

RECHERCHES ECOLOGIQUES DANS LA VALLEE DU HAUT RHÔNE FRANÇAIS

par G. PAUTOU, J. GIREL (1), B. LACHET (2) et G. AIN (3)

Introduction	6
I.- Généralités sur les vallées alpines et périalpines	7
II.- La vallée du Haut-Rhône français	14
III.- Les facteurs hydriques	17
IV.- Variations spatiales des conditions hydriques	22
V.- Les groupements végétaux de la plaine alluviale	25
VI.- La dynamique des milieux	44
VII.- Les cultures	51
VIII.- Réalisation de la carte	52
Conclusion	54
Annexe	57
Bibliographie	59

RÉSUMÉ.- La vallée du Haut-Rhône français en amont de Lyon fait l'objet de nombreuses études écologiques dans le cadre d'un programme interdisciplinaire en environnement. Le levé de la carte phytosociologique au 1/25 000 est prévu en 5 feuilles qui assureront une couverture complète de la vallée entre Lyon et Genève. Les 2 premières coupures (Morestel-Yenne et Belley-Seyssel) sont présentées dans ce volume. Elles donnent une image synthétique de l'utilisation de l'espace rural (végétation naturelle, cultures) avant que n'intervienne l'aménagement hydroélectrique de cette partie de la vallée. Les relations entre groupements végétaux, conditions hydriques, caractères physiques du sol et populations animales sont étudiées dans la notice.

SUMMARY.- Many ecological studies in the scope of a combined research project on environment were made concerning the Rhône-valley in France above Lyon. The survey of the phytosociological map on a 1/25 000 scale will be given on 5 different sheets and will cover the whole valley between Lyon and Geneva. The first 2 sheets (Morestel-Yenne and Belley-Seyssel) are given in the present volume; they offer a synthetic figure of how rural land (natural vegetation and cultivated parts) was used before this part of the valley was submitted to hydroelectric development. Information concerning relations between plant groups, hydric conditions, physical characters of the soil and nature of animal populations are given in the notice.

(1) Laboratoire de Botanique et Biologie végétale, Université I de Grenoble, B.P.53, 38041 Grenoble Cedex.

(2) Laboratoire de Biologie Végétale, Département de Recherches Fondamentales, Centre d'Etudes Nucléaires, 85X, 38041 Grenoble Cedex.

(3) Entente Interdépartementale pour la Démoustication, Ain, Isère, Rhône, Savoie, B.P. 2, 73310 Chindrieux.

INTRODUCTION

Les grandes vallées méritent d'être, en priorité, l'objet d'études écologiques, car elles sont soumises aux multiples agressions qui résultent d'une demande, toujours croissante, d'espace et de moyens de production.

Par leur topographie uniforme, les vallées se prêtent à un remodelage aisé qui est responsable d'un haut degré d'artificialisation. L'exploitation de leur potentiel énergétique entraîne, à plus ou moins longue échéance, de profonds bouleversements : construction de barrages, aménagement de voies navigables, travaux d'endiguement, ouverture d'axes routiers, création d'aires industrielles, délimitation de périmètres urbains, etc... Les grandes vallées ont, également, de grandes potentialités du point de vue biologique. Les marais et les forêts riveraines constituent un cadre privilégié pour la vie animale. Au point de vue agricole, les sols alluviaux calcaires et les sols alluviaux à gley sont favorables à l'implantation de cultures à forte productivité. Pour toutes ces raisons, l'espace alluvial est un terrain privilégié de conflits. Une gestion rationnelle, harmonieuse de cet espace n'est possible que si l'on parvient à une perception globale, intégrée de l'ensemble des problèmes.

La vallée du Haut-Rhône français entre Seyssel et Lyon a subi, pour l'instant, peu de modifications. Les protections de berges par enrochement et l'extraction des sables et des graviers sont les seuls facteurs perturbateurs des conditions naturelles, dans la section comprise entre le confluent du Fier et le confluent de l'Ain sur une longueur de 110 km. Au cours de la prochaine décennie, la construction d'ouvrages en vue de l'aménagement hydroélectrique, la création de centrales nucléaires et l'implantation d'une zone industrielle et portuaire vont entraîner une mutation profonde de la vallée.

Dans ce travail préliminaire, nous nous sommes efforcés de préciser quelques-unes des relations qui existent entre la végétation et les principales composantes du milieu bio-physique. La principale de ces composantes est l'eau qui, dans ses manifestations multiples, règle le fonctionnement de ce système écologique complexe que représente une vallée.

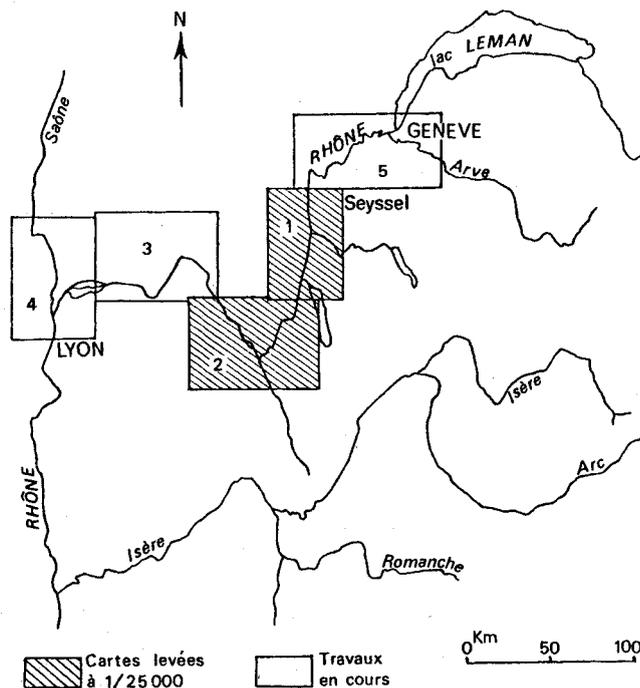


Fig.1.- Carte de situation du territoire étudié.
1 - feuille Belley-Seyssel; 2 - feuille Morestel-Yenne;
3 - feuille Loyette-Lagnieu; 4 - feuille de Lyon; 5 -
feuille Seyssel-Genève.

La carte phytosociologique a été levée au 1/25000, de Seyssel à Morestel, ce qui représente une section de 70 km de vallée. (Fig. 1). Cette carte est réalisée en 2 feuilles. Ces documents cartographiques ont, à notre avis, un double intérêt:

- Ils donnent une image synthétique de l'utilisation de l'espace rural avant que n'interviennent les aménagements hydroélectriques et permettront ainsi de suivre l'évolution des paysages végétaux, au cours des transformations qui vont affecter la vallée.

- D'autre part, la végétation est un révélateur des caractères du milieu bio-physique. Son analyse nous renseigne donc sur les seuils entre lesquels chacune des composantes du système écologique que constitue la vallée a la possibilité de varier, cette amplitude de variation étant compatible avec la présence d'un groupement végétal de composition floristique bien définie. La cartographie des groupements végétaux facilite donc la maîtrise spatiale des paramètres écologiques.

I - GENERALITES SUR LES VALLEES ALPINES ET PERI-ALPINES

Les Alpes françaises s'étalent sur un front de 150 à 220 km. Il existe un axe longitudinal privilégié, le sillon alpin. Avec la moyenne Durance, il permet une traversée facile des Alpes, du Nord au Sud. A l'Ouest, le Haut-Rhône français est un trait d'union entre les Alpes, le Jura et le monde méditerranéen d'égale importance.

Les vallées transversales qui sont séparées par des distances de 30 à 40 km permettent une pénétration aisée des Alpes, d'Ouest en Est. Ces vallées sont sensiblement perpendiculaires à l'axe général de la chaîne alpine. Aussi, les nombreux adrets des Alpes françaises sont favorables à l'implantation de cultures exigeantes vis-à-vis des conditions de température et d'insolation, telles que la vigne. En plein coeur des Alpes, les versants bien exposés rappellent par certains traits des paysages plus méridionaux. En revanche, les ubacs froids et humides sont couverts par un épais manteau forestier où dominent les Conifères.

De puissants glaciers ont modelé de larges vallées par un lent travail d'érosion qui s'est manifesté par des phénomènes d'élargissement et d'approfondissement à la faveur de roches faiblement résistantes (lias, vindobonien, callovo-oxfordien). Les lacs sont généralement situés dans les zones de confluence de plusieurs glaciers. L'activité des glaciers et le travail des eaux courantes sont à l'origine des grands marais qui persistent encore dans les plaines alluviales (surcreusement de roches tendres, formation de barrages morainiques, placages glaciaires, remblaiement post-glaciaire des anciens lacs). C'est le cas, par exemple, des marais de Chautagne (Savoie) et de Lavours (Ain), qui s'étalent sur 4 000 hectares au Nord et à l'Ouest du lac du Bourget. Généralement une tourbe eutrophe affleure dans la partie centrale de ces marais; les couches de matière organique dépassent parfois, plusieurs mètres d'épaisseur.

Les phénomènes de sédimentation fluviale sont responsables de la formation des sols alluviaux ayant d'excellentes potentialités agricoles. Pendant des siècles, la fréquence des crues, leur violence ont empêché l'homme de cultiver les vallées des Alpes dans leur totalité. Aussi les forêts riveraines occupaient-elles de vastes superficies. L'endiguement des cours d'eau, la construction de barrages ont ouvert ces terres fertiles à l'agriculture, limitant au seul lit apparent, les sites d'implantation de la végétation naturelle. Actuellement, l'urbanisation diffuse rapidement dans les vallées à partir des centres urbains.

Si la végétation riveraine des grandes vallées d'Europe centrale comme celles du Rhin ou du Danube et de leurs affluents est bien connue, en revanche, peu de travaux ont été effectués sur les vallées des Alpes françaises. Aussi nous a-t-il paru opportun de présenter nos premières observations dans une étude préliminaire.

ELLENBERG (1963) propose un schéma dans lequel le découpage des cours d'eau en plusieurs sections repose sur la pente. Il distingue :

- la zone des sources où le cours d'eau est étroit avec généralement des prairies et quelques arbustes (*Salix*) en bordure. Cette zone correspond au crénon des hydrobiologistes ;

- le cours supérieur à forte pente de type torrentiel à cours rapide dont le fond est occupé par des blocs arrondis. La végétation n'est représentée que par une étroite bande d'*Alnus incana*. Le rithron correspond assez bien au cours supérieur. L'eau reste fraîche en été et son amplitude thermique annuelle est inférieure à 20°C. Au point de vue piscicole, cette section à forte pente définit bien la zone où les truites trouvent des conditions écologiques optimales ;

- le cours moyen à pente modérée dans les grandes vallées montagnardes ou en bordure des montagnes. La pente est favorable au dépôt des cailloux roulés, des graviers et des sables grossiers. La végétation comporte une zone de bois tendres et une zone de bois durs. Les conditions physico-chimiques de l'eau sont favorables à l'installation des ombles ;

- le cours inférieur dont la pente est inférieure à 3% où les méandres se forment. Les sables fins, les limons et les colloïdes argileux se sédimentent. Dans cette section, l'Aune blanc est absent. La végétation se caractérise par un épanouissement des groupements forestiers à *Fraxinus excelsior*. Cette section correspond au potamon des hydrobiologistes : débit élevé, amplitude thermique annuelle dépassant 20°C. Au point de vue piscicole, cette section est favorable à l'installation des barbeaux et des brèmes lorsque la rivière s'éloigne des reliefs.

Si ce schéma rend compte des caractères essentiels des successions longitudinales et transversales, il est susceptible de présenter des variations sensibles. Chaque section se compose, en fait, d'une succession de tronçons à faible pente et de tronçons à forte pente, bien que les déclivités maximales soient nettement plus faibles au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source. De plus, si la pente est un paramètre fondamental, dont dépend la nature des groupements végétaux et leur évolution, d'autres paramètres interviennent.

Nous examinerons tour à tour : la pente, le débit, les crues, le régime, la largeur du lit d'inondation et les interventions de l'homme.

1) La pente.

C'est un paramètre fondamental, car il conditionne la nature des matériaux qui tapissent le lit majeur. Il est donc responsable de la composition granulométrique des sols. A une diminution de la déclivité correspond une augmentation du pourcentage des classes granulométriques composées d'alluvions de faible diamètre. Dans le cas de basses plaines alluviales, la couche superficielle du sol est composée d'alluvions de texture limoneuse à limono-argileuse ; elle peut atteindre plusieurs mètres (2 à 3 m, dans les îles du Rhône, situées à l'extrémité du Jura méridional).

Il faut considérer le cas des vallées qui se trouvent dans un cadre de montagnes, mais dont la pente est celle du cours inférieur. Ainsi pour la vallée du Rhône, entre le confluent du Fier et le confluent de l'Ain, la pente inférieure à 1 m/km tombe à 0,50 m/km entre le pont de Cordon et le pont de Groslée.

Des tronçons à pente faible ou modérée s'observent à des altitudes plus élevées ; c'est le cas de la plaine de Bourg d'Oisans (720 m d'altitude) où la Romanche a creusé de nombreux méandres. Dans l'étage montagnard, un profil en long composé de tronçons à forte pente et de tronçons à faible pente en alternance est particulièrement favorable à l'implantation de centrales hydroélectriques (vallée de la Maurienne, par exemple).

2) Le débit et les crues.

La vitesse du courant pluvial dépend de la pente mais également du débit. De ces deux composantes dépendent les possibilités de charriage des éléments de fond. Cette mise en route des matériaux s'effectue lorsque la force tractrice atteint une valeur suffisante (100 cm/s pour les graviers, 200 cm/s pour les galets, dans le cours du Rhône en aval de Seyssel). Dans les basses plaines alluviales, le débit augmente grâce aux apports d'eau provenant des différents affluents. Si la pente est suffisante, les processus d'érosion et de sédimentation se manifestent alors par un déplacement latéral du talweg, par la formation d'un réseau anastomosé de chenaux secondaires et par l'apparition de nombreuses îles. Ces conditions sont favorables à l'implantation de vastes ripisylves.

L'activité du cours d'eau qui se manifeste dans l'espace horizontal se manifeste également dans l'espace vertical par exhaussement du sol au moment des hautes eaux et en période de crues. La fréquence des crues, ainsi que leur vigueur, est un des éléments qui conditionnent l'évolution morphogénétique et pédogénétique et par voie de conséquence l'évolution de la végétation. Pour le cours du Rhône, en aval de Seyssel, c'est à partir des crues de 900 m³/s que se produisent les charriages des matériaux de fond. Des bancs de galets et de graviers suffisamment hauts pour ne pas être inondés de façon permanente peuvent alors se constituer. Les dépôts ont la forme de dune. Le point précis où les matériaux stoppent leur migration apparaît de façon très nette. La dune alluviale présente un talus de 45° qui constitue son front de progression (THOMAS, 1972). Par implantation de la végétation (peuplements de *Phalaris arundinacea*, fourrés de *Salix*), les bancs alluviaux vont évoluer par la sédimentation des sables et des limons (PAUTOU et al., 1975). L'évolution de la végétation est liée à l'exhaussement des dépôts, c'est-à-dire à l'action des crues. Les îles à *Alnus incana* sont à l'abri d'une crue de 1 000 m³/s, les îles à *Quercus robur* ne sont touchées que par des crues de 1 300 à 1 400 m³/s; dans ce cas, l'épaisseur de la couche de limons atteint 1,40 m au moins.

Les îles constituent des milieux en état permanent de transformation et, après chaque forte crue, l'île présente un nouveau profil. L'île au point de vue structural apparaît comme une mosaïque constituée par un grand nombre de motifs. Elle se décompose en une série de "bourrelets" et de "paliers" séparés par des lônes (bras secondaires) ou des basses (dépressions inondées en période de crues). Chacun de ces éléments s'individualise aisément par la présence d'un groupement végétal de composition floristique bien définie. Cette structure en mosaïque reste visible sur les îles anciennes, bien qu'avec le temps elle s'estompe, légèrement : en effet, les "paliers" les plus hauts ne sont affectés que par des crues exceptionnelles. Il y a donc exhaussement des "paliers" de plus faible altitude et tendance à une homogénéisation de la végétation; la nappe phréatique devenant de plus en plus profonde influence de moins en moins la végétation. Dans les îles anciennes, deux "paliers" présentant des différences altitudinales marquées (parfois de l'ordre du mètre) sont occupés par le même groupement, en l'occurrence, une Frênaie à *Populus alba* et *Quercus robur*.



Photo 1. — Lône en début de colmatage ; elle est inondée de façon permanente, même en période d'étéage.



Photo 2. — Lône inondée de façon durable ; on observe une phase d'assèchement durant les périodes d'étéage. Les hélophytes (*Typha latifolia*, *Phalaris arundinacea* etc. . .) commencent à s'installer.

Des variations de débit dépendent les écarts qui existent entre la ligne d'eau en période de hautes eaux ou de crue et en période d'étiage. Les conditions écologiques sont particulièrement sélectives pour les groupements végétaux qui colonisent les îles basses et sont donc soumis à une hauteur d'eau élevée au moment des débits maximums. Aussi, dans les basses vallées alluviales, seuls les groupements composés de Saules colonisent les bancs alluviaux néoformés. Les Aunaies à *Alnus incana* ne s'installent que dans les îles dont le niveau du sol est à 1,50 m environ au-dessus du niveau moyen de la ligne d'eau. En revanche, lorsqu'on remonte les vallées, l'amplitude de variation de la ligne d'eau diminue nettement bien que les écarts entre débits extrêmes soient plus élevés, car le débit maximum est beaucoup plus faible. Dans l'étage montagnard, les Aunaies à *Alnus incana* colonisent les bancs d'alluvions lorsque le cours d'eau n'est pas endigué.

3) Le régime.

C'est un facteur fondamental car il conditionne l'économie de l'eau dans les différentes associations végétales. Dans les Alpes du Nord, les cours d'eau présentent des hautes eaux pendant la saison chaude. Ce phénomène est en relation avec les conditions thermiques : rétention nivale en hiver, fusion nivale et glaciaire au printemps et en été. Ainsi, l'Arve se caractérise par un régime typiquement glaciaire; les débits sont maximums en été, c'est-à-dire en période d'intense activité physiologique des végétaux. De plus, dans les parties les plus continentales des Alpes du Nord (région de Chamonix), le premier maximum pluviométrique d'été concourt à maintenir des débits élevés mais assure également des réserves hydriques considérables aux sols qui ne sont pas liés à une nappe phréatique. La présence d'Aunaies à *Alnus incana* sur des sols non alluviaux est, peut-être, en relation avec un régime pluviométrique de type continental. C'est le cas du bassin de Chamonix.

Les rivières du Jura méridional et des Préalpes ont un régime nivo-pluvial avec une crue nivale qui se produit au printemps. Ces hautes eaux de printemps sont responsables de l'inondation des marais (marais de Lavours, par exemple, inondé par la crue du Séran).

Les rivières des Alpes du Sud se caractérisent par un régime pluvio-nival. Ces débits présentent un maximum d'automne qui dépasse le maximum nivale. Ce régime de type bimodal est en rapport avec le premier maximum pluviométrique, souvent générateur de crues. Mais le caractère le plus remarquable est la pénurie d'été que subissent les rivières drainant les bassins d'altitude modeste; c'est évidemment la conséquence du minimum pluviométrique principal d'été. Le régime défavorise les espèces exigeant une alimentation d'eau régulière pendant l'été comme *Alnus incana*. En revanche, les basses eaux de l'été et même l'assèchement de certains cours d'eau favorisent l'installation d'espèces extérieures aux groupements riverains sur les alluvions graveleuses.

En résumé et schématiquement, on observe la séquence suivante, des massifs centraux au Jura méridional : régime glaciaire, régime nivo-glaciaire, régime nivale, régime nivo-pluvial (dans le cas des bassins de moindre altitude). Cette succession de régimes exprime nettement le rôle des facteurs principaux : influence des massifs centraux avec présence de glaciers, climat continental des massifs orientaux des Alpes du Nord, part de plus en plus forte représentée par les eaux météoriques au fur et à mesure que l'on se dirige d'Est en Ouest et du Nord au Sud.

Si le régime des cours d'eau conditionne l'approvisionnement en eau des terrains riverains, ce sont les précipitations qui sont responsables de l'alimentation des nappes phréatiques qui ne sont pas sous la dépendance directe des rivières et des nappes perchées. Dans les Alpes du Nord où se trouvent la plupart des grands marais, les pluies d'automne et d'hiver entraînent l'inondation des groupements semi-aquatiques et des forêts hygrophiles (Sausaies à *Salix cinerea*, Aunaies à *Alnus glutinosa*). Le sol est saturé d'eau jusqu'au démarrage de la végétation. Dès que les végétaux reprennent leur activité physiologique, on observe un épuisement rapide des nappes perchées et un abaissement du niveau des nappes phréatiques. Les inondations d'été ne se produisent qu'à l'occasion de pluies exceptionnelles. L'évapo-transpiration joue un rôle fondamental dans la disparition des eaux de surface.

Enfin, il faut considérer les résurgences qui assurent un débit constant à certains ruisseaux. Les émergences sont nombreuses dans les marais tourbeux.

4) La largeur du lit d'inondation.

L'aptitude d'un cours d'eau à divaguer librement dans une plaine alluviale est un des facteurs qui conditionnent la nature des groupements végétaux ainsi que leur importance quantitative. C'est évidemment dans les vastes plaines construites sur l'emplacement des glaciers que l'on observe les séquences les plus nettes; ainsi, la plaine alluviale du Rhône en aval de Seyssel, le Grésivaudan, la cuvette de Moirans en aval de Grenoble. Les forêts de bois durs s'épanouissent dans ces basses plaines.

Dans les Alpes françaises, de vastes lits d'inondation s'observent également en altitude (bassin de Bourg d'Oisans, bassin du Giffre, etc...). Les Aunaies à *Alnus incana* y occupent de vastes surfaces. Les espèces arborescentes qui ont un

fort recouvrement dans les groupements planitiaires de l'étage collinéen disparaissent, pour la plupart, dans l'étage montagnard. Les conifères s'installent dans les parties les moins submersibles.

Les sections correspondant au cours supérieur ont, généralement, un lit d'inondation étroit. C'est le cas, par exemple, des vallées de l'Oisans. Par suite de la proximité des massifs, de la présence de cônes d'éboulis, la frange alluviale se limite à une étroite bande de sables que colonise *Alnus incana*. Au-dessus s'installent des forêts de feuillus divers à base de *Betula pendula* et de *Populus tremula*. Cependant, on connaît des sections présentant un lit d'inondation relativement vaste. C'est le cas de la vallée de la Haute-Romanche, au niveau de Villard d'Arène (1 500 m). La rivière coule dans un lit atteignant 150 m de large et se caractérise par un chevelu très dense de bras secondaires. La ripisylve se compose essentiellement de Saussaies. *Alnus incana* est absent des sections dont l'altitude dépasse 1 500 m.

Un cas intéressant est celui des cours d'eau dont les débits irréguliers ne sont pas suffisants pour créer les conditions favorables à l'installation d'une large bande de forêts riveraines. Nous prendrons l'exemple du Sérans, affluent du Rhône à régime torrentiel qui se jette dans le fleuve en aval de Culoz. Le débit qui ne dépasse pas quelques mètres cubes peut atteindre 80 m³/s en 24 heures. La ripisylve ne dépasse pas 10 mètres de part et d'autre du chenal d'étiage. En période de crue, les eaux s'épanchent dans les marais voisins (marais de Lavours) qui sont colonisés par des Magnocaricaies et des Aunaies à *Alnus glutinosa*.

Nous signalerons, en dernier, le cas des vallées encaissées creusées dans les roches calcaires, telles que celle du Fier ou du Chéran (Savoie). La végétation riveraine est représentée par une bande d'Aune blanc et de feuillus divers ; sur les talus à forte pente, les espèces arborescentes composant les forêts de gorge s'installent (*Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus*, etc...). L'exemple du Guiers en Chartraine est intéressant. Le glacier du Grésivaudan n'a prolongé dans cette vallée qu'une mince langue qui n'a pu modeler une auge suffisamment large. Aussi, le Guiers coule dans une vallée étroite où il n'y a pas de frange alluviale. La Hêtraie-Sapinière climacique descend sur les gros blocs rocheux jusque dans le lit même de la rivière.

5) Les interventions de l'homme.

Par les travaux d'endiguement et de drainage, l'homme modifie profondément les conditions hydrologiques. En moins d'un siècle, les paysages des vallées alpines ont profondément changé. Ces transformations sont spectaculaires dans les basses plaines alluviales et plus particulièrement autour des grands centres urbains. Ce thème a été développé largement dans un travail précédent (PAUTOU, RICHARD, JORDAN et CHOPARD, 1976); aussi nous ne reprendrons, dans ce paragraphe, que les points principaux.

Avant l'avènement des techniques agricoles modernes (mécanisation, utilisation d'engrais chimiques, sélection d'hybrides), les zones humides des vallées s'intégraient étroitement à la vie rurale.

Les plans d'eau permanente (anciens lits), les terrains inondables constituent des territoires de chasse et de pêche, les produits de ces deux activités représentant des apports substantiels de nourriture.

Les marais sont pâturés dès le printemps, avant les fenaisons des prés situés sur les reliefs. Ils fournissent la "blache" (herbe des marais composée de Cyperacées et de Graminées) qui est utilisée comme litière et comme engrais vert. En Savoie, cet apport de matière organique conditionnait la culture de la vigne lorsque les engrais chimiques n'existaient pas.

Les prairies mésohygrophiles installées en bordure des marais fournissent le foin de cheval.

La tourbe est exploitée pour le chauffage et l'argile extraite pour la confection de tuiles.

Les îles font l'objet d'activités diverses. Elles fournissent le bois de chauffage. Les essences nobles (Chêne, Erable) sont utilisées en ébénisterie. Les Saules servent à la fabrication des piquets de vigne. Des prairies existent dans les îles hautes et sont pâturées tous les ans. A partir de 1 700 et, pendant un siècle, la culture du chanvre donne d'excellents résultats dans les basses terres alluviales.

Les parcelles, à l'abri des crues, se prêtent à la polyculture (prairies de fauche, céréales, arboriculture, cultures maraîchères, prairies pâturées).

