CEMAGREF

CENTRE NATIONAL
DU MACHINISME AGRICOLE
DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS

GT DE CLERMONT-FERRAND
Domaine de Laluas
63200 Riom
Tél. : 73 38 20 52 • Télex : 391 639
Télécopie : 73 38 76 41

- Division Techniques Forestières -

TYPOLOGIE FORESTIERE DU LIVRADOIS-FOREZ
ELEMENTS POUR LE CHOIX DES ESSENCES

Etude réalisée grâce à une aide financière

du FFN et du FIDAR

JUILLET 1988

Alain FRANC

TABLE DES MATIERES

* *
*

INTRODUCTION

* *
*

L'évolution d'un peuplement forestier, donc les choix d'aménagement et de sylviculture, reposent sur le désormais célèbre tryptique :

* génétique
* sylviculture
* milieu.

Le catalogue des stations forestières est l'outil qui permet une description et un diagnostic du milieu, finalisés vers la prévision de l'évolution d'un peuplement forestier, réel ou hypothétique.

A cette fin, une méthode dominante est généralement préconisée en France, qui repose sur la séquence d'opération :

. Pré-étude
. Echantillonage
. Relevés phyto-écologiques
. Traitements statistiques
. Interprétaion des résultats.

Nous n'avons pas retenu cette méthode.

La raison est double :

* Les peuplements sont très diversifiés, et la structure du couvert forestier, liée à l'état dynamique du peuplement, influe peut-être plus sur la structure horizontale de la végétation que les unités écologiques. Les unités phyto-écologiques ainsi construites auraient plus un sens dynamique qu'écologique;

* Certains des paramètres importants pour la croissance de peuplements forestiers, notamment la réserve utile en eau des sols, ne sont pas reproduits fidèlement par les cortèges floristiques; ainsi, l'étude purement écologique, indépendante de la végétation, était inévitable.

En effet, deux études phytoécologiques ont été réalisées récemment en Forez, dans le cadre des travaux de l'ENITEF (BAYARD, 1979 et GROUEL, 1985). Les trois principaux gradients qui expliquent, selon ces auteurs, les cortèges floristiques, sont :

- l'altitude (collinéen, montagnard, subalpin)
- le type d'humus (neutrophile à hyperacidiphile)
- la structure (pinèdes, hêtraies, pessières).

Ainsi, il serait faux d'interpréter cette position comme une négation du rôle de la végétation dans l'expression des stations forestières : notre position a simplement été celle de faire l'économie des relevés phytoécologiques complets qui auraient fourni une information sur les stations, certes, mais incomplète.

De plus, et c'est peut-être là l'essentiel, la différence ne porte que sur la technique de construction des stations, et non sur la notion de station forestière elle-même : dans quasiment tous les catalogues phyto-écologiques aujourd'hui réalisés, les stations sont arrangées dans un tableau qui croise les niveaux trophiques et les réserves en eau. C'est exactement le tableau auquel nous parvenons, mais après une démarche de construction différente de via des relevés phyto-écologiques.

Enfin, le travail dans cette immense région forestière qu'est le Livradois Forez est encore compliqué par l'hétérogénéité climatique de la zone d'étude, tant vis à vis de l'altitude, qui va de 400 à plus de 1 600 m, que de l'abondance et la répartition des précipitations. Là encore, réaliser un catalogue par la démarche de l'interprétation de relevés phyto-écologiques complets aurait nécessité le découpage préalable en petites régions naturelles, qui chacune aurait été échantillonée et étudiée séparément : celà aurait démesurément multiplié les coûts d'un tel catalogue d'ensemble.

Aussi, surtout grâce à l'expérience acquise par de nombreuses équipes de recherche sur l'évolution des matériaux issus de roches mères acides, nous avons préferé une approche directe, où les différents critères qui, indubitablement discriminent de manière importante les stations forestières, sont approchés directement par l'analyse, et non indirectement au travers d'un filtre phytosociologique d'étude des cortèges végétaux.

* *
*

Il est, dans le Massif Central, un domaine clairement identifié où le rôle du milieu est relativement bien connu, et où sa connaissance peut rendre de grands services au gestionnaire : c'est celui du choix des essences lors d'une régénération.

La loi de Eichorn nous indique en effet que c'est le milieu qui contrôle, sous certaines conditions de traitement, la croissance des peuplements forestiers.

D'autre part, beaucoup de catalogues réalisés en France confirment l'idée de bon sens que, dans une région climatiquement homogène, les paramètres discriminant les stations forestières sont la réserve en eau et le niveau trophique des sols et des formations superficielles.

Aussi,nous avons choisi de finaliser l'étude du milieu dans la direction où son rôle dans l'évolution des peuplements forestiers est connu, et où sa connaissance peut rendre de grands services aux gestionnaires : le choix des essences.

Ainsi, après avoir brossé à grands traits les caractéristiques climatiques de la région étudiée,nous avons concentré notre analyse sur le niveau trophique et la réserve en eau.

PRESENTATION DE LA REGION

* *
*

La région couverte par ce catalogue correspond à l'ensemble géographique Livradois-Forez, avec comme limites celles proposées par l'Inventaire Forestier National.

Elle est située dans deux régions administratives (Rhône-Alpes et Auvergne) et quatre départements, selon la répartition suivante :

- Allier : Montagne bourbonaise
- Puy-de-Dôme : Chaîne du Forez
  Livradois
  Forez continental
- Loire : Forez, au nord de la RN 495
  Forez, au sud de la RN 495
  Forez continental, Plateau de Crémieux
  Forez continental, Plateau forézien
- Haute Loire : Massif de la Chaise-Dieu, Plateaux
  Massif de la Chaise-Dieu, Versants
  Plateau granitique d'Yssingeaux

L'ensemble de la région correspond aux affleurements du socle hercynien, essentiellement composé de granites.

Plus précisément :

+ la mise en place de ces roches correspond aux événements hercyniens de l'ère primaire,

+ la surrection de ces ensembles géologiques, donc la constitution des paysages et des altitudes actuels, correspond à des événements tectoniques alpins, beaucoup plus récents (ère Tertiaire).

L'ensemble de ces deux cycles d'événements est commun à l'ensemble du Livradois Forez, et justifie son unité.

Cette unité est alors double :

- géologique par la nature des roches : granites, migmatites, gneiss, micaschistes ;

- topographique par le soulèvement tectonique : la chaîne du Forez et ses bordures domine assez nettement les massifs avoisinants, desquels elle est séparée par des bassins et des vallées nettement marqués : Limagne, Sologne Bourbonnaise, Plaine du Forez, Brivadois, Bassin du Puy.

Seules les limites avec le massif granitique du Velay, géologiquement identique à la partie méridionale du Forez, ne sont pas marquées nettement dans les paysages, et peuvent donc fluctuer selon les auteurs. NOus nous sommes tenus aux limites entre les régions "Plateau granitique" et "Velay" de l'Inventaire Forestier National.

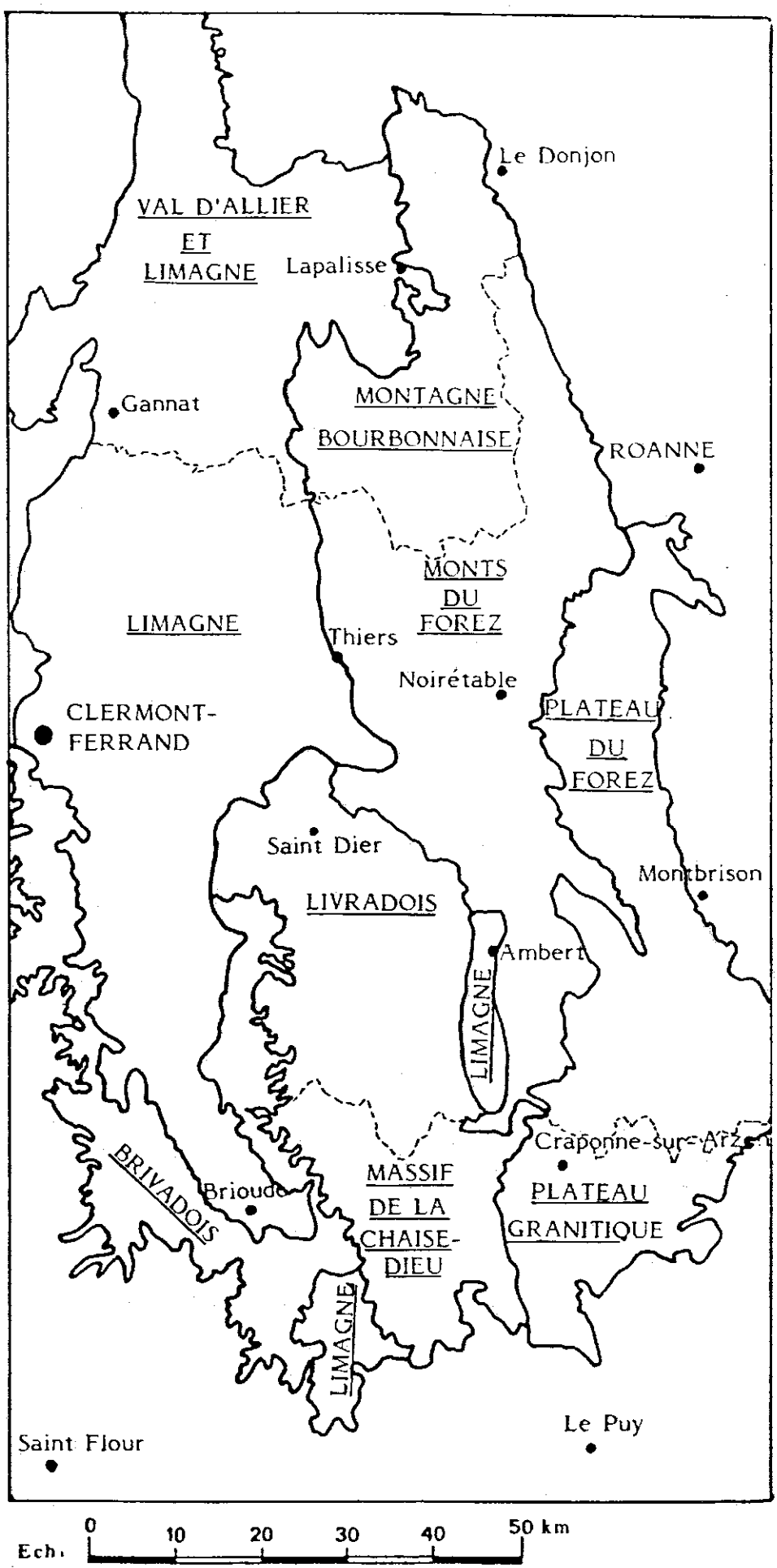
Ainsi délimité, l'ensemble du Forez se rattache, à l'échelle du Massif Central, aux massifs cristallins montagnards, notamment la Margeride dont il est le plus proche climatiquement et géologiquement. Les stations mises en évidence présenteront ainsi des analogies relativement fortes avec certaines du catalogue de Margeride.

L'hétérogénéité écologique interne du Massif du Forez vis à vis du choix des essences est principalement lié aux facteurs suivants :

* climatiques : étages de végétation selon l'altitude

  influences climatiques selon les précipitations et leur répartition dans l'année

* édaphiques : profondeur, texture et richesse des sols .



Ech. 0 10 20 30 40 50 km

Légende:

——— Région forestière

----- Limite de différentes appellations départementales pour une même région forestière

CARTE DES REGIONS FORESTIERES

D'après carte I.F.N.

CEMAGREF

SURFACES TOTALES PAR REGION (selon I.F.N.)

Région I.F.N.	Surface totale	Surface boisée	Surface product.	Taux de boisem.
Montagne Bourbonn.	80 430	25 140	25 060	31.3 %
Forez-42 N. RN 495	31 910	13 740	13 740	43.1 %
Forez-42 S. RN 495	35 420	18 620	17 920	52.6 %
Forez-42 Pl. Crém.	19 700	2 940	3 940	14.9 %
Forez-42 PL. forz.	85 080	31 330	30 930	36.8 %
Chaîne du Forez(63)	115 850	42 790	42 240	36.9 %
Forez 63 Contint.	16 250	7 880	7 850	48.5 %
Livradois 63	49 240	44 460	44 370	90.3 %
Chaise-D. Plateaux	27 910	16 310	16 170	58.4 %
Chaise-D. Versants	20 760	13 800	13 550	66.5 %
Plateaux Craponne	46 700	19 750	18 970	32.5 %

CATALOGUE	**529 250**	**235 760**	**234 740**	**44.5 %**

Ces surfaces globales peuvent être ventilées selon l'essence prépondérante en peuplement de futaie : les taillis et mélanges futaie / taillis n'ont pas été retenus.

Les résultats sont les suivants, département par département :

DEPARTEMENT DE L'ALLIER

MONTAGNE BOURB.	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	1250	1250
Chêne rouvre	50	1310	1360
Hêtre	0	3330	3330
Chataignier	0	160	160
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	0	680	680
			0
Total feuillus	**50**	**6730**	**6780**
Pin Sylvestre.	0	2060	2060
Autres pins	20	70	90
Sapin pectiné	240	1270	1510
Epicea commun	450	1080	1530
Douglas	100	2890	2990
Autres résineux	0	650	650
Total résineux	**810**	**8020**	**8830**
TOTAL GENERAL	**860**	**14750**	**15610**

DEPARTEMENT DE LA LOIRE

FOREZ	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	140	140
Chêne rouvre	0	1520	1520
Hêtre	0	2200	2200
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	880	880
Frêne	0	810	810
Autres feuillus	0	50	50
Total feuillus	**0**	**5600**	**5600**
Pin Sylvestre.	190	3540	3730
Autres pins	20	0	20
Sapin pectiné	260	9270	9530
Epicea commun	220	3290	3510
Douglas	260	2990	3250
Autres résineux	0	240	240
Total résineux	**950**	**19330**	**20280**
TOTAL GENERAL	**950**	**24930**	**25880**

FOREZ CONTINENTAL	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	1130	1130
Chêne rouvre	10	1550	1560
Hêtre	0	1730	1730
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	130	130
Frêne	0	690	690
Autres feuillus	40	460	500
Total feuillus	**50**	**5690**	**5740**
Pin Sylvestre.	420	16850	17270
Autres pins	20	110	130
Sapin pectiné	80	1700	1780
Epicea commun	100	2150	2250

Douglas	40	1230	1270
Autres résineux	0	170	170
Total résineux	**660**	**22210**	**22870**
TOTAL GENERAL	**710**	**27900**	**28610**

DEPARTEMENT 42	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	0	1270	1270
Chêne rouvre	10	3070	3080
Hêtre	0	3930	3930
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	1010	1010
Frêne	0	1500	1500
Autres feuillus	40	510	550
Total feuillus	**50**	**11290**	**11340**
Pin Sylvestre.	610	20390	21000
Autres pins	40	110	150
Sapin pectiné	340	10970	11310
Epicea commun	320	5440	5760
Douglas	300	4220	4520
Autres résineux	0	410	410
Total résineux	**1610**	**41540**	**43150**
TOTAL GENERAL	**1660**	**52830**	**54490**

DEPARTEMENT DU PUY-DE-DOME

CHAINE DU FOREZ	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	1770	1770
Chêne rouvre	0	1800	1800
Hêtre	220	2960	3180
Chataignier	40	310	350
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	10	1420	1430
Total feuillus	**270**	**8260**	**8530**
Pin Sylvestre.	500	6470	6970
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	1730	10140	11870
Epicea commun	1100	5090	6190
Douglas	0	3750	3750
Autres résineux	80	890	970
Total résineux	**3410**	**26340**	**29750**
TOTAL GENERAL	**3680**	**34600**	**38280**

LIVRADOIS	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	3220	3220
Chêne rouvre	0	710	710
Hêtre	0	2520	2520
Chataignier	0	150	150
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	0	1000	1000
Total feuillus	**0**	**7600**	**7600**
Pin Sylvestre.	820	11040	11860
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	990	8960	9950
Epicea commun	800	9160	9960

Douglas	0	1890	1890
Autres résineux	10	450	460
Total résineux	**2620**	**31500**	**34120**
TOTAL GENERAL	**2620**	**39100**	**41720**

FOREZ CONTINENTAL	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	0	0	0
Chêne rouvre	0	0	0
Hêtre	0	630	630
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	0	90	90
			0
Total feuillus	**0**	**720**	**720**
			0
			0
			0
Pin Sylvestre.	320	3400	3720
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	310	1420	1730
Epicea commun	80	890	970
Douglas	0	90	90
Autres résineux	0	0	0
			0
Total résineux	**710**	**5800**	**6510**
			0
TOTAL GENERAL	**710**	**6520**	**7230**

DEPARTEMENT 63	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	0	4990	4990
Chêne rouvre	0	2510	2510
Hêtre	220	6110	6330
Chataignier	40	460	500
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	10	2510	2520
Total feuillus	**270**	**16580**	**16850**

Pin Sylvestre.	1640	20910	22550
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	3030	20520	23550
Epicea commun	1980	15140	17120
Douglas	0	5730	5730
Autres résineux	90	1340	1430
Total résineux	**6740**	**63640**	**70380**
TOTAL GENERAL	**7010**	**80220**	**87230**

DEPARTEMENT DE LA HAUTE LOIRE

CHAISE-DIEU	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	70	210	280
Chêne rouvre	0	360	360
Hêtre	100	1850	1950
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	110	110
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	0	110	110
Total feuillus	**170**	**2640**	**2810**
Pin Sylvestre.	350	9150	9500
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	660	9670	10330
Epicea commun	170	4710	4880
Douglas	0	630	630
Autres résineux	130	140	270
Total résineux	**1310**	**24300**	**25610**
TOTAL GENERAL	**1480**	**26940**	**28420**

