

PHOTO-INTERPRÉTATION ET SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE

ESSAI D'APPLICATION A LA FEUILLE DE GRENOBLE 1/100 000°

par G. CABAUSSEL

I. — METHODE DE DELIMITATION DE COMPARTIMENTS ECOLOGIQUES PAR UNE ANALYSE BIOGEOGRAPHIQUE DES PAYSAGES VEGETAUX	129
LES UNITES GEOGRAPHIQUES DU MILIEU NATUREL	129
L'ANALYSE DU PHÉNOMÈNE GÉOGRAPHIQUE	129
LA MÉTHODE D'OBSERVATION ET LES LIMITES GÉOGRAPHIQUES	130
LES RÉSULTATS DE L'OBSERVATION : STRUCTURES D'ENSEMBLE	132
L'EXPLICATION ECOLOGIQUE (LES FACTEURS DETERMINANTS)	134
L'ÉTUDE QUALITATIVE AU SOL	134
RECHERCHE DE L'EXPLICATION : L'OCCUPATION DU SOL	137
GÉNÉRALISATION ET RÉSULTATS POUR LA FEUILLE DE GRENOBLE	137
LA SYNTHÈSE ECOLOGIQUE (LES MILIEUX NATURELS)	139
LES COMPARTIMENTS ÉCOLOGIQUES	139
SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE POUR LA FEUILLE DE GRENOBLE	143
L'EXPRESSION CARTOGRAPHIQUE PAR LA SYNTHÈSE CHROMATIQUE	145
II. — ESSAI D'APPLICATION A LA CARTE AU 1/100 000 DE GRENOBLE.	147
A. — CONDITIONS GEOGRAPHIQUES ET PHYSIQUES GENERALES	147
B. — SECTEUR A DETERMINANT EDAPHIQUE	147
PLAINES ET COTEAUX ALLUVIO-GLACIAIRES	151
LES RELIEFS TERTIAIRES	158
C. — SECTEUR A DETERMINANT CLIMATIQUE	168
COLLINÉENS DE PIED-MONT	168
ÉTAGEMENT CLIMATIQUE ALTITUDINAL	170
BIBLIOGRAPHIE	171

RÉSUMÉS

L'observation des photographies aériennes permet d'aborder l'étude du milieu naturel par une analyse géographique antérieure à l'analyse biologique classique. Les clichés montrent des zones de même « structure d'ensemble » définissant des « types de paysage » dont les limites constituent le test d'identification des facteurs écologiques essentiels. La recherche d'une caractérisation qualitative de ces unités géographiques conduit à considérer la disposition relative des éléments de l'occupation du sol (espèces végétales et types de cultures) comme une adaptation à un facteur écologique déterminant. Sur le territoire étudié, deux grands secteurs sont ainsi définis : l'un à déterminant édaphique, l'autre à déterminant climatique. Une carte au 1/100 000^e cherche à obtenir par synthèse chromatique une expression des milieux selon les principes définis par H. GAUSSEN.

Das Studium von Luftaufnahmen erlaubt, die Untersuchung des natürlichen Milieus durch eine geographische Analyse zu beginnen, die der eigentlichen biologischen Analyse vorausgeht. Die Aufnahmen zeigen Zonen von gleicher « Gesamtstruktur »; sie legen « Landschaftstypen » fest, deren Grenzen die wesentliche ökologische Faktoren unterscheiden erlauben. Der Versuch einer qualitativen Charakterisierung dieser geographischen Einheiten führt dazu, dass man die räumliche Anordnung der Elemente der Bodenbedeckung (Pflanzenarten, Kulturtypen) als Anpassung an einen bestimmenden ökologischen Faktor betrachtet. In dem untersuchten Gebiet lassen sich so zwei grosse Sektoren unterscheiden, von denen der eine edaphisch, der andere klimatisch bestimmt ist. Eine Karte im Massstab 1 : 100 000 versucht, nach den von H. GAUSSEN festgelegten Grundsätzen die verschiedenen Standorte mit farblichen Mitteln zu veranschaulichen.

Observation of the aerial photographs makes it possible to start the study of the natural environment by a geographical analysis prior to the classical biological analysis. The frames show zones of the same « general structure » defining « types of landscape » the limits of which constitute the identification test of the essential ecological factors. The search for a qualitative characterisation of these geographical units leads us to consider the relative arrangement of the elements which occupy the soil (plant species and types of farming) as an adaptation to a determining ecological factor. On the territory studied, two large sectors are thus defined : one with an edaphic determinant, the other with a climatic determinant. A map (scale 1/100 000) seeks to obtain by chromatic synthesis an expression of the environments according to the principles defined by H. GAUSSEN.

Ce mémoire représente le résumé d'une thèse de Doctorat du 3^e cycle, soutenue devant la Faculté des Sciences de Grenoble le 21 juin 1967.

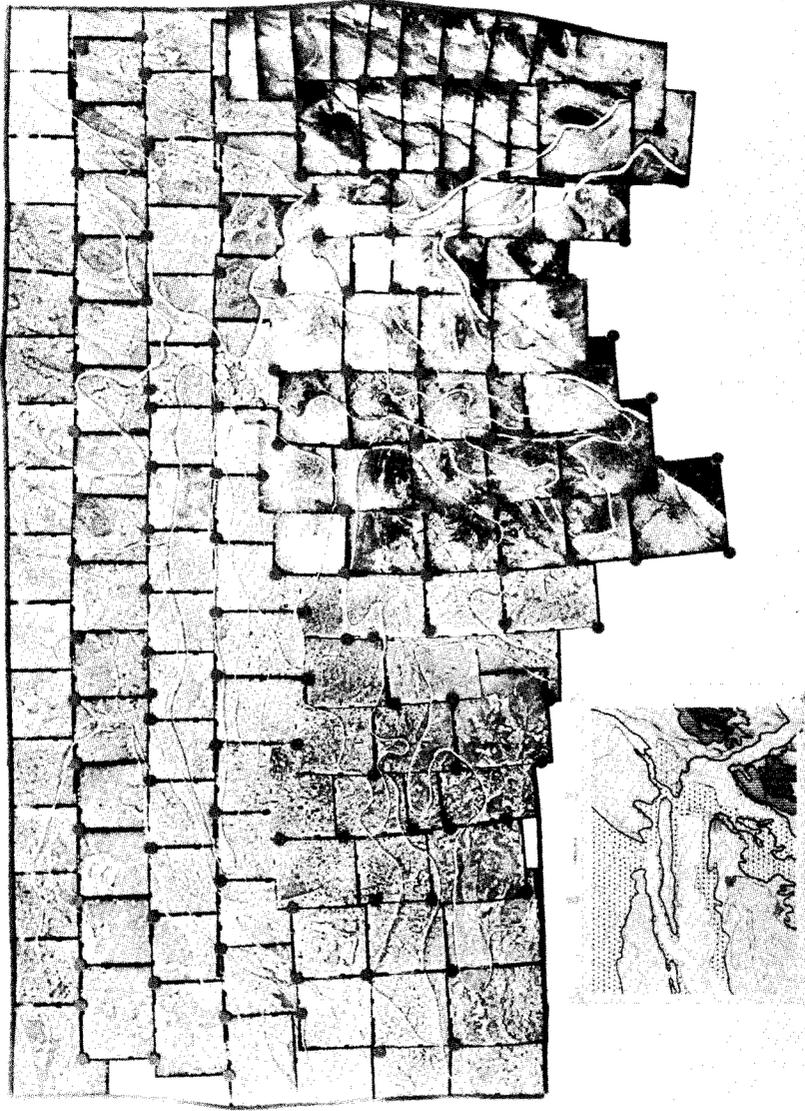


PLANCHE I



PLANCHE II

I. — MÉTHODE DE DÉLIMITATION
DE COMPARTIMENTS ÉCOLOGIQUES PAR UNE ANALYSE
BIOGÉOGRAPHIQUE DES PAYSAGES VÉGÉTAUX

La biogéographie soulève deux ordres de problèmes; les uns d'ordre biologique: l'identification et la qualification des phénomènes naturels; les autres d'ordre géographique: la répartition et la délimitation dans l'espace de ces phénomènes.

L'aspect biologique relève en tout premier lieu de l'observation directe et aucune autre méthode d'investigation, en particulier l'interprétation des photographies aériennes, ne saurait se substituer à elle.

Par contre, le cliché aérien, document géographique par excellence, a sur la prospection au sol, un avantage indiscutable pour l'observation de la distribution dans l'espace de certains phénomènes naturels et tout particulièrement des rapports de cette distribution avec celle des facteurs physiques, topographiques, climatiques, ..., responsables.

Ainsi, l'observation directe et la photo-interprétation ont chacune leur domaine propre d'efficacité maximum. Elles ne sont pas deux méthodes différentes d'aborder la biogéographie, mais deux moyens d'accès complémentaires et indispensables.

A. — LES UNITÉS GÉOGRAPHIQUES DU MILIEU NATUREL

L'ANALYSE DU PHÉNOMÈNE GÉOGRAPHIQUE

P. OZENDA distingue (1964) quatre aspects différents de la phytogéographie (Floristique, Ecologique, Phytosociologique, Phytodynamique), correspondant de « manière logique... aux étapes successives du développement de la biogéographie qui, partie de simples observations, s'est engagée progressivement dans la recherche expérimentale des causes, puis dans les synthèses... ». L'Auteur montre aussi que cet ordre logique se retrouve

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

dans chacune de ces disciplines puisqu'elles aboutissent toutes à des synthèses d'ordre géographique et à une expression cartographique.

On peut concevoir, pour aborder la phytogéographie, une façon diamétralement opposée qui ferait porter le premier temps d'analyse sur l'aspect géographique commun aux quatre disciplines : c'est ce qui correspond à « l'approche géographique ». La végétation constituant déjà une « synthèse » des conditions du Milieu, l'effort d'investigation peut porter d'abord sur l'aspect géographique des synthèses naturelles qu'elle présente; l'aspect qualitatif et spécifique indispensable à leur explication et ensuite à leur expression, lui étant subordonné dans un deuxième temps.

Dans la méthode classique l'analyse est d'ordre biologique, la synthèse d'ordre géographique. Inversement, comme nous nous proposons de le montrer ici, l'analyse peut être conduite dans un esprit géographique, la synthèse portant sur l'aspect biologique.

LA MÉTHODE D'OBSERVATION

La photographie aérienne.

Cette deuxième méthode ne peut cependant se concevoir que dans la mesure où l'on pourra aborder directement le phénomène géographique (par une sorte d' « analyse immédiate »), avant de lui attribuer toute signification biologique. Or la prospection au sol ne peut se défaire de l'identification préalable du phénomène à délimiter. Par contre, un document géographique tel qu'une carte de végétation ou une photographie aérienne montre d'abord l'extension dans l'espace d'un phénomène avant d'en donner sa nature.

Ainsi, la photographie aérienne, qui est largement utilisée comme « appoint » dans les méthodes traditionnelles (et cela avec d'autant plus de bonheur que le souci géographique est plus important), trouvera son maximum d'efficacité dans le cas d'une approche purement géographique. L'observation, la recherche des causes puis les synthèses biologiques reposeront donc fondamentalement sur des critères géographiques. Ceux-ci mettront en évidence les relations entre le milieu et la végétation et constitueront, dans un premier temps, une étude écologique.

Nous avons l'habitude de voir la nature peuplée de lignes verticales dont l'assemblage déforme étrangement la réalité géographique. La vue aérienne rétablit le juste rapport qu'ont entre elles les choses de ce monde, selon des directions horizontales, leurs surfaces réelles et à des échelles comparables.

Si nous abordons la Plaine de Bièvre par le seuil de Rives, elle apparaît comme extrêmement boisée. L'observation d'un cliché de cette région est éloquent : les surfaces occupées par les arbres sont si faibles (bocage), que la différence avec la Bièvre occidentale, vide d'arbres, est minime.

Les limites géographiques.

L'identification géographique s'impose à l'esprit par la perception de limites. De part et d'autre d'une limite, le phénomène change ou prend tout au moins des aspects différents. Cette limite est donc aussi importante que la surface occupée : c'est elle qui caractérise géographiquement les points du territoire où se produit une variation et circonscrit ce que l'on peut appeler une « unité géographique ». L'approche géographique consistera donc paradoxalement à rechercher l'existence de limites naturelles sans se préoccuper de la nature exacte de ce qui est délimité, alors que l'approche biologique opère d'une façon inverse.

Les photographies aériennes ont précisément l'avantage de révéler en premier lieu des limites, alors que la connaissance de la nature des choses ainsi délimitées demande un effort d'interprétation faisant appel à des critères d'identification parfois vains. Les limites visibles sur les clichés sont d'ordre très divers : physionomique (pelouses, landes, bois, cultures...), spécifique (diverses essences forestières, types de cultures...), ou structural (mélanges d'espèces forestières, densité des diverses strates d'un peuplement, types polycultureaux...). Une sélection de ces limites s'impose.

Les « zones homogènes ».

La limite que révèle un cliché cerne une surface à l'intérieur de laquelle l'aspect photographique est identique ou homogène. Cette unité de surface ainsi délimitée est ce qu'on peut appeler une « zone homogène » (1).

La zone des prairies situées au sud du chaînon du Banchet, constitue une zone homogène; de même pour la zone des noyers de la Terrasse de Rovon. Mais la zone de noyers parsemés de vignes du Seuil de Charnières est une autre zone homogène distincte de celle de Rovon. (Nous verrons comment elles font cependant partie de la même unité écologique.)

Ce terme de « zone homogène » peut avoir des valeurs très diverses.

La zone des prairies du Banchet est « homogène » du point de vue de la physionomie; une hêtraie ou une pessière de la Chartreuse est homogène du point de vue spécifique (= espèce); la polyculture de la Bièvre occidentale et la polyculture bocagère de la Bièvre orientale sont deux zones homogènes qui diffèrent par leur structure (elles ne sont pas homologues).

On constate donc divers niveaux d'homogénéité et les surfaces occupées peuvent varier depuis celle d'une parcelle jusqu'à celle de tout un versant ou une plaine. Elles peuvent être dispersées ou d'un seul tenant.

(1) (On appelle « zones homologues », deux zones homogènes distinctes dans l'espace mais identiques quant à leur aspect photographique).

LES RÉSULTATS DE L'OBSERVATION

L'échantillonnage d'unités géographiques.

Qu'ils soient physiologiques, spécifiques ou structuraux, les critères d'identification des zones homogènes ne sont pas les mêmes pour toutes et ils ne confèrent pas aux unités la même valeur géographique. Par contre la disposition relative dans l'espace de ces zones homogènes est un fait purement géographique qui permet l'individualisation des unités d'échantillonnage recherchées.

La zone des prairies de fauche du Banchet n'a pas, du point de vue géographique, la même valeur que celle des Terres Froides : elle se présente comme une large ceinture autour du Banchet et circonscrit une grande plaine de polyculture; elle apparaît comme un réseau de fines lanières enserrant une mosaïque de coteaux cultivés dans les Terres Froides.

