11. Roches mères	28
2.111. Roches micaschisteuses	
2.112. Autres roches mères	
2.12. Le climat	30
2.13. Les facteurs azonaux	33
2.14. Analyse de sols	33
2.15. Synthèse	36

2.2. Les plateaux granitiques	38
2.21. Importance de la topographie	38
2.22. Les chaînes de sol sur les buttes convexes	39
2.221. Description des formations superficielles	
2.222. Analyses de sols	
2.23. Synthèse : clé pour une typologie forestière	42
2.231. Facteurs limitants et élimination d'essences	
2.232. Typologie pour un choix d'essence	
2.3. Le Goulet et la Gardille subcontinentaux	44
2.31. Roches mères	44
2.32. Variations climatiques	45
2.33. Etagement des sols sur le Goulet	46
2.331. Analyse de sols	
2.332. Interprétation du transect	
2.333. Formations superficielles meubles	
2.34. Synthèse : clé pour une typologie forestière	51
2.4. La Margeride périméditerranéenne	52
2.40. Introduction	52
2.41. Les roches mères rencontrées	53
2.42. Complexité de la topographie	54
2.43. Contraintes climatiques	55
2.44. Synthèse : clé pour une typologie forestière	56

3 - CATALOGUE D'UN SECTEUR ECOLOGIQUE

3.0. Choix du secteur	58
3.1. L'étude floristique	59
3.11. Les formations végétales	59
3.12. La méthode	60
3.121. Les relevés et l'échantillonnage	
3.122. Les traitements	
3.13. Les stations	69
3.131. Construction du tableau	
3.132. L'articulation entre les formations ouvertes et fermées	
3.133. La typologie des formations ouvertes	

3.14. Etude des hêtraies	74
3.140. Introduction	
3.141. Méthodes utilisées	
3.142. Analyse factorielle des correspondances	
3.143. Groupes sociologiques	
3.144. Stations des hêtraies	
3.15. Conclusions sur l'étude floristique	85
3.2. L'étude géomorphologique et pédologique	86
3.20. Intérêt de l'approche géomorphologique	86
3.21. Etude pédologique	87
3.211. Analyses de sols	
3.212. Conclusions	
3.22. La notion d'alvéole	89
3.220. Description du paysage	
3.221. Génèse des alvéoles	
3.222. Evolution des alvéoles	
3.23. Dynamique d'un profil-type	93
3.231. Description d'un profil type	
3.232. Arènes gélifluées à blocs	
3.233. Arènes litées	
3.234. Horizon induré type "fragipan"	
3.235. Conclusions sur les formations superficielles	
3.24. Conclusions sur l'apport de la géomorphologie à la typologie des stations forestières	97
3.241. L'association tripartite	
3.242. Le concept d'alvéole	
4 - RAPPEL DES RESULTATS ET CONCLUSION	
4.0. Introduction	100
4.1. Division de la Margeride en secteurs écologiques	101
4.11. Les étages de végétation	101
4.12. Influences climatiques	101
4.13. Roches mères	102
4.14. Division de la Margeride en secteurs écologiques	103
4.2. Sols et formations superficielles	103
4.20. Introduction	103

4.21. Richesse en éléments nutritifs	103
4.22. Alimentation en eau	104
4.3. Végétation	105
4.4. Clé de choix des essences pour les différents secteurs	106
4.41. Secteur de la Boulaine	106
4.42. Secteurs des plateaux	106
4.43. Secteurs du Goulet et de la Gardille	107
4.44. Secteur périméditerranéen	107
4.45. Secteur de la montagne	108

ANNEXES :

- 1 - Cartes des précipitations
- 2 - A.F.C. pour le secteur écologique de la Montagne
- 3 - Tableau phytosociologique pour la hêtraie
- 4 - Analyses de sol
- 5 - Distribution des éléments dans le profil
- 6 - Schémas des alvéoles
- 7 - Cartes :
 - . géologique
 - . des secteurs écologiques

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

O.O. REGION ETUDIEE ET BUT RECHERCHE

O.01 Limites de la région

La région étudiée par ce document correspond exactement à la Région Forestière Margeride de l'Inventaire Forestier National dans le département de la Lozère.

Les limites en sont :

- A l'est et au nord : celles du département de la Lozère, qui ne correspondent à aucune limite naturelle (la région forestière Margeride de l'I.F.N. se prolonge en Haute-Loire et dans le Cantal, mais ces départements ne sont pas étudiés ici).

- A l'ouest : celles de la région Bordure Aubrac, correspondant à une limite géologique entre les formations primaires de la Margeride et quaternaires de la Bordure Aubrac.

- Au sud : celle de la région Causses, calcaire. Cette limite géologique est une véritable frontière biogéographique pour les peuplements forestiers, fortement affirmée sur le terrain.

- Au sud-est : celles de la région Hautes-Cévennes, qui borde la Margeride par le Mont Lozère. Cette limite ne peut être qu'arbitraire, puisque aucune ligne précise ne découpe le paysage, et elle marque le basculement vers des régions certes aussi rudes mais à influences méditerranéennes plus marquées.

L'ensemble forme une série de plateaux granitiques et de chaînes micaschisteuses plissées en plein coeur du Massif Central, s'élevant entre 900 et 1551 mètres.

O.02 Histoire succincte du peuplement forestier

Cette histoire est aujourd'hui bien connue dans le détail grâce aux travaux de FEL et NOUGAREDE (1983). Seules, les grandes lignes utiles à la compréhension des peuplements actuels seront rappelées ici.

0.021 Les anciennes forêts naturelles

Aucune tourbière proprement margeridienne n'a été étudiée pour reconstituer l'histoire quaternaire de la végétation. Cependant, celles du Mont Lozère et du Mont Aigoual sont suffisamment proches, connues, et semblables quant à leur écologie actuelle, pour que l'on puisse en projeter les conclusions.

- L'ensemble de l'étage montagnard, depuis 5 000 B.P., était boisé en Hêtre. Il est probable que le Sapin, dans sa reconquête post-glaciaire du Massif Central, n'ait guère progressé plus avant que les massifs où il est reconnu aujourd'hui comme spontané, sinon sous forme de petits placeaux hypothétiques.

- Mises à part les deux dépressions du Malzieu et de Saint-Alban, très marginales en surface et type de paysage, l'ensemble de la Margeride est aujourd'hui dans l'étage montagnard.

0.022 Les défrichements agricoles et pastoraux

- Dès le troisième millénaire avant J.C., les espaces pastoraux sont étendus par le feu qui fait donc reculer la hêtraie.

- Les premiers peuplements sédentaires disparates sont l'oeuvre de Celtes.

- La véritable colonisation avec mise en valeur systématique a débuté vers l'an mil : c'est alors que commence à se mettre en place le paysage que l'on peut encore observer aujourd'hui en grande partie :

. Hêtraies résiduelles, donc morcelées, quasi-absentes en dessous de 1 250 mètres, et profondément remaniées par l'homme dans leur structure (pâturage du sous-bois, exploitation pour le bois de feu qui développe le taillis, etc.)

. Landes à Genêt purgatif (*Cytisus purgans*) qui reconquiert peu à peu les parcours laissés à l'abandon lors de fluctuations de population, donc d'intensité de mise en valeur du terroir.

. Landes à Genêt à balais (*Sarothamnus scoparius*) qui recolonise les anciens labours, mais aussi certains parcours.

. Et surtout Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) qui représente un stade de transition vers la réinstallation du Hêtre. Cette étape a été entretenue par les populations paysannes (un système d'assolement avec le seigle, au besoin entretenu par le semis direct, était traditionnel chez les paysans de Margeride), à tel point qu'on a pu parler d'un étage de végétation du pin sylvestre tant cet arbre est présent (CARLES).

0.023 La soumission au régime forestier

Le code forestier élaboré entre 1822 et 1827 a été appliqué en Margeride pour les forêts sectionnales dès 1832 (NOUGAREDE). Le principal souci des forestiers de l'époque était de limiter le pâturage et de convertir en futaie régulière les boisements de Pin sylvestre. Cette action s'est donc concrétisée par le maintien du Pin sylvestre. Au cours du XIXe siècle, plusieurs introductions de Pin sylvestre de race "noble" ont été effectuées (F.S. du Bacon et de Florensac, par exemple), sans que l'on puisse aujourd'hui en affirmer la provenance avec certitude (Haguenau ? Wangenbourg ? Auvergne ?).

Il n'y avait au XIXe siècle qu'une seule forêt domaniale, celle de la Gardille, séries actuelles de Puylong et du Devès. En s'appuyant sur les lois de Restauration des Terrains en Montagne (1860 et surtout 1882), les forestiers ont entrepris les reboisements des hauts bassins de la Truyère et de l'Allier (F.D. de la Croix de Bor), du Lot et du Chassezac (F.D. du Goulet). Contrairement aux soumissions des forêts sectionnales, ces actions se sont traduites par une profonde modification des paysages forestiers, par l'introduction d'essences exotiques (Pin à crochets et Epicéa).

0.024 Les reboisements du Fond Forestier National (F.F.N.)

Les paysages forestiers des Forêts Sectionnales et privées ont en revanche été modifiés par la mise en oeuvre après la seconde guerre mondiale du F.F.N. Les premiers boisements en Lozère ont eu lieu en F.S. de Sainte-Eulalie en 1955. Des pineraies dégradées, des friches, des landes d'altitude ont été reboisées en essayant toute une panoplie d'essences (Epicéa commun et de Sitka, Mélèze du Japon, Douglas notamment). Cette action de reboisement est encore en cours, bien que le financement soit aujourd'hui assuré conjointement par la C.E.E. (FEOGA.)

0.025 Conclusion

De ce bref rappel, il apparaît que le poids de l'histoire, de la mise en valeur par les populations locales et, plus tardivement, par les forestiers, est un élément aussi important, ni plus ni moins, que les facteurs physiques, pour comprendre l'existence et la structure des peuplements actuels.

0.03 Problèmes forestiers actuels

0.030 Utilisation d'un catalogue de stations

Il est clair que, dans la résolution d'un problème forestier, d'autres paramètres que la connaissance de la station interviennent. D'un autre côté, peu de problèmes sylvicoles échappent à une dimension écologique, ne serait-ce que parce que la quantité et la qualité du bois

produit dépendent, entre autres choses, de la station. Il serait donc aussi vain de vouloir s'abstenir de -que de tout demander à- l'information sur le milieu contenue dans le catalogue de stations.

L'utilisation ou non d'un catalogue par un gestionnaire ne peut être qu'expérimentale, et non se décider ab initio : c'est la pratique qui décidera du rôle accordé au catalogue par le gestionnaire dans la prise de décisions : ce n'est qu'un outil dont la pertinence se mesure à son efficacité.

Voici cependant quelques domaines, tous propriétaires confondus, où la connaissance d'un minimum de bases écologiques peut aider à prendre une décision raisonnable, ou ne le permet pas.

0.031 Champs d'utilisation

Par définition, une station forestière est, pour une essence donnée, homogène en fertilité, donc en production. Rigoureusement, la typologie des stations devrait donc être un outil permettant d'avoir une idée assez précise de la production d'une essence pour une station donnée. A cette fin, il est nécessaire d'effectuer un échantillonnage rigoureux et de vérifier qu'effectivement, pour les peuplements observés, la production est homogène sur une station donnée. Pour cela, il faut disposer d'une méthode de mesure de la production, qui n'existe en fait que là où des tables de production ont été construites. Ce qui n'est pas le cas en Margeride. On pourrait alors penser à se limiter à des mesures de fertilité (courbes hauteur/âge), mais, soit les essences sont génétiquement très hétérogènes (Pin sylvestre), soit trop peu introduites sous forme de peuplements purs (Sapin pectiné, Mélèze, Douglas). Devant cette absence d'instrument fiable de mesure de la production ou de la fertilité, la corrélation avec les stations n'a pas été effectuée, a fortiori. Les différents résultats de ce catalogue ne pourront donc pas être utilisés, dans l'immédiat, pour une estimation quantitative de la production.

De même, ne disposant que d'informations très fragmentaires sur la qualité des produits exploités, nous n'avons donné aucune information sur les liaisons station/qualité des bois.

La seule utilisation réaliste de cette étude est double :

- considérer ce document comme un guide pour le choix des essences de reboisement ou de régénération, et c'est dans cette direction seule que des commentaires ou orientations forestiers ont été donnés succinctement,

- permettre l'extrapolation, à station égale, de résultats sylvicoles (échecs ou réussites) obtenus en un lieu donné ; en particulier évaluer les productions ou au moins les croissances au fur et à mesure que l'on aura des peuplements de référence.

1 - DIVISION EN SECTEURS ECOLOGIQUES

1.1. Histoire géologique

L'histoire précambrienne et paléozoïque du Massif Central n'est pas encore parfaitement connue, comme en témoignent les interprétations contradictoires de chronologie absolue de l'âge des granites et relatives des micaschistes cévenols.

En fait, les problèmes non résolus sont surtout des problèmes de datation, dont les conséquences pour la typologie forestière sont nulles et qui, en conséquence, ne seront pas abordés.

C'est pourquoi nous présenterons rapidement l'esquisse de la mise en place des roches et formes, pour en examiner les conséquences.

1.11 La mise en place des roches

1.110 Les roches présentes

L'essentiel de la Margeride lozérienne est un horst granitique de direction nord-nord-ouest/sud-sud-est, bordé de contreforts métamorphiques : la montagne de la Gardille, le plateau du Roure, la montagne du Goulet, le massif de la Boulaine. On y rencontre également des argiles et sables tertiaires des bassins d'effondrement du Malzieu et de Saint-Alban, et deux dômes basaltiques : le Causse et le Signal de Bonjour.

Sauf pour ces deux dernières formations particulières, la mise en place des matériaux s'est étalée du Précambrien à la fin du Paléozoïque jusqu'à l'orogénèse hercynienne, bien que les origines des chaînes soient probablement à rechercher dès le Précambrien (chaîne domnéenne du noyau arverne).

1.111 Les roches métamorphiques

* Les systèmes de mise en place

S'il y a consensus général des géologues sur la division du Massif Central en plusieurs domaines orogéniques essentiels, il y a encore discussion sur les limites, les descriptions, les dates de ces orogénèses.

Le schéma que nous retiendrons est celui proposé par CHENEVOY et RAVIER, in DEBELMAS, (1974), et qui articule trois zones :

- . un noyau arverne,
- . un ensemble rutheno-limousin,
- . une ceinture cévenole.

Dans ce schéma, la Boulaine et les micaschistes qui s'y rattachent de Chantrujols et du col de la Tourette (contact avec le Causse de Mende et le granite) font partie de l'ensemble ruthéno-limousin, alors que la Gardille, le Goulet, le plateau du Roure se rattachent à la ceinture cévenole.

* Mise en place des roches de l'ensemble ruthéno-limousin

Il faut imaginer, au Paléozoïque inférieur, une chaîne domnienne de terrains métamorphiques rattachée au géanticlinal de l'Europe moyenne, bordée au sud par la Mésogée, et au nord par le géosynclinal de l'Europe du Nord, berceau de la chaîne calédonienne.

La zone ruthéno-limousine serait un géosynclinal méridional, quienserre au sud cette chaîne, et dont la série du Lot (la Boulaine) serait un témoin occidental.

Dans ce bassin, l'érosion de la chaîne domnienne alimentait une sédimentation importante, de plus en plus fine. Des périodes de volcanisme et de plissement (orogénèse calédonienne, plis symétriques de ceux du géosynclinal de l'Europe du Nord) ont été reconnus dans ces terrains, mais il n'y a pas consensus sur l'importance de ces phénomènes, notamment si on doit ou non y rattacher le métamorphisme de ces dépôts.

Une hypothèse plausible serait de rattacher le métamorphisme de la zone ruthéno-limousine à la phase bretonne ou sudète de l'orogénèse hercynienne. La série du Lot (Boulaine) en serait la catazone.

Quant aux plissements majeurs de cette zone, ils débuteraient dès la fin du métamorphisme, mais leur étude est très complexe.

* Mise en place des roches de la ceinture cévenole

L'histoire de la ceinture cévenole serait semblable : la mise en place des matériaux commence également par une sédimentation synclinale schisto-gréseuse, mais dans une fosse de sédimentation alimentée par une chaîne se rattachant à la Montagne Noire et non plus la chaîne domnienne. Cette sédimentation était également entrecoupée de volcanisme.

Dans ce schéma, il faudrait rattacher le Goulet à l'épizone du métamorphisme cévenol, schisteux, les leptynites et les gneiss à la catazone (série ardéchoise), dont les gneiss ocellés forment la base. Les micaschistes de la Gardille forment la mésozone.

1.112 Les roches granitiques

- Les granites porphyroïdes

Ce sont des granites porphyroïdes calco-alcalins à biotites, appelés couramment "granite à dents de cheval" en raison des grands cristaux (plusieurs centimètres de longueur) de feldspath orthose, blancs, qui le caractérisent.

Les études géologiques en Margeride ont mis en évidence un gradient continu de faciès, caractérisé d'ouest en est par un enrichissement en biotite, et décrit par le rattachement aux extrêmes : faciès clair et faciès sombre.

La composition minéralogique volumétrique moyenne est la suivante :

Minéral	Clair (%)	Sombre (%)
- Quartz	36	29
- Oligoclase	28	33
- Feldspath orthose	27	20
- Biotite	9	18

Dans le faciès sombre, on trouve parfois des roches éruptives du type vagnérite, enclavées, de composition chimique variable. En voici un exemple :

. Biotite.....	26 %
. Quartz.....	20 %
. Andésine.....	26 %
. Orthose.....	15 %
. Amphibole.....	13 %

Selon COUTURIE, in VALADAS (1984), la composition chimique exprimée en pourcentages pondéraux d'oxydes pour les éléments majeurs est la suivante :

Oxyde	Clair	Moyen	Sombre
Si O ₂	71,33	68,30	65,04
Al ₂ O ₃	14,77	15,35	15,99
Fe ₂ O ₃	1,24	1,40	1,77
FeO	0,87	1,66	2,42
MgO	1,40	2,31	3,14
CaO	1,23	1,86	2,35
Na ₂ O	3,06	2,89	2,84
K ₂ O	4,41	4,44	4,54

- Les leucogranites

Ce sont des leucogranites alcalins à muscovite, surtout représentés sur le plateau de Saint-Chély, si l'on excepte le Massif du Grand-Bois à l'est du Plateau de Granrieu. Ils se présentent souvent sous forme de dômes intrusifs dans le granite porphyroïde, limités par des failles.

La composition minéralogique, variable, est en moyenne la suivante :

. Quartz.....	30 à 40 %
. Albite.....	20 à 35 %
. Feldspath potassique.....	25 à 40 %
. Muscovite.....	2 à 9 %
. Biotite.....	0 à 2 %

Leur composition chimique pondérale en oxydes majeurs est la suivante :

. SiO ₂	73 à 74 % (en poids)
. Al ₂ O ₃	14 à 15 %
. Fe ₂ O ₃	0,5 à 0,7 %
. FeO.....	0,2 à 0,7 %
. MgO.....	0,8 à 1 %
. CaO.....	0,7 à 0,8 %
. Na ₂ O.....	3,1 à 3,3 %
. K ₂ O.....	4,3 à 4,5 %

(in VALADAS)

On peut alors remarquer que ces leucogranites sont plus riches en SiO₂, mais plus pauvres en oxydes de fer et en CaO que les granites porphyroïdes. Cette différence se retrouvera au niveau de l'altérabilité et de la pédogénèse.

1.12 La fracturation du socle

1.121 La rémission secondaire

Après la mise en place des roches mères, à la fin de l'orogénèse hercynienne (phase saaliennne à cheval sur le Saxonien et l'Autunien), la rémission tectonique a permis l'érosion des reliefs et la formation à la fin du Permien d'une pénéplaine dont on retrouve parfois la trace par des paléosols. Cette surface est appelée couramment "surface d'érosion antétriasique".

Au début du Secondaire, cette pénéplaine a parfois été recouverte de dépôts calcaires ou gréseux, que l'on retrouve sur Charpal et la Boulaine (partie sud de la Margeride). Ce sont des dépôts triasiques de grès et d'arkose du Keuper et du Rhétien. Les différents calcaires déposés lors des périodes suivantes (Lias, Jurassique) ont été

érodés par la suite lors de l'émergence des fonds marins au cours du Crétacé. Lors de la transgression du Cénomanién (environ - 95 millions d'années), la Margeride est probablement restée émergée.

Mais, mis à part les dépôts liasiques, il ne reste aucune trace en Margeride des transgressions et régressions secondaires.

1.122 Les traces de l'orogénèse alpine

Contrairement aux épisodes secondaires, l'orogénèse alpine, qui caractérise l'évolution géologique du sud de la France au Tertiaire, a laissé de profondes traces dans le paysage de Margeride.

Cette orogénèse, pour les traces qu'elle a laissées dans le Massif Central, peut être divisée en deux phases : une phase pyrénéenne et une phase alpine.

- Phase pyrénéenne :

Cette phase située à l'Eocène (environ - 40 à - 50 millions d'années) correspond à la formation et l'extension de la dorsale pyrénéenne. Elle affecte tout le sud du Massif Central par une tectonique cassante, d'orientation générale ouest-est. Il est probable que nombre de failles qui ont joué à cette époque étaient d'anciennes failles des orogénèses antérieures, hercyniennes et peut-être anté hercyniennes. Il en résulte la formation de horsts d'orientation ouest-est, limités sur leurs flancs nord et sud par des failles. Ce sont notamment, dans les Hautes Cévennes, le Mont Lozère et le Bougès, et, en Margeride, le Massif du Goulet. Si les roches mères remontent au Primaire, la mise en place des volumes, qui sont les éléments structurant le paysage actuel, date elle du Tertiaire.

- Phase alpine :

L'Oligocène moyen (environ - 35 millions d'années) se situe au coeur de l'orogénèse alpine, lors de la surrection des zones internes. De même que la phase pyrénéenne, cette phase a laissé de profondes traces dans le paysage du Massif Central, remodelé par une tectonique cassante d'orientation générale nord-sud. De cette phase date la formation du horst de Margeride, qui structure (avec le Goulet au sud-est) les paysages de cette région. Ce horst est limité sur ses flancs ouest et est par plusieurs jeux de failles, dont les plus apparentes dans le paysage actuel se situent sur le flanc ouest, au nord (au-dessus du bassin du Malzieu).

1.123 Conclusions

Même si l'orogénèse alpine n'a pas affecté par des plissements le Massif Central, donc la Margeride, elle y a laissé de profondes traces, qui se lisent dans les paysages actuels, par le jeu de la tectonique cassante. Très schématiquement, la surface d'érosion post-hercynienne a été fracturée, et les différents blocs ont joué verticalement le long de ces failles pour former le relief actuel, qui, ensuite a été repris par l'érosion dès la fin du Tertiaire. Ce phénomène

continue de nos jours, ainsi que, peut-être, le jeu des failles. Le dernier épisode tectonique reconnu pour le Massif Central, contrecoup du plissement alpin, est le basculement généralisé ouest-est, au villafranchien, qui explique la dissymétrie ouest-est des réseaux hydrographiques du sud du Massif Central.

1.2. Les influences climatiques

1.20 Choix des facteurs étudiés

Parmi toutes les manifestations du climat, il convient de choisir les paramètres connus sur l'ensemble de la zone par des séries temporelles. Ce qui conduit naturellement aux Annales Météorologiques de Lozère, qui publient pour quelques stations la pluviosité et les températures. En revanche, cela exclut de l'étude d'autres manifestations du climat importantes pour la croissance de la végétation, comme les brouillards, l'humidité atmosphérique, les vents, les précipitations solides. Ces quatre phénomènes, notamment, ne sont pas mesurés régulièrement, donc connus précisément à l'échelle de la Margeride, pour les intégrer à une étude chiffrée. Il conviendrait de remédier à ce handicap par une étude plus approfondie des données partielles disponibles. Ainsi VALADAS a tenté de dessiner une carte de l'enneigement et du front de fonte des neiges par une compilation, sur une année, des photos satellites du Massif Central. Mais ces images ne sont pas assez précises, et des missions aériennes spéciales devraient être effectuées, mais à un coût prohibitif...

Aussi, pour ces raisons, seules seront retenues les données thermiques et pluviométriques.

1.21 Les régimes thermiques

1.210 Méthode d'étude

L'étude des régimes thermiques de Margeride a été réalisée par DAGET (1967). C'est cette même méthode, fondée sur la construction des thermo-isoplètes, puis leur interprétation dans le cadre de la classification de TREWARTHA des climats, qui est calquée dans ce qui suit.

S'il faut poursuivre l'étude de DAGET tout en reproduisant fidèlement la méthode, c'est que cet auteur était soucieux de placer la Margeride dans le contexte des hautes terres du Massif Central, alors que notre préoccupation est également de décrire des nuances à l'intérieur de ce massif. Aussi, les stations météorologiques retenues par DAGET englobent-elles un domaine plus vaste que la Margeride, alors que nous avons travaillé sur des stations plus à l'intérieur de cette zone. C'est une suite naturelle au travail de cet auteur.

1.211 Les données

Le réseau de la Météorologie Nationale de stations thermiques (en général, pluvio-thermiques) est beaucoup plus lâche que le réseau pluviométrique, et les données sont peu nombreuses. Ceci incitera à beaucoup de prudence dans l'interprétation des résultats.

Les stations retenues sont au nombre de six :

. Châteauneuf de Randon.....	1 270 m
. Langogne.....	931 m
. Nasbinals.....	1 300 m
. Saint-Chély d'Apcher.....	1 000 m
. Saint-Jean la Fouillouse.....	1 145 m
. Villefort.....	625 m

Pour l'ensemble de ces stations, sont disponibles pour la période récente les moyennes mensuelles. Les moyennes trentenaires ne sont pas calculées pour la même période de référence, aussi ne seront elles pas utilisées, car non comparables.

Conformément à la méthode de DAGET, nous allons calculer par régression linéaire les gradients thermiques et les utiliser pour établir un lien avec les grands types de végétation.

1.212 Variation spatiale et temporelle

En fonction de ces gradients, il est possible de recalculer les températures théoriques des stations, et de les comparer aux températures observées. Le tableau suivant présente les écarts pour quelques années.

Station	1978 (%)	1979 (%)	1980 (%)	1981 (%)
Châteauneuf de Randon	+ 13	+ 12	+ 12	+ 12
Langogne	- 3	- 3	- 3	- 2
Nasbinals	?	- 3	- 2	- 8
Saint-Chély d'Apcher	- 14	+ 7	- 11	- 3
Saint-Jean la Fouillouse	- 3	+ 3	?	+ 3
Villefort	+ 5	+ 3	+ 4	+ 3

Il serait hasardeux de déduire de ce tableau partiel des conclusions définitives. Il est cependant présenté car il suggère une stabilité dans le temps, pour la période considérée, des écarts entre les valeurs théoriques et les valeurs observées. Donc, au fil des ans, la forme du nuage températures-altitude ne varie guère. Malheureusement, de ces données fragmentaires, il est impossible de déterminer dans les écarts entre les valeurs observées et les valeurs calculées la part du microclimat de la station et celle de nuances plus globales à l'échelle de la Margeride.

1.213 Conséquences dans la classification de TREWARTHA-KOPPEN des climats

Cette conséquence a été étudiée pour une moyenne sur la période disponible, qui, rigoureusement, est trop courte pour asseoir des conclusions définitives. Cependant, si une précision fine est hors de portée, le cadre général des résultats est globalement exact.

* Notations

Dans ce qui suit, nous noterons :

T = la température moyenne annuelle
M = la température moyenne du mois le plus chaud
m = la température moyenne du mois le plus froid
z = l'altitude, en mètres

* Rappel de la classification de TREWARTHA et KOPPEN des climats

La classification de TREWARTHA (1954) est une reprise de celle de KOPPEN (1931).

KOPPEN propose une classification fondée sur une première clé thermique :

A : $m > 18$: climats tropicaux humides
C : $M > 10$ et $-3 < m < 18$: climats tempérés humides chauds
D : $M > 10$ et $m < -3$: climats tempérés humides frais
E : $M < 10$: climats polaires

subdivisée par une seconde clé selon la répartition des précipitations avec les notations suivantes :

f : précipitations réparties sur toute l'année
w : précipitations concentrées en hiver
s : précipitations concentrées en été

et les types de climats sont notés par les deux codes les caractérisant, par exemple :

Dw, As, etc.

TREWARTHA propose également une classification avec une première clé thermique et une seconde hiérarchiquement subordonnée selon la répartition des précipitations dans l'année.

$m > 18$: climats tropicaux
$m > 0$: climats mésothermiques
$m < 0$ et $M > 10$: climats microthermiques
$m < 0$ et $M < 10$: climats polaires

Cette variante de cette classification introduit des nuances selon le nombre de mois de moyenne supérieure à 10 degrés, soit n :

- n > 5 : climats à été long
- 4 < n < 5 : climats à été court
- n < 4 : climats à été très court

La répartition des pluies dans l'année n'est pas indiquée ici, car non utile à la suite de l'étude. Elle repose sur la distinction chiffrée suivante :

- . saison sèche estivale
- . saison sèche hivernale
- . pas de saison sèche

* Altitude des seuils thermiques pour la Margeride

La connaissance de relations linéaires entre les différentes grandeurs intervenant dans les classifications précédentes du climat et l'altitude permet d'établir une correspondance entre les seuils thermiques et l'altitude en Margeride. C'est ce calcul qui est effectué ci-dessous.

Les données sont les suivantes :

Station	m	M	T
Châteauneuf de Randon	- 2,8	14,8	6,1
Langogne	- 1,4	16,0	7,9
Nasbinals	- 4,2	13,7	4,8
Saint-Chély d'Apcher	- 1,4	14,6	7,3
Saint-Jean la Fouill	- 1,9	15,0	6,6
Villefort	2,5	19,4	10,7

qui, par régression linéaire sur l'altitude, donne les relations suivantes :

$$T = 15,39 - 0,007802 * z$$

$$M = 23,23 - 0,007320 * z$$

$$m = 7,42 - 0,008569 * z$$

D'où les altitudes correspondant aux variables :

$$z = (15,39 - T)/0,007802$$

$$z = (23,23 - M)/0,007320$$

$$z = (7,42 - m)/0,008569$$

D'où les altitudes correspondant aux seuils :

$$M = 10 : z = 1 807 \text{ m}$$

$$m = 0 : z = 865 \text{ m}$$

$$m = - 3 : z = 1 216 \text{ m}$$

et par interpolation :

n = 4 : z = 1 420 m
n = 5 : z = 890 m

et d'autres valeurs utiles par la suite :

T = 5 : z = 1 332 m
T = 7 : z = 1 075 m
T = 8 : z = 947 m
T = 9,5 : z = 755 m
T = 11,5 : z = 498 m
T = 13 : z = 306 m

* Etages bioclimatiques de Margeride

Il est alors possible d'établir une correspondance entre les types de climat thermiques et les altitudes en Margeride, donc de déterminer des étages bioclimatiques (puisque les seuils retenus par TREWARTHA et KOPPEN correspondent à des seuils biologiques sur la période de végétation).

Dans la classification de KOPPEN :

- . climat tempéré chaud : $z < 1\ 216\ m$
- . climat tempéré froid : $z > 1\ 216\ m$

Dans la classification de TREWARTHA :

- . climat mésothermique à été long : $z < 890\ m$
- . climat microthermique à été court : $z < 1\ 420\ m$
- . climat microthermique à été très court : $z > 1\ 420\ m$

* Types de végétation des types de climat à l'échelle du globe

Les types de climat de KOPPEN et TREWARTHA sont en fait adaptés à une division biogéographique des terres émergées, à une échelle bien plus petite que celle de Margeride. Les types représentés en Margeride correspondent, dans cette classification, soit à la taïga (sibérienne ou canadienne) pour les étages supérieurs, soit au mélange feuillus résineux. Cette analogie ne doit pas être prise au pied de la lettre, mais sensibiliser à l'importance des étages de végétation et l'importance du froid.

* Conséquences pour les aires ombrothermiques

Plusieurs auteurs citent, à titre indicatif et très général, des aires potentielles et thermiques des principales espèces forestières françaises. Ces aires se rattachent à la notion d'aire ombrothermique vulgarisée par REY, mais sont en fait des aires thermiques, puisque les pluies n'y interviennent pas.

OZENDA cite les chiffres suivants :

. Hêtre.....	7 < T < 11,5
. Sapin pectiné.....	7 < T < 9,5
. Epicea commun.....	5 < T < 8
. Pin sylvestre.....	7 < T < 13
. Pin à crochet.....	5 < T < 8

Certes, ces chiffres n'ont rien d'absolu : ils indiquent un ordre de grandeur de la température moyenne annuelle, donc de la tranche d'altitude à laquelle on peut s'attendre à rencontrer des peuplements forestiers de telle ou telle essence. Il est clair que les aires de répartition observée ou potentielle ne sont pas liées aux seules températures moyennes annuelles : la durée de saison de végétation, les précipitations, les extrêmes, les températures cumulées et d'autres facteurs encore inconnus régissent sûrement l'extension des essences forestières. Mais il est séduisant, toujours en restant prudent dans les conclusions, de transformer ces températures en altitude en Margeride, pour obtenir :

. Hêtre.....	500 m < z < 1 075 m
. Sapin pectiné.....	760 m < z < 1 075 m
. Epicea commun.....	950 m < z < 1 330 m
. Pin sylvestre.....	300 m < z < 1 075 m
. Pin à crochet.....	950 m < z < 1 330 m

Les limites supérieures du Hêtre et du Sapin, tout en étant trop basses, confirment la comparaison pourtant brutale avec les classifications mondiales des climats, non en chiffres, mais qualitativement en attirant l'attention sur les seuils thermiques qui sont à étudier finement, ce qui fait l'objet du paragraphe suivant.

1.214 Comparaison avec les montagnes voisines

La Margeride est une partie du Massif Central, lui même faisant partie de l'arc hercynien de l'Europe moyenne. Les altitudes trouvées précédemment seront alors comparées aux altitudes de ces mêmes essences dans cet arc hercynien.

Cependant, dans cet arc, ce sont probablement les Vosges qui lui sont le plus semblable, aussi cette dernière comparaison sera-t-elle plus approfondie.

* Comparaison avec les montagnes voisines

Cette comparaison peut être résumée dans le tableau ci-dessous.

Les altitudes indiquées représentent la base approximative de l'étage de la colonne. Ont été distingués les massifs alpins proprement dits et les massifs hercyniens périphériques de l'arc alpin.

La limite couramment admise entre l'étage montagnard et l'étage subalpin pour les massifs hercyniens est celle entre les hêtraies et les pessières. C'est dire que cette limite n'est pas absolue, mais une zone de front fluctuant à l'intérieur de chaque massif sur une dénivellation d'environ 100 m.

La colonne lat. représente la latitude moyenne de chaque massif.

Massif	Lat.	Mont. (m)	Subalp. (m)	Alpin (m)
Alpes suisses du nord		600	1 300	1 800
Alpes du Dauphiné		800	1 500	2 000
Alpennin septentrional		900	1 600	...
Harz	52	250	700	...
Monts métallifères	51	300	850	...
Monts des géants	50	400	1 100	...
Forêt de Bavière	49	400	1 200	...
Forêt Noire	48	500	1 300	...
Vosges	48	600	1 300	...
MARGERIDE	45	850	1 350	...

(in OZENDA, 1985)

* Comparaison avec les Vosges

Outre que les Vosges sont le massif hercynien biogéographiquement le plus proche de la Margeride, elles sont bien connues grâce aux travaux de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et du Centre National de la Recherche Forestière.

On y distingue :

- un étage montagnard inférieur, entre 600 et 800 m, couvert par des hêtraies acidiphiles souvent mêlées de chênes ;

- un étage montagnard moyen, entre 800 et 1 050 m, qui est l'optimum de la hêtraie-sapinière, et où se justifie une sylviculture intensive de production ;

- un étage montagnard supérieur, entre 1 050 m et 1 200 m, où la hêtraie tend à devenir pure, ou à s'enrichir d'Erables ;

- un étage subalpin au-dessus de 1 200 m, souvent couvert de landes à cause de l'effet de crête qui limite la croissance de la végétation, notamment au-dessus de 1 300 m.

Connaissant les gradients altitudinaux de température dans les Vosges, il est alors possible de convertir ces altitudes en températures moyennes annuelles, et de les reconverter par les données précédentes en altitude en Margeride.

Tous calculs faits, cela donne comme résultats :

montagnard inférieur.....	850 m	< z	< 1 025 m
montagnard moyen.....	1 025 m	< z	< 1 230 m
montagnard supérieur.....	1 230 m	< z	< 1 350 m
subalpin.....	1 350 m	< z	< 1 430 m
chaumes.....	1 430 m	< z	

qui seront les valeurs retenues dans cette étude.

Les conséquences forestières en sont les suivantes :

montagnard inférieur	:	hêtraie chênaie
montagnard moyen	:	hêtraie sapinière
montagnard supérieur	:	hêtraie pessière
subalpin	:	pessière

1.215 Conclusions de l'étude thermique du climat

Cette partie a tenté de préciser l'importance du facteur altitude dans la Margeride, et de situer grossièrement ce massif par rapport à d'autres montagnes semblables, pour en appréhender les conséquences sur la végétation.

La difficulté vient de ce qu'il n'y a pas de sapinière naturelle qui puisse servir de référence pour les limites entre les différents sous-étages de l'étage montagnard. Cependant, en Haute-Loire voisine, au-dessus de Langeac, se trouve une sapinière naturelle dont la qualité génétique a conduit les services forestiers à la classer comme peuplement porte-graine. On peut alors remarquer que l'altitude de ce peuplement classé s'arrête à 1 180 m, valeur qui n'est guère éloignée de celle de 1 230 m de l'étage montagnard moyen théorique.

Une enquête auprès des forestiers du Cantal, gestionnaires des sapinières de Margeride de ce département, a confirmé que les sapinières de production avaient leur limite aux environs de 1 250 m, les peuplements se dégradant rapidement au-delà, avant de disparaître au-dessus de 1 350 m, pour ne laisser que le Hêtre, valeurs qui confirment rigoureusement l'analogie thermique avec le massif vosgien.

C'est pourquoi nous retiendrons ces limites pour la Margeride lozérienne.

Ainsi, plusieurs analogies, certes imparfaites, concourent pour abaisser sensiblement la limite altitudinale des reboisements en Sapin pectiné dans un but de production. Encore que la prise en compte de différentes provenances permettrait de moduler cette conclusion selon le génotype.

Quoi qu'il en soit, il semble très dangereux d'introduire du Sapin pectiné au-delà de 1 250 à 1 300 m, dans un but de production.

1.22 Etude de la pluviosité (cf. annexe 1)

1.220 Présentation des "influences" climatiques

Si le régime thermique de Margeride était déjà bien connu grâce aux travaux de DAGET (1967), il n'en est pas de même de la pluviosité, plus mystérieuse. Cette montagne est couramment réputée semi-continentale. Par son flanc sud-est, elle est en contact avec les montagnes cévenoles, méditerranéennes. Par son flanc ouest, elle l'est avec l'Aubrac, montagne atlantique. Elle se prolonge au nord par les hautes terres du Devès, du Livradois et du Forez.

Ces limites d'influences ne sont pas des limites nettes, franches. Le passage est graduel et progressif. Mais, parfois, certaines lignes de reliefs viennent créer une discontinuité dans ces gradients en compartimentant les massifs. Ces discontinuités se manifestent notamment dans les régimes pluviométriques, qui ont d'importantes conséquences sur la végétation, surtout dans cette région de contact entre les domaines méditerranéens et médio-européens. Il était alors séduisant de tenter une typologie des stations météorologiques de Margeride selon le régime pluviométrique.

Puisque cette montagne est un butoir où viennent se heurter les influences qui remontent par les vallées, il faut y adjoindre des stations plus lointaines afin de suivre les courants.

1.221 Données et traitements

Contrairement aux régimes thermiques, les données sont plus nombreuses. Il s'agit des séries des précipitations mensuelles fournies par la Météorologie Nationale suivantes :

- Pour 24 stations (indiquées sur la carte par un disque noir) et pour les années 1978 à 1982, soit cinq années.

- Pour 23 stations (non obligatoirement identiques aux précédentes indiquées sur la carte par un disque noir) pour les moyennes trentennaires de la période de référence 1930-1960.

1.222 Classification ascendante hiérarchique

* Méthode de calcul

Il peut être utile de transformer le nuage initial pour bien interpréter la signification de la proximité entre deux points, et cette transformation doit être raisonnée.

Afin d'atténuer les différences entre les mois, donc donner à chacun un poids égal, la transformation choisie est la normalisation euclidienne sur les colonnes.

Les cinq dendrogrammes correspondant aux années 78 à 82, et celui des moyennes trentennaires sont présentés en annexe.

Les niveaux supérieurs de la classification s'interprètent aisément en terme d'influences atlantiques, continentales et méditerranéennes. Pour ce faire, les cartes de l'annexe 1 présentent les dendrogrammes, où les stations d'une même branche du dendrogramme ont été réunies en unités dont les frontières sont dessinées sur une carte. Une telle méthode de lecture du dendrogramme permet une partition de la Lozère en autant d'unités que désiré, selon le niveau d'agrégation choisi.

Seules les grandes unités ont été représentées, par des traits pleins, avec, parfois, en pointillés, des sous-unités compactes mises en évidence par l'analyse.

On reconnaît bien, pour chaque année, les zones cévenoles subméditerranéennes, occidentales subatlantiques et centrales subcontinentales du département.

Si, de plus, on superpose ces cartes, on s'aperçoit que les frontières délimitant les agrégats principaux, si elles ne se superposent pas exactement, se chevauchent en grande partie. Plus exactement, ces limites fluctuent au gré des années dans une bande commune qui délimite, de part et d'autre, des régions stables dans la durée. C'est ce qui est représenté dans la carte de synthèse, avec, d'ouest en est :

- I : Une région subatlantique, autour de Nasbinals
- II : Une région de transition avec la zone centrale, de Paulhac au Massegros, ou périatlantique
- III : Une région centrale, de Granieu à Chanac et Ispagnac
- IV : Une région de transition avec la zone subméditerranéenne, de Chasserade à Meyrueis, ou périméditerranéenne
- V : Une région subméditerranéenne, de Villefort à Saint-Etienne-Vallée-Française

La Margeride appartiendrait alors, au sein de cet ensemble, aux régions II, III et IV, qui regroupent respectivement les stations :

- II : Paulhac, le Malzieu, Saint-Chély d'Apcher, Aumont-Aubrac
- III : Granieu, Langogne, Chaudeyrac, Châteauneuf de Randon
- IV : Chasseradès, le Bleynard

1.223 Conclusions sur l'étude des précipitations

Cette étude permet d'entrevoir une partition de la Lozère, donc de Margeride, selon le type d'influences géographiques présentes. Tout en confirmant les grandes lignes aujourd'hui classiques de ces types, elle permet d'en préciser les limites et les nuances.

1.23 La synthèse pluviothermique

Une étude thermique permet une partition de Margeride en régions significatives vis-à-vis des étages de végétation, limitées par des courbes de niveaux importantes.