L'homme intervient par le faucardage des plans d'eau, la fauche, l'entretien des fossés. Les zones humides des vallées constituent des écosystèmes en équilibre où l'homme s'intègre de façon harmonieuse. Avec la mécanisation de l'agriculture, l'apparition des engrais et des combustibles modernes, l'équipement hydroélectrique et l'industrialisation, certaines activités rurales cessent; des tendances nouvelles se font jour :

a) L'abandon des activités traditionnelles :

L'arrêt des opérations de fauche est un des premiers signes de l'abandon des marais. Une des conséquences est l'invasion des groupements herbacés par des héliophytes à large amplitude et à fort recouvrement : ainsi *Cladium mariscus* sur les sols tourbeux et *Phragmites communis* sur les sols à gley. Par multiplication végétative, ces espèces envahissent les associations semi-aquatiques et prairiales, dont elles éliminent les espèces caractéristiques; elles banalisent le cortège floristique, entraînant ainsi un phénomène de "dépersonnalisation" des associations. Cet abandon des pratiques culturales n'est pas, cependant, un phénomène général. En fait, la pression humaine se manifeste de façon anarchique dans l'espace et dans le temps au lieu d'obéir à une chronologie immuable comme dans le passé. La multiplicité des combinaisons floristiques qui en résulte donne aux zones humides un aspect mosaïqué.

Rapidement, le dynamisme de la végétation se manifeste de façon spectaculaire par l'embroussaillage des marais. Dans les grands marais de plaine, l'évolution se fait vers l'Aunaie à *Alnus glutinosa*. Nous avons suivi l'installation d'une lande à *Alnus glutinosa* à l'emplacement de Cariçaises à *Carex elata*. Après 10 ans d'abandon, les arbres atteignent 4 à 6 m de hauteur et on observe le passage au stade boisé. Dans l'étage montagnard, c'est l'Aunaie à *Alnus incana* qui colonise, généralement, les parcelles abandonnées. Le brûlage est utilisé de nos jours pour faire obstacle à l'embroussaillage. Cette pratique n'est pas sans danger; les feux allumés souvent de façon anarchique peuvent se propager aux groupements forestiers ou aux peupleraies. De plus, ils présentent des inconvénients pour l'avifaune.

Les surfaces soumises à une inondation temporaire augmentent. L'abandon des opérations de curage des fossés et d'entretien du réseau capillaire qui s'effectuaient au cours de journées de prestation est responsable d'une submersion durable des groupements hygrophiles; l'inondation intéresse, de plus, les prairies mésohygrophiles et, parfois, les prairies mésophiles. Outre la modification du cortège floristique qui se traduit par une diminution de la valeur fourragère, une des conséquences est la prolifération des espèces culicidiennes du genre *Aedes* dont le cycle larvaire se déroule dans les nappes d'eau temporaires.

b) Les travaux d'endiguement :

En canalisant un cours d'eau, l'homme empêche la migration latérale du chenal et la formation de méandres. Il s'oppose ainsi à la genèse de nouveaux talwegs qui, une fois abandonnés, deviennent des bras morts, et ensuite des marais. Les bancs d'alluvions et les îles qui se forment dans le chenal endigué n'ont qu'une vie éphémère. Les variations de la ligne d'eau atteignent plusieurs mètres entre la période d'étiage et la période de hautes eaux. Les conditions écologiques sélectives favorisent l'installation des groupements végétaux supportant une hauteur d'eau élevée. Dans ce cas de rivières à fort débit comme l'Isère, ce sont des Saussaies (*Salix alba*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*) qui constituent les groupements les plus évolués. Dans le cas de tronçons situés dans l'étage montagnard, les Saussaies à *Salix eleagnos* colonisent les bancs alluviaux les plus bas; les Aunaies à *Alnus incana* s'installent sur les dépôts qui échappent à une inondation durable.

L'évolution de la végétation peut être également bloquée dans des sections où le lit ordinaire est plus vaste : c'est le cas pour le tronçon du Rhône compris entre Seyssel et Culoz. Le lit ordinaire est bordé par deux digues distantes de 1 km. La végétation ne semble pas, cependant, évoluer au-delà de la Saussaie à *Salix alba*. Dans ce tronçon, la pente dépasse 1m/km. Le Rhône, après avoir coulé dans une vallée étroite, s'étale brutalement. Les facteurs hydrodynamiques (vitesse, niveau des crues, turbidité) atteignent des valeurs élevées. Les phénomènes de translation du chenal avec érosion et accumulation sont très vigoureux. Si les digues limitent l'ampleur des divagations, elles renforcent l'intensité des ondes de crue. Il n'est pas impossible qu'une évolution vers l'Aunaie à *Alnus incana* se produise, lorsque les groupements forestiers en place constitueront un écran assez puissant pour provoquer la sédimentation des sables.

La construction de digues entraîne l'apparition de dépressions inondables en contre-bas. Elles constituent des sites favorables à l'installation de Cladiales à *Cladium mariscus*, de groupements à *Schoenus nigricans* et d'Aunaies à *Alnus incana*. L'endiguement des cours d'eau, indispensable pour assurer une protection efficace contre les inondations, limite les forêts riveraines à une étroite bande en bordure du cours d'eau. Avant d'être endiguée, l'Isère s'étalait largement dans la plaine alluviale; BLANCHARD (1948) signale qu'entre Goncelin et Grenoble, c'est-à-dire sur une section de 30 km de longueur, on pouvait compter 200 îles. Depuis que le cours d'eau est canalisé, il n'existe plus que des bancs alluvionnaires ayant une vie éphémère. En revanche, de nouvelles terres bien pourvues en sels biogènes et en réserves hydriques ont été ouvertes à l'agriculture.

Les barrages et ouvrages divers limitent parfois les variations de la ligne d'eau et atténuent ainsi l'impact des crues. Dans ce cas, les groupements spécialisés comme les Saussaies cèdent la place aux groupements de bois durs; ces derniers, qui n'ont plus à redouter l'action des inondations, ont la possibilité de co-

loniser les dépôts alluvionnaires bas. C'est le cas de la Basse-Romanche. Les Saus-saies à *Salix eleagnos* et les Aunaies à *Alnus incana* n'existent qu'à l'état d'îlots minuscules alors que la Frênaie à *Fraxinus excelsior* a presque complètement envahi le lit apparent.

c) La récupération de nouvelles terres agricoles :

Depuis une dizaine d'années, les fonds de vallées considérés jusqu'alors comme incultivables sont l'objet d'opérations de drainage en vue de la culture du maïs et du peuplier. Le maïs est en pleine expansion dans la région Rhône-Alpes. Le succès de cette culture est en rapport avec la sélection d'hybrides à grande plasticité écologique et à forte productivité. De plus, la politique agricole encourage la culture du maïs. La production qui atteignait 10 millions de tonnes en 1973 devrait passer à 17 millions de tonnes en 1980.

La populiculture est également en pleine expansion. C'est une conséquence de la demande croissante de bois de déroulage pour les emballages légers et de pâte à papier. Jusqu'à ces dernières années, les peupleraies étaient surtout créées à l'initiative de l'Office National des Forêts. C'est le cas, par exemple, de la Peupleraie de Chautagne (Savoie) créée en 1936. Elle s'étend sur 800 hectares environ. Des opérations de drainage, supposant de gros investissements, furent nécessaires pour assurer le succès de l'exploitation. C'est le peuplier hybride italien I 214 qui est le plus utilisé, à raison de 200 plants par hectare. La rotation est fixée à 30 ans. Actuellement, des peupleraies se créent à l'initiative des particuliers.

d) L'exploitation des forêts riveraines pour le bois de trituration :

La demande de bois de trituration pour la confection de panneaux de particules est en constante augmentation. On évalue à 8 millions de m³ la consommation de bois de trituration dont 1,5 million provient de bois tendres (Aune, Saule, Bouleau).

e) L'exploitation des matériaux :

L'extraction de galets, de graviers et de sables pour la construction de routes ou pour le bâtiment est également responsable d'une diminution des surfaces occupées par des forêts riveraines. Les carrières sont particulièrement nombreuses dans les vallées en voie d'urbanisation ou d'aménagement (autoroutes); c'est le cas, par exemple, des vallées de l'Arve et de l'Isère. Entre Goncelin et Grenoble, il existe 15 carrières qui extraient depuis 1949 environ 400 000 m³ de matériaux par an et occupent une superficie d'une centaine d'hectares. L'extraction de grandes quantités de matériaux dans les cours d'eau peut entraîner des modifications du régime des nappes. C'est le cas de la vallée du Grésivaudan (DINGER, 1975).

f) La recherche de terrains à bâtir :

L'urbanisation se développe dans les vallées à partir des centres urbains (Chambéry, Aix-les-Bains, Cluses, Grenoble, Culoz, etc...). Les terrains marécageux sont rapidement absorbés par l'urbanisation. La résistance à l'urbanisation est plus faible dans le cas de terrains impropres à la culture et situés à quelques kilomètres de la ville que lorsqu'il s'agit de terrains ayant de fortes potentialités agricoles. Les marais sont généralement utilisés pour l'implantation d'aires industrielles.

g) La création d'axes de circulation et l'aménagement des cours d'eau :

Les routes, les autoroutes, les voies ferrées, le chenal principal d'un cours d'eau, les contre-canaux et les digues fractionnent les plaines alluviales en bandes longues et étroites. Ces opérations de remodelage favorisent les espèces photophiles qui s'installent rapidement dans des milieux sans compétition. Parmi les espèces arborescentes, nous citerons : *Populus nigra*, *Populus alba*, *Salix alba* et surtout *Robinia pseudacacia*. Les espèces qui résistent à des variations très fortes de la nappe phréatique sont favorisées par les opérations d'endiguement : *Phalaris arundinacea*, *Solidago gigantea* ssp. *serotina*, *Eupatorium cannabinum* et plus récemment *Impatiens glanduliflora* dans la vallée du Rhône.

h) Les opérations de contrôle des populations de Culicidés :

Les zones alluviales inondables recèlent des biotopes larvaires à Culicidés. Le fait que les Culicidés soient des vecteurs de maladie plaide également en faveur de l'élimination des foyers potentiels. On remarquera cependant que, sous nos latitudes, le rôle vectoriel des Culicidés dans l'épidémiologie des maladies humaines peut être considéré comme mineur. En revanche, la nuisance est fortement ressentie par les habitants. Il existe des techniques de lutte efficaces qui éliminent l'insecte en limitant au maximum les interventions sur le milieu. La lutte physique, qui repose sur le creusement de fossés et l'entretien du réseau capillaire, devrait favoriser la récupération des terrains assainis pour l'implantation de Peupleraies ou de cultures de maïs.

i) Les conséquences du tourisme :

Les vallées alpines ont acquis, en quelques années, de fortes capacités hôtelières. Les surfaces utilisées en altitude pour l'implantation des hôtels, des résidences secondaires, des gares, des remontées mécaniques sont fréquemment les bas-marais et les tourbières qui occupent les sites à topographie plate.

Des eaux usées sont souvent rejetées dans les zones marécageuses. De plus, les marais et les zones humides sont utilisées comme lieux de décharge ou comme dépôts d'ordures en montagne aussi bien qu'en plaine. Les marais situés au contact des grandes agglomérations sont ainsi voués à un comblement rapide.

II. LA VALLEE DU HAUT-RHÔNE FRANÇAIS

La géomorphologie du lit d'inondation a été étudiée en détail dans un travail précédent : "Etude écologique des îles du Rhône entre Seyssel et Lyon". Nous ne reprendrons ici que les points principaux. La description du lit d'inondation se fera selon un découpage en tronçons caractérisés par la pente, car le pouvoir d'érosion et de transport d'un cours d'eau quelconque est fonction de la vitesse-donc de la pente- et du débit. Précisons que le kilométrage du Rhône à l'amont de Lyon a pour origine le confluent Saône-Rhône. Ce kilométrage croît donc vers l'amont. Sur le profil en long du plan d'eau (fig. 2), établi pour un débit de 400 m³/s valeur proche du débit moyen annuel, sont indiqués le kilométrage et l'altitude (cote N.G.F.) de chaque point où existe une rupture de pente.

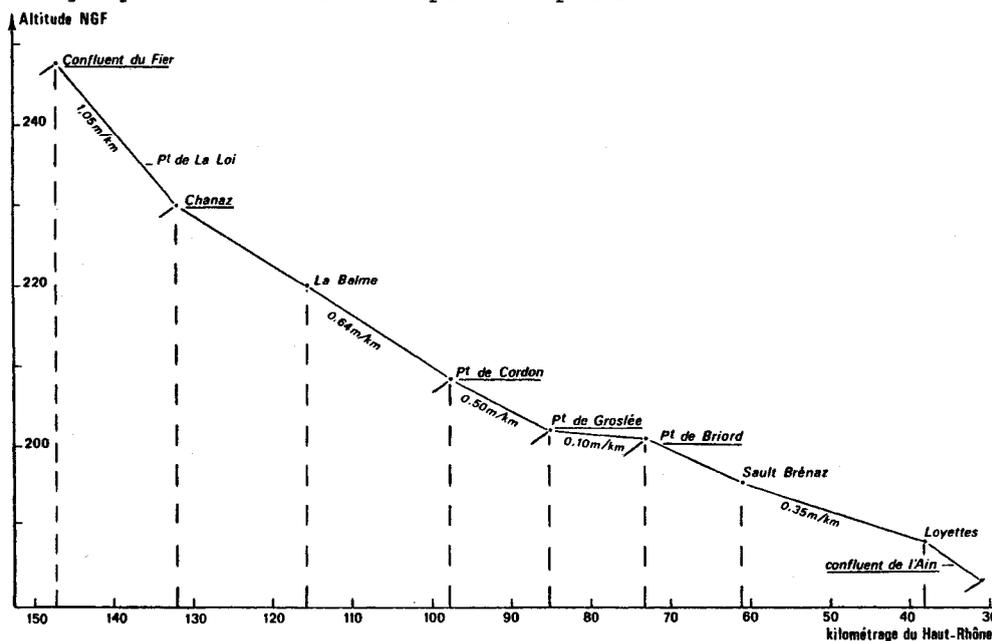


Fig.2.- Profil en long du plan d'eau.

Du confluent du Fier, à sa sortie du Jura, le Rhône coule dans des dépressions synclinales en gardant une direction approximativement N-NE, S-SW. Ces synclinaux (synclinal Seyssel-Chautagne - Lac du Bourget ; Lavours-Yenne - bassin de Belley), dans le fond desquels la molasse tertiaire tendre a été assez largement déblayée par l'érosion glaciaire, sont dominés par des anticlinaux de calcaires d'âge secondaire.

- Le tronçon confluent du Fier-Chanaz :

Du confluent du Fier à l'embouchure du canal de Savière, émissaire du lac du Bourget, à Chanaz, le Rhône utilise deux larges synclinaux parallèles, très mal séparés par les molards de Vions et de Lavours. Ces molards sont des lambeaux d'une voûte anticlinale effondrée qui se retrouve de part et d'autre du fleuve, dans le Grand Colombier et le Mont-Landard. La pente moyenne de ce tronçon est de 1,05 m/km. Le Val de Chautagne s'allonge entre le Grand Colombier à l'Ouest et la chaîne du Gros Foug à l'Est. Dans le fond du val, le remblaiement post-glaciaire a comblé le lac de surcreusement glaciaire qui prolongeait l'actuel lac du Bourget. La prospection géologique effectuée par la C.N.R. dans le sens longitudinal a mis en évidence



Photo 3. -- Le lit du Rhône, au niveau de Brégner-Cordon. On observe, au premier plan, des bancs de galets et de sables grossiers colonisés par *Phalaris arundinacea* ; au deuxième plan, des îles occupées par des Saussaies.



Photo 4. -- Au premier plan, Cariçaie à *Carex elata* et *Senecio paludosus* ; au deuxième plan, on observe la galerie forestière bordant un bras du Rhône.

une épaisseur d'alluvions atteignant 40 m au moins (km 142), le substratum n'étant pas atteint. Cette prospection révèle une interstratification de tourbe et d'argile lacustre. Pour limiter les divagations du chenal, plusieurs grandes digues ont été construites (digues de Picollet, Serrières, la Loi, Vions) sur la rive gauche. La voie ferrée, bordée d'enrochements, ferme également le lit d'inondation sur la rive droite. La zone abandonnée au fleuve atteint 1 km de large.

Après la colline calcaire du molard de Vions, le Rhône longe le marais de Lavours dont il est tenu éloigné par la digue qui porte la route nationale 92. Le fleuve a occupé anciennement la partie orientale de ce marais, car les sondages indiquent nettement la trace d'anciens lits fluviaux. Le Rhône devait se déverser sur toute l'étendue du marais lors des crues. Il paraît tout-à-fait vraisemblable de considérer le marais de Lavours comme faisant partie des zones synclinales surcreusées par les glaciers et ensuite comblées par les alluvions post-glaciaires. Un sondage effectué à la cote 238-229 a mis en évidence une couche de tourbe de 9 m reposant sur des argiles. D'après les analyses polliniques (F. BOURDIER, 1962), ces tourbes dateraient du Subboréal et du Subatlantique.

De Châteaufort à Chanaz les chenaux anastomosés du fleuve enserrant de très nombreuses îles.

- Le tronçon Chanaz-Pont de Cordon :

La pente moyenne est de l'ordre de 0,64 m/km. De Chanaz à Yenne, le Rhône coule toujours dans le synclinal Lavours-Yenne. La rive gauche est fermée par les calcaires du Mont Landard et la rive droite par la digue de la route nationale 92 jusqu'au Sud de Rochefort (km 128,500). Un sondage effectué en bordure du marais de Cressin a pénétré dans l'argile grise glacio-lacustre sur une épaisseur de 25 m indiquant l'existence d'un ancien lac de barrage retenu par la moraine de Massignieu-de-Rives. Le Rhône a coupé ensuite la moraine qui barrait sa vallée (km 126). De Chanaz à Massignieu, les îles sont aussi nombreuses qu'à l'amont de Chanaz. De Massignieu à Yenne, la vallée se rétrécit, les îles se font rares. Du km 138 au km 132, la berge est stabilisée par un cordon d'enrochements, tandis que sur la rive droite entre le km 124 et Yenne s'étend une plaine qui est un champ d'inondation.

Les îles sont totalement absentes entre Yenne et la Balme, dans la Cluse de Pierre-Châtel. Cette cluse est un étroit défilé par lequel le Rhône gagne le bassin de Belley en traversant l'anticlinal Mont-Tournier-Montagne de Parves. Des cassures transversales facilitent le passage du fleuve. Dans la cluse, le lit se resserre. Sa largeur atteint 45 m seulement, pour une profondeur de 15 m, au km 116,600.

A la Balme, le fleuve entre dans le bassin de Belley, bute contre les collines molassiques de Brens et s'oriente vers le Sud en traversant des plaines inondables (La Balme, Bessons, Bovinel). La plaine de Champagneux est également un champ d'inondation. Elle est fermée depuis 1955 par une digue en béton submersible par des crues de 1 600 m³/s environ. De La Balme à Cordon, le chenal principal est contenu par des enrochements installés à la fin du XIXe siècle. Des sondages effectués en 1970 par l'E.D.F. au pied de la terrasse fluvio-glaciaire de Peyrieu montrent que le lit d'inondation est remblayé par 40 à 50 m au moins d'alluvions variées. Les îles sont nombreuses à l'approche de Cordon. L'abaissement puis la disparition des plis anticlinaux, entre Murs et Cordon, permettent au fleuve de quitter aisément le bassin de Belley et le Jura.

- Le tronçon Pont de Cordon - Pont de Groslée :

A Cordon, le Rhône change complètement de direction. Il se dirige maintenant vers le Nord-Nord Ouest. De Cordon à Lagnieu, sur près de 41 km, le Rhône se fixe aux abords du Jura. La pente moyenne s'abaisse à 0,50 m/km. Au contact des plis calcaires du Jura et de la molasse du Bas-Dauphiné, à sa sortie du Jura, le glacier du Rhône a creusé dans la molasse tertiaire une vaste cuvette longue de 20 km environ du Sud-Est au Nord-Ouest et large de 3 à 9 km. Cette cuvette lacustre a été comblée par des argiles et des sables ; ces argiles forment le substratum du lit ordinaire actuel. Ces formations argileuses, détectées par des sondages sismiques peuvent atteindre 100 m d'épaisseur. Le Rhône n'a pas déblayé ces argiles, mais les a recouvertes d'alluvions étalées en un cône alluvial très surbaissé. Le champ d'inondation mesure jusqu'à 6 km de largeur. Ici ou là, des lambeaux de terrasses fluvio-glaciaires bordent le fleuve. Celle de la Bruyère, à l'Ouest immédiat du petit lac de Pluvis, est faite d'alluvions grossières épaisses de 40 m au moins (prospection géophysique de la C.N.R.). Par érosion latérale, le fleuve a élargi son lit d'inondation, creusé de nouveaux lits ordinaires, qu'il a abandonnés par la suite (anciens lits de Brégnier-Cordon, Le Bouchage, Saint-Benoît). Dans toute la traversée de cette zone basse et marécageuse, entre Cordon et Groslée, le Rhône présente un extraordinaire lacis de bras (appelés "lônes"), enserrant un très grand nombre d'îles.

- Le tronçon Pont de Groslée - Pont de Briord

La pente moyenne tombe à 0,10 m/km. Le profil en long présente une rupture très nette (km 86-85). Le Rhône arrive ici à l'extrémité de son cône alluvial récent et entre dans une section à très faible pente. Celle-ci est inférieure à 0,10 m/km entre les km 78 et 74

III - LES FACTEURS HYDRIQUES

Plusieurs paramètres interviennent sur la distribution des êtres vivants, séparément ou en étroite synergie.

A. LA HAUTEUR D'EAU

C'est un paramètre très sélectif aussi bien dans les milieux aquatiques que dans les milieux inondés de façon temporaire. Pour chaque espèce, il existe une hauteur d'eau maximale au-delà de laquelle elle n'a plus la possibilité de s'installer. Ainsi, *Nuphar luteum* qui est une caractéristique du *Myriophyllo-Nupharetum* ne tolère pas une hauteur d'eau dépassant 4 à 5 m; en revanche, *Myriophyllum spicatum* supporte 7 m d'eau. *Nymphaea alba* et *Polygonum amphibium*, bien représentés dans l'association, disparaissent dès que la hauteur d'eau dépasse respectivement 1,50 m et 2,50 m. *Phragmites communis* et *Scirpus lacustris* qui ont un recouvrement élevé dans le *Scirpo-Phragmitetum* s'avancent dans les plans d'eau jusqu'à 2,50 m et 3,20 m de profondeur (lac du Bourget). En revanche, les autres héliophytes de l'association : *Typha latifolia*, *Cladium mariscus*, *Equisetum fluviatile* s'écartent peu des zones où la hauteur d'eau est inférieure à 1 m.

Chaque espèce possède donc un comportement spécifique vis-à-vis de ce paramètre. Aussi, une variation rapide de la hauteur d'eau sur une distance faible entraîne-t-elle une modification de la composition floristique des associations (ceintures de végétation).

La hauteur d'eau, en période d'inondation, conditionne également la distribution des espèces végétales dans les milieux à eaux temporaires. C'est le cas des îles basses balayées par les eaux en période de crue. Seuls, les phanérophytes appartenant au genre *Salix* résistent à ces conditions; les associations du *Salicion triandrae* comportent un petit nombre d'espèces supportant cette phase de submersion et leur composition floristique présente, par suite, une grande homogénéité dans les différentes vallées du domaine médio-européen. En fait, il s'agit d'associations azonales étroitement spécialisées et peu influencées par les conditions de chaque région.

Une hauteur d'eau élevée limite l'installation des hémicryptophytes. Il faut faire, cependant, la différence entre les espèces de grande taille et les espèces basses ou en rosette. Ainsi, les espèces des Magnocariçaies (*Senecio paludosus*, *Valeriana officinalis*, *Stachys palustris*, *Filipendula ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*) tolèrent une hauteur d'eau de 50 à 60 cm pendant plusieurs mois. Dans les groupements très fermés comme les Cariçaies à *Carex acutiformis*, la concurrence favorise l'élongation des végétaux à la recherche de la lumière. Les espèces citées atteignent facilement 2 à 2,50 m de hauteur; elles soustraient, ainsi, leur appareil foliaire à l'eau. Elles n'atteignent jamais des tailles du même ordre dans les milieux où le recouvrement végétal est discontinu.

Dans les Cariçaies à *Carex elata*, des hémicryptophytes échappent à la submersion en se fixant sur les touradons des *Carex* et profitent ainsi du milieu endogène créé par ceux-ci. Les espèces volubiles comme *Calystegia sepium* ou *Vicia cracca* sont liées à la présence de *Phragmites communis* car leur appareil végétatif s'enroule autour des tiges de roseau; elles évitent ainsi d'être submergées.

En revanche, les hémicryptophytes de faible taille disparaissent dès que l'eau submerge l'appareil photosynthétique. C'est le cas, par exemple, de *Succisa pratensis*, de *Potentilla erecta* et de *Serratula tinctoria*. Ces espèces sont absentes des sols humiques à gley superficiel. Par contre, elles sont présentes sur les sols alluviaux à gley ainsi que sur les tourbes eutrophes saturées d'eau mais non soumises à une phase de submersion (*Molinietum medioeuropaeum*). Il existe, cependant, des hémicryptophytes rampants comme *Ranunculus repens*, *Lysimachia nummularia*, *Potentilla reptans* (*Deschampsietum caespitosae*) qui tolèrent une phase d'immersion pendant plusieurs jours.

B. LA PROFONDEUR MOYENNE DE LA NAPPE PHREATIQUE

Elle permet de disposer de données comparatives, de faire un bilan sur plusieurs années et surtout, de situer les espèces végétales et animales par rapport à une échelle de référence. Nous prendrons l'exemple des groupements herbacés de la partie aval du marais de Lavours (Ain) (tabl. I). On peut les classer en fonc-

TABLEAU I.- Distribution des groupements végétaux sur les bords du Séran (marais de Lavours).