Par contre, le type même de cette disposition dans les Terres Froides, représente une entité géographique : une « unité » distincte et différente de celle de la Bièvre. Ces deux unités sont constituées de zones homogènes identiques mais différemment disposées les unes par rapport aux autres, et cela, en fonction d'un facteur du milieu : litho-morphologique.

Les zones homogènes élémentaires qui se combinent d'une manière géographiquement constante, déterminent une « structure d'ensemble ».

Structures d'ensemble et Types de paysage.

Les structures d'ensemble ne peuvent apparaître que sur des surfaces de territoire importantes. Aussi l'approche géographique doit-elle aborder l'observation des clichés non pas de façon fragmentaire (selon l'exploitation classique des photographies disposées en couples stéréoscopiques), mais sur un assemblage en mosaïque aussi grand que possible (Aussi grand que le permettent les moyens matériels dont on dispose; paroi métallique avec fixation par des pastilles magnétiques; la « distorsion » limite les possibilités d'ajustage des clichés de zone montagneuse) (Cf. Planche I).

L'assemblage en mosaïque permet d'utiliser des clichés à échelle moyenne (1/20 000) autorisant une analyse photographique plus précise, tout en couvrant des surfaces importantes que seuls des clichés à très petite échelle (1/70 000) présenteraient.

L'observation d'une mosaïque permet d'individualiser des portions de territoire présentant l'arrangement caractéristique recherché, à savoir cette structure globale qui correspond à ce que l'on peut appeler un « Type de paysage ».

Ainsi l'expression photogrammétrique de « structure d'ensemble » combinant les zones « homogènes » selon des modes de distribution, peut être traduite par un « Type de Paysage » combinant de façon particulière les « éléments » du paysage.

Le Type de paysage correspond à un mode d'adaptation (physionomique, spécifique ou structural) de l'ensemble formé par la végétation naturelle (ou transformée) et l'action humaine (agricole, pastorale, ...) au Milieu qui lui est offert.

Celui des Serres de Chambaran est représenté par des collines en « serres » dissymétriques, occupées au sud par une polyculture à vigne ou noyer surmontée de pelouses sèches; le versant Nord, à pente plus faible, présente des bois de Châtaigniers; les talwegs portent des prairies de fauche avec bocage. Les expositions intermédiaires montrent, de façon logique, des transitions entre ces deux types extrêmes d'occupation.

Il faut donc tenir compte à la fois : de la structure spécifique de la végétation naturelle, de la structure agricole, et du rapport entre ces deux structures.

La délimitation des structures d'ensemble.

L'observation de la mosaïque conduit à délimiter de nombreuses zones homogènes. Les unes sont simples, d'autres plus complexes et qui s'intègrent à des types de paysage dont la structure d'ensemble est rapidement identifiable mais dont la délimitation est plus délicate à établir. Les variations des phénomènes naturels sont rarement nettes et brutales, les transitions sont parfois nombreuses.

La méthode à utiliser est comparable à celle qui apporte un maximum d'efficacité à l'identification spécifique de la végétation par la photographie :

PROCÉDÉ PAR ÉLIMINATION CONVERGENTE : Il consiste à étudier en premier lieu les aspects extrêmes (c'est-à-dire les plus opposés) à partir desquels on progresse par une sorte d'élimination convergente. On rattache progressivement les zones à l'un ou l'autre des types caractéristiques de départ. On arrive à individualiser une zone moyenne (mixte ou intermédiaire), par soustraction des autres.

RAPPORTS DE CAUSE A EFFET : le rattachement à un type de paysage doit avoir pour critère essentiel qu'une similitude de conditions écologiques entraîne une similitude de l'occupation du sol et réciproquement. Il faut donc synchroniser l'observation de l'occupation du sol et celle des facteurs du milieu.

Les formes du relief permettent d'étudier et de délimiter les conditions lithologiques, granulométriques, de circulation de l'eau (drainage, colmatage, ...), l'altitude, l'exposition, etc... L'utilisation du stéréoscope est indispensable.

Coïncidence des limites.

Ces limites ne sont retenues comme valables que dans la mesure où elles coïncident. Cette méthode s'inspire de la « synthèse graphique » que H. GAUSSEN (1926) utilisait pour identifier cartographiquement les facteurs importants du milieu. On arrive à une hiérarchisation des limites : ce qui permet de décider du rattachement de telle zone à tel type de paysage.

B. — L'EXPLICATION ÉCOLOGIQUE. LES FACTEURS DÉTERMINANTS.

L'ÉTUDE QUALITATIVE

Le principe.

Ayant délimité des types de paysage (ou structures géographiques d'ensemble), d'après le mode d'assemblage en surface de leurs éléments, il est nécessaire de confirmer ces unités. Il faut établir la corrélation qui existe entre les diverses occupations du sol et les facteurs du milieu responsables de ces unités.

Il y a lieu de rechercher l'homogénéité écologique qui correspond à l'homogénéité géographique et l'explique. Cette recherche qualitative se fait par deux moyens complémentaires d'identification de la végétation et des facteurs écologiques : la photo-interprétation et la prospection au sol.

Il faut remarquer que l'étude qualitative est nettement orientée par la délimitation préalable d'unités géographiques à laquelle elle doit se subordonner étroitement. Les observations sur la végétation, l'action humaine et les rapports entre la végétation et l'action humaine, seront conduites dans le sens d'une recherche de l'élément commun qui les caractérise à l'intérieur de chaque unité et donc en fonction de cette unité. Cela revient aussi à rechercher ce qui les différencie des autres unités.

L'interprétation photographique.

L'interprétation photographique a déjà été réalisée dans une grande mesure (au stéréoscope) pour l'établissement des limites et en vue de la prospection. L'identification spécifique de la végétation, et des facteurs du milieu est poussée aussi loin que les critères photogrammétriques le permettent.

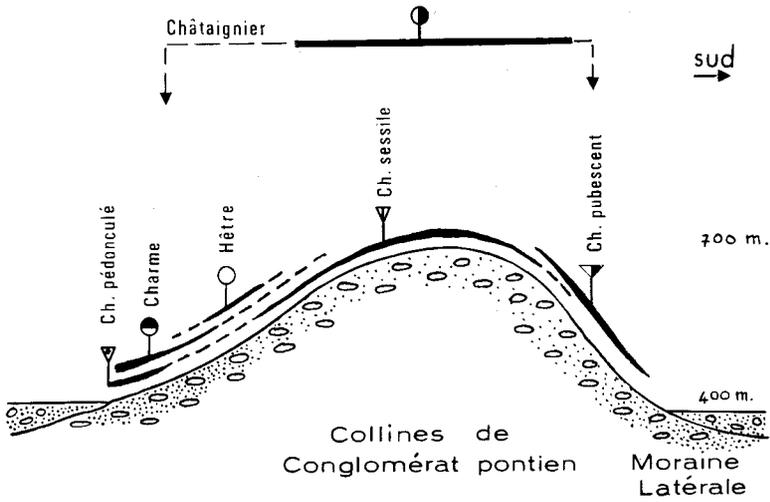
La prospection au sol.

Élément essentiel de l'interprétation qualitative des unités géographiques, elle est en grande partie une vérification de l'interprétation des photographies qui l'orientent et la prépare minutieusement. Il est impératif de considérer chaque unité géographique comme un « tout » complexe à caractériser tant du point de vue du milieu offert à la vie que des adaptations et des réactions de celle-ci sur le milieu.

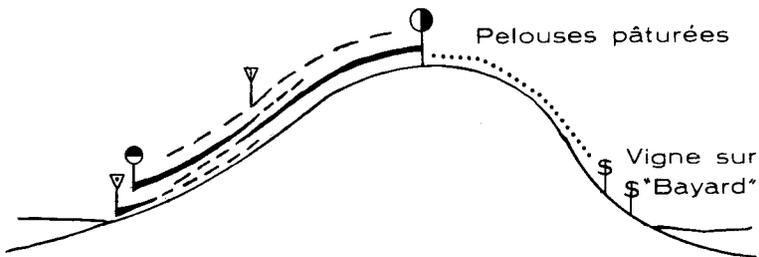
Les observations au sol doivent donc porter elles aussi à la fois sur le climat, le sol, la végétation, l'occupation humaine et cela, dans une opti-

que très précise : la nature et les raisons de l'homogénéité de chaque unité, les causes du changement d'occupation du sol lorsqu'on passe d'une unité dans l'autre.

C'est dans ce double objectif que la prospection est précédée d'une forte préparation photographique et bibliographique. Elle est dirigée sélectivement, d'une part sur des situations-type et leurs variations intermédiaires à l'intérieur de chaque unité; d'autre part sur les limites de ces unités afin de saisir les variations et leurs causes.



DISTRIBUTION SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION



STRUCTURE DE L'OCCUPATION DU SOL

FIG. 1. — Les collines pontiennes.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

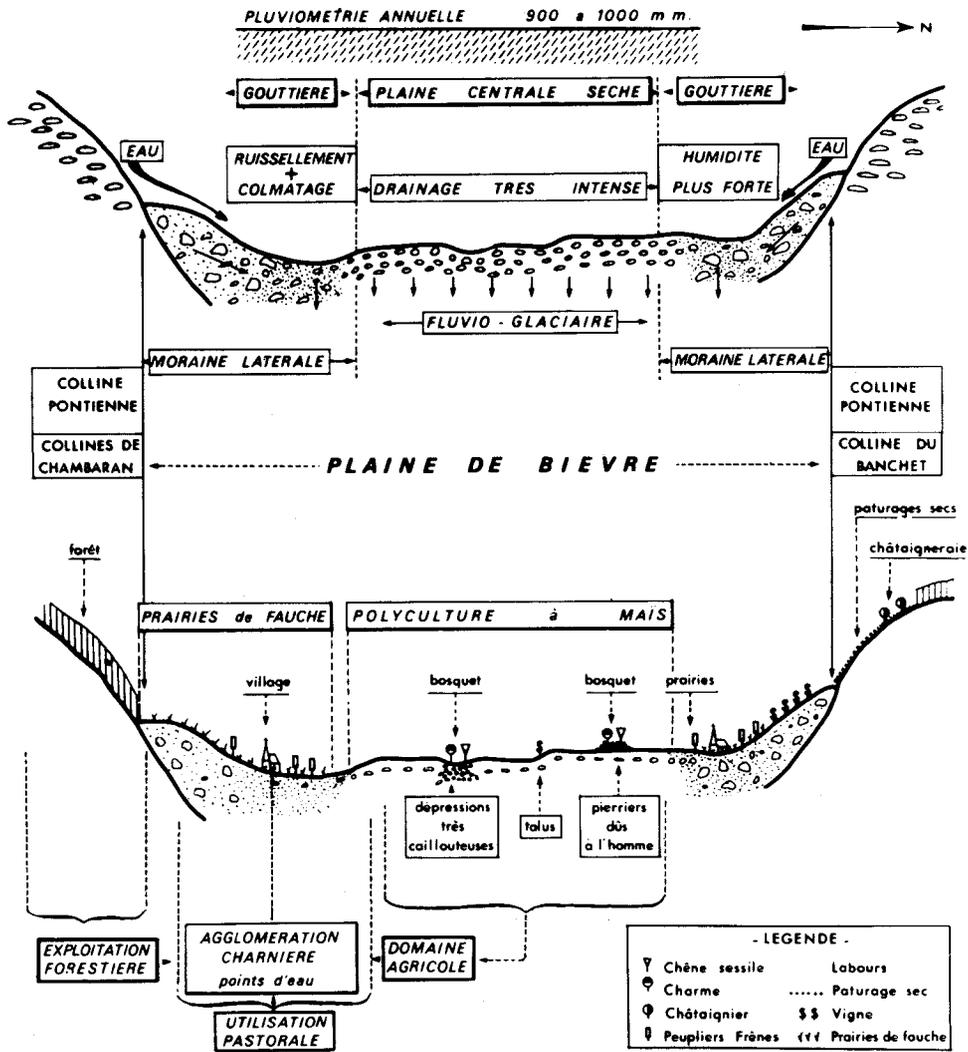


FIG. 2. — Hautes plaines; schémas morphologique et de l'occupation du sol.

RECHERCHE DE L'EXPLICATION

La méthode.

On est amené à établir pour chaque unité une description détaillée de la végétation et de l'agriculture mais aussi des conditions écologiques (climatiques et édaphiques). L'établissement d'une coupe morpho-structurale tend à faire apparaître les relations de cause à effet entre le milieu et l'occupation du sol. On obtient des schémas-types qui ne sont pas toujours représentés dans leur totalité en un seul et même endroit. Ils représentent une structure moyenne dont les distributions effectives dérivent.

Les coupes morpho-structurales montrent comment l'adaptation de la végétation et de l'action humaine aux conditions écologiques crée un type de paysage qui apparaît sur les clichés sous forme de « structure d'ensemble ».

La description des paysages (Cf. chapitre II).

Les coupes morpho-structurales de l'occupation du sol (Fig. 1 et 2).

GÉNÉRALISATION ET RÉSULTATS

L'adaptation au milieu.

Du point de vue phytogéographique, l'action de l'homme peut être considérée comme un facteur de modification des conditions naturelles offertes à la végétation. Mais dans une optique écologique qui tendrait à établir un parallélisme entre le milieu physico-chimique et les adaptations biologiques qu'il porte, cette action humaine est largement soumise aux mêmes principes de distribution géographique.

D'ailleurs, sous nos climats tempérés, elle est difficile à dissocier de l'état actuel de la végétation dite « spontanée ». Dans le domaine agricole, où elle atteint son maximum d'efficacité, à la suite d'un empirisme séculaire et malgré des fluctuations d'ordre économique ou social, on trouve des types d'adaptation parallèles à ceux de la végétation.

L'adaptation spécifique.

L'adaptation de premier ordre est soumise aux impératifs climatiques. C'est, en fonction du climat, la liste des espèces qui s'en accommodent normalement; c'est aussi la liste des cultures qui peuvent être effectuées. Il y a donc une adaptation spécifique globale, d'ordre climatique, de l'occupation du sol. Cette corrélation se traduit par la présence simultanée de telle espèce végétale et de telle « espèce » de culture.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

Ainsi, en fonction d'exigences climatiques comparables, on rencontre en France méditerranéenne, simultanément l'Olivier et le Pin d'Alep. Ailleurs, le Hêtre et des pâturages. Dans l'Est du Midi Aquitain, l'alternance saisonnière ou annuelle d'influences climatiques opposées laisse au seul Chêne pubescent, à forte amplitude écologique, une présence quasi-générale. Le domaine agricole, par une polyculture très diversifiée, peut faire face à toutes les éventualités.

L'adaptation structurale.

L'adaptation structurale nuance et complète l'adaptation spécifique. A partir d'un stock d'espèces sélectionnées par le climat, une répartition d'ordre édaphique s'établit. Elle leur assigne par la nature du sol, le drainage, l'exposition, la topographie, etc..., une position préférentielle sur le profil morphologique.

Ces positions structurales ne sont souvent décelables que par l'abondance relative des espèces ou par leur présence limitée à une seule strate forestière. L'intervention humaine les brouille souvent (coupes répétées). Il en va de même, et de façon plus nette parce que raisonnée, pour le domaine agricole.