PLATEAU GRANIT.	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	0	0
Chêne rouvre	0	1540	1540
Hêtre	0	1590	1590
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	110	110
Autres feuillus	0	140	140
Total feuillus	**0**	**3380**	**3380**
Pin Sylvestre.	520	24710	25230
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	70	2770	2840
Epicea commun	0	2910	2910

Douglas	0	1470	1470
Autres résineux	0	270	270
Total résineux	**590**	**32130**	**32720**
TOTAL GENERAL	**590**	**35510**	**36100**

DEPARTEMENT 43	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	70	210	280
Chêne rouvre	0	1900	1900
Hêtre	100	3440	3540
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	110	110
Frêne	0	110	110
Autres feuillus	0	250	250
Total feuillus	**170**	**6020**	**6190**
Pin Sylvestre.	870	33860	34730
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	730	12440	13170
Epicea commun	170	7620	7790
Douglas	0	2100	2100
Autres résineux	130	410	540
Total résineux	**1900**	**56430**	**58330**
TOTAL GENERAL	**2070**	**62450**	**64520**

TABLEAU GENERAL PAR DEPARTEMENTS

ALLIER	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	1250	1250
Chêne rouvre	50	1310	1360
Hêtre	0	3330	3330
Chataignier	0	160	160
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	0	680	680
Total feuillus	**50**	**6730**	**6780**
Pin Sylvestre.	0	2060	2060
Autres pins	20	70	90
Sapin pectiné	240	1270	1510
Epicea commun	450	1080	1530
Douglas	100	2890	2990
Autres résineux	0	650	650
Total résineux	**810**	**8020**	**8830**
TOTAL GENERAL	**860**	**14750**	**15610**

LOIRE	Soumis	Privé	Total
Chêne pédonculé	0	1270	1270
Chêne rouvre	10	3070	3080
Hêtre	0	3930	3930
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	1010	1010
Frêne	0	1500	1500
Autres feuillus	40	510	550
Total feuillus	**50**	**11290**	**11340**
Pin Sylvestre.	610	20390	21000
Autres pins	40	110	150
Sapin pectiné	340	10970	11310
Epicea commun	320	5440	5760

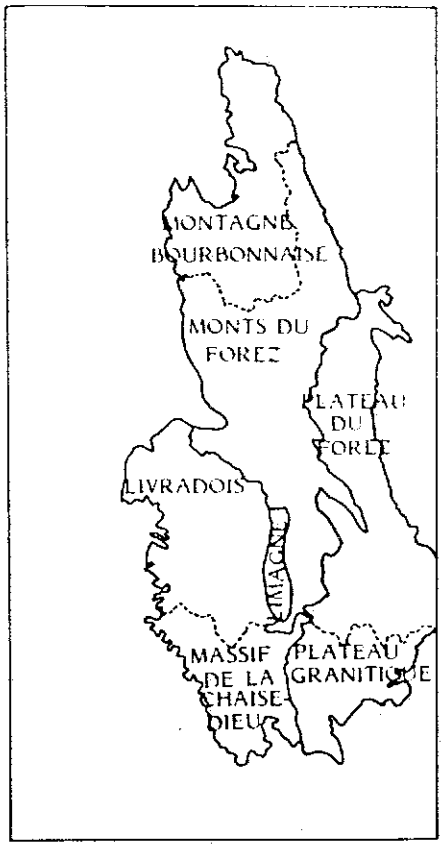
Douglas	300	4220	4520
Autres résineux	0	410	410
Total résineux	**1610**	**41540**	**43150**
TOTAL GENERAL	**1660**	**52830**	**54490**

HAUTE LOIRE	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	70	210	280
Chêne rouvre	0	1900	1900
Hêtre	100	3440	3540
Chataignier	0	0	0
Bouleau	0	110	110
Frêne	0	110	110
Autres feuillus	0	250	250
			0
Total feuillus	**170**	**6020**	**6190**
Pin Sylvestre.	870	33860	34730
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	730	12440	13170
Epicea commun	170	7620	7790
Douglas	0	2100	2100
Autres résineux	130	410	540
			0
Total résineux	**1900**	**56430**	**58330**
			0
TOTAL GENERAL	**2070**	**62450**	**64520**

PUY DE DOME	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	0	4990	4990
Chêne rouvre	0	2510	2510
Hêtre	220	6110	6330
Chataignier	40	460	500
Bouleau	0	0	0
Frêne	0	0	0
Autres feuillus	10	2510	2520
Total feuillus	**270**	**16580**	**16850**

Pin Sylvestre.	1640	20910	22550
Autres pins	0	0	0
Sapin pectiné	3030	20520	23550
Epicea commun	1980	15140	17120
Douglas	0	5730	5730
Autres résineux	90	1340	1430
Total résineux	**6740**	**63640**	**70380**
TOTAL GENERAL	**7010**	**80220**	**87230**

TOTAL GENERAL	**Soumis**	**Privé**	**Total**
Chêne pédonculé	70	7720	7790
Chêne rouvre	60	8790	8850
Hêtre	320	16810	17130
Chataignier	40	620	660
Bouleau	0	1120	1120
Frêne	0	1610	1610
Autres feuillus	50	3950	4000
Total feuillus	**540**	**40620**	**41160**
Pin Sylvestre.	3120	77220	80340
Autres pins	60	180	240
Sapin pectiné	4340	45200	49540
Epicea commun	2920	29280	32200
Douglas	400	14940	15340
Autres résineux	220	2810	3030
Total résineux	**11060**	**169630**	**180690**
TOTAL GENERAL	**11600**	**210250**	**221850**



Région forestière

Limite des différentes appellations départementales pour une même région forestière

LEGENDE :

Sapinière

Hêtraie

Pineraie

Reboisements

Peuplements feuillus ou mélangés

Le Donjon
Lapalisse
Gannat
ROANNE
Thiers
CLERMONT-FERRAND
Noirétable
Saint Dier
Montbrison
Ambert
Brioude
Saint-Flour
Le Puy

ECHELLE : 0 10 20 30 40 50 km

CARTE DES PEUPLEMENTS FORESTIERS DU LIVRADOIS-FOREZ

D'après cartes I.F.N.

CEMAGREF

P R E M I E R E P A R T I E

ELEMENTS POUR UNE TYPOLOGIE

SOMMAIRE PREMIERE PARTIE

ETUDE CLIMATIQUE

Dans ce chapitre, le climat de l'ensemble Livradois-Forez est envisagé dans son rapport avec un découpage écologique de la zone étudiée. Il ne s'agit pas d'étudier les fonctionnements du climat.

Deux sortes de paramètres climatiques peuvent être distingués :

- ceux dont on a une mesure régulière : précipitations
  température

- ceux dont on a une appréciation qualitative : neige
  vents
  gelées
  brouillards
  ensoleillement.

Seuls ceux du premier type sont pris en compte lors du découpage, car ce sont ceux dont on peut appréhender la variation spatiale à l'échelle voulue, environ le 100 000 ième.

Les températures sont à relier aux étages de végétation, et les précipitations aux influences climatiques.

1 - LES PRECIPITATIONS

1.1 - Nature des données et traitements

Les données de base sont les moyennes trentenaires, mois par mois, de 26 postes météo répartis dans le Livradois Forez et sa bordure méridionale. Elles sont indiquées dans le tableau présenté en fin de chapitre.

Afin de cerner les influences climatiques, qui se détectent chacune par une répartititon donnée des précipitations dans l'année, ces données brutes ont été transcrites en régimes pluviométriques mensuels en calculant les coefficients d'Angot mois par mois, de la façon suivante :

Si LA désigne la lame d'eau annuelle, et LM celle du mois considéré, on calcule, par exemple pour un mois de trente jours la lame d'eau mensuelle théorique LT en cas d'équirépartition dans l'année, soit :

LT = LA* (30/365)

et le coefficient d'Angot AG est :

AG = LM/LT

qui ont été multipliés par 100.

Les résultats sont donnés dans le tableau présenté en fin de chapitre.

Sur ces deux tableaux, la séquence suivante d'opérations a alors été effectuée, afin de rechercher des types d'influences :

- Analyse en Composantes Principales, afin de visualiser les stations en trois dimensions,

- Classification Ascendante Hiérarchique sur les stations, afin de repérer les types

- Report des types issus de la classification sur les trois premiers axes de l'A.C.P. afin de cerner les relations entre les groupes, ce que ne fait pas la classification

- Report des types sur la carte, afin de voir si ces types ont un sens géographique et sont interprétables.

1.2 - Résultats et interprétations

Les résultats de ces différents traitements sont fournis en fin de chapitre.

Pour l'interprétation, on est obligé de remarquer que l'altitude des stations observables ne dépasse guère 1000 m, et que seuls les types de climat de piedmont sont alors accessibles à l'observation. On peut cependant raisonnablement supposer que, vers la crête du Forez notamment, le climat est de plus en plus arrosé et atlantique.

Pour la typologie des contreforts, les résultats les plus discriminants sont obtenus par les traitements sur les précipitations brutes, qui seront présentés, qui sont confortés par ceux sur les régimes pluviométriques mensuels.

Trois secteurs climatiques sont distingués :

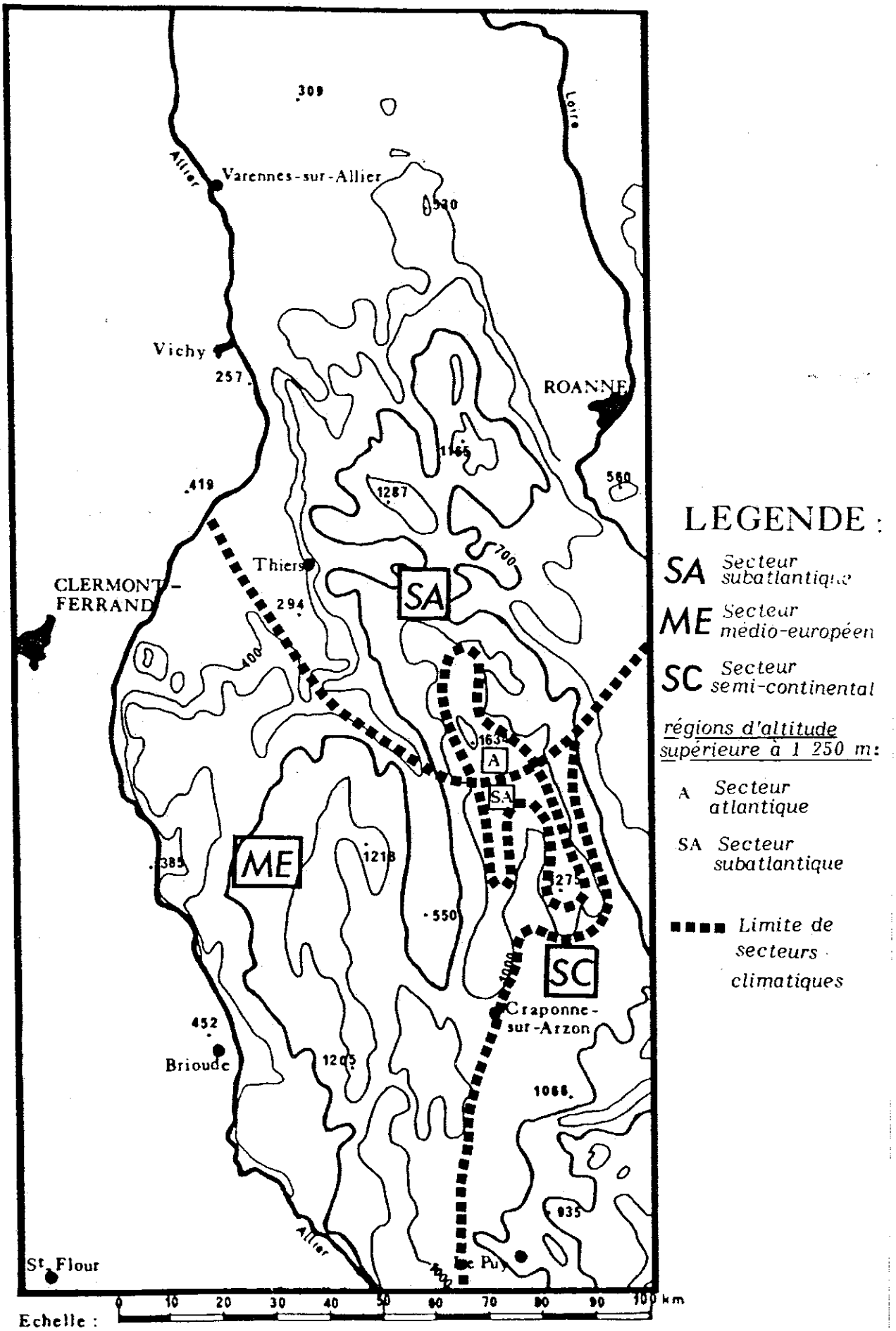
- un secteur subatlantique, qui englobe :
  * Monts de la Madeleine
  * Bois Noirs
  * Nord Forez

- un secteur médio-européen, qui englobe :
  * Montagne Bourbonnaise
  * Livradois
  * Plateau de la Chaise-Dieu
  * Sud-Forez

- un secteur semi-continental, qui englobe :
  * versant forézien S Forez
  * plateau St Bonnet le Château

Les régions d'altitude supérieures à 1250 m du Nord Forez, de Pierre sur Haute aux Bois Noirs, forment un secteur atlantique de précipitations supérieures à 1500 mm par an, et celles du sud Forez sont classées dans le secteur subaltantique.

La limite entre les secteurs subatlantique/atlantique et médio-européen/subatlantique passe par une ligne située entre Valcivière et St Anthème.



DECOUPAGE CLIMATIQUE DU LIVRADOIS-FOREZ

CEMAGREF

L'explication de cette division en secteurs climatiques est claire à la lumière de la topographie du Massif-Central. Les Hautes Cévennes, la Margeride et le Velay constituent des remparts efficaces contre la pénétration des influences méditerranéennes. Subsistent donc les influences atlantiques, venues de l'ouest, et médio-européennes, du Nord.

Mais le phénomène le plus important qui contrôle les contrastes entre ces secteurs est l'effet de foehn des vents d'ouest sur les massifs volcaniques (Monts Dore et Cantal Cézallier) et le Forez.

En prenant de l'altitude lors de l'abord de ces hauts massifs, les masses d'air humides atlantiques se refroidissent, et se condensent sous forme de pluie sur le versant occidental des lignes de crête puis, lors de la descente sur le versant oriental, se réchauffent et leur hygrométrie, donc les précipitations, diminue.

Les vents atlantiques les plus humides étant ceux de l'hiver, ce phénomène y est plus accentué. Ainsi s'explique la sécheresse continentale de la Limagne (causée par l'obstacle des Monts Dore), de la plaine de Forez (causée par l'obstacle du massif du Forez), et l'atténuation nette des influences atlantiques sur le sud Forez (causée par le Cézallier, puis le Livradois) malgré son altitude.

Ainsi, la limite entre les secteurs subatlantiques et méditerranéens du Forez présentée ci-dessus passe-t-elle au droit de la limite nord du Livradois.

La limite de cet effet de foehn ne coïncide pas exactement avec la ligne des crêtes pour distinguer abruptement des versants, comme le montre les caractères subatlantiques de Chalmazel.

2 - LES TEMPERATURES

L'effet des températures est plus simple à cerner, car les distinctions que ce paramètre induit sont quasi exclusivement liées à l'altitude et aucune nuance régionale ne peut fiablement être discernée, même à l'échelle du Massif-Central, à altitude égale.