GROUPEMENTS VEGETAUX	TYPE DE SOL	CONDITIONS HYDRIQUES										CARACTERES PEDOLOGIQUES				
		Profondeur moyenne de la nappe (1)	Nombre de jours d'inondation en 12 mois (1)	Durée de la Plus longue Période d'inondation (1)	Hauteur d'eau au-dessus du sol (1)	Taux d'argile et de limon fin (en %)	Humidité à pF 4,2	Humidité à pF 2,5	Eau disponible	Limon grossier *	Sable *	pH	C%	N%		
x1 Cariçaie à <i>Carex</i> et <i>Phragmites communis</i>	Sol humique à gley avec anmoor calcique	0m à 0,10m	315	110 jours	0,40 m	pas de données										
x2 Cariçaie type à <i>Carex acutiformis</i>		0,10m à 0,20m	155	55	0,35 m	93,2	100	125	25	6,2	0,6	7,7	57	7		
x3 Cariçaie à <i>Carex acutiformis</i> et <i>Valeriana officinalis</i>	Sol alluvial à gley moyen avec hydromull	0,20m à 0,40m	130	30	0,30 m	92,5	49	70	22	6,6	0,8	7,6	67,8	7,28		
x4 Groupement à <i>Ranunculus repens</i> et <i>Deschampsia cespitosa</i>		0,40m à 0,80m	70	13	0,20 m	89,8	38	90	52	8,4	1,8	7,5	63,3	7,70		
x5 Groupement à <i>Arrhenatherum elatius</i> et <i>Centaurea jacea</i>	Sol alluvial à mull calcique	0,80m à 1,20m	50	13	0,05 m	85,2	39	72	43	10,1	4,7	7,6	54,9	6,16		
x6 Groupement à <i>Bromus erectus</i> et <i>Salvia pratensis</i>		1,20m à 1,80m	25	10	0,05 m	73,2	20	63	43	18,7	7,6	7,4	44,4	5,04		

GROUPEMENTS VEGETAUX	CARACTERES PEDOLOGIQUES (suite)					ESPECES VEGETALES CLASSEES PAR GROUPE ECOLOGIQUE					INVERTEBRES		BACTERIES (3)					TENDANCE EVOLUTIVE	
	C/N	taux (2) moyen NO ₃	taux (2) maximal en ppm	taux (2) moyen NH ₃	taux (2) maximal en ppm	hygrophiles	mésogyrophiles	mésophiles	nitratophiles	Périodes de (1) mise en eau	Espèces culicidiennes	Crustacés (4)	Mollusques (5)	Espèces bactériennes	Actinobacter	Brevibacterium	Phytobacterium	Bacillus	GROUPEMENTS FORESTIERS CLIMACIQUES
x1 Cariçaie à <i>Carex</i> et <i>Phragmites communis</i>	pas de données					16	4	0	1	5	9	11	-	pas de données					Lande à <i>Salix cinerea</i>
x2 Cariçaie type à <i>Carex acutiformis</i>	8,1	3,85	5,97	1,3	2,95	12	7	0	1	1	9	12	5	10	1	1	3	0	Aunaie à <i>Salix cinerea</i>
x3 Cariçaie à <i>Carex acutiformis</i> et <i>Valeriana officinalis</i>	9,3	10,70	24,13	0,9	1,81	6	14	0	5	12	7	13	5	13	1	1	0	0	Aunaie type à <i>Alnus glutinosa</i>
x4 Groupement à <i>Ranunculus repens</i> et <i>Deschampsia cespitosa</i>	8,2	7,90	12	1,12	2,53	0	18	8	7	9	5	5	-	23	1	2	2	7	Aunaie à <i>Fraxinus excelsior</i>
x5 Groupement à <i>Arrhenatherum elatius</i> et <i>Centaurea jacea</i>	8,9	3,63	4,65	0,56	2,06	0	16	15	5	7	5	-	-	21	2	2	6	5	Frênaie à <i>Quercus robur</i>
x6 Groupement à <i>Bromus erectus</i> et <i>Salvia pratensis</i>	8,8	4,45	7,07	0,48	1	0	6	28	3	4	0	-	-	18	4	5	1	5	

1 - Période d'observation: Juillet-août 1969; 2 - Se référer à l'étude de G.PAUTOU et P.GENSAC (1973); 3 - Espèces isolées à 22° sur gélose nutritive à l'extrait de terre d'après M.F.DUPUIS (1975); 4 - D'après J.TETART (1974); 5 - D'après KASSAB (1979); les chiffres indiquent le nombre d'espèces identifiées dans des groupements semblables; 2 NH₃ et NO₃ en ppm d'azote minéralisable dégaçé en 28 jours à 30°.

CARACTERES DONT LES VALEURS DIMINUENT DE x1 EN x6 :

1 - Le nombre de jours d'inondation; 2 - La durée de la période d'inondation la plus longue; 3 - La hauteur d'eau au-dessus du sol; 4 - Le taux d'argile et de limon fin (sédimentation des matériaux en suspension dans l'eau); 5 - L'humidité en % du poids sec à pF 4,2 et à pF 2,5; 6 - La hauteur de la strate herbacée; 7 - Le nombre d'espèces hygrophiles; 8 - Le nombre d'espèces mésogyrophiles; 9 - Le nombre d'espèces culicidiennes (en rapport avec un raccourcissement de la durée des mises en eau); 10 - Le nombre d'espèces de crustacés : treize dans la Cariçaie, cinq dans le groupement à *Ranunculus*, zéro dans le groupement à *Bromus erectus* (d'après J.TETART 1973); 11 - L'azote sous forme NH₃.

CARACTERES DONT LES VALEURS SONT MAXIMALES DANS LES NIVEAUX MOYENS :

1 - Le nombre de mises en eau; 2 - L'eau disponible; 3 - Le carbone total; 4 - L'azote total; 5 - L'azote sous forme NO₃; 6 - Le nombre d'espèces herbacées; 7 - Le nombre d'espèces mésophiles; 8 - Le nombre d'espèces nitratophiles; 9 - Le nombre d'espèces bactériennes; 10 - Les espèces bactériennes appartenant au genre *Bacillus*.

CARACTERES DONT LES VALEURS AUGMENTENT DE x1 EN x6 :

1 - La profondeur de la nappe; 2 - L'épaisseur des couches soumises aux processus d'aérobiose; 3 - Le pourcentage de sable et de limon grossier (formation d'un bourrelet alluvial en bordure du Séran); 4 - Le nombre d'espèces mésophiles; 5 - La biomasse des groupements forestiers.

CARACTERES VARIANT FAIBLEMENT : 1 - Le pH; 2 - Le C/N.

tion d'un gradient d'humidité (PAUTOU et GENSAC, 1973 et annexe).

Le nombre d'espèces est le plus élevé dans la prairie à *Ranunculus repens* et *Deschampsia cespitosa* (*Deschampsietum cespitosae*) où l'on compte plus de 40 espèces. Cette richesse floristique est en rapport avec le fait que la nappe phréatique se trouvant à une profondeur moyenne, n'entraîne pas, au moment de fortes pluies, une inondation durable et une hauteur d'eau élevée au-dessus du sol; par contre, en période de déficit pluviométrique, la nappe ne s'abaisse jamais très profondément. Ainsi, les couches supérieures du sol ne sont soumises que de façon transitoire à des phénomènes d'anaérobiose; d'autre part, des réserves hydriques sont toujours à la portée de l'appareil racinaire. Ces conditions sont favorables à l'installation des mésohygrophiles, des hygrophiles et des mésophiles à large amplitude écologique qui sont ici à leur limite. Une différence de quelques centimètres dans la profondeur moyenne de la nappe entraîne une modification sensible de la composition floristique des groupements situés dans un niveau moyen. En effet, beaucoup d'espèces ont la possibilité de s'installer et, en fait, ce sont les rapports de compétition qui règlent la composition floristique du groupement.

Par contre, dans les groupements s'installant sur des sols dont les couches superficielles sont engorgées de façon durable et où la hauteur d'eau est élevée en période d'inondation, le nombre d'espèces diminue; on ne compte que 17 espèces dans la *Magnocaricetum*. A ce niveau, s'installent des espèces à fort recouvrement comme *Phragmites communis* et différents *Carex* qui supportent une inondation durable. Des variations sensibles des conditions écologiques n'entraînent pas, dans ce cas, de modifications notables du cortège floristique.

L'amplitude des espèces à l'égard du facteur eau est différente dès que l'homme intervient sur le milieu. Ainsi, par exemple, si la fauche n'est plus pratiquée, l'équilibre se déplace. Les espèces exigeantes au point de vue trophique telles que *Calystegia sepium*, *Mentha aquatica*, *Angelica sylvestris*, *Thalictrum flavum*, *Valeriana officinalis*, *Filipendula ulmaria* s'installent sur des sites liés à une nappe plus profonde; l'enrichissement du substrat en nitrates par suite de la décomposition d'une grande quantité de matière organique en est, vraisemblablement, la raison. En revanche, les hygrophiles stricts comme *Senecio paludosus* et *Stachys palustris* ne sont pas affectés par ces modifications du milieu.

Lorsque la nappe phréatique est profonde, les couches de sol explorées par l'appareil racinaire ne sont plus soumises à une phase d'anaérobiose et des écarts, même très marqués entre plusieurs stations, ne sont pas perçus par la végétation. C'est le cas du *Mesobrometum medioeuropaeum* qui s'installe sur les sols alluviaux de texture limono-sableuse lorsque la nappe se trouve à plus de 1,20 m de profondeur. Il en est de même pour le *Fraxino-Ulmetum* qui est l'association forestière climacique de la plaine alluviale: il n'y a pas de variations notables au point de vue floristique bien que la nappe puisse se situer entre 2,50 et 3,50 m de profondeur.

Dans le cas des sols tourbeux, dès qu'il y a un approfondissement de la nappe phréatique, même s'il ne porte que sur quelques centimètres, il se forme un horizon superficiel très sec; l'eau est retenue fortement par la tourbe (le point de flétrissement permanent est de 55 % alors qu'il est de 10 % dans les sols limoneux, d'où la nature xérophytique de la végétation sur tourbe). La végétation perçoit très rapidement ce changement; l'*Orchido-Schoenetum* qui est l'association des tourbes eutrophes saturées d'eau cède la place à un *Molinietum medioeuropaeum*, dès qu'il y a aération de la couche de surface. On mesure, par cet exemple, les incidences de drainage sur l'évolution de la végétation des tourbières.

C. LES VARIATIONS DE LA NAPPE PHREATIQUE ET LEUR PERIODICITE

De l'amplitude de variation de la nappe phréatique dépendent les conditions extrêmes auxquelles sont soumis périodiquement les êtres vivants. Dans les milieux inondés périodiquement, ces variations conditionnent les rythmes d'assèchement et de mise en eau ainsi que la durée de ces différentes phases. La composition des biocénoses est étroitement dépendante de ce paramètre, car les individus passent parfois rapidement du milieu aquatique au milieu aérien; aussi, pour chacune des espèces qui colonisent les milieux astatiques, il existe des formes de résistance. Ainsi, les oeufs d'*Aedes* peuvent rester à l'état quiescent sur le sol humide pendant plusieurs années.

Généralement, une faible amplitude de variation est favorable à l'installation d'un grand nombre d'espèces dans la mesure où les conditions hydriques varient peu, tout au long de l'année; par contre, une forte amplitude de variation élimine un grand nombre d'espèces. Nous prendrons l'exemple des terrières qui sont des fosses d'exploitation de l'argile. L'amplitude de variation peut dépasser 2,75 m (MAIRE, 1971). La terrière est inondée pendant 8 à 9 mois, d'octobre à juin; pendant 5 mois environ, la hauteur d'eau dépasse 1,20 m. Au cours du mois de juin, le niveau de l'eau baisse rapidement et au bout de trois semaines, la terrière est asséchée (ces terrières sont situées dans des sous-bois d'*Alnus glutinosa*; ces ligneux élimi-

nent une grande quantité d'eau par évapo-transpiration). Au cours de l'été, la nappe peut descendre jusqu'à 1,50 m de profondeur. Seuls quelques peuplements de *Carex elata* supportent de telles variations.

La longueur des phases de mise en eau et leur périodicité sont également des paramètres fondamentaux dont dépend la distribution des populations animales. Nous prendrons l'exemple des Culicidés qui ont fait l'objet de nombreuses études dans la vallée du Rhône (GILOT, AIN, PAUTOU, GRUFFAZ, 1976). On peut distinguer des espèces dont le cycle larvaire se déroule sur plusieurs mois (*Aedes rusticus*) et des espèces dont la durée du cycle larvaire peut être inférieure à 10 jours (*Aedes vexans*, *Aedes sticticus* et *Culex pipiens*).

La période au cours de laquelle se produit l'inondation est également fondamentale pour l'installation des différentes espèces. Ainsi, nous citerons quelques *Aedes* dont la vie larvaire a lieu au cours du printemps : *A. cantans*, *A. refiki*, *E. excrucians* et quelques *Aedes* estivaux : *A. vexans*, *A. sticticus* et *A. cinereus*. Pour qu'une génération larvaire apparaisse, il faut qu'il y ait coïncidence entre la période d'inondation et sa durée et les exigences de l'espèce.

D. LES CARACTERES PHYSICO-CHIMIQUES

Les caractères physico-chimiques de l'eau (température, force du courant, concentration en éléments dissous, etc...) interviennent dans la distribution des différentes espèces. Ainsi, par exemple, les eaux fraîches, bien oxygénées, sont favorables à l'installation des espèces appartenant à l'alliance du *Sparganio-Glycerion*, telles que *Sium latifolium*, *Helodea canadensis*, *Callitriche* sp., *Nasturtium officinale*, *Apium nodiflorum*, *Fontinalis antipyretica*, etc... Ces espèces sont présentes dans la plupart des ruisseaux du Jura méridional et des Préalpes. Les eaux stagnantes sont favorables à l'installation des espèces du *Nymphaeion* telles que *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton lucens*.

L'Aune blanc trouve des conditions optimales quand la température moyenne de l'eau est comprise entre 10° et 13°C. A l'extrémité méridionale du Jura, malgré l'altitude basse (200 à 220 m) et la pente faible (0,50 m/km), le Rhône se caractérise par une eau encore fraîche : 11,5°C pour la période 1966-1971. Les températures moyennes extrêmes enregistrées au cours de la même période sont 3°C et 20°C. Pendant la période végétative, la température varie entre 12° et 18°C. Ces conditions thermiques sont favorables à l'installation de l'Aune blanc.

Les caractères physico-chimiques de l'eau varient rapidement dans l'espace aquatique du lit ordinaire. Un transect partant du chenal principal et recoupant les bras secondaires ainsi que les îlons à des stades différents de colmatage serait du plus grand intérêt pour suivre les variations des différents paramètres. Nous prendrons l'exemple de la teneur en oxygène dissous. Ainsi, à une concentration comprise entre 8,4 mg/l et 8,75 mg/l (soit un taux de saturation de 90 à 92 %) dans le chenal principal du Rhône correspond une concentration de 4 mg/l (soit 38,8 % du taux de saturation) dans les îlons en voie de colmatage. Des peuplements de *Ranunculus fluitans* individualisent nettement ce type de îlon. Les pluies d'automne et de printemps augmentent le taux d'oxygène dissous dans les milieux inondés périodiquement (teneurs supérieures à 100 %). On observe les valeurs les plus faibles au cours des périodes froides entraînant la formation de glace et en juillet par suite du réchauffement des eaux et de la forte activité biologique (MAIRE, 1971).

L'eau présente une réserve stable en éléments biogènes. L'eau du Rhône possède une minéralisation globale de 180 à 285 mg/l. Le pH dépasse largement la neutralité avec des valeurs comprises entre 7,5 et 8,15. C'est dans cette solution nutritive, que les végétaux et en particulier ceux qui colonisent les dépôts graveleux et sableux puisent les éléments biogènes. Les apports de limon au moment des crues permettent l'installation d'espèces nitratophiles dans les groupements pionniers.

Dans les plans d'eau qui persistent dans les bras morts, la minéralisation globale est de 500 à 600 mg/l (TETART, 1973). Les végétaux disposent d'une grande quantité d'éléments biogènes. Les hélrophytes comme *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Typha latifolia* constituant des peuplements très denses absorbent les sels dissous en grande quantité. Le degré hydrotimétrique total qui rend compte de la richesse en calcium et magnésium est élevé au moment de la mise en eau; il baisse rapidement dès que la période végétative commence. Nous prendrons l'exemple des *Phragmites* typiques qui comportent plus de 200 tiges au mètre carré. La croissance des tiges démarre vers le 15 avril et, en deux mois, elles atteignent 2 mètres de hauteur (phase de croissance rapide). La biomasse de la partie aérienne est de 39,7 tonnes/hectare en poids frais, soit 23,2 tonnes/hectare en poids sec (LOUIS, 1976).

Dans les milieux à eau temporaire, la richesse en éléments biogènes, dépend en grande partie de la variation des conditions hydriques et de l'aération du sol qui lui est subordonnée. On rappellera les relations étroites qui existent entre les conditions hydriques et les différents types d'humus, qui sont une expres-

sion intégrée de la fertilité des sols. Dans le cas des nappes de surface à variations faibles tout au long de l'année, existent des tourbes eutrophes et des tourbes à gley (Marais de Lavours, de Chautagne, des Avenières). Dans le cas des nappes de surface, mais dont l'amplitude de variation plus forte est responsable de rythmes d'inondation et d'assèchement, ce sont des anmoors calciques qui se forment. Un abaissement progressif de la nappe entraîne la formation d'hydromull, de mull actif ou de mull calcique (forêts riveraines évoluées). En fait, l'évolution pédogénétique est en relation avec le raccourcissement de la phase d'anaérobiose et l'augmentation progressive du volume de sol soumis à l'aérobiose. L'augmentation des processus d'anaérobiose dans l'espace vertical et dans le temps se traduit par une augmentation du taux de matière organique totale, du rapport C/N, de la capacité d'échange, de l'humidité équivalente, du déficit de saturation en bases et par une diminution du pH, un appauvrissement en carbonates, en calcaire actif, en nitrates, en P₂O₅ assimilable (tabl. II).

TABLEAU II.- Caractères écologiques des groupements végétaux occupant la partie centrale du marais de Lavours

GROUPEMENTS VEGETAUX	TYPE DE SOL	CONDITIONS HYDRIQUES (1)			CARACTERES PEDOLOGIQUES (2)								
		Profondeur de la nappe (moyenne estivale)	Nombre de jours d'inondation	Hauteur d'eau au-dessus du sol	pH	Sg %	SF %	Lg %	Lf %	A %	Mat. Org. %	CO ₃ Ca tot. %	
a1	Cariçaie à <i>Carex acutiformis</i>	Sol humique à gley avec anmoor calcique	0,20 à 0,40 m	240	0,20 m	7,5	0	1	25	29	19	19	28
a2	Cariçaie à <i>Carex elata</i> et <i>Filipendula ulmaria</i>	Tourbe eutrophe à gley	0,10 à 0,20 m	240	0,05 m	7,6	0	2	31	21	12	25	24
a3	Groupe à <i>Schoenus nigricans</i> et <i>Cladium mariscus</i>	Tourbe eutrophe	0,10 à 0,20 m	sol saturé d'eau 180 jours	6,5	non dosé					79	0	

GROUPEMENTS VEGETAUX	CARACTERES PEDOLOGIQUES (suite)										EVOLUTION DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE (3)				
	T m.e.	S m.e.	Ca ⁺⁺ m.e.	K ⁺ m.e.	Mg ⁺⁺ m.e.	P ₂ O ₅ % ass.	K ₂ O % ass.	C %	N %	C/N	Espèces hygrophiles	Espèces mésophiles	Espèces mésophiles	Espèces nitrato-philes	
a1	Cariçaie à <i>Carex acutiformis</i>	57,8	55,11	51,40	0,69	2,7	0,02	0,30	10	0,57	17	14	16	4	14
a2	Cariçaie à <i>Carex elata</i> et <i>Filipendula ulmaria</i>	92,0	85,7	74,2	0,26	9,5	0,01	0,35	14	0,65	23	14	21	2	9
a3	Groupe à <i>Schoenus nigricans</i> et <i>Cladium mariscus</i>	94,0	73,2	64,8	2,7	4,1	0,01	0,23	45	1,21	37	18	12	5	0

(1) Observations d'août 1968 à juillet 1969.- (2) Analyses de l'horizon de surface.- (3) Nombre d'espèces appartenant aux différents groupes écologiques dans chaque groupement.

A une augmentation du taux de matière organique correspond :

- une augmentation du carbone total, de l'humidité équivalente, de la capacité d'échange, de l'azote total, du C/N dans la mesure où le sol est saturé d'eau, du déficit de saturation de bases.
- une diminution du pH, du taux de carbonates (lorsque le taux de matière organique dépasse 80 %, il n'y a pas de carbonates; lorsqu'il dépasse 40 %, le taux de carbonates est inférieur à 2,5 %; lorsque le taux de matière organique est inférieur à 20 %, le taux de carbonates est variable) et du taux de saturation de bases.

Une étude de la production d'azote assimilable a été réalisée dans des groupements herbacés en fonction d'un gradient d'humidité décroissant. Nous avons décrit ce transect dans le paragraphe précédent. La production d'azote nitrique est maximale dans les groupements à *Ranunculus repens* et *Deschampsia cespitosa* qui sont liés à une nappe dont la profondeur moyenne est comprise entre 0,40 m et 0,80 m. Elle explique la présence d'espèces nitrato-philes dans ce groupement. Lorsqu'il y a un enrichissement en nitrates par abandon de la fauche, ces espèces colonisent des prairies moins humides. Dans les groupements inondés de façon durable, comme les Cariçaies à *Carex acutiformis*, la période de production maximale d'azote sous forme NO₃ correspond au minimum d'humidité (niveau le plus bas de la nappe). En revanche, dans les groupements mésophiles à *Bromus erectus* le maximum de production correspond au maximum d'humidité (niveau supérieur de la nappe). La production d'azote ammoniacal se manifeste surtout dans les stations à immersion durable (cf. tabl. I).

Dans le cas des sols bruns marmorisés à pseudogley, liés à une nappe perchée pendant la saison froide, une longue phase d'anaérobiose diminue peu l'activité microbiologique (forêt d'Evieu). Le taux de C minéralisable augmente par incorporation de la litière (automne 31,8 %, mars 36,9 %, mai 37,5 %). La minéralisation se fait de façon active bien que le taux d'humidité soit élevé. L'augmentation vernale de C correspond une augmentation sensible du rapport C/N qui traduit une minéralisation lente. L'azote minéral se trouve uniquement sous forme ammoniacale; on

constate une augmentation sensible (automne 5,1 ppm, mai 10,3 ppm). Cette libération s'accorde bien avec l'acidité, la saturation du sol et la libération de molécules protéiques au printemps. L'azote minéralisable mesuré après incubation de 4 semaines à 30°C en sac plastique, au taux d'humidité actuel, indique une forte capacité à fabriquer de l'azote minéral sous les formes NH_3 et NO_3 , en condition d'anaérobiose, cette capacité étant maximum en mars. Le taux de minéralisation en 4 semaines est de 1,1 % par rapport à l'azote total, ce qui représente une forte capacité de production d'azote minéral; ce fait explique, vraisemblablement, la présence d'espèces nitratophiles comme *Urtica dioïca*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum* et d'espèces de mull actif comme *Arum maculatum*, *Circaea lutetiana*, *Glechoma hederacea* (PAUTOU et GENSAC, 1973).

IV. VARIATIONS SPATIALES DES CONDITIONS HYDRIQUES

Les variations de la nappe phréatique n'ont pas lieu de façon synchrone dans l'espace et dans le temps. Une association végétale, liée à des conditions pédologiques précises, peut être soumise, à un moment donné, à des conditions hydriques très différentes suivant sa localisation dans la plaine alluviale.

La maîtrise spatiale des conditions hydriques dans l'ensemble de la vallée est un préalable indispensable pour une étude du fonctionnement de l'écosystème. Il est, d'abord, nécessaire de délimiter des territoires se caractérisant par une dynamique particulière de l'eau. Chacun de ces territoires constitue un ensemble fonctionnel autonome.

A. LES ENSEMBLES FONCTIONNELS

C'est à l'occasion de la lutte anti-larvaire contre les Culicidés que la conception des ensembles fonctionnels s'est imposée, car elle conditionnait une utilisation efficace de la carte phyto-écologique.

L'eau est le facteur responsable de l'apparition d'une génération larvaire. La délimitation des ensembles est délicate et ne peut s'effectuer valablement qu'en étudiant les variations de la nappe dans un grand nombre de stations. La recherche d'indicateurs doit compléter cette analyse : ROUX et al. (1976) ont montré que des ions pouvaient jouer le rôle de traceurs : l'ion SO_4^{--} est un révélateur d'eaux provenant du Rhône; les eaux phréatiques sont très chargées en ions Ca^{++} . La végétation apporte également des informations utiles. L'Aune blanc, par exemple, indique avec précision les zones où la nappe est sous la dépendance du Rhône. Une difficulté supplémentaire vient du fait que la surface de l'ensemble fonctionnel n'est pas immuable. Ainsi, l'influence d'un cours d'eau est maximale en période de crues exceptionnelles au cours desquelles son lit d'inondation est entièrement envahi par les eaux; dans ce cas, il y a contamination d'ensembles dont la nappe n'est pas influencée par le fleuve pour un débit moyen. On définit, cependant, avec une assez bonne précision le contour de l'ensemble pour l'année correspondant à des conditions proches ou s'écartant peu des moyennes. De la même façon, il est possible de délimiter la surface de l'ensemble, à l'occasion de crues exceptionnelles ou de fortes pénuries. La notion d'ensemble fonctionnel ne concerne que les nappes de surface qui influencent de façon directe ou indirecte les biocénoses (jusqu'à 4 mètres de profondeur).

La délimitation des ensembles fonctionnels constitue donc une étape indispensable pour une étude des populations animales composant la faune des eaux temporaires. Un élargissement de la notion d'ensemble fonctionnel s'impose si on le considère comme un territoire où le facteur responsable de l'apparition d'une espèce ou de sa mise en activité se manifeste de façon homogène et les études doivent être poursuivies pour préciser leurs contours.

DESCRIPTION DES PRINCIPAUX ENSEMBLES

Plusieurs ensembles fonctionnels peuvent être distingués dans la section Seyssel-Morestel.

1) Ensemble fonctionnel du Rhône

Le Rhône se caractérise par une dégradation du régime glaciaire, tel qu'il se présente à Genève. Cette dégradation apparaît nettement après le confluent de l'Arve et s'accroît vers l'aval par suite de l'influence de plus en plus marquée de l'élément pluvial.