Structure globale de l'occupation du sol.

Du parallélisme des adaptations de la végétation d'une part, de l'agriculture d'autre part, découle une sorte de compétition entre ces deux aspects de l'occupation du sol. La résultante est une structure globale qui concerne la disposition relative, sur un profil, de l'ensemble de ces deux aspects pris simultanément et non plus séparément.

L'efficacité humaine est parfois telle que la structure de la végétation est anéantie. Celle-ci est souvent tronquée et peut provoquer des interprétations bio-climatiques qui seraient fausses si elles n'envisageaient que la végétation naturelle présente dans une telle zone.

Dans une partie des Terres Froides (Ouest), les seuls bois rencontrés sont formés de Chêne pubescent qui semble infirmer la mauvaise réputation climatique de ces terres. L'occupation agricole ne laisse subsister que la portion la plus sèche et la plus chaude du schéma structural de la végétation.

Les résultats pour la carte de Grenoble.

L'établissement, dans un but explicatif, d'un parallélisme géographique entre l'occupation du sol et les facteurs du milieu, conduit à mettre en évidence pour la carte de Grenoble, plusieurs modalités de ce rapport.

Un secteur à déterminant édaphique.

Dans la zone du Bas-Dauphiné, les limites de types de paysage correspondent aux limites lithologiques; la structure de l'occupation du sol peut être directement mise en liaison avec les caractères propres à la nature du

sol. Celle-ci provoque une distribution liée aux phénomènes de pente, d'exposition, de place topographique, etc... où le drainage joue un rôle primordial (adaptation de la végétation et des cultures au bilan d'eau, à la perméabilité, à l'évolution pédologique des sols, aux modifications des conditions climatiques..). Dans ce secteur, l'homogénéité de structure de l'occupation du sol s'oppose à la complexité du potentiel spécifique.

Un secteur à déterminant climatique.

Dans la zone montagneuse à variation climatique rapide, les types de paysage ont, au contraire, une forte homogénéité spécifique. La nature du sol n'apporte que des nuances secondaires. Les limites sont de type bioclimatique (altitude, position de continentalité, exposition aux influences atlantiques ou sub-méditerranéennes) et se superposent bien aux étages et séries de végétation.

Une zone intermédiaire.

Par « élimination convergente » des deux secteurs opposés précédents s'individualise une zone intermédiaire pour laquelle le déterminant n'est plus unique. Il est d'ordre édaphique quant aux limites mais d'ordre climatique par la forte uniformité spécifique de l'occupation du sol.

C. — LA SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE LES MILIEUX NATURELS

Basée sur les photographies aériennes, l'analyse a fourni un échantillonnage d'unités géographiques. L'explication écologique, principalement étudiée au sol, a tenté de justifier ces unités par la recherche des relations de cause à effet existant entre les divers types d'adaptation et les conditions écologiques. La synthèse, à support cartographique, cherchera à établir les liens écologiques qui organisent la distribution géographique. Les regroupements effectués par la prise en considération des facteurs déterminants doivent faire apparaître les similitudes, les articulations et les filiations entre les diverses unités géographiques. Il doit en résulter une hiérarchisation géographique fondée sur une subordination des facteurs écologiques.

LES COMPARTIMENTS ÉCOLOGIQUES

Regroupement écologique des types de paysage.

Une « approche » phytogéographique classique (floristique, phytosociologique ou phytodynamique) fait ordinairement apparaître des types bio-

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

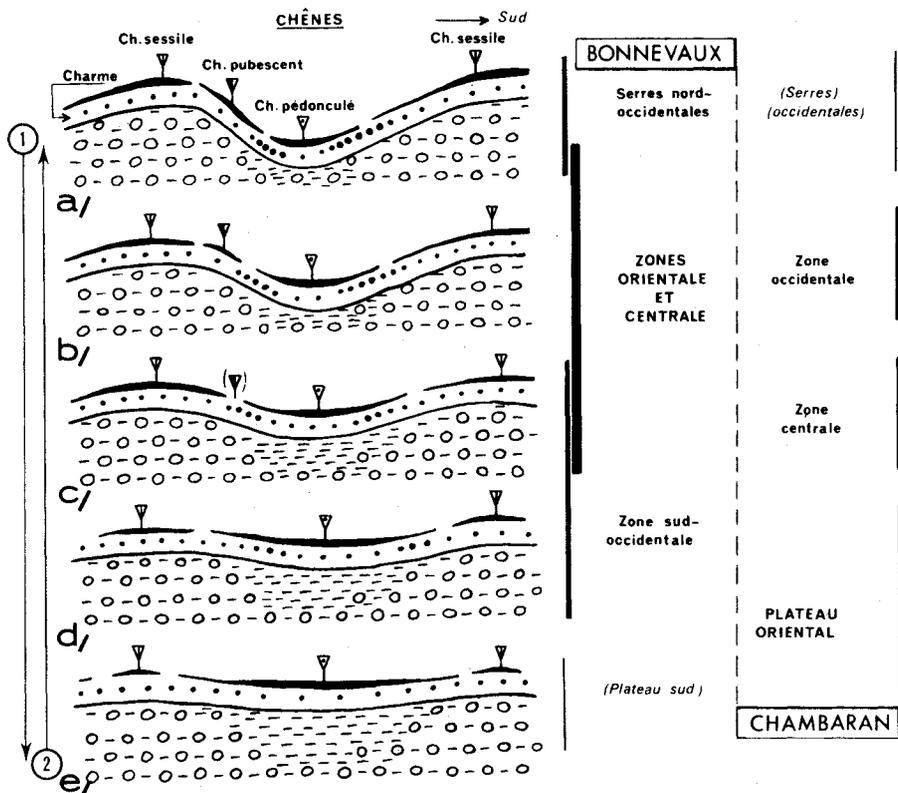


Fig. 3. — Plateaux de Chambaran et Bonnevaux. Divers types de structure de la végétation.

La disposition des coupes morpho-structurales n'est qu'hypothétique et seulement destinée à schématiser les diverses structures de la végétation selon une évolution logique. Cette présentation a l'avantage de montrer à la fois :

FLÈCHE 1. : De haut en bas : a-b-c-d-e.

L'évolution supposée du modelé des plateaux lors de la planation villafranchienne : comblement et colmatage des dépressions. Dans ce cas, c'est le Conglomérat Pontien qui est représenté comme substratum. On obtient en « e » une surface structurale faite d'une mosaïque de plages : glaise ou quartzites.

FLÈCHE 2 : De bas en haut : e-d-c-b-a.

A partir du dernier stade précédent (e), et cette fois avec la glaise à quartzite comme matériau, le schéma représente un processus de déblaiement actuel responsable des divers types de modelé rencontrés.

logiques nettement individualisés : aire du Charme, de la chênaie acidiphile, de la série du Chêne pubescent..., mais dont les limites géographiques sont imprécises ou complexes. Par contre, et sans aucun paradoxe, l'approche géographique révèle des types de paysage bien délimités dans l'espace mais dont la parenté qualitative est manifeste : les structures de l'occupation du

PHOTO-INTERPRÉTATION ET SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE

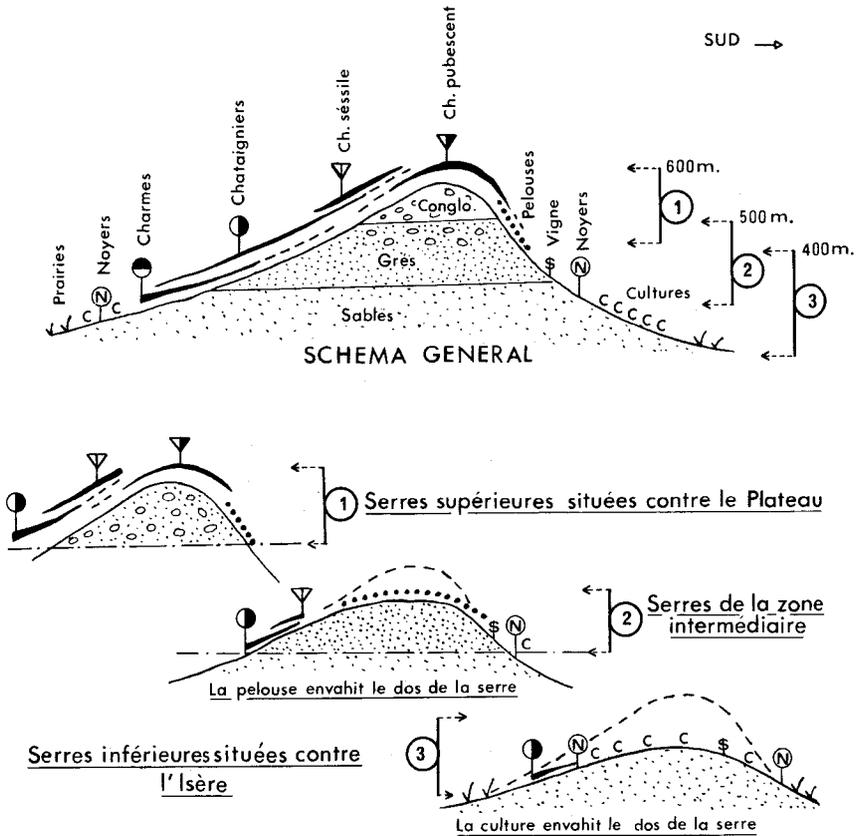


FIG. 4. — Serres de Chambaran : Occupation du sol.

sol dérivant par exemple d'un même groupe de facteurs différemment combinés.

Ainsi, le Plateau de Bonnevaux apparaît comme la généralisation géographique de la structure supérieure des Collines Pontiennes, le plateau de Chambaran comme l'aboutissement de cette généralisation (fig. 3). De même dans les Serres de Chambaran, selon qu'il s'agit de la bordure du plateau, d'une zone moyenne plus éloignée, ou de la bordure de l'Isère, on se trouve en présence de l'une des trois parties d'un même schéma général (fig. 4).

Il s'établit ainsi des parentés et des filiations dans les diverses structures de l'occupation du sol. On est conduit à regrouper en fonction des motifs de cette parenté, les types de paysage en « Compartiments écologiques ». Pour ces compartiments comme pour les types de paysage, il faut

considérer : la nature du facteur commun, et les limites de la zone d'action effective de ce facteur commun.

Efficacité des facteurs du milieu.

Le facteur déterminant.

Les divers facteurs naturels en présence n'ont pas tous la même part de responsabilité dans le caractère global du milieu qu'ils définissent : ils n'ont chacun qu'une efficacité relative. Si la notion classique de facteur « limitant » est assez souvent évidente, celle de facteur « déterminant » est plus délicate à identifier.

Bien que le climat soit responsable des grands ensembles biologiques, il ne détermine directement des types de paysage que s'il manifeste des variations géographiques rapides (altitudinales par ex.). Mais lorsqu'on se trouve en présence d'un large étalement géographique d'un type climatique moyen, les facteurs climatiques perdent de leur efficacité. Ils n'ont plus la valeur de déterminant majeur des zones biologiques, ils passent géographiquement à l'arrière-plan. Il devient alors superflu d'en tenir compte comme élément de variation géographique car d'autres facteurs (édaphiques) prennent le rang d'« ordonnateurs ».

Tout le Bas-Dauphiné est soumis à des conditions climatiques « moyennes » dont la variation est trop lente et progressive pour provoquer à elle seule des modifications importantes. Mais ces conditions climatiques sont cependant une réalité : c'est en fonction d'elles que telle modification édaphique engendre tel changement de l'occupation du sol tandis qu'elle en engendrerait une autre pour des données climatiques différentes.

Pour d'autres secteurs, au contraire, l'excès, la carence, la variation rapide (altitudinale) d'un facteur climatique — toutes conditions qui éloignent d'un type « moyen » — estompent les nuances édaphiques.

Identification du facteur déterminant par ses limites géographiques.

Comme pour les types de paysage, l'identification du facteur déterminant d'un compartiment écologique peut être faite par la comparaison des limites d'un facteur et de celles des compartiments groupant plusieurs unités de paysage. Dans le compartiment, le facteur déterminant est présent partout de façon homogène et continue; des facteurs secondaires peuvent se manifester d'une manière discontinue : exposition, pente, drainage... A l'extérieur du compartiment, le même facteur secondaire modifie différemment l'action du facteur déterminant.

De ce faisceau de critères on parvient à déduire la nature de l'ordonnateur majeur et l'étendue exacte de son efficacité.

Les limites géologiques sont souvent des limites de compartiment; parfois cependant elles ne sont pas valables : les contours lithologiques, granulométriques, etc... ne leur correspondent pas forcément. Ainsi le congruement ne coïncide pas partout avec l'étage Pontien : certains faciès sableux se rattachent aux molasses sableuses du Miocène.

Valeur biologique du Compartiment - Zone « homopotentielle ».

Le regroupement des types de paysage en compartiments écologiques consiste à mettre en évidence le facteur édaphique ou climatique commun le plus efficace et le plus généralisé : celui dont la végétation, comme l'homme, doivent tenir compte en premier lieu.

La lithologie, qui est responsable de la plupart des autres facteurs édaphiques (granulométrie, perméabilité, pente,...) est en définitive le dénominateur commun sur lequel les compartiments s'inscrivent. Dans le secteur climatique, les types de paysage que nous voyons s'identifier aux séries dynamiques de végétation se regroupent en étages ordonnés par les conditions ombro-thermiques.

Les différentes unités géographiques d'un même compartiment sont réunies en une unité écologique dans laquelle le facteur déterminant est constant et les adaptations à ce facteur très voisines les unes des autres. Chaque compartiment constitue une zone de même potentialité climatique et édaphique : une zone homopotentielle (1).

A l'intérieur de chaque zone homopotentielle, le Type de paysage correspond à une unité de Mise en Valeur qui peut se subdiviser elle-même en zones homologues d'utilisation actuelle des terres.

SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE DE LA FEUILLE DE GRENOBLE (1/100 000)

L'application de la méthode précédente à la feuille de Grenoble a permis de mettre en évidence deux grands secteurs écologiques :

Secteur à déterminant édaphique.

Il comprend les 2/3 occidentaux de la feuille et se localise dans le Bas-Dauphiné à l'exclusion d'une zone de pied-mont de la Chartreuse au Nord de Voiron. Du point de vue climatique, il correspond à des valeurs très « moyennes » des données pluviothermiques qui s'exercent de façon relativement homogène sur une grande portion de territoire. Une interprétation bio-climatique de la végétation, à cause des fortes influences édaphiques et d'une action humaine très intense, le présenterait d'une façon confuse sans ordonnateur climatique apparent. Les unités géographiques fortement individualisées sont basées sur les divers aspects de la lithologie :

(1) Le terme de zones « équipotentielles » (au pluriel), implique la comparaison de deux ou plusieurs surfaces de même potentialité. Pour exprimer le fait que la potentialité est constante à l'intérieur d'une seule et même zone on peut utiliser (au singulier) le terme de zone « homopotentielle ».

Les plaines et côteaux alluvio-glaciaires.

Un premier groupe de compartiments est lié aux dépôts quaternaires. La genèse de ces derniers y détermine des profils topographiques variables et des proportions différentes d'argiles et de graviers : deux causes essentielles des conditions de la circulation de l'eau et de l'occupation du sol.