Le lien entre la température moyenne annuelle (T, exprimée en °C) et l'altitude (z, exprimée en mètres) est linéaire :

$$T = 12,35 - 0,005\,45 * z$$

ce qui donne comme température aux principales altitudes :

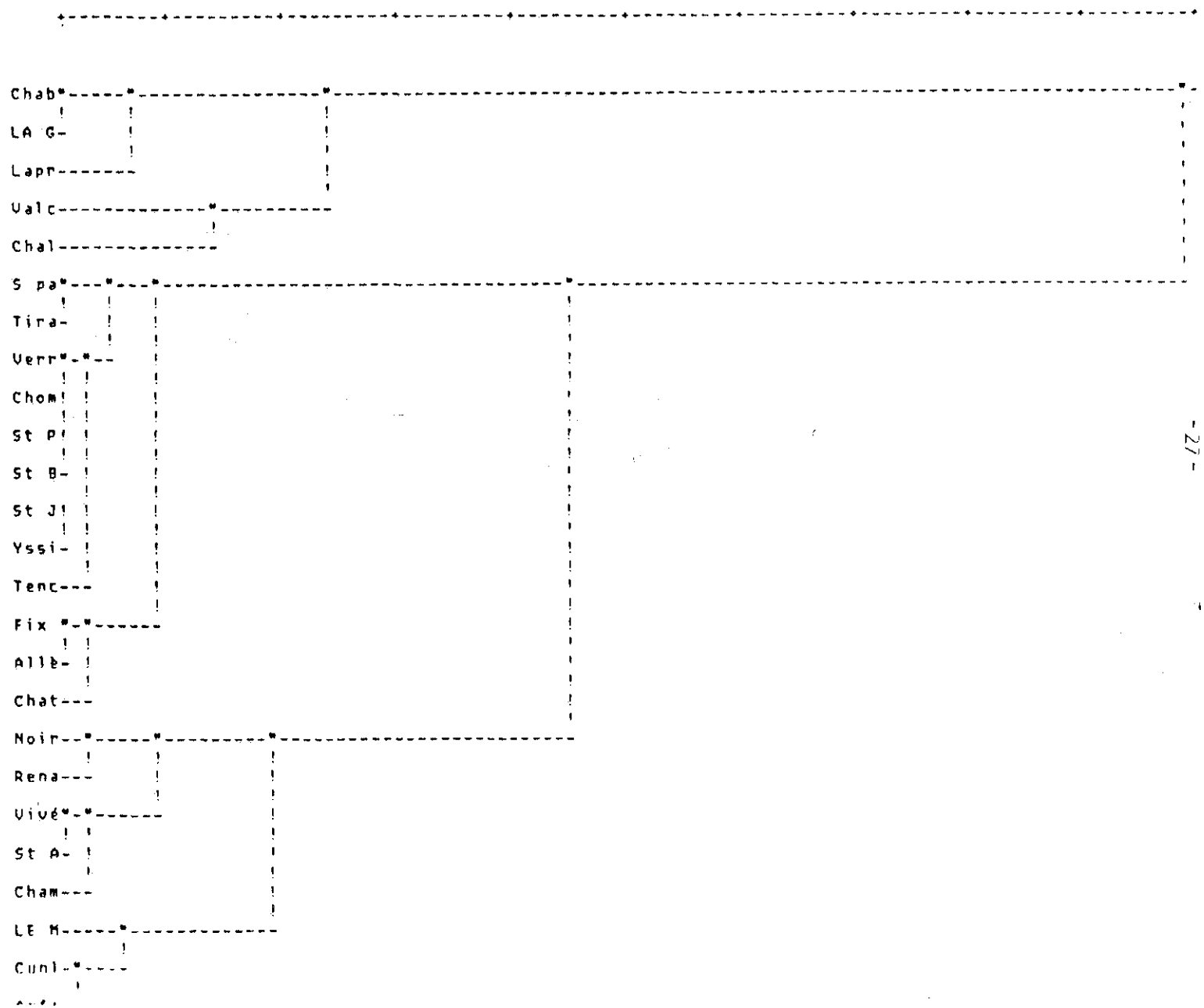
z = 700 m ... T = 8,5 °C
z = 800 m ... T = 8,0 °C
z = 900 m ... T = 7,4 °C
z = 1 000 m ... T = 6,9 °C
z = 1 100 m ... T = 6,4 °C
z = 1 200 m ... T = 5,8 °C
z = 1 300 m ... T = 5,3 °C
z = 1 400 m ... T = 4,7 °C
z = 1 500 m ... T = 4,2 °C
z = 1 600 m ... T = 3,6 °C

Au vu de cette seule donnée, les limites d'étage s'établiraient ainsi :

Etage	Altitude	Peuplement
Collinéen	400 à 700 m	Chênaie
Montagnard inférieur	700 à 1 050 m	Chênaie Hêtraie
moyen	1 050 à 1 250 m	Hêtraie Sapinière
supérieur	1 250 à 1 450 m	Hêtraie
Subalpin	1 450 à 1 634 m	Pelouse

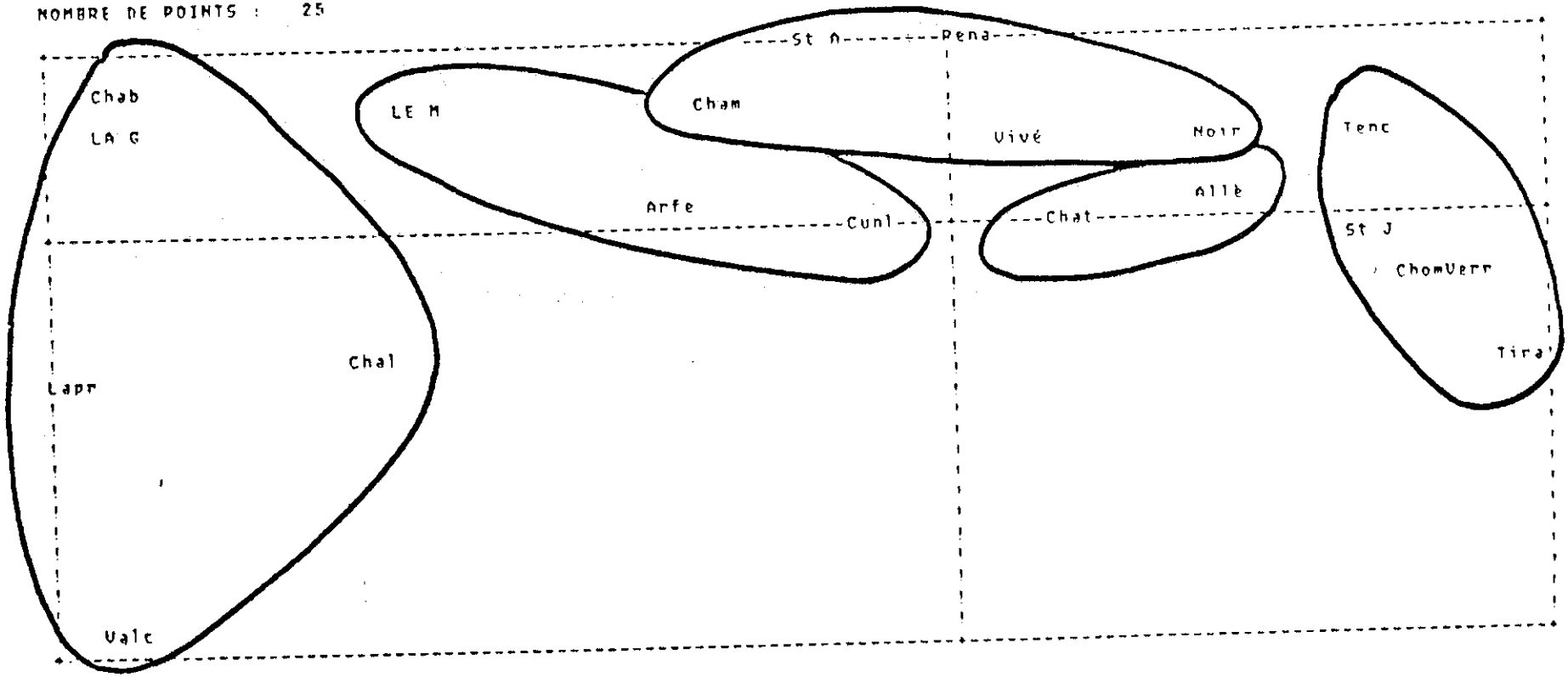
Le sapin peut sans difficultés coloniser l'étage montagnard supérieur, mais alors sa production décroit car limitée par la durée de la saison de végétation.

REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE



AXE HORIZONTAL(1)--AXE VERTICAL(2)--TITRE:PLUVIOMETRIE EN LAMES D'EAU

NOMBRE DE POINTS : 25

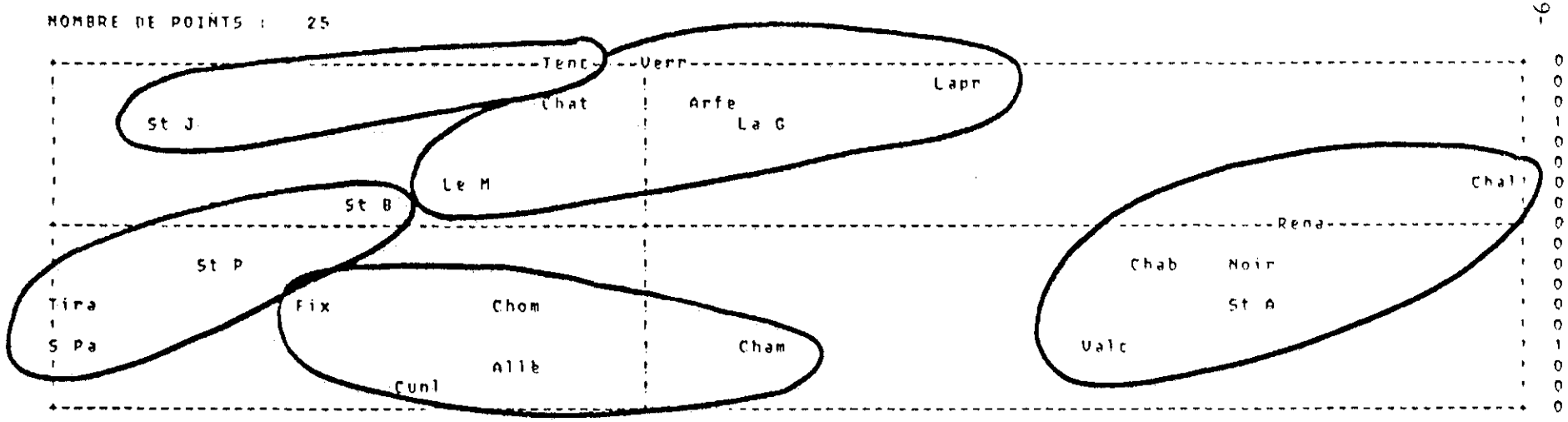


NOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 5

F(x (Allè) Vsgi(St J) St B(St J) St P(Verr) S pa(Tira)

AXE HORIZONTAL(1)--AXE VERTICAL(2)--TITRE:PLUVIOMETRIE EN REGIME

NOMBRE DE POINTS : 25



NOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 2

Yssi(St J) Vivé(Cham)

REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE

```
Chal*----*---*
     !    !   !
Rena-     !   !
          !   !
St A**----    !
    !!        !
Valc-!        !
     !        !
Chab--        !
              !
Noir----------

Chom*-*-----*------*----------*----------*
    ! !     !      !          !          !
Allè- !     !      !          !          !
      !     !      !          !          !
Fix ---     !      !          !          !
            !      !          !          !
Cunl-----*---      !          !          !
         !         !          !          !
Cham-*----          !          !          !
     !              !          !          !
Vivé--              !          !          !
                    !          !          !
Tira--**------------           !          !
       !!                      !          !
S Pa---!                       !          !
       !                       !          !
St P*---                       !          !
     !                         !          !
St B-                          !          !
                               !          !
Yssi-*-------*----------------             !
     !       !                             !
St J--       !                             !
             !                             !
Tenc----------                             !
                                           !
Le M*------*----*-----------------------
     !      !    !
Chat-       !    !
            !    !
Verr--------     !
                 !
Lapr-*-*---------
     ! !
La G-- !
       !
Arfv----
```

LES VALEURS PROPRES VAL(1)= 6.11086

NUM	ITER	VAL PROPRE	POURCENT	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
1	0	6.11086	50.924	50.924	
2	0	1.65346	13.779	64.703	
3	2	1.45290	12.107	76.810	
4	1	.85102	7.092	83.902	
5	2	.73052	6.088	89.990	
6	2	.45489	3.791	93.780	
7	4	.38534	3.211	96.992	
8	2	.19159	1.597	98.588	
9	4	.09732	.811	99.399	
10	3	.04583	.382	99.781	
11	2	.02588	.216	99.997	
12	2	.00039	.003	100.000	

LES VALEURS PROPRES . VAL(1)= 6.21853

NUM	ITER	VAL PROPRE	POURCENT	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
1	0	6.21853	51.821	51.821	
2	0	1.68853	14.071	65.892	
3	2	1.42932	11.911	77.803	
4	2	.94416	7.868	85.671	
5	1	.51213	4.268	89.939	
6	3	.43954	3.663	93.602	
7	2	.37708	3.142	96.744	
8	2	.17041	1.420	98.164	
9	2	.12272	1.023	99.187	
10	3	.05508	.459	99.646	
11	5	.03402	.284	99.929	
12	2	.00848	.071	100.000	

Station	Jv	Fv	Ms	Av	Mi	Jn	Jt	At	Sp	Oc	Nv	Dc	Ptotal	Altitude
Arfeuilles	81	70	65	76	103	106	81	104	89	63	96	92	1026	425
Chatel M.	73	60	69	71	90	102	77	95	95	73	81	79	965	345
La Guillermie	90	86	80	88	117	113	88	114	106	91	107	101	1181	754
Laprugne	103	88	82	90	104	116	88	113	104	81	105	104	1178	650
Le Mayet M.	79	70	76	80	108	119	87	111	104	83	88	85	1090	550
St Georges C.	39	33	33	41	67	76	51	72	69	45	51	38	615	650
Verrières F.	60	56	57	57	73	94	64	81	75	57	78	60	812	830
Noirétable	91	77	69	68	91	95	57	91	83	66	72	93	953	722
Allègre	60	60	59	63	90	82	80	90	76	82	72	73	887	1004
Chomélix	54	53	52	56	82	70	68	80	66	72	69	61	783	910
St Julien C.	50	47	59	66	92	86	69	81	76	78	74	60	838	810
St Pal C.	54	50	54	59	85	86	69	88	73	71	70	56	815	890
Tence	55	61	61	65	89	86	63	79	89	98	83	72	901	660
Tiranges	45	42	47	50	74	75	70	79	70	64	59	49	724	575
Yssingeaux	48	51	55	65	90	83	71	81	82	81	71	63	841	860
Chabreloche	97	88	84	79	110	106	81	112	100	95	103	117	1172	617
Champétières	77	75	76	75	111	98	80	103	86	85	83	90	1039	1040
Cunlhat	61	60	66	65	108	100	71	103	79	81	77	75	946	710
St Anthème	87	86	80	71	93	98	78	101	85	86	92	100	1057	950
Valcivières	101	95	89	86	113	110	88	124	99	100	102	114	1221	840
Vivérols	72	68	68	67	90	95	76	101	77	80	79	78	951	850
Chalmazel	102	95	90	80	98	100	74	102	95	91	105	113	1145	867
St Bonnet	57	55	58	61	83	92	71	87	77	75	73	62	851	870
Renaison	92	82	83	73	92	96	74	98	92	81	91	100	1054	380
Fix St Genet	59	58	62	64	97	86	82	88	82	83	71	68	900	1100
St Paulien	43	42	47	52	73	72	63	78	64	66	54	48	702	801

Station	Jv	Fv	Ms	Av	Mi	Jn	Jt	At	Sp	Oc	Nv	Dc
Arfeuilles	93	89	75	90	118	126	93	119	106	72	114	106
Chatel M.	89	81	84	90	110	129	94	116	120	89	102	96
La Guillermie	90	95	80	91	117	116	88	114	109	91	110	101
Laprugne	103	97	82	93	104	120	88	113	107	81	108	104
Le Mayet M.	85	84	82	89	117	133	94	120	116	90	98	92
St Georges C.	75	70	63	81	128	150	98	138	137	86	101	73
Verrières F.	87	90	83	85	106	141	93	117	112	83	117	87
Noirétable	112	105	85	87	112	121	70	112	106	82	92	115
Allègre	80	88	78	86	119	112	106	119	104	109	99	97
Chomélix	81	88	78	87	123	109	102	120	103	108	107	92
St Julien C.	70	73	83	96	129	125	97	114	110	110	107	84
St Pal C.	78	80	78	88	123	128	100	127	109	103	104	81
Tence	72	88	80	88	116	116	82	103	120	128	112	94
Tiranges	73	76	76	84	120	126	114	128	118	104	99	80
Yssingeaux	67	79	77	94	126	120	99	113	119	113	103	88
Chabreloche	97	98	84	82	111	110	81	113	104	95	107	118
Champétières	87	94	86	88	126	115	91	117	101	96	97	102
Cunlhat	76	83	82	84	134	129	88	128	102	101	99	93
St Anthème	97	106	89	82	104	113	87	113	98	96	106	111
Valcivières	97	101	86	86	109	110	85	120	99	96	102	110
Vivérols	89	93	84	86	111	122	94	125	99	99	101	97
Chalmazel	105	108	93	85	101	106	76	105	101	94	112	116
St Bonnet	79	84	80	87	115	132	98	120	110	104	104	86
Renaison	103	101	93	84	103	111	83	109	106	90	105	112
Fix St Genet	77	84	81	87	127	116	107	115	111	109	96	89
St Paulien	72	78	79	90	122	125	106	131	111	111	94	81

RAPPELS GEOLOGIQUES SUR LES GRANITES

1 - COMPOSITION MINERALOGIQUE

Les granites sont des roches éruptives constitués par l'agrégation de plusieurs minéraux, que l'on peut classer selon l'importance qu'ils ont dans la composition. On distingue ainsi :

* les minéraux cardinaux, qui rentrent toujours pour une part notable dans la composition des granites ;

* les minéraux secondaires, en quantités plus réduites ;

* les minéraux accidentels, souvent à l'état de traces parfois enrichis au niveau des enclaves.

1.1 - Les minéraux cardinaux

Il s'agit du quartz et des feldspaths.

Le quartz est une forme cristallisée de la silice bien connue.

Les feldspaths sont des mélanges plus ou moins homogènes de trois constituants :

. le feldspath potassique, ou orthose, soit "Or"
. le feldspath sodique, ou albite, soit "Ab"
. le feldspath calcique, ou anorthite, soit "An"

la composition d'un granite en feldspath peut être décrite par :

$x\ Ab + y\ An + z\ Or$ avec $x + y + z = 100$

En fait, toutes les compositions ne se rencontrent pas dans la nature, et l'on a deux grandes classes de feldspath :

. les feldspaths calco-sodiques ou plagioclases pauvres en potassium ($z < 10$) ;

. les feldspaths alcalins, ou orthose, pauvres en calcium ($y < 10$)

1.2 - Les minéraux secondaires

Ce sont essentiellement :

. les micas : mica noir ou biotite
mica blanc ou muscovite

. l'amphibole.

2 - CLASSIFICATION

La classification se fait sur les proportions des minéraux cardinaux, soit :

. Quartz : Q
. Feldspath : F
  . Orthose : Or
  . Plagioclase : Pg

à partir de deux indices.

Indice de saturation :
. SAT = 100 X Q/(Q + F) qui indique la proportion entre quartz et feldspath

Indice feldspathique
. FELDS = 100 X Or/(Or + Pg) qui indique le rapport entre les deux types de feldspaths

Les granites correspondent en fait à une plage de l'indice de saturation ou SAT, et la classification sera donc essentiellement fondée sur l'indice feldspathiques ou FELDS, de la façon suivante :

$0 < FELDS < 40$ = Diorite quartzique
$40 < FELDS < 60$ = granite monzonitique
$60 < FELDS < 100$ = granite

Ainsi, pour nommer un granite, on le désignera par la composition de ses feldspaths, que l'on complètera par la désignation des minéraux secondaires, par exemple granite monzonitique à biotite.