Si l'alimentation neigeuse et glaciaire est responsable de la régularité du débit, en revanche, ce sont les pluies qui sont responsables des crues. Les crues du Haut-Rhône sont provoquées par le passage de perturbations accompagnées de

fortes précipitations (de 50 à 150 mm). La répartition saisonnière de ces phénomènes est très irrégulière. On peut observer, cependant, un maximum de fréquence en novembre. L'inondation des milieux temporaires se produit par un débordement ou par remontée de la nappe phréatique. Elle a lieu de mai jusqu'à la mi-août (hautes eaux du Rhône). (fig. 3).

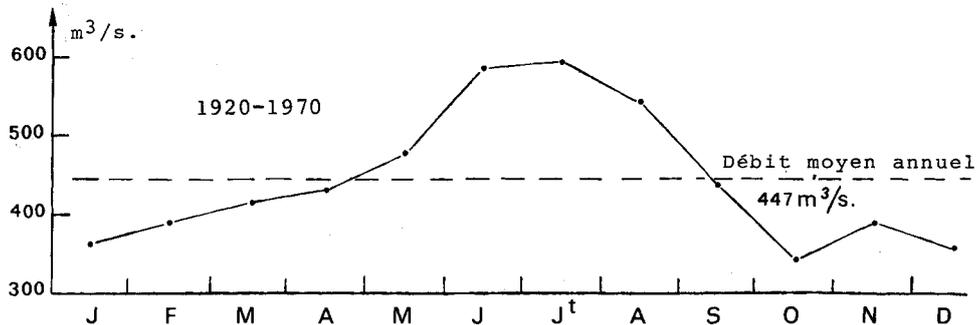


Fig.3.- Courbe de variations du débit moyen mensuel à Sault-Brénaz (km 61,130).

Dans le cas des Culicidés, cet ensemble est favorable à l'installation des *Aedes* à cycle larvaire court : *Aedes vexans*, *A. sticticus* et *A. cinereus* ; dans le cas des îles anciennes, dont le sol est riche en colloïdes, l'élément pluvial intervient dans la mise en eau des niveaux les plus hauts ; aussi, dans ces îles on trouve des espèces apparaissant à la fin de l'hiver ou au début du printemps : par exemple, *Aedes cantans*.

2) Ensembles fonctionnels des affluents jurassiens et préalpins

C'est le cas du Gland et du Séran. L'ensemble du Séran intéresse la partie Sud-Ouest du marais de Lavours. Le régime de la nappe est complexe, car à l'influence du Séran s'ajoute celle de la pluviosité locale. En effet, si les crues du Séran dépendent des précipitations tombées sur le Valromey, région de moyenne montagne située à l'Ouest de Culoz, il y a, en général, des pluies sur le marais de Lavours durant la même période. Aussi, les deux phénomènes sont-ils indissociables et ont un effet cumulatif sur la nappe. Les mises en eau sont provoquées par le débordement du Séran. Cet affluent du Rhône coule dans une vallée étroite ; par suite d'un régime torrentiel, il déborde en quelques heures et provoque, ainsi, l'inondation de la partie aval du marais de Lavours. Les crues du Séran se produisent en automne (octobre-novembre) et au printemps (mars-avril-mai) à l'occasion de fortes pluies d'origine océanique. Les mises en eau précoces provoquent l'apparition de la première génération de moustiques (*Aedes vexans* et *A. sticticus*).

3) Ensemble fonctionnel du Lac du Bourget

Il intéresse les zones marécageuses prolongeant les extrémités méridionale et septentrionale du lac et, en particulier, la partie aval de la Chautagne. Cet ensemble est complexe par suite de la présence du canal de Savière, qui fait communiquer le Rhône avec le lac du Bourget. Le bassin versant est vaste ; il est d'altitude moyenne et les affluents qui se jettent dans le lac sont surtout alimentés par les eaux de pluie. Le lac présente une période de hautes eaux en décembre et janvier. Son niveau est généralement bas fin janvier, début février. Une première montée des eaux s'effectue à la fin de février, mais elle n'est pas très marquée si on la compare à celle des mois d'avril et mai. Le niveau se maintient élevé jusqu'en juillet. En année de forts débits, les apports du Rhône peuvent maintenir le lac à un niveau très élevé durant les mois de juin, juillet et août. Si le Rhône ne déverse pas systématiquement dans le lac, au moment des hautes eaux, il empêche ou du moins ralentit l'écoulement des eaux du lac. Ce fut le cas en 1970, où les marais riverains du lac furent inondés de façon continue jusqu'à la fin août..

Dans cet ensemble fonctionnel du lac, l'élément pluvial apparaît déterminant mais le Rhône joue un rôle fondamental dans les processus de mise en eau en déversant ses eaux dans le canal de Savière ou en faisant obstacle à l'écoulement des eaux du lac. Aussi, les biocénoses riveraines du lac sont susceptibles d'être inondées pendant plusieurs mois. Il y a alors apparition de plusieurs générations larvaires de moustiques appartenant au complexe de l'*Anopheles maculipennis* comme cela s'est produit en 1969 et 1970. En revanche, ces conditions favorisent la nification d'oiseaux aquatiques.

4) Ensembles fonctionnels influencés par les précipitations de façon prépondérante

Ce sont les pluies locales qui sont responsables de la montée des nappes aquifères et de l'inondation des biocénoses les plus hygrophiles.

De façon générale, les nappes dont le régime est en concordance étroite avec le régime des précipitations locales sont à leur niveau supérieur pendant la saison froide. Les biocénoses des milieux temporaires sont inondées durant l'hiver et le printemps. Dès que se produit le démarrage de la végétation (vers la mi-avril, en général), le niveau de la nappe baisse rapidement. Ce phénomène est en rapport avec les processus d'évapo-transpiration ; les groupements végétaux semi-aquatiques et les groupements forestiers (Aunaies à *Alnus glutinosa*, peupleraies) font repasser dans l'atmosphère 800 à 1 200 mm d'eau. Dans des dépressions profondes, la période de submersion se prolonge jusqu'à la fin juin. Si le printemps est très arrosé, la mise en eau est plus étalée dans le temps. Plusieurs ensembles peuvent être distingués, car il existe des différences plus ou moins marquées entre les précipitations. Une étude de la variabilité des précipitations a été faite dans 5 stations situées sur le territoire de la feuille de la Tour du Pin, 1/50 000. Elle démontre que des écarts mensuels atteignant 50 mm existent entre des stations éloignées d'une vingtaine de km. Une pluie d'une dizaine de millimètres n'a aucune conséquence quand la nappe est profonde ; en revanche, elle est susceptible d'entraîner une mise en eau quand le niveau de la nappe se trouve à quelques centimètres en dessous du sol.

Ces ensembles sont alimentés, localement par des résurgences qui jaillissent au pied des massifs calcaires.

5) Ensembles des grands marais tourbeux (fig. 4).

C'est le cas de la partie centrale des marais de Lavours, de Chautagne et des Avenières pour citer les plus vastes dans la région étudiée. Les marais se caractérisent par une nappe superficielle à faibles variations, ne s'abaissant pas en dessous de 50 cm. L'alimentation de la nappe est complexe. L'élément pluvial intervient dans la saturation en eau des marais, mais il y a également une alimentation par différents ruisseaux. De plus, les eaux qui s'infiltrent dans les massifs calcaires à travers les diaclases et les grottes, remontent dans les marais où il existe de nombreuses émergences. Aussi, même en année de sécheresse, le niveau de la nappe varie faiblement. Le Rhône et ses affluents peuvent intervenir localement (crue du Séran, par exemple).

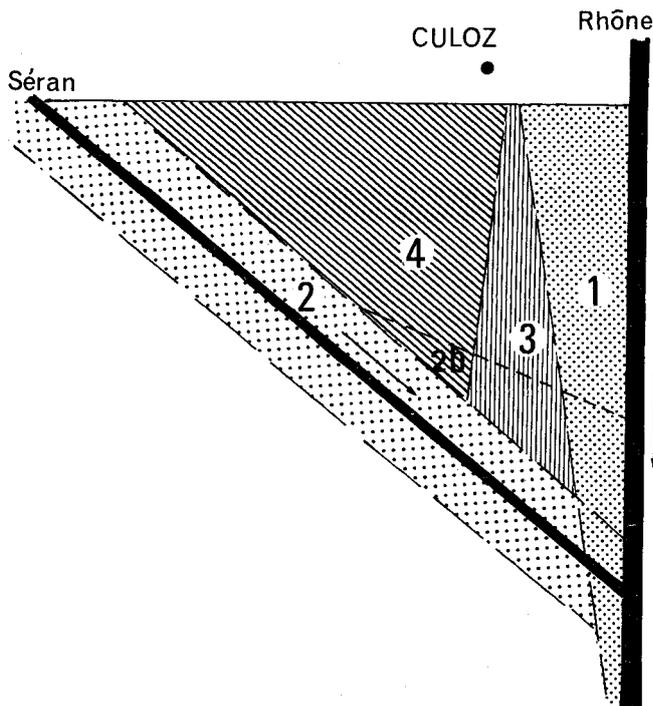


Fig.4.- Ensembles fonctionnels du marais de Lavours. (Représentation schématique)

- 1) Influence du Rhône prédominante (inondation des biocénoses pendant la saison chaude).
- 2) Influence du Séran prédominante (inondation des biocénoses au printemps et en automne); 2b : forte inondation.
- 3) Influence pluviale prédominante (inondation des biocénoses pendant l'hiver et au début du printemps: forêt de Lavours).
- 4) Terrains tourbeux : nappe à faibles variations (sol saturé d'eau de façon durable).

B. LES CONDITIONS HYDRIQUES STATIONNELLES

Une vingtaine d'associations végétales, dont chacune comporte généralement plusieurs sous-associations, ont été décrites dans la vallée du Rhône. Les sous-associations s'individualisent aisément par les espèces différentielles qui ont des exigences strictes vis-à-vis des facteurs écologiques décisifs (groupes écologiques). La composition granulométrique du sol, la richesse en matière organique, l'épaisseur des horizons soumis alternativement à des phases d'aérobiose et d'anaéro-

biose, la profondeur du plancher de stagnation de l'eau, la disponibilité en bases échangeables ont une faible aptitude à varier d'une station à l'autre. Ainsi, par exemple, la sous-association à *Schoenus nigricans* du *Molinietum medioeuropaeum* s'installe sur une tourbe eutrophe liée à une nappe dont la profondeur moyenne est comprise entre -0,20 m et -0,40 m avec des valeurs extrêmes de 0 (eau en surface) et de -0,60 m; les conditions varient peu d'une année à l'autre. En revanche, les conditions hydriques varient nettement dans les groupements qui sont sous la dépendance du Rhône. Dans ce cas, on peut connaître les incidences de chaque situation hydrologique.

A partir des données piézométriques, la carte phytosociologique permet de faire un bilan précis des conditions hydriques dans toute la plaine alluviale. Dans un ensemble fonctionnel donné, toutes les stations occupées par la même unité phytosociologique sont liées à une nappe phréatique dont les variations ont lieu de façon synchrone. Dans l'ensemble du Rhône, nous avons comparé les variations de la nappe correspondant à la Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea* dans 5 stations situées dans des îles différentes. Les écarts maximums observés sont de 20 cm.

Dans l'espace agricole, on peut définir des associations de culture et les situer par rapport à un gradient d'humidité.

Ainsi, à une profondeur moyenne de la nappe phréatique correspond une combinaison spécifique de cultures aussi bien sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif. Pour une culture donnée, il importe, néanmoins, de faire la distinction entre les différentes variétés qui ont chacune un comportement propre vis-à-vis des facteurs écologiques. Il convient de tenir compte, également, des portes-greffes utilisés. Ainsi, sur les sols liés à une nappe dont la profondeur moyenne est comprise entre 0,50 m et 1 m, qui présentent des risques d'inondation, l'espace agricole est occupé par des peupleraies, des champs de maïs, des prairies à *Deschampsia cespitosa* et des prairies à *Arrhenatherum elatius*. Lorsque la nappe phréatique se situe entre 1 et 2 m de profondeur, le maïs, les céréales, les prairies à *Arrhenatherum elatius* et *Bromus erectus*, les cultures de pommiers dominent. A ces cultures s'ajoutent sur nappe profonde, le tabac, la vigne et les noyers.

Enfin la carte phytosociologique facilite la détection des populations animales liées aux milieux aquatiques et aux milieux temporaires. L'étude des différents groupes systématiques permet d'individualiser des synécoses (VERDIER et QUEZEL), ou groupements d'êtres vivants se rencontrant dans des conditions abiotiques analogues, c'est-à-dire cohabitant sans qu'il y ait pour autant, entre eux, des interactions secondaires. Nous prendrons l'exemple du groupement à *Ranunculus repens* et *Deschampsia cespitosa* lié à un sol alluvial à gley de texture limono-argileuse. La nappe phréatique se situe à une profondeur moyenne comprise entre -0,40 m et -0,80 m. Ce groupement subit plusieurs phases d'assèchement et de mise en eau. Les espèces végétales suivantes sont liées au groupement de façon stricte où y trouvent des conditions optimales : *Cardamine pratensis*, *Ranunculus repens*, *Deschampsia cespitosa*, *Gratiola officinalis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lysimachia nummularia*.

Dans ce groupement cohabitent, au cours des périodes d'inondation :

- des Culicidés : *Aedes vexans*, *A. sticticus*, *A. cinereus*, *A. cantans*, *Culiseta morsitans* (PAUTOU, 1975),
- des Crustacés entomostracés : *Chydorus sphaericus*, *Simocephalus vetulus*, *Eucypris virens*, *Cyclops strenuus*, *Acanthocyclops vernalis* (TETART, 1974),
- des Mollusques : *Bithynia tentaculata*, *Lymnaea palustris*, *Valvata cristata*, *Anisus leucostomus*, *Lymnaea truncatula* (KASSAB, 1979).

La caractérisation de ces synécoses à l'aide d'espèces végétales indicatrices prend, ici, toute son importance

V. LES GROUPEMENTS VEGETAUX DE LA PLAINE ALLUVIALE

A. DESCRIPTION SOMMAIRE. APPARTENANCE PHYTOSOCIOLOGIQUE (tabl. III, IV, V).

La flore des marais et des forêts riveraines se compose d'espèces à large répartition, cosmopolites, subcosmopolites, circumboréales, eurasiatiques, eurosibériennes. Elle comporte néanmoins, des espèces à répartition plus affirmée. Les taxons qui représentent l'élément médio-européen et ont, pour la plupart, rang de caractéristiques ou de différentielles dans les unités phytosociologiques décrites en Europe Centrale sont inégalement réparties ou sporadiques. Cet appauvrissement s'explique par la position des vallées à l'extrémité sud-occidentale du domaine médio-européen. Nous citerons : *Lathyrus palustris*, *Allium acutangulum*, *LasERPitium pruthenicum*, *Thalictrum galioides*, *Dianthus superbus*, *Iris sibirica*, *Senecio paludosus*, *Peucedanum*

palustre, *Carex elongata*, *Viola persicifolia*, *Viola elatior*. En revanche, les associations s'enrichissent, parfois, en espèces ayant une répartition occidentale : *Oenanthe silaifolia*, *Cirsium monspessulanum*, *Fraxinus angustifolia* ssp. *oxyphylla*, *Senecio doria*.

Malgré quelques spécificités régionales, les associations qui composent la végétation des basses vallées alluviales présentent des affinités floristiques indiscutables avec celles d'Europe Centrale (vallée du Danube).

1) Groupements d'hydrophytes liés à des eaux courantes :
Sparganio-Glycerion

Groupement à *Apium nodiflorum*. Appartenance phytosociologique (A.P.) : *Helosciadetum* Br. Bl. 31. Le groupement colonise les ruisseaux alimentés par des eaux courantes, fraîches et bien oxygénées. Parmi les espèces les mieux représentées, nous citerons : *Callitriche hamulata*, *Sium latifolium*, *Helodea canadensis*, *Potamogeton densus*, *Oenanthe aquatica*, *Apium nodiflorum*, *Sparganium ramosum*.

2) Groupements d'hydrophytes liés à des eaux stagnantes : *Nymphaeion*

Groupement à *Nymphaea alba*; A.P. : *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 26. Ce groupement colonise les plans d'eau calmes. Les espèces les mieux représentées sont : *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton natans*, *P. lucens*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*, *Polygonum amphibium*. Quelques hydrophytes sont présents de façon irrégulière : *Nymphoides peltata*, espèce de l'Europe occidentale et méridionale (il existe une station dans le lac du Bourget, au niveau de Portout); *Hydrocharis morsus ranae* (anciens lits du Rhône); *Naias major*, signalé par MAGNIN (1905) dans les fossés de Chautagne (Savoie).

3) Groupements d'hélophytes : *Phragmition*

W. Koch 26 *Phragmitales* à *Phragmites communis*; A.P. : *Scirpo-Phragmitetum*, W. Koch 26.

Phragmites communis est l'espèce la plus représentative des Roselières et son recouvrement dépasse, de loin, celui des autres hélophytes; néanmoins il peut être fortement concurrencé par *Typha latifolia*, *Cladium mariscus*, *Equisetum fluviale*, *Phalaris arundinacea*, *Glyceria aquatica*, *Sparganium ramosum*, *Scirpus lacustris*, *Iris pseudacorus*. On distingue : la *Phragmitaie* à *Scirpus lacustris*, la *Phragmitaie* à *Typha latifolia*, la *Phragmitaie* typique et la *Phragmitaie* à *Cladium mariscus*.

- La *Phragmitaie* à *Scirpus lacustris* colonise les plans d'eau permanente dont la hauteur d'eau est comprise entre 1 m et 2,30 m. Chacune des deux espèces constitue, généralement, des peuplements purs qui donnent à la *Phragmitaie* un aspect mosaïqué.
- La *Phragmitaie* à *Typha latifolia* : elle est présente dans les anciens lits du Rhône et dans les fossés dont la hauteur d'eau est inférieure à 1 m. Le substrat est toujours très riche en colloïdes argileux. *Phragmites communis* est associé à différents hélophytes : *Equisetum fluviale*, *Glyceria aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Carex riparia*, *Carex elata* (ancien lit du Saugy).
- La *Phragmitaie* typique : ce groupement colonise les bordures des lacs, dont le substrat est limono-argileux. Cette *Phragmitaie* est inondée de façon quasi-permanente; la hauteur d'eau ne dépasse pas 40 à 50 cm. Elle peut être soumise, néanmoins, à de courtes périodes d'assèchement mais la nappe ne descend jamais au-dessous de 10 cm. La productivité de *Phragmites communis* est maximale (200 à 250 tiges par m²).
- La *Phragmitaie* à *Cladium mariscus*. Ce groupement est caractéristique des plans d'eau entourés de tourbières. Par multiplication végétative, les peuplements de *Cladium mariscus* et de *Phragmites communis* progressent de façon centrifuge à l'intérieur du plan d'eau. Ils élaborent un sol par l'entrelacement des racines et des rhizomes. *Cladium mariscus* devient, parfois, l'espèce dominante. On distingue deux groupements :

. un groupement type avec *Carex pseudocyperus* qui fait la transition avec le *Myriophyllo-Nupharetum*. Il est inondé de façon permanente.

. un groupement à *Thelypteris palustris* en arrière du plan d'eau. Le sol élaboré par les hélophytes s'épaissit par apport de matière organique de sorte qu'il n'est plus soumis à une inondation permanente.

La densité de *Cladium mariscus* et de *Phragmites communis* est telle que les espèces compagnes sont rares. C'est dans ce groupement que la productivité de *Cladium mariscus* est la plus élevée.

Groupement à *Phalaris arundinacea* : A.P. : *Phalaridetum arundinaceae* Lobb. 31.

Ce groupement colonise les bras secondaires du Rhône où se déposent les vases sur un substratum graveleux. Parmi les espèces les mieux représentées, nous ci-

terons : *Phalaris arundinacea*, *Phragmites communis*, *Polygonum lapathifolium*, *Carex acutiformis*, *Mentha aquatica*, *Valeriana officinalis*, *Euphorbia palustris*, *Iris pseudacorus*, *Stachys palustris*, *Leersia oryzoides*.

4) Groupements semi-aquatiques : *Magnocaricion*

a) Cariçaies à *Carex elata*; A.P. : *Caricetum elatae* X. Koch 26.

C'est l'association du *Magnocaricion* la plus répandue. Les espèces de l'alliance y sont toutes représentées : *Galium palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Scutellaria galericulata*, *Lathyrus palustris*. Parmi les caractéristiques des *Caricetum elatae* d'Europe Centrale, il faut signaler *Senecio paludosus* et *Peucedanum palustre*. Les Cariçaies situées sur le rebord occidental des Alpes se caractérisent par la présence d'*Oenanthe lachenalii*. Cette espèce est bien répartie en Europe occidentale jusqu'au Nord-Ouest de l'Allemagne et à l'Ouest de la Suisse, mais elle est absente des zones plus continentales; elle est présente dans le *Caricetum elatae* de la région méditerranéenne. On distingue 4 types de Cariçaies à *Carex elata* :

- La Cariçaie à *Senecio paludosus* sur sols argileux ou limono-argileux. Cette Cariçaie est soumise à une inondation durable, la hauteur d'eau pouvant atteindre 0,80 m à 1 m. C'est le type classique avec *Carex* en touradons.

- La Cariçaie à *Cladium mariscus*, dont il n'existe que quelques rares stations dans la vallée du Rhône, au niveau de Culoz. Elle s'installe sur les sols tourbeux qui présentent, en surface, un horizon limoneux ou limono-argileux de 20 à 30 cm d'épaisseur. Cette Cariçaie se compose essentiellement de *Carex elata*, *Cladium mariscus* et *Phragmites communis*; les espèces du *Magnocaricion* sont rares.

- La Cariçaie à *Filipendula ulmaria* sur sol tourbeux à gley, liée à une nappe superficielle dont le niveau est pratiquement constant. Parmi les espèces composant le cortège floristique, signalons : *Menyanthes trifoliata*, *Serratula tinctoria*, *Filipendula ulmaria*, *Lycopus europaeus*, *Oenanthe lachenalii*, *Peucedanum palustre*, *Caltha palustris*.

- La Cariçaie à *Molinia coerulea* qui colonise les dépressions sur tourbe eutrophe; elle se caractérise par la raréfaction des espèces exigeantes au point de vue trophique. Dans les stations soumises à une inondation durable, le roseau peut devenir l'espèce dominante. Dans ce cas, une Phragmitaie à *Carex*, très pauvre au point de vue floristique se substitue aux groupements décrits.

b) Cariçaies à *Carex acutiformis*; A.P. : *Caricetum gracilis* Tx 37.

Ces Cariçaies occupent de vastes surfaces dans les basses plaines alluviales. Les espèces du *Magnocaricion* sont bien représentées : *Scutellaria galericulata*, *Senecio paludosus*, *Lathyrus palustris*. En revanche, les caractéristiques données par OBERDORFER (1957), *Carex gracilis* et *Carex riparia* sont présentes mais leur distribution est irrégulière. *Euphorbia palustris* est une préférante de ces Cariçaies (marais de Lavours, marais de Chautagne). La Cariçaie à *Carex acutiformis* est liée à des sols à gley superficiel, de texture argileuse ou limono-argileuse, bien pourvus en carbonates; elle est inondée pendant plusieurs mois, la hauteur d'eau pouvant dépasser 50 cm au-dessus du sol.

Carex riparia constitue des peuplements purs dans les anciens lits du Rhône à la faveur de sols riches en colloïdes argileux et saturés d'eau pendant la plus grande partie de l'année.

c) Cariçaies à *Carex paniculata*; A.P. : *Caricetum paniculatae* Wang 16.

Seul *Carex paniculata* a valeur de caractéristique. Parmi les espèces compagnes, nous citerons : *Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Iris pseudacorus*, *Equisetum palustre*, *Symphytum officinale*. Le cortège floristique est assez proche du *Caricetum elatae*. Cette Cariçaie qui s'installe sur les sols humiques à gley, n'existe qu'à l'état d'îlots sporadiques dans les vallées étudiées.

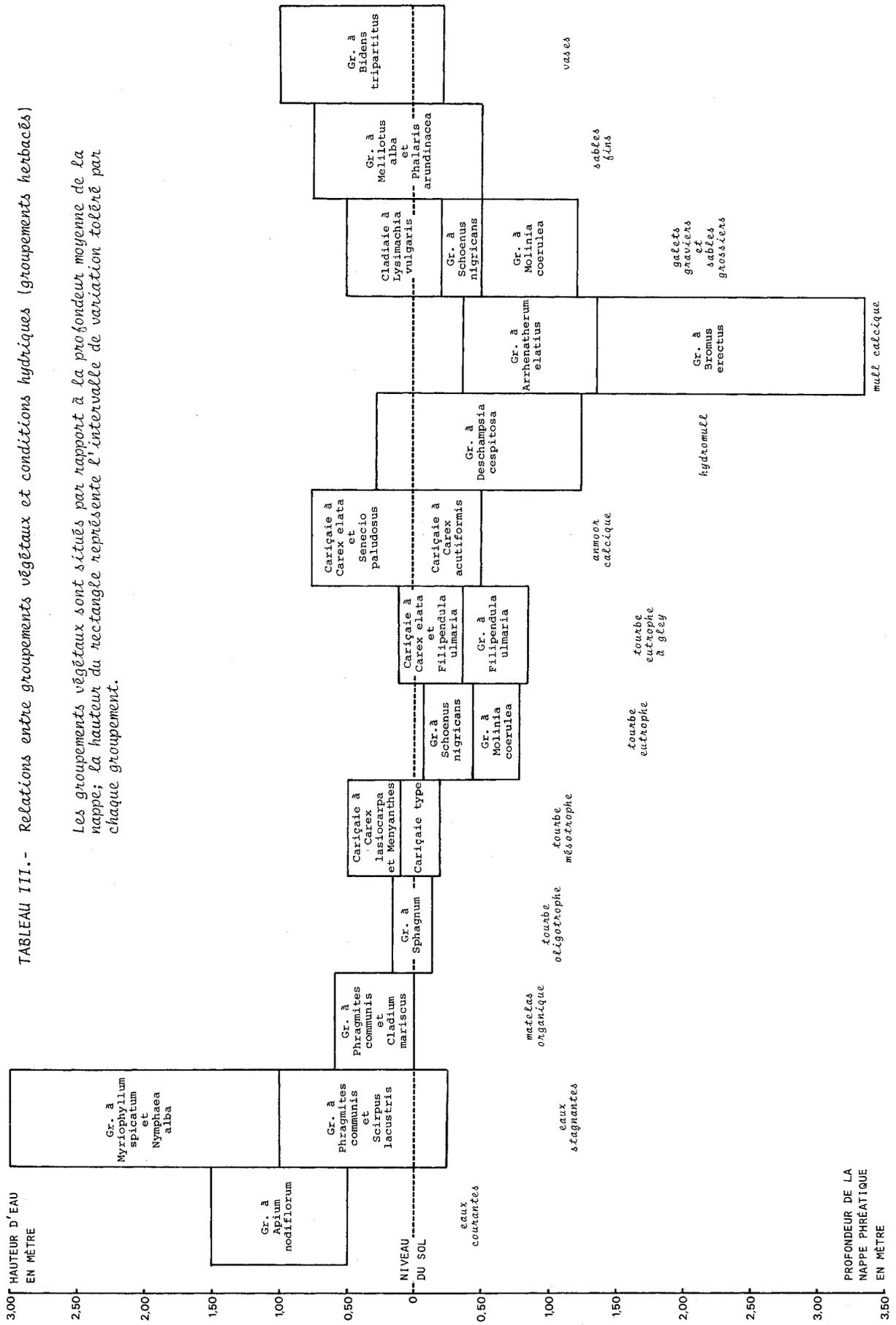
d) Cariçaies à *Carex appropinquata*; A.P. : *Caricetum appropinquatae* Tx 47.