Le compartiment le plus bas correspond aux Alluvions récentes (vallée de l'Isère) caractérisées par l'absence de drainage. Celui des Terrasses fluvio-glaciaires combine une mosaïque de sols fluvio-glaciaires, de cônes de transition ou de moraines. La bonne proportion d'argile et la topographie assurent d'excellentes conditions écologiques (domaine de la Noyeraie).

Dans les Hautes Plaines Fluvio-Glaciaires, un drainage vertical très intense compense largement la pluviométrie. Enfin, transition avec le groupe suivant, le compartiment des dépôts morainiques de fond, des Terres Froides : les sols n'ayant pas subi de transport post-glaciaire sont beaucoup plus argileux mais la morphologie morainique assure un drainage oblique très efficace.

Les reliefs tertiaires.

Les terrains tertiaires de nature conglomératique forment des reliefs vigoureux émergeant des alluvionnements quaternaires. La grosseur des éléments et la cohésion du conglomérat permettent de distinguer deux compartiments : celui des Mômes Conglomératiques du Pontien et celui des Collines grésio-Molassiques déterminant une morphologie et une écologie de « Serres » dissymétriques fortement drainées.

Modifications secondaires d'origine climatique.

Dans l'ensemble du secteur édaphique les données climatiques n'interviennent que secondairement : à peine voit-on dans les structures de l'occupation du sol une évolution progressive accompagnant l'augmentation pluviométrique. Le seuil de cette évolution est atteint dans la zone de pied-mont lorsque l'occupation du sol change de caractère :

Dans la région de Saint-Nicholas de Macherin, le Hêtre qui avait besoin d'un correctif édaphique pour se maintenir, prend alors le pas sur les autres espèces et dans toutes les situations. C'est au tour du Chêne sessile de rechercher un fort drainage.

Secteur à déterminant climatique.

a) *Collinéens de Pied-Mont.*

Nous avons vu, avec les Types de paysage, se matérialiser une zone de transition correspondant à une écharpe d'hyperpluviosité de pied-mont. La distinction de cette zone est logique et conforme à une évolution géographique progressive. Le caractère transitoire s'applique aussi à l'écologie de ces unités : l'occupation du sol est profondément marquée du point de vue spécifique par le climat (comme le secteur climatique) ; les limites, contrairement à celles du secteur climatique et par analogie avec le secteur édaphique, sont à déterminant lithologique.

La progressivité bio-climatique conduit à distinguer deux compartiments :

— *Un Collinéen à Fort Correctif Edaphique* qui se subdivise en plusieurs types de paysage selon que l'importance relative du correctif est due : soit à la faiblesse de l'hyperpluviosité (Collines Conglomératiques Externes) soit à la vigueur propre de la modification édaphique agissant par aggravation des conditions climatiques (Basses Vallées Externes) ou par compensation en sens opposé (Pentes Calcaires Internes).

— *Un Collinéen à Faible Correctif Edaphique* par la médiocrité de la correction en zone faiblement hyperpluvieuse (Collines Gréso-Conglomératiques) ou par l'importance de l'excès pluviométrique et aggravation due à l'absence de drainage (Vallée Interne de St-Laurent-du-Pont) ou enfin par compensation (Collines Calcaires du Ratz).

b) *Etagement climatique altitudinal.*

L'occupation du sol ainsi que les limites des unités sont induites par les seuls facteurs climatiques : altitudinaux d'une part, continentaux et atlantiques d'autre part. Les étages et séries de végétation se superposent aux unités; les considérations édaphiques sont secondaires (cf. chapitre II).

L'EXPRESSION CARTOGRAPHIQUE

L'objet de l'expression cartographique est double : donner les limites des types de paysage et des compartiments écologiques; traduire les liens écologiques que la synthèse a permis d'établir entre les compartiments.

Signification logique des couleurs.

La couleur est affectée aux facteurs du milieu par référence à la signification logique établie par H. GAUSSEN : l'humidité est représentée en bleu, la sécheresse en jaune, la chaleur en rouge.

Afin que la synthèse chromatique obtenue exprime les conditions et les nuances des Milieux par rapport à cette convention fondamentale, il faut établir une équivalence entre les divers aspects de chacun des facteurs représentés et cette signification des couleurs. Pour les conditions climatiques et du drainage l'affectation des couleurs est évidente. Pour la nature du sol elle est établie en considérant les propriétés que présentent généralement les Milieux formés par ces sols (Ainsi les calcaires forment en général des sols à très fort drainage; les argiles donnent des terrains plus humides et plus froids...).

Représentation analytique des facteurs (Conventions des teintes et des signes utilisés).

Les deux facteurs essentiels sont représentés : nature du sol et climat; chacun d'eux est modulé par la représentation du drainage. Pour alléger et rendre la représentation analytique des facteurs plus « lisible » :

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

— quand un facteur n'intervient pas de façon efficace il n'est pas représenté (pluviométrie en secteur édaphique; lithologie dans le secteur climatique);

— le ligné des teintes a une direction différente selon les facteurs: vertical pour la pluviométrie; oblique pour les conditions édaphiques (direction NE-SW pour la lithologie; NW-SE pour le drainage);

— presque chaque teinte est dotée de deux intensités différentes de ligné afin de nuancer techniquement la visibilité respective des couleurs qui se combinent;

— une surcharge littérale, du type utilisé sur les cartes géologiques, aide à l'identification analytique. La première est une majuscule et est relative au facteur déterminant (Ex. Pentes Calcaires Externes: $B_1 j_1 o_1$; Bleu = B_1 = légère hyperpluviométrie; jaune = j_1 = calcaire; orangé = o_1 = très fort drainage et bonne exposition).

Expression des Milieux par la synthèse chromatique.

La densité des lignés nuance la combinaison des teintes de manière à obtenir pour chaque unité une synthèse chromatique; celle-ci définit ainsi les divers milieux les uns par rapport aux autres par référence à la signification logique des couleurs. L'éventail des couleurs obtenues par la synthèse chromatique est réglé par rapport à des jalons de référence utilisés pour les séries dans les cartes de végétation. Ainsi la série de l'Aune blanc des bords de l'Isère est vert-bleu; celle du Chêne pubescent des pentes calcaires est vert-orangé; celle du Hêtre est bleue.

Conclusion :

La carte fait apparaître :

— des **synthèses chromatiques identiques** à partir de facteurs identiques : les compartiments sont équipotentiels; leurs utilisations peuvent être du même type (Plateaux de Bonnevaux et de Chambaran);

— des **synthèses semblables** à partir de conditions différentes. C'est le cas des vallées de St-Laurent-du-Pont et de l'Isère : les conditions globales (excès d'humidité) sont très voisines, mais la première est due à un excès de pluviosité difficile à corriger, la seconde à une carence de drainage du sol;

— des **groupes de teintes voisines** à partir de conditions voisines qui définissent des parentés réelles entre les milieux. L'extension géographique de certaines possibilités de mise en valeur doit par exemple se diriger dans le même sens;

— enfin des **zones à option** : celles où les trois facteurs sont représentés. L'action de l'Homme pourra faire porter son effort de correction sur le facteur économiquement le plus accessible à ses moyens techniques.

II. — ESSAI D'APPLICATION
A LA CARTE DE GRENOBLE — 1/100 000°
DESCRIPTION DES COMPARTIMENTS ÉCOLOGIQUES

A. — CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES ET PHYSIQUES GÉNÉRALES

La feuille au 1/100.000 GRENOBLE est située au contact de la chaîne des Préalpes calcaires du Nord, dans la région Sud-orientale du Bas-Dauphiné que le Rhône encercle au Nord et à l'Ouest, donc en position marginale par rapport au massif Nord-alpin ainsi que relativement à l'axe rhodanien. Elle est à une assez grande distance des influences atlantiques et méditerranéennes directes (Fig. 5).

L'originalité du territoire de la feuille vient de sa position particulière en « pied-mont » par rapport à l'axe Vercors-Chartreuse qui le coupe obliquement dans son angle Sud-Est. Ce caractère est fondamental du point de vue de la géologie et de ses conséquences lithologiques et morphologiques; il en est de même en ce qui concerne les conditions climatiques : aussi le milieu naturel en est-il fortement imprégné.

L'axe Vercors-Chartreuse est la plus importante barrière, par son altitude et les énormes turbulences thermiques qu'il projette dans l'atmosphère, contre laquelle les perturbations océaniques viennent buter après avoir été infléchies vers le Nord-Est par les Cévennes et les hautes pressions méditerranéennes.

LES CONDITIONS CLIMATIQUES

(Cf. article séparé de J. PORTECOP, ci-dessus, p. 119-126).

LES CONDITIONS LITHOLOGIQUES *

L'ensemble du Bas-Dauphiné présente, à la suite soit d'un phénomène de subsidence de la région rhodanienne, soit d'un relèvement oriental au contact des Préalpes, une stratigraphie globale légèrement plongeante vers

(*) Pour le massif Vercors-Chartreuse : cf. *Doc. Carte Végét. Alpes*, II, 1964.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

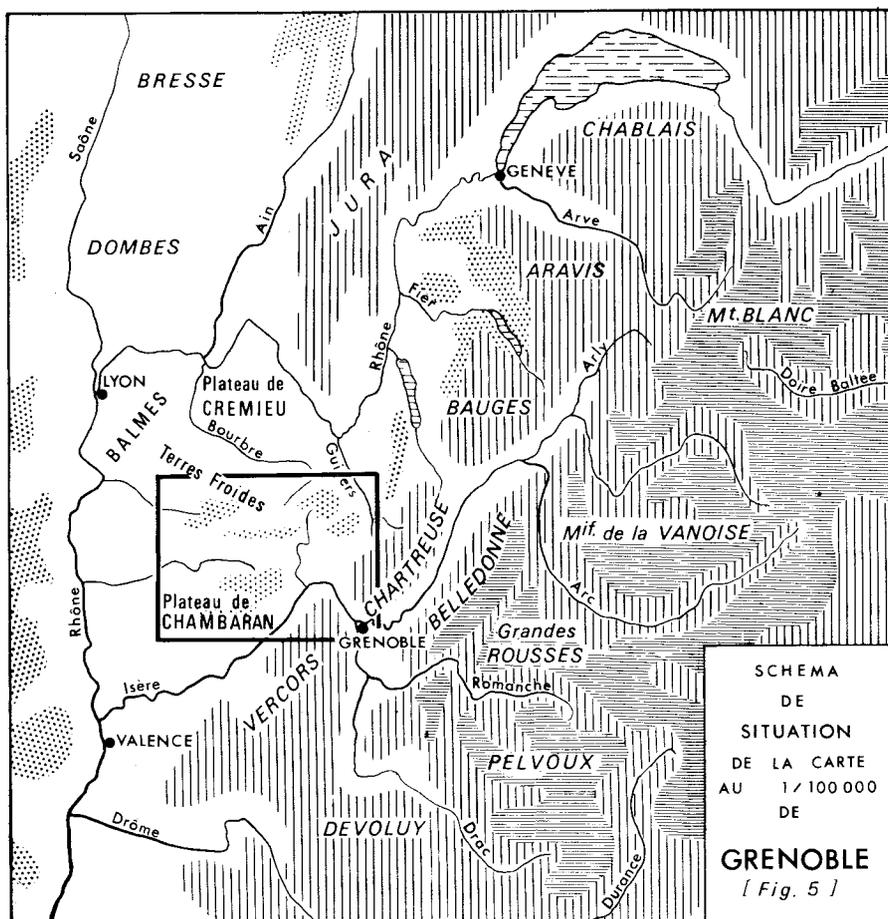


Fig. 5. — Croquis de la région étudiée.

l'Ouest et doucement ondulée (Y. BRAVARD, 1963). A cause de cette disposition générale, la surface topographique actuelle recoupe des formations de plus en plus anciennes d'Ouest en Est. Les différents faciès lithologiques dus aux phénomènes préalpins tertiaires se disposent par suite en ceintures parallèles au massif secondaire Vercors-Chartreuse (Aux molasses et sables marins ont succédé par suite de la régression du Miocène consécutive au soulèvement préalpin, des conglomérats d'origine torrentielle).

Ainsi, compte non tenu des remplissages quaternaires des plaines et vallées que les glaciers ont sculptées dans ces auréoles successives, peut-

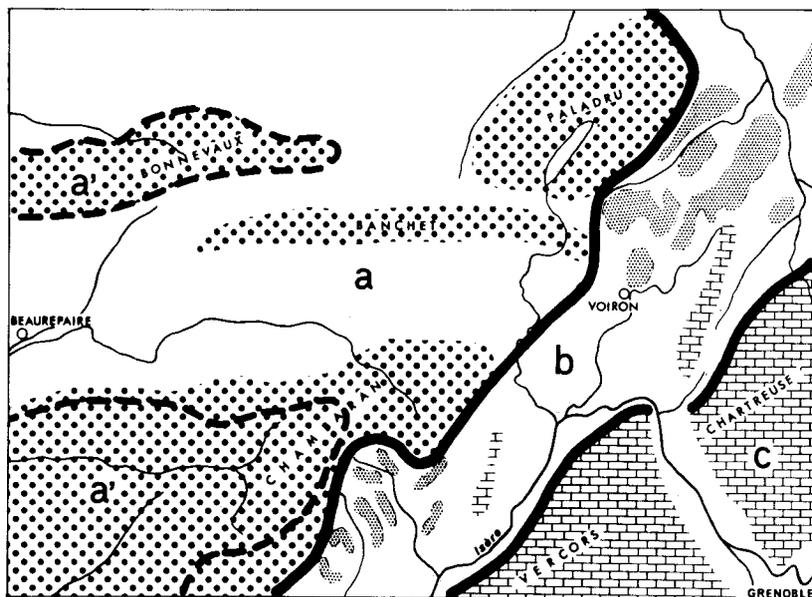


Fig. 6. — Schéma lithologique (Explications dans le texte).

on constater la prédominance suivante des affleurements d'Ouest en Est (cf. fig. 6) le conglomérat pontien (zone a du Miocène supérieur) avec des placages pliocènes de glaises à quartzites (a'); les grès molassiques (zone b du Miocène moyen et inférieur); enfin le calcaire du Crétacé (zone c).

Le burinage glaciaire des surfaces structurales ainsi disposées a très probablement remis à jour dans chacune des deux zones orientales (a et b) la couche sous-jacente qui affleure plus largement dans la zone immédiatement à l'est; mais l'alluvionnement post-glaciaire a eu pour conséquence générale de la masquer à nouveau.

Les fortes glaciations (Rissien) ont modelé le relief actuel de la zone conglomératique occidentale. Travaillant une roche solidement cimentée, (une « dalle bétonnée »), un relief assez simple en est résulté : quatre môles compacts (Bonnevaux - Chambaran - Banchet - Terres Froides de Paladru) séparés par de larges plaines fortement alluvionnées. La glaise pontienne n'a pu subsister que sur les deux vastes plateaux occidentaux.