Toute règle a ses exceptions, aussi parle-t'on parfois de leucogranite qui indique une couleur blanche souvent due à l'absence de biotite et la présence de muscovite.

3 - ALTERATION

Les granites sont quasi systématiquement recouverts d'un manteau d'arène pouvant atteindre plusieurs mètres, produit de l'altération de la roche par hydrolyse ménagée.

Les minéraux entrant dans la composition des granites sont de résistance variable à l'altération. On peut les classer de la façon suivante par ordre de résistance croissante :

Plagioclases calciques
Amphiboles
Biotite
Plagioclases sodiques
Orthose
Muscovite
Quartz

et, parmi les constituants essentiels altérables, on peut établir une distinction entre :

. biotite et plagioclases d'une part
. orthose et muscovite d'autre part.

Très schématiquement, l'hydrolyse ménagée altère les plagioclases, en libérant des ions calcium et sodium, et formant des gibbsites et montmorillonites (argile) ; ces ions libérés s'échangent avec les ions potassium des biotites qui se transforment alors en vermiculites. Il y a donc néoformation d'argiles.

Bien d'autres éléments notamment physiques et structuraux, autres que la composition minéralogique, interviennent dans l'altération différentielle des granites.

LES GRANITES DU LIVRADOIS FOREZ

Les granites rencontrés se rattachent à deux grands ensembles de granites du Massif-Central :

* les granites de la zone arverne (Auvergne, Forez, Beaujolais, Lyonnais)

* le complexe du Velay, auquel se rattache le Rouergue, la Margeride et le Vivarais.

1 - GRANITES ARVERNES

La distinction entre les différents massifs granitiques reproduite ici tient compte autant de l'histoire géologique de ces granites que des différences minéralogiques. Les géologues reconnaissent les granites de :

* Mayet de Montagne : granite monzonitique à biotite et hornblende
  Reconnaissable à ses grands cristaux roses d'orthose
  Fréquemment recoupé de leucogranite en filons ou petits massifs.

* Nord-Forez, distingués en trois faciès :

  Madeleine : leuco granite

  Bois Noir : granite monzonitique à deux micas

  St Julien Vètre : diorite quartzique et granite monzonitique à biotite. Grands cristaux d'orthose blanc. Nombreuses enclaves microgrenues basiques.

* Vollore-Montagne : leucogranite

* St Dier d'Auvergne : granite monzonitique et diorites quartziques à biotite et hornblende
  grands cristaux d'orthose blanche
  nombreuses enclaves microgrenues
  on peut différencier un faciès à muscovite et cordiérite.

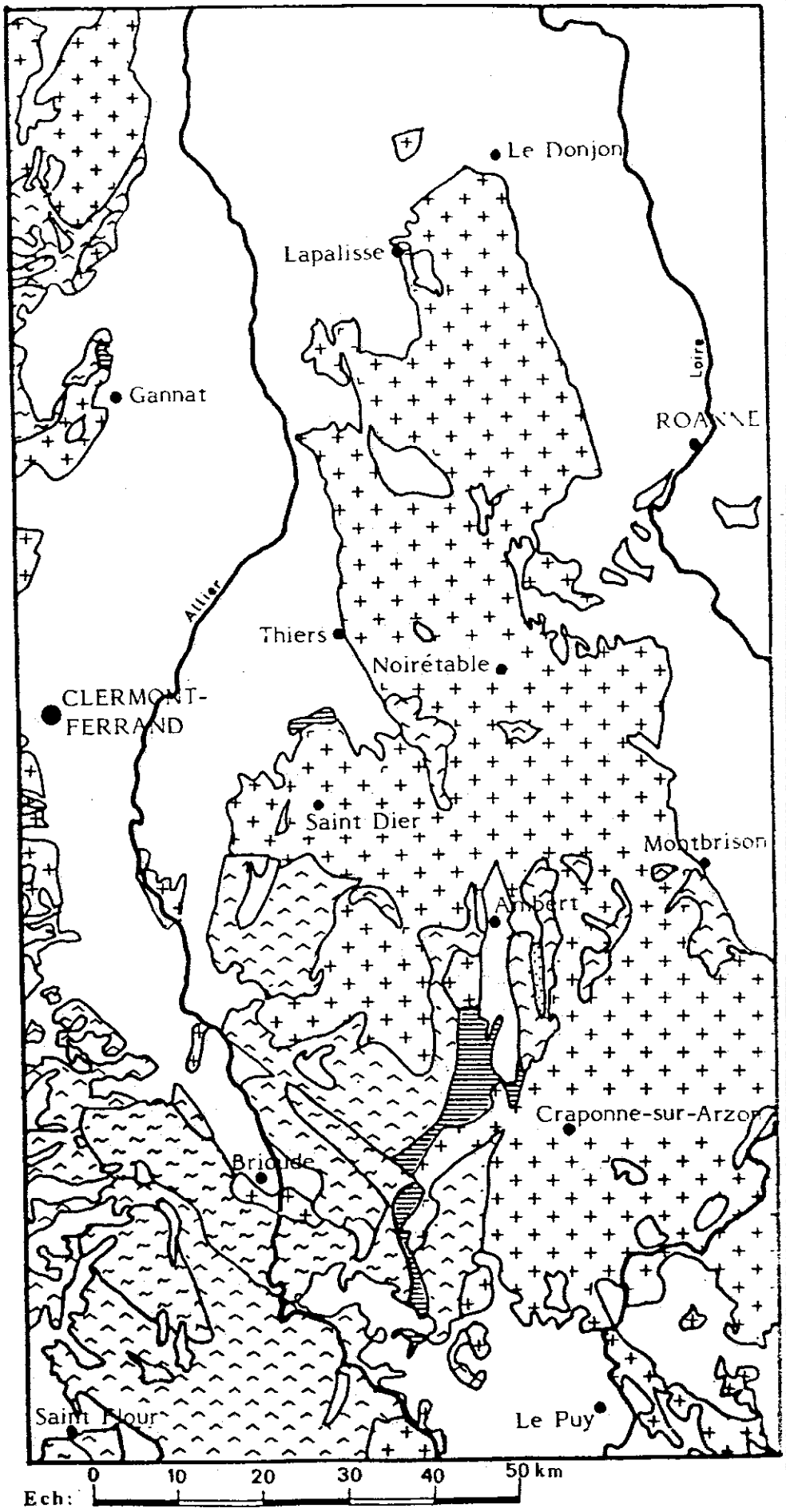
2 - GRANITE VELLAVE

C'est un granite d'anatexie, c'est à dire fruit de la phase ultime du métamorphisme général. Les géologues y distinguent trois faciès :

. granite monzonitique à biotite, avec de nombreux filons et enclaves

. granite monzonitique leucocrate à muscovite et cordiérite

. diorite quartzique à biotite en intrusion.



Légende:

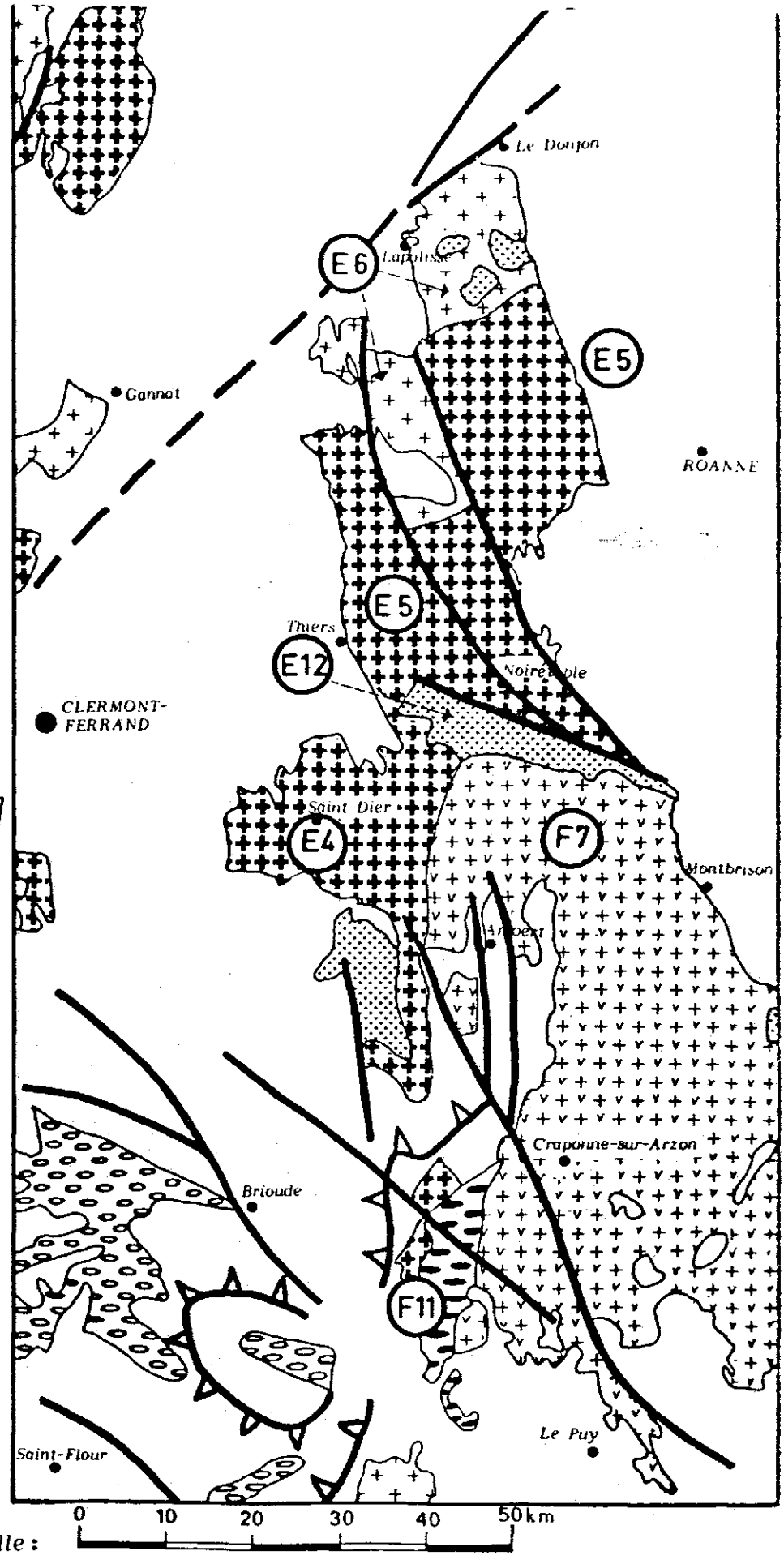
Formations métamorphiques

- Granites
- Migmatites
- Micaschistes
- Gneiss
- Amphibolites

CARTE GEOLOGIQUE DU LIVRADOIS - FOREZ

D'après carte du Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CEMAGREF



LEGENDE :

	Cambrien	Ordoviciens Siluriens ou inconnus	Dévoniens à ante Viséen sup.	Syn et post Viséen sup.
Métagranites				
Tonalites et diorites quartziques				
Monzogranites et granodiorites				
Leucogranites de type S				
Complexe du Velay				

Liste des noms des massifs de granitoïdes du Livradois-Forez :

- **E4** *Saint-Dier*
- **E5** *Les Bois Noirs, Madeleine, Saint-Julien La Vêtre*
- **E6** *Le Mayet-de-Montagne*
- **E12** *Leucogranite de Vollore-Montagne*
- **F7** *Velay*
- **F11** *Métagranite de Fix*

LES GRANITOÏDES DU LIVRADOIS_FOREZ

D'après le Mémoire du BRGM n° 107 - 1980

(Carte p 64 : Les granitoïdes du Massif-Central)

(J. DIDIER et J. LAMEYRE)

CEMAGREF

MORPHOLOGIE DU RELIEF

Si la nature des roches mères est liée à l'orogénèse hercynienne (deuxième moitié de l'ère Primaire), il ne reste rien des reliefs : ceux mis en place à cette époque ont été érodés dès le Permien et complètement pénéplanés.

Les volumes actuels sont dus aux contrecoups du plissement alpin, et sont ci-dessous étudiés plus particulièrement pour l'ensemble Forez - Plateaux Granitiques.

1 - DESCRIPTION DES FORMES DU RELIEF

Trois unités morphologiques à l'échelle kilométrique peuvent être distinguées dans l'ensemble du Forez :

. la surface sommitale ;

. la bordure et les replats inférieurs ;

. les alvéoles et couloirs.

*** la surface sommitale**

C'est l'échine du Forez, qui se développe de part et d'autre de Pierre sur Haute, point culminant à 1634 m, selon une direction nord-ouest/sud-est.

Cette surface s'incline doucement vers le sud ;

Plateau de Pégrol : 1 486 m
Montagne des Allebasses : 1 428 m
Puy de Loir : 1 232 m

puis se ramifie de part et d'autre de l'Ance, magnifique couloir nord-sud qui draine la surface sommitale.

Elle est parsemée de reliefs résiduels, sortes d'"inselberg", en majorité granitiques. Mais il existe quelques dykes volcaniques. Leur altitude par rapport à la surface environnante n'est jamais importante, de l'ordre de quelques dizaines de mètres, si ce n'est l'exception de Pierre sur Haute.

Ces dykes sont des noyaux de diorite quartzique au sein du granite d'anatexie du Velay, et on en retrouve également plus au nord au sein des granites du Nord-Forez, où ils sont également saillants.

*** La bordure et les replats inférieurs**

A l'est et à l'ouest de cette échine, la pente descend par paliers successifs sur la plaine du Forez à l'est et celle de la Dore à l'ouest.

Cette chute est particulièrement marquée par un escarpement moyen de 300 à 600 m (mais variant de 200 à 1000 m) quasi rectiligne sur une quarantaine de km de Chalmazel à Usson en Forez, sur le versant oriental.

Sur ce versant, on peut reconnaître plusieurs paliers, dont seul le premier est spectaculaire, et dont les croupes du dernier s'échelonne de 850 m au nord à 650 m au sud. C'est la région des plateaux granitiques.

Bien que moins marqué car plus comprimé sur une axe est-ouest, la retombée occidentale sur la vallée de la Dore est du même type.

*** Les alvéoles et couloirs**

Les replats et les rebords de faille sont également largement incisés de reliefs en creux de forme alvéolaire allongée, ou mixte.

Un exemple de couloir est donné par la vallée de l'Ance, qui incise profondément et largement la surface sommitale méridionale au sud du plateau de Pégrol, et l'on peut reconnaître facilement de nombreux alvéoles de taille kilométrique : Chalmazel, Valcivières, Vollore-Montagne, Noirétable, etc...

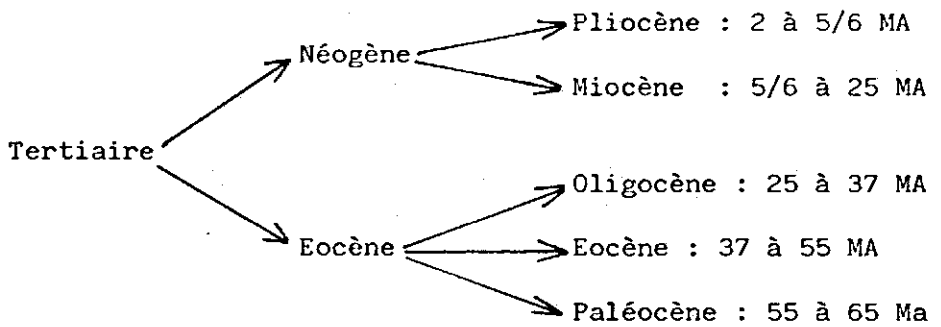
2 - GENESE DES FORMES DU RELIEF

Ces formes, essentiellement héritées du Tertiaire, sont le fruit de deux processus complémentaires, qui furent souvent synchrones :

* la fracturation en blocs qui ont coulissé verticalement lors de la tectonique alpine

* l'érosion différentielle sous climat tropical tertiaire et l'ablation des altérites ainsi formées.

Afin de se fixer les idées, rappelons brièvement les principales divisions de l'ère Tertiaire.



* Au cours de l'éocène, les bassins subsidents du Forez et de la Dore se sont enfoncés.

* De la fin de l'éocène au début du Miocène, la surface principale du Forez a pris son aspect actuel, qui n'a été ultérieurement l'objet que de retouches. Ce fut une phase d'altération différentielle selon la résistance des différents granites, où, notamment, se sont montré résistants, des diorites quartziques en intrusion et altérables les granites du Nord-Forez et du Velay.

Cette échelle de résistance est différente de celle, basée sur la seule minéralogie, présentée dans le chapitre géologique, mais, d'une part, l'altérabilité des minéraux n'est pas le seul critère qui guide l'altérabilité de la roche et d'autre part il est possible que, sous climat tropical, la libération importante de fer de l'altération des minéraux ferro-magnésiens ait freiné cette altération.

C'est alors que se sont formés les différents inselberg qui parsèment le Forez sur toute sa longueur.

* C'est à la fin de l'oligocène et au début du miocène que se sont mis en place, simultanément, les derniers éléments du paysage.

- La fracturation de la surface principale eocène, selon une direction nord-ouest/sud-est, parallèle aux dépressions périphériques. La surface éocène parsemée d'inselbergs s'est ainsi retrouvée effritée en plusieurs blocs, qui descendent en palliers sur les vallées périphériques. Très souvent, ces failles recoupent des contacts entre différents types de granites, dont le contact était probablement par failles datant de l'orogénèse hercynienne. Ainsi, par exemple, sur un transect ouest-est, depuis la vallée de la Dore jusqu'à la Forêt des Taillades, trouve t'on successivement au droit d'Arlanc :

. granite à biotite et muscovite
. granite à biotite
. granite monzonitique à biotite et sillimanite
. granite monzonitique à cordiérite

qui recoupent respectivement les éléments suivants du paysage

. contrefort dominant de la Dore
. premier replat vers 850-900 m au dessus de la Dore
. surface sommitale de la Forêt des Taillades
. alvéole de Viverols qui retombe sur le couloir de l'Ance.