Une étude des précipitations permet une autre partition en régions significatives vis-à-vis des influences climatiques.

En combinant ces deux partitions, et par intersection de régions homogènes, on obtient la partition pluviothermique de Margeride, en régions homogènes vis-à-vis du climat.

Du fait que, dans une première approximation, les limites thermiques sont calculées sur des courbes de niveau, et que la topographie joue un grand rôle dans le compartimentage en influences climatiques, il n'y a pas indépendance totale entre les facteurs thermiques et pluviométriques, et la topographie joue un rôle fondamental dans la partition pluviothermique.

1.3 LES SECTEURS ECOLOGIQUES

1.30 Notion de secteur écologique

Par définition, et par analogie avec la notion allemande de "Wuchsbezirk", un secteur écologique est un domaine géographique d'échelle moyenne (de quelques à quelques dizaines de kilomètres de diamètre) homogène pour l'interprétation de plusieurs facteurs écologiques en termes de croissances des peuplements forestiers. Par exemple, une exposition sud peut ne pas être discriminante pour la production de différentes essences si l'on se trouve en climat montagnard humide sur roche mère riche en éléments altérables, mais être au contraire très discriminante sur micaschistes avec pendage conforme sous climat subméditerranéen. Ces deux situations correspondent à deux secteurs écologiques différents, car l'interprétation du facteur exposition sud y est différente.

1.31 L'importance de la topographie en montagne

Un secteur écologique est donc, au minimum, homogène géologiquement et mésoclimatiquement. Or, en zone de montagne, le mésoclimat, qui peut être très variable d'une région à une autre (par exemple, le versant sud du Mont Aigoual au-dessus de Valleraugue est nettement méditerranéen, et cartographié dans la série du chêne vert, alors que l'autre versant, nord, au-dessus de Rousse et Cabrillac, est montagnard médio-européen et cartographié dans la série du Hêtre) est

surtout commandé par les grands traits du relief qui ouvrent et ferment les unités mésotopographiques (à l'échelle de quelques à quelques dizaines de kilomètres) aux différentes influences qui peuvent s'y rencontrer. La topographie à moyenne échelle, qui est un élément clé du mésoclimat, participe donc activement à la définition des secteurs écologiques.

A cette échelle, c'est la mise en évidence de reliefs, de crêtes importantes, de bassins, de couloirs, d'autant d'éléments du paysage qu'il faut donc chercher.

Or, cette topographie n'est pas indépendante des roches mères (géologie) et de leur histoire à la surface du globe (géomorphologie), puisque ce sont elles qui l'ont façonné au cours du temps. Les lignes de contact entre substrats d'altérabilité très différentes, les lignes de crête importantes, seront des lieux privilégiés, à étudier cas par cas, de limites de secteurs écologiques. Inversement, des surfaces de roches mères homogènes, voisines, mises en place lors du même phénomène géologique, ayant subi depuis lors la même histoire géomorphologique, pourront présenter les mêmes formes de reliefs, et donc former une unité raisonnablement homogène (homogénéité qu'il faudra vérifier) vis-à-vis du mésoclimat et donc du secteur écologique.

Ainsi, la mise en place des roches mères, qui assure l'homogénéité minéralogique, l'histoire géomorphologique quasi uniforme, qui assure l'unité de forme du relief, le cloisonnement topographique du milieu en crêtes, bassins, etc., qui commande le cloisonnement mésoclimatique, forment un fil conducteur parfois très efficace pour la mise en évidence des secteurs écologiques, et parfois même des types de station.

Le secteur écologique n'est pas une unité reconnue vaguement homogène, intuitivement sur une carte ou le terrain, c'est un objet scientifique, que l'on peut décrire, reconnaître, dont on peut dessiner les limites par une démarche rationnelle et déductive, qui repose sur des bases réfutables mais qui résistent à la réfutation (POPPER).

La démarche esquissée ci-dessus repose en fait sur l'histoire géologique, la mise en place des reliefs structuraux du paysage, qui est le noeud autour duquel les autres facteurs écologiques (mésoclimat, géomorphologie) s'articulent harmonieusement.

C'est cette articulation qui est présentée ci-dessous pour la région qui nous intéresse.

1.32 Articulation des facteurs mésoclimatiques et géologiques

1.321 Seuils retenus pour les facteurs mésoclimatiques et géologiques

Ces différents seuils ont été présentés en 1.1 et 1.2. On peut les résumer par les distinctions suivantes :

- Géologie :
 - . Roches granitiques
 - . Roches métamorphiques
- Mésoclimat :
 - . Etages de végétation :
 - $z < 1\ 250$ m : froid
 - $z > 1\ 250$ m : très froid
 - . Influences climatiques :
 - subatlantique
 - subcontinentale
 - subméditerranéenne

Cependant, toutes les combinaisons roche x influence climatique x étage de végétation (au nombre théorique de 12) ne se rencontrent pas en Margeride, ou sur des surfaces si faibles qu'elles peuvent être négligées.

1.322 Le domaine granitique

Le domaine granitique est un horst flanqué de deux plateaux situés de 200 à 300 m plus bas. L'altitude des plateaux oscille entre 1 000 et 1 250 m, rarement 1 300 m sur le plateau oriental. Il est alors simple, dans une première approche, de confondre la limite horst/plateaux avec la limite thermique. Ce choix peut être révisé s'il s'avère à l'usage trop contraignant.

Le plateau occidental est tout entier dans le domaine de transition entre les influences subatlantiques et subcontinentales, et le plateau oriental tout entier dans celui des influences subcontinentales.

Ainsi, pour le domaine granitique, trois unités se dessinent :

- Le horst :
 - . montagnard supérieur à subalpin
 - . subcontinental
- Le plateau occidental :
 - . collinéen à montagnard moyen
 - . périatlantique
- Le plateau oriental :
 - . collinéen à montagnard moyen
 - . subcontinental

1.323 Le domaine des roches métamorphiques

* Les influences climatiques

Les massifs métamorphiques s'étirent d'est en ouest, avec un renflement vers le nord par la Gardille. On y rencontre donc successivement les trois influences précédemment décrites :

- La Boulaine : périatlantique
- Le Goulet en versant atlantique : subcontinental
- La Gardille " " : "
- Le Goulet en versant méditerranéen : périméditerranéen
- La Gardille " " : "
- Les plateaux du Roure et des Balmelles : "

* La précision des limites par la topographie

Rappelons que la surface d'érosion post-miocène du Massif Central a été, au Pontien, puissamment relevée vers l'est, créant ainsi la dissymétrie bien connue de l'ensemble de ce massif : les hautes terres forment une succession de plateaux doucement et graduellement inclinés vers l'Atlantique, alors que les rebords est et sud-est chutent brutalement sur les vallées méditerranéennes.

Le réseau hydrographique, depuis cette phase de basculement, cherche peu à peu son profil d'équilibre sur les nouvelles surfaces ainsi créées, avec une vigueur d'autant plus accentuée que la pente est plus forte. Le rajeunissement des interfluves est donc plus développé sur le versant méditerranéen qu'atlantique, par cette dissymétrie d'ensemble, et les topographies des réseaux atlantiques, à antécédence dominante, seront différentes de celles des réseaux méditerranéens, à rajeunissement dominant.

Cette limite, très nette sur les cartes topographiques et dans le paysage, se retrouve sur l'ensemble du rebord sud-est du Massif Central.

De plus, elle correspond également au lieu où viennent mourir les dernières influences méditerranéennes, qui remontent ici par les vallées cévenoles.

De part et d'autre de cette limite, on observe donc une double opposition :

- opposition antécédence/rajeunissement de la topographie des paysages,

- opposition climatique subméditerranéen/subcontinental.

C'est donc une ligne de force pour déceler les limites de secteurs écologiques, d'où son choix.

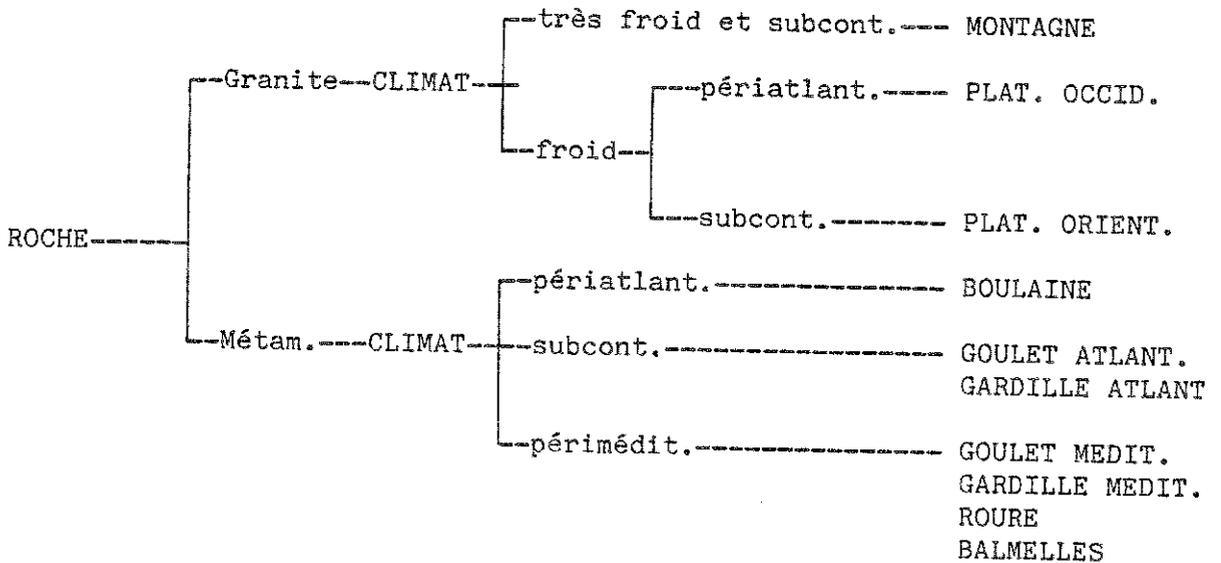
On comprend, à la lumière de cet exemple, l'imbrication cohérente des facteurs climatiques, de la géologie et de la topographie. C'est sur cette cohésion à échelle moyenne que repose la notion de secteur écologique.

* Le secteur très froid

De ces montagnes micaschisteuses, seules le Goulet et la Gardille dépassent la limite du montagnard supérieur (1 421 m et 1 505 m respectivement). Il existe donc un domaine métamorphique montagnard supérieur à subalpin. Comme sa surface est faible pour créer un secteur écologique à part entière (environ un millier d'hectares), son étude a été conduite par un rattachement au secteur écologique le plus proche.

1.33 Les secteurs écologiques en Margeride

Les paragraphes 1.30 à 1.32 peuvent se résumer par la clé suivante :



Les dénominations utilisées sont consacrées par l'usage, comme "La Montagne" pour décrire le horst de Margeride. Cependant, il n'existe pas de tel terme pour désigner tout le flanc sud-est des montagnes micaschisteuses. Aussi, plutôt que d'innover, nous reproduisons les grandes divisions géographiques reconnues.

Il est clair qu'un schéma si sommaire ne peut être exhaustif, précis et rigoureux dans ses limites : presque toutes les limites sont en réalité floues, en transition plus ou moins rapide, notamment pour les divisions climatiques qui tranchent rarement le paysage en unités cohérentes, mais glissent généralement sans heurt d'une unité à l'autre.

C'est donc un cadre de raisonnement écologique qu'il faut ensuite garnir de précisions, ce qui est l'objet des paragraphes suivants.

2 - PREETUDE DES SECTEURS ECOLOGIQUES

2.0. INTRODUCTION

2.01 Articulation entre les secteurs écologiques et les stations

Le chapitre précédent a conduit à la délimitation des secteurs écologiques et la précision des principaux facteurs qui en assurent l'homogénéité. L'originalité de chaque secteur est dans la combinaison de ces facteurs mésoclimatiques et géologiques.

Or, à une échelle plus grande, aucun de ces secteurs n'est homogène écologiquement : on observe facilement en leur sein des variations de sol, de flore, de microclimat.

C'est le but des études de station que de préciser ces hétérogénéités, de définir des unités (les types de station) aussi homogènes que possible dans leurs caractéristiques écologiques (topographie, sol, végétation spontanée). Ces types de stations peuvent être ensuite regroupées pour répondre aux exigences de la gestion forestière selon des principes clairement définis, soit en fonction de l'objectif sylvicole (autoécologie des essences) ou de la répartition spatiale.

2.02 Limite des études de station en Margeride

Il est souhaitable de construire un catalogue de stations forestières par secteur écologique.

Il faut trouver des méthodes adaptées : notamment, dans l'étude botanique, pouvoir dissocier dans la structure du tapis végétal les informations qui ont valeur de diagnostic écologique, donc stationnel, et celles qui sont le reflet de la dynamique du milieu.

Une telle approche requiert d'étudier en priorité des massifs forestiers peu perturbés par l'homme, où l'équilibre entre les sols, le couvert forestier et la végétation a eu le temps de s'exprimer. Ce qui n'est malheureusement pas le cas dans les forêts de Margeride, et bien souvent du Massif Central plus généralement.

C'est une difficulté supplémentaire de construction des catalogues dans cette région, qui devrait être surmontée par un approfondissement de la méthode pour les milieux fortement perturbés par l'homme.

2.03 Réponse aux problèmes forestiers

D'un autre côté, les problèmes forestiers soulevés sont relativement simples, et ont été évoqués au chapitre d'introduction (§ 0.03).

Les stations forestières devraient surtout guider vers le choix d'essences classiques de l'étage montagnard des montagnes hercyniennes :

1 - Choix d'essences indigènes, ou subindigènes :

- . Hêtre
- . Sapin pectiné
- . Epicea commun
- . Pin sylvestre

2 - Choix d'essences exotiques :

- . Douglas
- . Mélèze d'Europe
- . Pin laricio de Corse
- . Pin à crochets

Si des progrès notables restent à faire dans la connaissance de l'auto-écologie de ces espèces et des choix de provenances, le forestier n'est cependant pas totalement démuné, et certaines observations intuitives ont pu être faites depuis longtemps.

D'autre part, il est également possible de trouver un moyen terme entre l'absence de connaissance du milieu d'une part et la connaissance fine que représente la typologie des stations d'autre part, qui contient la notion de synthèse entre les différents facteurs du milieu.

2.04 Utilité des pré-études

Aussi, est proposée dans ce qui suit une suite de pré-études par secteurs écologiques, qui représentent un point actuel sur la connaissance du milieu de ces différentes régions.

Elles permettent une description de l'hétérogénéité de la Margeride, en guidant le forestier vers un choix d'essences teinté de raisonnement écologique.

2.05 Facteurs édaphiques et facteurs climatiques

2.051 Hiérarchie entre ces facteurs

Ce sont les deux types de facteurs qui, classiquement, sont considérés comme "responsables" de la croissance de la station, même si on ne sait pas tous les mesurer.

Les facteurs climatiques sont intervenus pour distinguer plusieurs secteurs écologiques. Les facteurs édaphiques interviennent plus pour distinguer des types de station dans un secteur. Il y a donc une hiérarchisation entre ces types de facteurs.

Mais il faut remarquer que cette hiérarchie est en général mieux exprimée dans les milieux montagnards, que dans les plaines. En effet, comme cela a été expliqué, la topographie compartimente un massif en régions climatiquement homogènes, aux étages près qui se caractérisent par des limites altitudinales sur un versant. En revanche, en plaine, les variations climatiques sont souvent plus graduelles et moins tranchées, le relief n'étant pas là pour délimiter les limites d'influence.

Comme en tout, cette hiérarchie ne doit pas être prise comme règle méthodologique générale, mais doit être précisée pour chaque région étudiée. Elle semble pertinente telle qu'elle a été présentée lors de la définition des secteurs écologiques dans le cas de la Margeride.

2.052 Articulation entre ces facteurs

Les nuances climatiques qui permettent de distinguer plusieurs secteurs sont souvent insuffisantes pour conduire à des types de sol nettement différents sur un même substrat, notamment si l'on passe d'une région subatlantique à une région subcontinentale.

Aussi n'est-il pas rare de rencontrer deux stations caractérisées par le même substrat dans deux secteurs différents. Alors, c'est éventuellement le climat, non connu par un diagnostic local mais par l'appartenance à un secteur qui conduira à deux choix d'essences différentes.

Ainsi, entre deux secteurs voisins, les clés de détermination des stations pourront être voisines, mais les choix d'essences qui s'y grefferont pourront éventuellement être différents, à cause des différences climatiques synthétisées par l'appartenance au secteur.

2.1. LA BOULAINÉ

La Boulainé est un massif essentiellement micaschisteux ne dépassant pas 1 250 m au sud-ouest de la Margeride, s'appuyant sur les Causses calcaires, l'Aubrac subatlantique et le Plateau Occidental.

C'est le secteur de roches métamorphiques à climat périatlantique.

2.11 Roches mères

2.111 Roches micaschisteuses

L'essentiel des roches est constitué de micaschistes. Les cartes géologiques en distinguent plusieurs faciès, mais qu'il est impossible de reconnaître sur le terrain car leur distinction fait appel à des analyses minéralogiques de laboratoire. Il est donc a fortiori impossible de prévoir des différences de comportement de peuplements forestiers vis-à-vis de ces différents faciès (à supposer que de telles différences existent) : il faudrait commencer par distinguer les faciès sur le terrain. Aussi une seule unité "micaschiste" sera retenue.

Les micaschistes sont des roches peu métamorphisées, qui ont conservé des traces des bancs de leur sédimentation antérieure au métamorphisme sous forme d'un litage aisément reconnaissable. Ces bancs de sédimentation ont été plissés en même temps que métamorphisés, ce qui fait qu'ils ne sont plus subhorizontaux.

Et leur inclinaison par rapport à la surface du sol, ou pendage, est un critère important de distinction de différents types de sols, donc de comportements des peuplements forestiers.

Rappelons que le pendage est dit :

- conforme : s'il est parallèle à la pente du terrain,
- inverse : s'il est perpendiculaire à cette surface,

les différents intermédiaires existant bien évidemment.

Classiquement :

- un pendage conforme ne permettra que la naissance d'un lithosol, la roche se comportant comme une dalle dont seule la fissuration pourra permettre le développement de racines et sur laquelle l'eau ruisselle sans s'infiltrer ;

- un pendage inverse permet, toutes choses égales par ailleurs, le développement d'un sol évolué, l'eau pouvant pénétrer dans la roche et l'altérer, permettant ainsi la pédogénèse.

Très schématiquement, car de nombreuses exceptions à cette règle peuvent être observées, mais c'est une tendance générale, les pendages conformes se retrouvent sur les versants est et sud, alors que les pendages inverses le sont sur les versants nord et ouest.

De même que pour la typologie des secteurs, on peut remarquer qu'il y a conjonction de deux facteurs (climat et pendage de la roche) pour opposer les versants en Boulaine. C'est une constante en Margeride

métamorphique, que l'on retrouvera également sur le Goulet, et qui prendra toute son importance aux frontières de zones méditerranéennes, où la réserve en eau du sol devient fondamentale.

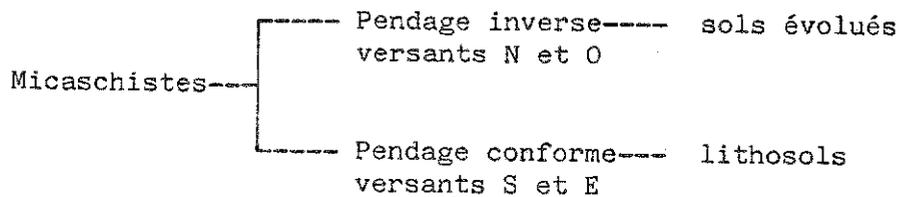
Ce phénomène dépasse évidemment le cadre restreint de la Margeride, et peut s'observer dans tout le sud-est du Massif Central, du Pilat à la Montagne Noire, où l'opposition de versants est exacerbée en conditions méditerranéennes, comme dans les Cévennes par exemple.

De ce bref commentaire sur les roches micaschisteuses, on peut retenir :

- une homogénéité pétrographique à l'échelle de travail du forestier ;

- une différence de pendage importante conduisant à des types de sol très différents (sol évolué ou lithosol) que l'on peut en première approche synthétiser par une opposition de versants ;

soit la clé :



2.112 Autres roches mères

Les autres roches mères rencontrées sont les granites, porphyroïdes et leucogranites, les grès arkosiques et des roches métamorphiques comme les gneiss et les leptynites.

* Les granites

Les caractéristiques des granites ont déjà été présentées lors de la typologie des secteurs écologiques. Ils se rencontrent en position marginale de la Boulaine, sur des topographies de plateau élevées (pour la Boulaine), et forment la transition avec le secteur du Plateau Occidental. Ils ne seront donc pas étudiés dans ce chapitre.

* Les grès arkosiques

Les grès arkosiques sont un témoin de l'ancienne surface d'érosion post hercynienne, située dans le temps entre l'orogénèse hercynienne et les transgressions marines secondaires qui ont donné naissance aux Causses.

Ce sont des roches sédimentaires du trias supérieur (environ - 200 millions d'années), constitués d'apports terrigènes issus des reliefs hercyniens, en bordure d'une mer très peu profonde s'étendant approximativement sur le territoire actuel des Alpes, de la Provence, et du sud du Massif Central. C'est un faciès détritique daté du Keuper ou du Rhétien.

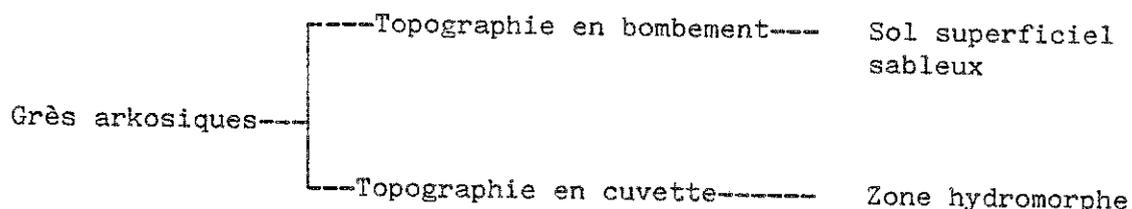
Ces roches ont été altérées et remaniées par plusieurs pédogénèses, et forment actuellement des croûtes dures, constituées de grains de quartz grossiers agglomérés par un ciment siliceux et très dur, comme du béton.

Cette roche se comporte donc comme une dalle, s'altérant peu en profondeur, donnant naissance à des lithosols de texture sableuse. De plus, cette dalle est imperméable, et conduit donc à des phénomènes d'hydromorphie en plateau selon la microtopographie du relief : l'ensemble se présente sous la forme d'un plateau doucement ondulé, où une cuvette d'un mètre de profondeur est suffisante pour créer une zone hydromorphe.

Les grès arkosiques présentent donc deux aspects selon la topographie :

- un aspect à bombement, bien drainé, à sol superficiel sableux,
- un aspect en cuvette, hydromorphe,

que l'on peut résumer par la clé suivante :



* Les autres roches mères

Les autres roches mères sont des gneiss ou des leptynites. Le métamorphisme y est plus profond que dans les micaschistes, et ces roches ont perdu toute trace de leur sédimentation initiale : il n'y a donc ni litage ni pendage. Ce sont des roches dures, plus difficilement altérables que les micaschistes, et on les rencontre souvent en sommet de relief. Leur comportement général vis-à-vis des sols est assez semblable à celui des granites.

2.12 Le climat

Les caractéristiques du climat que l'on pouvait extraire de l'exploitation des données météorologiques de Lozère ont été indiquées au chapitre précédent et ne seront donc pas reprises ici.

Seules seront indiquées des caractéristiques qualitatives non mesurables, par manque de postes de mesure, mais dont l'importance pour la croissance de la végétation forestière est empiriquement reconnue par tous.

* L'importance des vents

Il s'agit essentiellement du vent, dont l'effet est prépondérant sur les crêtes, au point de gommer tout autre facteur.

Les vents principaux sont :

- Les vents océaniques, humides :

- . le vent d'ouest,
- . l'Auro negro, du nord-ouest,

- Les vents continentaux, froids et secs :

- . la bise, du nord.

Ces vents sont surtout sensibles sur les crêtes, ouvertes à tous les vents, alors que les versants sont abrités de l'un ou l'autre.

L'effet de ces vents est double :

- une action directe sur la végétation, qui prend un aspect plus ligneux (*Genista pilosa* est lignifié sur les crêtes), et qui déforme la cime des arbres tout en ralentissant leur croissance, ce qui diminue notablement la quantité et la qualité du bois produit ;

- une action indirecte et moins visible à travers le sol : tous les sols observés sur les crêtes, même à des altitudes relativement basses (1 000 m) sont des rankers, alors que le développement normal de ces sols est une évolution de type brun acide sur ces substrats, par comparaison avec des zones abritées.

Ainsi, l'équilibre entre le sol et l'étage de végétation pour un substrat donné est rompu sur les crêtes exposées aux vents, avec blocage de l'évolution du sol au stade du ranker.

Il est important de dissocier l'effet direct du vent sur les peuplements de l'effet indirect, car, si l'on peut remédier à l'effet direct par la constitution d'abri, ces abris ne modifieront pas le sol qui n'évoluera pas en quelques dizaines d'années vers un sol brun ou brun acide.

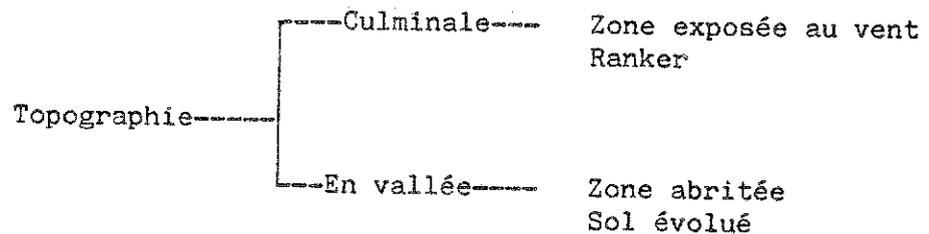
Cependant, les crêtes, souvent sous forme de plateaux gneissiques ou de corniches leptyniques, sont relativement dénudées de nos jours, si l'on excepte les boisements récents. Le boisement y a toujours été lâche, et peu protecteur. Dans quelle mesure, et avec quelle vitesse, la constitution d'un manteau forestier continu permettrait l'installation sous abri d'un microclimat plus clément permettant une évolution positive des sols vers une meilleure différenciation des horizons et incorporation de la matière organique ? Cette question reste ouverte, faute d'observations fiables.

Toujours est-il que cet effet violent du vent qui, en liaison avec la température et le type de végétation modifie même la pédogénèse justifie la création d'une "station" de crête où le vent est le facteur limitant.

Cela relativise également le caractère "immuable" des stations forestières, car celle-ci est sous la dépendance d'un facteur climatique, le vent, sur lequel l'homme peut agir simplement par création d'abri. Mais avec quelle vitesse le milieu réagira-t-il ? Nul ne le sait, et l'investissement est probablement trop risqué.

Toujours est-il que même s'il y avait une évolution favorable à long terme, la "station" ainsi décrite peut être considérée comme stable à l'échelle de la gestion (un à deux siècles).

L'importance du vent qui préside à toute autre cause en justifie la place comme premier échelon dans la clé de détermination des stations forestières :



Cette clé est schématique, puisque la position topographique dépend du volume que forment les roches dans le paysage, qui dépend lui-même de leur altération au cours d'ères géologiques : les crêtes sont des plateaux de gneiss, granites, leptynites, grès arkosiques, alors que les vallées sont creusées dans les micaschistes.

Comme pour la typologie des secteurs écologiques, il y a plusieurs causes qui coordonnent leurs effets, sans qu'il y ait de dépendance fonctionnelle directe entre ces causes (l'importance du vent est formellement indépendante de la roche mère du plateau qu'il balaie, alors que la pédogénèse en dépend formellement) pour délimiter des types de fonctionnement d'unités écologiques à différentes échelles.

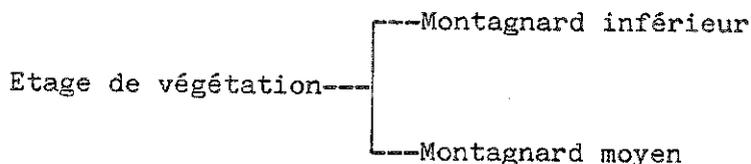
La difficulté ne provient pas des causes (vent, roche mère, pédogénèse), classiques et dont les effets sont connus, mais des multiples interactions entre ces causes simples qu'il faut démêler, et qui font l'originalité de telle ou telle unité, à toutes les échelles.

* La fraîcheur des étés

Cette fraîcheur, qui se lit dans les températures relativement basses durant la saison de végétation, est responsable des limites basses adoptées pour les étages de végétation.

La limite entre le montagnard moyen et inférieur est ainsi placée, de façon un peu schématique il est vrai, à 1 025 m. Cela peut correspondre à des limites d'introduction pour certaines essences comme le Douglas. Nous insistons encore une fois sur le fait que ces limites ont été indiquées pour sensibiliser au problème des étages de végétation, encore mal connus quant à leur potentialité forestière même si des arguments botaniques permettent de dresser des cartes, mais sans applications forestières (qu'en est-il réellement du comportement du Douglas, et du Sapin pectiné selon les provenances ?).

Dans les zones abritées (essentiellement les vallées micaschisteuses), il faut donc introduire une nouvelle clé :



qui se combinera avec la clé d'exposition ou de topographie déjà présentée.

2.13 Les facteurs azonaux

Il s'agit de facteurs écologiques particuliers à une zone et qui ne peuvent se classer aisément dans une typologie générale à l'échelle de la Boulaine. Faute de mieux, ils ont été appelés "azonaux" par analogie de vocabulaire avec la pédologie. Ce sont essentiellement :

1 - Les coulées de solifluxion : ce sont des colluviums mis en place probablement lors des dernières périodes froides de la fin du Würm, et sont constitués d'un matériau de texture limoneuse issu de l'altération des schistes.

Dans le paysage, ces coulées forment des stations de très bonne fertilité, relativement aux autres stations de la Boulaine, probablement due à l'épaisseur des matériaux soliflués.

2 - Les niveaux de sources et terrasses de ruisseau : c'est un type de station très spécial et inféodé à une très bonne alimentation du sol par nappe souterraine, soit au voisinage de sources, soit de ruisseau.

De plus, les terrasses de ruisseaux sont fréquemment construites sur des coulées de solifluxion, et deux effets se conjuguent alors pour favoriser la fertilité du sol.

2.14 Analyse de sols (description I.N.R.A.)

Quatre fosses ont été ouvertes et analysées en Boulaine, dont la description est donnée ci-dessous (les analyses sont données en annexe).

- Profil n° 1

Situation

Longitude : 3° 23' 50" E
Latitude : 44° 33' 00" N
Altitude : 1 000 m

Pineraie de Pin sylvestre sur micachistes. Versant de pente moyenne 35°, de longueur 100 m. Exposition sud.

Description des horizons

0 - 3 cm : horizon Ao. Frais. Texture limoneuse. Forte teneur en matières organiques. Structure à éclats émoussés très friables. Couleur 10YR32. Racines très nombreuses et horizontales. Poreux. Transition régulière.

3 - 30 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, peu nette, très friable. Couleur 10YR54. Racines très nombreuses et horizontales. Poreux. 40 % d'éléments grossiers. Gravieres de schistes aplatis émoussés et peu altérés. Transition interrompue.

30 - 60 cm : horizon B. Frais. Texture limono-argileuse. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, peu nette, très friable. Couleur 10YR56. Racines très nombreuses et horizontales. Poreux. 50 % d'éléments grossiers. Gravieres de schistes aplatis émoussés peu altérés. Transition régulière.

60 - 100 cm : horizon C. Frais. Texture limoneuse. Structure continue à éclats émoussés très friables. Couleur 10YR66. Racines nombreuses et horizontales. Poreux. 70 % d'éléments grossiers. Gravieres de schistes aplatis émoussés peu altérés.

Commentaires

Sol de profil A(B)C. Brun acide.

- Profil n° 2

Situation

Longitude : 3° 23' 50" E
Latitude : 44° 33' 30" N
Altitude : 1 090 m

Pineraie de Pins sylvestres sur micaschistes. Replat de sommet de pente de 3 %. Exposition nord-ouest.

Description des horizons

0 - 35 cm : horizon A1. Frais. Texture limoneuse. Forte teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, nette, meuble, très friable. Couleur 10YR43. Racines très nombreuses dans la masse saine. Poreux. 30 % d'éléments grossiers. Graviers et cailloux de schistes. Transition ondulée.

35 - 50 cm : horizon AC. Frais. Texture limoneuse. Assez forte teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, nette, meuble, très friable. Couleur 10YR44. Racines très nombreuses dans la masse saine. Poreux. 40 % d'éléments grossiers. Graviers et cailloux de schistes. Transition ondulée.

50 - 70 cm : horizon C. Frais. Texture limoneuse. Structure continue à éclats émoussés, meuble, très friable. Couleur 10YR58. Racines peu nombreuses dans la masse saine. Poreux. 85 % d'éléments grossiers. Cailloux et pierres de schistes.

Commentaire

Humus de type Mull. Profil peu évolué. Type brun acide, humifère à ranker.

- Profil n° 3

Situation

Longitude : 3° 23' 30" E
Latitude : 44° 33' 50" N
Altitude : 1 000 m

Pineraie de Pin sylvestre sur micaschiste. Colluvium de pente. Pente 40 %. Exposition nord-ouest.

Description des horizons

0 - 3 cm : horizon Ao. Frais. Couleur 10YR31. Transition régulière sur 1 cm.

3 - 20 cm : horizon A1. Frais. Texture limoneuse à sables grossiers. Faible teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, très friable. Couleur 10YR44. Racines nombreuses et horizontales. Très poreux. 20 % d'éléments grossiers. Graviers et cailloux de schistes allongés d'orientation horizontale. Transition régulière sur 3 cm.

20 - 50 cm : horizon AC. Frais. Texture limoneuse à sables grossiers. Absence de matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, très friable. Couleur 10YR58. Racines nombreuses et horizontales. Très poreux. 40 % d'éléments grossiers. Graviers et cailloux allongés anguleux d'orientation horizontale. Transition ondulée sur 10 cm.

50 - 100 cm : horizon C. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Absence de matière organique. Structure continue à éclats émoussés, meuble, très friable. Couleur 10YR34. Très poreux. 80 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux allongés anguleux d'orientation horizontale. Pierres anguleuses.

Commentaires

Humus de type mull-moder. Profil peu évolué. Brun acide à ranker. Texture limoneuse à charge très grossière. Nombreuses racines.

- Profil n° 4

Situation

Longitude : 3° 27' 00" E
Latitude : 44° 34' 10" N
Altitude : 1 238 m

Pineraie de Pin sylvestre sur micaschiste. Plateau.

Description des horizons

0 - 10 cm : horizon Ao/A1. Frais. Texture limoneuse. Forte teneur en matières organiques. Structure grenue de 1 mm, meuble, très friable. Couleur 10YR33. Racines très nombreuses. Très poreux. 20 % d'éléments grossiers. Cailloux allongés anguleux non altérés. Transition régulière sur 2 cm.

10 - 60 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sables grossiers. Teneur assez forte en matière organique. Structure polyédrique subanguleuse, meuble, très friable. Couleur 10YR44. Racines très nombreuses d'orientation horizontale. Très poreux. 40 % d'éléments grossiers, graviers et cailloux de schistes allongés non altérés. Transition ondulée sur 5 cm.

60 - 100 cm : horizon C. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Matière organique absente. Structure particulière meuble très friable. Couleur 10 YR66. Racines peu nombreuses. Très poreux. 40 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes allongés anguleux non altérés.

Commentaires

Humus de type moder. Profil peu évolué de type AC. Ranker, peu structuré. Texture grossière.

2.15 Synthèse

Cette étude rapide des principaux facteurs écologiques étant achevée, il est possible alors d'emboîter les différentes clés qu'ils ont permis d'élaborer pour décrire l'ensemble des principaux gradients de la

Boulaine. A partir des connaissances empiriques pour la Margeride de comportement des essences, on pourra alors proposer un choix d'essences de reboisement ou de régénération.

Nous reprenons donc les différentes clés pour y greffer des choix ou des exclusions d'essences.

- Crête / versant : tant la rigueur des conditions climatiques que la faible évolution des sols ne permet que le choix de l'Epicéa comme essence objectif sur les crêtes. Le choix est plus diversifié pour les versants.

- Sol évolué / lithosol : ce gradient se traduit dans la potentialité forestière par la réserve en eau disponible, qui sera donc le facteur discriminant dans le choix des essences. Les essences "frugales" sont le Pin sylvestre et l'Epicéa, et les essences plus exigeantes le Sapin, le Douglas et le Hêtre.

- Sol drainé / sol hydromorphe : les essences connues pour mettre en valeur les zones hydromorphes ou à pseudogley (Epicéa de Sitka, Chêne pédonculé, etc.) ne conviennent en fait pas dans la Boulaine pour des raisons climatiques (climat montagnard non atlantique). S'il s'avérait indispensable, pour une raison à préciser, de reboiser une zone hydromorphe (mais cela ne saurait être pour des raisons économiques de mise en valeur), on pourrait alors penser à *Pinus contorta*, très rustique.

- Montagnard inférieur / moyen : le facteur discriminant est la longueur de la saison de végétation. Outre le Sapin, l'Epicéa, le Pin sylvestre et le Hêtre qui conviennent à l'ensemble des deux étages, l'on peut introduire le Douglas dans le montagnard inférieur.

Il est alors possible de proposer une clé pour le choix des essences en Boulaine, qui prend la forme suivante :

- | | |
|--|-----------------|
| 1 - Zone de crête..... | Epicéa |
| 1 - Zone abritée des vents..... | 2 |
| 2 - Micaschistes..... | 3 |
| 3 - Pendage inverse, sol évolué..... | 4 |
| 4 - Montagnard moyen..... | 5 |
| 5 - Exposition nord à ouest..... | Sapin |
| 5 - Exposition sud à est..... | Pin sylvestre |
| 4 - Montagnard inférieur..... | 6 |
| 6 - Exposition nord à ouest..... | Sapin, Douglas |
| 6 - Exposition sud à est..... | Pin laricio |
| 3 - Pendage conforme, lithosol..... | Pin sylvestre |
| 2 - Grès arkosiques..... | 7 |
| 7 - Topographie en bombement..... | Pin sylvestre |
| 7 - Topographie en cuvette, hydromorphe..... | Asylvatique |
| 2 - Autres roches mères..... | Epicéa |
| 1 - Coulées de solifluxion..... | 8 |
| 8 - Exposition nord à ouest..... | Douglas |
| 8 - Exposition sud à est..... | Pin laricio |
| 1 - Niveaux de source..... | Douglas, Mélèze |

2.2. LES PLATEAUX GRANITIQUES

L'ensemble des deux plateaux a été regroupé en un seul paragraphe, car ils ne se distinguent pas dans une première approche par de grandes différences de substrat. La clé édaphique, grossière au niveau écologique mais pertinente pour le choix des essences, sera donc la même pour les deux plateaux.

Il ne faut cependant pas oublier que :

- Ces deux plateaux se distinguent par le climat : périatlantique pour le plateau occidental et subcontinental pour le plateau oriental ;

- un gradient ouest/est de composition minéralogique des granites a été reconnu par COUTURIE. Cependant, un tel gradient ne peut être utilisé pour la typologie pour les mêmes raisons que les nuances de micaschiste dans la Boulaine.

2.21 Importance de la topographie

Les plateaux se présentent comme des surfaces doucement ondulées, entaillées parfois abruptement par les cours d'eau.

Très schématiquement, les paysages se présentent comme une succession de bombements mous et de dépressions très légèrement creusées, bordées par des pentes plus prononcées qui descendent vers les cours d'eau.

Comme souvent en Margeride, et plus généralement dans le Massif Central, la mise en valeur humaine du territoire est greffée sur cette structure du paysage. La forêt, en particulier, n'est pas distribuée au hasard parmi ces éléments.

Elle se trouve, pour sa grande majorité, sur les sommets de butte convexes, sous forme de bois de Pin sylvestre. Plus récemment, les reboisements ont commencé à modifier cet état de fait.

C'est pourquoi, dans l'ensemble des paysages des plateaux, les indications sur les stations probables seront données pour les buttes convexes.

2.22 Les chaînes de sol sur les buttes convexes

2.221 Descriptions des formations superficielles

Ces buttes trouvent leur origine dans l'histoire de l'érosion différentielle des granites au Tertiaire : elles correspondent à des zones plus résistantes à l'érosion, qui proviennent soit d'une différence de composition des granites (leucogranite et granite prophyroïde), soit de nuances d'altérabilité au sein d'un même granite.

Un transect le long d'un versant permet d'observer la chaîne de sols suivante :

- 1 - partie sommitale : ranker,
- 2 - haut de pente : ranker d'érosion,
- 3 - milieu de pente : sol brun ocreux humifère,
- 4 - bas de pente : sol brun acide,
- 5 - pied de la pente : sol brun acide à pseudogley,
- 6 - dépression : stagnogley à anmor,

Une telle chaîne peut se développer dès que la topographie le permet, même sur une dénivellation de quelques mètres.

Les rankers sont détectés par l'humification en profondeur des profils, sous Pin sylvestre âgé. Les sols bruns ocreux à tendance podzolique, le sont par l'apparition d'un horizon BS brun ocreux à structure très légère charançonnée, de l'ordre d'un centimètre d'épaisseur.

Les sols sont en général superficiels, l'horizon C se rencontrant entre 30 et 50 cm de profondeur. C'est ce caractère, plus que l'analyse de la fraction colloïdale, qui différencie profondément ces sols, dans leur ensemble, des sols développés sur granite dans le secteur de la Montagne.

Cette profondeur moindre tient essentiellement à l'absence de formations superficielles issues du Würm récent, que l'on rencontre en revanche très fréquemment dans la Montagne. Ces formations sont des coulées de gélifluxion, à texture limoneuse ou limono-sableuse, qui seront étudiées ultérieurement, lors du chapitre consacré à la Montagne.

Cette absence de couverture limono-sableuse sur les arènes granitiques n'a pas une origine physique, de différence d'action cryoclastique sur les granites, mais humaine (VALADAS). Les plateaux ont été depuis longtemps mis en valeur par l'homme, tant pour l'agriculture que pour l'élevage. Et partout, l'on retrouve des traces dans la microtopographie de travaux de maintien des sols à des fins agricoles par des petits murets érigés par les paysans. De plus, la répartition actuelle du territoire entre forêts, landes et cultures est récente,

comme cela a déjà été indiqué. Il est alors probable que ces formations superficielles d'arènes remaniées à texture dominante limono-sableuse ont existé, mais que les sols s'y étant formés ont été érodés lors des temps historiques, dès le Moyen-Âge.

Les sols rencontrés sont donc des sols jeunes, formés sur des arènes dont la couverture de formations superficielles limono-argileuses a été érodée par surexploitation agricole et pastorale. Ce qui peut expliquer les principales différences entre ces sols et ceux développés sur la Montagne :

- l'abondance des rankers,
- une faible profondeur exploitable par les racines,
- une texture sablo-limoneuse.