Les glaciations suivantes (Würmien), plus modestes, n'ont guère dépassé l'axe médian de la feuille, ciselant à nouveau le môle pontien Nord-oriental de Paladru, lui conférant déjà une morphologie plus tourmentée. Mais leur action la plus efficace a porté sur l'écharpe molassique du Miocène moyen et inférieur (zone b). Elle s'est en effet exercée sur une roche plus malléable, récemment « bousculée » par les plissements post-Miocène et déjà fortement travaillée par les glaciations précédentes. Il en est résulté

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

un surcreusement de la bordure préalpine en direction du sud : actuelle vallée de l'Isère. La conséquence essentielle a été un captage par cette zone moyenne du réseau hydrographique majeur qui, en retour, lui a conféré un relief tourmenté et généralement plus bas que la zone pontienne orientale. Celle-ci est demeurée au stade des plateaux et plaines élevées des glaciations rissiennes.

Les zones lithologiques.

On voit donc se dessiner un parallélisme entre la nature des roches et les formes du relief, organisant un premier compartimentage du territoire :

Zone occidentale : (a-a') d'altitudes moyennes correspondant au conglomérat pontien. Elle est surtout siliceuse; l'aspect caillouteux, parfois sableux est dominant. Les placages de glaise sont nettement différenciés.

Zone moyenne : (b) plus étroite; les sols gréseux, gréso-argileux et molassiques à ciment calcaire s'intriquent et comportent même quelques pointements calcaires (Ratz - Poliéas). Correspondant à la zone la plus morphologiquement tourmentée, la partie septentrionale est encore assez élevée; au Sud, elle forme la partie la plus basse, tapissée d'alluvions glaciaires et de celles de l'Isère qui surgit de la chaîne préalpine par la Cluse de Voreppe.

Zone orientale : (c) chaîne calcaire du Vercors - Chartreuse, atteignant sur la feuille 1919 m, à la Sure.

VUE D'ENSEMBLE DU MILIEU PHYSIQUE

Une vue synthétique du milieu physique peut être tirée de la comparaison des données climatiques et des données lithologiques précédentes.

L'accroissement de la pluviosité d'Ouest en Est et la zonation lithologique, s'organisent de façon parallèle à l'axe Vercors - Chartreuse, en larges bandes assez superposables.

Il est important de rappeler que cette accentuation pluviométrique vers l'Est n'est pas due à la seule progression altitudinale, mais plutôt à l'effet de « barrière » de la chaîne préalpine; les précipitations de l'angle Nord-Est de la carte sont beaucoup plus fortes que celles des plateaux occidentaux de même altitude; la plaine de l'Isère (plus basses altitudes du territoire), est soumise à une pluviosité supérieure à celle des Collines Pontiennes, voir ci-dessus, fig. des pages 120 et 122.

L'originalité de la carte pluviométrique tient à la matérialisation de la zone à tranche d'eau comprise entre 1100 et 1200 mm qui confère à la région de contact entre le Bas-Dauphiné et les Préalpes, une exagération de la pluviosité non justifiée par son propre relief. Centrée sur la bande moyenne des molasses Miocène, cette zone pousse, à la faveur des altitudes assez élevées des environs de Paladru, une pointe en direction

du conglomérat Pontien : elle accentue ainsi l'individualisation du môle des Terres Froides de Paladru.

Le facteur pluviométrique tend donc à homogénéiser la zone occidentale, à renforcer l'existence d'une zone moyenne et à l'élargir, enfin à souligner la progression altitudinale de la zone montagneuse.

Les facteurs thermiques contribuent (fortes différences altitudinales) à fragmenter la zone moyenne. Dans la région montagneuse et de part et d'autre de son axe, apparaît un décalage dans les rapports entre la pluviométrie et les moyennes thermiques traduisant la « continentalisation climatique » des versants orientaux.

B. — ÉTUDE DU SECTEUR A DÉTERMINANT ÉDAPHIQUE

B₁. — PLAINES ET COTEAUX ALLUVIO-GLACIAIRES

Dans les dépôts quaternaires des zones les plus basses, l'altitude, la morphologie et les conditions de la circulation de l'eau amènent à distinguer quatre compartiments différents.

1. — ALLUVIONS MODERNES - VALLÉE DE L'ISÈRE

L'unité fondamentale de ce compartiment dérive surtout de l'aspect particulier qu'y prend la circulation de l'eau. C'est la région la plus basse de la carte, une cuvette (ombilic glaciaire) vers laquelle converge tout le système hydrographique de l'Isère et de ses affluents de la zone d'hyperpluviosité. Cette situation est aggravée par la difficulté qu'ont les eaux à se frayer un écoulement efficace vers l'aval barré par le seuil de Rovon.

Niveau des « îles » ou plaine inondable.

C'est le niveau le plus bas (185 m) qui, sans les digues de l'Isère, serait périodiquement submergé. Exclusivement constitué d'alluvions modernes (sables, graviers du Drac, limons de l'Isère), il se présente comme un réseau de dépressions enserrant une mosaïque de bombements ou « îles » (du nom local, très suggestif, des hameaux et fermes). L'assainissement de ces parties basses par l'installation de « douves », est primordial, l'évacuation des eaux (pentes faibles, digues de l'Isère), un problème important.

L'occupation du sol est directement en rapport avec le niveau de la nappe phréatique dont la profondeur varie de quelques centimètres (contre les digues lors de la fonte des neiges en mai - juin) à 2 m environ.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

Les dépressions présentent l'aspect marécageux à roselières (*Phragmites* et *Alnus incana* si l'humidité est constante; *Phalaris arundinacea* et *Salix sp.* si une période de sécheresse intervient au cours de l'été); souvent elles sont occupées par des prairies humides à joncs et carex. Des bosquets subsistent parfois : Chênaie (pédonculée) à Frêne quand la nappe n'est pas profonde ou que le sol est colmaté en surface (anciens méandres des « délaissées » de l'Isère que des ruisseaux issus des hauteurs avoisinantes ont progressivement comblés), Frênes, Peupliers et Saules dans les parties à nappe plus profonde. Des peupleraies plantées, à sous-bois pâturé, sont la meilleure utilisation agricole de ces dépressions. Les bombements sont occupés par des prairies d'un type moins hygrophile et par des labours autour de la partie la plus haute (50 à 80 cm) où se situe le hameau. Le Maïs réussit très bien grâce à l'humidité tardive de printemps. Le Noyer est presque impossible : dépressions trop humides, bombements se desséchant trop l'été.

Niveau des Terrasses affluentes.

Zone extérieure à la précédente et qui comprend la terrasse supérieure de l'Isère, les alluvions modernes des affluents de la rive droite et des vestiges fluvio-glaciaires peu remaniés (cuvette de Moirans).

Mieux drainé que le précédent, ce niveau est sous la dépendance des nappes phréatiques périphériques. Les travaux de canalisation et de drainage en ont fait une zone agricole qui bénéficie de conditions thermiques très favorables (cuvette bien exposée).

Il présente une riche polyculture à Vigne et arbres fruitiers avec prairies dans les dépressions : il combine l'occupation du sol du niveau précédent et du suivant (Noyeraie).

2. — TERRASSES FLUVIO-GLACIAIRES — LA NOYERAIE.

Le sol riche qui les constitue est en grande partie formé de matériel glaciaire dont la distribution est assez complexe.

D'altitude encore faible, assez bien protégé des vents froids, exposé au Sud-Est, ce compartiment présente d'excellentes conditions. Subissant une très forte pluviométrie, les facteurs de drainage sont très importants : aussi la morphologie permet-elle de le subdiviser en trois paliers.

Basses terrasses de Rovon (altitude : 200 m environ).

Développées autour de la basse vallée de l'Isère, elles sont formées d'alluvions fluvio-glaciaires assez horizontales : le drainage compense assez mal la forte pluviosité. C'est le palier de monoculture du Noyer par excellence, que des prairies complètent. La végétation naturelle est presque inexistante.

Moyennes terrasses de Cras (altitude : 300 m environ).

La morphologie est ici plus complexe et améliore le drainage; la position est plus dégagée des brouillards de l'Isère et du pied du Vercors. La Vigne dispute les meilleures positions au Noyer. La végétation naturelle est encore réduite à celle des dépressions à Aune.

Seuil de Rives et moraines de Charnècles (altitude : 400 m).

Les dépôts morainiques forment un amphithéâtre de « vallums frontaux » dont la topographie assure un drainage efficace. La Vigne supprime le Noyer; des céréales apparaissent. Sur les très fortes pentes le Chêne pubescent subsiste lorsque l'homme ne l'a pas remplacé par le Châtaignier ou le Robinier.

3. — LES HAUTES PLAINES FLUVIO-GLACIAIRES : LIERS, BIÈVRE, VALLOIRE (alt. : 300 - 450 m).

Les nivellements post-glaciaires n'ayant pas été repris dans un système hydrographique (cf. généralités), il en est résulté un modelé plat (faible pente de 6 à 8 %) de terrasses emboîtées et privées de talwegs. Ces hautes plaines reçoivent près de 1 000 mm d'eau. La nature hautement caillouteuse du sol oppose un drainage vertical intense à l'absence d'écoulement (fig. 2).

Formations fluvioglaciales axiales.

La sécheresse édaphique est leur trait dominant : la plupart des ruisseaux se « perdent ». Cependant une bonne répartition annuelle des pluies rend ces plaines très favorables à la culture.

Des nuances sont apportées par la texture du sol (plus ou moins grande proportion des cailloux, grosseur diverse des éléments), ou bien par des particularités : dépressions, talus, mamelons de vestiges morainiques, ou encore par l'action humaine (épierrage des parcelles). La grosseur et l'abondance des cailloux va en augmentant d'Ouest en Est. La région aval présente des dépressions extrêmement caillouteuses où les éléments argileux paraissent avoir été entraînés en profondeur par les eaux (bois des Burettes). Les talus de terrasses présentent un ruissellement qui s'ajoute au drainage vertical.

L'occupation agricole est totale, ne laissant à la végétation naturelle que les terres impropres à la culture. La polyculture est la règle générale : Céréales, prairies artificielles; le Maïs, grâce aux méthodes modernes, est

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

en voie d'expansion; la Vigne se réfugie sur les talus bien exposés. L'arbre est rare : quelques Peupliers, Frênes et Châtaigniers dans les dépressions. Les Mûriers et Noyers sont très sporadiques. Sur ce schéma général les nuances édaphiques entraînent quelques variantes :

— Dans la partie centre-occidentale, la dépression de Beaurepaire présente une zone plus humide et plus colmatée collectant tout le réseau, quoique modeste, de la Bièvre et du Liers. Elle porte des prairies et un bocage du bord des eaux (Peupliers, Saules, Frênes).

— Vers l'Est des vestiges morainiques provoquent un mamelonnement qui jouit en outre de l'abri du Banchet : la Vigne y prend une importance réelle.

— Enfin, en relation avec une augmentation de grosseur des éléments du sol (cône de transition), se développe dans le Liers comme dans la Bièvre, vers l'Est, une zone semi-bocagère, puis une zone bocagère où tous les champs sont entourés de pierriers linéaires donnant asile à un bocage « sec ».

Dépressions caillouteuses. Le Chêne sessile et le Charme constituent l'essentiel de ces taillis souvent pâturés qui traduisent bien les conditions climatiques humides compensées par un drainage efficace.

Le sous-bois, très ouvert, est très pauvre : *Sarothamnus scoparius*, *Lonicera periclymenum*, *Calluna vulgaris*, *Teucrium scorodonia*, *Pteris aquilina*. Ces espèces, très clairsemées, sont capables de supporter des alternatives de brusques inondations (dépressions), suivies de forts dessèchements superficiels. Ce contingent d'acidophiles se retrouve dans les bordures ainsi que dans les haies où elles sont associées à : *Corylus avellana*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*. Une note « chaude » ne se manifeste que dans la strate herbacée des lambeaux de landes, avec : *Helianthemum vulgare*, *Carlina corymbosa*, *C. vulgaris*. La dégradation des prairies se fait par : *Eryngium campestre*, *Sarothamnus scoparius*. Les pierriers artificiels ont un sous-bois encore plus pauvre et souvent limité à des ronces, *Vinca minor*, *Pteris aquilina* et *Lonicera*.

Talus. La strate arborescente est très hétérogène. Les proportions de Charme et de Châtaignier sont variables, le Robinier est assez constant, le Chêne pédonculé rare. La strate arbustive est plus constante et montre à son tour la nuance plus chaude de la strate herbacée des dépressions. Au *Sarothamnus* et *Calluna* il faut ajouter : *Cornus sanguinea*; *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*. Le Chêne pubescent est rare : le Robinier le remplace.

Zones bocagères orientales. L'approche des moraines démantelées provoque vers l'Est une augmentation de la proportion d'argile et de la grosseur des éléments. Dans les pierriers linéaires, parfois assez larges (1 à 8 m), un bocage s'est implanté. Il traduit une certaine augmentation d'humidité (édaphique et climatique). Le Charme, le Noisetier et le Robinier sont fondamentaux. S'y ajoutent : le Chêne pédonculé, le Châtaignier et le Frêne. L'absence du Chêne sessile est probablement liée aux exigences particulières de cette espèce relativement aux réserves humiques du sol.

Formations marginales.

Les conditions de drainage conduisent à distinguer latéralement à la zone axiale, deux formations marginales qui ont en commun une origine morainique plus directe du substratum : moraines latérales ou moraines de fond « tapissant » le conglomérat Pontien. Moins remaniées que la zone axiale, la teneur en argile est plus forte, le drainage vertical moins efficace.

Autour des Môles pontiens on voit s'individualiser des gouttières recueillant les eaux des collines du conglomérat. Ce rôle est accusé par la largeur de la gouttière (directement en rapport avec la surface du versant correspondant de la colline pontienne). Ces gouttières constituent des zones d'épandage des eaux collinaires. Celles-ci s'ajoutent à la pluviométrie et augmentent le colmatage du sol par apport d'argiles descendues des plateaux à glaise.

Conséquence d'une forte pression humaine, la végétation naturelle est presque inexistante. Seuls quelques éléments de bocage (Frêne, Aune) subsistent autour d'un parcellaire consacré aux prairies.

Des terrasses morainiques latérales se localisent à l'extrême Ouest de la carte, après la confluence du Liers et de la Bièvre et correspondent aux restes des moraines externes du glaciaire ancien pour le vallum d'Autimont et la terrasse de Viriville; à un transport fluvioglaciaire réduit, pour la terrasse des Jaillières. Ces nuances d'origine du substratum se retrouvent dans le modelé du sol; la proportion des éléments argileux transforme le drainage. On assiste à une modification progressive de l'occupation du sol. La succession : Terrasse des Jaillières - T. de Viriville - Autimont, constitue autant d'échelons de transition entre les conditions de la Bièvre et celles des Terres Froides. La première se confond encore avec les plaines axiales, la deuxième montre une juxtaposition de mamelons de démantèlement morainique, la dernière (Autimont) est encore un vallum vigoureux.

Occupation agricole :

Comme pour la Bièvre, l'occupation du sol est surtout agricole, la végétation se trouvant rejetée sur les fortes pentes des talus ou dans les zones à trop forte proportion caillouteuse (les Jaillières).