- le creusement par altération différentielle sous climat tropical humide et l'ablation partielle des altérites sous climat tropical sec des alvéoles et des couloirs, qui mettent en évidence les contacts structuraux entre les différents types de granites.

C'est donc à cette période, postérieure à l'aplanissement éocène de la surface sommitale, que l'ensemble du Forez a connu sa physionomie actuelle, fruit de l'action conjointe et imbriquée de la tectonique cassante et de l'érosion différentielle des granites, cette dernière reprenant en partie les lignes de faiblesse structurales et les reliefs créés par la première.

* Seules quelques retouches tectoniques de flexure et érosives par dissection ont ensuite, à la fin du tertiaire et avant les glaciations, repris les volumes précédents.

3 - VOLUMES HERITES DU TERTIAIRE

Les volumes décrits précédemment, et mis en place au tertiaire, sont importants pour les stations forestières, car les altérites et la topographie ainsi créés sont le cadre naturel d'étude de l'évolution quaternaire des formations superficielles, géomorphologiques et pédologiques, et guident la logique des chaînes de sols, clés des stations.

A cette fin, on peut ainsi distinguer :

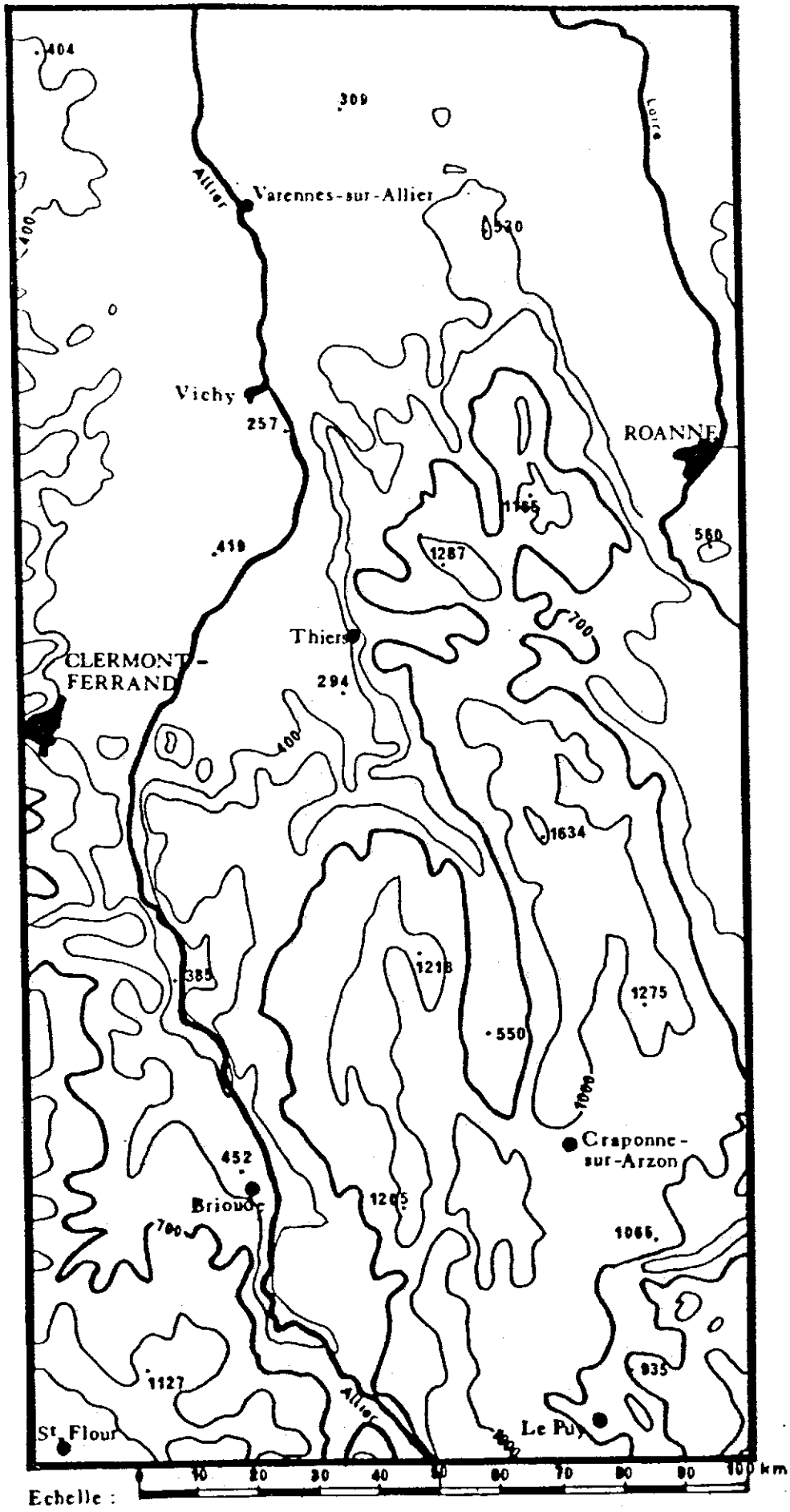
. les replats sommitaux ou de palier, eux mêmes divisés en deux unités :

* les inselbergs de diorite quartzique à biotite
* les plateaux, altérés classiquement en alvéole hectométriques, dont les fonds sont tourbeux ;

. les liens entre les replats, de trois sortes :

* les fronts de faille, réguliers
* les alvéoles kilométriques, en creux
* les couloirs, très allongés.

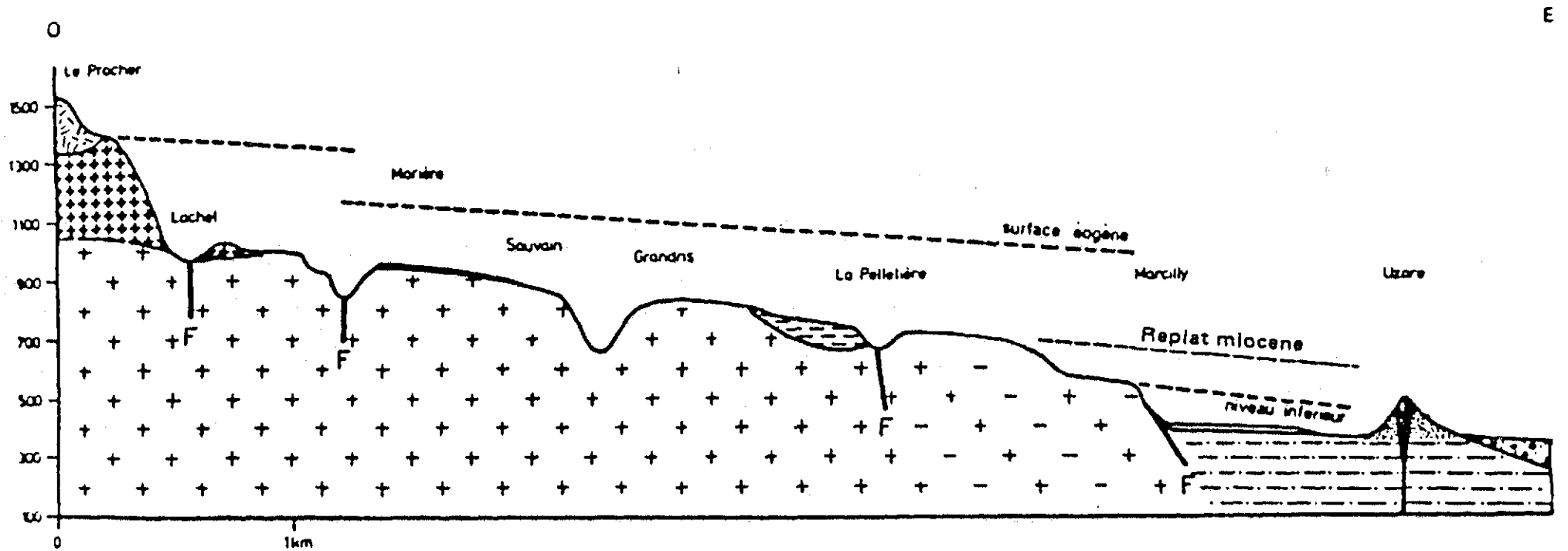
Et chacune de ces cinq unités a sa propre logique de chaîne de sol et redistribution des formations meubles d'origine glaciaire ou périglaciaire.



COURBES DE NIVEAU LIVRADOIS-FOREZ

D'après carte IGN

CEMAGREF



SOCLE

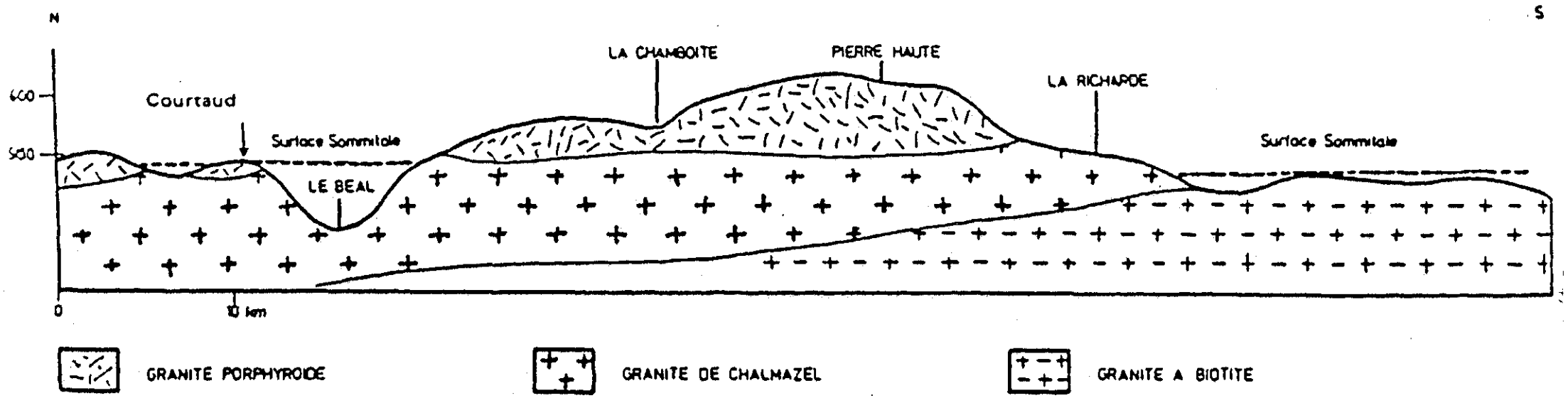
1. Lave miocene
2. Anatéxites
3. Granite à 2 micas
4. Granite du Forez
5. Granite de Chalmazel
6. Granite porphyroide

TERTIAIRE

7. Miocene Burdigalien
8. Oligocène supérieur
9. Oligocène inférieur (argile rouge)

APLANISSEMENTS ET SEDIMENTATION SUR LE VERSANT ORIENTAL FOREZIEN

(D'aprés B. ETLICHER,1986)



LA SURFACE SOMMITALE AUTOUR DE PIERRE-SUR-HAUTE

(D'après B.ETLICHER, 1986)

MORPHOLOGIE DES SURFACES

Les processus tectoniques et morphologiques du Tertiaire ont donc livré les volumes que l'on peut observer encore actuellement dans l'ensemble Livradois-Forez.

L'héritage des processus quaternaires peut se résumer à deux conséquences principales :

* la reprise du modelé des versants et des surfaces essentiellement par des processus glaciaires ou sous conditions périglaciaires, qui ont ameubli et redistribué les altérites (arènes) héritées du tertiaire et livré les formations superficielles meubles actuelles qui sont aujourd'hui en grande partie la cause de la réserve en eau des sols.

* la pédogénèse, processus biochimique et non plus physique, qui a repris ces formations meubles et est encore vivant aujourd'hui.

Les types de sols sont étudiés dans le chapitre traitant de la pédologie.

1 - LA DESCRIPTION DES DIFFERENTS MODELES DE VERSANT

Les modelés de versant et de replats sous conditions climatiques froides, abiotiques, peuvent se rattacher à deux grands types de processus, qui se partagent le temps et l'espace étudié :

les processus glaciaires
Les processus périglaciaires.

1.1 - L'héritage des modelés glaciaires

Au Würm certainement, le haut Plateau du Forez était recouvert d'une calotte glaciaire, comme le Cantal, l'Aubrac, l'Artense, le Mont-Lozère, l'Aigoual et probablement la Margeride (Charpal).

Cette calotte se déversait, via les alvéoles de bordure et les couloirs, dans les bassins subsidents adjacents par des langues glaciaires qui ont parfois laissé des moraines jusqu'à 1000 m d'altitude.

* les glaciers des plateaux

Ce système glaciaire était constitué de

. cirques se développant sur la ligne de crête

. langues glaciaires qui s'écoulaient des cirques et s'étalaient sur la surface du plateau pour former une calotte qui parfois dépassait plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

On peut retenir deux conséquences essentielles pour la morphologie des hauts plateaux :

. le rabotage des altérites tertiaires par les glaciers, donc la quasi disparition sur les hauts plateaux des formes héritées de l'altération tertiaire du socle (alvéoles hectométriques)

. le dépôt de moraines, matériaux graveleux, hétérogènes, donc très filtrants.

Ces processus ont repris l'ensemble de la surface sommitale du Forez, au dessus environ de la courbe de niveau 1300 m, parfois en deça jusqu'à 1200 m.

La majorité des inselbergs de diorites quartziques épargnés par l'altération tertiaire l'on également été par la glaciation, notamment Pierre sur Haute, et se sont comportés comme des massifs rocheux émergés de la calotte, que l'on appelle "nunatak" (mot esquimau issu du Groënland, bien que les esquimaux ne s'adonnent pas à la morphologie glaciaire ...).

* Les langues glaciaires

Ce sont donc des langues qui s'échappent, par les couloirs ou les alvéoles de bordure, de la calotte du plateau. Ce système de glacier de vallée se reconnaît par l'ensemble des formes suivantes, plus ou moins bien conservées :

. des cirques, qui ont creusé les versants pour les rendre plus abrupts

. des verrous, barres rocheuses

. des bourrelets

. des moraines latérales, graveleuses et hétérogènes.

Le massif forézien présente à cet égard une certaine dissymétrie :

- le versant forézien est constitué de langues longues, au pied de la surface sommitale entre Pierre sur Haute et le col de la Croix de L'homme Mort (hautes vallées du Lignon de Jeansagnière, du Lignon de Chalmorgel, du Lachet, de l'Eau Morte, du Chorsin, de Pierre Brune, etc...).

- le versant auvergnat présente des langues courtes, comme dans les vallées de Vertolaye, de Faye, etc...

Les moraines de vallée peuvent descendre jusqu'à 1100 ou 1000 m. Certaines ont été trouvées à 900 m.

1.2 - L'héritage des modelés périglaciaires

Les formes héritées des processus périglaciaires sont plus nombreuses et diversifiées que celles héritées des processus glaciaires. Seules les principales, dont l'extension en surface dépasse l'hectare, sont mentionnées ici :

* Niche de nivation

Il s'agit en fait du système

. niche de nivation
. terrasse de gélifluxion

Les deux processus étant associés, l'un pour le remaniement et l'ablation, l'autre pour la redistribution des masses fluides et pateuses.

Les niches de nivation se présentent sous forme de banquettes subhorizontales, d'échelle décamétrique, légèrement inclinées vers l'aval. Elles sont le fruit de congères persistantes parallèles aux courbes de niveau, et peuvent ainsi donner naissance à des versants remodelés en escaliers. Les banquettes, ou terrasses de gélifluxion, se raccordent au versant par une concavité marquée. La banquette est l'accumulation avale des matériaux meubles extraits de la niche de nivation légèrement en amont.

* Terrasse de gélifluxion

Les terrasses de gélifluxion peuvent également s'observer seules, avec un développement hectométrique bien plus important. Ce sont alors des formations d'accumulation de matériaux meubles, de plusieurs centaines de mètres d'extension, dont l'épaisseur peut atteindre trente ou quarante mètres. Elles se forment alors en bas du versant, en des points voisins du Talwegs, et présentent une pente de l'ordre de 8 à 10 %, entre 1200 et 1400 m sur le versant forézien (donc oriental), en général, mais non systèmatiquement en exposition est, dans des matériaux profondément altérés à relief mou. En sont donc exclus tous les reliefs résiduels recouverts d'une couche seulement mince d'altérites.

Les formations décrites dans ce qui suit ne modifient pas visuellement le paysage, mais par le remaniement du matériau original qu'elles induisent, leur diagnostic est essentiel pour estimer correctement la réserve en eau des sols. La conséquence est essentiellement un enrichissement en particules fines, limoneuses et argileuses, des arènes sableuses, donc une amélioration sensible de la réserve en eau des formations meubles qu'elles affectent.

* Arènes litées : ces arènes se présentent sous la forme d'une alternance d'échelle centimétrique de lits ocre rouille, enrichis en limons et fer oxydé, et de lits grossiers sableux. Elles sont en général enracinées à quelques mètres dans un bloc granitique en cours d'altération, où elles sont générées et redistribuées par fauchage.

* Convois limoneux à bloc : ce sont de loin les formations les plus courantes, qui nappent l'ensemble des versants granitiques du Livradois et du Forez dans l'étage montagnard. S'il y avait une formation à reconnaître et retenir, ce serait celle là. Ils se présentent sous forme de blocs de granites sains, enrobés dans une matrice sableuse (l'arène) plus ou moins enrichie de limons, d'épaisseur de l'ordre du mètre.

Plusieurs types de matrices peuvent être distinguées, selon la texture, que l'on peut regrouper en deux grands ensembles, distincts quant à la réserve en eau par mètre d'épaisseur.