Cette association est à rechercher sur les sols tourbeux à gley. Dans les associations décrites, le cortège floristique est composé d'espèces liées à une nappe superficielle à faible amplitude de variation : *Menyanthes trifoliata*, *Ranunculus flammula*, *Heleocharis palustris*.

e) Groupements à *Cladium mariscus* et *Lysimachia vulgaris*.

Ce groupement n'a été observé, pour l'instant, qu'en bordure du Rhône, au niveau de Culoz dans des stations situées en contre-bas des digues. Il colonise les sols sableux et graveleux bien pourvus en carbonates (pH : 7,6). Il est inondé en période de hautes eaux; la nappe ne descend jamais en dessous de 0,50 m en période d'étiage. Les Cladiaies sont, généralement, monospécifiques ou ne comptent que quelques rares hygrophiles telles que *Lysimachia vulgaris* ou *Lythrum salicaria*.

TABLEAU III.- Relations entre groupements végétaux et conditions hydriques (groupements herbacés)



PROFONDEUR DE LA NAPPE PHRÉATIQUE EN MÈTRE

Les Cladiaies ne constituent jamais une association sauf peut-être dans ce cas précis. Les conditions écologiques sont alors défavorables aux espèces habituellement associées à *Cladium mariscus* : absence ou rareté de *Phragmites communis* sur un substrat très pauvre en éléments biogènes; absence de *Schoenus nigricans* à cause de la hauteur d'eau élevée en période de crue; absence d'hydrophytes par suite de l'alternance des phases d'inondation et d'assèchement. On peut considérer qu'il s'agit d'une association du *Magnocaricion* dont *Cladium mariscus* serait l'espèce dominante et la seule caractéristique. De nombreux relevés seraient nécessaires pour vérifier cette hypothèse de travail.

5) Groupements hygrophiles sur tourbe eutrophe : *Caricion davallianae*

Groupement à *Schoenus nigricans*; A.P. : *Orchido-Schoenetum* OBERD. 52.

Ce groupement est bien représenté dans les marais de la plaine alluviale du Rhône (marais de Lavours, de Chautagne, des Avenières) sur les tourbes mésotrophes et eutrophes saturées d'eau. *Cladium mariscus* est, fréquemment, l'espèce dominante (*Orchido-Schoenetum cladietosum*). Ce cortège floristique comporte de nombreux représentants du *Caricion davallianae* : *Eriophorum latifolium*, *Carex hostiana*, *C. lepidocarpa*, *C. distans*, *C. davalliana*, *Orchis palustris*, *Epipactis palustris*. Ce groupement sert de refuge à des espèces d'un grand intérêt phytosociologique; c'est le cas, en particulier, des caractéristiques de l'association : *Spiranthes aestivalis* et *Liparis loeselii*. Les autres caractéristiques que donne OBERDORFER ne sont présentes que dans les marais tourbeux de l'étage montagnard : *Gentiana utriculosa*, *Primula farinosa* et *Tofieldia calyculata*. Parmi les espèces compagnes, nous citerons : *Carex davalliana*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Drosera intermedia* (*D. longifolia*), *Gentiana pneumonanthe*. La présence de *Cladium mariscus* dans le *Schoenetum* est un fait qui se retrouve dans d'autres régions d'Europe. C'est le cas des Cladiaies atlantiques des Pays-Bas; sur un substrat sableux, *Cladium mariscus* est présent dans l'*Acrocladieto-Salicetum*, association à *Salix repens* et *Calamagrostis epigeios* dont le stade antérieur est la tourbière à *Schoenus nigricans*. Il est intéressant de constater qu'il existe, également, des groupements à *Schoenus nigricans* et *Cladium mariscus* sur les alluvions graveleuses et sableuses liées à une nappe superficielle en contre-bas des digues édifiées sur les bords du Rhône. L'association des *Holoschoenetalia* décrite dans la région méditerranéenne par MOLINIER et TALLON (1950) sous le nom de *Gentianeto-Mariscetum* présente des affinités évidentes avec l'*Orchido-Schoenetum*. *Gentiana pneumonanthe* est commune aux deux associations.

Lorsqu'une aération des couches superficielles du sol se produit par abaissement de la nappe, *Cladium mariscus* devient plus vigoureux. Une litière de 20 à 30 cm se constitue. On observe, alors, un appauvrissement très net du cortège floristique. La tendance à la formation d'une Cladiaie monospécifique est évidente. Cette évolution se produit dans la partie centrale du marais de Lavours.

6) Groupements hygrophiles sur tourbe mésotrophe : *Eriophorion gracilis*.

Cariçaies à *Carex lasiocarpa*.

Les Cariçaies à *Carex lasiocarpa* s'installent sur les sols organiques constitués par l'entrelacement des rhizomes et des racines, lors de la colonisation des plans d'eau par les héliophytes (voir Phragmitaie à *Cladium mariscus*). Ces groupements sont peu répandus dans l'étage collinéen. Au point de vue floristique, on peut distinguer deux types de Cariçaies; dans les deux cas, *Cladium mariscus* est toujours associé à *Carex lasiocarpa*; il peut même devenir l'espèce dominante.

a) La Cariçaie à *Carex lasiocarpa* et *Menyanthes trifoliata* inondée de façon quasi-permanente, la hauteur d'eau atteignant 30 à 40 cm.

Ce groupement présente une structure très mosaïquée. Dans les parties inondées de façon durable, *Nymphaea alba* est bien représenté au sein de peuplements ouverts de *Cladium mariscus* et de *Carex lasiocarpa*. Dans les petites dépressions, où la hauteur d'eau ne dépasse pas 10 cm, *Menyanthes trifoliata* est l'espèce dominante; elle est, fréquemment, associée à *Utricularia minor*; sur les bords de ces dépressions saturées d'eau mais non immergées, les mousses ont un fort recouvrement (*Campylium stellatum*, *Drepanocladus* sp. *Scorpidium scorpioides*) ainsi que *Parnassia palustris*. Enfin, la partie supérieure des buttes de *Cladium mariscus* constitue un microcosme exondé favorable à l'installation des phanérophytes : *Betula pendula*, *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *Frangula alnus*; *Thelypteris palustris* présente, généralement, un fort recouvrement sur ces buttes. L'appartenance phytosociologique de cette Cariçaie est difficile à établir. Il n'y a aucune caractéristique du *Caricetum lasiocarpae*; les caractéristiques d'alliance ou d'ordre sont également absentes. On note la présence de caractéristiques du *Magnocaricion*, telles que *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*, *Lysimachia vulgaris*, mais il s'agit d'hygrophiles à large amplitude écologique présents dans la plupart des associations liées à un sol saturé d'eau. En fait, il s'agit d'un groupement dont la composition floristique s'explique par des caractères écologiques particuliers : présence d'un sol organique alimenté par des eaux minéralisées, submersion durable, hauteur d'eau élevée. Au fur et à mesure que l'on s'avance vers les parties profondes du plan d'eau, cette Cariçaie s'enrichit en *Phragmites communis* (passage à la Roselière à *Cladium mariscus*).

b) La Cladiaie à *Carex lasiocarpa* type sur tourbe mésotrophe saturée d'eau.

Ce groupement prend le relai du précédent sur un sol qui n'est plus influencé par des eaux minéralisées. Le matelas organique plus épais stocke une eau d'origine météorique. Il s'ensuit un processus d'acidification permettant aux Sphaignes de s'installer. *Nymphaea alba* disparaît de ce type de Cladiaie. En revanche, *Utricularia minor* persiste dans les microdépressions inondées qui existent entre les touffes de *Cladium mariscus*. Le recouvrement de *Cladium mariscus* est encore très élevé dans ce groupement mais les individus sont de taille modeste et dépassent rarement 0,70 m de hauteur. Le cortège floristique se caractérise par l'épanouissement des Bryophytes précédemment citées mais également par la présence d'espèces des tourbes acides telles que *Aulacomnium palustre* et différents *Sphagnum*. Parmi les espèces des tourbes acides, nous citerons également : *Carex diandra*, *Potentilla palustris*, *Rhynchospora alba* et *Drosera rotundifolia* qui s'installent sur les touffes de Sphaignes alors que *Drosera longifolia* colonise les dépressions de faible profondeur.

Ce groupement est à rattacher au *Caricetum lasiocarpae* W. Koch 26. On y retrouve les caractéristiques de classe : *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum angustifolium*, *Pedicularis palustris*, des caractéristiques d'ordre : *Carex limosa*, *Drosera longifolia*, *Rhynchospora alba*. Les caractéristiques d'association données par OBERDORFER (1957) sont absentes : *Eriophorum gracile* n'est présent que dans l'étage montagnard et *Saxifraga hirculus* n'est connu que des tourbières du Jura. Ce saxifrage était signalé dans les marais de Nantua, mais a maintenant disparu.

7) Prairies mésohygrophiles : Molinion.

Groupement à *Molinia coerulea*; A.P. : *Molinietum medioeuropaeum* W. Koch 26

L'association médioeuropéenne se trouve à sa limite méridionale et occidentale dans la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon. Les caractéristiques du *Molinietum medioeuropaeum* sont inégalement réparties; elles sont signalées dans quelques stations : *Laserpitium pruthenicum*, *Thalictrum galioides*, *Viola persicifolia*, *Dianthus superbus*, *Gladiolus palustris*, *Cirsium tuberosum*. La présence d'espèces occidentales individualise bien les *Molinietum* de l'avant-pays alpin: *Oenanthe lachenalii*, *Cirsium monspessulanum*; ces espèces assurent la transition avec le *Molinietum mediterraneum*.

Les espèces de l'alliance sont fréquentes: *Pulicaria dysenterica*, *Inula salicina*, *Sanguisorba officinalis*, *Gymnadenia conopsea*, *Scorzonera humilis*, *Siegligia decumbens*, *Gentiana pneumonanthe*.

On distingue deux types de groupements : le groupement à *Molinia coerulea* et *Ranunculus repens* sur les sols alluviaux liés à une nappe phréatique dont la profondeur moyenne est comprise entre -0,80 m et 1,50 m; le groupement à *Molinia coerulea* et *Schoenus nigricans* sur tourbe eutrophe liée à une nappe dont la profondeur se situe entre -0,30 m et -0,50 m. Une Cladiaie à *Molinia coerulea* se substitue à ce groupement lorsque l'homme n'intervient plus par la fauche; le cortège floristique s'appauvrit rapidement par suite du recouvrement élevé de *Cladium mariscus* et de *Phragmites communis* : il ne subsiste que quelques espèces des *Molinietalia*, telles que *Filipendula ulmaria*, *Angelica sylvestris* et *Solidago gigantea* et quelques indifférentes. Au bout de quelques années, une Cladiaie impénétrable s'installe. Seul *Phragmites communis* peut supporter la concurrence de *Cladium mariscus*, mais il lui est nettement subordonné. La Cladiaie sera elle-même éliminée par un hallier à *Rhamnus frangula*. Dans les parcelles remaniées par l'homme (essais de plantations de peupliers par exemple) et abandonnées par la suite, une Cladiaie à *Molinia coerulea* et *Solidago serotina* ssp. *gigantea* s'installe; elle cède rapidement la place à une lande composée de *Salix cinerea*, *Alnus glutinosa*, *Viburnum opulus* et *Rhamnus frangula*. Dans ce cas, l'évolution vers l'Aunaie à *Alnus glutinosa* est beaucoup plus rapide.

Groupement à *Deschampsia cespitosa*; A.P. : *Deschampsietum cespitosae* WAGNER 1950.

Le groupement à *Deschampsia cespitosa* s'individualise, nettement, par la présence de *Gratiola officinalis* et de *Fritillaria meleagris*. Ce groupement se caractérise par un fort recouvrement des mésohygrophiles liées aux sols bien pourvus en colloïdes argileux : *Ranunculus repens*, *Lysimachia nummularia*, *Valeriana officinalis*, *Cardamine pratensis*, *Caltha palustris*, *Lychnis flos-cuculi*; les mésophiles à large amplitude sont également bien représentées : *Trifolium pratense*, *Centauria jacea*, *Lathyrus pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Prunella vulgaris*. Ce groupement s'installe sur les sols de texture argileuse ou limono-argileuse (sol alluvial à gley moyen, sol alluvial calcaire). Dans le cas des sols à gley, la nappe phréatique se situe à une profondeur moyenne comprise entre -0,40 m et -0,70 m avec des valeurs extrêmes de -0,80 m et +0,30 m. Dans le cas des sols alluviaux calcaires, la nappe phréatique est plus profonde (entre -0,60 m et -0,80 m) et l'amplitude de variation peut atteindre 1,50 m.

8) Prairies mésohygrophiles de lisière : *Filipendulo-Petasition*.Groupement à *Filipendula ulmaria*; A.P. : *Filipendulo-Geraniumetum*

W. Koch 26.

Ce groupement est commun sur les bords des marais, dans les zones de contact avec les collines cultivées. La composition floristique souvent hétérogène est le reflet d'une pression humaine très diversifiée. La composition floristique comporte des mésohygrophiles exigeantes au point de vue trophique : *Angelica sylvestris*, *Lycopus europaeus*, *Solidago gigantea* ssp. *serotina*, *Symphytum officinale*, *Glechoma hederacea*, *Galeopsis tetrahit*, *Mentha sylvestris*, *Urtica dioica*, *Epilobium hirsutum*; *Cirsium oleraceum* qui est une des caractéristiques n'est présent que dans les groupements de Haute-Savoie; cette espèce est répandue dans le Nord-Est de la France (plaine d'Alsace). *Geranium palustre* est sporadique en Savoie et en Haute-Savoie.

Ce groupement s'installe sur des sols hydromorphes dont la nappe descend rarement en-dessous de 0,50 m de profondeur.

9) Prairies mésophiles : *Arrhenatherion*.Groupement à *Arrhenatherum elatius*; A.P. : *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br. Bl. 19) OBERD. 52.

Ce groupement est bien représenté dans les basses plaines alluviales, sur les sols alluviaux calcaires, de texture limono-argileuse, liés à une nappe phréatique dont la profondeur moyenne est inférieure à 1 m. La composition floristique est proche de l'association décrite par OBERDORFER. Les caractéristiques sont présentes : *Arrhenatherum elatius*, *Galium mollugo*, *Crepis biennis*, *Knautia arvensis*, *Pastinaca sativa*, *Salvia pratensis*, *Bromus mollis*, *Daucus carota*, exception faite de *Campanula patula* et de *Geranium pratense*, que nous n'avons pas trouvées.

10) Prairies mésoxérophiles : *Mesobromion*.Groupement à *Bromus erectus*; A.P. : *Mesobrometum collinum* Scherr. 25.

Les groupements à *Bromus erectus* s'installent dans les vallées sur les sols alluviaux liés à une nappe profonde. On observe des différences floristiques très nettes entre les groupements sur sols très filtrants (vallée de la Romanche) et ceux liés à des dépôts plus riches en colloïdes argileux (plaine alluviale de l'Isère, plaine alluviale du Rhône). Dans le premier cas, le cortège floristique est comparable au *Mesobrometum collinum*; dans le deuxième cas, on observe un appauvrissement en espèces xérophiles, telles que les Orchidées qui disparaissent des stations liées à une nappe plus superficielle : *Himantoglossum hircinum*, *Orchis militaris*, *Orchis ustulata*, *O. morio*, *O. simia*, *Ophrys fuciflora*, *Ophrys apifera*, *Aceras anthropophora*. Les autres caractéristiques d'alliance sont présentes : *Ranunculus bulbosus*, *Medicago lupulina*, *Senecio erucifolius*, *Ononis repens*, *Euphorbia brittingeri*, *Carlina acaulis*. Des groupements intermédiaires entre l'*Arrhenatheretum* et de *Mesobrometum* occupent parfois de vastes surfaces (*Arrhenatherum brometosum*).

11) Groupements des dépôts graveleux inondés périodiquement : *Epilobium Fleischeri* Br. Bl. 31.Groupement à *Epilobium dodonaei* et *Myricaria germanica*; A.P. : *Myricario-Chondrillietum* Br. Bl. 1938.

Dans les sections de vallée dont la pente est supérieure à 3 %, les processus de sédimentation se produisent avec vigueur; ils sont responsables de la formation de bancs alluvionnaires très filtrants qui sont colonisés par un groupement pionnier caractérisé par *Epilobium dodonaei*. Parmi les espèces les plus représentatives de l'association, on peut citer : *Tolpis staticifolia*, *Erucastrum nasturtiifolium*, *Gypsophila repens*. Cependant, une des caractéristiques des groupements d'Europe centrale, *Chondrilla chondrilloides* est absente. Parmi les phanérophtes, nous citerons : *Myricaria germanica*, *Hippophae rhamnoides* et *Salix daphnoides*. Le cortège de cette association est composite : à côté des espèces qui colonisent les éboulis alpins ou subalpins comme *Linaria alpina*, *Saxifraga aizoides*, figurent des espèces des *Brometalia* : *Origanum vulgare*, *Alyssum alyssoides*, *Saponaria ocymoides*, *Thymus serpyllum*, *Teucrium montanum*, *Asperula cynanchica*, *Helianthemum nummularium*.

Groupement à *Melilotus alba* et *Phalaris arundinacea*; A.P. : *Epilobio-Scrophularietum caninae* W. Koch et Br. Bl. 48.

Ce groupement colonise les bancs d'alluvions qui se déposent dans les sections à faible pente (inférieure à 1 m/km), au niveau de l'étage planitiaire. Le cortège floristique comporte des espèces ayant des exigences écologiques très différentes : psammophiles, nitrato-philes, hygrophiles, mésohygrophiles, espèces prairiales, etc... Au point de vue phytosociologique, ce groupement est à rattacher à l'*Epilobio-Scrophularietum caninae*. Parmi les espèces les mieux représentées, nous citerons : *Melilotus alba*, *Oenothera biennis*, *Artemisia vulgaris*, *Scrophularia ca-*

nina, *Scrophularia hoppii*, *Saponaria officinalis*, *Erigeron annua*, *Tussilago farfara*, *Calamagrostis littorea*, *Solidago gigantea*, *Phalaris arundinacea* avec un lot très élevé d'espèces des *Chenopodietae*.

Quand il y a exhaussement du sol (sédimentation), ce groupement évolue vers une lande à *Phalaris arundinacea* et *Salix* divers (*S. triandra*, *S. purpurea*, *S. alba*, *S. viminalis*).

12) Groupements colonisant les lînes et les basses en début de colmatage :
Bidention.

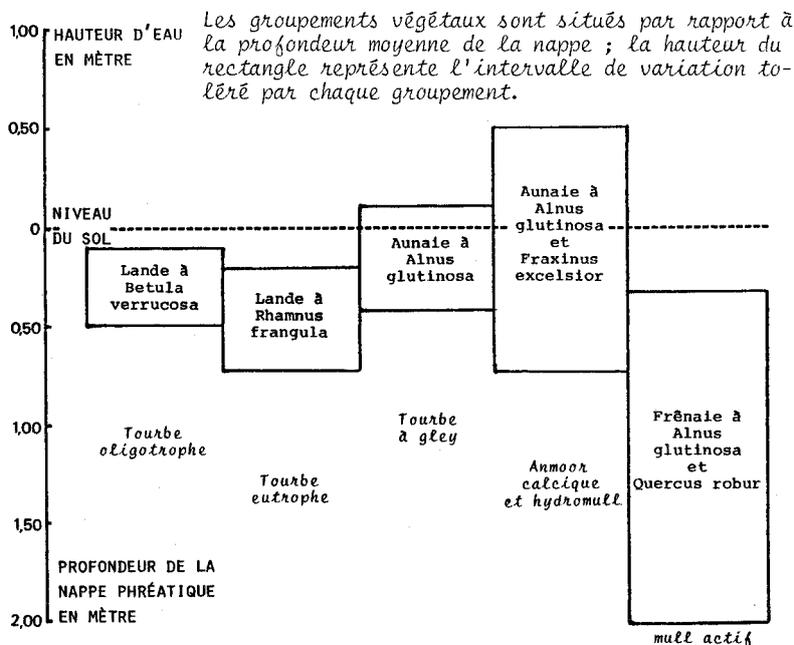
Groupement à *Bidens tripartitus*; A.P. : *Polygono-Bidentetum* (W.KREH.26)
LOHM.50.

Ces groupements s'installent dans les dépressions où se déposent les vases. Ils sont à rattacher au *Polygono-Bidentetum*. Les espèces de l'alliance sont nombreuses : *Bidens tripartitus*, *Polygonum lapathifolium*, *Polygonum mite*. Une des caractéristiques, *Polygonum hydropiper*, est très irrégulièrement répartie; la deuxième, *Polygonum minus*, semble spécifique des sables siliceux. Le cortège floristique se compose :

- d'hygrophiles : *Myosoton aquaticum*, *Myosotis scorpioides*, *Roripa amphibia*, *Vernica beccabunga*.

- de mésohygrophiles : *Lysimachia nummularia*, *Ranunculus repens*, *Polygonum lapathifolium*, *Mentha aquatica*, *Angelica sylvestris*, *Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*.

TABLEAU IV.- Relations entre groupements végétaux et conditions hydriques (groupements forestiers de marais).



13) Groupements forestiers hygrophiles liés à des sols saturés d'eau :
Alnion glutinosae.

Aunaies à *Alnus glutinosa*; A.P. : *Carici elongatae-Alnetum glutinosae*
X. KOCH.26.

Les Aunaies à *Alnus glutinosa* occupent des surfaces considérables dans la plaine alluviale du Rhône (forêt de Lavours dans l'Ain, par exemple). Ces Aunaies s'installent dès que les Phragmitaies, les Magnocariçaies et les prairies hygrophiles ne sont plus fauchées ou brûlées. Un stade intermédiaire, précédant l'installation de l'Aunaie, est représenté par une lande à *Salix cinerea*. Nous distinguerons l'Aunaie typique qui s'installe sur un sol saturé d'eau de façon durable et l'Aunaie à *Fraxinus excelsior* liée à une nappe plus profonde, qui est un groupement de transition vers la Frênaie à *Quercus robur*.

Ces groupements s'installent sur des tourbes eutrophes bien pourvues en colloïdes argileux dont la nappe phréatique ne descend pas en-dessous de 50 cm de profondeur et sur des sols alluviaux à gley avec anmoor calcique ou mull actif (pH: 7,5; matière organique : 7 %; C/N : 11; CO₃Ca : 19 %; texture argilo-limoneuse. Le niveau de la nappe varie entre +50 cm et -80 cm).

Le régime hydrique apparaît, ici, comme le facteur sélectif dont dépend la composition du cortège floristique. L'Aunaie typique se caractérise par la présence d'hygrophiles (*Carex elata*, *C. riparia*, *C. acutiformis*) et de mésohygrophiles exigeantes au point de vue trophique : *Filipendula ulmaria*, *Calystegia sepium*, *Symphytum officinale* etc... Sur la tourbe, la faible hauteur d'eau en période d'inondation permet l'épanouissement des espèces qui craignent une submersion durable. Des nitratophiles comme *Urtica dioïca* s'installent, dès que la nappe n'influence plus les horizons superficiels. Le cortège floristique est comparable à celui que DUVIGNEAUD (1970) considère comme caractéristique de l'humidité eutrophe et nitrotrophe. Dans l'Aunaie à *Fraxinus excelsior*, le sol frais bien pourvu en colloïdes argileux est favorable à l'installation de *Carex pendula* et *C. remota*. Dans les parties exondées apparaissent les espèces du mull actif : *Arum maculatum*, *Circaea lutetiana*, *Galeopsis tetrahit* ainsi que les arbustes liés à un sol dont les couches superficielles sont bien aérées, tels que *Crataegus monogyna*, *Lonicera xylosteum*.

Ces Aunaies sont à rattacher au *Carici elongatae-Alnetum medioeuropaeum* W. Koch. 26., association typique du Nord-Est de la France qu'on retrouve dans toute l'Europe Centrale. Cependant, la caractéristique *Carex elongata* n'est présente que dans la partie la plus septentrionale du territoire étudié. *Carex elongata*, connu de la Bresse et du Forez, n'a été trouvé pour l'instant qu'en Haute-Savoie. A ce jour, une dizaine de stations ont été identifiées par JORDAN (1976) dans le Chablais. L'espèce est à rechercher dans les Aunaies de l'Ain, de la Savoie et de l'Isère. Nous avons trouvé *Carex elongata* dans une Charmaie à *Quercus robur* située à l'extrémité méridionale du Jura (Forêt d'Evieu).

Signalons, également, la présence de *Dryopteris cristata* dans une Aunaie du Bas-Chablais, située à 530 m d'altitude. Cette station découverte par CHARPIN et JORDAN (1975) serait la seule de la Haute-Savoie. La découverte de cette fougère présente un grand intérêt phytosociologique car elle est considérée par OBERDORFER (1975) comme une caractéristique de l'Aunaie subcontinentale (*Carici elongatae-Alnetum*). Cette fougère est absente des Aunaies collinéennes du Jura méridional, de la Savoie et du Dauphiné. En revanche, elle est signalée dans les bois humides de l'étage montagnard (Mont-Pilat, Grande Chartreuse, Jura), par CARIOT et SAINT LAGER (1897).