Sur la terrasse des Jaillières elle est encore comparable à celle de la Bièvre et ne montre qu'une proportion légèrement supérieure de prairies. Une modification sérieuse de la structure agricole n'intervient que sur le deuxième échelon : terrasse de Viriville. Elle préfigure la sélection topographique qui se manifesterait avec netteté sur les Terres Froides. On voit déjà les prairies augmenter dans les bas-fonds, tandis que la polyculture tend à être rejetée sur les croupes mieux drainées. A la différence des Terres Froides, la partie supérieure des mamelons comporte souvent de la Vigne et les pentes portent des plantations assez récentes de Noyers.

Quant au vallum d'Autimont, trop rocailleux, la culture se localise au bas des pentes Sud, bien drainées et bien exposées; elles présentent de

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

nombreuses parcelles de Vigne, par contre la partie inférieure de raccordement colluvial avec la Bièvre, montre une région semblable aux gouttières où le Noyer trouve des conditions favorables.

Végétation :

Un échelonnement comparable et parallèle peut être mis en évidence dans la végétation naturelle. Sur la terrasse des Jaillières, le Chêne sessile et le Charme sont encore les éléments dominants des bois; leur distribution respective laisse déjà apparaître une sélection : les creux s'enrichissent de Charme, les croupes pierreuses voient le Chêne sessile dominer largement. A la différence des plaines, le Châtaignier accompagne le Chêne; dans le sous-bois, le Hêtre se manifeste timidement. Enfin le Chêne pédonculé s'introduit dans les parties les plus humides; avec lui, *Ilex aquifolium* et *Rhamnus frangula*, apportent une nuance subatlantique. Le sous-bois d'acidophiles devient plus important :

Sarothamnus scoparius, Lonicera periclymenum, Calluna vulgaris, Pteris aquilina, Teucrium scorodonia, Deschampsia flexuosa, Melampyrum pratense.

Sur la terrasse de Viriville, les boisements réduits voient les conditions de la Chênaie - Charmaie médio-européenne s'estomper au profit d'une tendance sub-atlantique avec dominance du Châtaignier et du Chêne pédonculé. Le Chêne sessile, le Bouleau (*B. verrucosa*), le Charme et le Hêtre passent à l'arrière-plan. Le sous-bois devient plus fourni :

Corylus avellana, Lonicera periclymenum, Viburnum lantana, Prunus cerasus, Sarothamnus scoparius, Viburnum opulus, Ilex aquifolium, Juniperus communis, Calluna vulgaris, Pteris aquilina, Prenanthes purpurea, Betonica officinalis, Luzula nivaea, Vaccinium myrtillus, Melampyrum pratense, Deschampsia flexuosa, Teucrium scorodonia, Holcus lanatus, Phyteuma spicatum, Brachypodium silvaticum.

Quant au bois d'Autimont, la pression humaine est telle, que le Châtaignier et le Robinier dominant; le Chêne pédonculé recherche les situations humides. Le Chêne sessile et le Charme sont subordonnés au Châtaignier.

4. — LES TERRES FROIDES MÉRIDIONALES

Cette région de côteaux est exposée aux influences froides canalisées par le couloir de la Saône. Les différents aspect édaphiques tendent tous à exagérer la fraîcheur climatique, et le drainage prend comme dans la Bièvre, valeur de facteur secondaire.

Une unité certaine se dégage de cette région : côteaux argilo-caillouteux entaillés de vallées, versants conglomératiques raides, dépressions fluvio-glaciaires.

L'occupation du sol (fig. 7).

Région agricole, les boisements sont relégués sur les fortes pentes ou sur la couverture supérieure lorsqu'elle est trop caillouteuse.

Les croupes morainiques portent une polyculture de type froid : forte proportion fourragère. Les labours occupent les hauts de croupe de préférence ou les bonnes pentes à fort drainage oblique. La Vigne prend les meilleures expositions : pentes conglomératiques Sud. Le bocage hygrophile (Aune, Saule, Frêne, Chêne pédonculé), accompagne les prairies de vallées. Le fort colmatage de ces vallées est traduit par le grand nombre d'étangs et de régions tourbeuses. La tendance actuelle recherche l'assèchement pour la plantation de Peupliers.

Les bois sont situés sur les fortes pentes de recoupement du conglomérat. Ils existent aussi sur le haut et sur les pentes des côteaux quand la couverture morainique manque ou bien lorsqu'elle est remplacée par de la glaise pliocène ou des formations caillouteuses de remaniement du conglomérat.

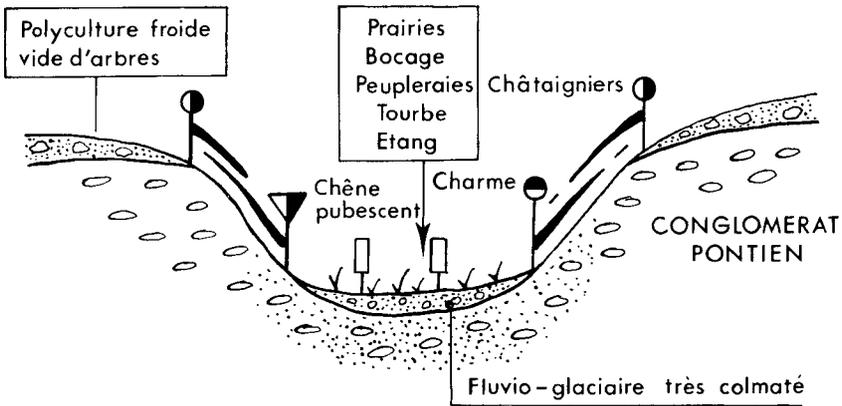


FIG. 7. — L'occupation du sol dans les Terres Froides méridionales.

Cette localisation donne une végétation correspondant très sensiblement à celle des collines conglomératiques (cf. ci-après). Seules différences : les croupes portent des alluvions cultivées, les pentes Sud sont plus fortes. Les bois des pentes sud sont mal représentés dans les Collines Pontiennes mais ils ont une certaine ampleur dans les Terres Froides qui de ce fait présentent de nombreuses Chênaies pubescentes. Ils comportent, outre le Robinier :

Carpinus betulus, Acer campestre, Corylus avellana, Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Juniperus communis, Ligustrum vulgare, Prunus spinosa.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

Quelques landes à :

Juniperus communis, *Prunus spinosa*, *Origanum vulgare*, *Linum tenuifolium*, *Echium vulgare*, *Carlina corymbosa*, *C. vulgaris*, *Hippocrepis comosa*, *Reseda phyteuma*, *Teucrium chamaedrys*, *Fumana procumbens*, *Helianthemum vulgare*.

La Vigne se maintient difficilement dans ces positions; abandonnée, le Robinier s'installe. Les fortes pentes au Nord sont moins nombreuses et correspondent à la végétation des Collines Pontiennes : une partie supérieure où le Chêne sessile cède facilement sa place au Châtaignier, une zone basse colluviale à Chênaie-Charmaie infiltrée de Hêtre.

Les variations.

Si les formations glaciaires sont déblayées, le Châtaignier et le Chêne sessile s'installent. Les parties occidentales présentent les mêmes formations que celles des plateaux à glaise (voir ce paragraphe). Une évolution souligne, comme pour l'arête du Banchet, une augmentation de l'humidité et un refroidissement d'Ouest en Est. Le Chêne pédonculé et le Hêtre envahissent, de bas en haut, les versants nord, au détriment du Charme et du Chêne sessile. Ce fait se confirme dans le domaine agricole par une importance croissante des pâturages de croupe, il se poursuit jusqu'à la vallée de la Bourbre. A partir de cette vallée, la disposition relative des espèces forestières change de signification.

B₂. — LES RELIEFS TERTIAIRES

5 — LES MOLES CONGLOMÉRATIQUES

Ce sont les restes du Conglomérat Pontien démantelé par les glaciations. Les glaciers ont submergé le Banchet pour n'en laisser subsister qu'une arête Est-Ouest; ils ont contourné les massifs de Bonnevaux et Chambaran, conservant une partie de leur surface Pliocène qui les distingue du Banchet (Glaise à quartzites).

Les collines de poudingue pontien.

Sauf dans les plateaux, le conglomérat Pontien a été divisé en collines dissymétriques à pente vive vers le Sud, atténuée vers le Nord. Les sols sont peu épais et peu évolués (rajeunissement de pente) au Sud, sur les pentes nord l'évolution est plus forte et vers le bas ils ont un caractère nettement colluvial. Quelle que soit leur situation ils sont siliceux.

En relation avec l'ancienne surface « fin miocène », les crêtes de toutes ces collines culminent selon un large plan virtuel, plongeant vers l'Ouest

(750 m sur le méridien de Rives, 450 sur celui de Beaurepaire). L'arête du Banchet synthétise à elle seule tous les types de collines pontiennes.

À l'inverse des sols alluvio-glaciaires, l'occupation du sol est surtout forestière (fig. 1).

La végétation.

La nature du substratum et les conditions climatiques moyennes font du Chêne sessile l'essence dominante des secteurs-type. L'opinion selon laquelle la Chênaie sessiliflore représente l'aspect climatique (l'étage) de la végétation, est fondée sur l'étude des modifications apportées par les divers « correctifs édaphiques ». Une correction sèche, fait apparaître quelques éléments de la Chênaie pubescente qui s'installe elle-même grâce à l'appui d'une correction chaude. Il faut aussi un double correctif (humidité + exposition froide), pour favoriser les éléments de la Hêtraie. Enfin, on le verra sur les plateaux, il sera nécessaire qu'un milieu particulier intervienne (comme la glaise), pour que le Chêne pédonculé prenne une importance réelle. Chacune de ces espèces ne prend vraiment le pas sur le Chêne sessile qu'en fonction de ces correctifs qui sont toujours nécessaires mais souvent insuffisants. Elles sont souvent présentes, soit en mélange, soit en sous-bois de la Chênaie sessile, indiquant une potentialité spécifique qui ne peut s'accuser que par modification locale des facteurs édaphiques moyens.

Le Chêne sessile domine sur les croupes dans les rares régions où le Châtaignier ne l'a pas supplanté. Vers l'exposition Sud il descend assez timidement, le Chêne pubescent se substitue à lui (Terres Froides) dès que la pente devient plus vive. Sur le haut de la pente Nord, si les conditions de drainage sont bonnes et surtout si le poudingue est très caillouteux, il descend franchement et occupe tout le tiers supérieur. En zone moyenne, le Charme et le Hêtre lui disputent la place. Le Hêtre domine à mi-pente dans la position la plus froide et où il paraît y avoir compensation entre le drainage oblique et un apport colluvial. Cette zone à Hêtre s'individualise nettement dans la partie orientale des collines pontiennes. Le tiers inférieur de la pente Nord, voit dominer la Charmaie sur les terrains colluviaux, pour s'enrichir à la base de Chêne pédonculé.

Pente Sud à Chêne pubescent : L'Homme a porté une forte action sur cette zone pour l'inclure dans le domaine agricole. Le Châtaignier et le Robinier ont conquis les places impropres à la culture; il n'en reste que de rares témoins (Serre de Lentiol, Monts de Parménie).

Partie supérieure de la pente Sud : Passage de la Chênaie sessile à la Chênaie pubescente (avec des hybrides), Charme, Châtaignier et Erable champêtre. Outre les lisières et clairières colonisées par *Sarothamnus scoparius* et *Calluna vulgaris* le sous-bois présente une formation très ouverte à :

Ilex aquifolium, Crataegus monogyna, Prunus spinosa, Juniperus communis, Ligustrum vulgare, Lonicera periclymenum, Euphorbia silvatica, Teucrium scorodonia, LUZULA PILOSA.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

Groupe : Les bois de croupes paraissent les plus typiques de la Chêne sessiliflore du Bas-Dauphiné. Si de la liste précédente il ne reste à peu près que le Houx, le Genévrier et le Chèvrefeuille, on rencontre plus souvent :

Pteris aquilina, Melampyrum pratense, Teucrium scorodonia, Deschampsia flexuosa, LUZULA FORSTERI.

Croupe en légère pente Nord : Elle accuse un net refroidissement qui ajoute au peuplement précédent dans la strate arbustive : Charme et Hêtre; dans la strate herbacée :

Vaccinium myrtillus, Prenanthes purpurea, Polygonatum multiflorum, Lamium galeobdolon, Phyteuma spicatum, Oxalis acetosella, Melica uniflora, LUZULA NIVEA.

Zone moyenne de la pente Nord : Le Chêne sessile cède progressivement la place au Hêtre puis au Charme, avec :

Asperula odorata, Convallaria maialis, Maianthemum bifolium, Paris quadrifolia, Listera ovata, Anemone nemorosa, Polystichum Filix mas, Athyrium Filix femina.

Partie inférieure de la pente Nord : La Charmaie dense devient progressivement plus hétérogène, s'infiltrant d'Erable champêtre, de Noisetier, de Frêne, de Tremble et surtout de Chêne pédonculé. La plus forte humidité de ces sols colluviaux donne un sous-bois dense et plus fourni :

Rubus sp., Hedera helix, Lamium galeobdolon, Polygonatum multiflorum, Brachypodium silvaticum, Milium effusum, Polystichum Filix mas, Athyrium Filix femina, Scolopendrium officinale.

Les parties mouilleuses comportent souvent *Molinia coerulea*.

Thalwegs secondaires et dépressions : Selon le niveau du schéma précédent auquel ils se situent, les thalwegs secondaires diffèrent entre eux par l'influence de leurs versants propres agissant soit par accentuation soit par compensation. Le fond du thalweg, où l'eau s'écoule en permanence prend un aspect particulier en galerie qui remonte très haut dans le versant et comporte :

Quercus pedunculata, Fraxinus excelsior, Populus tremula, Salix aurita, Sambucus nigra, Caltha palustris, Rubus sp.

Enfin les dépressions à écoulement lent, à très fort colmatage, préfigurent la végétation des plateaux pliocènes :

Alnus glutinosa, Populus tremula, Salix aurita, Betula verrucosa, Rhamnus frangula, Eupatorium cannabinum, Filipendula ulmaria, Scrophularia aquatica, Cirsium palustre, Deschampsia flexuosa, D. coespitosa, Juncus silvaticus, J. conglomeratus, Athyrium Filix femina, Blechnum spicant.

Modifications secondaires.

Modifications géographiques : Deux phénomènes distincts conjuguent leurs effets pour provoquer une variation progressive d'Ouest en Est du

schéma type. D'une part, l'aggravation pluviométrique tend à augmenter vers l'Est l'importance du correctif froid des versants nord et par voie de conséquence, celle du Hêtre. D'autre part, d'Ouest en Est, on assiste à un accroissement de la grosseur des éléments du conglomérat qui se cimente aussi plus fort. Le relief s'avive, l'opposition des versants s'accuse renforçant l'évolution climatique : le Chêne sessile tend à remonter le versant nord et à redescendre le haut de l'exposition sud. L'évolution vers l'Ouest est donc inverse : le climat s'adoucit, la cohésion et la grosseur des éléments du poudingue diminuent. Les faciès grésosableux du Miocène inférieur envahissent le Pontien, le relief devient plus mou. L'incidence sur la végétation se traduit par un estompage de l'opposition des versants au détriment du Hêtre et du Chêne sessile. La chênaie pubescente ou le pâturage sec que l'homme lui substitue, remonte sur les crêtes (St Christophe et le Laris), tandis qu'à la face nord le Charme et le Chêne pédonculé augmentent leur domaine (Bois du Faya à l'Ouest de Villeneuve de Marc).