* une matrice sablo limoneuse, de loin la plus fréquente, contenant une fraction grossière graveleuse non négligeable, et présentant la texture suivante :

. sable : 40 à 80 %
. limons : 20 à 50 %
. argiles : 2 à 15 %

* une matrice limono sableuse, plus rare, proche, sur le versant, des replats sommitaux et des paliers souvent mince d'environ trente centimètres, et de texture suivante :

. sable : 30 à 50 %
. limons : 50 à 70 %
. argiles : 2 à 10 %

Ces convois sont des matériaux générés par les alternances fréquentes dans l'année de gel/dégel, et, gonflés d'eau, sont redistribués plastiquement sur les versants où ils sont aujourd'hui stabilisés.

Deux autres types d'arènes, non liés à la seule cryoclastie et gélifluxion sont rencontrées :

* Arènes compactées : il s'agit d'arène à forte teneur en argiles, enrichies soit par illuviation soit par néoformation, de texture sablo-argileuse :

. sables : 60 à 80 %
. limons : 2 à 20 %
. argiles : 20 à 30 %.

* Arènes de ruissellement : ce sont des arènes dont la texture est voisine de celle des arènes non remaniées, mais qui sont organisées verticalement en lots successifs, ayant ruisselés, les uns sur les autres, et de texture :

. sables : 70 à 90 %
. limons : 5 à 20 %
. argiles : 2 à 15 %.

La courbe granulométrique est triée lit par lit, et ces arènes se rencontrent fréquemment au dessus de 1200 m.

2 - DISTRIBUTION DES FORMES HERITEES DANS L'ESPACE

Les formes décrites dans le paragraphe précédent sont des héritages de conditions paléoclimatiques froides à la fin du quaternaire. Aussi ne sont elles pas distribuées au hasard dans l'espace, car l'étagement climatique actuel du versant auvergnat du Forez de la Dore à Pierre sur Haute, par exemple, était déjà en place, mais décalé de plusieurs degrés vers le froid, au Würm.

Aussi ces formes s'étagent t'elles selon l'altitude, selon le schéma suivant, qui connaît, comme tout schéma, des simplifications de la réalité.

* Des piedmonts à 800-850 m d'altitude : cette zone est caractérisée par des formes de gélifluxion, et des versants dissymétriques, opposant :

- des versants raides, en exposition est et sud, découpés d'altérites et parsemés de barres et chicots rocheux ;

- des versants adoucis en exposition nord et ouest, recouverts de dépôts de gélifluxion (convoi limoneux à blocs).

Ce sont donc les contreforts du Livradois et du Forez. Ces formations sont plus développées sur le versant forézien du Forez, notamment sur les replats du pays coupé en contrebas des alvéoles et couloirs qui le réunissent aux paliers supérieurs, et moins sur le versant auvergnat, du fait de l'élévation rapide du massif au dessus de la Dore.

* de 850 à 1000-1100 m d'altitude

La dissymétrie des vallées disparaît, et tous les versants sont nappés de convois limoneux à blocs, de façon régulière sur plusieurs kilomètres, voire dizaines de kilomètres. C'est également à ces altitudes qu'apparaissent les arènes litées, formant ainsi l'association tripartite, de bas en haut, sur un profil : arène, arène litée, convoi limoneux à bloc.

Ces nappages sont particulièrement bien représentés en Haut-Livradois, jusqu'au sommet bien qu'il soit supérieur à 1100 m, sur le versant auvergnat du Forez, sur les plateaux orientaux (replats à 1000-1050 m) sur le plateau de la Chaise-Dieu. L'essentiel du Bois Noir en est constitué.

* de 1100 à 1300 m (en Forez)

Les formes sont alors d'origine nivale plus que de gélifluxion, dues à l'accumulation persistante de neige (sous conditions climatiques plus froides qu'aujourd'hui, rappelons le !).

Aussi, une certaine dissymétrie dans les vallées selon une exposition aux vents dominants apparaît, et les formes caractéristiques sont le couple niche de nivation/terrasse de solifluxion. Apparaissent également les arènes de ruissellement, qui relaient les convois limoneux à bloc en altitude, et les arènes compactées.

Sur le versant auvergnat, ces formations montent jusqu'à environ 1350 m, et environ 1250 m sur le versant forézien où elles sont moins développées.

* Au dessus de 1300 m : c'est alors le domaine de l'héritage glaciaire, avec auges, cirques, verrous, moraines et altérites décapées.

LES TYPES DE SOL

Les formations périglaciaires et glaciaires précédentes sont importantes à remarquer car elles discriminent les profondeurs et les textures des formations meubles, donc la réserve en eau des sols. Un autre paramètre est utilisé classiquement dans les études de stations forestières pour déterminer les stations : le niveau trophique des sols, souvent synthétisé par le pH.

Le niveau trophique est en fait lié à la pédogénèse, phénomène actuel de reprise biochimique des formations meubles sous l'action de l'humus créé lors de la revégétalisation des paysages dès la fin des glaciations, par les pins, bouleaux, chênes, hêtres et sapins.

Il sera estimé qualitativement à l'aide des deux paramètres non indépendants :

* le type pédogénétique dans la classification de Duchaufour
* le type d'humus.

En fait, contrairement à ce que l'on peut observer dans les formations périglaciaires, les types de sol sont relativement homogènes et peu diversifiés, appartenant tous à la classe des sols bruns ou peu podzolisés.

L'absence de podzolisation franche est en partie due à la forte teneur en fer et argile des granites altérés, et est un phénomène général dans le Massif-Central, sauf sur les Chirats du Mont Pilat.

Les sols appartiennent à la série des bruns acides, et s'étagent avec l'altitude, comme la végétation. Des sols azonaux existent dans des conditions particulières.

La séquence est alors la suivante :

* sol brun acide
* sol brun ocreux
* sol ocre podzolique
* ranker cryptopodzolique.

Les sols bruns acides se rencontrent jusqu'à l'étage montagnard moyen inclus. Au delà, on trouve dans les étages boisés (hors chaumes) des bruns ocreux ou ocres podzoliques, selon le type de climat. La podzolisation est plus avancée sous influence atlantique ou continentale, et moins sous influence médio-européenne.

Les sols azonaux les plus fréquents sont les suivants :

* sol brun mésotrophe, voire eutrophe
* ranker d'érosion
* sols hydromorphes : - pseudogleys
  - gleys
  - tourbe

Ils correspondent aux situations topographiques suivantes :

* colluvium de bas de pente avec enrichissement en bases par lèxiviation pour les sols bruns mésotrophes et eutrophes. Parfois, l'exceptionnelle richesse en base de certaines diorites quartziques pauvres en quartz et riches en plagioclases favorise la formation de tels sols,

* pentes raides d'arènes décapées et non remaniées pour les rankers d'érosion,

* dépressions hydromorphes et leurs bordures au fond des alvéoles pour les sols hydromorphes. Parfois, à mi-versant d'une alvéole, pour une raison probablement due aux écoulements complexes liés à la redistribution des argiles dans les convois limoneux sous l'action gravitaire du lessivage, et à des niveaux de sources, des plages hydromorphes pouvant atteindre un hectare se rencontrent : l'hydromorphie n'est pas systématiquement cantonnée aux fonds de dépressions.

Les dépressions jusqu'à 1 250 m d'altitude sont en générale exploitées pour l'élevage, alors que celles des étages supérieurs sont des tourbières.

ESQUISSE BIOGEOGRAPHIQUE

L'esquisse biogéographique du Livradois Forez est présentée autour de deux axes : l'histoire des flores d'après l'analyse des tourbières, et la précision des grands cortèges floristiques présents aujourd'hui. Le lien entre ces deux axes ne peut être présenté, car il obligerait à une étude géobotanique de l'ensemble du Massif-Central.

1 - HISTOIRE DE LA RECONQUETE VEGETALE APRES LES GLACIATIONS

Cette histoire reconstruite d'après l'analyse pollinique dans les tourbières, montre un massif très semblable aux autres massifs hercyniens européens sud-occidentaux, caractérisés par un étage culminal à Chaumes et un étage montagnard à hêtraie-sapinière, que sont le Morvan et les Vosges.

Cependant des nuances peuvent être décelées, non seulement entre massifs, mais y compris au sein du Massif-Central et du Livradois Forez. Ces différences n'apparaissent qu'au subboréal. Aussi, la description des phases antérieures sera t'elle commune à l'ensemble du Livradois Forez.

Les dates sont données B.P. (Before Present), c'est à dire par convention depuis 1950 J.C. (à rebours) : il faut donc retrancher environ 2000 ans pour avoir les dates du calendrier, en nombre d'années avant J.C.

Pour les périodes froides, il faut distinguer la montagne des limagnes, ces dernières servant alors de refuge proche à tout une flore qui peut s'exprimer à nouveau sur la montagne dès le réchauffement ultérieur.

* Dryas ancien :	13000 à 12000 B.P. Montagne : absence de forêts ; steppes et toundras Limagnes : boquetaux de pins, bouleaux, chênes et noisetiers.
* Alleröd :	12000 à 11000 B.P. Ascension des bouleaux et pins jusqu'à 1000 m sur les flancs des montagnes.
* Dryas récent :	11000 à 10000 B.P. Montagnes : steppes et toundras Limagne : steppes à graminées et composées marécages boquetaux de noisetiers, pins, bouleaux.
* Préboréal :	10000 à 9000 B.P. Marque le début de la conquête forestière définitive Pins et bouleaux.
* Boréal :	9000 à 7000 B.P. Remontée des noisetiers, chênes et ormes
* Atlantique :	7000 à 4500 B.P. Marque l'optimum climatique où la chênaie remontait par endroits jusqu'à 1300 m chêne, orme, tilleuil.

Au subboréal (4500 B.P.), les massifs s'individualisent selon l'ordre d'apparition, dans l'étage montagnard, du hêtre et du sapin. Plus qu'un changement climatique marqué, l'arrivée du hêtre et du sapin, très brutale dans les tourbières, reflèterait un état de la dynamique des peuplement forestiers.

Quatre types d'évolution ont été reconnus dans le Massif-Central, résumés dans le tableau ci-dessous :

Sapin	Sapin puis Hêtre	Hêtre puis Sapin	Hêtre
Cézallier sud	Mont-Dore S et O	Bois Noirs	Madeleine
Cantal		Livradois	Mont-Dore E et N
Pilat	Artense	Forez	Cézallier N
Mézenc	(Vosges)	Plateaux granitiques	Aubrac Margeride

* Actuel : période historique

Les tourbières reproduisent alors la dynamique de l'occupation humaine, perceptible à des dates différentes.

Forez : colonisation romaine
Millevaches : âge du fer
Cévennes : âge du bronze
Livradois : moyen-âge.

Les principales conséquences en sont, au niveau de la composition des pollens des tourbières :

- la régression du hêtre et du sapin
- l'apparition des espéces de landes et prairies : callunes, graminées, composées, ombellifères
- l'apparition d'espèces cultivées : céréales, noyers, châtaignier
- l'apparition d'espéces rudérales : plantains, chénopodiacées.

Remarquons également que, à l'atlantique, lors de l'extension de la chênaie mixte, les sommets du Forez étaient couverts d'une végétation du type nardaie subalpine (nardetelia).

Il est aujourd'hui reconnu que, climatiquement, le pin sylvestre est partout en régression mais l'évolution post-boréale du Massif-Centrel s'est faite sur une partition géographique que l'on peut encore reconnaître de nos jours :

. optimum marqué du noisetier et du tilleul dans les parties océaniques occidentales

. dominance du pin, aujourd'hui en régression, dans les parties méridionales continentales

. quasi- absence du sapin dans les parties méridionales.

Seul le Forez a présenté du pin à crochet dans l'étage subalpin : bien que des sites leurs soient favorables, l'épicéa, le mélèze et le cembro n'ont pu franchir le sillon rhodanien.

2 - PRINCIPAUX CORTEGES FLORISTIQUES

Ces différentes oscillations climatiques ont permis l'installation de plusieurs cortèges floristiques, certains se développant lors de réchauffements à partir des marges plus chaudes (Bassin Aquitain, Bassin méditerranéen) ou d'abris épargnés partiellement dans les limagnes, d'autres au contraire progressant lors de refroidissements.

On peut ainsi distinguer sommairement :

* Cortège eurosibérien, qui est le fond commun de l'Europe non méditerranéenne, et le fond majoritaire des étages collinéens et montagnards du Livradois-Forez, tant pour les groupements aquatiques, rupicoles, prairiaux que forestiers.

* Cortège boréo-montagnard, d'aire actuelle circum-boréale, avec quelques ilôts dans les montagnes des latitudes plus basses. Aussi ces espèces se localisent elles dans les stations froides, humides ou aquatiques (ruisseaux, niveaux de sources et tourbières) des étages montagnards et subalpins, les groupements rupicoles de versant nord et froid, ou les combes à neige.

* Cortège subalpin, abondant dans l'étage subalpin des Alpes. Des espèces ligneuses, seul le pin à crochet est naturel en Livradois-Forez, et dans le Massif-Central en général. Les autres espèces ont été arrêtées par le sillon rhodanien (mélèze, pin cembro, épicéa), et sont également absentes dans les Pyrénées. Aussi, le cortège floristique est il absent des peuplements de hêtres et sapins, mais bien représenté dans les formations ouvertes de l'étage montagnard ou subalpin : mégaphorbiaies, landes à myrtille, genêt et génévriers, ou pelouses à nard raide. Les chaumes du Forez, autour de Pierre sur Haute, sont riches en telles espèces.

* Cortège méditerranéo-montagnard : sous cette appellation, on regroupe un ensemble en fait hétérogène d'espèces localisées principalement dans les chaînes voisines du pourtour méditerranéen, péninsule ibérique comprise. Dans le Massif-Central, ces espèces ne se trouvent en association forestière que dans les massifs méridionaux (Montagne Noire, Cévennes,...) et on les trouve en Livradois Forez aux expositions sèches et chaudes en été des étages montagnards et subalpins, dans des formations ouvertes : pelouses à brachypodes, landes à genêt purgatifs, etc...

* Cortège subméditerranéen : plusieurs massifs élevés (Hautes Cévennes, Margeride) établissent une barrière solide pour arrêter la progression des espèces méditerranéennes. Aussi est ce par une voie détournée, celle de la remontée par le sillon rhodanien et les vallées s'ouvrant sur le bassin aquitain, que quelques espèces subméditerranéennes ont pénétré en Auvergne, où la Limagne a servi de centre secondaire de dispersion. Ces espèces (350 ont été recensées en Limagne par Lucquet), sont en fait lati-méditerranéennes, et non subméditerranéennes sensu-stricto. Le développement de ce cortège daterait de l'atlantique et se serait poursuivi dans les temps actuels en suivant les échanges liés aux activités agro-pastorales, notamment par les drailles. Aussi ces espèces sont en majorité messicoles et rudérales.

* Cortège atlantique : se développant clairement à partir de l'ouest du Massif-Central, ce cortège s'appauvrit en espèces au fur et à mesure que l'on progresse vers l'est : seules quelques espèces d'affinité atlantique parviennent en Livradois-Forez, où elles entrent dans la composition de groupements acidiphiles à forte humidité atmosphérique, dans les étages

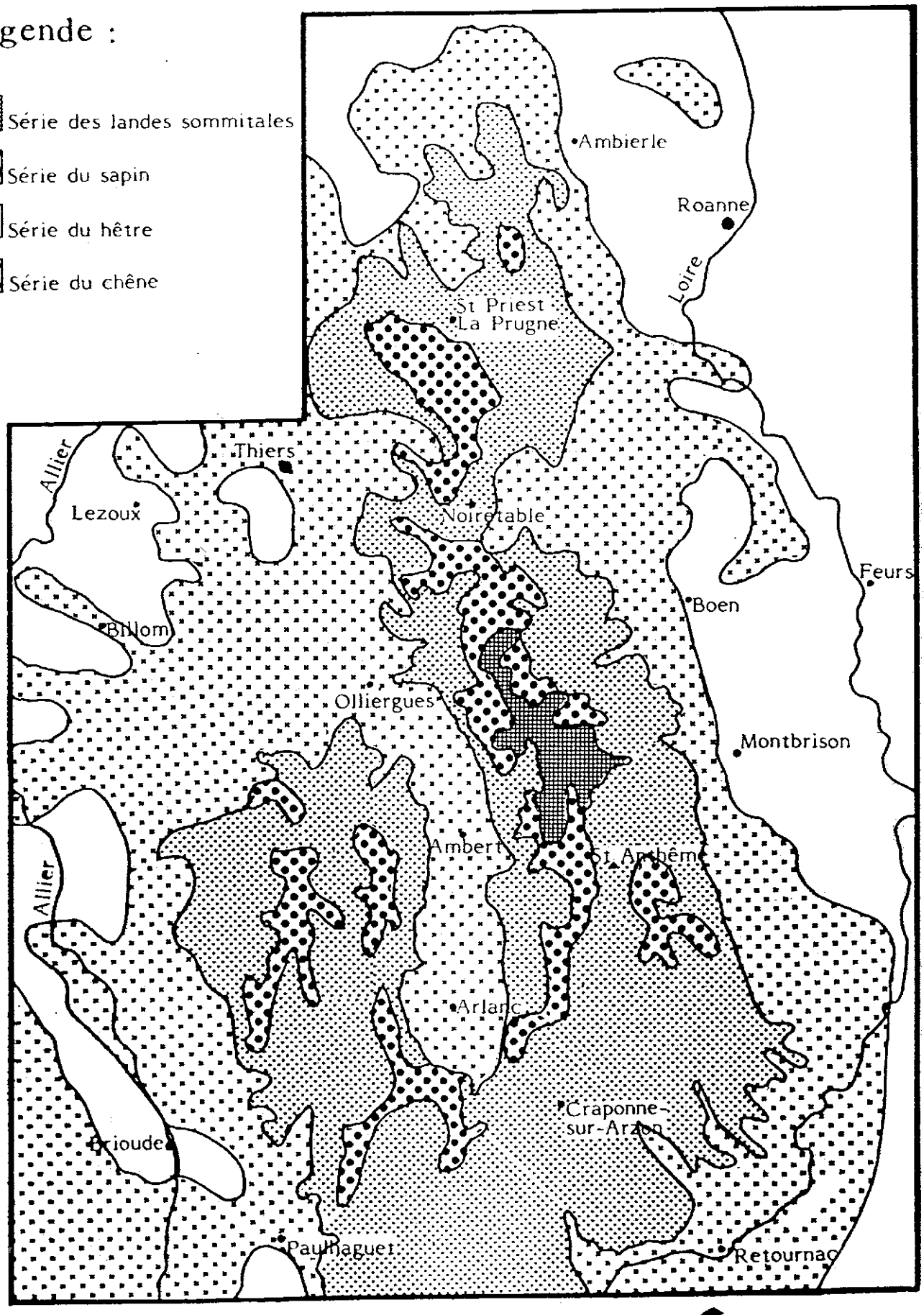
collinéens et montagnards. Le froid les limite en altitude. Certaines s'arrêtent en Livradois-Forez, comme Scilla lilio-hyacinthus et Euphorbia hyberna. D'autres s'étendent jusqu'aux Monts du Lyonnais et du Beaujolais, comme Erica cinerea, Ulex nanus, Genista anglica.