Cet exemple permet de saisir la difficulté à séparer nettement les facteurs purement écologiques, "naturels", et l'action de l'homme. Par son action séculaire sur les sols et les formations superficielles, l'homme a laissé son empreinte dans le paysage, au point de dissocier nettement les stations entre les Plateaux et la Montagne, qui sans cela, auraient probablement été plus semblables, toutes les conditions naturelles, hormis celles des crêtes, étant voisines.

Mais cette action de l'homme ne s'est pas non plus exercée au hasard, car elle a été favorisée sur les Plateaux par un relief plus plat, permettant des communications internes et externes plus aisées que dans la Montagne, et une altitude plus basse globalement, qui se traduit par un allongement de la saison de végétation.

Il y a donc imbrication complexe entre des facteurs purement physiques du milieu (topographie, climat, roche mère) et humains (surexploitation des sols), non indépendants, pour déterminer des stations forestières dans ce secteur.

2.222 Analyse de sols

A titre d'exemple, deux profils ont été analysés sur leucogranite sur le plateau occidental.

- Profil n° 8

Situation

Longitude : 3° 19' 40" E
Latitude : 44° 50' 30" N
Altitude : 990 m

Forêt de Pin sylvestre sur leucogranite. Bas de pente, replat de pente 5 %. Exposition sud.

Description des horizons

0 - 4 cm : horizon Ao. Frais, texture limono-sableuse. Très forte teneur en matières organiques. Structure grumeleuse, meuble, friable. Couleur 10YR21. Nombreuses racines. Très poreux. Transition régulière sur 1 cm.

4 - 20 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sables grossiers. Assez forte teneur en matière organiques. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, friable. Couleur 10YR33. Nombreuses racines horizontales. Très poreux. 5 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz irréguliers et émousés. Transition ondulée sur 5 cm.

20 - 30 cm : horizon Alg. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Teneur moyenne en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, friable. Couleur 10YR44. Nombreuses racines horizontales. Très poreux. 5 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz irréguliers et émousés.

30 - 60 cm : horizon C1. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Absence de matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, friable. Couleur 10YR58. Racines peu nombreuses. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz irréguliers et émousés et cailloux de granite irréguliers et émousés.

60 - 80 cm : horizon C2. Humide. Texture sableuse à sables grossiers. Absence de matière organique. Structure continue, meuble, très friable. Couleur 10YR76. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz irréguliers et émousés et cailloux de granite irréguliers et émousés.

Commentaires

Sol brun acide sur arène gorgée d'eau à 60 cm.

- Profil n° 9

Situation

Longitude : 3° 12' 20" E
Latitude : 44° 46' 50" N
Altitude : 1 200 m

Peuplement mélangé de Hêtre et Pin sylvestre sur leucogranite. Replat au sommet d'une légère butte.

Description des horizons

0 - 8 cm : horizon Ao. Frais. Texture limoneuse. Forte teneur en matière organique. Structure grumeleuse, meuble, très friable. Couleur 10YR32. Très poreux. Transition régulière sur 2 cm.

8 - 20 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sables grossiers. Très forte teneur en matières organiques. Structure grenue de 2 mm, peu nette, continue, à éclats émousés de 10 mm, meuble,

très friable. Couleur 10YR21. Nombreuses racines horizontales. Très poreux. 5 % d'éléments grossiers. Gravier de granite irréguliers et émoussés peu altérés d'orientation quelconque. Transition ondulée sur 3 cm.

20 - 50 cm : horizon (B). Frais. Texture sablo-limoneux à sables grossiers. Absence de matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, très friable. Couleur 75YR56. Tâches peu nombreuses, arrondies, contrastées, associées aux vides et aux racines. Racines peu nombreuses, horizontales. Très poreux, 5 % d'éléments grossiers. Gravier de granite irréguliers émoussés, peu altérés, d'orientation quelconque. Transition ondulée sur 10 cm.

50 - 70 cm : horizon C. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Absence de matière organique. Matériau meuble et très friable. Couleur 10YR73. Très poreux. 5 % d'éléments grossiers. Gravier irréguliers émoussés peu altérés d'orientation quelconque et cailloux de granite émoussés peu altérés.

Commentaires

Sol brun humifère, enracinement limité à la surface du profil.

2.23 Synthèse : clé pour une typologie forestière

Sans vouloir prétendre à la description exhaustive des situations rencontrées, il est commode de raisonner en facteurs limitants pour la croissance des peuplements forestiers.

2.231 Facteurs limitants et élimination d'essences

Les facteurs limitants sont liés aux sols et au climat :

- Climat subcontinental : le manque d'humidité atmosphérique ne permet pas de retenir le Douglas et le Sapin pectiné, trop exigeants, sur le plateau oriental (Grandrieu).

- Climat subatlantique : le caractère atlantique très atténué du climat du plateau occidental (Saint-Chély) ne permet pas de retenir les essences de reboisement atlantiques, pourtant utilisées parfois : Epicéa de Sitka et Mélèze du Japon par exemple. En revanche, ce plateau étant réputé pour ces brouillards fréquents, le Sapin pectiné et le Douglas pourront y être introduits sous certaines conditions précisées ultérieurement.

- Sol superficiel et sablo-limoneux : la faible réserve en eau de ces sols ne permet pas, sur le plateau occidental, d'y installer le Sapin pectiné et le Douglas, qui seront réservés à des sols plus frais.

- Présence d'une nappe proche de la surface (sol brun à pseudogley) ou nappe apparente (gley à anmoor) : l'eau est alors un facteur limitant à la croissance de tout peuplement forestier. Ces

stations ne formant que des tâches de faible surface à l'intérieur des sols bien drainés (micro-dépressions dans le granite) ou des auréoles forestières linéaires autour des dépressions plus importantes en surfaces utilisées par l'élevage, il ne semble pas nécessaire de s'acharner à trouver une essence rustique. Seuls les sols à pseudogleys pourraient être mis en valeur, par du Pinus contorta.

2.232 Typologie pour un choix d'essence

A la lumière du paragraphe précédent, peu d'essences restent possibles sur les plateaux de Margeride, qui connaissent le climat rude de l'étage montagnard. Ce sont :

- le Hêtre,
- le Pin sylvestre,
- l'Epicéa,
- le Sapin pectiné et le Douglas.

Or, les sols sont jeunes : ils sont souvent de profil A/C et évoluent peu à peu vers des bruns acides. Mais comme pour les rankers de crête de la Boulaine, il est difficile de prévoir avec quelle vitesse. Dans ce contexte, la lente décomposition de la litière d'Epicéa ou de Pin sylvestre ne favorise pas la minéralisation des humus et la brunification des profils, elle peut même orienter l'évolution de ces sols vers la podzolisation. Ce ne sont donc pas des essences idéales de reboisement ou de régénération des peuplements existant vis-à-vis des sols. En revanche, ce sont les deux seuls résineux de production pour ces secteurs, et il ne faut rien attendre, pour la production de bois d'oeuvre, des feuillus. Le Pin sylvestre, au-delà de 80 ans, présente une duraminisation du coeur et son bois peut être de qualité menuiserie, si la race choisie lors de l'introduction est adéquate. Le Pin sylvestre est donc une essence qui met en valeur les sols appauvris des plateaux. Il n'en est pas de même de l'Epicéa, qui ne présente pas une croissance remarquable, et est sujet à plusieurs attaques de champignons ou d'insectes (coeur rouge, dendroctone). Pour ces différentes raisons, il nous semble préférable de favoriser le Pin sylvestre sur les sols peu profonds et sablo-limoneux.

Mais, comme il présente le défaut, par la mauvaise décomposition de sa litière, de ralentir le brunification, il paraît indispensable de l'introduire avec un sous-étage de Hêtre qui reste, tant sur le plateau occidental que le plateau oriental, l'essence naturelle ultime de la série de végétation. Ce sous-étage aurait un rôle cultural d'amélioration de la litière.

Le Sapin pectiné et le Douglas sont à réserver aux sols bruns acides, profonds et limono-sableux, en exposition fraîche sur le plateau occidental.

D'où la clé de choix des essences suivantes :

- 1 - Plateau occidental..... 2
- 2 - Zone drainée..... 3
 - 3 - Sol profond et limono-sableaux..... Sapin, Douglas
 - 3 - Sol superficiel ou sablo-limoneux..... Pin sylvestre
- 2 - Zone hydromorphe..... Asylvatique
- 1 - Plateau oriental..... 4
 - 4 - Zone drainée..... Pin sylvestre
 - 4 - Zone hydromorphe..... Asylvatique

2.3. LE GOULET ET LA GARDILLE SUBCONTINENTAUX

Ces deux massifs sont caractérisés par :

- un substrat métamorphique,
- un climat subcontinental.

Mais ils ne forment, dans le détail, un ensemble homogène ni par le climat ni par la géologie.

2.31 Roches mères

Les roches sont métamorphiques mais appartiennent à la seule série métamorphique cévenole :

- schistes à séricites
- micaschistes à deux micas

Les autres roches métamorphiques rencontrées sur la Gardille (gneiss ocellés et leptynites) se trouvent en fait sur les flancs est et sud de cette montagne, donc dans le domaine périméditerranéen.

En fait, la correspondance entre les roches mères et les influences climatiques n'est pas exacte au kilomètre près sur le terrain (à supposer que l'on puisse déterminer les frontières climatiques avec cette précision, ce qui serait d'ailleurs illusoire), mais ce schéma est respecté dans la quasi-totalité des cas.

Tout au plus certains micaschistes à deux micas se trouvent-ils dans la zone périméditerranéenne et certaines leptynites dans la zone subcontinentale sur quelques kilomètres carrés entre le Cheylard l'Evêque et Laveyrune, mais ce contre-exemple est trop ponctuel à l'échelle du secteur pour remettre en cause le schéma d'ensemble.

a) Schistes à séricite :

Ils forment l'échine du Goulet, ce qui individualise géologiquement cette montagne de ses voisines. Epizone du métamorphisme cévenol, ces roches sont voisines de celles qui auréolent les massifs du Borne et du Lozère. Les géologues y distinguent deux faciès, l'un quartzeux et l'autre alumineux, mais qu'il est impossible de distinguer sur le terrain par les forestiers, pour deux raisons :

1° Les nuances minéralogiques ne sont accessibles qu'après analyse.

2° Les roches en place sont souvent recouvertes de formations meubles solifluées qui rendent leur observation directe impossible, et même souvent inutile pour la connaissance des sols et des stations qui se développent sur les formations solifluées.

Aussi, pour ces raisons, ces deux faciès ne seront pas distingués dans cette première approche.

b) Micaschistes à deux micas :

On les rencontre sur la partie ouest du Goulet (de Bagnols les Bains à Saint Julien du Tournel) et ils forment l'essentiel du Massif de la Gardille (sommet et versant ouest jusqu'au contact avec les granites). Les deux micas sont la biotite et la muscovite, et leur composition minéralogique est hétérogène en lits : la notice de la carte géologique de Langogne indique comme exemple de faciès : quartzite à biotite compacte, en bancs puis feuilletée, amphibolites, gneiss à biotite très fins, gneiss oillé à granitoïde. Il est clair que là également, il serait vain pour le forestier de distinguer ces différentes nuances, dont certaines, de l'avis des géologues, ne peuvent se distinguer que sous microscope.

2.32 Variations climatiques

Par définition, ce secteur est homogène au point de vue des influences climatiques. Elle ne l'est pas pour les étages de végétation.

En effet, le sommet du Goulet est à 1 477 m et celui de Gardille (Mour de la Gardille) à 1 505 m. Ce sont donc les étages de végétation qui discrimineront les types de peuplement objectif.

D'autre part, les formations forestières sur le Goulet et la Gardille sont de physionomies très différentes :

- hêtraies et boisements anciens de Sapin et d'Épicéa sur la Gardille, principalement ;

- landes, pinèdes ou boisements récents sur le Goulet.

Du fait de cette différence d'histoire de mise en valeur, les cortèges floristiques sont très différents. Il semblait alors plus raisonnable, dans une première approche, de regrouper pour une étude floristique les hêtraies de la Gardille avec celles de la Montagne, quitte à remarquer à l'issue du traitement l'importance ou non de cette différence géographique. Cette distinction paysagère entre Goulet et Gardille ne sous-entend pas une différence systématique des types de station.

L'étagement sur le Goulet sera alors approché par la pédologie.

2.33 Etagement des sols sur le Goulet

Le Goulet se présente sous la forme d'une échine ouest-est fortement dissymétrique, le versant nord étant plus abrupt que le versant sud.

L'étagement des sols peut alors se décrire le long d'un transect nord-sud qui franchit la crête.

Un tel transect a été réalisé entre Le Bleyard et Belvezet, avec analyse de quatre fosses pédologiques et plusieurs observations de profils sans analyses entre les fosses. Le résultat des analyses et les descriptions sont présentées ci-après.

2.331 Description des sols

- Profil n° 10

Situation

Longitude : 3° 44' 30" E
Latitude : 44° 30' 50" N
Altitude : 1 278 m

Sapinière pessière sur micaschistes. Légère pente de 5 %, d'exposition sud.

Description des profils

0 - 5 cm : horizon A0. Frais. Texture limoneuse. Très forte teneur en matières organiques. Structure fibreuse peu nette, meuble. Couleur 10YR20. 3 % d'éléments grossiers. Gravières de schistes. Transition régulière sur 2 cm.

5 - 25 cm : horizon A1. Humide. Texture limono-sableuse à sables fins. Forte teneur en matières organiques. Structure polyédrique de 10 mm, peu nette, meuble, plastique. Couleur 10YR33. Racines peu

nombreuses et horizontales. Poreux. 40 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes aplatis, émoussés, peu altérés, d'orientation quelconque. Transition régulière sur 3 cm.

25 - 40 cm : horizon AC. Humide. Texture limono-sableuse à sables fins. Absence de matière organique. Structure polyédrique de 10 mm, peu nette, peu plastique. Couleur 75YR54. Racines peu nombreuses horizontales. Poreux. 60 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes aplatis, émoussés, peu altérés, d'orientation horizontale. Transition ondulée sur 10 cm.

40 - 60 cm : horizon C. Humide. Texture limono-sableuse à sables fins. Absence de matière organique. Structure continue à éclats émoussés, meuble, peu plastique. Couleur 75YR54. Poreux. 80 % d'éléments grossiers. Cailloux et graviers aplatis, émoussés, peu altérés, d'orientation horizontale.

Commentaires

Sol brun acide humifère.

- Profil n° 11

Situation

Longitude : 3° 44' 55" E

Latitude : 44° 31' 50" N

Altitude : 1 340 m

Forêt mélangée d'Épicéas et de Pins sylvestre sur mica-schistes. Pente de 15 %, d'exposition sud.

Description des horizons

0 - 3 cm : horizon AO. Frais. Texture limoneuse. Très forte teneur en matières organiques. Meuble, friable. Transition régulière sur 1 cm.

3 - 50 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse. Faible teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse peu nette, meuble, friable. Très nombreuses racines d'orientation quelconque. 10 % d'éléments grossiers. Gravier de schistes aplatis, émoussés. Transition ondulée sur 5 cm.

50 - 80 cm : horizon Bh. Texture limono-sableuse. Teneur moyenne en matières organiques. Structure polyédrique peu nette, meuble, friable. Racines très nombreuses d'orientation quelconque. 30 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes, aplatis, émoussés. Transition ondulée sur 3 cm.

80 - 90 cm : horizon C. Frais. Texture sablo-limoneuse. Absence de matière organique. Structure peu compacte, peu friable. 70 % d'éléments grossiers. Cailloux et graviers de schistes aplatis et émoussés.

Commentaire

Sol ocre podzolique, humifère, de hauteur cryptopodzolique.

- Profil n° 12

Situation

Longitude : 3° 46' 15" E
Latitude : 44° 32' 05" N
Altitude : 1 477 m

Lande boisée de Pin à crochets sur micaschiste. Légère pente en sommet de crête de 5 %. Exposition sud.

Description des profils

0 - 15 cm : horizon A1. Frais. Texture limoneuse. Très forte teneur en matières organiques. Structure grenue de 2 mm, très friable, meuble. Couleur 10YR31. Nombreuses racines horizontales. Très poreux. 5 % d'éléments grossiers. Gravier de schistes aplatis et émoussés. Transition régulière sur 2 cm.

15 - 50 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sable grossier. Forte teneur en matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, meuble, très friable. Couleur 10YR31. Très nombreuses racines horizontales. Très poreux. 70 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes aplatis, émoussés, d'orientation quelconque. Transition régulière sur 2 cm.

50 - 60 cm : horizon C. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Matière organique absente. Structure continue à éclats émoussés, peu compacte, friable. Couleur 25YR44. Poreux. 70 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux aplatis et émoussés d'orientation quelconque.

Commentaire

Par son profil A/C très humifère et très caillouteux, ce sol se classe dans la catégorie des rankers. C'est le sol habituel, en l'absence d'hydromorphie, des crêtes du Goulet.

- Profil n° 13

Situation

Longitude : 3° 45' 00" E
Latitude : 44° 32' 10" N
Altitude : 1 380 m

Forêt mélangée d'Epicéa et de feuillus sur micaschistes. Colluvium sur pente de 30 %. Exposition nord.

Description des horizons

0 - 5 cm : horizon A0. Frais. Texture limoneuse. Très forte teneur en matières organiques. Structure grenue, meuble, très friable. Nombreuses racines. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Gravier aplatis et émoussés d'orientation quelconque. Transition régulière sur 1 cm.

5 - 15 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sables grossiers. Assez forte teneur en matières organiques. Structure meuble très friable. Couleur 10YR44. Nombreuses racines, très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Gravier aplatis, émoussés, d'orientation quelconque. Transition sur 1 cm.

15 - 30 cm : horizon Bfe. Humide. Texture limono-argilo-sableux à sable grossier. Structure meuble, peu plastique, très friable. Couleur 75YR58. Nombreuses racines verticales. Très poreux. 25 % d'éléments grossiers. Gravier aplatis, émoussés, d'orientation quelconque. Transition ondulée sur 3 cm.

30 - 50 cm : horizon BC. Humide. Texture limono-sablo-argileuse à sable grossier. Structure meuble, très friable. Couleur 75YR56. Racines peu nombreuses, d'orientation verticale. Très poreux. 35 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes aplatis, émoussés, d'orientation quelconque. Transition ondulée sur 15 cm.

50 - 100 cm : horizon C. Humide. Texture sablo-limoneuse. Couleur 10YR63. Racines peu nombreuses. Très poreux. 70 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes aplatis, émoussés, d'orientation quelconque.

Commentaire

Humus de type mor. Sol brun ocreux humifère.

- Profil n° 14

Situation

Longitude : 3° 44' 55" E
Latitude : 44° 32' 40" N
Altitude : 1 300 m

Pessière sur micaschistes. Eboulis sur pente d'environ 25 %, d'exposition ouest.

Description des horizons

0 - 25 cm : horizon A1. Frais. Texture limoneuse. Forte teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse peu nette, meuble, friable. Couleur 10YR33. Très nombreuses racines. Très poreux. 5 % d'éléments grossiers. Gravier de schistes aplatis et émoussés. Transition régulière sur 2 cm.

25 - 45 cm : horizon (B). Humide. Texture limono-sablo-argileuse à sables grossiers. Faible teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse peu nette, meuble, très friable. Couleur 10YR5/8. Très nombreuses racines. Très poreux. 20 % d'éléments grossiers. Gravier et cailloux de schistes, aplatis, émoussés, non altérés. Transition ondulée.

45 - 90 cm : horizon C. Humide. Texture limono-sablo-argileuse à sable grossier. Absence de matière organique. Structure meuble, peu plastique et très friable. Nombreuses racines. Très poreux. 80 % d'éléments grossiers. Cailloux et pierres de schistes aplatis, émoussés, non altérés, d'orientation oblique.

Commentaire

Humus de type mull acide. Sol brun acide ou brun cryptopodzolique, en poches.

2.332 Interprétation du transect

Par les analyses et les observations de profils, l'on observe une séquence classique tant sur versant nord que sur versant sud :

- sol brun acide,
- sol brun ocreux,
- ranker.

Les rankers, sous forêt, sont cantonnés à une étroite distance de la crête (quelques dizaines de mètres du sommet), ce qui confirme l'analyse de la Boulaine : les rigueurs climatiques engendrées par l'effet de crête justifient la séparation d'une station spéciale, "azonale" dans l'étagement en altitude des stations.

La limite entre brun acide et brun ocreux n'est pas une frontière tranchée, mais une plage de transition graduelle, où l'on observe une affirmation progressive de la couleur ocre du profil lorsqu'on monte en altitude. Cette plage ne se situe pas à la même altitude de part et d'autre de la crête :

- légèrement en dessous de 1 400 m en versant sud, avec une zone de brun acide humifère l'annonçant dès 1 350 m ;

- entre 1 320 et 1 350 m sur versant nord.

La topographie intervient également pour apporter des nuances à ce schéma : les profils sur replat sont en général plus humifères que sur pente.

2.333 Formations superficielles meubles

D'autre part, le parcours de différents transects permet de mettre en évidence l'importance des éboulis et des colluvionnements dans les formations superficielles. En effet, lors de son altération par

cryoclastie sous des conditions climatiques froides telles qu'elles régnaient au Würm récent, le micaschiste libère de grandes quantités de limons.

Il est cependant difficile, dans une première étude, de comprendre la logique géométrique, dans l'espace, de ces formations meubles, pour plusieurs raisons :

- Le micaschiste se présentant sous forme de successions de bancs de composition minéralogique et de résistance à l'érosion différents, la libération d'altérite n'a pas été uniforme sur l'ensemble du Goulet.

- Les bancs, d'origine sédimentaire, ayant été métamorphisés et plissés, en plusieurs épisodes, puis fracturés par failles, ne présentent plus aujourd'hui de géométrie régulière.

- Certaines altérites mises en place par cryoclastie ont coulé par solifluxion le long des versants. La présence ou l'absence de chicots rocheux (bancs durs moins altérés) est un élément "imprévisible" qui a sûrement commandé ces écoulements, soit en faisant barrage, soit en laissant libre de tout obstacle l'écoulement gravitaire.

Même si la logique de leur distribution spatiale reste inaccessible, ces formations sont très importantes pour la fertilité, car la profondeur et la texture sont toutes deux favorables à une bonne réserve en eau des sols. Il est d'autre part facile de les reconnaître avec une simple tarière.

2.34 Synthèse : clé pour une typologie forestière

Les critères rencontrés lors de ce rapide examen des facteurs écologiques conditionnant la fertilité des peuplements forestiers sont voisins de ceux de la Boulaine. Ils diffèrent par :

- l'altitude plus élevée du Goulet,
- l'influence climatique,
- l'homogénéité géologique du Goulet plus réelle.

Afin d'éviter les répétitions, nous n'indiquerons ici que les facteurs limitants spécifiques au Goulet, reprenant par la suite ceux de la Boulaine pour former une description plus complète.

Altitude : la brièveté de la saison de végétation devient un handicap en altitude. Le premier chapitre indiquait 1 350 m comme limite des reboisements. C'est évidemment une altitude indicative qu'il convient de nuancer en fonction des conditions microclimatiques et pédologiques locales. Cependant, cette altitude correspond approximativement à celle de la limite entre sols bruns acides et sols bruns ocreux. Cette dernière limite peut donc, dans un premier temps, être retenue comme limite des reboisements. Mais des conditions de sol (profondeur, texture) particulièrement favorables ou défavorables pourront amener à remonter ou

rabaisser cette limite. Cette limite est indiquée pour les reboisements ou régénérations résineux. Mais la forêt naturelle du Goulet (Hêtre) monte plus haut, presque jusqu'en crête.

Ainsi, selon l'altitude, il faut dissocier trois zones :

- les crêtes asylvatiques,
- la hêtraie subalpine,
- les reboisements montagnards.

Le montagnard inférieur (au-dessous de 1 025 à 1 050 m) est peu représenté dans le Goulet, car c'est un liseré autour du massif, qui possède peu de vallées intérieures, occupé par l'agriculture et l'élevage.

D'où la clé proposée pour la typologie forestière :

1 - Zone de crête.....	Asylvatique
1 - Versant.....	2
2 - Versant principal nord.....	3
3 - Altitude + de 1 350 m.....	Hêtre
3 - Altitude - de 1 350 m.....	4
4 - Sol superficiel.....	Epicéa
4 - Sol brun acide profond.....	5
5 - Altitude + de 1 100 m.....	Sapin
5 - Altitude - de 1 100 m.....	Douglas
2 - Versant principal sud.....	6
6 - Altitude + de 1 400 m.....	Hêtre
6 - Altitude - de 1 400 m.....	7
7 - Lithosol (roche subapparente).....	Asylvatique
7 - Sol peu profond.....	8
8 - Altitude + de 1 100 m.....	Epicéa
8 - Altitude - de 1 100 m.....	Pin sylvestre
7 - Sol brun acide profond.....	9
9 - Altitude + de 1 100 m.....	Sapin
9 - Altitude - de 1 100 m.....	Douglas

2.4. LA MARGERIDE PERIMEDITERRANENNE

2.40 Introduction

Ce secteur ne constitue pas une unité géographique, contrairement aux autres secteurs (d'ailleurs, aucun terme géographique le décrivant n'est consacré par l'usage), mais est très original par son climat au sein de la Margeride.

Son unité repose non sur les formes du relief, hétérogènes au sein du secteur, mais sur une influence climatique subméditerranéenne, originale pour la Margeride.

Il peut se rattacher géographiquement aux massifs cévenols voisins (Cévennes proprement dites, Mont Lozère, Vivarais), mais ce rattachement serait tout aussi arbitraire. Le même problème existe pour la limite de la région Hautes Cévennes, puisque le versant nord du Mont Lozère, du col du Masseguin au Mas de la Barque, est plus proche de la Margeride que de son versant sud. Dans cette zone charnière entre les massifs médio-européens et méditerranéens, les oppositions se font plus souvent de versant à versant que de massif à massif. Toute limite d'entité géographique ne peut donc être qu'arbitraire, et c'est pourquoi nous avons respecté les limites définies par l'I.F.N.

2.41 Les roches mères rencontrées

On y retrouve les roches de :

- la série cévenole :

- . schistes à séricite
- . micaschistes à deux micas

- la série ardéchoise :

- . gneiss ocellés
- . leptynites

Les roches de la série cévenole ont déjà été décrites. On les trouve :

- Schistes à séricite : partie sud-est du secteur : Goulet périméditerranéen sur son versant sud, plateau du Roure et des Balmelles.

- Micaschistes à deux micas : contreforts est et nord-est de la Gardille.

Et pour les roches de la série ardéchoise :

- Gneiss ocellés : leur nom vient de "oeil" dont est incrustée la roche, hétérogènes minéralogiquement formés de feldspaths alcalins, de perthite, de quartz et de muscovite. Le gneiss lui-même est composé de quartz, feldspath alcalin, plagioclase, biotite, muscovite et différents minéraux (sphène, zircon, apatite, silimanite et grenat). Le litage, très important pour l'altération, donc le développement des sols, est plus ou moins apparent. Ces roches sont traversées par des filons plus durs de pegmatites à muscovite, d'aplite et de leucogranites.

On les trouve sur les contreforts est de la Gardille, de Luc à Prévenchère. Ils se prolongent vers le nord jusqu'à Langogne, mais sont surtout représentés en Ardèche (forêt de Mazan, Tanargue).

- Leptynites : ce sont des roches de métamorphisme intermédiaire entre les gneiss et les granulites, donc dures. Elles sont composées de quartz, orthose, albite, biotite, muscovite, silimanite et grenat.

On les trouve en crête, surmontant les gneiss ou micaschistes, à l'ouest de Luc et au voisinage nord du Mour de la Gardille.

2.42 Complexité de la topographie

La pédogénèse est commandée, notamment, par la nature de la roche mère et l'économie de l'eau, donc, notamment, la topographie. Or, la diversité minéralogique des roches micaschisteuses conduit à des altérations différentielles.

Schématiquement, le modelé actuel, issu de la tectonique cassante liée à l'orogénèse alpine (les reliefs hercyniens ont été érodés par la pénéplénation post hercynienne), a été créé, et est probablement en cours d'évolution, par l'érosion différentielle des différents matériaux. Une échelle très succincte de résistance est la suivante :

Micaschistes - gneiss - leptynite

C'est ainsi que les leptynites sont souvent affleurantes en crête, sur les retombées est et nord-est de la Gardille vers l'Allier.

Cette différence d'altérabilité se retrouve non seulement dans une correspondance entre les formes de relief et les roches mères, mais également dans les pentes des versants : une roche plus résistante présentera souvent une pente plus forte, toutes conditions d'altérations étant égales par ailleurs. C'est ainsi que les contacts entre leptynite et gneiss se lisent souvent dans le modelé par une rupture de pente.

Il y a également souvent corrélation, bien que ce ne soit pas une correspondance exacte et rigoureuse, entre la nature de la roche mère et la texture des altérites libérées par cryoclastie. Or, les alternances quotidiennes gel-dégel du Würm récent ont fortement contribué au façonnement du modelé actuel. C'est ainsi que les micaschistes libèrent une forte quantité de limons, mais que des roches plus résistantes comme les leptynites libèrent un matériau plus proche de l'arène, plus riche en sables. Ainsi, non seulement la topographie, mais également la texture des matériaux meubles sont en partie commandés par la nature de la roche mère.

C'est dire l'importance de la géologie dans ce secteur pour l'économie de l'eau dans les sols, donc la fertilité, directement ou indirectement.

De plus, ces roches présentent des différences de lithologie : certaines sont litées, en bancs nets (micaschistes), et d'autres compactes, les figures de sédimentation ayant été détruites par le métamorphisme plus poussé (leptynites). Cette différence correspondant à un gradient continu de métamorphisme, il n'y a pas de rupture qualitative

nette entre les roches litées et les roches compactes, mais également un gradient continu, le long duquel la sédimentation initiale disparaît peu à peu. Et, comme pour la Boulaine, le pendage des couches est un élément essentiel pour l'économie de l'eau et l'altération de la roche sur un versant. Ce phénomène est également complexe, puisqu'il met en jeu des concordances et discordances entre des phénomènes climatiques (micro-climats des versants, évapotranspiration) et géomorphologiques (litage de la roche et granulométrie des altérites).

Ce secteur étant sous conditions climatiques périméditerranéennes, la réserve en eau des sols est un élément fondamental de la fertilité : une bonne réserve en eau utile dans le sol peut permettre de surmonter la sécheresse de l'été.

La complexité de ce secteur justifierait à elle seule une étude de détail poussée de ces différents facteurs, afin d'en préciser l'importance et l'imbrication. Nous nous sommes cantonnés dans ce premier travail à une approche grossière de cette diversité, en en marquant les lignes principales.

2.43 Contraintes climatiques

Ce point a déjà été abordé en partie dans le paragraphe précédent. Etant à la limite entre une zone subméditerranéenne (Cévennes) et subcontinentale (plateau oriental de Margeride), ce secteur en cumule les facteurs limitants : sécheresse estivale et rigueur des hivers.

- Sécheresse estivale :

L'importance de cette sécheresse pour limiter la croissance des peuplements forestiers est à mettre en corrélation avec la réserve en eau utile des sols. Les facteurs permettant d'en esquisser l'appréciation ont été présentés au paragraphe précédent. Cette corrélation, de fait, et non causale ou déterministe, entre la topographie et le climat est à l'origine de l'importance pour ce secteur des oppositions de versants, qui en est une caractéristique justifiant à elle seule de le séparer des autres secteurs de Margeride. Il n'est pas rare de trouver, sur un relief, un versant sud à lithosol, asylvatique (sauf quelques Pin sylvestres rabougris) opposé à un versant nord avec colluvium profond de texture limoneuse, frais, où le Sapin pourrait être introduit sans dangers.

- Rigueur des hivers :

Le froid est un facteur limitant pour la végétation car, au vu des observations précédentes, l'on pourrait être tenté d'introduire des espèces méditerranéennes, résistantes à la sécheresse. Mais elles seraient gélives, car ce n'est pas tant l'importance des minima de température hivernaux qui limite l'installation de végétation méditerranéenne que la fréquence des gelées tardives de printemps. Ce phénomène est encore accentué sur les plateaux (Balmelles, Roure) par l'importance

des vents du nord. Il est malheureusement difficile de chiffrer ce facteur, à cause de l'absence de station météorologique sur ces plateaux, peu habités. Les conditions climatiques régnant sur ces plateaux sont "analogues" à celles des Causses septentrionaux (Sauveterre, Mende), où se présentent les mêmes difficultés de choix d'essence.

2.44. Synthèse : clé pour une typologie forestière

Ces différentes observations peuvent être rassemblées en une clé, présentée ci-dessous, qui, rappelons-le, ne présente qu'une approche grossière de la diversité écologique de ce secteur. Mais un affinement de cette connaissance ne pourrait se faire qu'au prix d'une étude fouillée, donc longue, des interactions entre :

- climat :

- . régime pluviométrique
- . vents
- . gelées tardives
- . microclimat (versants)

- géologie :

- . minéralogie
- . lithologie

- géomorphologie :

- . altération différentielle
- . nature des altérites (texture)
- . remaniement des altérites

1 - Plateau.....	2	
2 - Micaschiste.....		Pin laricio
2 - Gneiss.....	3	
3 - Sol sablo-limoneux.....		Epicéa
3 - Sol limono-sableux.....		Sapin pectiné
1 - Versant nord et ouest.....	4	
4 - Micaschiste.....	5	
5 - Sol peu profond (- de 30 cm).....		Pin laricio
5 - Sol brun acide (+ de 30 cm).....		Sapin nordman
4 - Gneiss.....	6	
6 - Sol peu profond.....		Epicéa
6 - Sol brun acide + de 30 cm.....		Sapin pectiné
1 - Versant sud et est.....	7	
7 - Micaschiste.....	8	
8 - Lithosol.....		Asylvatique
8 - Sol brun.....	9	
9 - Sol peu profond.....	10	
10 - Altitude - de 1 200 m.....		Pin laricio
10 - Altitude + de 1 200 m.....		Epicéa
9 - Sol profond.....	11	
11 - Altitude - de 900 m.....		Cèdre atlas
11 - Altitude + de 900 m.....		Sapin nordman
7 - Gneiss.....	12	
12 - Pierrier et lithosol.....		Asylvatique
12 - Sol peu profond.....		Pin sylvestre
12 - Sol profond.....		Epicéa
1 - Corniche de leptynite.....		Asylvatique

3 - CATALOGUE D'UN SECTEUR ECOLOGIQUE

3.0. CHOIX DU SECTEUR

Les méthodes qui permettent d'établir des catalogues de stations forestières, si elles ne sont pas encore normalisées par une démarche strictement codifiée, comporte cependant un protocole minimum obligatoire.

Ce protocole repose sur, à la fois, un relevé exhaustif de la végétation, une description précise du sol et de la topographie. Il conduit à l'établissement de corrélations sols-végétation. Pour qu'un diagnostic du milieu puisse être extrait de l'étude du tapis végétal, il est nécessaire que ces corrélations puissent être effectuées et soient stables.

Cela exclut d'emblée tous les reboisements artificiels récents (jusqu'à quelques dizaines d'années, sans être plus précis) sous le couvert desquels le tapis végétal est quasi-absent, à l'exception parfois de *Maianthemum bifolium*. La classification des stations de ces peuplements ne peut être menée à bien que par comparaison, essentiellement pédologique et géomorphologique, avec des types de stations définis dans des peuplements stabilisés.

En conséquence, une typologie des stations forestières fondée sur les corrélations sol/végétation ne pourra être utilisée pour déterminer les types de stations auxquels appartiennent les reboisements, qui couvrent en Margeride plusieurs dizaines de milliers d'hectares. Or, une telle connaissance peut servir de base à des études très utiles sur les taux de reprise en fonction de la station et de la provenance (problème important pour le Sapin pectiné très utilisé dans les reboisements actuels), et sur les corrélations station/production.

Donc, si le secteur retenu comporte beaucoup de reboisements artificiels, cela nécessite une démarche qui s'appuie essentiellement sur la pédologie.

Pour cette même raison, sont exclus les secteurs à pineraies de Pin sylvestre dominant. Le tapis végétal n'y est certes pas absent, mais le traitement floristique ne permet guère d'avancer plus loin que deux types de pineraie, l'une à *Sarothamnus scoparius*, et l'autre à *Vaccinium myrtillus*. Le tapis végétal y est en effet très homogène sur de grandes surfaces, elles-mêmes hétérogènes en sol. Ces pinèdes sont encore pâturées actuellement, ce qui altère notablement le tapis végétal, et elles sont jeunes (première et unique génération de Pin sylvestre avant la reconquête par le Hêtre). Elles abritent donc une flore qui n'est pas encore en équilibre avec le milieu, mais en transition entre la lande et la hêtraie. Ces deux phénomènes, du pâturage et de la dynamique de la végétation, en rendent l'étude floristique très difficile, ce pourquoi nous n'avons pas retenu ces pineraies pour une première approche de typologie.

Ce choix est certainement regrettable, car un des plus importants problèmes forestiers de Margeride est le choix entre l'amélioration du peuplement existant, la régénération par une race plus performante de même Pin (ce qui parfois n'est pas difficile à trouver) ou par une essence différente.

Le secteur écologique le plus simple à étudier dans cette première approche de typologie en Margeride devait donc comporter en nombre suffisant des forêts non pâturées, en équilibre depuis quelques générations avec le milieu pour permettre la stabilisation des cortèges floristiques. Les peuplements qui se rapprochent le plus de cet idéal sont les hêtraies d'altitude, installées depuis des siècles notamment pour l'exploitation du bois de feu.

Heureusement, elles sont bien représentées dans la Montagne : ce secteur est l'un des premiers abandonnés par la polyculture-élevage, et donc beaucoup de terres s'y sont libérées depuis la fin du siècle dernier. Dire que toutes présentent, indépendamment des contraintes sociologiques toujours fortes mais qui sortent de notre propos, un grand intérêt pour la remise en valeur par le reboisement est probablement très aventureux. Pourtant, c'est dans ce secteur que se font le plus de reboisements, pour des raisons sociologiques de libération des terres. Il est donc important de fournir un outil de diagnostic des potentialités du milieu, qui pourra indiquer au propriétaire (qu'il soit un particulier, une collectivité ou l'Etat) ce qu'il convient de faire ou de ne pas faire, pour des raisons écologiques.

Se prêtant à une étude adoptant les méthodes couramment admises comme pertinentes, et présentant de réels intérêts forestiers, le secteur de la Montagne est donc finalement retenu. Comme indiqué ci-dessus au § 1.33, s'y rattache la partie haute et subcontinentale de la Gardille.

3.1. L'ETUDE FLORISTIQUE

3.11 Les formations végétales

Ce secteur est essentiellement composé de :

- hêtraies,
- reboisements anciens d'Epicéa et de Pin à crochets,
- reboisements récents de Sapin pectiné et d'Epicéa,
- pineraies naturelles à base de Pin sylvestre,
- landes,
- tourbières et zones mouilleuses appelées "narces",
- mélange de ces formations végétales.

Sont donc retenus pour l'étude floristique, en fonction de 3.0, les hêtraies et les landes. Dans un intérêt purement botanique, les tourbières auraient pu être étudiées. Ce sont cependant des milieux

nettement individualisés sur le plan écologique, du moins suffisamment pour l'échelle à laquelle travaillent les forestiers. De plus, leur mise en valeur forestière est exclue pour deux raisons :

- l'intérêt botanique et écologique, donc milieu à protéger,
- la faible potentialité générale de ces zones froides, qui, de plus, exigent de lourds investissements en drainage qui ne seraient jamais remboursés par le peuplement.

Les tourbières sont donc, en général, exclues de l'étude, bien que quelques relevés y aient été effectués, pour étudier le gradient botanique entre les zones drainées et les zones mouilleuses.

3.12 La méthode

3.121 Les relevés et l'échantillonnage

* Les relevés

Les hêtraies sont des peuplements trop morcelés et éparpillés dans le paysage pour que les relevés floristiques de l'I.F.N. les aient écologiquement échantillonnés, car leur maille est trop large et ne peut donc "ratisser" ces formations disséminées. D'autant plus que ce sont des peuplements forestièrement homogènes, où, donc, l'échantillonnage n'a pas été très dense.

145 relevés complémentaires ont été effectués durant la saison de végétation 1985, de juin à septembre. L'honnêteté m'oblige à dire que ces relevés ne sont pas complets, à cause de difficultés de reconnaissance botanique, notamment dans la famille des Poacées, et plus encore dans le genre traditionnellement difficile des Carex. Au vu des conclusions de l'étude floristique, qui semblent cohérentes, il ne me semble pas qu'on puisse les remettre en cause par des relevés complets avec les coefficients d'abondance-dominance. Tout au plus une telle étude plus fine permettrait d'affiner les nuances, d'observer avec un effet "zoom" les gradients mis en évidence, mais pas, je crois, de modifier radicalement la structure du tableau phytosociologique. La raison essentielle en est que, parmi les relevés effectués à la saison dernière, beaucoup sont complets, car la région est en général floristiquement pauvre. Les espèces indéterminées, notées lors des relevés par des croix, se trouvent quasiment toutes dans des relevés riches, à grand nombre d'espèces, de toute façon individualisés lors des traitements ultérieurs. Mais il est vrai qu'un travail plus fin, pour lequel j'aurais souhaité obtenir la collaboration de botanistes, aurait autorisé plus de sûreté dans l'affirmation des conclusions, qui cependant restent valables.

La liste des espèces reconnues est donnée en annexe.

* La méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage a été un cheminement avec recherche de diversité maximum. A savoir que l'ensemble des hêtraies du secteur (sauf quelques dizaines d'hectares des hêtraies sectionnales du Cheylard l'Evêque par manque de temps, de surface négligeable par rapport à l'ensemble du secteur) ont été parcourues par au moins un cheminement. Un relevé a été effectué soit à chaque changement observé de visu de la structure horizontale du tapis végétal, soit tous les deux ou trois cents mètres si aucune modification nette n'a été observée.

Les landes, plus importantes en surface, ont été échantillonnées par la même méthode, mais de façon moins exhaustive, donc avec une densité plus faible. Floristiquement parlant, elles semblaient de prime abord moins diversifiées que les hêtraies. L'étude nous dira si cette impression était justifiée ou non.

Les interfaces hêtraie/lande ont également été échantillonnées avec soin, plusieurs plantes étant communes à ces deux milieux.

* Justification du choix de la méthode d'échantillonnage

Ce point est scientifiquement délicat, car il n'existe pas de stratégie miracle qui réponde parfaitement et dans tous les cas à toutes les questions que l'on peut se poser sur le tapis végétal. Il existe en revanche plusieurs méthodes couramment admises comme cohérentes, mais chacune présente des lacunes et des points forts. Le choix est donc souvent une cote mal taillée entre plusieurs objectifs contradictoires, entre lesquels il faut trancher selon les conditions locales, ses besoins et possibilités.