Les Aunaies à *Alnus incana* et *Carex* : ce sont des Aunaies hygrophiles qui s'installent sur les sols gorgés d'eau pendant une partie de l'année. Ces Aunaies à *Carex* se trouvent généralement en bordure des rivières, mais en contre-bas des digues. La nappe phréatique est superficielle, son amplitude de variation inférieure à 0,60 m. La strate arborescente est souvent monospécifique; de place en place, on trouve *Populus excelsior*. La strate arbustive est représentée par des phanérophytes tolérant un sol saturé d'eau, tels que *Viburnum opulus*, *Salix triandra*, *Cornus sanguinea*. La strate herbacée se compose d'hygrophiles d'anmoor telles que *Phragmites communis*, *Carex acutiformis*, *Lysimachia vulgaris* à côté d'espèces d'hydromull telles que *Solanum dulcamara*, *Deschampsia cespitosa*, *Rubus caesius*, *Acrocladium cuspidatum*. Les Aunaies se caractérisent par l'absence des espèces mésophiles du Carpinion (*Salvia glutinosa*, *Aegopodium podagraria*). Au point de vue phytosociologique, ces Aunaies sont difficiles à interpréter, car leur composition floristique est assez proche de l'Aunaie à *Alnus glutinosa*.

14) Groupements forestiers hygrophiles liés à des sols inondés périodiquement : Salicion.

Saussaies à *Salix triandra*; A.P. : *Salicetum triandrae* Malc. 29.

Ces Saussaies colonisent les dépressions, en début de colmatage, qui séparent les bancs d'alluvions. Elles sont soumises à une inondation durable. En période d'étiage, la nappe ne descend jamais en-dessous de 0,50 m de profondeur. La composition floristique est pauvre par suite des fortes variations du cours d'eau et de la hauteur d'eau élevée en période d'inondation. De plus, les Saules constituent des fourrés impénétrables d'où sont éliminées les espèces photophiles. Les espèces hygrophiles, ou mésohygrophiles sont bien représentées : *Phalaris arundinacea*, *Lythrum salicaria*, *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sphondylium*, *Valeriana officinalis*, *Angelica sylvestris*, *Polygonum lapathifolium*, *Deschampsia cespitosa*, *Solanum dulcamara*.

Ces groupements sont à rattacher au *Salicetum triandrae* Malc. 29. La composition floristique est la même que celle de l'association décrite par OBERDORFER (1957). Les caractéristiques : *Salix triandra*, *S. purpurea*, *S. viminalis* sont présentes dans les groupements rhodaniens. En fait, il s'agit d'une association azonale, dont l'installation est déterminée par des conditions écologiques très sélectives; aussi, son cortège floristique est-il peu influencé par la localisation géographique.

Au point de vue phytosociologique, les Saussaies balayées périodiquement par les eaux en période de crue, sont regroupées en une unité indépendante. MULLERS et GORS (in ELLENBERG, 1958) ont proposé de les rattacher à l'alliance du *Salicion triandrae*. La distinction de cette unité se justifie dans la mesure où les groupements sont liés à des facteurs écologiques très sélectifs qui imposent un cortège floristique pauvre, mais très différencié.

Saussaies à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea*.

Ce groupement est très répandu dans les parties dépressionnaires où se déposent les limons. Il est inondé, quand le débit du Rhône atteint 450 m³/s; la périodicité est de 5 à 6 fois au cours des années, s'écartant peu des valeurs moyennes; la durée d'inondation est de 8 à 15 jours. En période d'étiage, la nappe présente une profondeur moyenne de 50 cm à 60 cm (fig. 5). Ces groupements s'installent sur des sols alluviaux marmorisés. La Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea* comporte des hygrophiles à large amplitude écologique comme *Phragmites communis* et *Carex acutiformis*, des hygrophiles et mésohygrophiles exigeantes au point de vue trophique et liées à des substrats riches en colloïdes argileux : *Myosotis scorpioides*, *Cardamine pratensis*, *Ranunculus repens*, *Lysimachia nummularia*, *Polygonum lapathifolium*. Les affinités floristiques avec le *Salicetum triandrae* sont évidentes.

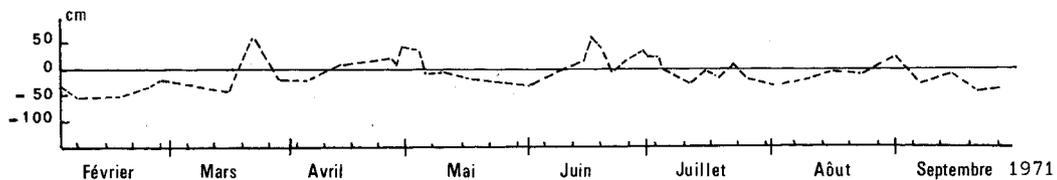


Fig.5.- Variations de la nappe phréatique correspondant au groupement à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea*.

Saussaies à *Salix* divers.

Sur les parties supérieures des bancs d'alluvions s'installent des Saussaies comprenant différents *Salix*. Le sol (sol alluvial brut) comporte un horizon supérieur de 30 à 50 cm d'épaisseur constitué de sables grossiers et de sables fins avec intercalation de minces couches de limon et un horizon sous-jacent constitué de galets.

La strate arbustive est composée de plusieurs Saules (*S. alba*, *S. triandra*, *S. purpurea*, *S. viminalis*) auxquels s'ajoute *Populus nigra*. La strate herbacée est composée d'espèces liées à des sols filtrants : *Phalaris arundinacea*, *Solidago gigantea*, *Eupatorium cannabinum*, *Agrostis alba*, *Calamagrostis littorea*, *Impatiens glanduliflora* et d'espèces nitratophiles : *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Rumex obtusifolius*, *Calystegia sepium*.

Dans les sections à pente dépassant 1 %, lorsque d'épaisses nappes d'alluvions graveleuses se déposent, *Salix eleagnos* devient l'espèce dominante.

Suivant les conditions stationnelles, plusieurs associations peuvent être distinguées.

Saussaies à *Salix alba* et *Impatiens glanduliflora*; A.P. : *Salici-Populetum* Tx. 31. Meijer. Drees. 36.

Ce groupement occupe des surfaces considérables dans les îles du Rhône. Il s'installe sur les sols filtrants; la nappe phréatique atteint 1 m de profondeur. Ce groupement est lié à un sol alluvial calcaire avec mull calcique (texture sableuse; C/N : 13; CO₃Ca : 24 à 30 %; pH : 8,1 à 8,4; calcaire actif : 8,8 %; ces valeurs correspondent à l'horizon superficiel).

La composition floristique se caractérise par la présence de quelques espèces à fort recouvrement dont *Impatiens glanduliflora*, *Equisetum hyemale*, *Solidago gigantea* ssp. *serotina*. Les espèces de mull calcique, *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca gigantea* sont présentes à côté de nitratophiles telles qu'*Angelica sylvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Calystegia sepium*. Dans les groupements de transition vers l'Aunaie à *Alnus incana*, la Saussaie s'enrichit en phanérophytes mésophiles : *Crataegus monogyna*, *Evonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum* et en espèces de mull : *Hedera helix*, *Circaea lutetiana*, *Galeopsis tetrahit*, *Rubus caesius*, *Arum maculatum*, *Tamus communis*.

Cette Saussaie à *Salix alba* est affine du *Salici-Populetum* Tx. 31, décrit par SEIBERT (1958) et ELLENBERG (1970). Ce dernier cite comme caractéristique, *Calystegia sepium* et *Phalaris arundinacea* qui sont présents dans ce groupement. OBERDORFER (1957) individualise cette association par *Impatiens glanduliflora*; comme nous l'avons souligné, cette espèce présente un fort recouvrement dans les groupements rhodaniens.

15) Groupements forestiers mésohygrophiles liés à une nappe de profondeur moyenne : *Alno-Fraxinon*.

Aunaies à *Alnus incana* et *Equisetum hyemale*.



Photo 5. – Groupement à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea* dans une île inondée lorsque le débit du Rhône dépasse 450 m³/s.



Photo 6. -- Ile du Rhône, au niveau de Brégnier-Cordon. Des Saussaies à *Salix alba* constituent une galerie forestière en bordure d'une île, colonisée par *Phragmites communis*, *Carex elata* et *Phalaris arundinacea*.

Les Aunaies à *Alnus incana* occupent de vastes surfaces dans la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon, où elles colonisent les îles suffisamment hautes pour échapper à une longue période d'inondation. La profondeur de la nappe phréatique est généralement supérieure à 1 m et peut atteindre 2 m. Le groupement est inondé lorsque le débit du Rhône dépasse 1 000 m³/s, ce qui se produit une à trois fois l'an. Les Aunaies s'installent sur des sols alluviaux à mull actif ou mull calcique (texture limono-argileuse; C/N compris entre 11,5 et 14; matière organique : de 2,2 % à 6,2 %; CO₃Ca : de 16 à 20,5 %; pH compris entre 7,4 et 7,7; calcaire actif : de 3,7 à 4,4 %).

L'Aunaie typique est souvent monospécifique au niveau de la strate arborescente. Mais il existe des espèces de la forêt riveraine consolidée dans des groupements de transition : *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Ulmus minor* (*Ulmus campestris*). La strate arbustive est composée d'espèces liées à un sol bien drainé, telles que *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus europaeus*, *Viburnum lantana*. La strate herbacée se caractérise par un recouvrement élevé d'*Impatiens* dans les parties clairiérées et d'*Equisetum hyemale* dans les sous-bois obscurs; *Rubus caesius* est spécifique de l'Aunaie évoluée dans les stades de transition vers la forêt de bois durs. On note, aussi, la présence d'espèces du mull actif : *Tamus communis*, *Circaea lutetiana*, *Humulus lupulus*, *Galeopsis tetrahit*, et de mull calcique : *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca gigantea*, *Paris quadrifolia*, etc...

Ces Aunaies sont à rattacher à l'*Alnetum incanae* submontagnard à *Equisetum hyemale*. Cependant, la composition floristique est très appauvrie par rapport aux Aunaies des vallées plus septentrionales. L'absence d'espèces appartenant aux *Fagetalia* est le caractère le plus remarquable. *Equisetum hyemale* et *Impatiens glandiflora* sont des différentielles par rapport aux autres types d'Aunaies.

Les Frênaies à *Alnus glutinosa* et *Quercus robur*.

Dans les basses plaines alluviales, les Frênaies à *Quercus robur* remplacent les Aunaies à *Alnus glutinosa* dès qu'il y a approfondissement de la nappe phréatique (entre -0,80 m et -1,50 m). Ces groupements s'installent sur des sols alluviaux à gley avec mull actif (texture argileuse ou limono-argileuse, taux de carbonates élevé, pH compris entre 7,5 et 8,2). Le cortège floristique s'appauvrit en hygrophiles, mais s'enrichit, par contre, en espèces du mull actif et du mull calcique : *Hedera helix*, *Arum maculatum*, *Paris quadrifolia*, *Circaea lutetiana*, *Lamias-trum galeobdolon*. La strate arborescente comporte des essences tolérant une phase d'anaérobiose au niveau de l'appareil racinaire, telles qu'*Ulmus minor* (*U. campestris*), *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* et les espèces liées à un sol dont les couches superficielles sont bien aérées, *Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*.

L'appartenance phytosociologique de ces Frênaies est difficile à établir. En fait, la Frênaie à *Quercus robur* se situe entre :

- les groupements des sols saturés d'eau de façon quasi-permanente de l'*Alnion glutinosae*, dont on retrouve un grand nombre d'hygrophiles;
- les groupements riverains liés à une nappe phréatique de profondeur moyenne appartenant à l'*Ulmion*, dont on retrouve des espèces mésophiles; dès que la nappe n'influence plus les horizons supérieurs du sol, les espèces dont l'appareil racinaire explore un faible volume de sol colonisent des stations correspondant à des profondeurs de nappe différentes mais dont les horizons superficiels du sol ne sont plus soumis à des phases d'anaérobiose.

C'est avec le *Pruno-Fraxinetum* OBERD. 53, que les affinités floristiques sont les plus marquées (présence de *Prunus padus*, *Viburnum opulus*, *Carex pendula*, *Carex remota*). Cependant, *Ulmus laevis* qui caractérise les Frênaies subcontinentales est absent, car l'espèce a une répartition plus septentrionale. Les espèces des *Fagetalia*, bien représentées dans les associations décrites, sont absentes des Frênaies planitiaies.

On peut rattacher à cette association, les Ormaies basses à *Ulmus minor* qui colonisent des dépressions des îles inondées périodiquement. Le sol présente une couche superficielle de texture limono-argileuse de 80 à 100 cm d'épaisseur; elle repose sur des galets (sol alluvial marmorisé avec humus de type hydromull). Cette Ormaie est liée à une nappe phréatique dont la profondeur moyenne est comprise entre 1 m et 0,80 m. Dans la vallée du Rhône, elle est inondée, lorsque le débit du fleuve atteint 600 m³/s. (fig. 6).

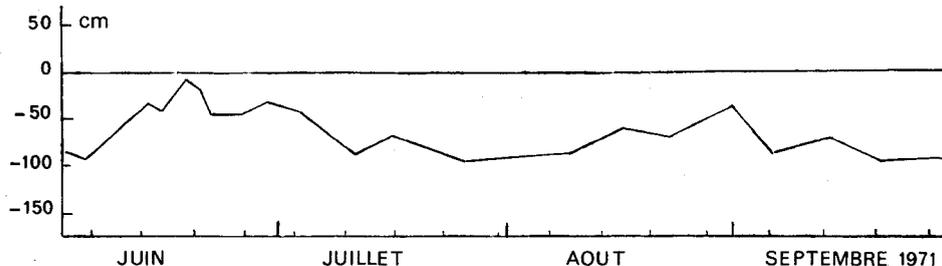
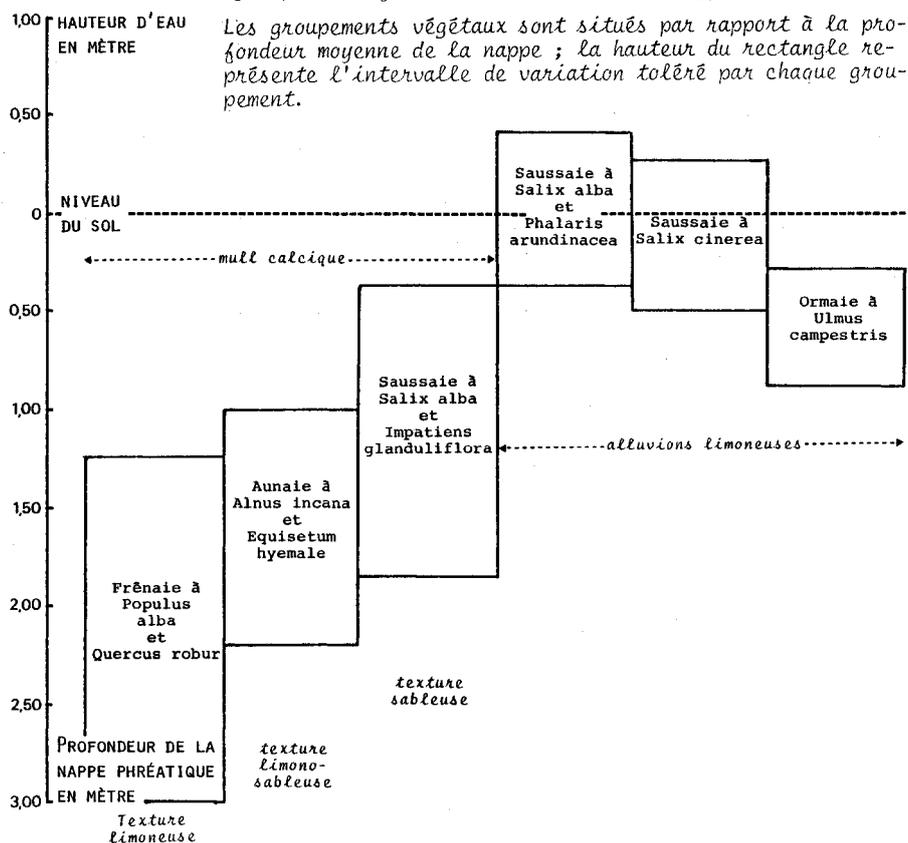


Fig.6.- Variations de la nappe phréatique (Ormaie à *Ulmus minor*).

Ces Frênaies se distinguent nettement des Frênaies submontagnardes ou montagnardes qui s'installent en altitude sur des sols plus filtrants. Le cortège floristique de ces Frênaies d'altitude comporte de nombreuses espèces du Carpinion et du Fagion : *Aegopodium podagraria*, *Mercurialis perennis*, *Geranium nodosum*, *Euphorbia dulcis*, *Polygonatum odoratum*, *Salvia glutinosa*, *Prenanthes purpurea*, *Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus*. L'Epicéa, le Hêtre et le Sapin sont présents dans les Frênaies des Alpes intermédiaires. Les affinités floristiques avec l'*Acereto-Fraxinetum* W. Koch sont évidentes. Les espèces très répandues dans les groupements riverains sont également présentes : *Rubus caesius*, *Brachypodium sylvaticum*, *Deschampsia cespitosa*, *Paris quadrifolia*, *Corylus avellana*.

TABLEAU V.- Relations entre groupements végétaux et conditions hydriques (groupements forestiers des îles du Rhône).



16) Groupements forestiers mésophiles liés à une nappe profonde : Ulmion.

Les Frênaies à *Populus alba*; A.P. : *Fraxino-Ulmetum* (Tx.52), OBERD.53.

Ces groupements forestiers se rencontrent dans les îles anciennes qui ne sont inondées qu'à l'occasion de fortes crues. La Frênaie à *Populus alba* est liée à une nappe phréatique dont la profondeur moyenne est comprise entre 2,50 m et 4 m. Elles ne sont inondées que lorsque le débit atteint 1 450 m³/s (1 fois chaque 4 à 5 ans). Elle s'installe sur des sols alluviaux calcaires (texture limono-sableuse à limoneuse; C/N inférieur à 10; matière organique : 5 % dans l'horizon de surface ; CO₃Ca : 21,8 %; calcaire actif : 7 %).

La composition floristique est très homogène. Parmi les espèces représentatives de la strate arborescente, on peut citer *Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior*. Parmi les espèces compagnes, figurent *Populus nigra*, *Salix alba*, *Alnus incana* et les espèces liées à un sol bien aéré : *Acer pseudoplatanus*, *A. campestris*, *Juglans regia*. La strate arbustive comporte *Crataegus monogyna*, *Lonicera xylosteum*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana* (favorisés par la présence d'une nappe profonde influençant très peu les horizons explorés par l'appareil racinaire). La strate herbacée comporte des espèces du mull actif : *Arum maculatum*, *Circaea lutetiana*, *Galeopsis tetrahit*, *Tamus communis* et de mull calcique : *Hedera helix*, *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca gigantea*. Dans les parties les plus hautes s'installent *Polygonatum odoratum*, *Paris quadrifolia*.

Ces groupements sont à rattacher au *Fraxino-Ulmetum* (Tx.52) OBERD.53, association que l'on retrouve le long des fleuves médioeuropéens. Citons, sur les bords du Rhin le *Fraxino-Ulmetum* décrits par CARBIENER (1970), sur les bords du Danube, l'association décrite par WENDELBERGER (1957), celle décrite par SEIBERT (1958) sur les bords de l'Isar. Les caractéristiques de l'association données par ELLENBERG (1953) sont présentes : *Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*, *Quercus robur* ainsi que *Populus alba* que MOOR (1942) considère comme représentative du *Fraxino-Ulmetum* du cours inférieur des rivières. Les espèces du *Carpinion* telles que *Chaerophyllum hirsutum*, *Milium effusum*, *Asarum europaeum*, *Anemone nemorosa* sont absentes des groupements rhodaniens.

17) Groupements forestiers mésophiles liés à une nappe perchée : Carpinion

Charmaies à *Quercus robur* et *Carpinus betulus*; A.P. : *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* Tx. 37.

Les Charmaies hygrophiles à *Carpinus betulus* et *Quercus robur* sont liées à des conditions lithologiques favorables à la formation de sols à pseudogley (forêt d'Evieu). Le caractère fondamental est la présence d'une nappe perchée pendant la saison froide. Ce sont les pluies d'automne qui sont responsables de l'alimentation de la nappe. A partir de la fin octobre ou au début novembre, les dépressions sont généralement inondées. Pendant l'hiver et le printemps, les variations de la nappe sont pratiquement inexistantes. Dès que les végétaux reprennent leur activité physiologique, la nappe s'épuise rapidement.

Les caractères physico-chimiques de l'eau de la nappe perchée s'opposent, en tous points, à ceux de l'eau de la nappe phréatique correspondant à des sols à gley. Les eaux de la forêt d'Evieu présentent une minéralisation globale faible, de l'ordre de 50 mg/l, c'est-à-dire 6 à 10 fois plus faible que celle des eaux alimentant des forêts hygrophiles à *Alnus glutinosa*. Le pH a une valeur moyenne de 5,4 à 5,6, les valeurs extrêmes étant 4,7 et 6.

Le sol est un sol brun marmorisé à pseudogley. Il présente une texture nettement limono-argileuse dans la partie supérieure du profil; en revanche, à partir de 1,20 m, le substratum est constitué de sables fins. On note, en surface, la formation d'un mull forestier typique. Le C/N, de l'ordre de 13, indique une minéralisation rapide; il est intéressant de constater que la longue phase d'anaérobiose qui persiste durant toute la saison froide et le printemps n'arrête pas l'activité microbiologique.

La strate arborescente est dominée par *Carpinus betulus*, *Quercus robur*; *Fraxinus excelsior*; parmi les espèces à plus faible recouvrement, nous citerons *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor* (*U. campestris*), *Robinia pseudacacia*, *Acer campestre*. La strate arbustive se caractérise par la présence d'espèces liées à un sol bien aéré en surface avec *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, et des espèces liées à un substrat légèrement décarbonaté, *Populus tremula*, *Ilex aquifolium*, *Crataegus laevigata*. Au niveau de la strate herbacée, on peut distinguer trois éléments en fonction des conditions microtopographiques :

- les parties dépressionnaires très humides avec des hygrophiles et des mésohygrophiles de sols lourds, telles que *Valeriana officinalis*, *Filipendula ulmaria*, *Deschampsia cespitosa*, *Carex riparia*, *C. acutiformis*, *Carex elongata*;

- les mares à feuilles sans végétation, également inondées pendant l'hiver et le printemps;

- enfin, les parties toujours émergées où s'installent les espèces de mull : *Hedera helix*, *Paris quadrifolia*, *Carex sylvatica*, *Brachypodium sylvaticum* et les espèces de mull actif : *Glechoma hederacea*, *Tamus communis*, *Arum maculatum*, *Galeopsis tetrahit*. Parmi les espèces qui sont des différentielles par rapport au sol à gley, citons *Anemone nemorosa*, *Ranunculus auricomus*, *Convallaria majalis*, *Carex sylvatica*. La strate muscinale comporte de nombreuses espèces : *Climacium dendroides*, *Calliargon cordifolium*, *Oxyrhynchium praelongum*, *Eurhynchium stockessi*, *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triqueter*, *Atrichum undulatum*, *Thuidium tamariscinum*.

Ce type de Charmaie hygrophile est répandue dans toute l'Europe moyenne. Elle a été décrite par TUXEN (1937), OBERDORFER (1957), ELLENBERG (1963). GEHU (1961) décrit dans la Sambre, une Charmaie hygrophile dont le cortège floristique est très voisin. Il en fait un *Querceto-Carpinetum filipenduletosum*.

18) Groupements liés à des dépôts graveleux : Berberidion Br. Bl. 50.

Groupement à *Hippophae rhamnoides* et *Salix eleagnos* A.P. : *Hippophaeto-Salicetum incanae* Br. Bl. VOLK, 1940.

Ce groupement se caractérise par la présence d'un grand nombre de phanérophytes : *Salix eleagnos*, *S. purpurea*, *Populus nigra*, *Robinia pseudacacia*, *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Juniperus communis*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, etc... La strate herbacée comporte des xérophiles et des méso-

xérophiles des *Brometalia* comme *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Potentilla tabernaemontani*, *Sanguisorba minor*, *Origanum vulgare*, à côté d'espèces qui sont plus spécifiques des groupements riverains, telles que *Brachypodium sylvaticum*.

Il est parfois difficile d'individualiser cette association du *Myricarieto-Chondrilletum*, tel le *Myricarieto-Chondrilletum salicetosum* décrit par SEIBERT (1958), *Myricaria germanica* étant souvent associé à *Hippophae rhamnoides*. Les groupements situés dans la basse vallée du Drac (au niveau de Grenoble), dans la vallée du Rhône (au niveau de Jonage) et dans celle de l'Ain (confluent avec le Rhône) semblent pouvoir être rapportés à l'*Hippophaeto-Salicetum incanae*.

B - ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE. PREMIERS RESULTATS (fig.7a et b).

Deux approches statistiques multidimensionnelles permettraient d'aborder l'exploitation des données en prenant en compte toute l'information qu'elles contiennent.

La première ne nécessite aucune classification préétablie des individus (les relevés phytosociologiques) ou des variables (présence et abondance des espèces végétales). Il s'agit de l'analyse factorielle des correspondances. La seconde, au contraire, met une classification préétablie des individus à l'épreuve des variables dont on dispose et permet de détecter celles qui rendent le mieux compte de cette classification. C'est l'analyse discriminante itérative.

Certes, l'état des connaissances en phytosociologie aurait permis d'imposer *a priori* une classification des relevés en différents groupements végétaux. Cependant, nous n'avons pas voulu prendre le risque de subir les éventuelles imperfections d'une telle classification. C'est pourquoi nous avons choisi la première approche qui permet une représentation simplifiée des relevés et des espèces végétales. L'analyse factorielle des correspondances, très bien décrite par BENZECRI (1966), est couramment utilisée en phytosociologie depuis les travaux de GUINOCHE (1973) et de ses collaborateurs.

Dans ce travail, nous disposons au départ de 528 relevés phytosociologiques (individus) et de 507 espèces végétales affectés de leur coefficient d'abondance (variables). Chaque relevé est caractérisé par 507 coordonnées qui lui associent un point représentatif dans un hyper-espace à 507 dimensions repéré par un système de 507 axes orthogonaux ayant chacun un vecteur unitaire. Un nuage comportant 528 points figure, ainsi, dans cet hyper-espace.