Le développement optimum de ce cortège se situe à l'Atlantique, où il se développait à partir de zones refuges parfois profondément infiltrées dans le Massif-Central, notamment dans le Cantal. Contrairement au cortège subméditerranéen, qui s'est développé au même moment (Atlantique), ce cortège est aujourd'hui en régression.

CARTE DE LA VEGETATION

LIVRADOIS - FOREZ

D'après carte du CNRS



CEMAGREF

D E U X I E M E P A R T I E

CLES POUR UNE TYPOLOGIE

SOMMAIRE DE LA DEUXIEME PARTIE

1-LES STATIONS SUR GRANITES

Dans ce paragraphe, nous reprenons l'ensemble des informations fournies dans les paragraphes précédents afin de les transcrire en informations efficaces pour le diagnostic des stations forestières.

1.1 Mise en place des granites

Les granites du Livradois-Forez sont tous rattachés à l'orogénèse hercynienne, et leur mise en place date d'il y a 330 à 280 millions d'années .

Géologiquement, ces granites peuvent avoir deux origines :

- soit ils sont formés par le refroidissement du magma lors de son ascension dans la lithosphère, par une sorte de cristallisation fractionnée due aux variations de température et de pression.

  La composition initiale du magma peut être considérée comme homogène, et les différents types pétrographiques de granite sont attribués à des vitesses d'ascension, donc de cristallisation, différentes : un magma d'ascension lente permettra le développement de phénocristaux ; un magma d'ascension rapide produira un leucogranite à grains fins.

- soit ils sont formés par évolution poussée par métamorhisme général d'anciennes séries sédimentaires pélitiques ou gréseuses. On parle alors de granites d'anatexie ou d'anatexites ou de migmatites.

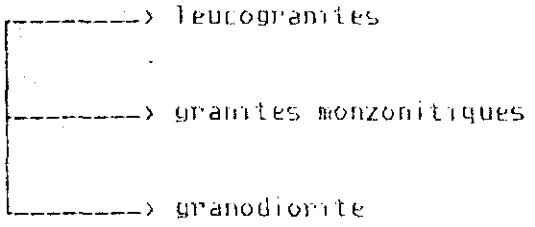
Plusieurs phases de granitisation post-hercynienne ont été reconnues et datées par les géologues, qui fournissent autant de types de granites que, selon Didier et Lameyre, on peut regrouper en trois types fondamentaux vis à vis de la pétrographie :

- les granodiorites, très riches en éléments ferro-magnésiens et en plagioclases,

- les granites monzonitiques, à éléments ferro-magnésiens,

- les leucogranites, siliceux.

D'où la première clé :



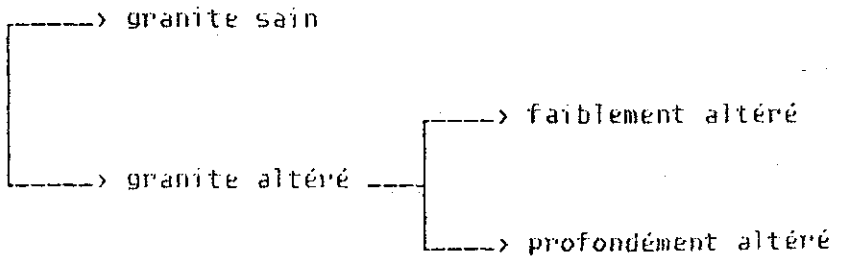
1.2 Altération tertiaire

Il y a environ 30 à 10 MA régnait sur le Massif Central un climat tropical humide. Dans ces conditions de chaleur et d'humidité, l'altération du granite se faisait par hydrolyse poussée. Cette hydrolyse s'est poursuivie notamment à la charnière tertiaire / quaternaire par hydrolyse ménagée.

La profondeur du front d'altération est fonction, outre la position topographique, de la composition minéralogique, la texture, la fisssuration, du grain du granite. Cette énumération n'est pas exhaustive, mais vise à montrer l'extrême complexité du processus d'altération. Ces arènes, crées sous climat tropical humide et tempéré chaud, ont ensuite été, en totalité ou en partie, déblayées sous des climats plus secs fini-tertiaires. Ainsi, par l'intensité variable tant de l'altération que de l'ablation des altérites, la profondeur du manteau d'arène aujourd'hui en places peut être très variable, dans une fourchette de 0 à 10 m.

La texture de l'arène ainsi formée est sableuse, voire sablo-graveleuse.

D'où une nouvelle clé pour l'altération :



La conséquence de l'épaisseur du manteau d'arènes sur la fertilité forestière est immédiate, car c'est l'arène qui constitue le matériau meuble susceptible d'être prospecté par les racines.

1.3 Evolution quaternaire

A l'issue de la dernière glaciation würmienne, vers 12 000 à 10 000 B.P., les conditions climatiques étaient périglaciaires, c'est à dire analogues à peu près à celles régnant de nos jours au Groenland non englacé. L'agent le plus efficace d'altération des roches ou d'évolution des matériaux était alors la cryoclastie, par alternances nombreuses et quotidiennes de gel nocturne et dégel diurne, plus de 200 jours par an . Les arènes de texture sableuse ont ainsi été broyées en un matériau de texture sablo-limoneuse à limono-sableuse qui, par fluage lorsque gorgé d'eau, s'est redistribué le long des versants selon les accidents de la topographie. Ce sont les convois limoneux à blocs.

C'est par l'épaisseur des convois limoneux à blocs que se discriminent les stations, car c'est dans cet horizon meuble, d'origine physique cryoclastique et non biochimique de pédogénèse, qu'est située la réserve en eau des sols. Ainsi, toute l'économie de l'eau, à pluviosité égale, est gouvernée par l'épaisseur et la texture du convoi limoneux à blocs et la position topographique.

Si la texture, au mieux limono-sableuse, n'est pas idéale pour la réserve en eau par mètre linéaire d'épaisseur, cette faiblesse peut être compensée par l'épaisseur de ce matériau, qui peut atteindre 1,50 m.

D'où la clé selon la profondeur du convoi limoneux à blocs :

- convoi absent
- convoi d'épaisseur
  - faible (< 30 cm)
  - moyenne (< 60 cm)
  - forte (<100 cm)
  - très forte (>100 cm)

Et le tableau récapitulatif suivant des différents paramètres utilisés pour le diagnostic des stations forestières.

Elément	Description	Code
roches	leucogranite granites monzonitiques granodiorites	1 2 3
matériau	granite sain granite faiblement altéré granite fortement altéré	0 1 2
matériau remanié (convoi limoneux)	non convoi mince convoi d'épaisseur moyenne convoi épais convoi très épais	0 1 2 3 4

2-STATIONS SUR ROCHES METAMORPHIQUES

2.1 Mise en place des roches métamorphiques

Les roches métamorphiques sont d'anciennes roches sédimentaires, qui ont subi une transformation double :

* recristallisation
* acquisition de textures et strucrures particulières

par élévation de températures et pression.

2.2 Nature des roches métamorphiques

Les roches métamorphiques rencontrées en Livradois-Forez sont toutes issues d'anciennes séries sédimentaires pélitiques (argiles) ou siliceuses (grès, sables), et se distinguent entre elles par l'intensité du métamorphisme.

On distingue notamment les granites d'anatexie, forme ultime du métamorphisme, les gneiss et micaschistes. Il n'y a pas de schistes en Livradois-Forez.

Les micaschistes ont été choisi comme roche métamorphique type, car ils représentent un pôle de type d'altération aussi important que celui des granites. Chaque famille de roche métamorphique, (schiste, gneiss, anatexite) peut alors se rattacher soit au pôle granite, soit au pôle micaschiste, à l'exception peut-être des schistes -ardoisiers, très argileux et faiblement métamorphisés, mais absents du Livradois Forez.

Dans quasiment l'ensemble des cas rencontrés, l'altération des roches métamorphiques, y compris les granites d'anatexie, se rattache au pôle "micaschistes".

Dans un premier temps, les différentes roches seront discriminées de la façon suivante :

Schistes.....1
Micaschistes.....2
Gneiss.....3
Granite d'anatexie.....4

La codification des schistes a été conservée, bien qu'ils soient absents du Livradois Forez, afin d'assurer une certaine homogénéité des notations à l'échelle du Massif Central.

Ces différentes roches se reconnaissent sur le terrain par une clé faisant appel aux minéraux que l'on peut reconnaître à l'oeil nu. Ces minéraux se présentent dans les roches métamorphiques sous forme de cristaux, et sont :

- le mica
- le feldspath
- le quartz.

Une clé pratique de reconnaissance des minéraux et des roches est présentée ci-après.

Clé de reconnaissance des minéraux

1-Minéraux clairs

2-Gris, vitreux, aspect de gros sel
Pas de face qui réfléchisse la lumière
Raye fortement le verre.....Quartz

2-Blanchâtre, rosé, verdâtre
Des faces qui réfléchissent la lumière
Raye faiblement le verre.....Feldspath

2-Blanc brillant
Clivable en fines lamelles transparentes.....Mica blanc

1-Minéraux noirs

3-Clivables en fines lamelles noirâtres.....Mica noir

3-Non clivable en fines lamelles
Aspect en baguette
Parfois vert foncé.....Amphibole

3-Non clivable en fines lamelles
Non à l'aspect de baguette
Forme plutôt trapue
Parfois vert foncé.....Pyroxène

1-Minéraux rouges

4-Rouge grenat
Aspect globuleux
Contour polygonal.....Grenat

Clé de détermination des roches

1-Cristaux disposés en lits minces
et parallèles (feuillets)

2-Feuillets très fins et semblables,
souvent soyeuse
Pas de cristaux de quartz visibles
à l'oeil nu.....Schiste

2-Feuillets plus ou moins fins,
riches en mica noir ou blanc
Grains de quartz visibles à
l'oeil nu
Pas de cristaux de feldspath
visibles à l'oeil nu.....Micaschiste

2-Lits alternativement sombres
et clairs
Cristaux de feldspath visibles
à l'oeil nu.....Gneiss

1-Cristaux non disposés en lits minces,
jointifs.....Granite

2.3 Altération des roches métamorphiques

Les micaschistes ont également subi deux phases d'altération qui se sont succédées dans le temps :

* phase d'argillisation sous climat tropical tertiaire, dont il reste peu de traces,

* délitage par cryoclastie.

Contrairement aux granites qui, très souvent, restent couverts de manteaux d'arène, les micaschistes ont quasi systématiquement perdu leur couverture tertiaire argileuse. Seule subsiste en cas d'altération un manteau plus ou moins épais de matériaux formés par cryoclastie sous des conditions climatiques froides. La texture de ce matériau peut varier selon la roche, de sablo-limoneux sur anatexites à limono-argileux sur micaschistes.

Cette cryoclastie a utilisé les lignes de faiblesse de la roche que sont les anciens lits de sédimentation, d'où une altération quasi systématique en plaquettes.

Les roches métamorphiques étant d'origine sédimentaire, le pendage des couches est un élément crucial du bilan d'eau si le manteau des formations superficielles est peu épais.

La fracturation des micaschistes peut prendre plusieurs aspects :

- la roche saine, non altérée,

- la roche seulement fracturée, où l'altération se présente sous forme de fissures,

- la roche fracturée délitée, où l'espace entre les fissures se délite en blocs ou plaquettes, donnant parfois au profil l'aspect d'un mur en pierres sèches,

- la roche altérée enfin, recouverte de matériaux fins.

D'où la clé le tableau récapitulatif suivant des différents paramètres utilisés pour le diagnostic des stations forestières :

Elément	Description	Code
Roche	schiste	1
	micaschiste	2
	gneiss	3
	granite d'anatexie	4
Altération	non altéré	0
	fracturé	1
	fracturé/délité	2
	altéré	3
Pendage	non observable	0
	conforme	1
	inverse	2
Matériau (épaisseur)	absent	0
	épaisseur < 30 cm	1
	épaisseur < 60 cm	2
	épaisseur < 100 cm	3
	épaisseur > 100 cm	4
	variable	5

Dans ce tableau, la texture du matériau n'a pas été reprise, car elle est sous l'étroite dépendance de la roche mère.

3-EVOLUTION HOLOCENE SUR GRANITES OU ROCHES METAMORPHIQUES

L'Holocène est la période géologique commencée au tardiglaciaire würmien qui se poursuit de nos jours et où, du point de vue des conséquences pour les stations forestières, se sont développés par pédogénèse les sols et installés par migrations la flore que l'on observe sous nos yeux aujourd'hui.

La pédogénèse sur substrat géologique cristallin et cristallophyllien dans le Massif Central est bien connue : hors hydromorphie, les types de sol rencontrés sont les suivants :

- sols bruns
  - brun eutrophe
  - brun acide
  - brun ocreux
- sols podzolisés
  - ocre podzolique
- ranker
  - ranker cryptopodzolique
  - ranker d'érosion

Avec l'observation complémentaire du type d'humus, le type pédogénétique fournit un diagnostic complémentaire du niveau trophique. Le type d'humus est indispensable car, outre qu'il participe à l'établissement du type pédogénétique et à l'estimation du niveau trophique, c'est la seule source d'azote pour le sol.

La clé pour les humus peut être présentée comme suit:

Clé de reconnaissance des humus

1-Présence d'un horizon H

2-Transition entre H et A nette.....Mor
2-Transition peu nette et graduelle.....Moder

1-Absence d'un horizon H

3-Présence d'un horizon F bien développé...Mull/moder
3-Horizon F absent ou faiblement développé

4-Horizon F faiblement développé.....Mull acide
4-Absence d'horizon F

5-Litière épaisse et développée.....Mull mésotrophe
5-Litière peu épaisse.....Mull eutrophe

D'où le tableau récapitulatif :

sol	lithosol	LS	0
	ranker d'érosion	RE	1
	brun eutrophe	BE	2
	brun acide	BA	3
	brun ocreux	BO	4
	ocre podzolique	OP	5
	ranker cryptopodzolique	RC	6
humus	absent (roche affleurante)		0
	mor		1
	moder		2
	mull-moder		3
	mull acide		4
	mull mésotrophe		5
	mull eutrophe		6

4-DEFINITION ET DESCRIPTION DES STATIONS

Ainsi, la station se décrit par la superposition, de bas en haut, des éléments suivants :

* roche mère
* matériau
* matériau remanié
* sol

et la description de cette unité permet l'évaluation qualitative sur le terrain de la réserve en eau par la nature et l'épaisseur du matériau et du niveau trophique par le type pédogénétique qui intègre la type d'humus.

Les stations ainsi décrites sont en très grand nombre, et, pour nombre d'entre elles, on ne saurait les distinguer vis à vis des conséquences forestières. Ainsi, deux stations du même secteur climatique, caractérisées par la même réserve en eau et le même niveau trophique, peuvent recevoir un ou plusieurs mêmes traitements sylvicoles.

Cela recouvre la notion de station forestière finalisée vers la potentialité.

Les différentes clés présentées ci-dessus se combinent entre elles, selon un schéma présenté ci-après.

5-CLE DES STATIONS

5.1 Présentation et utilisation des clés

La clé des stations ne reprendra pas directement l'ensemble des combinaisons possibles des différents facteurs ci-dessus. En effet, importent essentiellement pour un choix rationnel des essences la connaissance du niveau trophique et de la réserve en eau, quelles que soient les combinaisons de sols et de matériaux qui peuvent conduire à ces niveaux. De plus, dans la notion de station, intervient également le climat.

Aussi, afin de ne pas compliquer la clé par une imbrication entre des facteurs climatiques et une multiplicité de facteurs édaphiques, la clé pour l'ensemble de la région Livradois-Forez est divisée en deux, l'une pour la réserve en eau, et l'autre générale.

Ces deux clés doivent être utilisées séquentiellement, à savoir qu'il faut :

1-Déterminer la réserve en eau par la clé pour la réserve en eau

2-Déterminer le niveau trophique par la clé pour le niveau trophique

3-Utiliser la réserve en eau et le niveau trophique comme paramètres pour la clé générale, avec les simplifications suivantes :

* A ou B : Réserve forte
* C : Réserve moyenne
* D ou E : Réserve faible

* eutrophe et mésotrophes assimilés à eutrophe.

Les deux clés sont présentées ci-après.