Nous avons éliminé les autres méthodes classiques d'échantillonnage pour les raisons présentées ci-après.

L'échantillonnage systématique par grille de points

Le grand éparpillement des hêtraies et landes dans l'ensemble de la dition ne rendait pas possible un échantillonnage systématique assis sur un quadrillage, même de maille plus fine que celui de l'I.F.N.. Beaucoup de hêtraies, notamment les hêtraies subalpines de crêtes du Signal de Randon, peu importantes en surfaces, mais importantes pour la typologie car ce sont les plus hautes de Margeride (1 475 à 1 520 m), donc représentatives de l'étage subalpin, n'auraient probablement pas été échantillonnées. De même, les ripisylves internes aux hêtraies sont des bandes étroites le long des ruisseaux, donc échappent à un tel échantillonnage, et sont également importantes sur le plan de la typologie floristique, car représentatives de l'extremum d'un gradient couramment rencontré sous forêt (synthétisé par le terme classique de fraîcheur, qui recouvre une notion d'économie de l'eau et des éléments fins du sol).

L'échantillonnage par transects

Nous avons également éliminé la méthode des transects, bien que certains cheminements aient été des transects, mais une minorité, car définir un transect est définir a priori un ou plusieurs facteurs écologiques comme prépondérants sur les autres pour la répartition du tapis végétal, ce qui ne se justifie que, bien évidemment, si l'on a une bonne connaissance de la région à échantillonner, pour être sûr du bon choix du facteur qui guide le transect. La méthode des transects utilisée dans une zone déjà étudiée, pour affiner la compréhension du rôle d'un facteur écologique. Son danger est d'injecter dans l'échantillonnage la conclusion de l'étude, à savoir le ou les facteurs écologiques qui déterminent la structure horizontale du tapis végétal. On est donc presque sûr de pouvoir la démontrer, à moins d'avoir une bonne connaissance préalable de la zone étudiée comme garde-fou et sécurité dans l'interprétation alors délicate des résultats des traitements.

Pour la même raison, nous avons éliminé la méthode des relevés sur des lieux jugés non seulement homogènes, mais représentatifs d'un type de station (exemple : les bas de versant nord, les hauts de versants, etc.).

C'est-à-dire que nous avons travaillé pour l'échantillonnage sans aucun a priori sur l'importance relative des différents facteurs écologiques dans la zone, ce qui se justifie pour une première étude, comme c'était le cas en Margeride, mais non si la zone est déjà connue, comme par exemple un échantillonnage ultérieur pour une étude de liaison station/production, où la connaissance d'une étude antérieure permet une stratification de l'échantillonnage.

Conclusions

Comme pour la méthode de construction des catalogues de station, les choix de l'échantillonnage doivent répondre à une question précise dans une région précise et doivent être justifiés. En l'occurrence, l'échantillonnage systématique, sur lequel repose la préétude de la région des Plateaux, n'est pas rejeté ici en bloc comme méthode inadaptée définitivement à la typologie floristique, mais la géométrie des hêtraies, notamment des hêtraies peu représentées mais utiles pour l'interprétation car représentatives d'extrêmes à l'intérieur desquels ce jeu consiste à placer des seuils, qui se présentent sous la forme de tâches minuscules ou de dendrites sur la carte, n'y est pas adaptée. Il existe d'autres régions, avec d'autres géométries des peuplements, où l'échantillonnage systématique serait le plus adapté, et permettrait une estimation des surfaces de chaque type, très utile pour les choix d'aménagement ou de planification forestière, donc de l'aval du catalogue, ce que ne permet pas la méthode d'échantillonnage utilisée ici.

Le choix de la stratégie d'échantillonnage est donc un raisonnement parmi les méthodes reconnues, en fonction des possibilités (géométrie des peuplements) et des objectifs (typologie, estimation des surfaces de chaque type).

Ce développement permet de comprendre la portée, en limites et en apports, des résultats de la présente étude : il s'agit de mettre en évidence les principaux facteurs qui structurent la répartition spatiale du tapis végétal : ce n'est donc pas un but en soi, mais le point de départ d'autres approfondissements ultérieurs en mettant en évidence la variation forte du milieu.

3.122 Les traitements

* L'objectif des traitements

Algorithme de traitement

Les données issues des relevés se présentent sous la forme d'une suite chronologique (l'ordre où ils ont été effectués) de listes de plantes (rangées en général dans l'ordre alphabétique de la flore de référence) présentes dans chacun des relevés.

Le but recherché est de structurer le tableau phytosociologique, que nous appellerons ici tableau floristique, puisque le protocole des relevés a été simplifié par rapport au protocole phytosociologique orthodoxe, en essayant de créer des sous-tableaux aussi vastes que possibles homogènes en 0 (absence) ou 1 (présence), par un réarrangement par permutation en lignes (les relevés) et des colonnes (les plantes) du tableau initial.

La démarche générale, classique, repose sur les remarques suivantes :

- si ces deux plantes ont approximativement la même distribution spatiale, c'est-à-dire sont approximativement présentes et absentes dans les mêmes relevés, les vecteurs colonnes les représentant seront approximativement semblables.

- si deux relevés sont à peu près identiques, c'est-à-dire consistent à peu près en la même liste de plantes présentes, les vecteurs lignes les représentant seront à peu près identiques.

- alors, la première étape consiste à trouver ces groupes de plantes d'une part, et de relevés d'autre part, semblables.

- La deuxième étape consiste à réordonner les lignes et les colonnes du tableau floristique en plaçant côte à côte les relevés d'une part, et les plantes d'autre part, d'un même groupe.

- Les rectangles du tableau constitués par l'intersection des groupes de plantes et des groupes de relevés seront donc homogènes, par construction, en 0 ou 1, puisque, par construction, homogènes à la fois en lignes et en colonnes, et le tableau ainsi obtenu répond à l'objectif fixé.

Interprétation écologique du tableau réarrangé

Classiquement, on appelle "groupe sociologique" un groupe de plantes ayant approximativement même distribution spatiale, et "station" (définie floristiquement, ce qui est une notion restrictive), un groupe

de relevés floristiquement semblables. C'est "l'association" (relevés possédant en commun un nombre élevé d'espèces par rapport au nombre total inventorié) de la classification phytosociologique. Toute la différence avec les syntaxons de la phytosociologie provient d'une différence d'échelle dans l'échantillonnage.

Une station peut donc être définie par les groupes sociologiques qui sont représentés ou, au contraire, non représentés. Autant l'analogie entre station et association est limpide en juxtaposant les définitions, autant il est hasardeux de vouloir établir une liaison entre les groupes sociologiques et les espèces caractéristiques ou différentielles, car dans ces derniers concepts, la notion de hiérarchie des groupements végétaux intervient. Cette hiérarchie est une notion phytosociologique qui n'intervient pas dans la notion de station.

Dans ce qui suit, nous allons donc :

- mettre en évidence les groupes sociologiques,
- mettre en évidence les stations floristiques,
- construire le tableau floristique ordonné, qui permettra l'interprétation des stations.

* Les groupes sociologiques

Méthode

Les groupes sociologiques sont classiquement mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances sur le tableau relevés x plantes, en présence absence.

Une autre méthode possible, qui répond exactement au problème posé, moyennant une formulation adéquate des distances entre plantes, est la classification automatique sur les plantes caractérisées par les relevés où elles sont présentes.

Cependant, de manière générale, les algorithmes de classification ascendante hiérarchique sont sensibles aux perturbations des données initiales, qui ici peuvent être issues de l'échantillonnage, ou d'une erreur lors d'un relevé.

Alors que les résultats d'une A.F.C. sont, eux, peu affectés par une faible variation des données initiales (théorème de Bauer-Ficke sur le conditionnement des problèmes de recherche des valeurs propres d'une matrice), donc plus robustes à une variation de l'échantillonnage ou aux erreurs de relevés.

Cette robustesse par rapport aux données initiales est une condition essentielle de rigueur pour affirmer comme représentatifs de la zone les résultats issus d'un traitement.

En effet, supposons qu'un "expérimentateur" étudie une zone par cette méthode : échantillonnage, relevés, A.F.C., interprétation. Pour que les résultats soient scientifiquement défendables, il est nécessaire que cette "expérience" soit reproductible, d'une part (ce qui

signifie qu'une deuxième personne recommence le même travail), et que les résultats de cette deuxième "expérience" soient très proches de ceux de la première. Même si les deux "expérimentateurs" exécutent chacun des relevés parfaits et selon un protocole identique, l'échantillonnage variera légèrement. Dans notre cas, puisqu'il n'est pas normalisé par un protocole rigoureux (cheminements où une grande liberté de choix est laissée à "l'expérimentateur"), il faut que la méthode de traitement soit robuste aux fluctuations des données initiales.

Bien que le problème posé soit un problème de classification (mise en évidence des groupes sociologiques tels qu'ils ont été définis), il nous semble préférable, pour des raisons de robustesse vis-à-vis de l'échantillonnage, d'exécuter une A.F.C.

Cependant, l'A.F.C. ne livre pas les groupes, mais une représentation en p dimensions, choisies par l'utilisateur, du nuage espèces \times relevés. Il reste donc l'étape d'interprétation en termes de groupes sociologiques des résultats de l'A.F.C.

Cette démarche peut alors être exécutée sans danger de dérive par rapport à une variation de l'échantillonnage par une C.A.H. sur les p premiers axes de l'A.F.C. choisis par l'utilisateur. Cette démarche automatique a l'avantage sur une interprétation manuelle d'être parfaitement reproductible et de garantir la fiabilité des résultats compte tenu de l'échantillonnage et du protocole de chaque relevé.

L'A.F.C. apparaît donc comme une phase de prétraitement des données, afin d'augmenter la robustesse des résultats vis-à-vis d'une légère dérive de l'échantillonnage, et la C.A.H. comme le traitement proprement dit dont le résultat livre les groupes sociologiques. Ces deux étapes du calcul sont donc tout à fait complémentaires, et ne doivent nullement s'exclure.

Les résultats de l'A.F.C. (cf. annexe 2)

L'A.F.C. sur le tableau espèce \times relevés a été exécutée au C.N.U.S.C. en utilisant les programmes de la banque ADDAD par Sonia DARRACQ et François ROMANE, ainsi que tous les traitements présentés par la suite.

Le tableau traité comporte donc 145 lignes (relevés) et 102 colonnes (espèces). La fraction de trace escomptée pour chaque valeur propre en cas de nuage aléatoire est donc de l'ordre de $1/102$, soit environ 1 %. Voici les pourcentages de chacune des dix premières valeurs propres (à partir de la seconde, évidemment) :

V.P.	% trace	% cumul
2	6,264	6,264
3	5,389	11,650
4	4,261	15,910
5	3,464	19,379
6	3,231	22,606
7	2,993	25,599
8	2,790	28,389
9	2,752	31,141
10	2,570	33,711

On observe que les premières valeurs propres sont significativement différentes de la valeur escomptée (0,980). Cette valeur est atteinte pour la 39e valeur propre (0,945) sur 102.

De plus, on observe une chute de la contribution entre la 4e et la 5e valeur propre. Nous retenons alors ce chiffre (4) comme le nombre d'axes des résultats de l'A.F.C. à prendre en compte pour la détermination des groupes sociologiques.

Les résultats de la classification

Sur quatre axes, il est possible de classer "à la main", c'est-à-dire visuellement, car on peut visualiser concrètement par un simple collage des projections sur les bords pour former un parallélépipède le nuage des espèces projetées sur les axes 2, 3 et 4 (l'axe 1 est toujours trivial).

Reste le problème du nombre de groupes à retenir : ce nombre n'a rien d'absolu, et dépend des objectifs assignés à l'utilisation des résultats : on peut choisir 3, 7, 11, 26 ou tout autre nombre. Nous avons procédé comme suit :

- détermination de groupes aussi compacts que possible, de 2 à 5 espèces chacun ;

- observation de la disposition de ces groupes dans l'espace : ils ont une géométrie hiérarchisée dans l'espace, certains groupes sont proches l'un de l'autre, d'autres s'alignent en enfilade ordonnée le long d'une courbe gauche inscrite dans le nuage ;

- regroupement par agrégation des groupes voisins selon les critères précédents et dont, par expérience, on observait une grande similitude dans l'information écologique qu'ils apportent (ce qui peut dépendre de "l'expérimentateur").

Lors de la première étape nous avons 24 groupes très compacts, qui ont été agrégés dans la deuxième étape en dix groupes plus grossiers. Ce nombre de dix est arbitraire.

Leur liste est la suivante :

- Groupe A : hêtraies de l'étage subalpin

- 05 - *Anemone nemorosa*
- 07 - *Asperula odorata*
- 46 - *Lamium galeobdolon*
- 51 - *Luzula flavescens*
- 65 - *Paris quadrifolia*
- 72 - *Polygonatum verticillatum*
- 87 - *Teucrium scorodonia*

- Groupe B : hêtraies de l'étage montagnard supérieur

- 32 - *Galeopsis tetrahit*
- 47 - *Lathyrus* sp.
- 54 - *Mainthemum bifolium*
- 62 - *Conopodium majus*
- 64 - *Oxalis acetosella*
- 70 - *Poa chaixii*
- 95 - *Veronica chamaedris*

- Groupe C : hêtraies de l'étage montagnard moyen

- 29 - (*Fagus sylvatica*)
- 31 - *Galeopsis dubia*
- 50 - *Luzula albida*
- 52 - *Luzula nivea*
- 74 - *Prenanthes purpurea*
- 78 - *Rubus idaeus*
- 86 - *Stellaria holostea*

- Groupe D : Ubiquistes dans la zone d'étude

- 21 - *Deschampsia flexuosa*
- 23 - *Digitalis purpurea*
- 33 - *Galium* sp.
- 40 - *Hieracium* sp.
- 55 - *Melampyrum pratense*
- 56 - *Melampyrum sylvestre*
- 57 - *Melandrium sylvestre*
- 84 - *Sorbus aucuparia*
- 92 - *Vaccinium myrtillus*
- 96 - *Veronica montana*
- 101 - *Viola* sp.

- Groupe E

- 15 - *Centaurea nigra*
- 24 - *Epilobium angustifolium*
- 42 - *Juncus effusus*
- 58 - *Meum athamanticum*

- Groupe F : hêtraies eutrophes

F1 : variante fraîche

- 04 - *Allium victoriale*
- 17 - *Cicerbita plumierii*
- 19 - *Corylus avellana*
- 28 - *Euphorbia* sp.
- 38 - *Geranium robertianum*
- 80 - *Sambucus racemosa*

F2 : variante hygrocline

- 09 - *Blechnum spicans*
- 75 - *Polysticum filix mas*

F3 : variante hygrophile

- 25 - *Epilobium diuriei*
- 59 - *Myosotis scorpioides*
- 03 - *Alchemilla vulgaris*
- 83 - *Senecio* sp.

- Groupe M : mégaphorbiaies

- 01 - *Adenostyles alliariae*
- 37 - *Geranium pyrenaicum*
- 39 - *Geranium silvaticum*
- 66 - *Petasites alba*
- 82 - *Sanicula europaea*

- Groupe O : landes montagnardes acides

- 41 - *Hypericum montanum*
- 68 - *Pinus silvestris*
- 69 - *Pinus uncinata*
- 02 - *Alchemilla alpina*
- 11 - *Calluna vulgaris*
- 08 - *Betula* sp.
- 13 - *Campanula glomerata*
- 14 - *Campanula rotundifolia*
- 20 - *Cytisus purgans*
- 22 - *Dianthus graniticus*
- 34 - *Genista pilosa*
- 44 - *Juncus squarrosus*
- 45 - *Juniperus communis*
- 48 - *Linaria striata*
- 61 - *Nardus stricta*
- 93 - *Vaccinium vitis idaeus*
- 102 - *Viola tricolor*

- Groupe T : landes montagnardes fraîches

- 12 - *Caltha palustris*
- 71 - *Poligonum bistorta*
- 73 - *Potentilla reptans*
- 76 - *Ranunculus* sp.
- 16 - *Carastium arvense*
- 30 - *Fraxinus exelsior*
- 36 - *Gentiana lutea*
- 100 - *Viola riviniana*
- 06 - *Arnica montana*
- 49 - *Lotus corniculatus*
- 88 - *Thymus serpyllum*
- 99 - *Viola lutea*
- 98 - *Vicia* sp.
- 26 - *Epilobium montanum*
- 67 - *Phyteuma* sp.
- 77 - *Rhinantus minor*
- 10 - *Brunella vulgaris*
- 60 - *Myosotis* sp.
- 79 - *Rumex* sp.
- 97 - *Veronica officinalis*

- Groupe U : hygrophiles

- 35 - *Gentiana campestris*
- 90 - *Trifolium* sp.
- 18 - *Cirsium palustre*
- 43 - *Juncus* sp.
- 85 - *Sphagnum* sp.
- 03 - *Alchemilla vulgaris*
- 27 - *Epilobium palustre*
- 53 - *Lychnis flos-coculi*
- 63 - *Orchis* sp.
- 81 - *Sanguisorba minor*
- 91 - *Trollius europaeus*
- 94 - *Veratrum album*

3.13 Les stations

Les "stations", qui ne sont pas définies que par la flore, sont décrites et caractérisées directement à partir du tableau floristique ordonné, et non de la C.A.H. ou de l'A.F.C., car ces deux derniers algorithmes ne sont pas des buts en soi, mais des moyens, ou des outils de construction du tableau floristique qui, lui, décrit la structure du tapis végétal.

3.131 Construction du tableau

Le tableau a été construit très simplement en réordonnant les lignes et les colonnes du tableau initial selon les résultats de l'A.F.C. sur les espèces (colonnes) et de la C.A.H. sur les relevés (lignes).

Dès le premier coup d'oeil, la partie supérieure droite s'isole du reste du tableau. Elle correspond aux groupes -O-, -T- et -U-, soit grossièrement aux landes et pelouses. Cette distinction est cependant loin d'être systématique : ainsi, le groupe -D- y est bien représenté, comme dans les hêtraies. Cette première distinction était attendue (le contraire eût été étonnant...), mais l'intérêt d'un tableau global est de préciser l'articulation entre les formations boisées et ouvertes, réalisée ici par les plantes du groupe -D-.

L'ensemble des relevés de formations ouvertes est relativement bien classé sur ce tableau brut, selon les groupes -O-, -T- et -U-, qui réalisent donc une bonne partition des landes et pelouses dans une première approche, alors que la partie gauche du tableau (groupes -A- à -F-) semble plus confuse. Pour cette raison, elle sera réétudiée à part dans une partie qui ne conserve que les relevés sous formation fermée (Hêtre ou sapinière/pessière claire).

On retiendra donc de ce premier tableau :

- l'articulation entre les formations ouvertes et fermées ;
- une typologie des formations ouvertes ;
- le besoin d'affiner l'étude des formations fermées.

3.132 L'articulation entre les formations ouvertes et fermées

Cette articulation peut être décrite par l'observation simultanée des résultats de l'A.F.C., qui situe les groupes sociologiques les uns par rapport aux autres, et du tableau floristique, qui décrit cette coupure.

Reportons pour chaque groupe sociologique retenu les groupes élémentaires agglomérés :

A = A
B = B
C = C
D = D + G + K
E = E + H
F = F + J + L
M = M
O = O + Q + R
T = T + N + P + S + X
U = U + V + W

Ainsi, la transition des flores de formation fermée vers celles de formation ouverte se fait elle sans à-coups dans les plans 1-2 et 1-3 (donc 2-3) par la chaîne D-G-K-O-Q-R. Et, de façon certes moins progressive, par la chaîne F-E-H-(S-T-X), dans les plans 1-2 ou 2-3, et E-I-N-S-X dans le plan 2-3 uniquement. Il existe cependant une coupure entre -H- et -S-, dans le plan 1-2.

Si l'on se reporte au tableau floristique, deux groupes assurent effectivement la transition entre les deux divisions principales du tableau -D- et -F-. Le groupe -E- est en fait très marginal en effectif.

3.133 La typologie des formations ouvertes

Cette typologie se lit directement sur le tableau floristique, où chaque groupe de relevés (station) est caractérisé par la présence de certains groupes sociologiques, et l'absence d'autres. Les stations sont ici désignées par des chiffres romains, et décrites par les groupes présents et, entre parenthèses, par les groupes partiellement représentés dans les relevés. Les groupes omis sont donc absents.

Station I : D+O+(T) : landes acidiphiles d'altitude

- Situation :

En général, les relevés de ce groupe se situent à une altitude supérieure à 1 450 m, et, inversement, plusieurs relevés sur pelouse culminale s'y trouvent. Ce sont en première approche les landes acidiphiles d'altitude, de l'étage montagnard supérieur ou subalpin. Aucun critère botanique sur les landes ne permet d'ailleurs de distinguer ces deux étages, qui sont très peu boisés. Tous les relevés de pelouse culminale ne s'y trouvent pas, de même on y trouve des relevés situés à plus basse altitude (jusqu'à 1 250 m, ce qui est quasiment la base de la zone d'étude). Il n'y a donc pas identité entre l'altitude et ces stations, mais forte corrélation.

Cette station couvre de vastes surfaces d'un seul tenant. Elle est donc sûrement hétérogène écologiquement.

- Sols :

Les sols sont en général des rankers A-C, d'épaisseur variable. L'humus varie du moder-mor au mor en crête sous myrtillaie, et la texture est sablo-argileuse (absence de limons), avec parfois très peu d'argile. Certaines fosses présentent le faciès de ranker crypto-podzolique en altitude. Il est probable que la teneur en argile est un élément discriminant intra-stationnel, mais seule une étude plus fine pourrait le confirmer et le mettre, le cas échéant, en relation avec la végétation.

- Conséquences forestières :

Du point de vue forestier, ces stations réunissent deux facteurs limitants pour la croissance de la végétation forestière :

- . l'altitude, en général,
- . un sol acide dégradé,

et sont recouvertes de trois types de formation végétale :

- . landes nues,
- . boisements : anciens de Pin à crochet et Epicéa récents de Sapin pectiné et Epicéa

Pour les boisements futurs, la rigueur du climat associée au sol acide interdit tout recours au Sapin pectiné.

Tant pour des raisons paysagères, de cachet régional, écologiques (existence d'un faciès culminal lignifié pour les landes) qu'économiques (faible productivité), il semble préférable de ne pas chercher à reboiser les landes culminales, qui sont de loin, avec les stations hydromorphes, les zones les moins productives de Margeride.

En cas d'ancien boisement à régénérer, l'essence la plus sûre est l'Epicéa commun, en association avec le Hêtre, tant pour augmenter la résistance aux chablis des peuplements que pour recréer un milieu plurispécifique.

De grands espoirs sont fondés sur le Sapin noble, mais les boisements existants sont trop récents pour en conclure des choix sûrs à longue échéance. Cette essence est réputée atlantique, et la résistance des peuplements existant au climat subcontinental est une question à suivre.

Station II : D+T+(O) : Landes fraîches d'altitude

- Situation :

Cette station se rencontre le plus souvent à flanc de versant, et sur des clairières de taille moyenne (de l'ordre de l'hectare), ou en lisière de forêt. Quelques relevés de lande culminale y sont représentés. L'altitude des relevés est souvent supérieure à 1 400 m. Il est cependant difficile d'inféoder ces stations à une tranche d'altitude, car leur présence est évidemment liée à une ouverture dans le couvert forestier, toujours plus fréquentes en altitude que dans les zones plus basses où elles sont en général mises en valeur pour l'élevage (ce qui ne signifie pas pour autant que ces stations ne soient pas pâturées, ce qui pose des problèmes pour leur caractérisation floristique...).

Ces stations sont fréquentes, et présentent une certaine variabilité écologique intra stationnelle.

- Sols :

Les sols sont du type brun acide à ranker, et l'humus est le plus souvent un moder. Ils sont profonds, pas tant à cause de l'importance de l'altération et de la pédogénèse que de la présence de coulées de solifluxion périglaciaire. Les sols sont donc développés sur un matériau allochtone, mis en place par les remaniements des formations superficiels héritées de l'altération des granites. Il est très difficile alors de faire la part entre le sol proprement dit, d'une part, et le substrat (horizon C) d'autre part. La texture est en général limono-sableuse.

La variabilité intra-stationnelle est probablement liée à l'alimentation en eau de ces sols, que trahit par ci par là la présence de *Poligonum bistorta*, toujours inféodée à un sol riche en eau.

- Conséquences forestières :

Quoique la croissance est parfois limitée par le froid ($z > 1\ 400$ m) le sol présente de réelles qualités physiques (profondeur, texture, alimentation en eau), même s'il reste pauvre chimiquement. L'essence la plus adaptée est l'Epicéa, en mélange avec le Hêtre. Il faut rester très prudent avec le Sapin pectiné si l'altitude est supérieure à 1 300 m, et il serait plus raisonnable de l'introduire en mélange avec le Hêtre et l'Epicéa, en faible proportion.

Station III : M : mégaphorbiaies

- Situation :

Cette station se trouve toujours en bordure de source, en lisière de forêt ou de marce. Elle est plus développée en surface (toujours faible) dans la Gardille qu'en Haute Margeride. Ce sont des lieux très riches en espèces, qui dénotent par rapport à la végétation environnante par l'exubérance de la végétation. Elles résultent de la conjonction de deux phénomènes :

. une très bonne alimentation en eau, sans engorgement (bordure de source) ;

. un colluvium alimenté par le lessivage oblique des argiles, des sels minéraux, de la matière organique.

Il ne semble pas y avoir de corrélation avec l'altitude, ces formations se rencontrant sur toute la gamme de l'étage montagnard.

- Conséquences forestières :

Ces stations sont sans contestation les plus fertiles de Haute Margeride. Cependant, l'exubérance de la végétation herbacée rend illusoire toute régénération, naturelle ou artificielle. D'autre part, leur richesse floristique leur confère une valeur botanique certaine, et il est souhaitable de conserver en l'état les mégaphorbiées. De plus, ce sont plutôt des formations linéaires, et elles occupent de toute façon des surfaces faibles. La perte de surface boisée est donc minime.

En revanche, ces formations ont une valeur diagnostic certaine de l'alimentation en eau et minérale du sol qui a deux origines : la nappe de la source bordée par la mégaphorbiaie et la percolation oblique le long de la pente, de l'eau et des éléments nutritifs du sol. Avant que, le long d'une pente, les effets conjugués de ces deux phénomènes n'atteignent le seuil d'apparition des mégaphorbiaies, ils se manifestent par un accroissement notable de la fertilité. Ces stations voisines sont caractérisées par le groupe F. Ainsi, au voisinage des mégaphorbiaies, la fertilité est nettement supérieure à la moyenne de la Haute Margeride,

Gardille incluse. Ces stations voisines ne possèdent pas les deux inconvénients des mégaphorbiaies : difficultés de régénération ou d'introduction et richesse floristique à préserver.

Ainsi, les mégaphorbiaies sont des stations linéaires, de faible surface, à vocation non forestière, mais de grande utilité pour le diagnostic à leur voisinage.

Station IV : T+U : landes humides = narces

Situées à différentes altitudes, mais mieux représentées au-dessus de 1 400 m, ces stations n'ont pas d'intérêt forestier car le sol est gorgé d'eau une grande partie de l'année. Il n'existe pas de technique fiable et économique pour drainer les narces, et aucune formation boisée, ni naturelle ni artificielle ne peut s'installer sur ces terrains. Ils se diagnostiquent d'ailleurs immédiatement par leur sol gorgé d'eau. Certaines narces présentent un intérêt botanique certain, narce à bouleau nain, repérée sur la carte de végétation, seule relictive glaciaire en France avec un autre site dans le Jura, espèces comme *Trollius europaeus*, des Orchidées, etc. Il serait stupide de reboiser la tourbière à bouleaux nains : l'intérêt scientifique de cette formation sera perdu, et de toutes façons, le boisement échouera. Il serait bon également de laisser en l'état les autres landes humides d'altitude, tant pour des raisons écologiques qu'économiques.

3.14 Etude des hêtraies

3.140 Introduction

Dans les résultats de l'A.F.C., les différences et nuances à l'intérieur de la hêtraie ont été estompées par la grande diversité de formations végétales de l'ensemble de la montagne de Margeride.

Or, les hêtraies sont les principales formations boisées où une étude floristique est possible.

Après avoir précisé les grands traits de ces hêtraies, par leurs liens avec les landes acides et prairies hydromorphes, il semblait opportun de s'attacher à mettre en évidence des nuances plus fines au sein même des hêtraies, ce qui est l'objet de ce paragraphe.

3.141 Méthodes utilisées

Les mêmes algorithmes de calcul ont été utilisés que précédemment, mais sur d'autres données.

Sur les 145 relevés, 90 l'ont été sous hêtraie. Rappelons que, par abus de vocabulaire, nous englobons dans ces formations les sapinières pessières de la Gardille. En effet, ce sont des forêts anciennes, claires, de l'étage montagnard. Les cortèges floristiques ont donc pu s'y installer depuis bien plus longtemps que sous les pessières d'altitudes, plus récentes et plus denses.

Or, plusieurs des plantes peu fréquentes de Margeride se retrouvent à la fois sous hêtraie et dans des landes. Ne conserver que les relevés de hêtraie revient à ne conserver des effectifs que de quelques unités pour ces espèces.

Or, elles sont nombreuses et donc risquent de perturber notablement les traitements.

N'ont été retenues alors que les espèces dont l'effectif était supérieur à trois dans le fichier hêtraie. Ce choix a été confirmé par un traitement ultérieur sur l'ensemble des espèces, qui n'a pu mener à aucun résultat : quelques espèces présentes une fois et une seule étiraient considérablement le nuage projeté sur les premiers axes au détriment du reste concentré dans une boule informe.

Les espèces retenues sont au nombre de 40.

Les mêmes algorithmes que précédemment ont été appliqués au nuage de points, à savoir :

- 1 - A.F.C.
- 2 - Choix du nombre d'axes et projection
- 3 - C.A.H. sur les espèces (groupes sociologiques) (cf. annexe 3)
- 4 - C.A.H. sur les relevés (stations)

dont les résultats sont présentés en annexe.

3.142 Analyse factorielle des correspondances

L'analyse a donc porté sur un nuage de 90 relevés et 43 plantes.

Les premières valeurs propres représentent les fractions suivantes de la trace :

V.P.	% trace	% cumul
2	8,148	8,148
3	7,735	15,882
4	6,684	22,566
5	5,875	28,441
6	5,495	33,936
7	5,330	39,266
8	4,298	43,564
9	4,240	47,804
10	3,910	51,714

La valeur moyenne escomptée pour chaque valeur propre est 1|43, soit 2,32 %. Cette valeur est atteinte à la 18e valeur propre.

Afin de poursuivre par une classification automatique, les sept premiers axes factoriels ont été retenus.

3.143 Groupes sociologiques

Rappelons que les groupes sociologiques sont mis en évidence, s'ils existent, par une C.A.H. dans l'espace des espèces repérées dans les relevés.

Comme précédemment, afin de stabiliser les résultats, la C.A.H. a été effectuée dans l'espace des premiers axes factoriels, ici sept.

L'arbre de la C.A.H. est donné en annexe et nous permet de définir les groupes suivants :

- Groupe A : hydroclines

- 02 - *Alchemilla alpina*
- 76 - *Ranunculus* sp.
- 60 - *Myosotis* sp.

- Groupe B : hêtraie eutrophe

- 04 - *Allium victoriale*
- 17 - *Cicerbita plumierii*
- 80 - *Sambucus racemosa*
- 28 - *Euphorbia* sp.
- 52 - *Luzula nivea*

- Groupe C : hêtraie mésotrophe

- 05 - *Anemona nemorosa*
- 62 - *Conopodium majus*
- 07 - *Asperula odorata*
- 72 - *Poligonatum verticillatum*
- 98 - *Vicia* sp.

- Groupe D : hêtraie mésotrophe fraîche

- 74 - *Prenanthes purpurea*
- 78 - *Rubus idaeus*

- Groupe E : hêtraie oligotrophe

- 54 - *Maianthemum bifolium*
- 86 - *Stellaria holostea*
- 70 - *Poa chaixii*
- 64 - *Oxalis actelosella*

- Groupe F : hêtraie subalpine

- 46 - *Lamium galeobdolon*
- 65 - *Paris quadrifolia*

- Groupe G : lande

- 16 - *Cerastium arvense*
- 93 - *Vaccinium vitis idaeus*

- Groupe H : acidiphiles

- 21 - *Deschampsia flexuosa*
- 92 - *Vaccinium myrtillus*
- 40 - *Hieracium* sp.
- 55 - *Melampyrum pratense*
- 24 - *Epilobium angustifolium*
- 84 - *Sorbus aucuparia*
- 33 - *Galium* sp.
- 96 - *Veronica montana*

- Groupe I : ourlet hygrocline

- 95 - *Veronica chamaedris*
- 09 - *Blechnum spicant*
- 71 - *Polygonum bistorta*

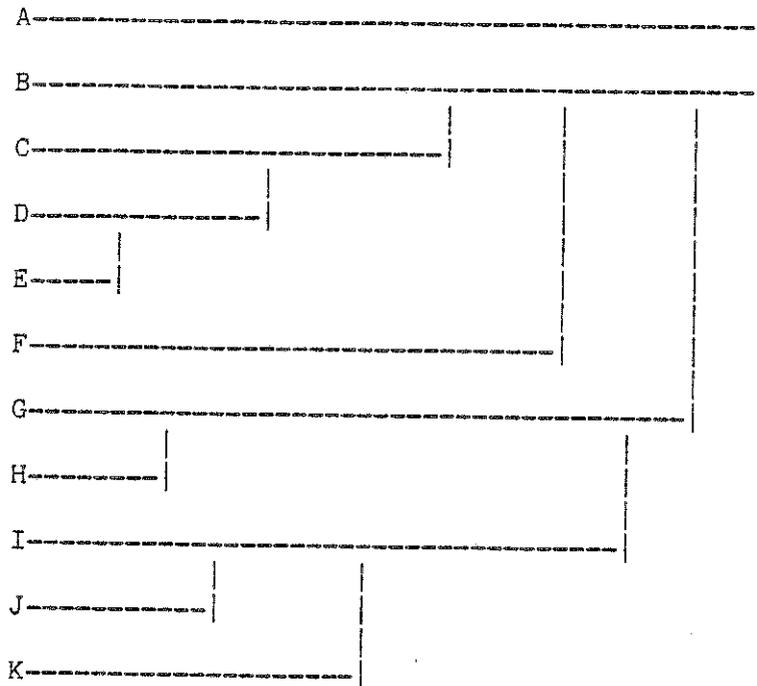
- Groupe J : non caractérisé

- 26 - *Epilobium montanum*
- 73 - *Potentilla reptans*
- 57 - *Melandrium silvestre*
- 67 - *Phyteuma* sp.
- 23 - *Digitalis purpurea*
- 32 - *Galeopsis tetrahit*

- Groupe K : non caractérisé

- 31 - *Galeopsis dubia*
- 50 - *Luzula albida*

En suivant la classification ascendante, il est possible de hiérarchiser ces groupes entre eux, soit :



Ce qui permet, selon la finesse souhaitée, de retenir plusieurs partitions hiérarchisées de l'ensemble des espèces en groupes sociologiques.

L'interprétation des groupes sociologiques sera issue de la constitution du tableau phytosociologique après mise en évidence des stations par une C.A.H. sur les relevés repérés dans l'espace des espèces.

Sur cette caractérisation, on peut faire plusieurs remarques :

1 - Certains groupes ne sont pas caractérisés écologiquement. En effet, ils regroupent des plantes peu fréquentes, comme pour le groupe K, ou dont l'écologie connue sur l'ensemble du territoire national n'est pas homogène à l'intérieur d'un groupe : *Digitalis purpurea* et *Potentilla reptans* pour le groupe J.

On peut remarquer que ces groupes sont des groupes peu compacts dans la classification. Ce ne sont pas de "bons" groupes sociologiques, mais des plantes qu'il est difficile de classer dans cette étude.

La raison probable est l'insuffisance du nombre de relevés. On les trouve presque toujours dans l'étage montagnard inférieur, peu représenté dans la zone échantillonnée, car très utilisé par l'agriculture et l'élevage.

2 - Inversement, les groupes bien caractérisés sont des groupes largement représentés dans les relevés, et compacts dans la classification.

De plus, on observe un gradient d'ordonnement de ces groupes (B, C, D, E) au sein de la hiérarchie de la classification.

Ils ont été caractérisés par le niveau trophique (oligo-, méso-, eu-, -trophe), mais c'est un facteur plus commode par la notion de synthèse qu'il contient qu'exact et déterminant pour la caractérisation écologique : il y a correspondance entre divers gradients de facteurs dont le niveau trophique est une représentation synthétique commode. On aurait pu choisir les étages de végétation, l'acidité, aussi ne faut-il pas attacher trop d'importance à ces caractérisations écologiques dans l'état actuel, très rudimentaire, des connaissances sur l'écologie des forêts de Margeride.

Il faut surtout considérer ces groupes comme une représentation synthétique, grossière et commode de la diversité du milieu.

3 - Plusieurs espèces de la lande ou des prairies (*Polygonum bistorta*, *Phyteuma* sp., *Cerastium arvense*) restent représentées dans les hêtraies : cette imbrication tant historique qu'écologique des landes et des hêtraies est une des caractéristiques principales de la Margeride, et à une échelle bien plus petite, des forêts du Massif Central. C'est le fruit de l'histoire encore récente de la mise en valeur agricole et pastorale de ces zones, que l'on retrouve dans la végétation.

Et il nous semble plus important de la décrire, même si cela est peu satisfaisant pour les catégories habituelles de raisonnement forestier qui s'axe sur la définition du climax : il serait vain et illusoire de vouloir à tout prix recréer les climax forestiers de la Margeride dans les stations forestières, car on ne dispose nulle part de massifs de références indemnes de modifications profondes sous l'influence de l'homme.

Nous verrons plus loin, lors de l'étude géomorphologique, que cette influence profonde de l'homme a modifié non seulement la flore, mais également le sol et la dynamique des formations superficielles.

Il n'y a donc aucun garde-fou pour la reconstitution du climax, qui serait plus un jeu de l'esprit qu'une démarche scientifique, et ce climax théorique ne s'observe nulle part, donc n'a aucune pertinence pour décrire les peuplements forestiers.

La "réalité" des forêts de Margeride est autant humaine qu'écologique, aussi faut-il plus s'attacher à démêler ces deux domaines imbriqués que reconstruire une fiction climacique.

3.144 Stations des hêtraies

Comme annoncé, ces stations s'obtiennent par C.A.H. sur l'ensemble des relevés repérés dans l'espace des espèces.

Pour les mêmes raisons que ci-dessus, la C.A.H. est effectuée sur les projections des relevés sur les premiers axes de l'A.F.C.. Nous en avons retenus sept, comme pour la mise en évidence des groupes sociologiques.

Le résultat de la C.A.H. est donné en annexe sous la forme de l'arbre d'agrégation des relevés.

Le tableau phytosociologique a été écrit en respectant l'ordre des colonnes (espèces) issu de la C.A.H. mais en modifiant légèrement celui des lignes (relevés) par permutation de groupes pour tenir compte du gradient dans les groupes sociologiques repéré dans la C.A.H. sur les espèces.

Station V : hêtraie humide : A+(D)+(H)

- Situation :

Cette station ne forme pas de véritables surfaces au sein des hêtraies, mais des lignes le long des ruisseaux, au bord des sources ou en lisière. Elle correspond à une situation écologique bien précise, peu représentée en surface.

Station VI : hêtraies eutrophes : B+(E)

- Situation :

Ce type de hêtraie se rencontre quasi exclusivement dans la Gardille. Les quelques relevés de la Montagne de Margeride qui s'y rattachent sont en fait appauvris : le groupe n'y est représenté que partiellement (présence de *Allium victorialis* et *Luzula nivea*, mais absence de *Sambucus racemosa*, *Cicerbitia plumierii*, etc.).

Dans la Gardille, il se rencontre souvent, mais non exclusivement, en bas de versant très bien alimenté en eau, de préférence nord ou est. Il s'agit parfois de formations intergrades entre la hêtraie "moyenne" et la mégaphorbiaie, et l'on peut suivre le long d'un versant le changement progressif de la végétation. L'apparition du sureau rouge est alors un très bon indicateur de l'apparition de cette formation.

- Sols :

Corrélativement à l'alimentation en eau, le sol est riche en éléments fins limono-argileux, probablement apportés par lessivage oblique le long des pentes. C'est plus cette variation de texture, donc de qualités physiques du sol, qui pourrait expliquer cette formation, car les analyses chimiques n'ont pas permis de mettre en évidence un saut qualitatif dans la teneur en éléments nutritifs. Les hêtraies sont qualifiées d'eutrophes par rapport à l'ensemble de la Margeride, mais, si l'on comparait ces sols à l'ensemble des sols de hêtraie sapinière de France, ils seraient probablement parmi les sols les plus pauvres, donc oligotrophes. Cependant, les fertilités observées en Sapin pectiné et en Douglas, introduits, sont parfois remarquables, bien que les sols soient pauvres en calcium et en base échangeables, et à la limite de la toxicité par l'aluminium. Ce qui laisserait supposer que, pour ces deux essences, à la différence des feuillus précieux, l'alimentation en eau est un facteur de croissance plus discriminant que la richesse en éléments minéraux du sol. Par rapport à la fertilité chimique du sol, on ne peut

tirer argument de ce que ces formations ne se trouvent que sur mica-schiste, dans la Gardille, car les différentes analyses de sol sur l'ensemble de la zone d'étude ne permettent pas de distinguer les sols sur micaschistes des sols sur granites, si ce n'est par la texture, donc un facteur physique. On peut également remarquer que ces sols sont profonds, et que donc le volume du sol exploré par les racines peut compenser la pauvreté chimique mesurée à l'unité de volume du sol. L'explication de cette station n'est donc pas clairement tranchée.

- Conséquences forestières :

Cette station représente les surfaces les plus fertiles en Sapin pectiné, Douglas et Epicéa commun. Parmi les stations de Margeride, c'est donc la plus appropriée à la sylviculture dans un objectif de production. Des hauteurs dominantes de 30 à 35 m à 80 ans pour le Sapin n'y sont pas rares. Cependant, la flore ne permet pas de mettre en évidence un gradient d'altitude et de dissocier, par exemple, ces stations rencontrées à 1 150 m de celles rencontrées à 1 350 m. Or, entre ces deux altitudes, les conditions climatiques de croissance, notamment pour le Douglas, sont très différentes. Il est donc indispensable de les intégrer pour le choix des essences.