Nous recherchons les principaux axes d'inertie du nuage : ceux le long desquels les points projetés du nuage ont la plus grande dispersion. Le premier axe factoriel est celui le long duquel le nuage est le plus étiré. Le second axe factoriel lui est orthogonal dans une direction telle que la variance, le long de cet axe soit aussi grande que possible. Inertie maximale et orthogonalité permettent de définir un nouveau système d'axes dont les vecteurs unitaires sont des combinaisons linéaires des vecteurs unitaires originels. Ce nouveau repère permet de voir l'essentiel de la disposition spatiale du nuage le long de quelques axes factoriels. Ainsi, nous projetons sur des plans définis par des couples d'axes factoriels les 528 points du nuage ainsi que les extrémités des anciens vecteurs unitaires qui représentent chacun l'abondance d'une espèce végétale.

Cette représentation donne l'essentiel de l'information initiale avec la moindre perte.

La méthode utilisée prend en compte la présence ou l'absence des espèces mais également leur abondance ou leur recouvrement, selon les classes utilisées en phytosociologie (+, 1, 2, 3, 4, 5).

Pour chaque point représentatif de relevé ou d'espèce nous avons :

- les 7 coordonnées le long des 7 premiers axes factoriels
- les \cos^2 des angles de projection sur ces axes; il s'agit des angles que font les 7 axes avec le vecteur passant par l'origine des axes (le barycentre du nuage) et le point projeté; ils représentent les corrélations entre les points et les axes factoriels;
- le poids d'une espèce qui est le quotient de la somme des abondances de cette espèce dans tous les relevés par la somme générale des abondances de toutes les espèces;
- les contributions du point à l'inertie de chacun des 7 premiers axes factoriels; plus cette contribution est élevée, plus le point est loin de l'axe, donc assez mal représenté le long de cet axe. Cette contribution à l'inertie est le produit du poids du point projeté par le carré de sa distance à l'axe;
- la qualité de la représentation d'un point dans le sous-espace à 7 dimensions, qui est la somme des sept \cos^2 ;
- la contribution du point projeté à l'inertie générale du nuage, qui est le produit de son poids par le carré de sa distance au barycentre de ce nuage.

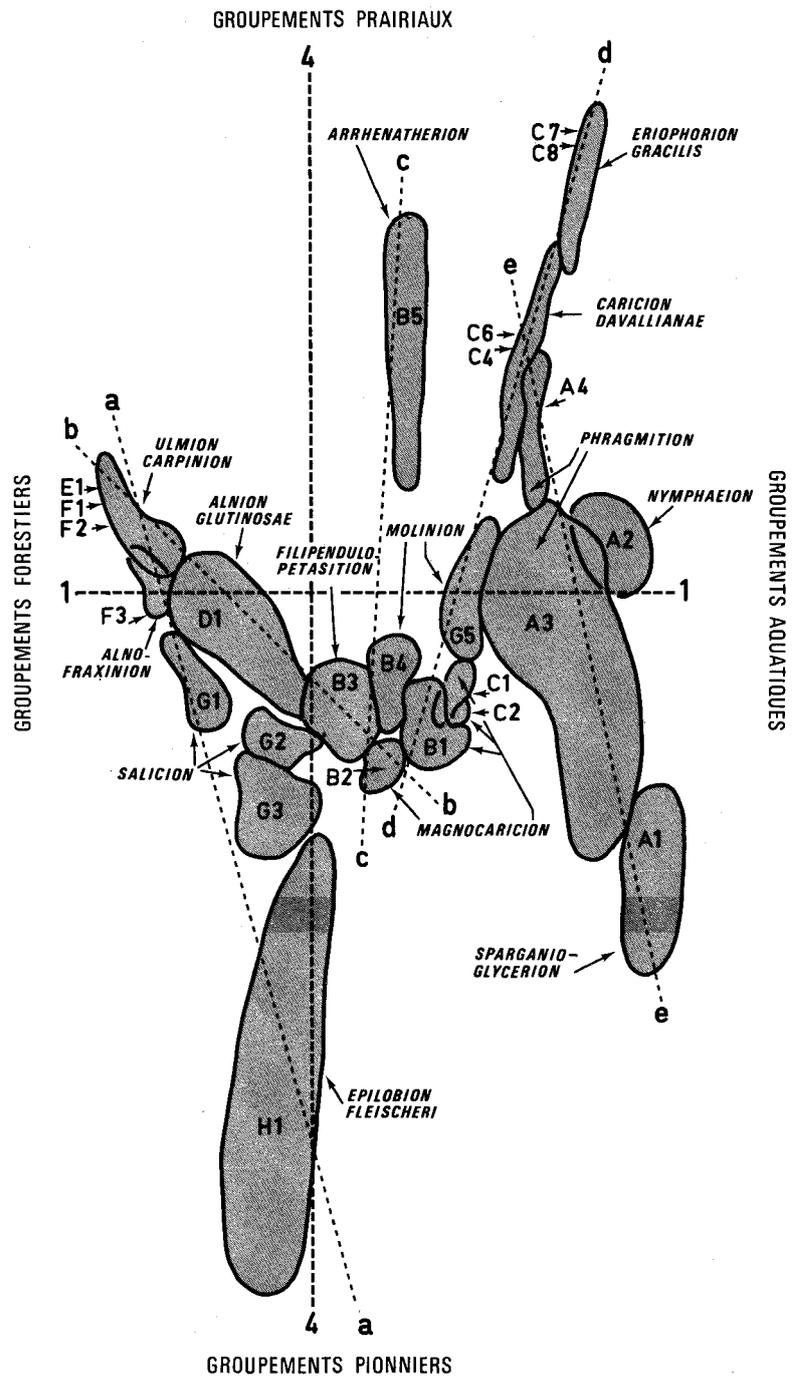


Fig.7a.- Carte des relevés; axes 1 et 4.
Chaque plage délimite la portion de plan dans laquelle se situent les relevés correspondant à un groupement (A₁, B₁, B₂, etc...).

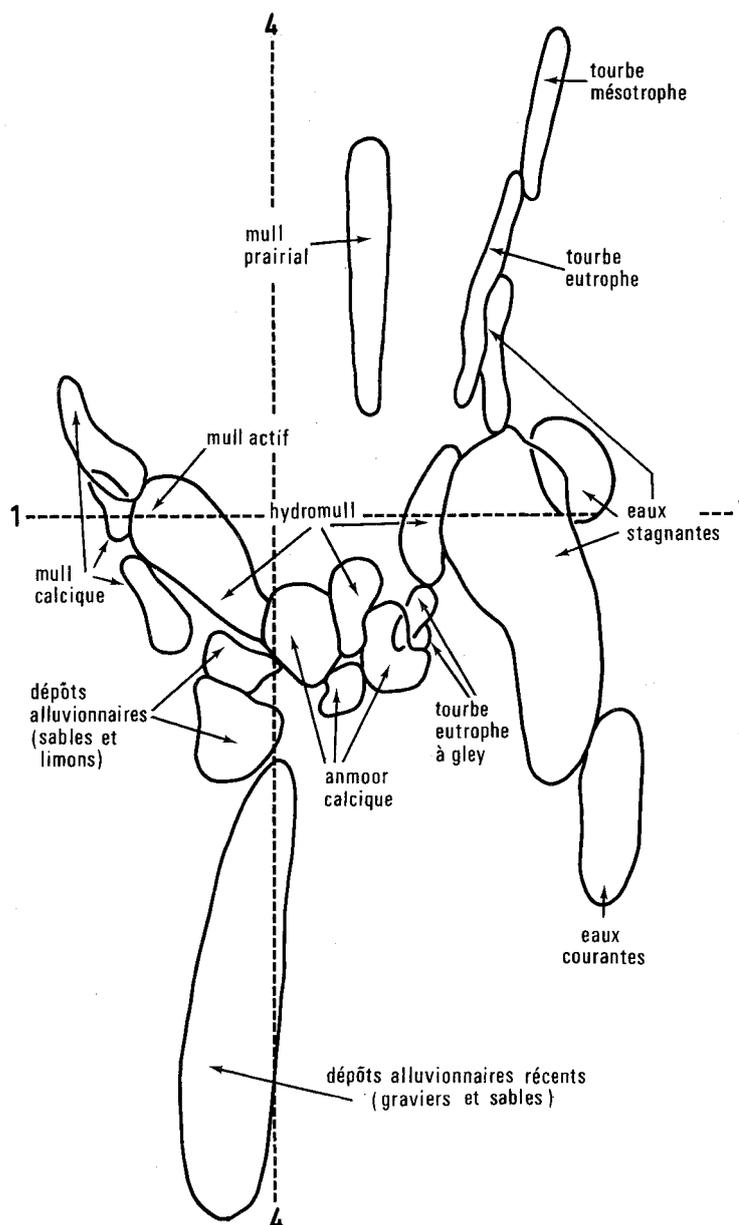


Fig.7b.- Correspondances entre groupements végétaux et humus.

A1 : Groupement à *Apium nodiflorum*; A2 : Groupement à *Nymphaea alba*; A3 : Phragmitaie à *Phragmites communis*; A4 : Phragmitaie à *Cladium mariscus*; B1 : Cariçaie à *Carex elata* et *Senecio paludosus*; C1 : Cariçaie à *Carex elata* et *Filipendula ulmaria*; C2 : Cariçaie à *Carex elata* et *Molinia coerulea*; C3 : Cariçaie à *Carex elata* et *Cladium mariscus*; B2 : Cariçaie à *Carex acutiformis*; B3 : Groupement à *Filipendula ulmaria*; B4 : Groupement à *Deschampsia cespitosa*; B5 : Groupement à *Arrhenatherum elatius*; C4 : Groupement à *Schoenus nigricans*; C5 : Groupement à *Molinia coerulea*; C6 : gr. à *Cladium mariscus* et *Solidago gigantea*; C7 : Groupement à *Cladium mariscus* et *Carex lasiocarpa*; C8 : Cariçaie à *Carex lasiocarpa*; D1 : Aunaie à *Alnus glutinosa*; D2 : Frênaie à *Alnus glutinosa* et *Quercus robur*; D3 : Frênaie à *Populus alba*; E1 : Charmaie à *Carpinus betulus* et *Quercus robur*; F1 : Aunaie à *Alnus incana* et *Senecio fuchsii*; F2 : Aunaie à *Alnus incana* et *Aegopodium podagraria*; F3 : Aunaie à *Alnus incana* et *Equisetum hyemale*; F4 : Aunaie à *Alnus incana* et *Carex*; G1 : Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea*; G2 : Saussaie à *Salix triandra*; H1 : Groupement à *Melilotus alba* et *Phalaris arundinacea*; I2 : Groupement à *Cladium mariscus* et *Lysimachia vulgaris*.

Les relevés qui ont été soumis à l'analyse des correspondances ont été effectués dans la vallée du Rhône. Nous avons ajouté, en plus des relevés effectués dans des Aunaies à *Alnus incana* collinéennes et à *Aegopodium podagraria* montagnardes à *Senecio fuschii* (bassin supérieur du Rhône) afin de les comparer avec leurs homologues rhodaniens. Quelques groupements décrits dans le paragraphe précédent, n'ont pas été pris en considération dans l'analyse multidimensionnelle, car nous ne disposons pas d'un nombre de relevés suffisant (groupement à *Bidens tripartitus*, groupement à *Hippophae rhamnoides* et *Salix eleagnos*, groupement à *Phalaris arundinacea*, etc...). L'exploitation de la matrice 528 X 507 dont nous disposons a été possible grâce à l'utilisation d'un ordinateur ayant 2 500 kilo-octets de mémoire centrale. Il était intéressant de connaître les performances de l'appareil avec un nombre aussi élevé de données. C'est dans cet esprit que nous avons tenté le premier essai expérimental.

Dans cette étude préliminaire, seul le plan (1-4), qui nous semble le plus favorable à une interprétation phytosociologique fera l'objet d'une description. Le plan (1-2) permet une bonne individualisation des groupements herbacés; en revanche, les groupements forestiers y sont faiblement étalés.

a) Description du plan 1-4.

Les groupements végétaux occupent une surface maximale dans ce plan; de plus, ils se répartissent de façon harmonieuse par rapport aux 2 axes. Les groupements situés dans les positions les plus excentriques correspondent aux conditions écologiques extrêmes: Frênaie à *Quercus robur* et groupement à *Arrhenatherum elatius* sur sols alluviaux calcaires liés à une nappe profonde, groupement à *Melilotus alba* sur dépôts alluvionnaires récents, groupement à *Apium nodiflorum* dans les eaux courantes, Cariçaie à *Carex lasiocarpa* sur tourbe acide. Les groupements végétaux se situent sur 5 directions privilégiées repérées par les lettres a, b, c, d et e.

- La ligne a comporte les groupements qui colonisent le lit ordinaire du Rhône depuis le groupement pionnier jusqu'à la Frênaie à *Populus alba* climacique.

- La ligne b, partant des Magnocariçaies et aboutissant à la Frênaie à *Quercus robur* par l'intermédiaire de l'Aunaie à *Alnus glutinosa*.

La ligne c, partant également des Magnocariçaies, mais se terminant par le groupement à *Arrhenatherum elatius*.

- La ligne d sur laquelle se situent les groupements des tourbes, depuis la Cariçaie à *Carex elata* et *Molinia coerulea* sur tourbe eutrophe à gley jusqu'à la Cariçaie à *Carex lasiocarpa* sur tourbe mésotrophe.

- La ligne e comporte les groupements aquatiques; elle se ramifie avec les Cariçaies eutrophes liées à des sols à gley d'une part, et avec les groupements à base de *Cladium mariscus* d'autre part.

Le groupement à *Filipendula ulmaria* occupe la position centrale. Il est entouré par l'Aunaie à *Alnus glutinosae*, la Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea*, la Cariçaie à *Carex acutiformis* et le groupement à *Deschampsia cespitosa* qui présentent un lot d'espèces communes.

Sur ce plan, la Saussaie à *Salix alba* et *Impatiens glanduliflora* se distingue nettement de la Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea*. La position de cette dernière au contact de la Saussaie à *Salix triandra* met en évidence les affinités floristiques qui existent entre ces 2 groupements.

Les Aunaies à *Alnus incana* collinéennes ne sont pas distinctes des Aunaies montagnardes. Ce regroupement peut s'expliquer par le fait qu'un grand nombre d'espèces (*Fagetalia*) sont communes aux 2 groupements; en revanche, l'Aunaie planitiaire à *Equisetum hyemale* qui se caractérise par l'absence d'espèces appartenant à cet ordre se distingue nettement des autres Aunaies.

La carte des espèces n'a pu être publiée dans ce document par suite des dimensions du plan 1-4 : 1,75 x 3 m.

b) Résultats

L'analyse factorielle des correspondances permet de vérifier la validité de l'exploitation des données effectuées par des techniques manuelles et de corriger les erreurs imputables à un classement subjectif des relevés. L'étude minutieuse des différents plans factoriels a mis en évidence les points suivants:

- individualisation de la Cladiaie à *Carex lasiocarpa* par rapport à la Cariçaie à *Carex lasiocarpa*;

- individualisation très nette des Aunaies planitiales à *Alnus incana* et *Equisetum hyemale* par rapport aux Aunaies collinéennes à *Aegopodium podagraria* et aux Aunaies montagnardes à *Senecio fuschii*;

TABLEAU VI.- Liste des espèces ayant une forte liaison avec chacune des associations définies.

- .Association à *Apium nodiflorum* (A1) : *Sium latifolium*, *Apium nodiflorum*, *Callitriche* sp., *Potamogeton densus*, *Nasturtium officinale*, *Glyceria fluitans*.
- .Association à *Nymphaea alba* (A2) : *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar luteum*.
- .Association à *Scirpus lacustris* et *Phragmites communis* (A3) : *Scirpus lacustris*, *Typha latifolia*, *Equisetum fluviale*. var. à *Scirpus lacustris* ; var. à *Typha latifolia*; var. à *Phragmites communis*.
- Sous-association à *Cladium mariscus* : *Carex pseudocyperus*, *Thelypteris palustris*.
- .Association à *Carex elata* : *Lysimachia vulgaris*, *Scutellaria galericulata*, *Senecio paludosus*, *Carex elata*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Carex vesicaria*.
- Sous-association à *Senecio paludosus* (B1) : *Lathyrus palustris*, *Stachys palustris*, *Thalictrum flavum*, *Mentha aquatica*.
- Sous-association à *Cladium mariscus* (C3) : *Cladium mariscus*.
- Sous-association à *Filipendula ulmaria* (C1) : *Peucedanum palustre*, *Lycopus europaeus*, *Valeriana dioica*.
- . Faciès à *Molinia coerulea* (C2).
- .Association à *Carex acutiformis* (B2) : *Carex acutiformis*, *Carex gracilis*, *Euphorbia palustris*, *Equisetum palustre*, *Caltha palustris*, *Achillea ptarmica*.
- .Association à *Filipendula ulmaria* (B3) : *Filipendula ulmaria*, *Epilobium hirsutum*, *Calystegia sepium*, *Colchicum autumnale*, *Mentha sylvestris*, *Solidago gigantea*, *Urtica dioica*, *Angelica sylvestris*, *Cirsium oleraceum*, *Juncus effusus*.
- .Association à *Deschampsia cespitosa* (B4) : *Fritillaria meleagris*, *Lychnis flos cuculi*, *Senecio jacobea erraticus*, *Oenanthe peucedanifolia*, *Ranunculus repens*, *Carex disticha*, *Cardamine pratensis*.
- .Association à *Molinia coerulea* (C5) : *Scorzonera humilis*, *Pulicaria dysenterica*, *Gentiana pneumonanthe*, *Molinia coerulea*, *Serratula tinctoria*, *Juncus articulatus*, *Juncus subnodulosus*, *Sieglingia decumbens*.
- . Faciès à *Solidago gigantea* et *Cladium mariscus* (C6).
- .Association à *Arrhenatherum elatius* (B5) : *Tragopogon pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne*, *Arrhenatherum elatius*, *Daucus carota*, *Bromus mollis*, *Trisetum flavescens*, *Achillea millefolium*, *Rhinanthus minor*, *Medicago lupulina*, *Ranunculus bulbosus*, *Bromus erectus*, *Salvia pratensis*.
- .Association à *Schoenus nigricans* (C4) : *Carex davalliana*, *Schoenus nigricans*, *Carex hostiana*, *Pedicularis palustris*, *Parnassia palustris*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, *Campylium stellatum*, *Drepanocladus intermedius*, *Pinguicula vulgaris*.
- .Association à *Cladium mariscus* et *Carex lasiocarpa* (C7) : *Menyanthes trifoliata*, *Utricularia minor*, *Orchis incarnata*, *Thelypteris palustris*, *Aulacomnium palustre*, *Scorpidium scorpioides*.
- .Association à *Carex lasiocarpa* et *Sphagnum* (C8) : *Salix repens*, *Carex lasiocarpa*, *Thelypteris palustris*, *Sphagnum* sp., *Drosera rotundifolia*, *Poterium palustris*, *Rhynchospora alba*, *Carex limosa*, *Drosera longifolia*.
- .Association à *Alnus glutinosa* (D1) : *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *Humulus lupulus*, *Quercus robur* (herbacé).
- . Faciès à *Alnus incana* (F4).
- .Association à *Quercus robur* et *Alnus glutinosa* (D2) : *Corylus avellana*, *Carex remota*, *Carex pendula*, *Circaea lutetiana*.
- .Association à *Populus alba* et *Quercus robur* (D3) : *Populus alba*, *Prunus padus*, *Allium ursinum*, *Primula elatior*, *Mnium undulatum*.
- .Association à *Quercus robur* et *Carpinus betulus* (E1) : *Crataegus laevigata*, *Ilex aquifolium*, *Anemone nemorosa*, *Convallaria maialis*, *Carex sylvatica*, *Atrychum undulatum*, *Hypnum cupressiforme*.
- .Association à *Alnus incana* et *Aegopodium podagraria* (F1) : *Aegopodium podagraria*, *Salvia glutinosa*, *Mercurialis perennis*, *Vinca minor*, *Melica nutans*, *Polygonatum multiflorum*, *Euphorbia sylvatica*.
- .Association à *Alnus incana* et *Senecio fuschi* (F2) : *Polygonatum verticillatum*, *Knautia sylvatica*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Epilobium angustifolium*, *Adenostyles alpina*, *Prenanthes purpurea*, *Ranunculus aconitifolius*, *Imperatoria ostruthium*.
- .Association à *Alnus incana* et *Equisetum hyemale* (F3) : *Stachys sylvatica*, *Festuca gigantea*, *Agropyrum caninum*, *Ribes nigrum*, *Galeopsis tetrahit*, *Equisetum hyemale*, *Evoymus europaeus*.
- .Association à *Salix alba* et *Impatiens glanduliflora* (G1) : *Salix alba*, *Impatiens glanduliflora*, *Populus nigra*, *Angelica sylvestris*, *Urtica dioica*.
- .Association à *Salix triandra* (G3) : *Salix triandra*, *Solanum dulcamara*, *Heracleum spondylium*, *Cirsium arvense*, *Arctium minus*.
- .Association à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea* (G2) : *Epilobium hirsutum*, *Solidago gigantea*, *Lysimachia nummularia*, *Cardamine amara*, *Ranunculus repens*, *Cardamine pratensis*.
- .Association à *Melilotus* et *Phalaris arundinacea* (H1) : *Tussilago farfara*, *Melilotus alba*, *Scrophularia canina*, *Calamagrostis littorea*.

- individualisation des Frênaies à *Alnus glutinosa* et *Quercus robur* par rapport aux Frênaies à *Populus alba*;
- justification de la distinction de 4 types de Cariçaies au sein du *Caricetum elatae*.

c) Individualisation des associations.

Dans le cas des associations herbacées, de nombreuses espèces suivent le déplacement des relevés dans les différents plans. Le nombre d'espèces qui présentent une forte attraction pour une association donnée est toujours plus élevée que le nombre de caractéristiques que l'on obtiendrait en travaillant sur une matrice qui comporterait toutes les associations de la région étudiée.

La recherche des caractéristiques et des compagnes de haute présence chez les associations appartenant au *Carpinion* est plus délicate, car ces dernières ont beaucoup d'espèces en commun; de plus, le nombre d'informations traitées est trop élevé, même si l'ordinateur utilisé possède 2 500 kilo-octets de mémoire centrale. Il faut donc, comme le préconise GUINOCHET (1973), éliminer les données relatives aux associations qui correspondent aux plages occupant une position excentrique. Les résultats obtenus au cours de ce premier essai expérimental sont présentés sur le tableau VI. Ils ne sont valables que dans le cadre régional étudié.

VI - LA DYNAMIQUE DES MILIEUX

Le paysage de la plaine alluviale du Rhône, tel qu'on le découvre depuis les massifs du Jura ne peut s'interpréter que si l'on fait un long retour en arrière. Avec la disparition des derniers glaciers commence une période au cours de laquelle les paysages vont évoluer rapidement. Les eaux courantes sont l'agent essentiel de cette transformation par leur pouvoir de charriage, de sédimentation et d'érosion. Les eaux du Rhône grossies par les apports de ses affluents vont combler les vastes surfaces d'eau libre qui occupaient le fond des vallées glaciaires.

A l'époque contemporaine, le Rhône s'est déplacé librement dans toute la plaine alluviale jusqu'à ce que l'homme fasse obstacle à la migration latérale du talweg par la construction de digues et de cordons d'encrochement. De nombreux anciens lits, témoins de cette activité érosive sont encore nettement visibles dans le lit d'inondation. Actuellement, les exemples de dynamique de milieux ne s'observent que dans le lit ordinaire du fleuve caractérisé par une forte anisotropie; les caractères varient rapidement dans l'espace et dans le temps (fig. 8).

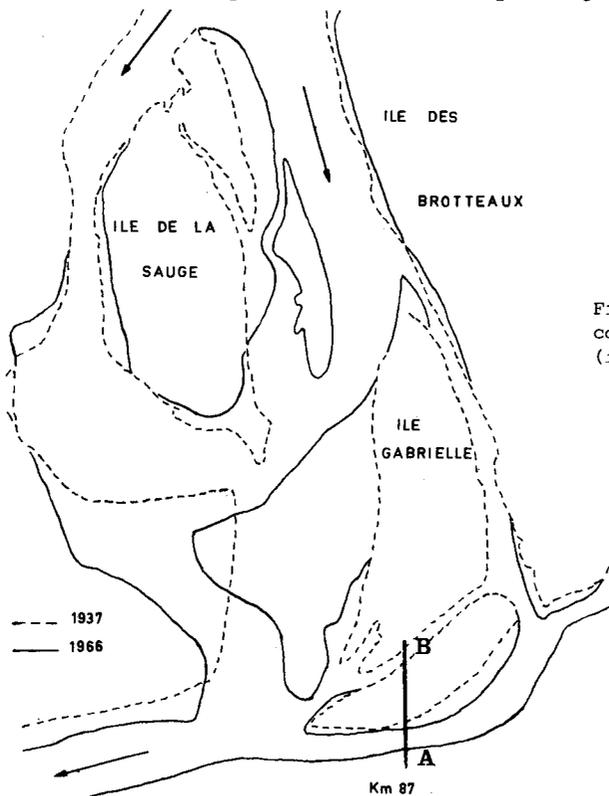


Fig. 8a.-Evolution des files au cours de la période 1937-1966 (in étude écologique des files du Rhône, 1972).

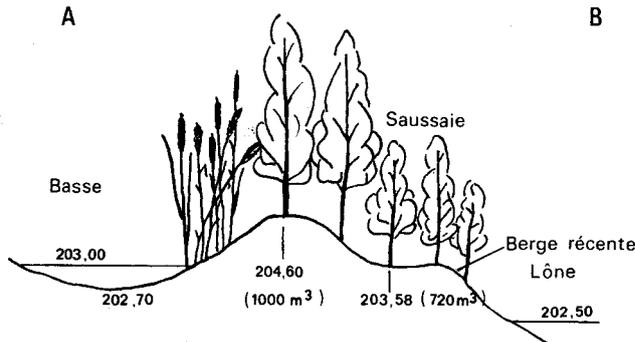


Fig. 8b.- Coupe de l'île Gabrielle au km 87.

alise par une composition floristique originale. Dans son ensemble, le lit ordinaire se caractérise par un étagement complexe de sols et de groupements végétaux (gradations dans l'espace).