La pression humaine : Une transformation importante pour la forêt est consécutive à l'introduction du Châtaignier et à son intense exploitation sous forme de taillis. Ces deux phénomènes se favorisent l'un l'autre au point de modifier la structure actuelle de la végétation. Le Chêne sessile en est le plus affecté et, sans disparaître, devient subordonné au Châtaignier; le Charme se substitue au Hêtre. Châtaignier et Charme, très bien adaptés à l'exploitation en taillis et à la dégradation consécutive du sol (D. LAVERGNE) se généralisent et masquent la structure originale de la végétation sur la plus grande partie du territoire des collines pontiennes.

Le domaine agricole.

La pression pastorale se fait aujourd'hui moins vigoureuse : le bétail demeure de préférence dans les pâturages plus humides, plus accessibles, du bas des pentes. L'Homme n'apporte plus aux pelouses pâturées les mêmes soins attentifs que par le passé. Il ne détruit plus les « refus de pâture » que constituent à l'origine les tâches de *Brachypodium pinnatum* et *Ononis repens*. Il devient difficile d'effacer d'un simple coup de faux cette négligence lorsque quelques pieds de *Sarothamnus* et de *Juniperus* se sont installés dans ces touffes qui s'agrandiront avec l'introduction de :

Crataegus monogyna, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*.

Acer campestre et *Robinia* finiront par dominer ce fourré inextricable. Seuls des soins plus attentifs ou l'augmentation du nombre de Chèvres pourraient conserver au domaine agricole cette zone actuellement menacée d'improductivité.

La base des pentes Sud comporte des pâturages plus riches; les labours sont assez rares mais la Vigne plus fréquente; cultivée sur « Bayard », à cause des gelées tardives, elle confirme que la chênaie pubescente est à nuance froide.

Les pentes Nord sont rarement cultivées (sauf au Sud de la région de St Geoirs qui rappelle les Terres Froides). Les vergers de Pommiers sont fréquents dans la zone pontienne à toutes les expositions.

Les hauts plateaux pliocènes - La Glaise

Ces vastes plateaux monotones sont, d'après Y. BRAVARD, « les restes de la surface villafranchienne, qui, après l'invasion marine pliocène, marquent une phase de planation continentale dont la manifestation la plus claire est l'épandage de grandes masses de galets ou de blocs en provenance des Alpes » (citation). La surface tabulaire ne se présente sous la forme d'un bloc compact et homogène qu'aux extrémités orientales des deux plateaux où elles culminent à 728 m (La Digonne). Vers l'Ouest, elle est déchiquetée en lanières par les cours d'eau. Elle s'étire et s'abaisse insensiblement jusqu'à la vallée du Rhône (pente 8 %).

Cette faible pente est aggravée par la nature de la couche supérieure imperméable : la Glaise de Chambaran. Très plastique, elle est composée de sables fins et d'argiles plus ou moins ocreuses totalement décalcifiées. Cette couche de glaise est extrêmement caillouteuse (quartzites) à sa base, alors que sa partie supérieure est parfois exempte de galets. Elle peut atteindre une épaisseur de 30 à 40 mètres, mais elle est plus mince sur les parties élevées du plateau. Horizontale, imperméable et décalcifiée, cette formation individualise un milieu très particulier à la partie supérieure des plateaux.

Le modelé des plateaux.

Les hauts plateaux de Chambaran et Bonnevaux apparaissent comme des milieux très complexes. Si l'originalité morphologique est due à la Glaise, la structure de la végétation est liée pour sa part, au modelé de détail. La différence du nombre d'étangs entre Bonnevaux et Chambaran est très significative et conduit à constater que la topographie de ces plateaux est variable. D'une façon générale, les grandes surfaces tabulaires en larges plans à peine inclinés sont souvent représentées dans Chambaran, alors que Bonnevaux se révèle sous l'aspect d'une multitude de vallonnements. L'enfoncement du système hydrographique est rapide à Chambaran et recoupe très tôt le conglomérat pontien. A Bonnevaux, ce phénomène est plus lent : les lanières du plateau ne sont découpées que dans l'épaisseur de la glaise.

Pour comprendre l'occupation du sol il faut remarquer que la glaise à quartzites se présente comme une mosaïque de plages caillouteuses et argileuses. Ces surfaces planes proviennent du relief Miocène par obturation et colmatage des cuvettes. (Le processus est schématisé sur la figure 3 par une représentation inverse à celui du déblaïement actuel : 3a - 3b - 3c - 3d - 3e). L'érosion s'exerce de préférence sur les zones argileuses et tous les types de modelé peuvent en dériver. On rencontre, en effet, tous ces stades intermédiaires (a, b, c, d) dans les diverses régions des plateaux selon que l'évolution est plus ou moins avancée ou qu'elle a

débuté sur des stades différents de la planation. Cette évolution supposée a l'avantage d'expliquer de manière logique les conditions écologiques de détail. On montre ainsi comment, de l'occupation des collines pontiennes, on arrive de proche en proche au type le plus répandu à Bonnevaux et ensuite à celui de Chambaran.

Structure de l'occupation du sol par la végétation.

Fig. 3a : Ce modelé dissymétrique fait suite à celui des collines pontiennes par substitution de la glaise au conglomérat. La disposition générale de la végétation est du même type mais à nuance plus humide à cause de la glaise. Ce milieu restreint un peu l'aire du Chêne sessile augmentant celle du Chêne pubescent, et permet au Charme d'occuper avec plus ou moins de densité, presque toutes les situations. Cette structure se trouve dans les Serres nord-occidentales de Bonnevaux.

Une telle distribution est rare sur Chambaran où les ruisseaux et les vallées entaillent rapidement le conglomérat pontien : les pentes sont dans le poudingue, la glaise n'existe plus qu'en une étroite lanière supérieure.

Fig. 3b et c : Les types « b » et « c » sont les plus généralisés sur le plateau de Bonnevaux. L'estompement du modelé entraîne la disparition de la Chênaie pubescente et une extension de la Chênaie pédonculée sur la base des pentes. Cette disposition est la plus favorable à l'aménagement des étangs. Le Châtaignier accompagne encore le Chêne sessile sur les croupes à drainage oblique. Ce schéma n'est qu'assez mal représenté dans la zone centrale sud du Chambaran (Montfalcon, Montrigaud).

Fig. 3d et e : Le relief devient à peine perceptible, il est difficile de déceler les zones caillouteuses à surface progressivement réduite et dont les argiles ont été peu entraînées. Le Chêne pédonculé se généralise ne laissant que des îlots de Chêne sessile, il tend même à s'infiltrer dans ses formations. Le Charme est très répandu mais semble éviter les zones les plus marécageuses; le Châtaignier n'excède pas 10 % des boisements. De telles stations sont très localisées sur Bonnevaux (quelques plateaux sud-orientaux dépourvus d'étangs); elles constituent l'essentiel du bloc occidental de Chambaran.

La structure de l'occupation du sol par la végétation est donc comparable sur les deux plateaux. Les faciès les plus humides à Chêne pédonculé et Molinie sont localisés dans Bonnevaux en un réseau de dépressions qui cernent les mamelons. Ils se généralisent sur la partie orientale du plateau de Chambaran par le fait d'un modelé plus ennoyé.

Variations géographiques (fig. 8). Les bordures des plateaux montrent le raccordement logique des structures précédentes avec celle du conglomérat pontien : la dissymétrie générale demeure. Au Nord, la Chênaie-Hêtraie tend, à la faveur de la Glaise, à repousser la Chênaie sessile. A la face sud, le Chêne pubescent atteint la bordure supérieure de la glaise très bien drainée obliquement, et qui se comporte alors comme un substratum sec : les argiles entraînées laissent un sol plus sableux.

Enfin les variations géographiques déjà mentionnées au sujet des Collines Pontiennes se retrouvent pour les plateaux : abaissement de l'altitude

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

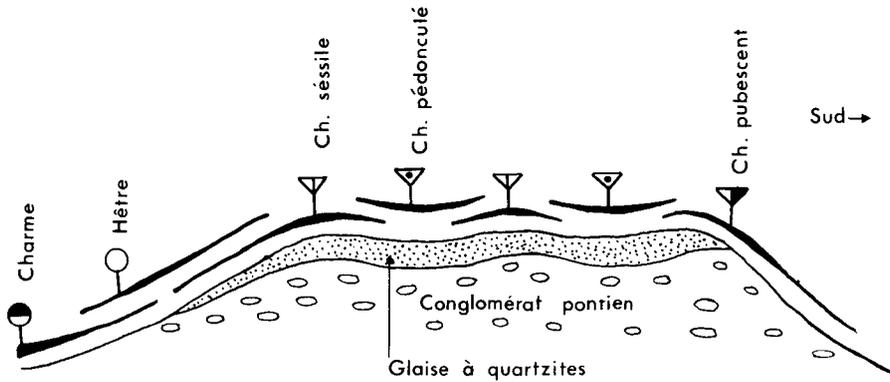


FIG. 8. — L'occupation du sol des plateaux pliocènes.

vers l'Ouest, relief plus empâté, climat plus doux, faciès sableux plus généralisés; l'opposition des versants s'atténue. Toutes ces modifications s'additionnent pour favoriser un envahissement progressif des faces nord par le Chêne pédonculé et des replats supérieurs par le Chêne pubescent accompagné du Châtaignier. Le Hêtre et le Chêne sessile sont les plus affectés par ces modifications.

Les éléments de la végétation.

Les landes boisées : formations caractéristiques du plateau de Chambaran; la régénération paraît se faire dans des conditions très difficiles pour les secteurs les plus défavorisés. D'un type fortement acide, leur physiologie et leur flore à affinité subatlantique, les individualise fortement. *Quercus pedunculata*, *Betula verrucosa*, *Populus tremula*, émergent d'une formation très fermée à : *Calluna vulgaris*, *Sarothamnus scoparius*, *Ilex aquifolium*, *Juniperus communis*, *Molinia coerulea*.

Les bois. Un lot assez constant de plantes forme l'essentiel des bois malgré les innombrables combinaisons impliquées par de multiples situations locales; le drainage et le traitement forestier prennent une importance exceptionnelle.

Dans la strate arborescente les Chênes (pédonculé et sessile) dominent à 50 et 60 %; le reste est réparti entre le Hêtre, le Charme, le Châtaignier et le Bouleau. *Sarothamnus scoparius* et *Calluna vulgaris* se trouvent disséminés mais peuplent fortement les sentiers, lisières et talus. Assez faible, la strate arbusive comporte : *Ilex aquifolium*, *Rhamnus frangula*, *Juniperus communis*; plus rarement : *Crataegus monogyna*, *Viburnum lantana*, *V. opulus*, *Corylus avellana*; parfois *Mespilus germanica*.

Il faut faire une mention particulière, dans la strate herbacée, pour *Molinia coerulea* dont l'abondance est certainement le « comparateur » le plus précis et le plus fidèle des conditions locales du drainage.

Importance phytogéographique de quelques espèces atlantiques.

Le milieu spécial créé par la Glaise a permis l'édification d'une chèneaie à caractère subatlantique qui prend, grâce à la position géographique de ces plateaux, une importance phytogéographique particulière. Le Bas-Dauphiné, situé à l'extérieur du domaine atlantique mais encore en bordure du domaine médio-européen et à proximité du domaine méditerranéen, constitue une limite sud-orientale pour quelques espèces atlantiques qui ont trouvé un dernier refuge dans des stations de ces plateaux.

Parmi les espèces « subatlantiques » : — *Hypericum pulchrum* : à la limite sud-orientale de son aire continue. — *Genista anglica* : à l'extérieur de son aire; seule station connue dans les Alpes. — *Osmunda regalis* : dans quelques ruisseaux du plateau. — *Ulex europaeus* : cette espèce a été propagée dans le monde entier, mais sa spontanéité dans Chambaran ne peut faire de doute.

Enfin, une « Eu-atlantique » : *Erica vagans*, représentée par quelques stations très bien conservées dans Chambaran. Elle est certainement ici, dans sa position la plus orientale en dehors de son aire.

Une importance toute particulière doit être attachée au fait que ces espèces très représentatives d'une influence atlantique, sont rassemblées sur le plateau de Chambaran. La concentration, dans une même zone, hors de leurs aires respectives, de plusieurs espèces exceptionnelles et d'exigences climatiques comparables, renforce l'opinion selon laquelle un climat subatlantique (plus humide et plus tiède), atteignant le Bas-Dauphiné, a précédé le climat actuel plus continental (P. REX, 1960). Ceci explique l'abondance du Chêne pédonculé et sa présence dans des séries de végétation voisines : après une occupation généralisée, suivie d'une régression probablement lente, il a pu se maintenir partout où de simples conditions édaphiques le lui ont permis. Ainsi s'explique son intrusion à la base du Montagnard où il se mélange au Hêtre, dans les parties mal drainées de la Chèneaie sessile, enfin dans les zones humides de la Chèneaie pubescente.

Les Chèneaies pédonculées de la Glaise (et tout particulièrement sur les « plats » de Chambaran) peuvent être considérées comme des vestiges de la forêt primitive. Une étude pollinique des innombrables zones tourbeuses pourrait aider à reconstituer la phytocinétique quaternaire de ces hauts plateaux qui émergeaient lors des grandes glaciations.

L'occupation agricole.

Il résulte de ce qui précède que l'occupation agricole est réduite. Aucun labour n'est possible dans les zones à quartzites, ailleurs, le sol est trop asphyxiant. On peut estimer que la moitié orientale des deux plateaux ne comporte quelques zones cultivées en pâturages, que sur des rebords où la pente assure un drainage oblique efficace.

A mesure que l'on se dirige vers l'Est, trois processus s'associent pour permettre à la culture de gagner le plateau : les lanières du plateau deviennent plus étroites, la partie supérieure améliore son drainage; les faciès sableux envahissent progressivement la glaise; l'abaissement altitudinal conjugué à une diminution de la pluviométrie, atténue les conditions climatiques. Pâturages et cultures fourragères gagnent alors le plateau; des céréales parviennent à s'installer.

6. — LES COLLINES MOLASSIQUES - SERRES DE CHAMBARAN

Morphologie (Fig. 4).

La particularité de cette région tient à la nature gréso-molassique du substratum et à une morphologie très tourmentée. Pour s'en tenir aux grands traits généraux, c'est un paysage de collines étroites en « Serres », allongées entre des vallées longitudinales. La topographie est affectée d'une dissymétrie à pente plus accusée vers le Sud qui peut disparaître par une orientation générale Nord-Sud de l'axe des serres.