Ainsi, dans ce type de station, le choix des essences variera selon l'altitude :

- . Douglas : jusqu'à 1 150-1 200 m
- . Sapin pectiné : de 1 200 à 1 350 m
- . Epicéa commun : au-delà

Il est clair que ces limites ne doivent pas être considérées comme un cadre rigide, mais comme un cadre de raisonnement. Il n'est pas non plus interdit de créer des mélanges : Sapin/Douglas et Sapin/Epicéa par exemple. De tels peuplements ont été créés artificiellement dans le Harz, en Allemagne Fédérale, et résistent très bien aux chablis. Afin d'accroître cette résistance, il peut être envisagé de créer un sous-étage feuillu de Hêtre. Ce sous-étage aurait de plus un rôle culturel non négligeable : aide à la régénération naturelle, à l'élagage naturel. Dans quasiment tous les peuplements observés, les feuillus (Hêtre et sorbier des oiseleurs surtout) s'installent spontanément dans une plantation dont le couvert n'est pas fermé, mais les résineux font rapidement une concurrence victorieuse aux feuillus qui végètent alors à l'état d'arbustes malingres à l'âge adulte. Le maintien d'un sous-étage feuillu, s'il est souhaité par le forestier, doit donc s'accompagner des règles de culture qui permettent son développement.

Les deux peuplements qui, selon l'altitude, permettent de satisfaire à l'objectif de production tout en résistant (probablement) aux chablis sont donc :

- . mélange Sapin/Douglas avec sous-étage de Hêtre,
- . mélange Sapin/Epicéa avec sous-étage de Hêtre.

L'on peut être tenté, devant la fertilité de certains peuplements résineux, de s'orienter par endroits vers la sylviculture de feuillus précieux : Erable sycomore et Merisier principalement. Il est probable que les sols sont trop pauvres chimiquement (calcaire et bases

échangeables) pour permettre le développement de tels peuplements : les sols restent des bruns acides. L'humus est quasiment toujours de type moder, et le pH reste très bas pour les feuillus précieux : 4,7 à 5. La fertilité forestière de ces sols est due à leurs qualités physiques, et non à leur richesse chimique. Il serait pourtant intéressant d'étudier attentivement les tâches de Merisier qui peuvent exister, surtout à basse altitude.

Station VII : hêtraies mésotrophes : C+D+E+(H)

- Situation :

Cette station, comme la station IX présentée ci-dessous, n'est pas caractéristique d'une situation particulière. En particulier, elle n'est inféodée à aucune tranche d'altitude. Elle est simplement absente de toutes les situations extrêmes déjà rencontrées : hydromorphie, colluvium.

- Sols :

Il est également difficile de caractériser précisément les sols rencontrés dans cette station. L'humus est un moder, parfois un moder-mor, les horizons peu différenciés ; la seule nuance est le développement plus ou moins avancé de l'horizon B. Le sol est en général profond, supérieur à 60 cm, mais cette profondeur est due à l'évolution périglaciaire des arènes ou des micaschistes plus qu'à l'altération in situ de la roche. Cette variation de profondeur peut être importante pour la fertilité des peuplements, mais rien dans la flore ne permet de la prévoir. En revanche, si la profondeur peut être importante, parfois supérieure à un mètre, l'alimentation en eau n'est jamais optimale : la texture est limono-sableuse, et le sol légèrement filtrant. Le seul critère qui pourrait distinguer cette station de la hêtraie oligotrophe serait une teneur en argile légèrement supérieure, qui assurerait une relative fraîcheur au profil, et caractériserait les espèces du groupe C. Mais seule une étude botanique et pédologique plus fine permettrait d'en décider rigoureusement.

- Conséquences forestières :

Cette station est de qualité moyenne, probablement hétérogène en potentialité. La texture légèrement filtrante associée à une lame d'eau annuelle de l'ordre de 900 à 1 200 mm et un climat subcontinental incitent à être relativement prudent dans l'introduction du Sapin pectiné, qui ne trouvera pas ici ses conditions optimales de croissance. Il est alors préférable de respecter les indications fournies dans la première partie sur les étages de végétation, qui ne se retrouvent pas dans la flore, et de limiter l'introduction du Sapin en altitude. L'essence de base de reboisement sera donc l'Epicéa, associé en mélange avec le Sapin, si le gestionnaire souhaite diversifier ses peuplements, et dont la proportion sera variable avec l'altitude. Un sous-étage de Hêtre pourra toujours jouer un rôle cultural important.

Station VIII : hêtraie de basse altitude sur bloc de granite :
D+H+J+K

- Situation :

Les placettes classées dans cette station sont en fait géographiquement très particulières : il s'agit de placettes voisines à basse altitude sur le flanc est de la montagne de Margeride, entre 1 250 et 1 300 m. Ces hêtraies constituent une exception au fait que, à basse altitude, les hêtraies sont relayées par le Pin sylvestre ou les cultures et les pâtures. Nulle part ailleurs dans la zone d'étude les hêtraies ne descendent aussi bas. Il est donc tentant d'en tirer des conclusions par rapport aux étages de végétation. Mais une telle interprétation serait illicite, car l'altitude n'est pas le seul facteur qui différencie ces placettes des autres : leur domaine est assez isolé du barycentre de la zone d'étude (il s'agit de hêtraies particulières bordant la série de St-Paul-le-Froid de la forêt domaniale de la Croix de Bor), et, topographiquement, elles sont sur un éboulis granitique noyé dans une gangue limoneuse de plus d'un mètre de profondeur, ce qui est une situation particulière par rapport à l'ensemble de la Margeride, bien que cette formation se rencontre ailleurs qu'à St-Paul-le-Froid. L'échantillonnage ne permet pas d'isoler chacun des facteurs, et il est impossible de l'étendre par manque de hêtraies à ces altitudes. On ne peut donc pas conclure rigoureusement, bien qu'il soit vraisemblable que l'altitude ait un rôle prépondérant dans la différenciation de ces stations. Un indice qui peut orienter dans cette direction est l'observation des ripisylves le long d'un ruisseau qui draine la vallée ou dégringole le versant qui supporte cette station. Il se situe à 1 240 m, et la ripisylve (qui n'est pas une forêt mais une formation herbacée dans ce cas...) a l'exubérance d'une mégaphorbiaie sans en avoir la composition floristique : Sanicle d'Europe, Sénéçons géants, grande Inule, Fougères, Géraniums, etc., mais absence d'Adénostyle, de Renoncule. S'agit-il d'une vicariance de la mégaphorbiaie un étage de végétation plus bas ? Il faudrait pour le déterminer échantillonner selon des transects altitudinaux ces formations exubérantes de bord de ruisseau. On trouve cependant des mégaphorbiaies typiques dans la Gardille à 1 180 m... Le problème est donc loin d'avoir une réponse tranchée...

- Sol :

Le substrat est très typé, parce que cette station occupe une surface réduite. Il ne faut pas déduire de ce qui suit, qui est une description de ce qui a été observé, une règle écologique pour la typologie de cette station : l'échantillonnage n'est pas représentatif. Le sol est du type brun acide, avec un horizon B peu différencié. L'humus est un moder, la texture limoneuse, la profondeur supérieure à un mètre. L'horizon C n'est pas la roche (granitique), mais une arène remaniée sous climat froid, ayant géliflué le long du versant. Cette coulée est parsemée de gros blocs de granite sain, dépassant parfois le mètre cube. Il ne faut pas se méprendre sur la signification de ces granites qui sont allochtones, donc sans lien physique avec la roche in situ, et, au contraire d'un sol superficiel que l'on déduit souvent de l'observation de chicots rocheux, ils sont l'indice d'un sol profond et frais, sous forme de coulée de gélifluxion.

- Conséquences forestières :

Cette station est fertile, car aucun facteur n'est limitant par rapport à la gamme des situations rencontrées en Margeride. Ce n'est pas la station la plus fertile, car le substrat est bien drainé et lessivé le long de la pente dans la coulée à texture limoneuse. L'alimentation en eau n'est donc pas optimale. Cependant, par rapport à l'ensemble de la Margeride, l'altitude est ici un facteur favorable et n'est plus limitant pour l'introduction du Sapin pectiné. Le peuplement possible est donc une sapinière à but de production, avec sous-étage de Hêtre et mélange d'Epicéa.

Station IX : hêtraie oligotrophe : D+E+H

- Situation :

Comme la station VII (hêtraies mésotrophes), cette station est fréquente mais non caractéristique d'une situation particulière : on la retrouve tant dans la montagne granitique que dans la Gardille micaschisteuse, tant à haute qu'à basse altitude, et, comme la station VII, elle est absente de toutes les situations extrêmes déjà rencontrées.

- Sols :

Cette absence de situation précise se traduit par une absence de typologie précise des sols rencontrés. Comme pour l'ensemble de la Margeride, ce sont des sols bruns acides ou des rankers, selon le développement de l'horizon B. Le ranker tend à devenir prépondérant avec l'altitude, au-delà de 1 400 m, et l'humus passe insensiblement du moder au mor. La variabilité édaphique intra-stationnelle est forte : on y trouve tant des sols profonds dont l'horizon C est une coulée limoneuse de gélifluxion que de sols superficiels (profondeur de l'ordre de 30 cm) à texture sableuse, voire graveleuse à caillouteuse. Ces derniers se retrouvent en général en haut de pente, et ce sol est alors le résultat d'un lessivage oblique intense qui a extrait quasiment tous les éléments fins du sol. Ce sont ces mêmes éléments fins qui font alors la richesse de la hêtraie eutrophe en contre-bas. Mais cette variabilité édaphique importante ne peut être mise en évidence par la flore, avec l'échantillonnage et la précision adoptés ici. Il faudrait, pour cela, effectuer une étude plus fine, donc plus longue. Il est cependant probable que le facteur qui distingue cette station de la station VII (hêtraies mésotrophes) est la teneur en argile moindre des sols de la hêtraie oligotrophe.

- Conséquences forestières :

Les conséquences seront plus draconiennes encore que pour les hêtraies mésotrophes. La variabilité édaphique intra-stationnelle étant importante, ce sera une clé dont il faudra tenir compte dans le choix des essences. La texture du sol élimine en général le Sapin à haute altitude. Préférence devrait donc être donnée à l'Epicéa. Mais il faut avant tout estimer, même grossièrement, les réserves en eau du sol, par les simples observations de la profondeur et de la texture et de pierrosité. Certains sols superficiels et caillouteux sont impropres à la sylviculture de production, quelle que soit l'essence. En cas de reboisement (par exemple

sur de petites surfaces enclavées par des stations plus fertiles pour éviter la naissance de châblis), il est alors préférable de choisir un Pin, plus rustique. Or, le Pin sylvestre est peu adapté aux conditions climatiques d'altitude. Il est donc préférable de s'orienter vers le Pin à crochet, qui a déjà prouvé sa réussite sur les hautes terres du Massif Central. Ainsi, il est sans doute dommage de cantonner ce Pin dans un rôle pionnier de première génération, et le régénérer systématiquement avec une essence plus "noble", habituellement le Sapin ou l'Epicéa : certaines stations ne sont propres qu'à la culture du Pin à crochet, et toute autre essence végètera. C'est le cas des hêtraies oligotrophes sur sol sableux (tous les sols sableux rencontrés lors de sondages à la tarière étaient également superficiels). On peut donc distinguer grossièrement deux types de peuplement objectif, selon la réserve en eau du substrat :

- . Epicéa (avec sous-étage de Hêtre), sur sol sablo-limoneux et profond,
- . Pin à crochet, sur sol superficiel et sableux.

En fait la typologie des sols n'est pas très tranchée, et l'on passe parfois insensiblement d'un type à l'autre, avec toutes les situations intermédiaires possibles : seul le gestionnaire peut alors décider du choix en fonction de ce qu'il observe localement.

3.15 Conclusions sur l'étude floristique

Deux conclusions peuvent être tirées de ce qui précède :

1° La réserve en eau des sols, estimée grossièrement par la profondeur et la texture, est le facteur prépondérant qui distingue les stations entre elles.

2° Au contraire, l'évolution biochimique des sols, estimée par des analyses pédologiques, ne discrimine pas les stations.

3° La variabilité édaphique intra-stationnelle peut, pour certaines stations (mais pas toutes), rester forte. Si une part de cette variabilité peut être réduite par une étude plus fine de la flore (relevés exhaustifs en abondance/dominance), il subsistera toujours un reliquat non négligeable : l'échelle de variation du sol est plus fine que celle de la flore, qui distingue bien les extrêmes (hydromorphie ou fraîcheur d'une part, texture sableuse d'autre part), mais ne repère pas précisément la position sur le gradient entre ces valeurs extrêmes. La raison en est probablement que la flore reproduit mal la réserve en eau des horizons profonds des sols, fondamentale pour la typologie forestière.

4° L'étude floristique doit donc être complétée par une étude des formations superficielles. C'est l'objet du paragraphe suivant.

3.2. L'ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE

3.20 Intérêt de l'approche géomorphologique

L'étude botanique a donc été menée sous hêtraie et dans landes. Sous forêt résineuse, l'ombre étouffe la végétation et aucun diagnostic botanique ne peut donc être proposé. Or, c'est sous résineux introduit que se posent l'essentiel des problèmes forestiers de ce secteur : régénération de la pessière, de la pinède-pessière, reconstitution des peuplements détruits par le dendroctone. Il est donc indispensable de proposer un outil de description du milieu sous ces peuplements, et de tenter d'établir un lien avec l'étude précédente.

La démarche classique est alors d'entreprendre une étude pédologique poussée, et d'associer types de sols et types de stations.

Or, dans le cas présent, plus que la pédologie (étude de la pédogénèse actuelle), c'est la géomorphologie qui nous livrera la clé d'une première description structurée du milieu. En effet, les formations meubles superficielles ont une histoire longue et complexe, aujourd'hui bien connue grâce aux travaux de R. COINCON (1976), B. COQUE-DELHUILLE (1979), A. GODARD (1977) et B. VALADAS (1984), d'évolutions et de remaniements. Ces processus ont des conséquences directes sur la texture et la profondeur de ces formations superficielles, donc sur la réserve en eau et la fertilité des stations qui en est le principal facteur discriminant. Les phases principales d'évolution décelables aujourd'hui sur le terrain se situant au Würm, la géomorphologie périglaciaire est l'outil le mieux adapté pour les décrire.

En effet, la pédogénèse actuelle ou ancienne est importante pour la compréhension de la fertilité, notamment en éléments minéraux assimilables, de ces stations. Mais c'est un processus qui, dans le temps, a succédé à la mise en place würmienne des formations superficielles. Aussi, dans un souci de clarté, réservons nous de façon restrictive le terme de pédogénèse à l'évolution biochimique (actuelle) des formations superficielles, et de morphogénèse à la mise en place surtout mécanique de ces formations au Würm. Que les pédologues ne s'en offusquent pas, ces deux domaines sont intimement mêlés et se complètent mutuellement.

C'est pourquoi, dans ce qui suit, après avoir rappelé brièvement les différents résultats d'analyses pédologiques, nous nous attacherons à préciser les outils d'analyse du paysage dégagés par une étude géomorphologique.

3.21 Etude pédologique

La montagne de Margeride étant un grand horst d'orientation nord-sud, nous avons entrepris l'étude pédologique par des analyses le long d'un transect ouest-est qui recoupe les courbes de niveau, dont la description est donnée ci-dessous.

3.211 Analyses de sol

- Profil n° 5

Description

Longitude : 3° 26' 00" E
Latitude : 44° 51' 15" N
Altitude : 1 400 m

Lande sommitale sur granite.

Description des horizons

0 - 15 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sable grossier. Très forte teneur en matière organique. Structure grenue de 2 mm, peu nette, meuble, très friable. Couleur 75YR30. Nombreuses racines. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Gravier de quartz. Transition régulière sur 2 cm.

15 - 40 cm : horizon Bh. Frais. Texture sablo-limono-argileuse à sables grossiers. Assez forte teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse, peu nette, meuble, très friable. Couleur 75YR44. Nombreuses racines. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Gravier de quartz. Transition régulière sur 3 cm.

40 - 60 cm : horizon C. Frais. Texture sableuse à sables grossiers. Absence de matière organique. Structure polyédrique subanguleuse, peu nette, meuble, très friable. Couleur 10YR68. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Gravier de quartz.

Commentaires

Sol cryptopodzolique humifère de séquence ABC ou ocre podzolique.

- Profil n° 6

Situation

Longitude : 3° 25' 50" E
Latitude : 44° 51' 15" N
Altitude : 1 300 m

Peuplement mélangé de Hêtre et de Pin sylvestre sur granite. Pente de 10 %. Exposition ouest.

Description des horizons

0 - 30 cm : horizon A1. Frais. Texture limono-sableuse à sables grossiers. Forte teneur en matières organiques. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, peu nette, meuble, très friable. Nombreuses racines. 20 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz. Transition régulière sur 2 cm.

30 - 50 cm : horizon BC. Frais. Texture sablo-limoneuse à sables grossiers. Faible teneur en matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 5 mm, peu nette, meuble, très friable. Racines peu nombreuses. 20 % d'éléments grossiers. Graviers. Transition régulière sur 5 cm.

50 - 120 cm : horizon C. Frais. Texture sableuse à sables grossiers. Structure particulière, meuble, friable. 40 % d'éléments grossiers. Graviers.

Commentaires

Sol brun cryptopodzolique, de séquence A(B)C.

- Profil n° 7

Situation

Longitude : 3° 25' 10" E

Latitude : 44° 51' 15" N

Altitude : 1 240 m

Pinède de Pins sylvestres sur granite. Présence d'éboulis. Versant de pente 30 %. Exposition nord-ouest.

Description des horizons

0 - 5 cm : horizon AO/A1. Frais. Texture limono-sableuse. Forte teneur en matière organique. Structure meuble. Couleur 10YR33. Nombreuses racines. Très poreux. Transition régulière sur 2 cm.

5 - 40 cm : horizon A1. Frais. Texture sablo-limoneuse à sable grossier. Assez forte teneur en matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 3 mm, meuble, très friable. Couleur 10YR44. Nombreuses racines. Très poreux. 10 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz irréguliers et émoussés. Transition ondulée sur 3 cm.

40 - 60 cm : horizon C. Frais. Texture sablo-limoneuse à sable grossier. Absence de matière organique. Structure polyédrique subanguleuse de 3 mm, meuble, très friable. Couleur 10YR68. Racines peu nombreuses. Très poreux. 15 % d'éléments grossiers. Graviers de quartz irréguliers et émoussés.

Commentaires

Sol peu différencié, de séquence AC. Brun acide à ranker.

3.212 Conclusions

Le nombre de profils analysés a été choisi en fonction de la différenciation apparente des nombreux sondages effectués. En fait, seul le sol de crête se différencie légèrement. Le long du profil, l'on retrouve, comme sur le Goulet, une séquence brun acide - brun ocreux avec humification plus ou moins poussée du profil selon la topographie et la végétation. La transition entre ces différents sols de la chaîne est en fait très graduelle, comme sur le Goulet.

Ainsi, la différenciation biochimique de ces différents sols est très ténue, comme sur l'ensemble de la Margeride, ce que reproduit la faible différenciation du tapis végétal. Pour en avoir une idée plus précise, il est possible de constituer un fichier global à partir de tous les profils analysés, sur l'ensemble de la Margeride. Chaque enregistrement de ce fichier est un horizon d'un profil, qui contient les différentes mesures chimiques sur cet horizon (donc, des analyses effectuées, il faut exclure la texture). Une classification automatique a été réalisée sur ce fichier. Il en ressort une nette séparation entre les différents horizons (les horizons A opposés aux horizons B ou A/C), mais aucune séparation entre les différents secteurs. Ce qui confirme la grande homogénéité biochimique des sols de Margeride, déjà plusieurs fois soulignée.

En revanche, lors des différents transects réalisés, sans analyses, d'importantes différences en profondeur et texture ont été notées, qui ont des conséquences sur la réserve en eau utile des sols, donc sur la fertilité. Et ce d'autant plus que les essences utilisées (Sapin, Epicéa, etc.) sont réputées frugales, donc sont relativement indifférentes à la nature chimique du substrat et du sol, mais, au moins pour le Sapin, sont exigeantes en eau.

Il en résulte que l'estimation de l'alimentation en eau des profils est un outil d'estimation de la potentialité d'une station plus fin que l'estimation de la richesse en éléments nutritifs. C'est pourquoi cette approche est développée dans la suite.

3.22 La notion d'alvéole

3.220 Description du paysage

* Formes du relief

Si l'on observe la surface mamelonnée de la "Montagne de Margeride", on remarque une succession ininterrompue, mais de géométrie irrégulière de :

- buttes convexes aux sommets très arrondis,
- replats subhorizontaux sur les versants de ces buttes,
- fond de cuvettes plats et hydromorphes.

Cette succession d'éléments du paysage est représentée succinctement par le schéma en annexe, et son ensemble constitue ce que l'on appelle un alvéole (en géomorphologie, le mot alvéole a conservé son ancien genre masculin).

C'est un élément très fréquent des paysages granitiques du Massif Central, puisqu'on en rencontre également en Limousin, Morvan, Forez, sur le Mont Lozère, sur le Mont Aigoual, et jusqu'en Montagne Noire (alvéole de La Salvetat sur Agout).

* Mise en valeur des terroirs

Mise à part l'hydromorphie des fonds d'alvéole, il n'est pas évident a priori de savoir si ces différentes formes de reliefs correspondent ou non à des différences importantes au niveau de la mise en valeur forestière.

Le paysage de Margeride étant de tradition plus rurale que forestière, ces différences, si elles existent, ont été ressenties par les cultivateurs qui les ont exprimées par des mises en valeur différentes.

L'observation du paysage rural pourra donc guider vers une compréhension du compartimentage écologique au sein d'un alvéole qu'il faudra expliciter et valider. Une station n'est-elle pas un "terroir forestier" ?

Si donc l'on regarde le paysage rural, l'on observe rapidement que :

- les habitations, fermes ou hameaux sont situés sur les replats, principalement de versant sud ;

- les champs labourés sont également situés quasi exclusivement sur replats. Ils sont des propriétés individuelles ;

- les sommets des buttes convexes sont souvent couverts de landes, lieux de pâturage extensif ici appelés parcours. Ce sont en général des terrains sectionnaux, donc propriétés collectives ;

- les chutes des replats vers les fonds d'alvéole supportent des petits aménagements hydrauliques (drainage, irrigation) et sont mis en valeur comme prés de fauche ; ce sont en général les meilleures parcelles de l'exploitation.

Cette correspondance très forte entre les éléments de l'alvéole et leur mise en valeur paysanne exprime des différences agronomiques fortes, et sans doute des potentialités forestières bien distinctes.

Ce qui est également remarquable, c'est la pertinence de ce schéma de mise en valeur pour d'autres régions du Massif Central comme la Montagne Limousine, même si les structures sociales ne sont pas identiques.

Que les formes du relief, ainsi que leur mise en valeur, puissent être décrites dans un schéma simple et efficace (dans ces grandes lignes car des nuances régionales existent toujours) pour quasiment l'ensemble des hautes terres granitiques du Massif Central permet d'espérer que cette notion d'alvéole pourra être un bon cadre d'étude des stations forestières sur ces hautes terres.

C'est pourquoi elle sera développée ci-dessous.

3.221 Génèse des alvéoles

Un alvéole est le produit de l'érosion différentielle du granite : les arènes observées actuellement sont le fruit d'une altération qui a débuté dès le Tertiaire.

Lors de la première moitié de cette ère, le climat du Massif Central était probablement une alternance de climats tropicaux tantôt chauds, humides et tantôt secs, sensiblement analogues aux climats actuels gabonais et sahéliens.

* Altération sous climat tropical chaud humide

Lors des périodes humides, qui favorisaient les réactions géochimiques, les granites s'altéraient profondément, parfois sur plus d'une dizaine de mètres, pour former des arènes. La structure spatiale de cette altération est chaotique, donc, imprévisible, mais elle s'appuyait essentiellement sur :

- Le réseau de failles secondaires, zones affaiblies mécaniquement car broyées, donc zones préférentielles d'altération. On saisit alors l'importance des structures tectoniques, comme guide de différenciation de l'érosion, pour la constitution des alvéoles, donc pour les stations forestières.

- Les différences minéralogiques entre granites, quoi qu'il n'y ait pas correspondance directe entre la composition minéralogique et l'altérabilité. Par exemple, selon M. DERRUAU (1971), la microporosité du quartz, dont dépend la perméabilité de la roche, est un des facteurs non négligeables qui commande la résistance à l'érosion sous des conditions climatiques données. Dans la référence citée, cet auteur indique de nombreux exemples dans le Massif Central où les échelles de résistance à l'érosion lues dans le paysage sont inversées, telle roche étant tantôt en creux, tantôt en relief.

Ainsi, selon A. GODARD (1977), on ne peut donner de règle générale de correspondance entre la lithologie et l'érosion différentielle à l'échelle du Massif Central, bien qu'une telle correspondance s'observe fréquemment dans de nombreux massifs. Il faut donc en entreprendre l'étude cas par cas, c'est-à-dire, selon cet auteur, petite région naturelle par petite région naturelle.

De plus, les produits de l'altération sont un matériau plus ou moins remanié, support de la pédogénèse ultérieure. Ils sont donc fondamentaux pour les types de station, car bien souvent les sols actuels se développent plus sur de telles altérites que des roches mères saines en place.

Dans la définition des secteurs écologiques, il est donc important de tenir compte de cette différence possible de résistance à l'érosion d'une roche mère, notamment granitique (mais le même problème existe pour les roches métamorphiques), qui est minéralogiquement homogène donc probablement représentée par une seule et même unité sur la carte géologique. Il est important de travailler sur des unités homogènes dans le cycle roche mère - tectonique - altération, ce qui n'est pas assuré par la seule homogénéité pétrographique.

Ces deux facteurs, exploitation des failles et des différences d'altérabilité, qui commandent essentiellement l'altération différentielle, permettent de comprendre que :

- la géométrie des portions altérées du socle ne seront pas régulières, et présentent à l'oeil un aspect chaotique à l'échelle du phénomène ;

- l'altération se sera faite préférentiellement en poches par pourrissement progressif in situ des zones les plus faibles.

La figure en annexe schématise la localisation chaotique mais non anarchique des altérations profondes.

* Erosion sous climat tropical chaud et sec

L'autre phase de l'alternance climatique était constituée de climats tropicaux chauds et secs à saisons contrastées, analogues aux climats sahéliens actuels.

La sécheresse ralentissait fortement les réactions géochimiques, donc l'altération, mais, en revanche, favorisait l'évacuation des altérites, soit par des cours d'eau tantôt asséchés et tantôt gonflés par des crues soudaines, comme les oueds du désert, soit par le vent.

Cette érosion des altérites se faisait donc non pas par entaille et érosion régressive des vallées, comme sous le climat actuel, donc sur des lignes, mais sur des surfaces entières, balayées par les cours d'eaux qui sortaient de leur lit lors des crues ou par le vent.

Ces phases sèches correspondent donc à une érosion aréolaire des altérites avec dégagement de cuvettes par planation latérale.

Les replats sont les témoins de ces anciennes cuvettes reprises ultérieurement dans un cycle altération - érosion.

Ces cycles permettent donc de comprendre la forme actuelle des alvéoles, comme le suggèrent les figures en annexe, d'un alvéole simple et d'un alvéole ayant connu deux cycles complets, le second ayant retravaillé la forme créée par le premier. Quasiment tous les alvéoles du

Massif Central, donc ceux de Margeride, présentent un faciès à deux cycles. La raison en est simplement dans la succession de deux cycles humidité - sécheresse sur le Massif Central, lors de la deuxième moitié du Tertiaire.

Si le schéma de la création des alvéoles est aujourd'hui connu, plusieurs questions restent posées, et même si des réponses ne dépend pas une meilleure connaissance des stations forestières, il n'est pas inutile de les évoquer brièvement. Comme pour la mise en place des roches mères et la fracturation du socle par la tectonique, la bonne connaissance de la mise en place des formes actuelles du relief bute sur une chronologie absolue fiable : le processus est en place, mais non son calendrier. Ainsi, la date exacte des cycles d'érosion, notamment du deuxième, est l'objet de recherches actuelles. Certains penchent pour la fin du Tertiaire, et d'autres pour le début du Quaternaire.

3.222 Evolution des alvéoles

L'alvéole est donc un concept décrivant un volume, et expliquant sa genèse :

- crête mollement bombée,
- pente entrecoupée de replats,
- fond plat et hydromorphe,

Ces volumes se sont mis en place à la fin du Tertiaire ou au début du Quaternaire. Ils ont donc traversé tout le Quaternaire, notamment les glaciations.

Des conséquences de ces crises climatiques sur les formations superficielles, seules celles des deux derniers épisodes froids du Würm peuvent être clairement déterminées sur le terrain.

Ainsi, malgré le "trou" représenté par quasiment l'ensemble des glaciations quaternaires, il est possible de prolonger l'étude des volumes constituant un alvéole par la dynamique périglaciaire des formations superficielles, qui a alors pour cadre l'architecture des volumes décrite précédemment.

3.23 Dynamique d'un profil-type

3.231 Description d'un profil type

Si l'on ouvre une fosse à travers les formations meubles recouvrant les granites de la Montagne de Margeride, on observe successivement de haut en bas :

1 - Un sol qui se développe sur des matériaux meubles, de profil généralement A-B-C, parfois A-C, rarement A-(B)-C. Le type pédogénétique oscille entre le brun acide et brun ocreux, avec des rankers sur des crêtes.

2 - Une arène de texture très hétérogène, allant localement du limon aux cailloux. Cette arène enrobe parfois de véritables blocs de roche plus ou moins saine, qui peuvent atteindre le mètre cube. C'est une arène gélifluée.

3 - Une arène litée, de texture nettement plus homogène que l'horizon précédent, caractérisée par une succession de lits centimétriques de couleur claire et foncée.

4 - Une arène sableuse semée de cailloux, que l'on peut considérer comme une arène en place.

5 - Parfois, entre les horizons 2 et 3, se trouve un horizon induré à l'aspect de fragipan.

Quelques indications complémentaires sur chacun de ces horizons sont données ci-après. L'accent est mis sur les horizons 2, 3 et 5, les autres étant classiques dans les descriptions de stations forestières.

3.232 Arène gélifluée à blocs

Notons que cet horizon est en général bien pénétré par les racines.

C'est une formation hétérogène de blocs de granite de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres, et d'une matrice fine de texture limono-sableuse, mais surtout nettement plus limoneuse que l'arène en place non remaniée.

L'épaisseur de cet horizon est de l'ordre de quelques décimètres.

Sa genèse est liée à un phénomène froid, date du périglaciaire B, épisode le plus froid du Würm. Cet épisode a des conséquences très larges sur le territoire de l'Europe Occidentale, puisqu'on y rattache également les dépôts loessiques de limons éoliens de Belgique et du nord de la Lorraine (collines calcaires de Meuse et de Meurthe-et-Moselle). La présence et la profondeur de ces limons sur substrat calcaire est une des clés du Catalogue du Plateau Lorrain, comme la présence et la profondeur d'arènes gélifluées à blocs sera une des clés du Catalogue de la Montagne de Margeride (cf. infra).

La formation de ces arènes à blocs s'explique par une gélifluxion avec existence locale de permafrost. Les déplacements étaient probablement de l'ordre d'une dizaine de centimètres par an, soit une centaine de mètres pour l'ensemble de la période à l'échelle du versant. Cette vitesse est obtenue en divisant la longueur des déplacements totaux le long d'un versant par la durée de la période climatique qui permet de comprendre leur genèse. Mais rien ne prouve que les déplacements aient été continus et progressifs tous les ans, et non une succession de paroxysmes et de rémissions.

En général, l'ensemble des versants ont été revêtus par cette formation, ce qui signifie que son absence locale sera plutôt due à une érosion ultérieure de ces matériaux (profils tronqués), en général

d'origine anthropique. L'érosion anthropique, par troncature de profils mis en place sous climat glaciaire ou périglaciaire, lors de mises en valeur pour la culture est largement répandue en Europe Occidentale également. C'est un type de situation courant sur sables glaciaires dans la plaine d'Allemagne du Nord.

Ainsi, l'action de l'homme ne se manifeste pas uniquement à travers la flore, et des types morphogénétiques de station peuvent être dûs à l'homme, autant qu'un cortège floristique. Nous verrons qu'une grande différence (il y en a d'autres, notamment climatiques) entre la Montagne et les Plateaux de Margeride est l'absence quasi systématique de ces arènes gélifluées, qui assurent la bonne alimentation en eau du profil par leur texture et leur profondeur, sur les Plateaux. Cette absence n'a pas de cause "naturelle", mais est une destruction par l'agriculture.

L'action de l'homme sur le substrat, ce dernier souvent considéré comme l'invariant écologique de référence pour la connaissance des climax, peut, en certains cas qu'il convient de définir, avoir été aussi profonde et lourde de conséquences que sur la flore. Il n'est donc pas sûr que, a priori, la connaissance du substrat permette de déterminer le "climax". Il n'est pas non plus certain a priori qu'elle ne le permettra pas. C'est l'objet d'un catalogue de répondre à la question si c'est possible ou si ça ne l'est pas, et toute généralisation de réponse étant dangereuse : les combinaisons sont si nombreuses que chaque étude locale est un cas particulier.

3.233 Arènes litées

Cet horizon s'observe sur une épaisseur de quelques décimètres à un mètre sous les arènes gélifluées à blocs.

Ce sont des arènes géomobilisées qui témoignent d'un épisode froid vraisemblablement humide. Il y a alors évolution pâteuse du versant provoquée par le gel/dégel profond, dans des paysages analogues à ceux de Spitzberg.

La datation est incertaine, mais on peut probablement les rattacher au Würm A, moyennement froid. On retrouve cet horizon sur l'ensemble du Massif Central granitique : Morvan, Forez, Limousin, Mont Lozère, Mont Aigoual, Montagne Noire, etc.

Ces arènes litées se sont formées par glissement généralisé sous forme de solifluxion de lames minces (quelques centimètres), avec étirement de cette lame. Il n'y avait pas de permafrost, ce qui distingue ce phénomène de la gélifluxion, mais un gélisol. Ces glissements de sols témoignent d'une absence de végétation alors. La vitesse observée au Spitzberg de nos jours est de l'ordre du centimètre par an.

Il n'y a quasiment pas de racines qui explorent cet horizon. De plus, celles ayant traversé l'horizon géliflué s'arrêtent brusquement sur le toit de l'horizon des arènes litées. Cet horizon forme donc un obstacle physique à la pénétration des racines.

3.234 Horizon induré type "fragipan"

Entre les deux épisodes froids A et B du Wurm, il y a eu probablement une rémission des conditions glaciaires qui a permis un développement de la végétation et une pédogénèse sur l'horizon formé au Wurm A, soit les arènes litées.

En effet, on retrouve par endroits des traces d'érosion des arènes litées, et même des paléosols conservés entre les arènes litées -qui ont servi de substrat à leur genèse et les arènes gélimobilisées- qui les ont recouverts lors de la période froide ultérieure (Wurm B).

Ces paléosols ont subi une phase d'induration lors du pléniglaciaire postérieur (Würm B), témoin du pergélisol qui favorisa la gélifluxion des arènes.

Cet horizon induré est intéressant à double titre :

1 - C'est un obstacle rédhibitoire à la pénétration des racines.

2 - C'est un "marqueur" des conditions paléoclimatiques continentales périglaciaires à l'échelle du Massif Central granitique.

La fréquence de ces horizons type "fragipan" suit en effet un gradient le long d'un arc Limousin - Margeride - Forez - Morvan, où ils sont totalement absents en Limousin et courants dans le Morvan. L'interprétation de ce gradient, qui se prolonge dans la même direction à l'est de la Margeride vers les hauts sommets granitiques du sud est du Massif Central, Tanargue, Mont Lozère, Aigoual (?), serait la continentalité croissante du paléoclimat du Wurm récent.

Outre la fréquence, la profondeur varie également : profondément enterrés (parfois à plus d'un mètre), donc sans conséquence notable sur la croissance des peuplements forestiers, ces horizons indurés sont de plus en plus proches de la surface à mesure que l'on remonte vers le Morvan, et peuvent alors devenir de véritables facteurs limitants pour la végétation forestière.

3.235 Conclusion sur les formations superficielles

L'exploitation de la bibliographie géomorphologique sur la Margeride, grandement facilitée par la synthèse et les apports de B. VALADAS, a permis de décrire une association tripartite d'horizons, dont le schéma reste valable, selon les mêmes auteurs, sûrement à l'échelle des massifs granitiques du Massif Central, et probablement dans un domaine plus vaste (notamment le Royaume Uni en partie selon B. DELANOE et A. GODARD).

Cette association tripartite de :

- arène saine,
- arène litée gélimobilisée,
- arène gélifluée à blocs,

avait été décrite par A. GODARD comme synthèse de différents travaux antérieurs de différents auteurs dès 1972.

Un tel système, dont l'échelle de validité englobe une très vaste surface, risque d'occulter les nuances régionales qui peuvent s'avérer aussi importantes que le schéma général pour participer à l'explication de la croissance des peuplements forestiers (ex. : profondeur de l'horizon induré).

Différentes études régionales ont précisé ces nuances, et, schématiquement, trois systèmes "tripartites" sont proposés par B. DELANOE et B. VALADAS :

1 - Un système limousin, caractérisé par un passage progressif de la gélimobilisation à la gélifluxion. Les épisodes climatiques responsables de ce changement de dynamique étaient donc peu tranchés.

2 - Un système margeridien, où cette différence entre deux dynamiques est clairement tranchée, comme les épisodes climatiques qui en sont la cause. On commence à entrevoir des horizons indurés, type "fragipan", entre ces deux formations.

3 - Un système morvandiau, qui se distingue du précédent par un plus grand développement des "fragipans".

Si ces différents systèmes sont clairement tranchés sur le terrain pourvu que l'on en choisisse des représentants typiques, leurs limites géographiques sont floues, et l'on passe graduellement d'un système à l'autre. Ce gradient est probablement d'origine paléoclimatique.

3.24 Conclusions sur l'apport de la géomorphologie à la typologie des stations forestières

L'étude géomorphologique présentée ci-dessus a permis de mettre en évidence deux concepts utiles à la typologie des stations forestières, qui ne représentent pas, et loin s'en faut, un inventaire exhaustif.

- 1 - Le concept d'alvéole, à l'échelle du paysage,
- 2 - L'association tripartite de formations superficielles, à l'échelle locale.

3.241 L'association tripartite

L'association tripartite est en concordance parfaite d'échelle avec la typologie de station forestière, et peut constituer l'une des clés des stations.

Deux conséquences directes de cette association sur la croissance des peuplements forestiers méritent d'être soulignées :

1 - La réserve en eau des sols qui est incluse dans les arènes gélifluées : si l'on excepte les blocs qui ne sont pas un obstacle à la pénétration des racines, ces formations sont limoneuses et épaisses de plusieurs décimètres, voire un mètre. Il n'y a donc pas de facteur limitant physique du sol (eau, air) dans les arènes gélifluées.

2 - L'obstacle à la pénétration des racines que sont les "fragipans" et, à un degré moindre, les arènes gélimobilisées. Ces horizons sont indurés, les prélèvements à l'aide du couteau du pédologue ou de la truelle du géomorphologue y sont laborieux. Cet horizon induré, imperméable, a deux conséquences immédiates, qui ne sont probablement pas les seules, sur la fertilité des essences forestières.

a) Une limite physique à la pénétration des racines.

b) L'apparition de phénomènes d'hydromorphie dans le profil supérieur si le drainage oblique est insuffisant.

Il serait souhaitable d'entreprendre des études plus fines visant à mieux préciser les conséquences forestières de l'association tripartite par une collaboration entre des géomorphologues, pédologues et botanistes.

3.242 Le concept d'alvéole

Cet outil de description du paysage se situe à une échelle inférieure de celle de la station forestière : entre le fond hydromorphe, les crêtes dégradées, les versants géliflués, un alvéole comprend plusieurs stations.

Mais décrire un alvéole, c'est décrire l'articulation des types de stations entre eux : chaque alvéole comporte, le long d'un versant, la même succession de types de stations, aux nuances locales près :

1 - Des buttes convexes, zones de départ de la gélifluxion, donc souvent des sols peu profonds d'arène en place, donc de texture sableuse.

2 - Des versants remobilisés par la gélifluxion, présentant donc des convals limoneux à blocs, donc des sols profonds, limoneux, bien alimentés en eau, au fur et à mesure que l'on descend dans le sens de la pente.

3 - Le profil de versant précédent est superposé deux fois entre le sommet de l'avéole et le fond, avec chaque fois son développement talus - pente - accumulation au-dessus et au-dessous du replat intermédiaire (cf. § formes du relief).

4 - Un fond hydromorphe, impropre à toute mise en valeur sans investissements onéreux.

5 - Une opposition de versant à l'intérieur de l'alvéole, entre les versants nord et ouest d'une part, et sud et est d'autre part. Cette opposition est devinée, mais ne peut être clairement estimée par la méconnaissance de marqueurs microclimatiques dans les zones étudiées.

Il est clair que les types de station dans la Montagne Limousine, la Margeride, le Forez, le Morvan seront différents, car les cadres géographiques sont différents. Mais l'articulation des stations entre elles sera très voisine d'une région à l'autre, un peu comme des espèces ou des associations vicariantes sur des continents voisins.

4 - RAPPEL DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

4.0. INTRODUCTION

Après avoir, dans les parties précédentes, précisé les résultats de plusieurs approches (différentes en méthodes et en échelle, donc en précision), nous nous attacherons, dans ce qui suit, à articuler entre elles ces démarches afin de :

- dégager les facteurs essentiels,
- les hiérarchiser entre eux,
- en déduire une clé de détermination des types forestiers.

A cette fin, nous rappelons succinctement la démarche proposée.

Une première étape a consisté à découper sur des critères simples (géologiques et climatiques) l'ensemble de la Margeride en secteurs écologiques, homogènes vis-à-vis de ces facteurs.

Dans une deuxième étape, chacun de ces secteurs a été étudié séparément, succinctement, en dégagant les grandes lignes des variations du milieu. Les facteurs retenus sont alors simples, comme la topographie, le sol tel qu'il apparaît sans étude pédologique poussée, le mésoclimat s'il est perceptible. Ce niveau correspond à celui de la pré-étude, et ne prétend pas donner une vision exhaustive et fine de la variabilité écologique de chacun des secteurs, mais les grandes lignes directrices de son hétérogénéité.

Une troisième étape s'est attachée à comprendre plus finement cette variabilité pour un secteur, celui de la montagne de Margeride, choisi selon deux critères :

- L'importance des problèmes de choix d'essence qui s'y posent.
- La pertinence d'une méthode éprouvée pour ce type d'étude.

C'est notamment ce dernier critère qui a décidé du choix définitif de la Montagne, car la sylviculture des pinèdes des plateaux est un problème forestier important, mais l'artificialisation profonde de ces milieux en rend l'étude très délicate dans un premier travail.

Cet affinement de la perception écologique du milieu de la montagne s'est fait par l'utilisation conjointe d'une étude floristique et géomorphologique, qui cependant n'ont pas encore été mises en correspondance.

Ce sont ces différentes notions et approches qu'il convient d'articuler en un schéma cohérent dans ce qui suit, afin de dégager et hiérarchiser les facteurs essentiels du milieu.

4.1. DIVISION DE LA MARGERIDE EN SECTEURS ECOLOGIQUES

Ce découpage repose sur deux critères :

- le climat,
- la roche mère.

Le climat est pris en compte sous deux aspects :

- les températures, pour les étages de végétation,
- la pluviosité, pour les influences climatiques.