5.2 Clé pour la réserve en eau

1-Granites
  2-Roche non altérée.....Asylvatique
  2-Roche altérée
    3-Arène absente .....E
    3-Arène présente
      4-Convoi limoneux absent
        5-Arène superficielle.....E
        5-Arène bien développée.....D
      4-Convoi limoneux ≤ 30 cm
        6-Arène superficielle.....D
        6-Arène bien développée.....C
      4-Convoi limoneux ≤ 60 cm.....C
      4-Convoi limoneux ≤ 100 cm.....B
      4-Convoi limoneux ≥ 100 cm.....A
1-Roche métamorphique
  7-Matériau absent
    8-Roche non altérée.....Asylvatique
    8-Roche fracturée ou délitée
      9-Pendage conforme.....E
      9-Pendage inverse.....D
    8-Roche altérée.....D
  7-Matériau ≤ 30 cm
    10-Roche non altérée ou fracturée.....D
    10-Roche délitée ou altérée
      11-Pendage conforme.....D
      12-Pendage inverse.....C
  7-Matériau ≤ 60 cm
    12-Roche non altérée ou fracturée.....C
    12-Roche délitée ou altérée.....B
  7-Matériau ≤ 100 cm
    13-Roche non altérée.....B
    13-Roche fracturée
      14-Pendage conforme.....B
      14-Pendage inverse.....A
    13-roche délitée ou altérée.....A
  7-Matériau ≥ 100 cm.....A

Simplifications:

Réserve utile fiable : D & E
Réserve utile moyenne : C
Réserve utile forte : A & B

5.3 Clé pour le niveau trophique

Clé des types d'humus :

1-Présence d'un horizon H
  2-Transition entre H et A nette.....Mor
  2-Transition peu nette et graduelle.....Moder
1-Absence d'un horizon H
  3-Présence d'un horizon F bien développé...Mull/moder
  3-Horizon F absent ou faiblement
    développé
    4-Horizon F faiblement développé.....Mull acide
    4-Absence d'horizon F
      5-Litière épaisse et développée.....Mull mésotrophe
      5-Litière peu épaisse.....Mull eutrophe

Liens entre types d'humus et niveaux trophiques :

* Mull eutrophe : Sol eutrophe

* Mull mésotrophe : Sol mésotrophe

* Mull acide : Sol oligotrophe
  mull / moder : Sol oligotrophe
  moder : Sol oligotrophe
  mor : Sol oligotrophe

Regroupements :

Dans la clé des stations, les niveaux eutrophes et mésotrophes ont été regroupés, et nommés, certes improprement, "eutrophes".

5.4 Clé générale des stations

1-Etage subalpin.....01

1-Etage montagnard supérieur.....02

1-Autres étages

2-Réserve en eau faible
3-Etage montagnard moyen.....03
3-Autres étages.....08

2-Réserve en eau moyenne
4-Etage montagnard moyen.....04
4-Etage montagnard inférieur
5-Secteur médioeuropéen.....09
5-Secteur (sub)atlantique.....10
4-Etage collinéen
6-Secteur médioeuropéen.....14
6-Secteur (sub)atlantique.....15

2-Réserve en eau forte

7-Etage montagnard moyen
8-Secteur médioeuropéen.....05
8-Secteur (sub)atlantique
9-Sol oligotrophe.....06
9-Sol eutrophe.....07

7-Etage montagnard inférieur
10-Secteur médioeuropéen.....11
10-Secteur (sub)atlantique
11-Sol oligotrophe.....12
11-Sol eutrophe.....13

7-Etage collinéen
12-Sol eutrophe.....17
12-Sol oligotrophe
13-Secteur médioeuropéen.....16
13-Secteur atlantique.....15

1-Dépression hydromorphe.....18

Les stations peuvent être classées dans le tableau ci-après, qui permettra d'en comprendre la clé générale :

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Etage / /Secteur</th><th rowspan="2">RU faible (D & E)</th><th rowspan="2">RU moyenne (C)</th><th colspan="2">RU forte (A & B)</th></tr>
<tr><th>Oligotroph</th><th>Eutrophe</th></tr>
<tr><td colspan="2">Subalpin</td><td colspan="4">01</td></tr>
<tr><td colspan="2">Montagnard Supérieur</td><td colspan="4">02</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Mont. moyen</td><td>Médio Europ</td><td rowspan="2">03</td><td rowspan="2">04</td><td colspan="2">05</td></tr>
<tr><td>Atlantique</td><td>06</td><td>07</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Mont. Inf.</td><td>Médio Europ</td><td rowspan="4">08</td><td>09</td><td colspan="2">11</td></tr>
<tr><td>Atlantique</td><td>10</td><td>12</td><td>13</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Collinéen</td><td>Médio Europ</td><td>14</td><td>16</td><td rowspan="2">17</td></tr>
<tr><td>Atlantique</td><td colspan="2">15</td></tr>
</table>

Dépression hydromorphe	18

6-VOCABULAIRE

NB : Afin que les quelques termes techniques contenus dans ce chapitre puissent être compris et maitrisés, il nous a semblé utile de joindre un dictionnaire. La précision et la clarté des définitions étant le facteur essentiel de son efficacité, il était dès lors plus simple et juste de reproduire les définitions du "Dictionnaire de géologie, par A. FOUCAULT et J.-F. RAOULT, aux éditions MASSON, 2ième Ed., 1984". Les définition ainsi reproduites sont indiquées par une astérisque "**[*]**".

Anatexie [*] : Processus par lequel des roches du métamorphisme général, soumises à des températures de plus en plus fortes, subissent une fusion partielle, donnant des **migmatites**, puis une fusion totale ou presque, donnant un magma, dont la cristallisation donnera un **granite d'anatexie**.

Arène [*] : sable grossier résultant de l'altération sur place des roches granitiques et métamorphiques riches en quartz et feldspaths.

Convoi limoneux : formation meuble de texture dominante limoneuse recouvrant par places l'arène

Gneiss [*] : Roche métamorphique du métamorphisme général, le plus souvent à grain moyen ou grossier, à foliation souvent nette, caractérisée par des lits généralement de teintes sombres, riches en minéraux ferromagnésiens (micas, amphiboles, ...) alternant avec des lits clairs de quartz et de feldspaths, ces derniers nombreux et visibles à l'oeil nu (différence d'avec les micaschistes).

Granite [*] : Roche magmatique plutonique très commune, grenue, de teinte claire, dont les minéraux essentiels sont constitués pour 80 % de : quartz, feldspath et plagioclase.

Granite d'anatexie : Voir "anatexie"

Matériau : couche de formations meubles, pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur, issue de l'altération des roches. Perméable aux racines. A ne pas confondre avec le sol.

Métamorphisme [*]: Transformation d'une roche à l'état solide du fait d'une élévation de température et/ou de pression, avec cristallisation de nouveaux minéraux et acquisition de textures et structures particulières, sous l'influence de conditions physiques et/ou chimiques différentes de celles ayant présidé à la formation de la roche originelle.

Micaschiste [*] : Roche métamorphique à grain généralement moyen, à schistosité et foliation marquées, riche en lamelles de mica visibles à l'oeil nu, d'où un débit facile en plaquettes.

Pendage [*] : Angle entre une surface (souvent une couche sédimentaire) et un plan horizontal. Le pendage n'est pas l'angle entre une surface et la surface topographique.

Pendage conforme : se dit du pendage lorsque les couches sont plus ou moins parallèles à la surface topographique.

Pendage inverse : se dit du pendage lorsque les couches sont plus ou moins perpendiculaires à la surface topographique.

Réserve utile : quantité d'eau dans le sol facilement utilisable par les plantes.

Roche délitée : Roche fracturée où l'espace entre les fissures se délite en blocs ou plaquettes, donnant parfois l'aspect de mur en pierres sèches.

Roche fracturée : Roche où l'altération se présente sous l'aspect de simples fissures

Sol : Matériau ayant évolué ou s'étant formé par un processus biochimique, c'est à dire impliquant des êtres vivants. Cette définition est plus restrictive que celle couramment rencontrée dans d'autres catalogues, où le sol se confond avec le matériau.

T R O I S I E M E P A R T I E

TYPOLOGIE

CODIFICATION DES STATIONS

Les stations issues de la clé précédente sont codées par un code à quatre chiffres :

"ab-cd"

où :

- "a" représente l'étage de végétation, codé :

  1 : subalpin
  2 : montagnard supérieur
  3 : montagnard moyen
  4 : montagnard inférieur
  5 : collinéen

- "b" représente le secteur climatique, codé :

  1 : médio-européen
  2 : subatlantique et atlantique

- "c" représente la réserve utile, codée :

  1 : faible
  2 : moyenne
  3 : forte

- "d" représente le niveau trophique, codé :

  1 : oligotrophe
  3 : mésotrophe et eutrophe

Par exemple, la station "32-33" représente :

- étage : montagnard moyen
- secteur : subatlantique et atlantique
- réserve utile : forte
- niveau trophique : mésotrophe ou eutrophe

Ainsi, cette codification permet, par sa simple lecture, d'appréhender les caractéristique climatiques et édaphiques de la station.

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 01 Code :12-X1

Etage de végétation : Subalpin
Secteur climatique : Atlantique

Réserve utile : variable
Type de sol : ranker alpin
Niveau trophique : faible

Roche mère : granite
Matériau : variable

Facteur limitant : froid, vent

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	néant	néant

Sensibilité : vent

Intérêt biologique : pelouses subalpines, tourbières

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 02 Code : 21-X1

Etage de végétation : montagnard supérieur
Secteur climatique : atlantique

Réserve utile : variable
Type de sol : ranker cryptopodzolique
Niveau trophique : oligotrophe

Roche mère : granite
Matériau : variable

Facteur limitant : froid, vent

	Résineux	Feuillus
Essences proposées	Epicea commun Pin à crochet	

Sensibilité : vent

Intérêt biologique : lisières, hêtraies subalpines

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 03 Code : 3X-11

Etage de végétation : montagnard moyen
Secteur climatique : indifférent

Réserve utile : faible
Type de sol : RE, OP, BO, BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène sableuse

Facteur limitant : réserve en eau

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Pin sylvestre Epicéa commun	

Sensibilité : podzolisation sous épicéa

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 04 **Code :** 3X-21

Etage de végétation : montagnard moyen
Secteur climatique : indifférent

Réserve utile : moyenne
Type de sol : OP, BO,,BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène remaniée d'épaisseur moyenne

Facteur limitant : réserve en eau, altitude

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin pectiné Epicéa commun	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 05 Code : 31-31

Etage de végétation : montagnard moyen
Secteur climatique : médioeuropéen

Réserve utile : forte
Type de sol : OP, BO,,BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : niveau trophique, précipitations

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin pectiné Epicéa commun Mélèze d'Europe	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 06 **Code :** 32-31

Etage de végétation : montagnard moyen
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : forte
Type de sol : OP, BO,,BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : niveau trophique

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin pectiné Epicéa commun Epicéa de Sitka Douglas Mélèze Europe Mélèze Japon	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 07 **Code :** 32-33

Etage de végétation : montagnard moyen
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : forte
Type de sol : BE
Niveau trophique : eutrophe

Roche mère : granodiorite
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : altitude

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin pectiné Epicéa commun Epicéa de Sitka Douglas Mélèze Europe Mélèze Japon	Erable sycomore Merisier

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 08 — Code : 4X-11, 5X-11

Etage de végétation : montagnard inférieur ou collinéen
Secteur climatique : indifférent

Réserve utile : faible
Type de sol : RE, BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène sableuse

Facteur limitant : réserve en eau

Essences proposées	Résineux	Feuillus
-	Pin sylvestre Pin laricio	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 09 Code : 41-21

Etage de végétation : montagnard inférieur
Secteur climatique : médioeuropéen

Réserve utile : moyenne
Type de sol : BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène remaniée d'épaisseur moyenne

Facteur limitant : réserve en eau,

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin nordmann Pin laricio Pin sylvestre	Hêtre

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 10 **Code :** 42-21

Etage de végétation : montagnard inférieur
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : moyenne
Type de sol : BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss, micaschistes
Matériau : matériaux remaniés d'épaisseur moyenne

Facteur limitant : réserve en eau, niveau trophique

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin nordmann Pin laricio Epicéa de Sitka Douglas	Hêtre

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 11 Code : 41-31

Etage de végétation : montagnard inférieur
Secteur climatique : médioeuropéen

Réserve utile : forte
Type de sol : BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : niveau trophique, précipitations

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Pin sylvestre Pin laricio Mélèze d'Europe Sapin nordmann	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 12 Code : 42-31

Etage de végétation : montagnard moyen
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : forte
Type de sol : OP, BO,,BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : niveau trophique

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin pectiné Epicéa commun Epicéa de Sitka Douglas Mélèze Europe Mélèze Japon	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 13 Code : 42-33

Etage de végétation : montagnard inférieur
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : forte
Type de sol : BE
Niveau trophique : eutrophe

Roche mère : granodiorite
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : altitude

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin pectiné Epicéa commun Epicéa de Sitka Douglas Mélèze Europe Mélèze Japon	Erable sycomore Merisier

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 14 **Code :** 51-21

Etage de végétation : collinéen
Secteur climatique : médioeuropéen

Réserve utile : moyenne
Type de sol : BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss, micaschistes
Matériau : matériau remanié d'épaisseur moyenne

Facteur limitant : réserve en eau,

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin nordmann Pin laricio	Hêtre Chêne rouge Chêne sessile

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 15 Code : 52-21
52-31

Etage de végétation : collinéen
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : moyenne à forte
Type de sol : BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss, micaschistes
Matériau : matériau remanié d'épaisseur moyenne à forte

Facteur limitant : réserve en eau,

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Sapin nordmann Pin laricio Douglas Epicea de Sitka Mélèze Japon	Hêtre Chêne rouge Chêne sessile

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 16 Code : 51-21

Etage de végétation : collinéen
Secteur climatique : médioeuropéen

Réserve utile : forte
Type de sol : BA
Niveau trophique : faible

Roche mère : granites, gneiss
Matériau : matériau remanié d'épaisseur forte

Facteur limitant : niveau trophique, précipitations

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Pin sylvestre Pin laricio Mélèze d'Europe Sapin nordmann	

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 17 Code : 52-33
51-33

Etage de végétation : collinéen
Secteur climatique : subatlantique et atlantique

Réserve utile : forte
Type de sol : BE
Niveau trophique : eutrophe

Roche mère : granodiorite
Matériau : arène remaniée d'épaisseur forte

Facteur limitant : néant en Livradois-Forez

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	Douglas Epicéa de Sitka Mélèze Japon Sapin nordmann	Erable sycomore Merisier Frêne Chêne pédonculé Hêtre Erable plane Tilleul

Sensibilité :

Intérêt biologique :

FICHE D'INDENTIFICATION DE STATION

APPELLATION : 18 - dépressions hydromorphes — Code :X2-H

Etage de végétation : montagnard et subalpin
Secteur climatique : Atlantique

Réserve utile : sans objet
Type de sol : sol tourbeux
Niveau trophique : sans objet

Roche mère : granite
Matériau : arènes gorgées d'eau

Facteur limitant : hydromorphie

Essences proposées	Résineux	Feuillus
	néant	néant

Sensibilité :

Intérêt biologique : tourbières

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

* *
*

NB: Seuls les ouvrages et articles de synthèse effectivement utilisés pour la rédaction de ce document sont indiqués ci-dessous. Notamment, la thèse d'ETLICHER nous a servi de base pour la rédaction du chapitre concernant l'évolution des formations superficielles, et les travaux de LEMEE pour celui sur l'histoire de la végétation.

* *
*

AUBOUIN J., BROUSSE R. & LEHMAN J.P. Précis de géologie
Tome 1 : Pétrologie
Tome 2 : Paléontologie et stratigraphie
Tome 3 : Tectonique, Tectonophysique et morphologie
Deuxième édition
Dunod
1975

BAYARD B. Les stations forestières et les liaisons station - production dans les Mts du Forez (Puy de Dôme)
SRFB Auvergne
1979

BECKER M., LE TACON F. & TIMBAL J. Plateaux calcaires de Lorraine
Typologie de station et potentialités forestières
E.N.G.R.E.F., Nanty
1980

BIROT P. Les processus d'érosion à la surface des continents
Masson
1981

DELPECH R., DUME G., GALMICHE P. Vocabulaire
Institut pour lr Développement Forestier
1985

DIDIER J. & LAMEYRE M. Les roches granitiques du Massif Central
in Symposium Jean Jung
Plein Air Services Ed.
Clermont Fd
1971

DUCHAUFOUR Ph. [1] Précis de pédologie
Tome 1:
Tome 2:
Troisième édition
Masson
1970

DUCHAUFOUR Ph. [2] Atlas écologique des sols du monde
Masson
1976

DUCHAUFOUR Ph. [3] Abrégé de pédologie
Masson
1984

ETLICHER B. Les Massifs du Forez, du Pilat et du Vivarais
Régionalisation et dynamique des héritages glaciaires et périglaciaires en moyenne montagne critalline
Université de Saint Etienne
Centre d'études foréziennes
1986

FOUCAULT A., RAOULT J.-F. Dictionnaire de géologie
Masson
2ième édition
1984

GODARD A. Pays et paysages du granite
Presses Universitaires de France
1977

GROVEL R. Etude de petites régions écologiques du Forez septentrional à l'échelle du 1/50 000 ième
E.N.I.T.E.F.
C.R.P.F. Auvergne
SRFB Auvergne
1985

JAVELLAUD J. et Al. Catalogue des stations forestières de la Chataigneraie limousine
C.R.P.F. Limousin
1986

LEMEE G. Le peuplement végétal d'Auvergne

LEMEE G. L'évolution forestière du Massif Central depuis la dernière glaciation
ARBOS, Clermont-Ferrand
1953

MAYER H. Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage 3, neue bearbeitete Auflage
Gustav Fischer Verlag
Stuttgart
1984

THEBAUD G. Contribution à l'étude des Hautes Chaumes du Forez : phyto-écologie des communaux de Brugeron (Puy de Dôme), éléments pour leur gestion à long terme.
Thèse 3ème cycle
Clermont II
1983

TRICART J. L'épiderme de la Terre
Esquisse d'une géographie appliquée
Masson Editeurs
1962

VALADAS B. Les Hautes Terres du Massif Central Français
2 volumes
Thèse de l'Université de Paris I
1984