En relation avec les phénomènes tertiaires péri-alpins, le Miocène présente une variation verticale et une variation géographique de la nature des dépôts qui constituent les Serres de Chambaran. Les parties orientales ont le faciès sableux assez réduit par rapport au conglomérat. A l'Ouest, par contre, les sables gagnent même le Pontien. Les conglomérats supérieurs des Serres sont difficiles à distinguer du conglomérat Pontien du plateau de Chambaran qui leur fait suite.

Le démantèlement des Serres par l'érosion peut être schématisé en trois auréoles à partir du plateau : la plus haute dans laquelle la crête des Serres est recouverte de conglomérat (la base des pentes se situe au niveau des grès) : (fig. 4, 1), une zone intermédiaire (fig. 4, 2) où le conglomérat a disparu du sommet; une dernière auréole (fig. 4, 3), la plus basse et proche de la vallée de l'Isère : collines sableuses dont les bases sont recouvertes de terrasses glaciaires.

L'occupation du sol.

Le schéma général (fig. 4) de l'occupation du sol reflète, comme les Collines Pontiennes, la dissymétrie morphologique : boisement des crêtes et des pentes Nord, pelouses et cultures des expositions Sud. La différence avec les Collines Pontiennes est la tonalité plus chaude et plus sèche des Serres : sols gréso-sableux beaucoup plus perméables et à fort drainage oblique par la vivacité du relief, altitudes plus basses, position privilégiée dans un large versant abrité par le plateau et collines pontiennes de Chambaran.

Le Chêne pubescent occupe la crête et redescend même à la face Nord, le Chêne sessile est réduit à une frange mince à la partie supérieure de la face Nord. Le Châtaignier occupe la majorité de la pente froide. Le Charme se mélange à la partie inférieure des taillis de Châtaignier. Une

proportion minime de Chêne pédonculé se manifeste dans les lieux les plus humides et colmatés.

En relation avec les trois grands paliers altitudinaux des Serres, la zone la plus haute (fig. 4, 1), présente le tiers supérieur du schéma. Zone où l'on trouve encore du Chêne sessile à l'exposition Nord, du Chêne pubescent en croupe, des pelouses dans les fortes pentes Sud. Dans la zone médiane (fig. 4, 2), la base sableuse du poudingue forme la partie supérieure occupée par des pelouses qui débordent au Sud. La châtaigneraie subsiste au Nord; cultures au bas des pentes Sud. Dans la zone de l'Isère les grès sableux forment la presque totalité des reliefs, les cultures se généralisent. Les expositions froides ont encore du Châtaignier-Charme en taillis avec quelques Chênes pédonculés.

Dans le cas où l'orientation de l'axe de la Serre est Nord-Sud, la disposition Sud devient générale; seuls les thalwegs secondaires peuvent créer des conditions favorables à la végétation des pentes Nord.

La Châtaigneraie à Charme est sous forme de taillis dense à strate arbustive et herbacée assez faible. Comparée à la formation similaire des Collines pontiennes, la flore est moins riche et manifeste une nuance mésophile. Les thalwegs plus humides et les plages colmatées à Charme présentent : *Betula verrucosa*, *Quercus pedunculata*, *Fagus silvatica*, *Populus tremula*, *Corylus avellana*, et certains éléments de la Chênaie sessile (*Tamus communis*, *Euphorbia silvatica*, *Daphne laureola*, *Primula acaulis*, *Vinca minor*, *Phyteuma spicatum*, *Festuca gigantea*, *Brachypodium silvaticum*, *Poa nemoralis*, ...). Les landes des terres abandonnées ne diffèrent guère de celles des Conglomérats Pontiens auxquelles elles font suite. Les pelouses sèches et les éboulis caillouteux, parfois sableux constituent une flore riche dont la nuance sèche et chaude frappe dans le paysage (Pour les détails voir feuille de Beaurepaire).

L'occupation agricole (fig. 4) est réduite à des pelouses du versant sud pour les zones hautes. L'abaissement progressif des serres vers la vallée de l'Isère favorise les surfaces cultivées. La Vigne associée aux cultures est toujours sur « Bayard ». Les pelouses pâturées gagnent la crête des serres de la zone intermédiaire. Dès que la pente devient plus douce, le sol moins sec et plus profond, le Noyer s'associe à une polyculture fourragère. Les prairies de fauche occupent les thalwegs. Les serres les plus basses, les plus sableuses (fig. 4, 3), voient la culture se généraliser, les meilleurs sols sont réservés au Noyer. Cette dernière zone porte souvent des vergers : les Pêchers annoncent la vallée du Rhône.

C. — SECTEUR A DÉTERMINANT CLIMATIQUE

C₁. — COLLINÉENS DE PIED-MONT

7. — COLLINÉENS A FORT CORRECTIF ÉDAPHIQUE

Pentes calcaires internes - Cluse de l'Isère.

La Cluse de l'Isère jouit de conditions spéciales. La nature calcaire du sol, associée à de fortes pentes bien exposées, permet, malgré l'excès pluviométrique, l'installation exclusive de la Chênaie pubescente à Buis.

Collines conglomératiques externes - Paladru (fig. 9).

A la faveur d'une pluviosité plus forte, l'occupation du sol des Collines Pontiennes, subit une translation. Le Hêtre et le Chêne pédonculé occupent toute la pente Nord et la croupe. Le Chêne sessile a besoin à son tour d'un correctif : il se place à la partie supérieure mieux exposée et drainée des faces Sud. Le Chêne pubescent descend rechercher des régions plus

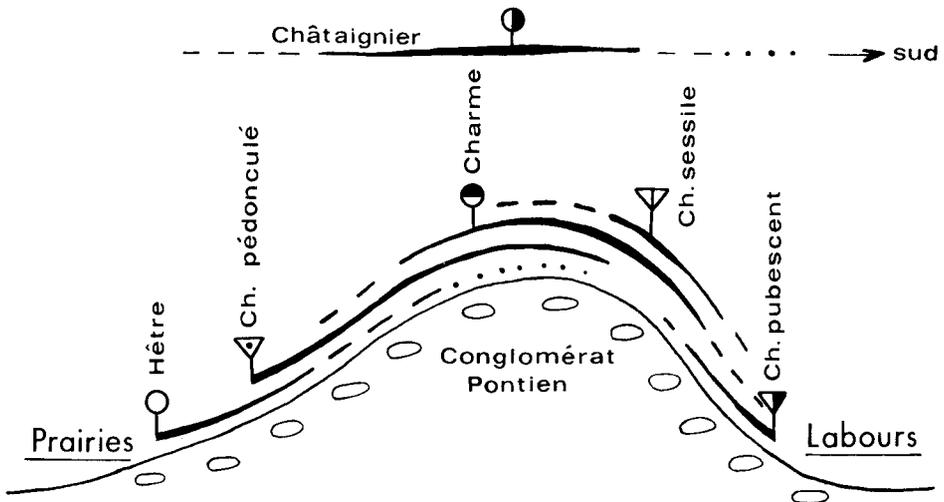


FIG. 9. — Schéma de l'occupation du sol dans les Terres Froides de Paladru.

chaudes. Le Charme, d'une écologie plus souple, suit le mouvement du Chêne sessile. Dans le domaine agricole ce déplacement est net : prairies et pâturages se généralisent; seules les meilleures expositions sont favorables aux labours.

Basses vallées externes.

Dans la Plaine du Pont de Beauvoisin, la vallée de la Bourbre et de la Morge (St-Aupré - St-Etienne-de-Crossey) les conditions du sol sont diverses (alluvions, dépôts glaciaires, sables miocènes). Le meilleur drainage, mais une plus forte pluviométrie que dans la plaine de l'Isère, rapproche les caractères écologiques. Chêne pédonculé, Charme et Frêne, peuplent les régions plates, le Chêne pubescent colonise les fortes pentes et s'associe au Robinier (talus). La polyculture de plaine et la Vigne occupent la majeure partie du sol et les zones les mieux drainées. Les parties les plus humides présentent des prairies de fauche, bocage de Peupliers, Aune et Saules.

8. — COLLINIÉENS A FAIBLE CORRECTIF ÉDAPHIQUE

Collines calcaires et molassiques du Ratz.

Le chaînon calcaire du Ratz et son prolongement molassique vers le NE opposent aux conditions climatiques un bon drainage. Les expositions sont moins bonnes, la pluviosité plus forte que dans la cluse de l'Isère. La végétation se caractérise par le Charme, le Buis et le Noisetier. Les argiles de décalcification portent le Chêne pédonculé, le Chêne sessile, souvent le Hêtre. Introduits, le Sapin et l'Épicéa s'y développent. La région supérieure présente une Hêtraie dans les escarpements Nord. La forte pluviométrie tend à uniformiser la végétation : les boisements colonisent les calcaires; une agriculture fourragère domine sur les molasses miocènes. Nous devons rattacher à ce compartiment les pentes inférieures de la face NW de l'extrémité du Vercors, formées des mêmes calcaires Urgo-Aptien et d'éboulis.

Collines gréso-conglomératiques.

Elles forment, en avant de la Chartreuse, un relief très tourmenté à fortes pentes. C'est, à l'extérieur de la chaîne pré-alpine, la région des plus fortes précipitations. Leur intérêt principal est de montrer l'aboutissement de l'évolution d'Ouest en Est de l'occupation des sédiments siliceux tertiaires : la Hêtraie parvient à s'installer sur la majeure partie des pentes et des croupes. Le Chêne sessile se voit, une fois de plus, repoussé vers la partie moyenne des pentes Sud; le Chêne pubescent se réserve les meilleures expositions, l'Erable l'accompagne dans les falaises. Le fait le plus remarquable est la relative abondance dans ce secteur, de l'Épicéa issu de

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

plantations ou d'îlots naturels; il manifeste une progression de caractère subspontané à partir de ces foyers. Le Charme et le Châtaignier recherchent les situations de la Chênaie comme le fait aussi l'homme lorsque la pente le permet (pâturages).

Vallée interne de Saint-Laurent-du-Pont.

Directement au contact de la Chartreuse, cette vallée réunit toutes les conditions propres à augmenter l'humidité: pente faible, bassin de réception de tous les cours d'eau du versant occidental de la Chartreuse, étranglement aval au niveau des gorges de Chailles. Sa position au pied de la Chartreuse, son exceptionnelle nébulosité, la rendent particulièrement fraîche. Bosquets et bocage comportent: Frêne, Aune, Saule et Chêne pédonculé; l'Epicéa est souvent planté. L'élevage est la principale ressource agricole; les labours s'installent dans les endroits les mieux drainés (bordure du Ratz).

C₂. — ÉTAGEMENT CLIMATIQUE ALTITUDINAL

9. — ÉTAGES MONTAGNARDS

(Description: cf. Doc. Carte Végét. Alpes. II, 1964).

Série du Hêtre - Sapin.

Sous les crêtes occidentales, la Hêtraie-Sapinière accuse le point d'impact des flux occidentaux humides. C'est la zone de forte nébulosité aggravée par l'exposition NW. Les couches inférieures de l'atmosphère, d'origine océanique et chargées d'humidité, viennent buter contre ces larges pentes (même en l'absence de tout système nuageux des perturbations qui se situent généralement bien au-dessus de ces modestes massifs); elles prennent alors un mouvement ascendant dont les effets de détente provoquent refroidissement et condensations.

Série du Hêtre.

L'assèchement relatif de l'atmosphère à l'Est des crêtes occidentales, permet à la Hêtraie pure de reprendre ses droits. Sa base est repoussée jusqu'à près de 1 000 m par le collinéen dans les meilleures expositions du Sud de la Chartreuse (Néron-Provésieux). L'assèchement « continental » oblige la Hêtraie à s'élever en altitude pour retrouver des conditions pluviométriques favorables.

Série de l'Epicéa.

Dans le Montagnard de type continental, à partir de 1 400 m environ, la pessière vient relayer la Hêtraie sur les Massifs pré-alpins.

10. — ÉTAGE SUBALPIN

Les hautes crêtes de la Chartreuse (quelques petits flots en Vercors) portent enfin un étage subalpin pour lequel la luminosité et les conditions d'enneigement sont les facteurs écologiques essentiels. L'influence continentale est encore trop faible pour gagner cet étage qui fait partie de la série du Pin à Crochets; elle ne sera en effet suffisante que plus à l'Est avec le développement d'une série subalpine de l'Epicéa, puis, vers la chaîne centrale avec celle du Mélèze (cf. Carte des Séries de végétation des Alpes Sud-Occidentales. — D.C.V.A., T. IV. 1966, par P. OZENDA).

BIBLIOGRAPHIE

- BRAVARD, Y. (1963). — *Le Bas-Dauphiné. Recherches sur la morphologie d'un pied-mont alpin.* Thèse Doctorat. Grenoble.
- CABAUSSEL, G. (1962). — Répartition de la végétation et conditions écologiques.
(1964). — Méthode biogéographique de photo-interprétation appliquée aux problèmes de mise en valeur des moyennes montagnes.
(1966). — Structure de la végétation et zones biologiquement équivalentes. *Revue Photo Interprétation* (62/3/1 - 64/2/1 - 66/1/4). Technip. Paris.
- CLOS-ARCEDEC, A. (1965). — Méthodologie de l'interprétation des photographies aériennes, in *Photographie Aérienne : Panorama Intertechnique* (57-64). Gauthier-Villars. Paris.
- GAUSSEN, H. (1926). — Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. *Doc. pour Carte Prod. Végétales*. T. Généralités. Vol. 1. Lechevalier. Paris.
- GAUSSEN, H. (1954). — Rapport général sur la Cartographie écologique. *Colloque sur les régions écologiques du globe*. Paris.
- GAUSSEN, H. (1957). — La biogéographie écologique de P. DANSEREAU. *Bull. Serv. Carte Phyto.* A, III, 2 (C.N.R.S.), Paris.
- GAUSSEN, H. (1958). — L'emploi des couleurs en cartographie. *Bull. Serv. Carte Phyto.* A, III, 1 (C.N.R.S.), Paris.
- GAUSSEN, H. (1963). — Ecologie et Phytogéographie, in *Précis de Botanique* (926-972). Masson. Paris.
- OZENDA, P. (1963). — Principes et objectifs d'une cartographie de la végétation des Alpes à moyenne échelle. *Doc. Carte Végét. Alpes*. I, 5, 23.
- OZENDA, P. (1964). — Biogéographie végétale. Doin. Paris.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

- OZENDA, P. (1966). — Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Doc. Carte Végét. Alpes*. T. IV.
- REY, P. (1958). — La cartographie botanique en couleurs. *Bull. Serv. Carte Phyto.* A, III, 1. (5-10). (C.N.R.S.). Paris.
- REY, P. (1960). — Essai de Phytocinétique biogéographique. Toulouse. Thèse.
- REY, P. (1961). — Méthodes de la cartographie de la végétation. 9^e *Colloque International du C.N.R.S.* Toulouse.
- REY, P. (1965). — La Biogéographie et ses applications à la vie moderne. In *Photographie Aérienne : Panorama intertechnique* (213-230). Gauthier-Villars. Paris.

Cartes géologiques : au 1/80 000 : Grenoble - Chambéry - Saint-Etienne.

Photographies aériennes de l'Institut Géographique National :

1960 — La Côte Saint-André.

1960 — Grenoble.

1958 — Beaurepaire.