4.11 Les étages de végétation

La Margeride est, à de rares exceptions près, toute entière située dans l'étage montagnard.

Cet étage peut être divisé de la façon suivante :

850 m < z < 1 025 m	Montagnard inférieur	hêtraie - chênaie
1 025 m < z < 1 230 m	Montagnard moyen	hêtraie - sapinière
1 230 m < z < 1 350 m	Montagnard supérieur	hêtraie - pessière
1 350 m < z < 1 450 m	Subalpin	pessière
1 450 m < z	Landes culminales	asylvatiques

Les altitudes indiquées ci-dessus pour les caractérisations forestières des étages correspondent à un objectif de production. Mais, biologiquement, ces essences peuvent exister à des altitudes supérieures à celles indiquées.

4.12 Influences climatiques

La Lozère est soumise à trois influences climatiques :

- Subcontinentale : au nord
- Subatlantique : sur une frange ouest
- Subméditerranéenne : au sud et au sud-est

Ces trois influences se retrouvent en Margeride. Mais leurs frontières ne sont pas nettes et tranchées. Ce sont des bandes plus ou moins larges qui, selon l'année, sont plutôt sous telle ou telle influence. Ainsi, outre les trois régions précédentes, convient-il de distinguer des régions de transition, au nombre de deux :

- région de transition subatlantique, subcontinentale, appelée "périatlantique".
- région de transition subcontinentale, subméditerranéenne, appelée "périméditerranéenne".

La Margeride est alors partagée en trois régions climatiques :

- région périatlantique
- région subcontinentale
- région périméditerranéenne

dont la carte est donnée en annexe.

4.13 Roches mères

La Margeride est tout entière composée de roches cristallines. On y distingue :

- Les granites :
 - . granites porphyroïdes
 - . leucogranites
- Les roches métamorphiques :
 - . schistes sériciteux
 - . micaschistes
 - . gneiss
 - . leptynites

Pour la division en secteurs écologiques, seule intervient la distinction granites/roches métamorphiques. Les distinctions à l'intérieur de ces groupes pourront intervenir à l'échelle des stations forestières.

4.14 Division de la Margeride en secteurs écologiques

La combinaison de ces facteurs permet de diviser la Margeride en secteurs écologiques. Seuls les secteurs de surface suffisante ont été retenus.

La clé proposée est la suivante :

- 1 - Roche mère granitique..... 2
- 2 - Etage montagnard supérieur et au-delà..... Montagne
- 2 - Etage montagnard moyen et en-deçà..... 3
 - 3 - Région périallantique..... Plateau occidental
 - 3 - Région subcontinentale..... Plateau oriental
- 1 - Roche mère métamorphique..... 4
 - 4 - Région périallantique..... Boulaine
 - 4 - Région subcontinentale..... Goulet / Gardille
 - 4 - Région périméditerranéenne..... Secteur périmédit.

4.2. SOLS ET FORMATIONS SUPERFICIELLES

4.20 Introduction

Les arbres puisent dans le sol les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. La connaissance du sol est donc un élément fondamental du diagnostic stationnel.

Deux éléments ont été retenus pour l'estimation de la potentialité des sols :

- la richesse en éléments nutritifs,
- l'alimentation en eau,

qui seront étudiés successivement.

4.21 Richesse en éléments nutritifs

Les éléments retenus, sur roche mère silicatée, sont :

- l'azote,
- le calcium,
- le magnésium,
- le potassium.

L'azote est restitué principalement par la minéralisation de la matière organique, dont l'importance et la vitesse peuvent être estimées par le type d'humus. Les autres éléments sont en outre libérés

par l'altération biochimique de la roche mère, et redistribués, comme l'azote, dans les profils. Ils peuvent, le cas échéant, être exportés -ou importés- hors de (ou dans) un profil. Le bilan de ces flux est exprimé par le type pédogénétique.

Les éléments diagnostics de la richesse nutritive d'un profil sont donc :

- le type d'humus,
- la nature de la roche mère,
- le type pédogénétique.

Les analyses effectuées pour caler la richesse du complexe absorbant des sols sur ces différents critères simples à observer sur le terrain ont montré :

- Une grande homogénéité globale des sols de Margéride ;
- Une moyenne très pauvre en calcium et potassium, à la limite de la carence ;
- Une relative indifférence vis-à-vis de la roche mère : granites et micaschistes ne se distinguent pas par les sols auxquels ces roches ont donné naissance. Ce qui signifie que c'est la rigueur du climat qui commande les processus pédogénétiques, et non la nature chimique de la roche mère ;
- Les sols sont de type "brun acide" dans l'étage montagnard inférieur et moyen, "brun ocreux" dans l'étage montagnard supérieur et le subalpin, et "ranker" sur les crêtes. Il existe également des sols hydromorphes, de type gley ou pseudogley ;
- La quasi absence d'éléments nutritifs dans les profils en dehors de l'horizon A1, ce que confirme l'observation des enracinements.

La grande homogénéité des évolutions pédogénétiques (brun acide, brun ocreux, ranker de crête) ne permet donc pas de retenir ce critère, dans un premier temps, comme critère de discrimination de stations.

4.22 Alimentation en eau

Ce critère est nettement plus contrasté que le critère pédochimique, et sera donc retenu comme critère de typologie des stations.

L'alimentation en eau d'un profil est commandée par :

- Les flux :

- . rythme des précipitations
- . percolation à l'intérieur des formations superficielles (exportations souterraines)
- . l'évapo-transpiration

Les flux sont liés à :

- . la région climatique,
- . la topographie.

- L'eau utile, liée à :

- . la profondeur du sol
- . la texture

Aussi, c'est la combinaison de ces quatre derniers descripteurs, simples à observer sur le terrain, qui sera retenu comme clé de la typologie des stations dans chaque secteur écologique. En fait, par construction, un secteur écologique est tout entier dans une seule région climatique, aussi ne reste-t-il que trois facteurs pour la typologie.

4.3. VEGETATION

L'étude de la végétation dans un but de diagnostic stationnel est difficile en Margeride à cause de la profonde artificialisation des milieux et de la jeunesse des forêts. Pour ces raisons, l'étude n'a été menée pour l'instant que dans les secteurs les moins perturbés, à savoir la montagne et la Gardille.

De l'ensemble de l'étude, seul un groupe ressort comme pertinent pour un diagnostic stationnel. C'est le groupe de la hêtraie eutrope, composé de :

- *Allium victoriale*
- *Cicerbita plumieri*
- *Sambucus racemosa*
- *Euphorbia dulcis*
- *Luzula nivea*

Ce groupe n'apparaît pas en clair dans les clés présentées ci-dessous, car il indique, à la surface, donc sans utilisation de la tarière pédologique, les sols bruns acides, profonds, frais, à texture limono-sableuse, qui sont individualisés dans les clés.

4.4. CLE DE CHOIX DES ESSENCES POUR LES DIFFERENTS SECTEURS

L'ensemble des facteurs reconnus comme pertinents pour une première typologie forestière de Margeride peuvent être articulés et hiérarchisés entre eux pour former des clés qui peuvent guider vers le choix des essences. Ces différentes clés sont présentées ci-dessous pour les cinq secteurs écologiques.

4.41 Secteur de la Boulaine

- 1 - Crête sommitale..... Epicéa
- 1 - Versants..... 2
 - 2 - Micaschistes..... 3
 - 3 - Pendage inverse, sol évolué..... 4
 - 4 - Montagnard moyen..... 5
 - 5 - Exposition nord ou ouest..... Sapin
 - 5 - Exposition sud ou est..... Pin sylvestre
 - 4 - Montagnard inférieur..... 6
 - 6 - Exposition nord ou ouest..... Sapin, Douglas
 - 6 - Exposition sud ou est..... Pin laricio
 - 3 - Pendage conforme, lithosol..... Pin sylvestre
 - 2 - Grès arkosiques..... 7
 - 7 - Topographie en bombement convexe..... Pin sylvestre
 - 7 - Topographie en cuvette, sol hydromorphe... Asylvatique
 - 2 - Autres roches mères..... Epicéa
 - 1 - Coulées de solifluxion..... 8
 - 8 - Exposition nord et ouest..... Douglas
 - 8 - Exposition sud et est..... Pin laricio
 - 1 - Niveaux de source..... Douglas, Mélèze

4.42 Secteurs des plateaux

- 1 - Plateau occidental..... 2
 - 2 - Sol bien drainé..... 3
 - 3 - Sol profond et limono-sableux..... Sapin, Douglas
 - 3 - Sol superficiel ou sablo-limoneux..... Pin sylvestre
 - 2 - Sol hydromorphe..... Asylvatique
- 1 - Plateau oriental..... 4
 - 4 - Sol drainé..... Pin sylvestre
 - 4 - Sol hydromorphe..... Asylvatique

4.43 Secteur du Goulet et de la Gardille

1 - Crêtes sommitales.....	Asylvatique
1 - Versant.....	2
2 - Versant principal nord.....	3
3 - Altitude + de 1 350 m.....	Hêtre
3 - Altitude - de 1 350 m.....	4
4 - Sol superficiel.....	Epicéa
4 - Sol brun acide profond.....	5
5 - Altitude + de 1 100 m.....	Sapin
5 - Altitude - de 1 100 m.....	Douglas
2 - Versant principal sud.....	6
6 - Altitude + de 1 400 m.....	Hêtre
6 - Altitude - de 1 400 m.....	7
7 - Lithosol (roche subapparente).....	Asylvatique
7 - Sol peu profond.....	8
8 - Altitude + de 1 100 m.....	Epicéa
8 - Altitude - de 1 100 m.....	Pin sylvestre
7 - Sol brun acide profond.....	9
9 - Altitude + de 1 100 m.....	Sapin
9 - Altitude - de 1 100 m.....	Douglas

4.44 Secteur périméditerranéen

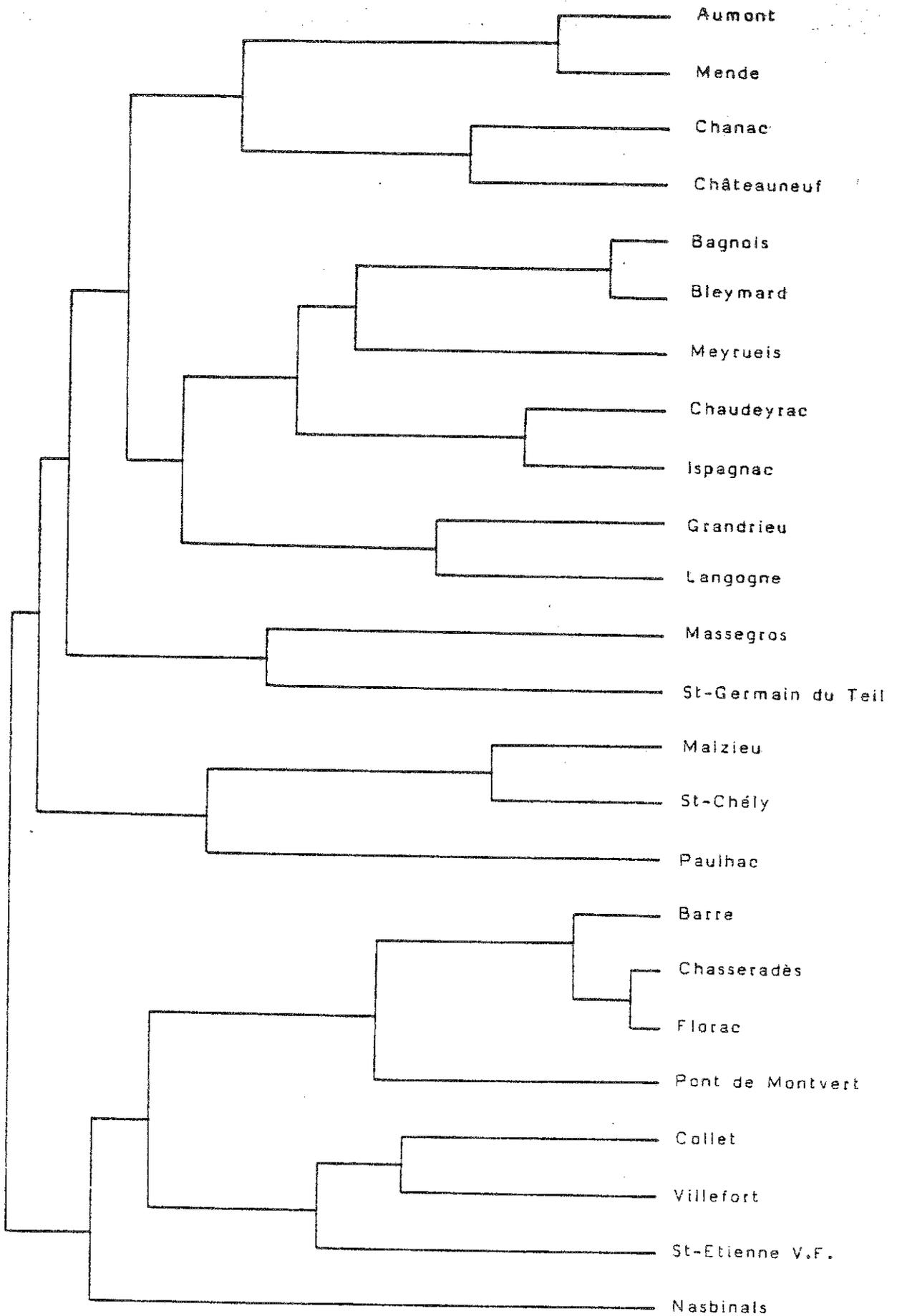
1 - Plateau.....	2
2 - Micaschiste.....	Pin laricio
2 - Gneiss.....	3
3 - Sol sablo-limoneux.....	Epicéa
3 - Sol limono-sableux.....	Sapin pectiné
1 - Versant nord et ouest.....	4
4 - Micaschiste.....	5
5 - Sol peu profond (- de 30 cm).....	Pin laricio
5 - Sol brun acide (+ de 30 cm).....	Sapin nordman
4 - Gneiss.....	6
6 - Sol peu profond.....	Epicéa
6 - Sol brun acide + de 30 cm.....	Sapin pectiné
1 - Versant sud et est.....	7
7 - Micaschiste.....	8
8 - Lithosol.....	Asylvatique
8 - Sol brun.....	9
9 - Sol peu profond.....	10
10 - Altitude - de 1 200 m.....	Pin laricio
10 - Altitude + de 1 200 m.....	Epicéa
9 - Sol profond.....	11
11 - Altitude - de 900 m.....	Cèdre atlas
11 - Altitude + de 900 m.....	Sapin nordman
7 - Gneiss.....	12
12 - Pierrier et lithosol.....	Asylvatique
12 - Sol peu profond.....	Pin sylvestre
12 - Sol profond.....	Epicéa
1 - Corniche de leptynite.....	Asylvatique

4.45 Secteur de la montagne

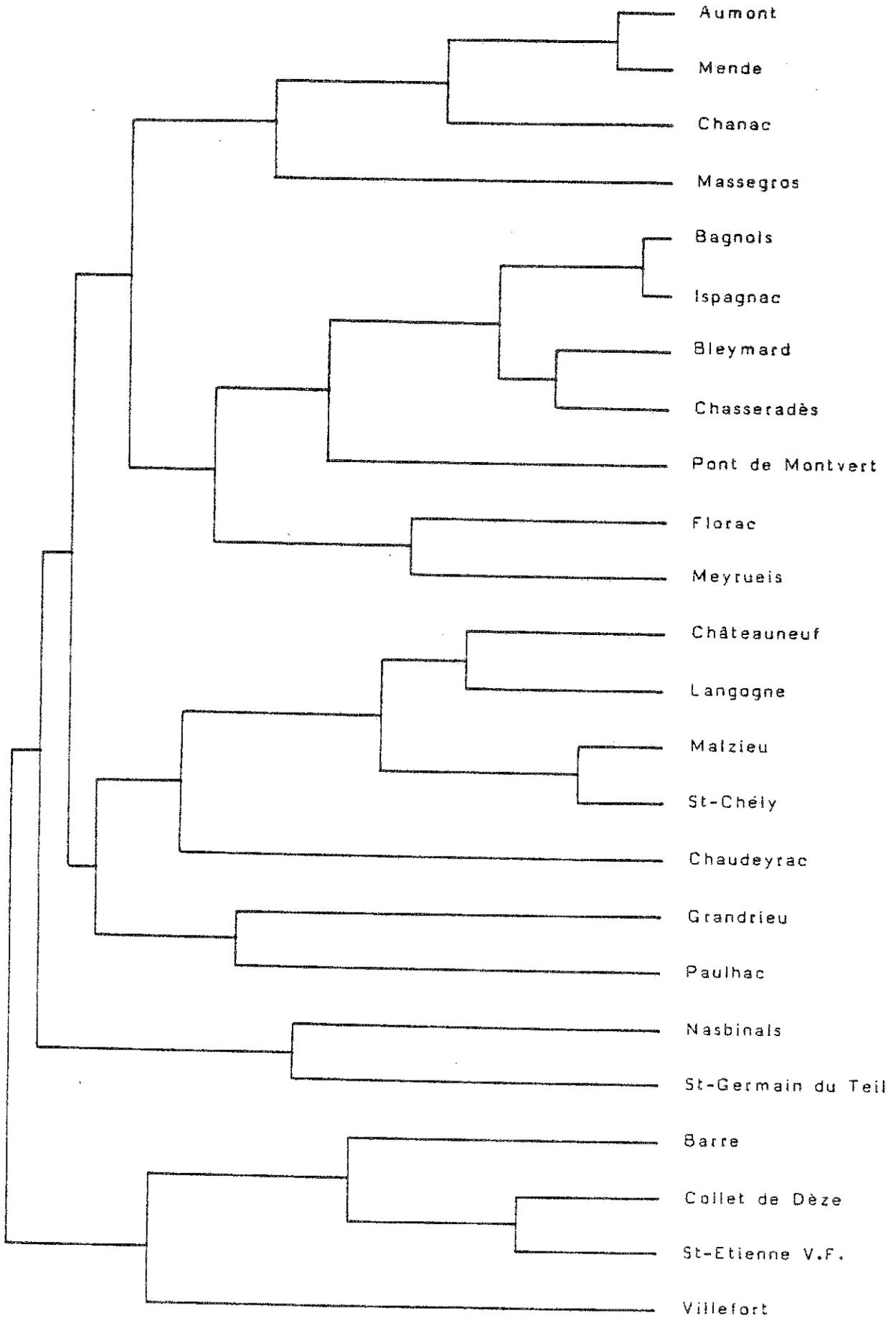
1 - Lande culminale.....	Asylvatique
1 - Autre situation.....	2
2 - Altitude + de 1 350 m.....	3
3 - Sol peu profond et sableux.....	Pin à crochet
3 - Sol profond ou limoneux.....	Epicéa
2 - Altitude - de 1 350 m.....	4
4 - Sol peu profond ou sableux.....	Epicéa
4 - Sol profond et limoneux.....	Sapin

ANNEXE 1

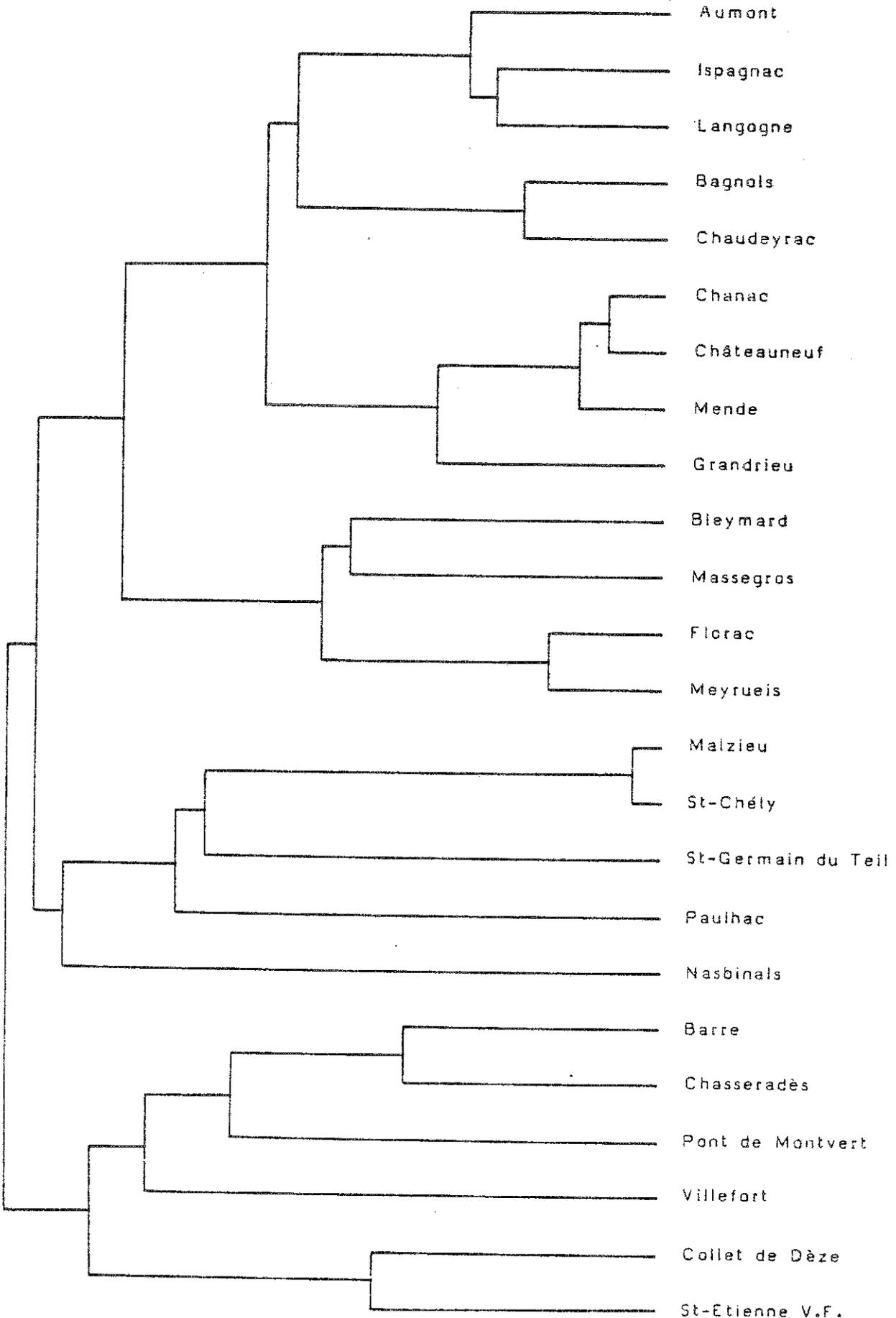
Z 1978 - 24 STATIONS - LAMES MENSUELLES -
NORMALISATION EUCLIDIENNE SUR LES COLONNES



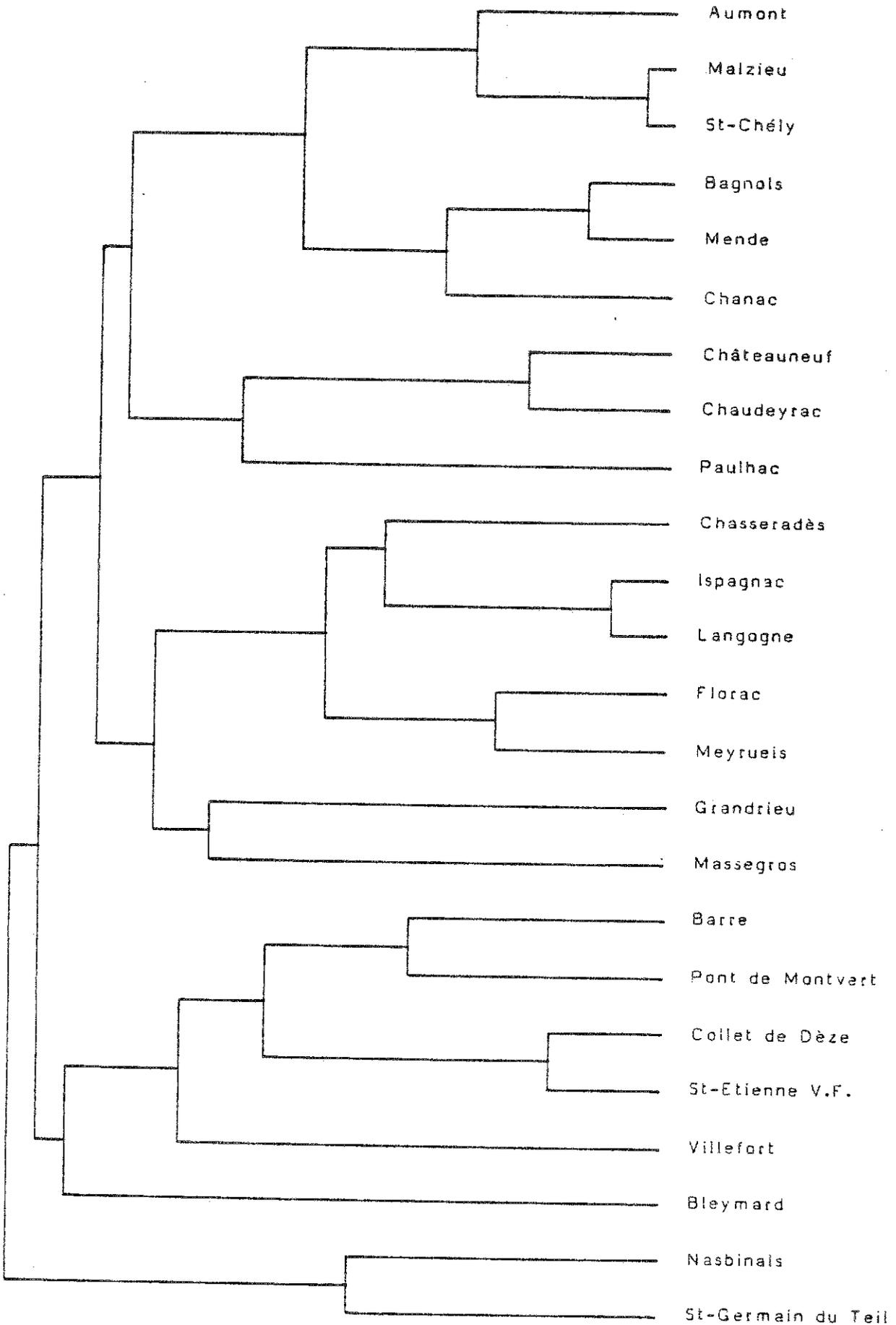
LOZERE 1979 - 24 STATIONS - LAMES MENSUELLES -
NORMALISATION EUCLIDIENNE



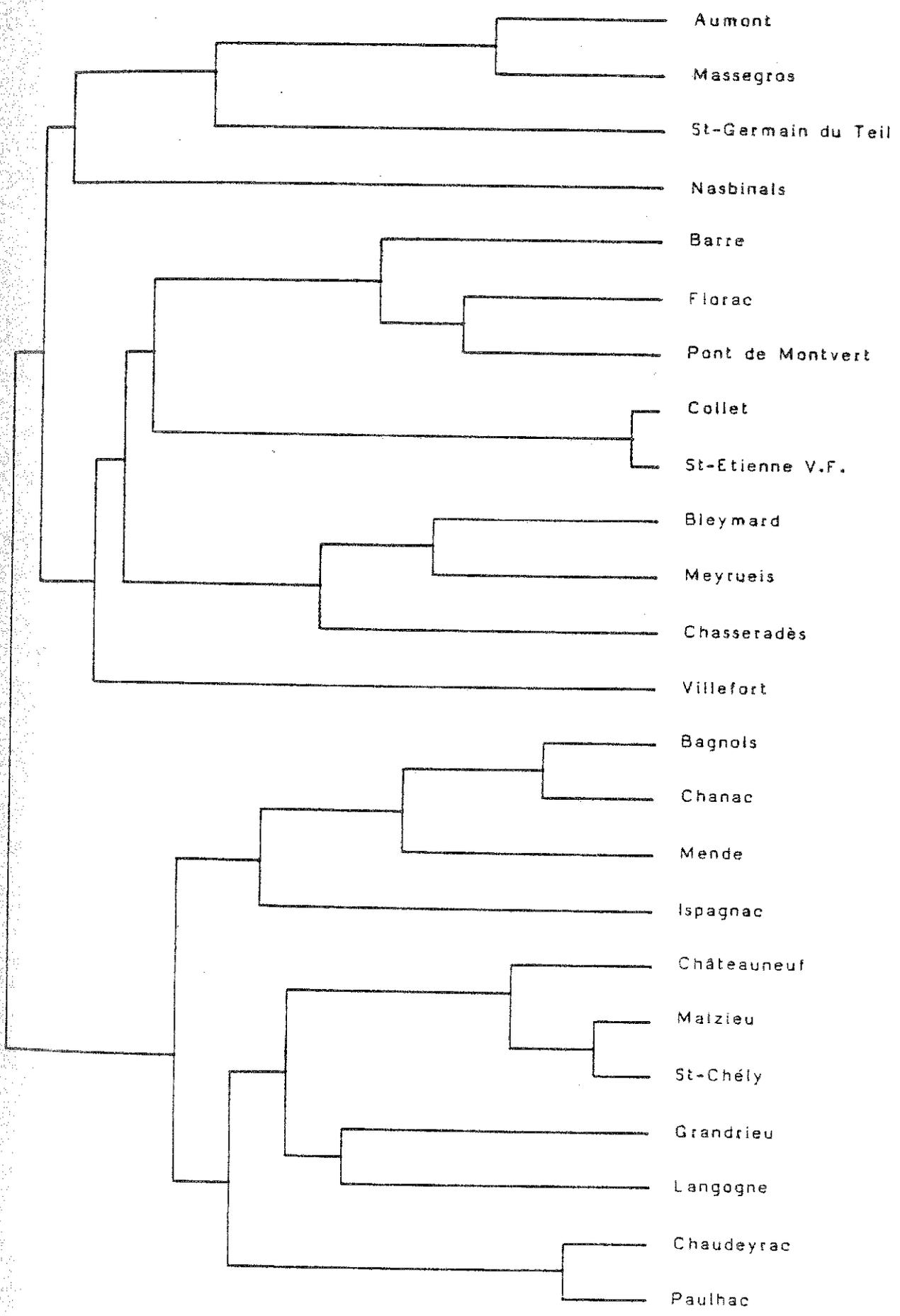
LOZERE 1930 - 24 STATIONS - LAMES D'EAU MENSUELLES -
NORMALISATION EUCLIDIENNE



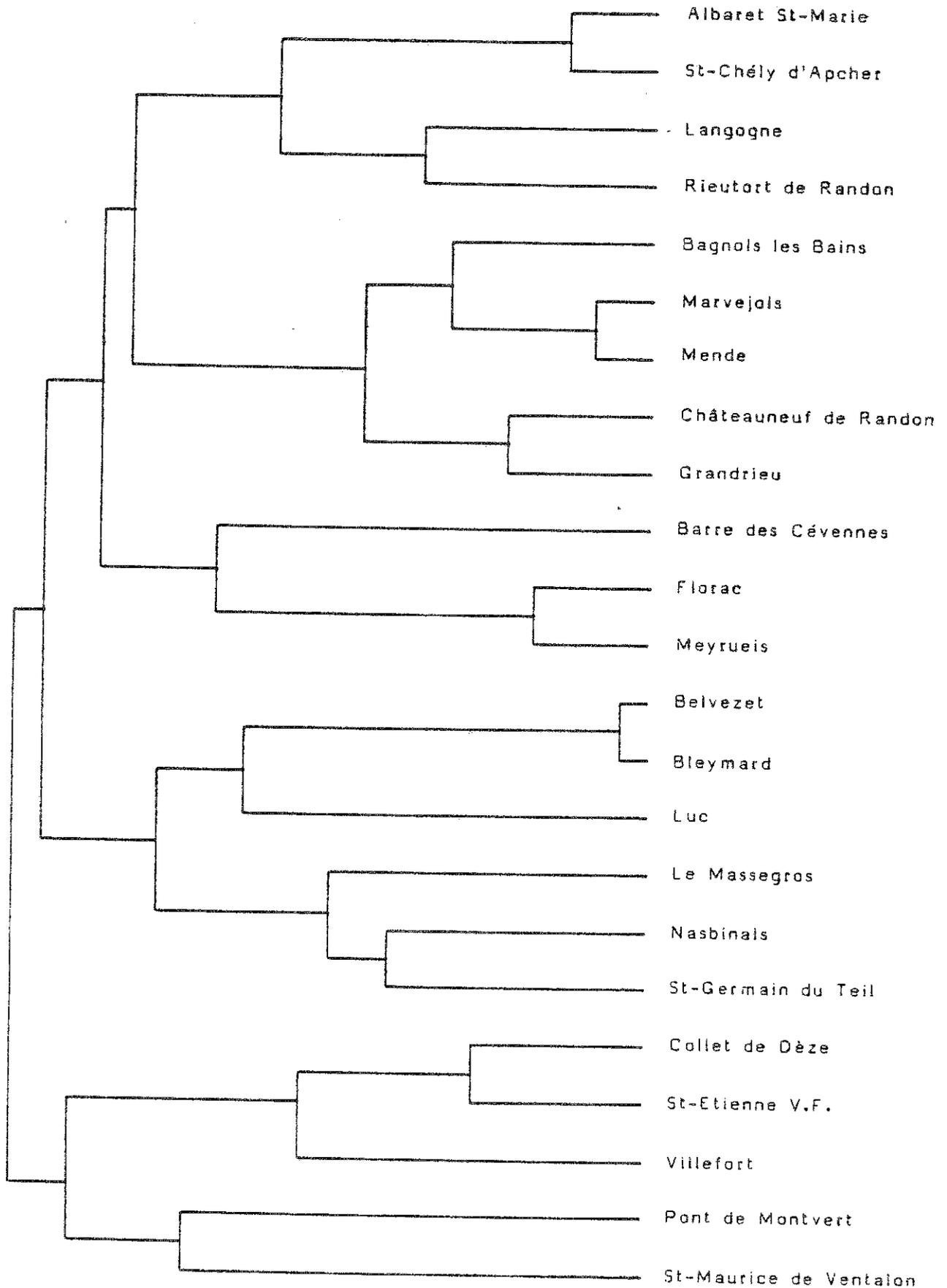
LOZERE 1981 - 24 STATIONS - LAMES MENSUELLES -
NORMALISATION EUCLIDIENNE

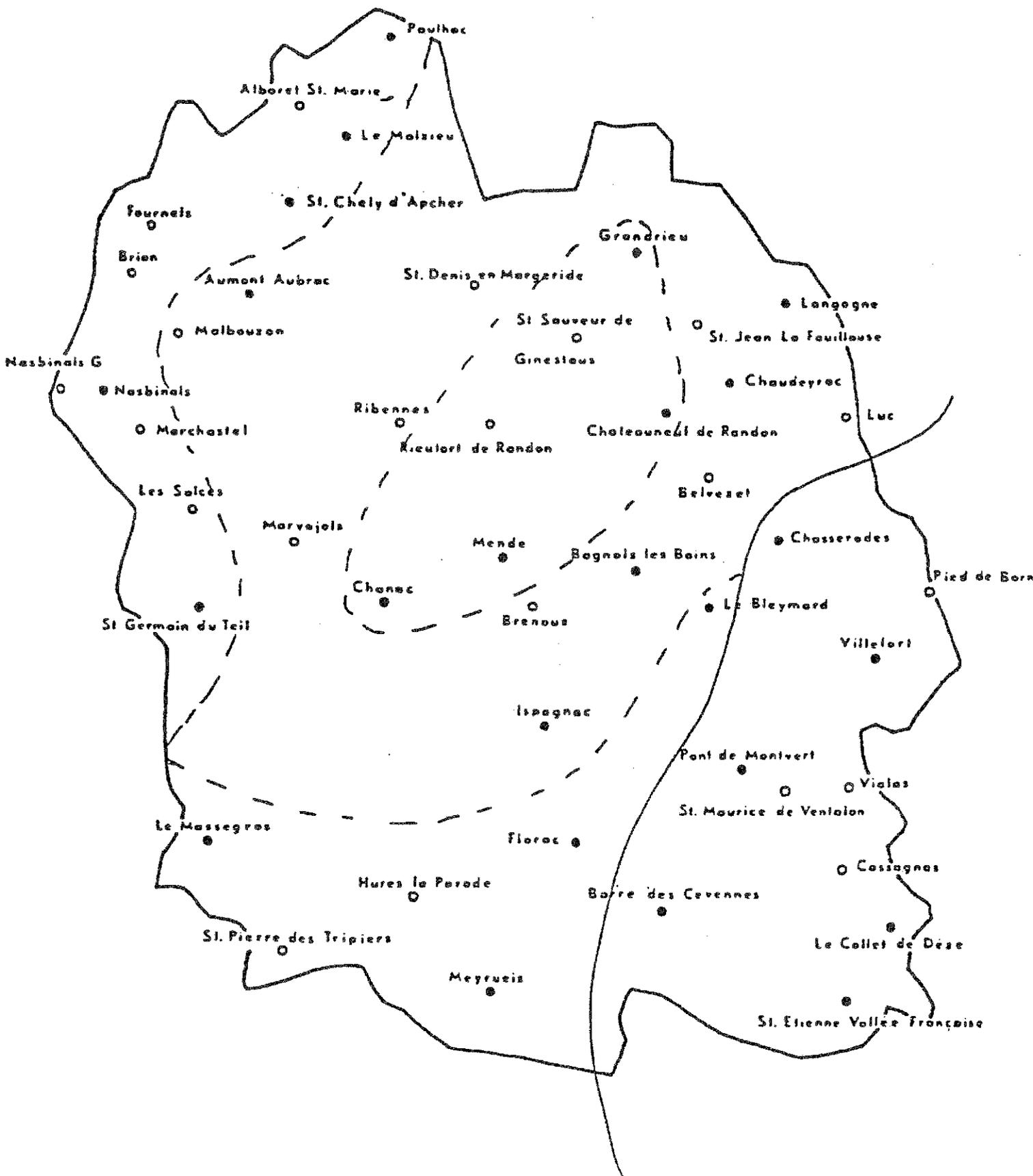


LOZERE 1982 - 24 STATIONS - LAMES D'EAU MENSUELLES -
NORMALISATION EUCLIDIENNE

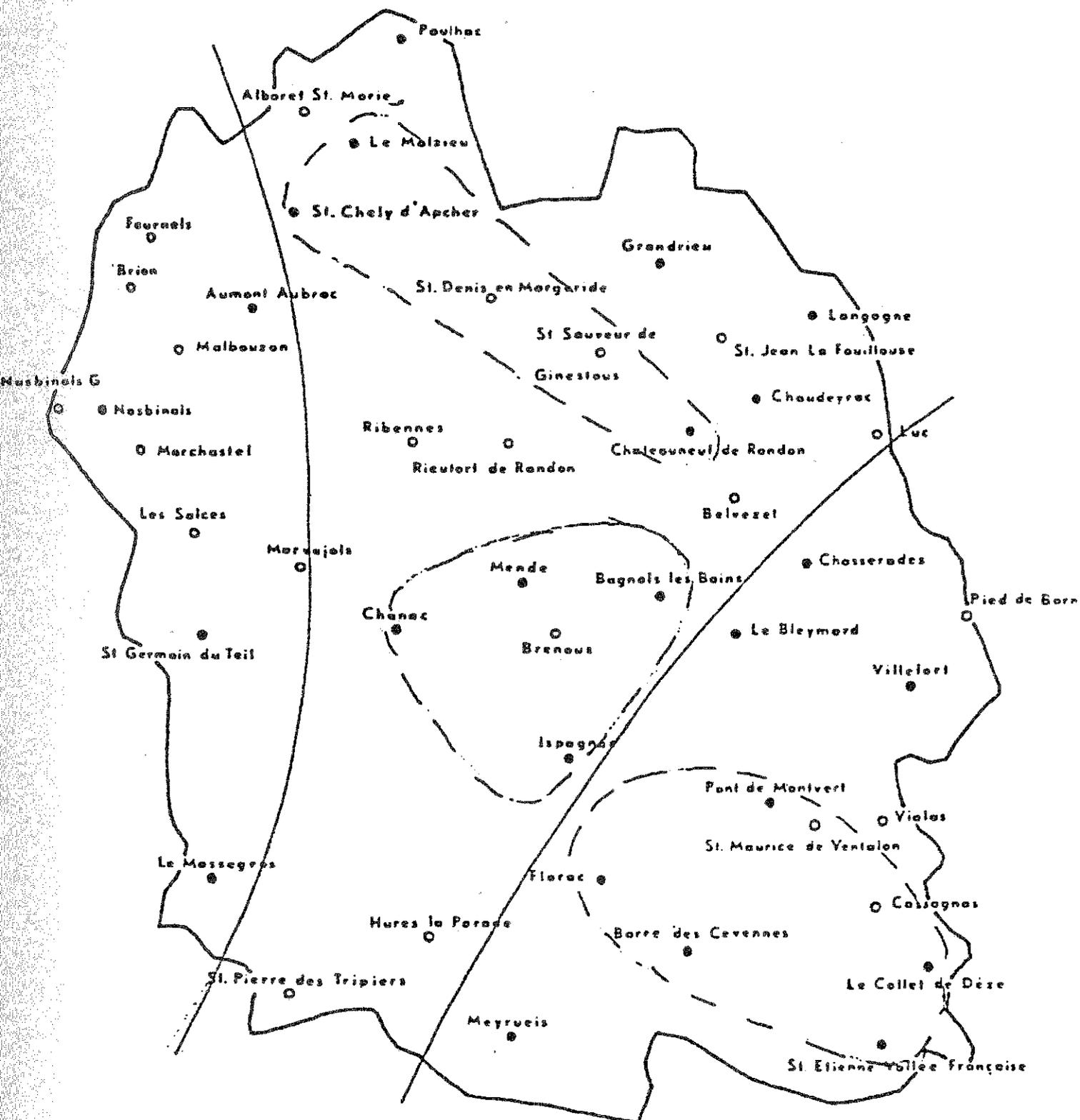


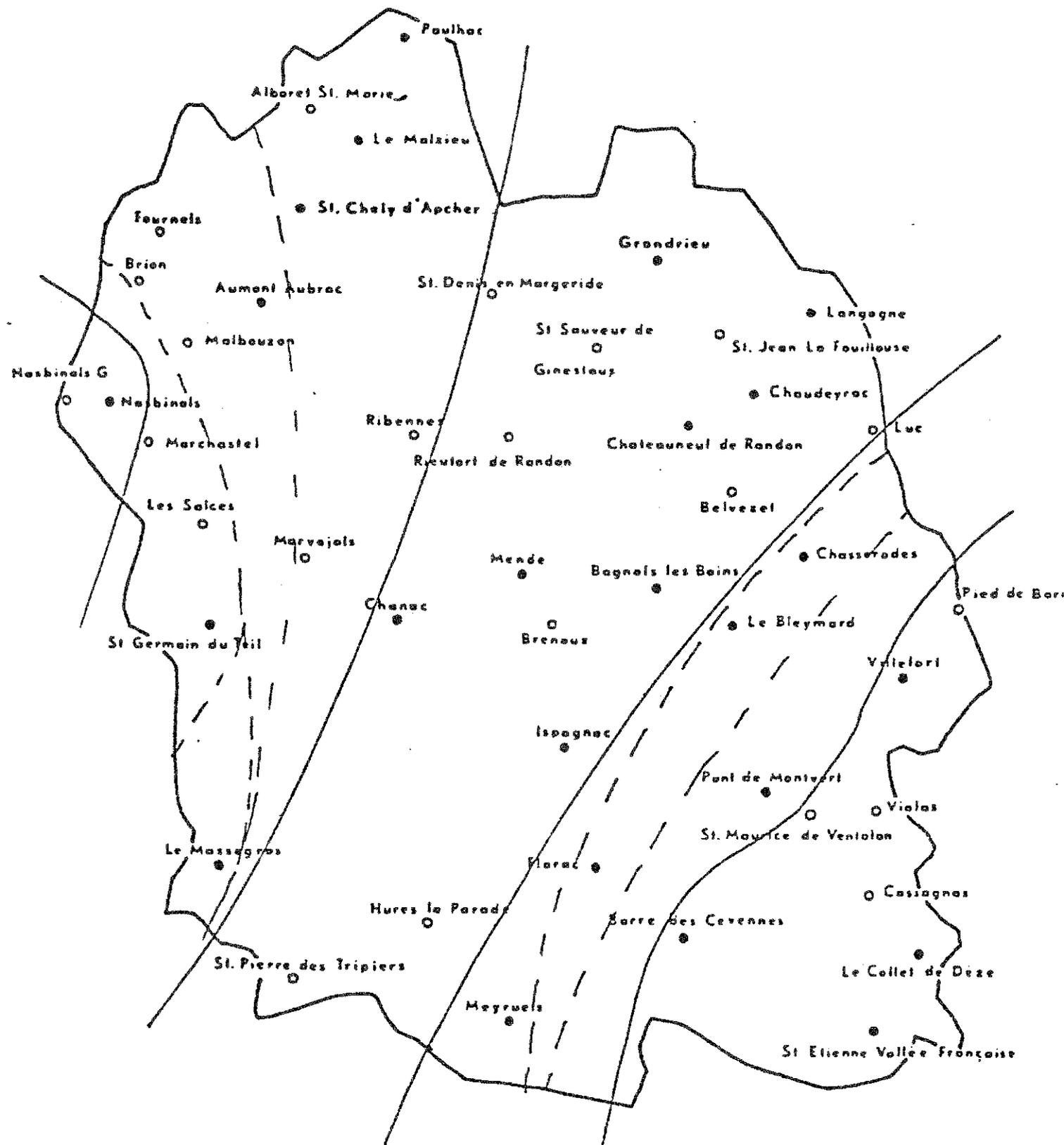
CLASSEMENT HIERARCHIQUE DES STATIONS METEO DE LOZERE
LAME D'EAU MENSUELLE MOYENNE SUR LA PERIODE 1930-1961



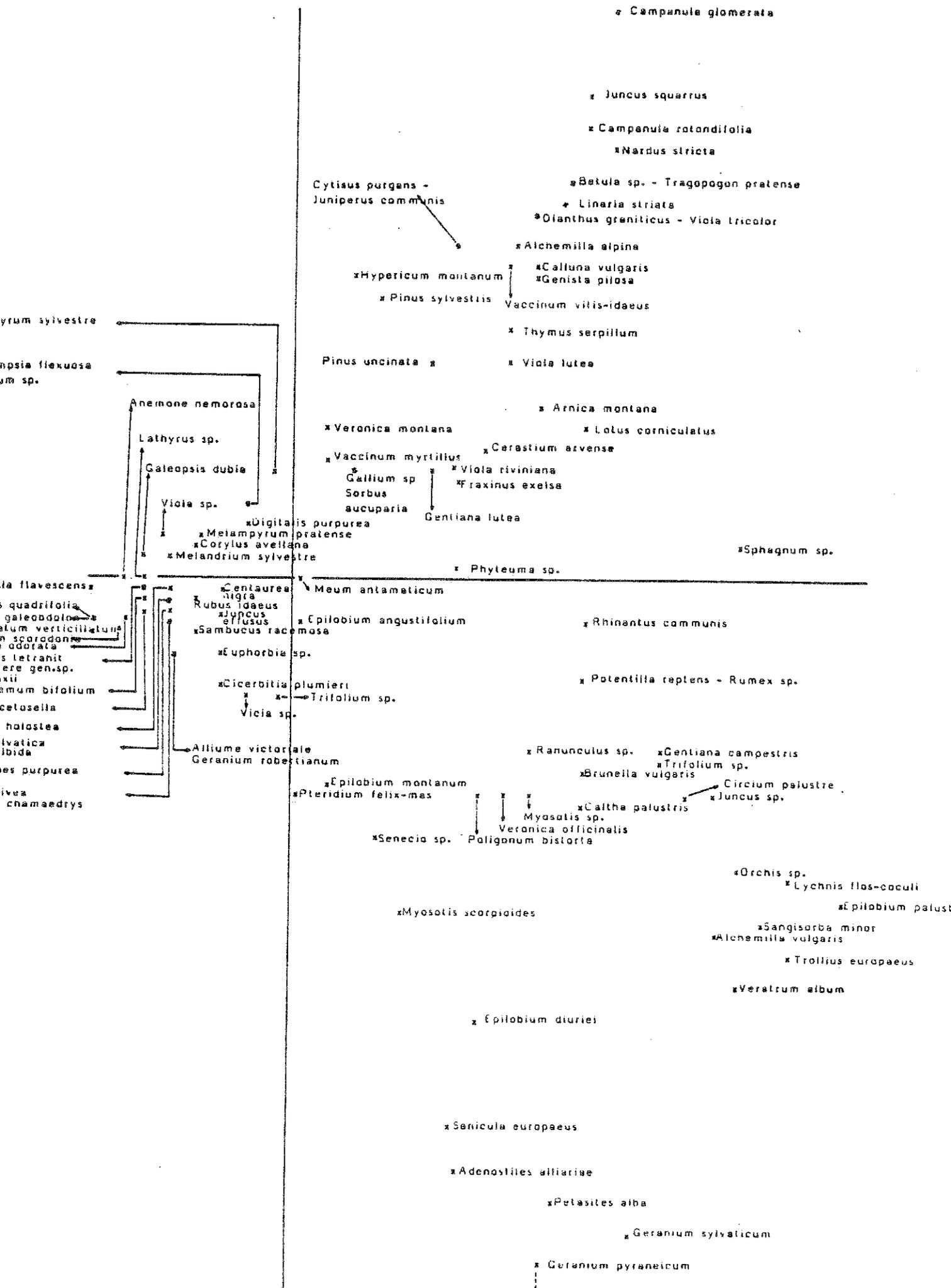


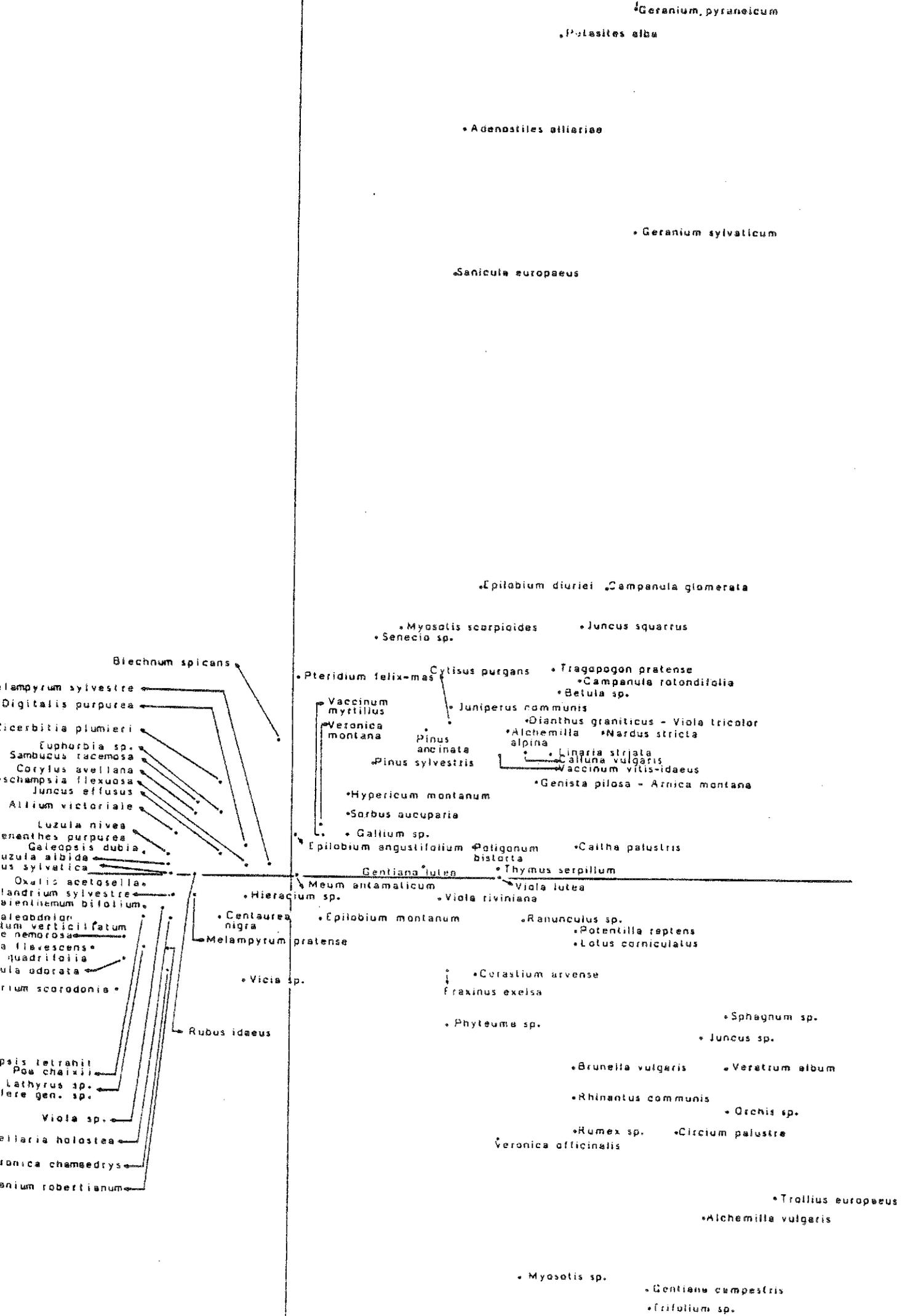






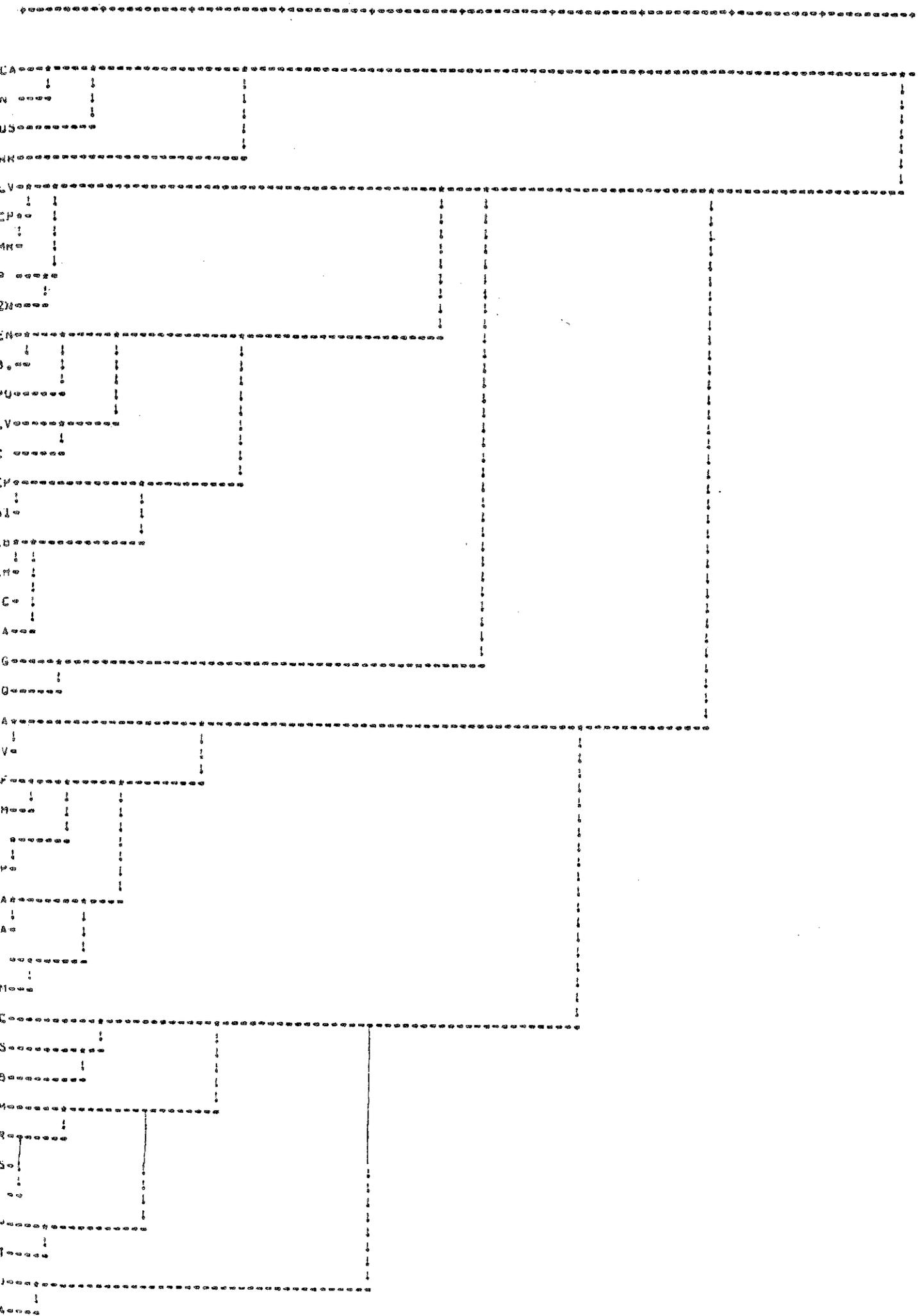
ANNEXE 2





ANNEXE 3

CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE DES ESPECES DE LA HETRAIE



ANNEXE 4

PROFIL: 5F

PROFONDEURS		***** GRANULOMETRIE (EN %) *****					REFUS	TEXTURE	**CALCAIRE**		PH
		A.	LF.	LG.	SF.	SG.	A 2 MM	TOT. %	ACT. %	(EAU)	
0	15	19.0	14.2	4.9	7.5	54.4				4.5	
15	40	9.7	19.5	5.4	9.2	56.2	SA			4.9	
40	60	9.3	20.0	6.2	9.5	55.0	SL			4.8	

MAT. ORG. EN %	AZOTE P 1000	C/N	***CATIONS ECHANGEABLES (MEQ)***				S	CAPACITE ECHANGE	S/T	FER (EN %) TOTAL LIBRE		LIB/TOT
			CA	MG	K	NA						
11.50	3.23	20.50	0.60	0.17	0.27		1.04	22.40	4	2.2	1.5	0.6
7.62	2.01	21.80	0.10	0.03	0.06		0.19	15.80	1	2.8	1.5	0.5
			0.10	0.01	0.04		0.15	8.90	1	2.7	0.7	0.2

P205 (PPH) TOTAL	ALUMINIUM ECHANG. LIBRE	DENSITE APPARENT	***HUMIDITE EN %**			AL
ASSIM.	LIBRE	C. R.	H.E.	P. F.		
	7.89	3.8			6.8	
	3.55	11.8			8.6	
	2.70	5.6			11.0	

PROFIL: 6F

PROFONDEURS		***** GRANULOMETRIE (EN %) *****					REFUS	TEXTURE	**CALCAIRE**		PH
		A.	LF.	LG.	SF.	SG.	A 2 MM	TOT. %	ACT. %	(EAU)	
0	30	19.7	26.5	7.3	10.4	36.1				4.8	
30	40	12.3	21.4	5.3	9.7	51.3	SAL			4.8	
40	50	9.5	15.3	4.9	10.2	60.1	S			4.9	
50	100	3.9	6.4	2.6	6.8	80.3	SS			5.1	

MAT. ORG. EN %	AZOTE P 1000	C/N	***CATIONS ECHANGEABLES (MEQ)***				S	CAPACITE ECHANGE	S/T	FER (EN %) TOTAL LIBRE		LIB/TOT
			CA	MG	K	NA						
9.19	3.71	14.30	0.30	0.07	0.20		0.57	18.20	3	3.2	1.9	0.5
2.64	1.15	13.30	0.10	0.03	0.07		0.20	10.10	1	2.8	1.6	0.5
1.71	0.94	10.50	0.20	0.02	0.06		0.28	11.10	2	3.0	0.9	0.3
			0.30	0.03	0.03		0.36	6.80	5	2.4	0.5	0.2

P205 (PPH) TOTAL	ALUMINIUM ECHANG. LIBRE	DENSITE APPARENT	***HUMIDITE EN %**			AL
ASSIM.	LIBRE	C. R.	H.E.	P. F.		
	4.11	12.1			8.9	
	2.80	6.8			9.0	
	2.28	7.6			9.8	
	1.32	4.9			8.6	

PROFIL: 7F

PROFONDEURS		***** GRANULOMETRIE (EN %) *****					REFUS	TEXTURE	**CALCAIRE**		PH
		A.	LF.	LG.	SF.	SG.	A 2 MM	TOT. %	ACT. %	(EAU)	
5	40	12.9	13.0	6.2	12.5	55.4				5.0	
40	60	12.0	15.4	5.2	10.0	57.4	SA			4.9	

MAT. ORG. EN %	AZOTE P 1000	C/N	***CATIONS ECHANGEABLES (MEQ)***				S	CAPACITE ECHANGE	S/T	FER (EN %) TOTAL LIBRE		LIB/TOT
			CA	MG	K	NA						
4.07	1.80	13.00	0.10	0.05	0.07		0.22	13.70	1	2.7	1.0	0.3
			0.10	0.03	0.05		0.18	7.30	2	2.7	0.9	0.3

P205 (PPH) TOTAL	ALUMINIUM ECHANG. LIBRE	DENSITE APPARENT	***HUMIDITE EN %**			AL
ASSIM.	LIBRE	C. R.	H.E.	P. F.		
	3.24	5.0			8.8	
	2.31	5.3			9.4	

PROFIL: 8F

PROFONDEURS		***** GRANULOMETRIE (EN %) *****					REFUS	TEXTURE	**CALCAIRE**		PH
		A.	LF.	LG.	SF.	SG.	A 2 MM		TOT. %	ACT. %	(EAU)
0	4										
4	20	17.3	13.7	5.6	11.5	51.9		SA			3.7
20	30	9.7	8.5	2.8	6.7	72.3		S			4.2
30	60	8.7	9.4	2.8	5.9	73.2		S			4.5
60	80	6.5	8.8	2.6	4.1	78.0		SS			4.7
											4.9

MAT.ORG. EN %	AZOTE P 1000	C/N	***CATIONS ECHANGEABLES (MEQ)***				S	CAPACITE ECHANGE	S/T	FER (EN %) TOTAL LIBRE		LIB/TOT
			CA	MG	K	NA						
49.43	10.97	26.00										
7.74	2.40	18.60	0.10	0.08	0.14		0.32	15.40	2	1.3	0.7	0.5
2.66			0.20	0.02	0.07		0.29	7.00	4	0.8	0.5	0.6
			0.10	0.03	0.06		0.19	5.50	3	1.0	0.6	0.6
			0.30	0.07	0.05		0.42	3.60	11	0.8	0.3	0.3

P205 (PPH) TOTAL	ALUMINIUM ECHANG. LIBRE	DENSITE APPARENT	***HUMIDITE EN %			**MAT.ORG.
ASSIM.		C. R.	H.E.	P. F.		AL
					62.00	
	6.12	4.9				7.5
	2.65	3.5				6.8
	1.83	4.8				7.3
	2.50	2.2				6.5

PROFIL: 9F

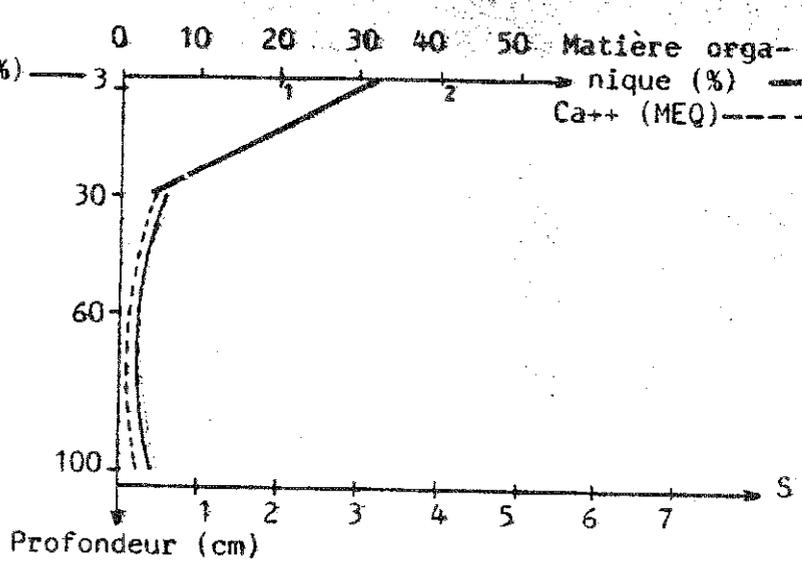
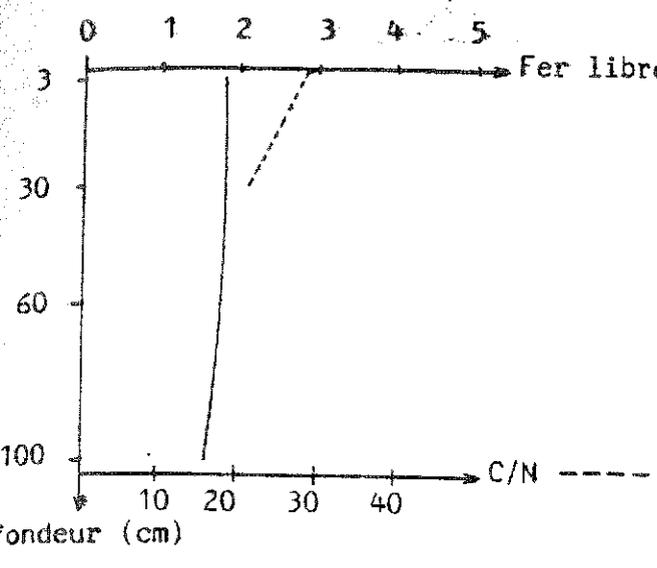
PROFONDEURS		***** GRANULOMETRIE (EN %) *****					REFUS	TEXTURE	**CALCAIRE**		PH
		A.	LF.	LG.	SF.	SG.	A 2 MM		TOT. %	ACT. %	(EAU)
0	8	35.4	30.6	8.0	14.0	12.0		ALS			4.3
8	20	23.6	19.1	5.6	10.4	41.3		AS			4.6
20	50	8.8	20.1	6.8	10.3	54.0		SL			4.9
50	70	6.6	15.6	11.4	10.3	56.1		SL			5.1

MAT.ORG. EN %	AZOTE P 1000	C/N	***CATIONS ECHANGEABLES (MEQ)***				S	CAPACITE ECHANGE	S/T	FER (EN %) TOTAL LIBRE		LIB/TOT
			CA	MG	K	NA						
28.66	7.38	22.40										
12.29	3.87	18.30	0.03	0.16	0.25		0.44	24.30	1	2.5	1.3	0.5
			0.10	0.03	0.06		0.19	6.80	2	2.6	0.7	0.2
			0.20	0.09	0.05		0.34	6.00	5	2.5	0.1	

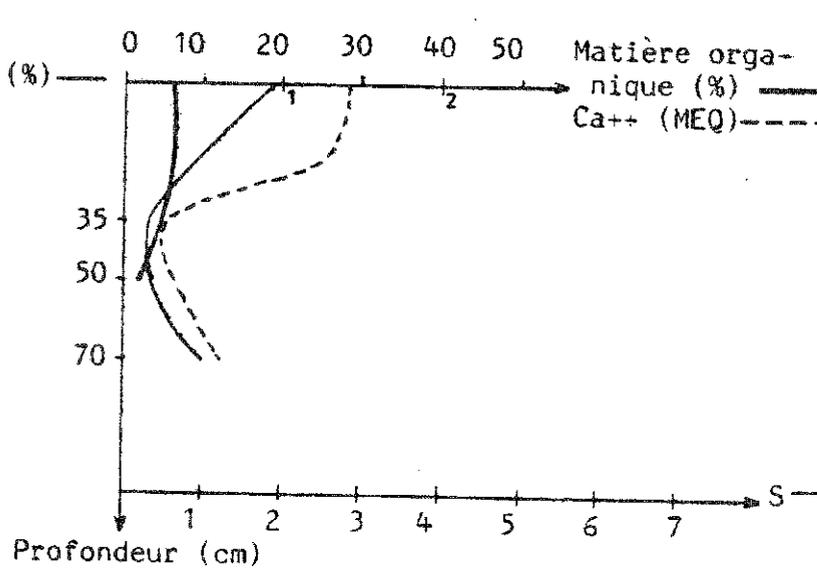
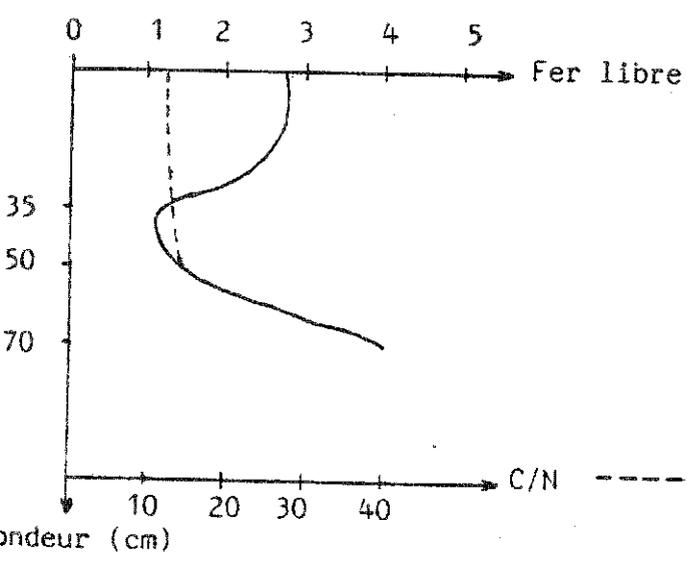
P205 (PPH) TOTAL	ALUMINIUM ECHANG. LIBRE	DENSITE APPARENT	***HUMIDITE EN %			**MAT.ORG.
ASSIM.		C. R.	H.E.	P. F.		AL
					41.20	
	6.63	9.2				7.7
	2.01	8.5				9.1
	1.88	4.0				10.5

ANNEXE 5

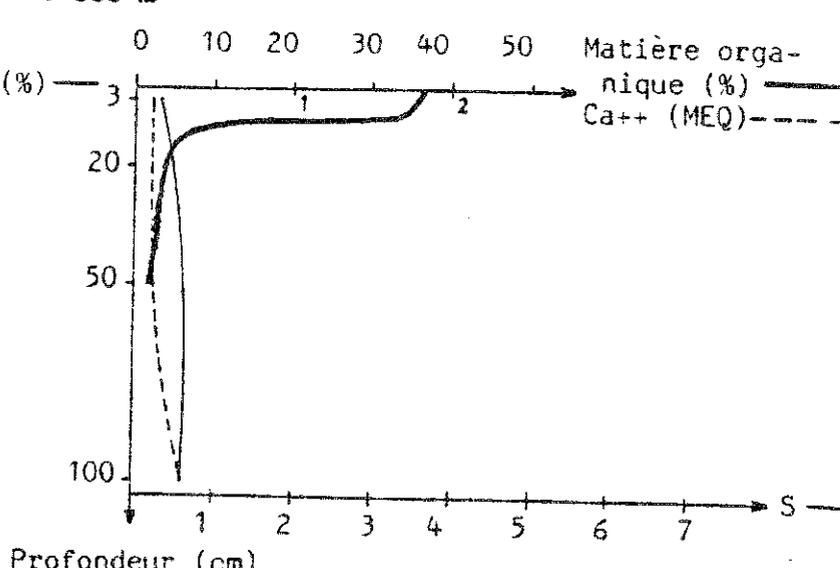
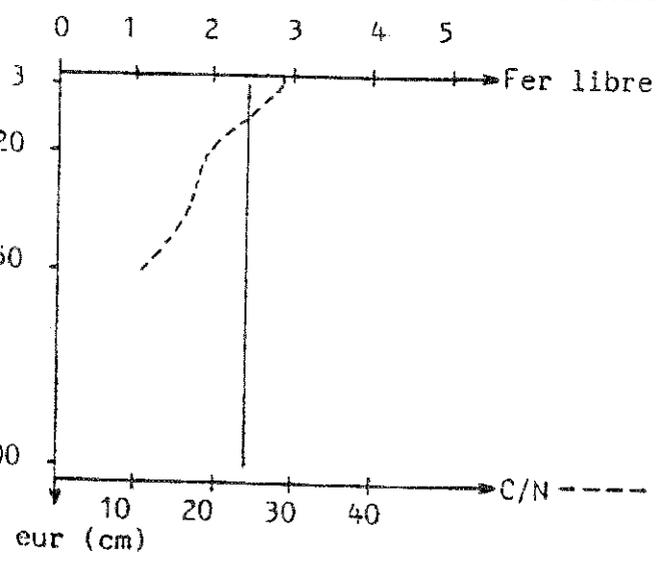
Roche : Micaschistes
 Altitude : 1 000 m



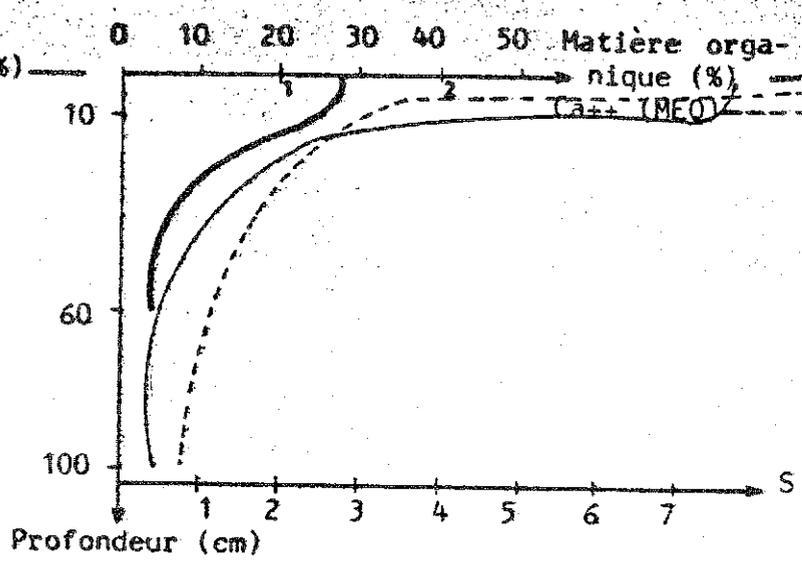
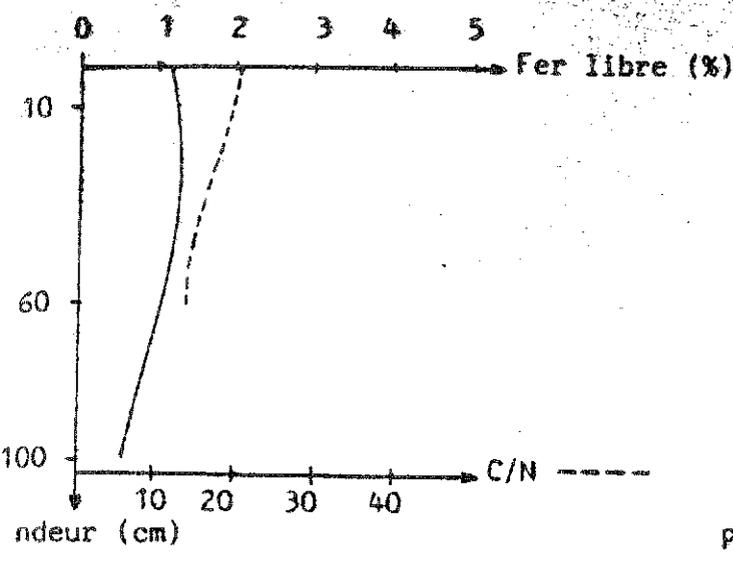
Profil n° : 2
 Roche : Micaschistes
 Altitude : 1 090 m



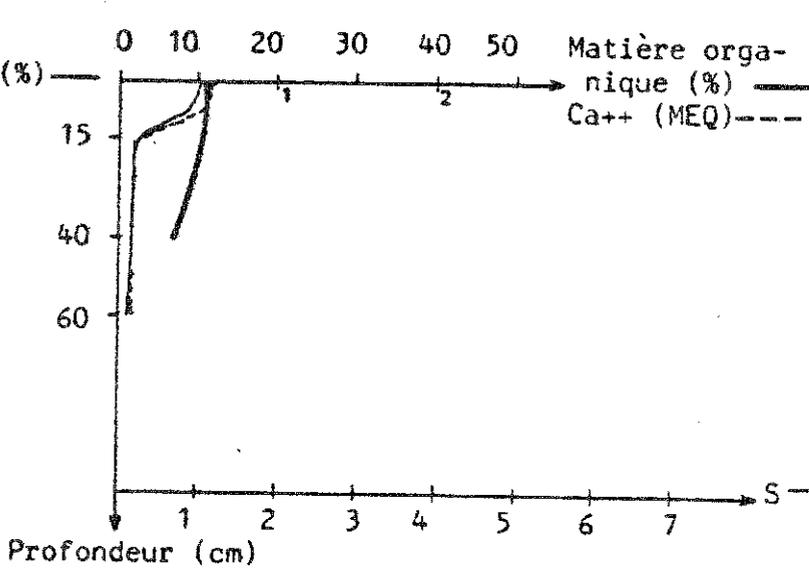
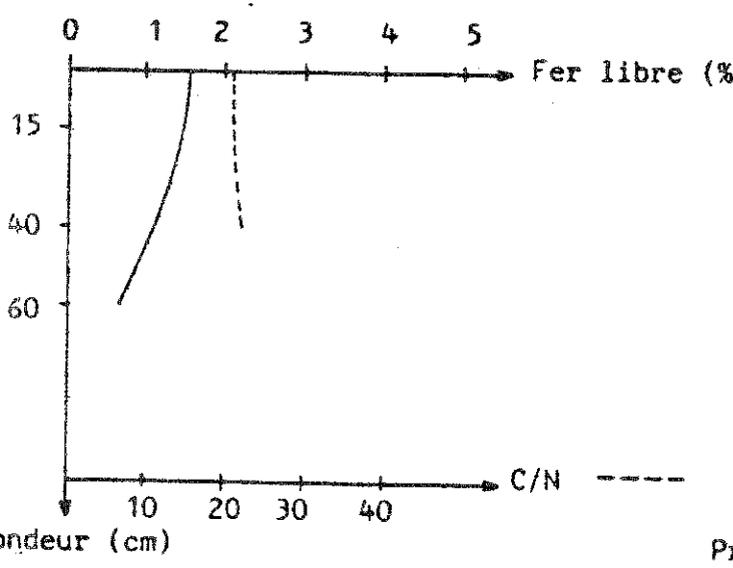
Profil n° : 3
 Roche : Micaschistes
 Altitude : 1 000 m



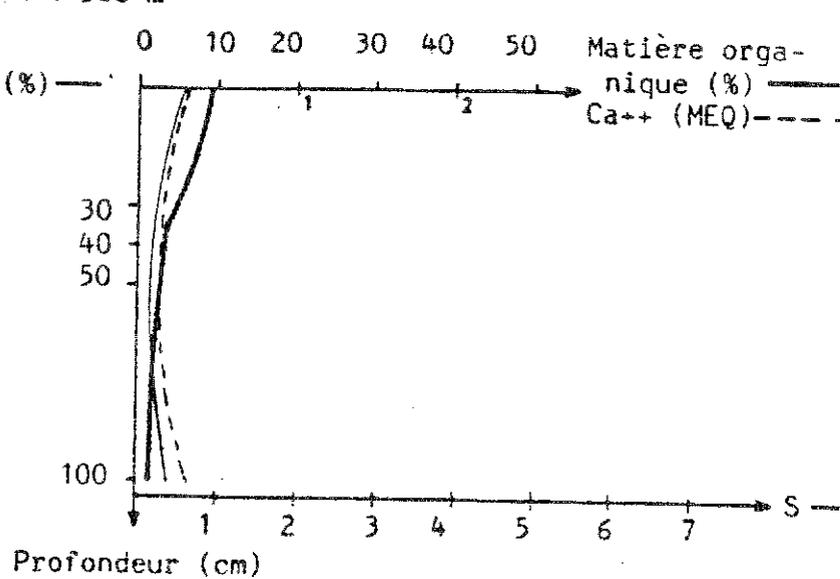
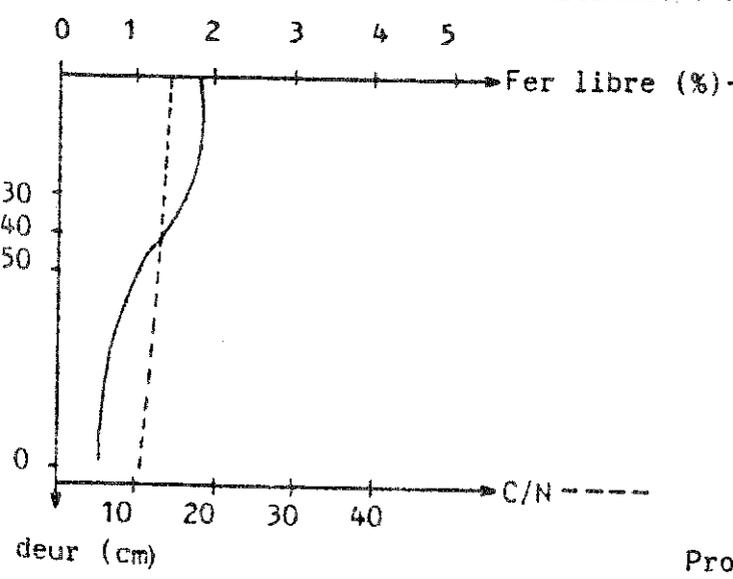
Roche : gneiss
 Altitude : 1 230 m



Profil n° : 5
 Roche : Granite
 Altitude : 1 400 m

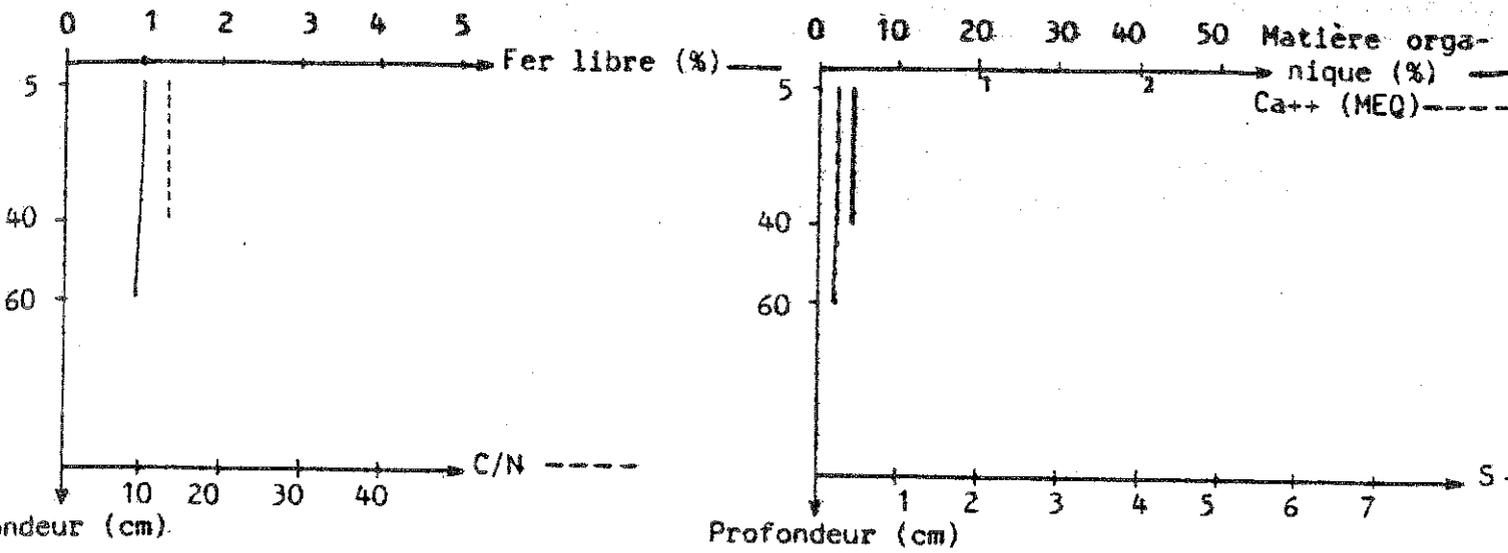


Profil n° : 6
 Roche : Granite
 Altitude : 1 380 m



Roche : Eboulis granitique

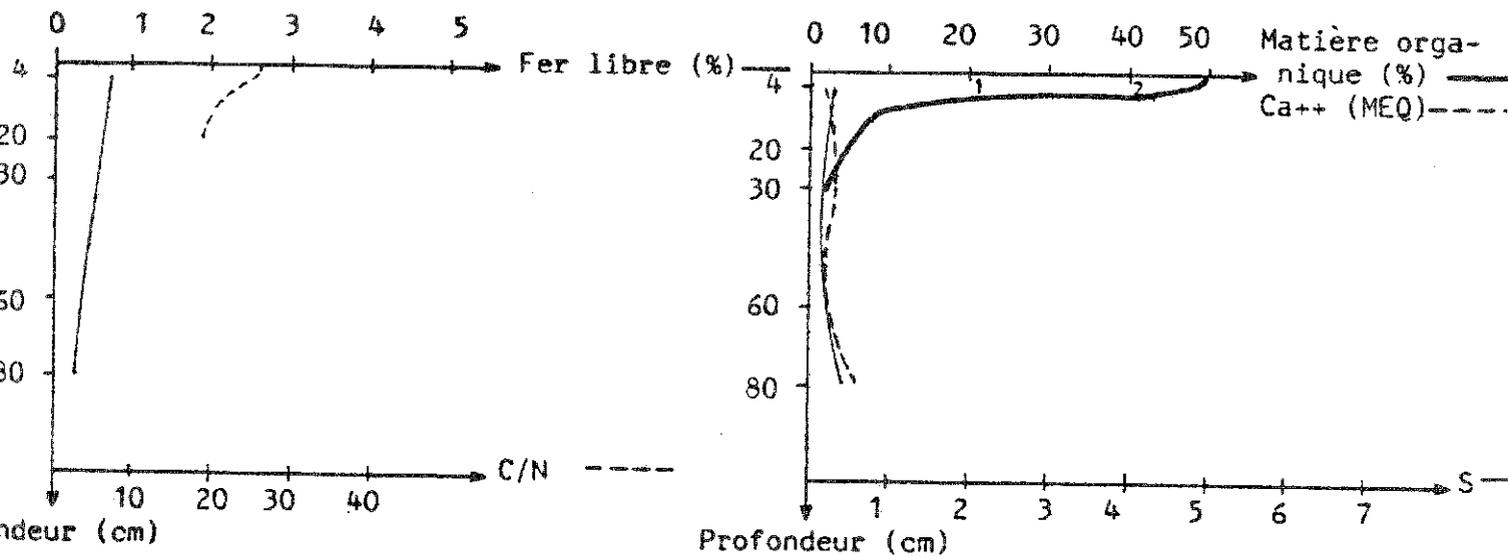
Altitude : 1 240 m



Profil n° : 8

Roche : Arène de granulite

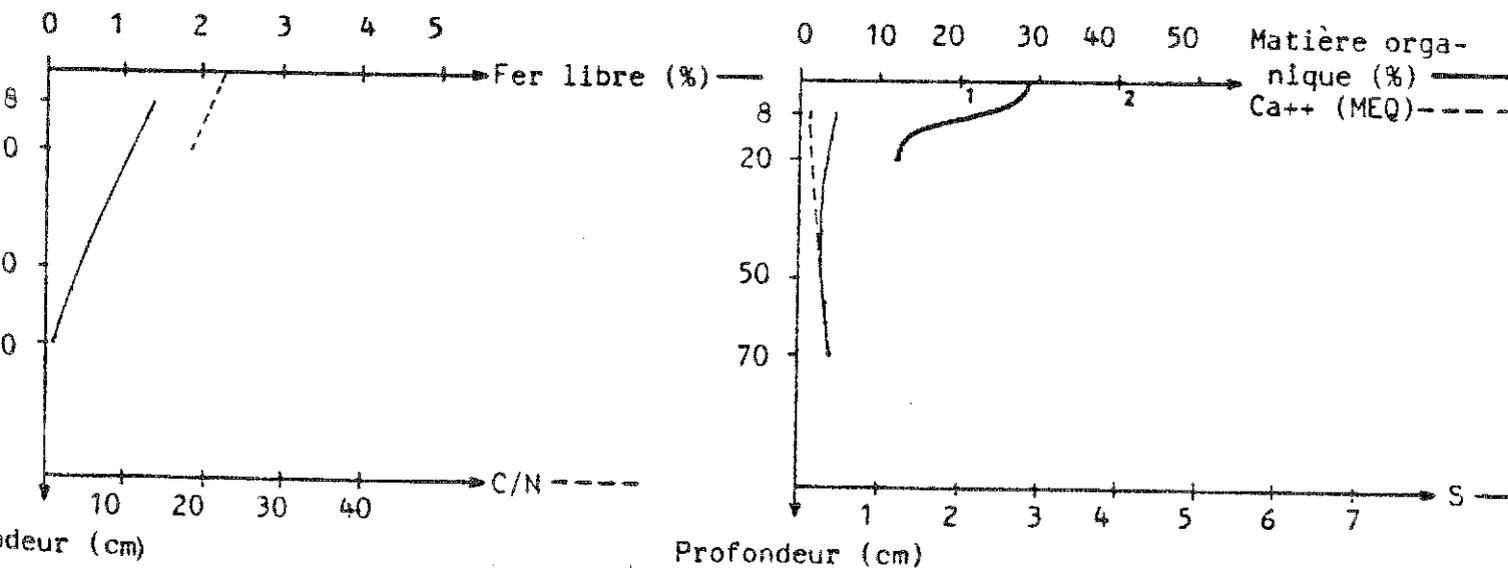
Altitude : 990 m



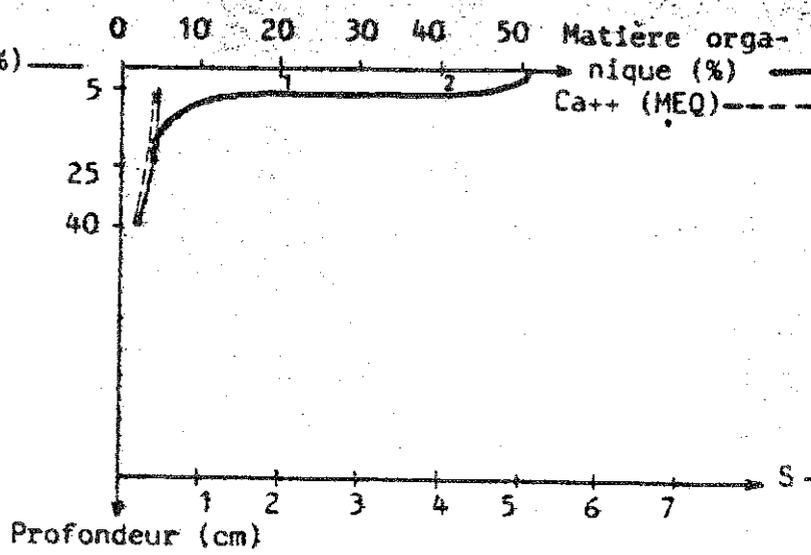
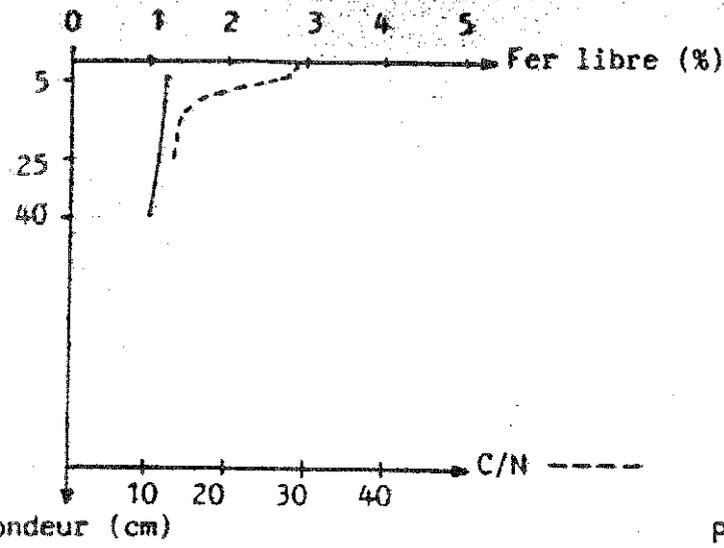
Profil n° : 9

Roche : Leucogranite

Altitude : 1 200 m



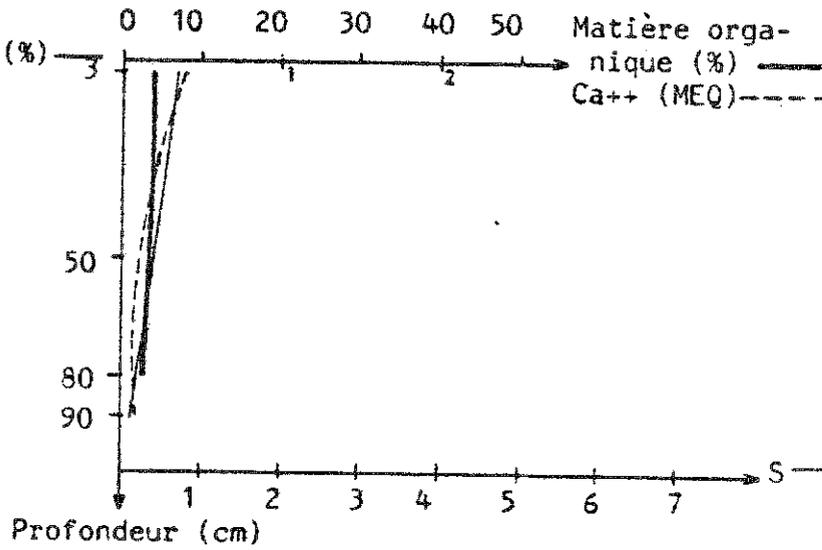
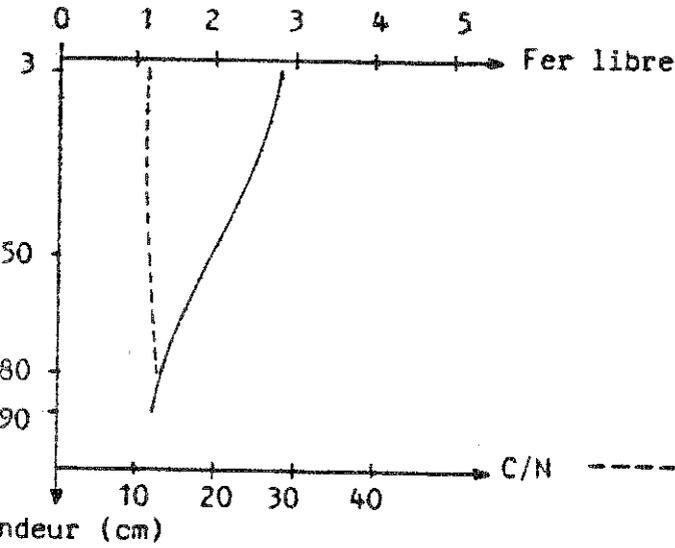
Altitude : 1 278 m



Profil n° : 11

Roche : Schistes verts

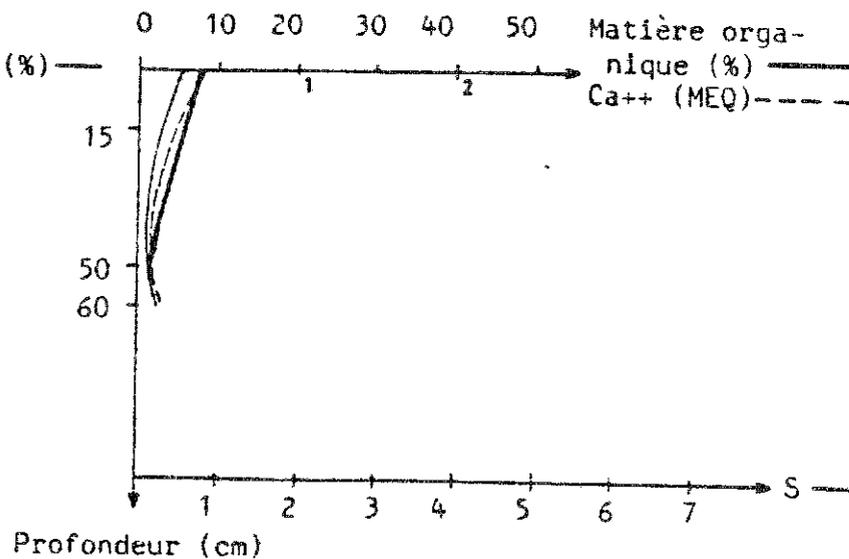
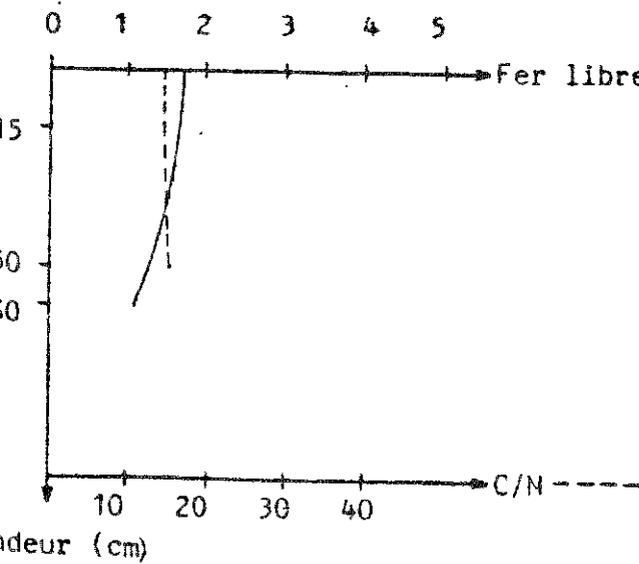
Altitude : 1 340 m



Profil n° : 12

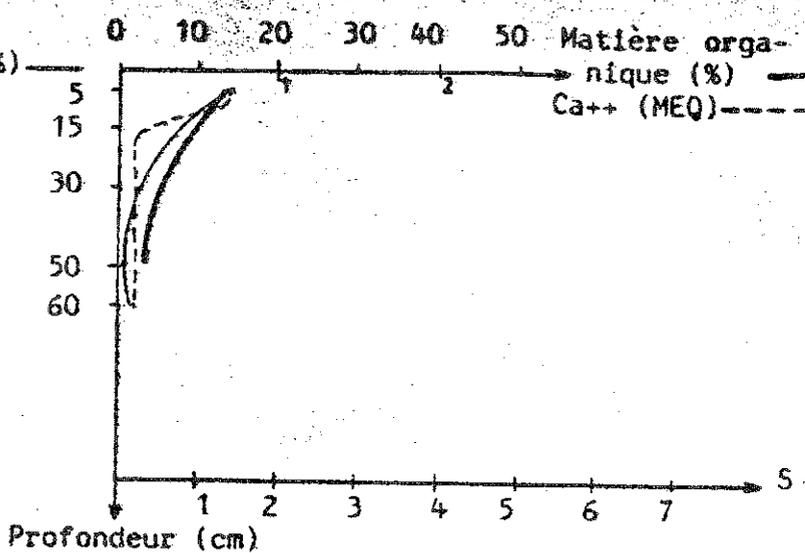
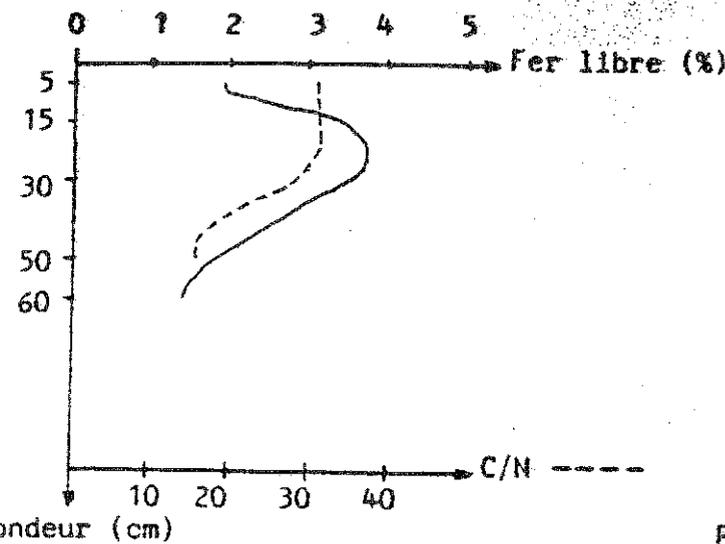
Roche : Schistes verts

Altitude : 1 477 m



Roche : Schiste vert

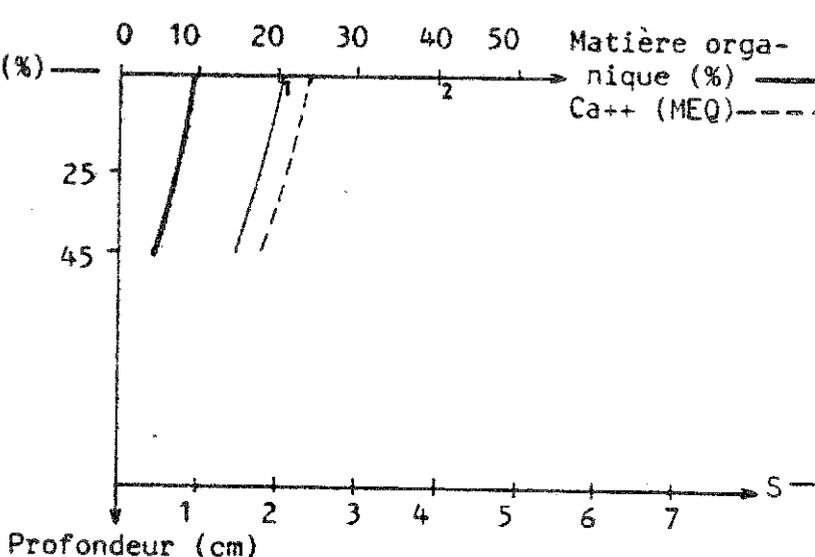
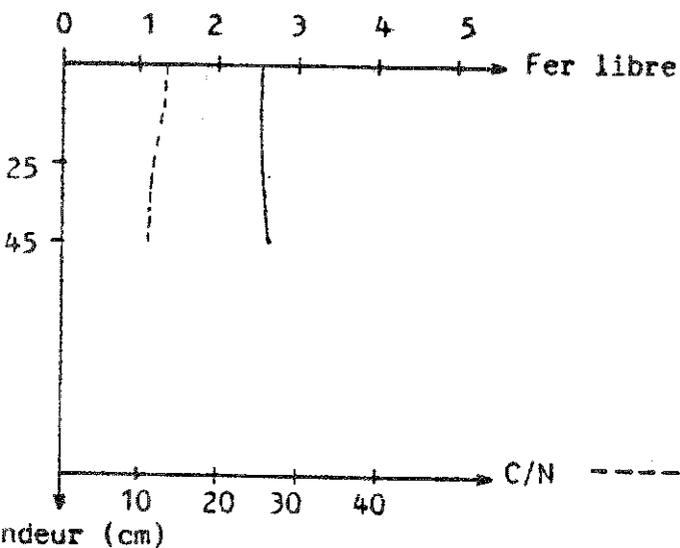
Altitude : 1 340 m



Profil n° : 14

Roche : Schiste

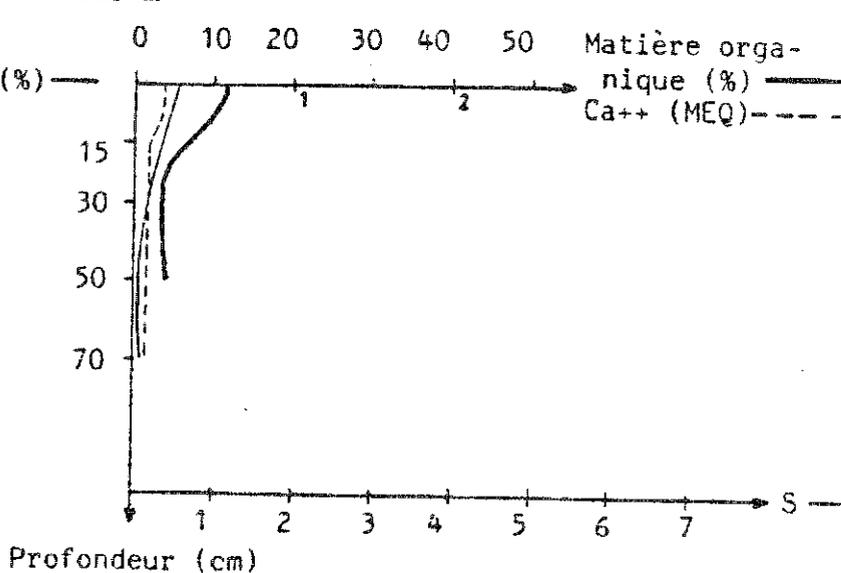
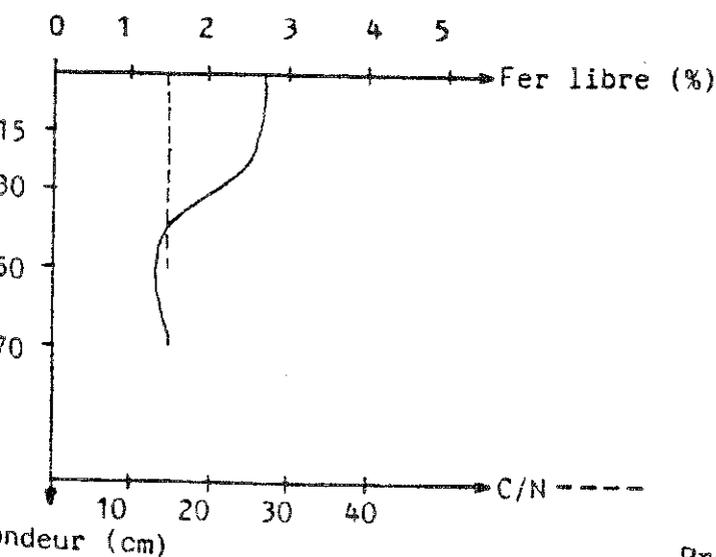
Altitude : 1 300 m



Profil n° : 15

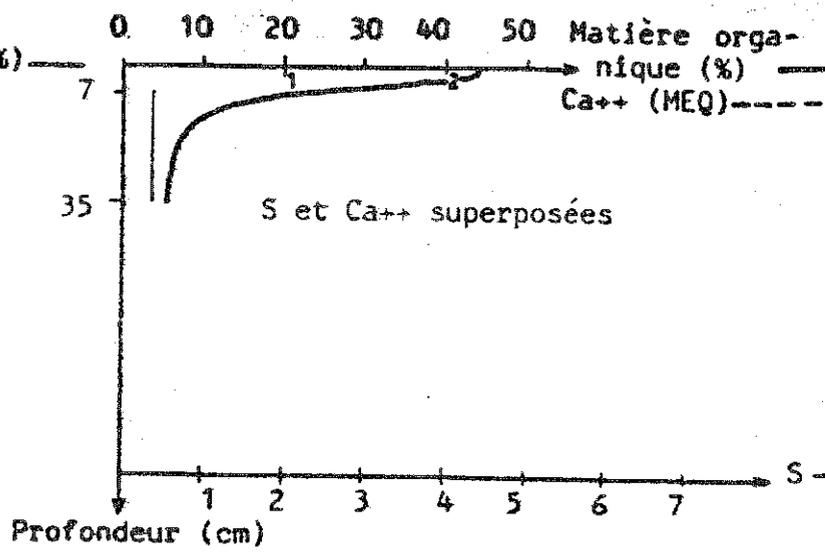
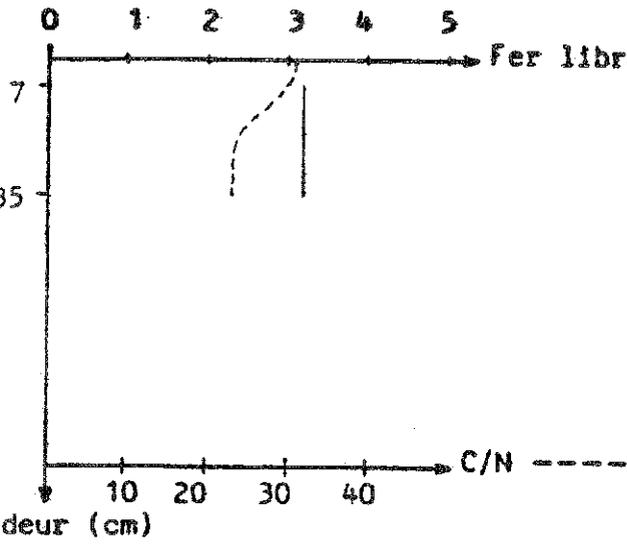
Roche : Schiste

Altitude : 1 363 m



roche : Schistes

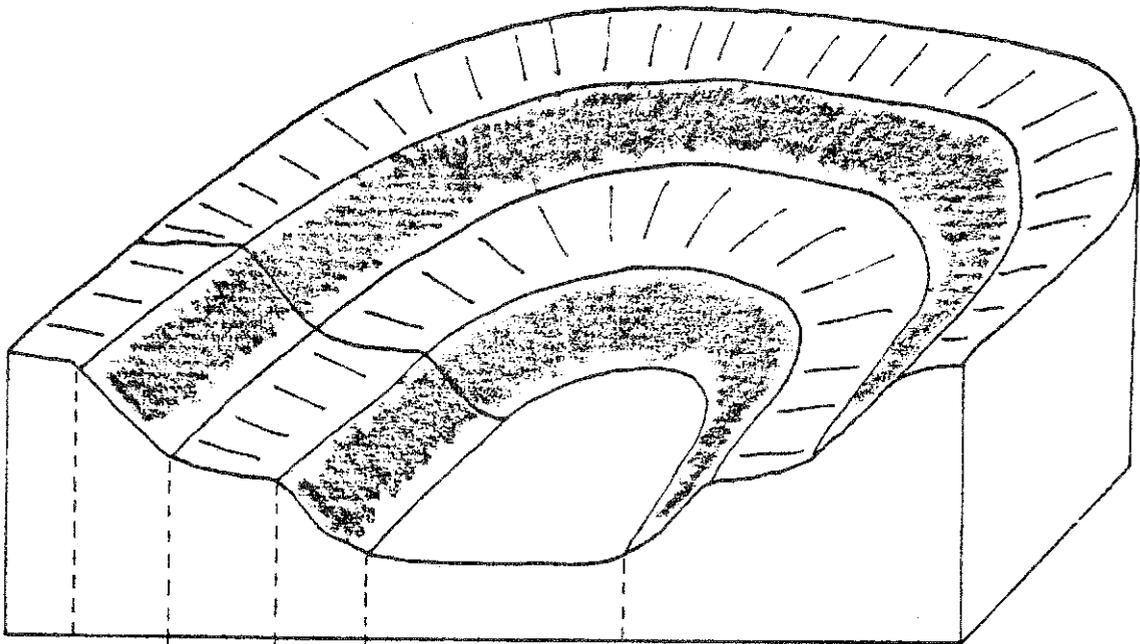
Altitude : 1 276 m



ANNEXE 6

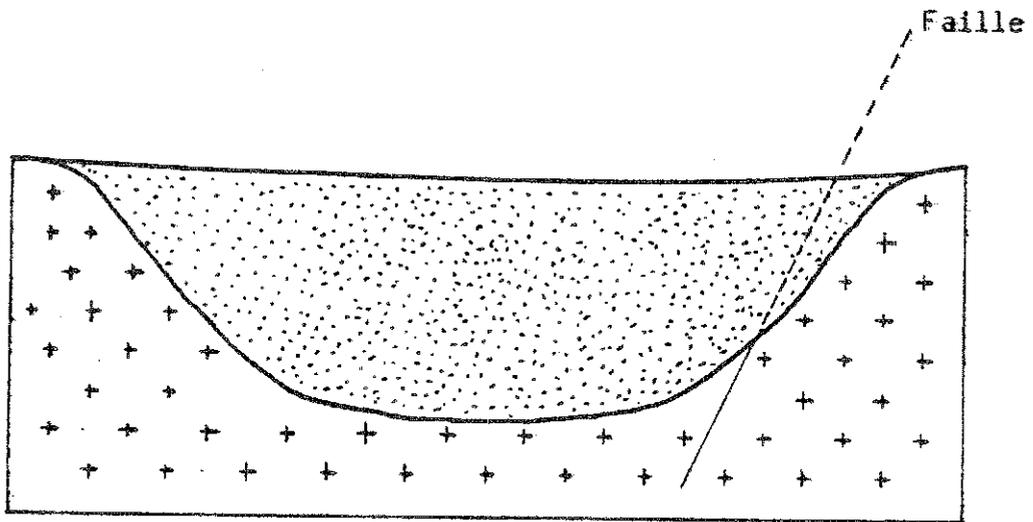
ALVEOLE

SCHEMA SIMPLIFIE DES VOLUMES DANS LE PAYSAGE

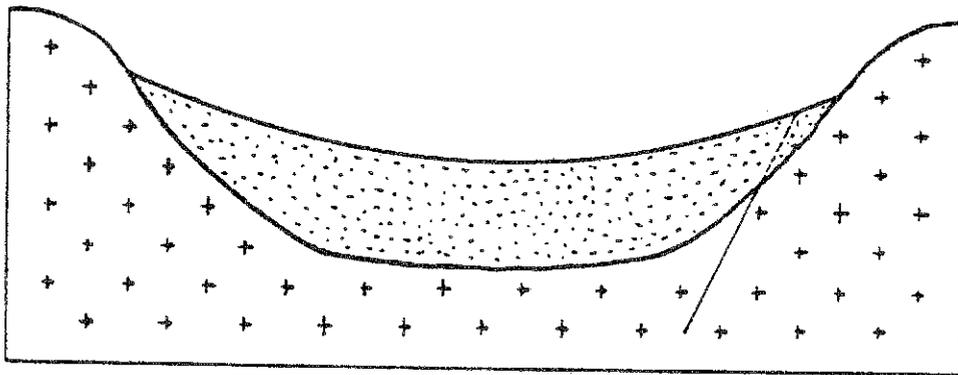


Crête | Ver- | Replat | Ver- | Fond
convexe | sant | | sant | hydromorphe

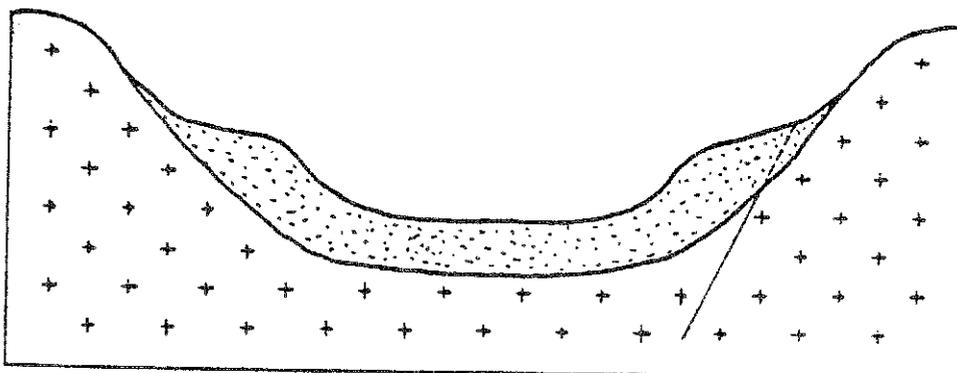
FORMATION D'UN ALVEOLE (SIMPLIFIEE)



I - Altération en poche



II - Erosion aréolaire : 1 cycle



III - Erosion aréolaire : 2 cycles



Granite sain

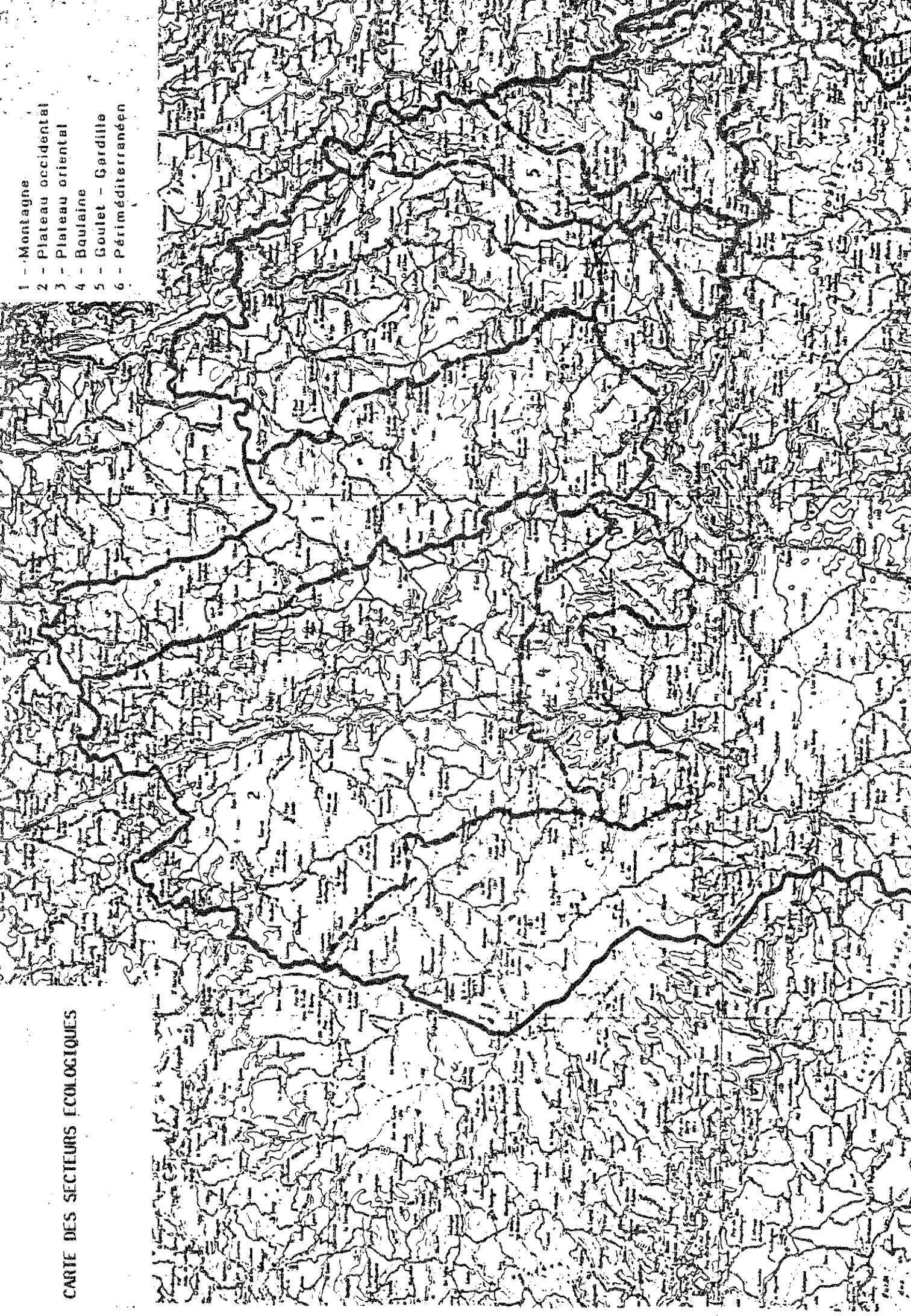


Granite altéré
(arène + blocs)

ANNEXE 7

CARTE DES SECTEURS ECOLOGIQUES

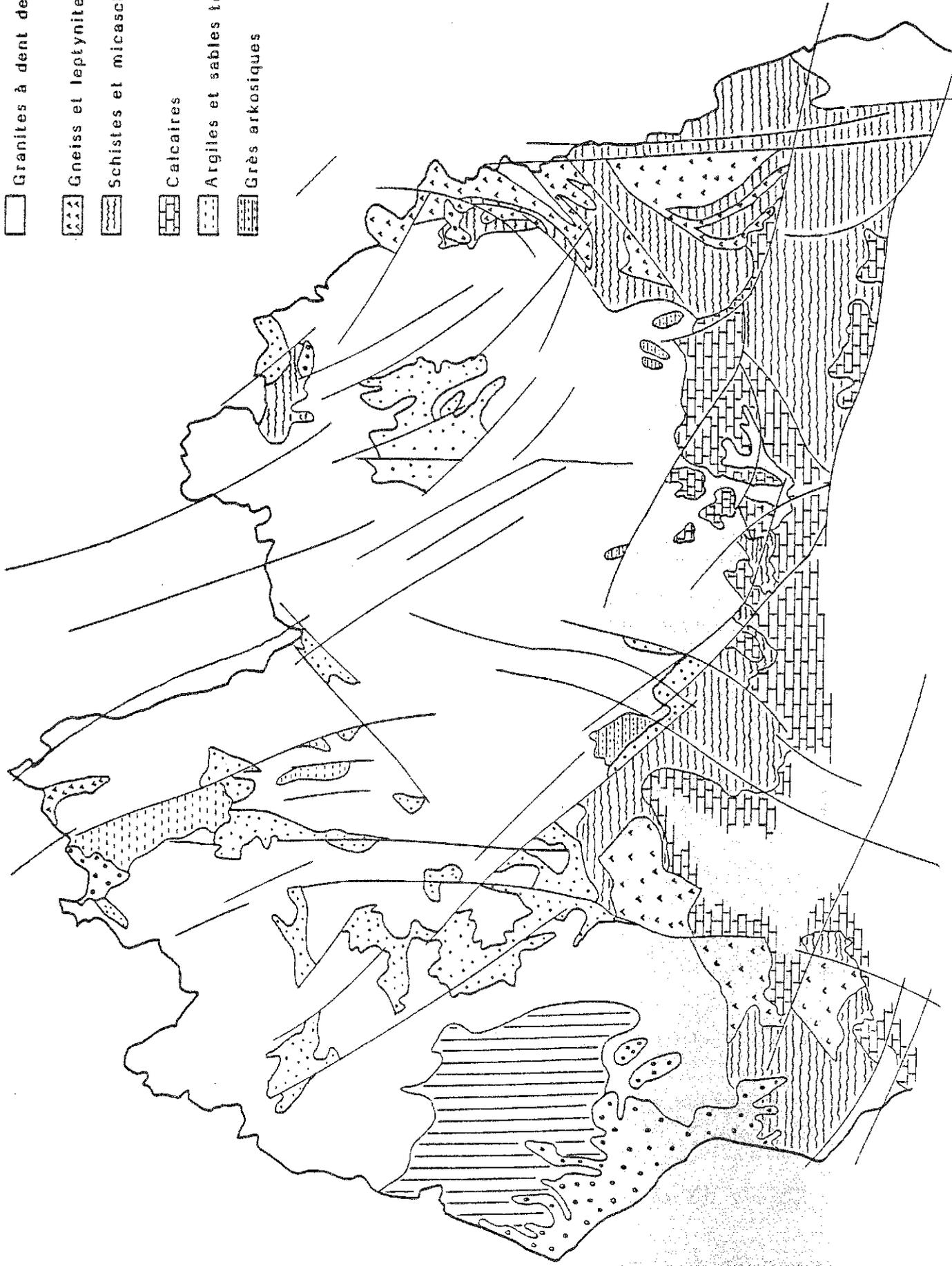
- 1 - Montagne
- 2 - Plateau occidental
- 3 - Plateau oriental
- 4 - Boulaine
- 5 - Goulet - Gardille
- 6 - Périméditerranéen



CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE

Dépôts glaciaires

- Leucogranites
- Granites à dent de cheval
- Gneiss et leptynites
- Schistes et micaschistes
- Calcaires
- Argiles et sables tertiaire
- Grès arkosiques



BIBLIOGRAPHIE

- AUBOUIN J. et al., 1975. - Précis de géologie. 3 tomes. Dunod, Paris.
- BRIAND B.G. et al., 1979. - Notice de la carte géologique de Mende (1/50 000e). XXVI-38. 52 p. Editions du B.R.G.M.
- BUFFET Michel, 1984. - La description du milieu pour l'aménagement des forêts ; applications d'un algorithme de classification à la recherche d'une typologie de station. Symposium Aménagement et Gestion (I.U.F.R.O. S4-04). 8 p.
- CHOUBERT B. et GIROD M., 1985. - Notice de la carte géologique de Langogne (1/50 000e). XXVII-37. 16 p. Editions du B.R.G.M.
- CIARLET P.G., 1982. - Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. 279 p. Masson, Paris.
- COINCON Régine, 1976. - Notice de la carte géomorphologique détaillée de Saugues (1/50 000e). XXVI-36. 31 p. Editions du C.N.R.S.
- Collectif, 1980. - Forstliche Standortsaufnahme. 4e édition. Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. 188 p. Landwirtschaftsverlag, Münster Hiltrup.
- COQUE DELHUILLE Brigitte et al., 1979. - Notice de la carte géomorphologique détaillée de Saint-Chély-d'Apcher (1/50 000e). XXVI-37. 40 p. Editions du C.N.R.S.
- COQUE DELHUILLE Brigitte, 1978. - Les formations superficielles des plateaux de la Margeride occidentale : étude géomorphologique. Thèse. 499 p. Université de Paris I. Dactylographié.
- COUTURIE J.P., 1974. - Notice de la carte géologique de Saint-Chély-d'Apcher (1/50 000e). XXVI-37. Editions du B.R.G.M.
- DAGET Philippe, 1967. - Etude phyto-climatique d'une région de moyenne montagne : la Margeride. 186 p. Thèse. C.E.P.E./C.N.R.S., document n° 36. Distrib. lim.
- DAGET Ph. et GODRON M., 1982. - Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. 163 p. Masson, Paris.
- DAGET Ph. et POISSONET J., 1966. - Etude phyto-écologique de la commune de Thoras (Haute-Loire). C.E.P.E./C.N.R.S., document n° 28, 5 fasc., ronéoté.
- DEBELMAS Jacques, 1974. - Géologie de la France. Volume I. 293 p., Doin, Paris
- DERRUAU Max, 1971. - Sur la morphologie du Massif Central. In "Symposium J. Jung : géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français", p. 17 à 32. Ed. Plein Air Service, Clermont-Fd.

- DIDIER J. et LAMEYRE J., 1971. - Les roches granitiques du Massif Central. In "Symposium J. Jung : géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français", pp. 133 à 156. Ed. Plein Air, Clermont-Fd.
- DUCHAUFOUR Philippe, 1984. - Abrégé de pédologie. 220 p. Masson, Paris.
- GODARD Alain, 1977. - Pays et paysages de granite - Introduction à une géographie des domaines granitiques. 232 p. Presses Universitaires de France, Paris.
- ELLENBERG Heinz, 1963. - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 989 p. Eugen Ulmer V. Stuttgart.
- LEBART L. et al., 1982. - Traitement des données statistiques. 2e édition. 510 p. Dunod, Paris.
- LONG G. et DAGET Ph., 1965. - Contribution à l'étude écologique de la Margeride. Observations sur la pédogénèse et le dynamisme de la végétation sur les granites. Ann. agron., XVI, 4, pp. 401 à 432.
- MAYER Hannes, 1984. - Wälder Europas. 691 p. Gustav Fischer V. Stuttgart
- NOUGARDEDE Olivier, 1983. - L'administration forestière face à une société montagnarde : 150 ans de soumissions au régime forestier et de reboisements artificiels en Margeride lozérienne. In "La Margeride : la montagne, les hommes". Coll. p. 177 à 226. I.N.R.A.
- OTTORINI J.M. et NYS C., 1981. - Application des données de l'I.F.N. à l'étude de la production du Pin sylvestre en Margeride.
A - Etude de la croissance en hauteur. Ann. Sci. For., vol. 38 n° 2. pp. 223-236
- OTTORINI Jean-Marc, 1981. - Application des données de l'I.F.N. à l'étude de la production du Pin sylvestre en Margeride.
B - Etude de la production totale en volume. Ann. Sci. For., vol. 38 n° 4. pp. 487-502
- OZENDA Paul, 1982. - Les végétaux dans la biosphère. 431 p. Doin, Paris
- OZENDA Paul, 1985. - La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris. 341 p.
- PEGUY Ch. P., 1978. - Précis de climatologie. 2e édition. 468 p. Masson, Paris
- ROUX Maurice, 1985. - Algorithmes de classification. 151 p. Masson, Paris
- VALADAS Bernard, 1984. - Les Hautes Terres du Massif Central français. 2 volumes. 927 p. Thèse de l'Université de Paris I.