A cette organisation complexe dans l'espace se surajoute une évolution dans le temps. En effet, il y a passage d'un maillon au maillon altitudinalement plus haut lorsqu'il y a exhaussement du substratum par sédimentation (successions dans une portion de territoire).

Une étude détaillée de dynamique de milieux a été réalisée à l'extrémité méridionale du Jura (PAUTOU, THOMAS, AIN, MERIAUDEAU, GILOT et NEUBURGER, 1972). Nous en retiendrons quelques points. A ce niveau, la pente assez faible (0,50 m/km entre le pont d'Evieu et le pont de Cordon) est suffisante pour que le fleuve manifeste une action érosive. L'altération du lit fluvial s'observe nettement lorsque le débit du fleuve atteint 500 m³/s environ. Lorsqu'il dépasse 900 m³/s, il y a transport de matériaux de fond, érosion et accumulation. Les bancs d'alluvions qui se forment dans la partie concave du chenal ont l'aspect d'écaillles de courbure plus ou moins accentuée. Chaque banc est séparé du suivant par une dépression appelée "basse". La basse marque un interstade du processus : éloignement du talweg - alluvionnement de crue. On observe 2 séquences bien distinctes l'une partant des bancs d'alluvions grossières et l'autre des basses. Leur déroulement est lié à l'exhaussement des dépôts et par voie de conséquence à une diminution progressive de l'impact de l'eau: diminution de la hauteur d'eau en période d'inondation, raccourcissement de cette période, approfondissement de la nappe phréatique, probabilité de submersion de plus en plus faible, aération d'un volume de sol de plus en plus grand. Une troisième séquence sera décrite dans les bras morts, en rapport avec les processus d'atterrissement.

1) Séquence partant des bancs de galets et de sables grossiers
(tabl. VII).

Sédimentation des sables et ensuite des limons.

Groupement à *Melilotus alba* et *Phalaris arundinacea* → gr. à *Phalaris arundinacea* et *Salix* → Saussaie à *Salix alba* et *Impatiens glanduliflora* → Aunaie à *Alnus incana* et *Equisetum hyemale* → Frênaie à *Populus alba*.

L'évolution pédogénétique est en rapport avec un approfondissement de la nappe phréatique. Après chaque crue, une couche de sol de plus en plus épaisse échappe aux processus d'anaérobiose.

Sur les bancs d'alluvions récentes, on observe une grande hétérogénéité de dépôts (fig. 9) :

- graviers recouverts de limon dans les parties basses, baignées par les eaux
- graviers recouverts de sable dans les plages fixées par la végétation
- graviers recouverts de sable et de limon dans les micro-cuvettes existant dans les plages non colonisées par la végétation.

L'exhaussement des dépôts entraîne la formation de sols de type AC.

Dans le cas de Saussaies à *Salix alba* et *Impatiens glanduliflora*, installées sur les bourrelets alluviaux des îles intermédiaires, il s'agit d'un sol alluvial avec mull calcique; il comporte d'épaisses couches sableuses pouvant atteindre 1 à 3 m. Les sols à Aunaies à *Alnus incana* sont aussi de type AC, mais la nappe est plus profonde. Les sols correspondant à la Frênaie à *Populus alba* se caractérisant par une plus grande épaisseur de couches riches en limon et en argile. Dans le cas de sols correspondant à une nappe très profonde (de l'ordre de 3 à 4 m), on note la présence d'un horizon légèrement coloré en brun en-dessous de l'horizon humifère.

Un profil en travers effectué dans la partie la plus large du lit ordinaire (au niveau Brégnier-Cordon, par exemple) se caractérise par une topographie complexe par suite de la juxtaposition d'îles et de lônes à des stades différents d'évolution. Chaque île, elle-même, est hétérogène au point de vue de l'hypsométrie; elle se compose de bourrelets, de surfaces planes, de bancs d'alluvions récentes, de dépressions (basses) étroitement imbriqués et s'individualisant par des écarts altitudinaux parfois très marqués. Au point de vue structural, l'île peut être comparée à une mosaïque constituée par une multitude de motifs. Chaque motif correspond, en fait, au maillon d'une chaîne et s'individu-

TABLEAU VII.- Distribution des groupements végétaux dans le lit ordinaire du Rhône, au niveau de Brégnier-Cordon.

DEBITS CLASSES	VEGETATION NATURELLE		Profondeur moyenne de la nappe	Débit provoquant l'inondation
	Basses	Iles		
<200 m ³ /s : 23	a1-Groupement à <i>Typha latifolia</i>		eau en surface	350 m ³ /s
200 à 300 : 43	a2-Groupement à <i>Bidens tripartitus</i>		0 à 0,30m	400 m ³ /s
300 à 400 : 114	a3-Groupement à <i>Salix alba</i> et <i>Phalaris</i>		0,20 à 0,50m	450 m ³ /s
400 à 500 : 53	a4-Groupement à <i>Salix cinerea</i>	b1-Groupement à <i>Melilotus alba</i>	0,30 à 0,60m	500 m ³ /s
500 à 600 : 50	a5-Groupement à <i>Ulmus campestris</i>	b2-Groupement à <i>Phalaris arundinacea</i>	0,50 à 0,80m	600 m ³ /s
600 à 700 : 36	a6-Groupement à <i>Crataegus monogyna</i>	b3-Groupement à <i>Salix divers</i>	0,60 à 1,20m	800 m ³ /s
700 à 800 : 22	a7-Groupement à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Quercus robur</i>	b4-Groupement à <i>Salix alba</i> et <i>Impatiens glanduliflora</i>	0,80 à 2m	900 m ³ /s
800 à 900 : 8		b5-Groupement à <i>Alnus incana</i> et <i>Equisetum hyemale</i>	1 à 2m	1 100 m ³ /s
>900 : 16		b6-Groupement à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Populus alba</i>	1,50 à 3m	1 300 m ³ /s

CARACTERES DONT LES VALEURS DIMINUENT DE a1 EN a7 ET DE b1 EN b6 :

1 - La hauteur d'eau au-dessus du sol (une augmentation du débit de 100 m³/s provoque l'élévation de la ligne d'eau de 20 cm); 2 - La fréquence des mises en eau; 3 - Le pourcentage des galets par rapport aux autres classes granulométriques dans l'ensemble du profil; 4 - Le nombre d'espèces hygrophiles; 5 - Le rapport : surfaces forestières/surfaces cultivées.

CARACTERES DONT LES VALEURS SONT MAXIMALES DANS LES NIVEAUX MOYENS :

1 - Le pourcentage de sables par rapport aux autres classes granulométriques dans l'ensemble du profil; 2 - Le nombre d'espèces mésohygrophiles.

CARACTERES DONT LES VALEURS AUGMENTENT DE a1 EN a7 ET DE b1 EN b6 :

1 - La profondeur de la nappe phréatique; 2 - L'épaisseur de la couche soumise aux processus d'aérobiose; 3 - Le pourcentage de limon et d'argile par rapport aux autres classes granulométriques dans l'ensemble du profil; 4 - La capacité totale d'échange; 5 - Le calcium échangeable (93 % à 98 % de S); 6 - Le nombre de phanérophytes; 7 - Le nombre d'espèces mésophiles; 8 - La hauteur des peuplements végétaux.

CARACTERES VARIANT FAIBLEMENT :

1 - Le pH ; 2 - Le taux de calcaire actif; 3 - Le taux de carbonates.



Photo 7. - Le lit ordinaire du Rhône, en amont du pont de la Loi.

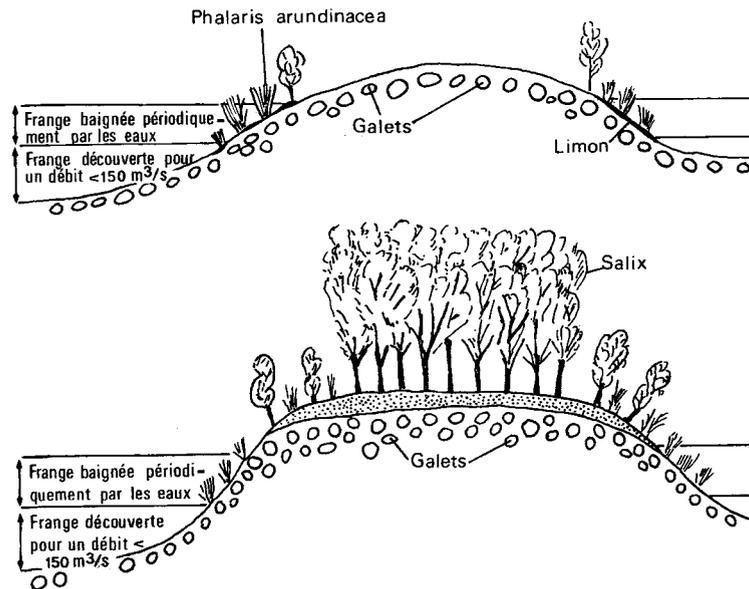


Fig.9.- Profils en travers d'un banc de galets récent et d'un banc plus évolué.

Nous l'avons observé sur un profil constitué de couches limoneuses à limono-sableuses jusqu'à 1,80 m, d'une couche sableuse jusqu'à 3,40 m, profondeur à partir de laquelle commencent les graviers; la nappe se trouvait à 3,60 m de profondeur (octobre 1972): La couleur de cet horizon est en rapport avec une libération d'oxyde de fer et indique une évolution vers les sols bruns.

2) Séquence partant des lînes et des basses inondées de façon permanente.

Sédimentation des limons et des colloïdes argileux (fig. 10).

Groupement à *Typha latifolia* → gr. à *Bidens tripartitus* → Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea* → Ormaie à *Ulmus minor* → Frênaie à *Quercus robur*.

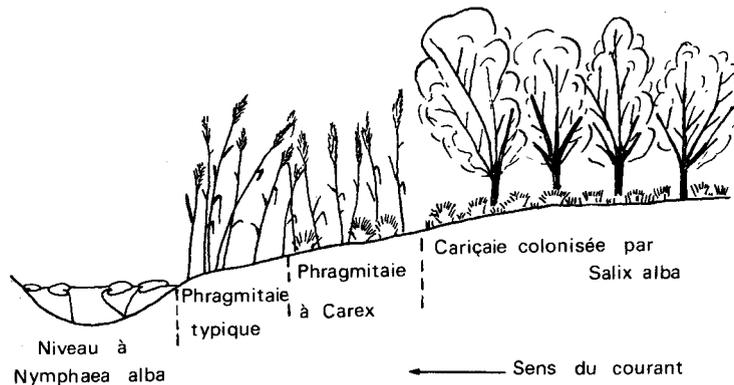


Fig.10.- Groupements végétaux colonisant la partie aval d'une lîne.

Dès que l'inondation n'est plus permanente, il se constitue un sol comportant une couche riche en colloïdes argileux reposant sur des dépôts graveleux. Chaque année, le sol est rajeuni au moment des crues. L'évolution se poursuit par un épaississement de cette couche colloïdale; elle peut atteindre 50 cm dans le cas d'un sol correspondant à une Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea*. Le sol est plus évolué lorsque la nappe phréatique est plus profonde. Dans ce cas, il existe une litière épaisse de 5 à 8 cm, avec feuilles mortes et branches en décomposition; elle surmonte un horizon argileux brun noirâtre, avec particules organiques et feuilles plus ou moins décomposées; en profondeur existe un horizon limoneux. Le profil correspondant à l'Ormaie basse se caractérise par la présence d'humus de type hydromull. Ce type de sol est à rapprocher des sols alluviaux marmorisés. Dans certains profils, on observe une évolution vers des sols de type semi-gley.



Photo 9. — Aunaie à *Alnus incana*, *Impatiens glanduliflora* et *Equisetum hyemale*.

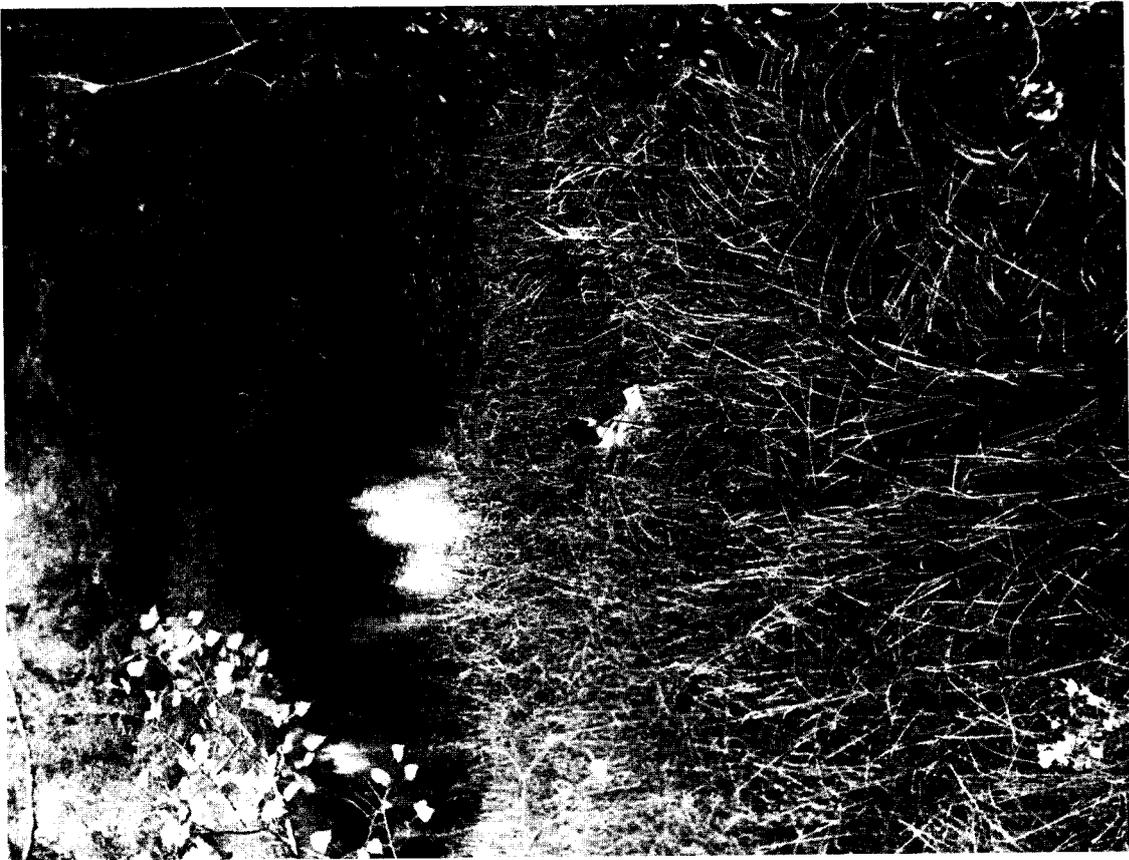


Photo 8. — Partie aval d'une lône, en début de colmatage ; au premier plan, vue sur une *Magnocarpia*.

En fait, la dynamique fluviale est responsable de l'évolution morphogénétique, pédogénétique et de l'évolution de la végétation. D'elle dépend également la genèse, l'évolution et la disparition des biotopes colonisés par les peuplements animaux liés à des eaux temporaires. Nous prendrons l'exemple des Culicidés. Les deux premiers groupements de la séquence ne sont pas des gîtes larvaires à *Aedes*; l'inondation est quasi-permanente et l'eau est toujours animée d'un courant plus ou moins fort, défavorable à l'installation des larves. La Saussaie à *Salix alba* et *Phalaris arundinacea* délimite un biotope larvaire où peuvent s'installer *Aedes vexans*, *A. sticticus* et *A. cinereus*. Les femelles pondent les oeufs sur le sol humide; en période d'inondation, il se constitue un plan d'eau stagnante favorable à la vie larvaire. La Saussaie est fonctionnelle lorsque le débit du Rhône atteint $450 \text{ m}^3/\text{s}$, mais uniquement pendant la saison chaude. L'Ormaie à *Ulmus minor* (*U. campestris*) recèle les mêmes espèces mais elle n'est fonctionnelle que si le débit du Rhône dépasse $600 \text{ m}^3/\text{s}$. La Frênaie à *Quercus robur* qui est liée à une nappe profonde ne constitue pas un gîte larvaire à *Aedes*.

3) Séquence dans les bras morts (fig. 11 et 12).

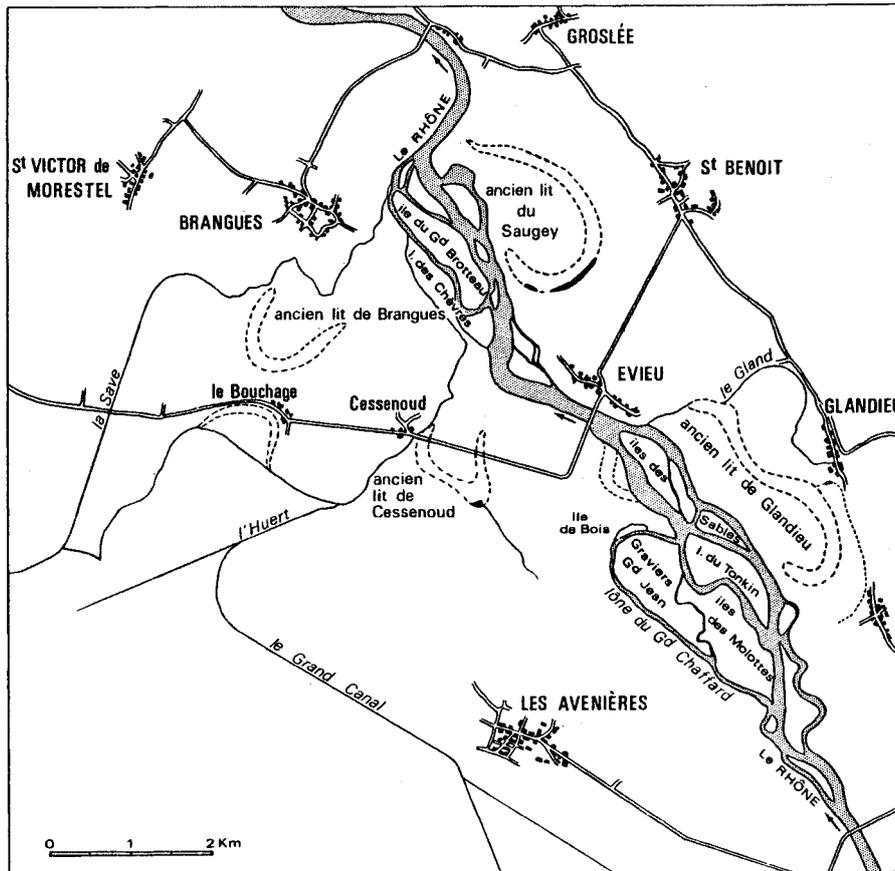


Fig.11.- Localisation des anciens lits du Rhône entre le pont de Cordon et le pont de Groslée (in étude écologique des anciens lits du Rhône, 1973. Les méandres, origine et évolution, par G. PAUTOU, J. THOMAS et M.C. NEUBURGER).

Il y a isolement d'un bras mort par rupture d'un méandre à l'occasion d'une forte crue. Les hydrophytes et les héliophytes vont alors coloniser le plan d'eau; ces derniers élaborent un substratum organique par entrelacement des rhizomes et des racines. Par multiplication végétative, ce "matelas organique" progresse chaque année; il devient de plus en plus épais par apport de matière organique et de matériaux en suspension dans l'eau, apportés par les crues. La séquence d'atterrissement est la suivante :

Groupement à *Nymphaea alba* et *Myriophyllum spicatum* → gr. à *Phragmites communis* et *Typha latifolia* → Phragmitaie typique → Phragmitaie à *Carex* → Caricaie à *Carex elata* → Saussaie à *Salix cinerea* → Aunaie à *Alnus glutinosa* → Frênaie à *Quercus robur*.

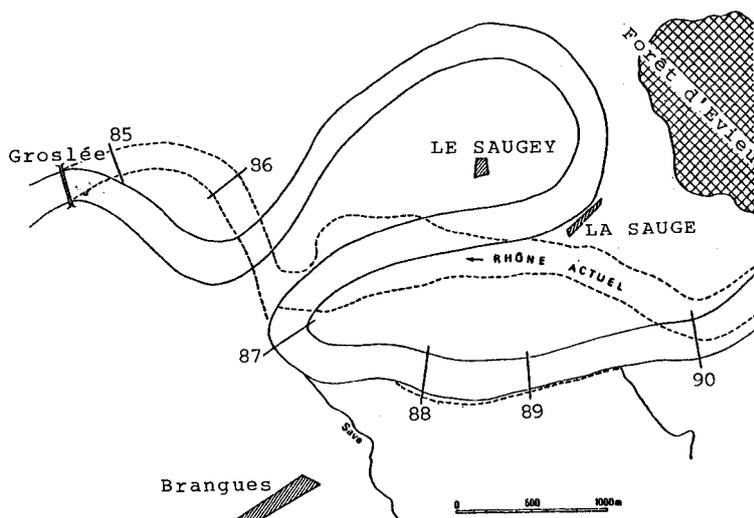


Fig.12.- Le cours du Rhône en 1607 et son cours actuel.

Cette séquence se déroule dans le temps jusqu'à la colonisation complète du bras mort par des groupements forestiers. L'exemple de l'ancien lit du Sauguet est révélateur. La rupture du méandre a eu lieu entre 1690 et 1766. Il a fallu deux siècles et demi pour que le bras mort soit totalement envahi par la végétation, mis à part un plan d'eau de 800 m de longueur et de 25 m de largeur, appelé une "morte".

Un transect effectué dans la zone d'inflexion maximale du méandre fait apparaître, depuis la morte jusqu'à la rive convexe, une gradation de groupements végétaux comparable à celle précédemment décrite. Dans la morte, une hauteur d'eau atteignant 2 m surmonte une épaisse couche de vase fluide constituée de particules minérales, de particules organiques et de carapaces de différents organismes. Nous renvoyons aux travaux de DORGÉLO (1973), qui a effectué de nombreux profils dans les anciens lits de la région lyonnaise. Dans la Frênaie, qui colonise les bords de la rive convexe, la nappe phréatique se trouve à 1 m de profondeur. Comme dans le cas précédent, la distribution des espèces culicidiennes est en relation étroite avec la distribution des groupements végétaux. Il n'y a pas d'espèce culicidienne dans le groupement à *Nymphaea alba*. Les espèces qui pondent sur l'eau, telles que *Coquilletidia richiardi*, *Anopheles maculipennis*, *Culiseta annulata* sont présentes dans le groupement à *Phragmites communis* et *Typha latifolia*.

Les *Aedes* colonisent les groupements inondés périodiquement (Cariçaies à *Carex elata*, Saussaies à *Salix cinerea*, Aunaies à *Alnus glutinosa*) : *Aedes cantans*, *A. rusticus*, *A. cinereus*. La Frênaie n'est pas un groupement fonctionnel.

Par la construction de digues, de cordons d'enrochement, l'homme modifie les processus de dynamique fluviale. Ces interventions légitimes stoppent les migrations latérales du chenal et empêchent, ainsi, la formation de méandres et la genèse de nouveaux plans d'eau par isolement de bras morts.

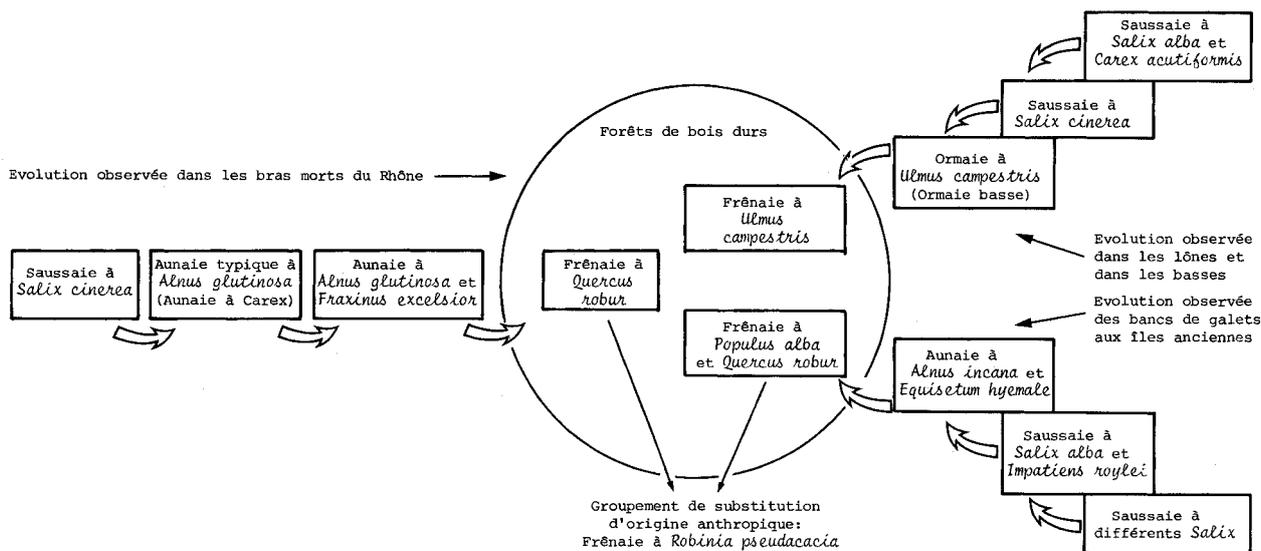


Fig.13.- Evolution de la végétation forestière en fonction de l'approfondissement de la nappe phréatique.

VII - LES CULTURES

Les milieux à fort degré d'anthropisation sont difficiles à analyser par suite de la banalisation de l'espace et de l'installation de cultures à large amplitude écologique (maïs, par exemple).

Les caractères écologiques du milieu (climat, sol, action de l'homme) vont s'exprimer par la potentialité agronomique qui se traduira dans le paysage agricole par différentes associations de cultures.

Ces associations sont des combinaisons originales de plusieurs cultures (critères qualitatifs), les proportions relatives de ces cultures étant variables d'une association à l'autre (critères quantitatifs); par exemple, le maïs, culture en pleine extension aura des proportions plus ou moins grandes suivant le type d'association.

L'analyse écologique a pour but de cartographier les associations de cultures en relation avec les caractères du milieu (caractère du sol, topographie, érosion, ressources en eau...) dont dépendent la croissance des végétaux et les techniques culturales.

Des critères portant sur l'utilisation de l'espace agricole et sur les propriétés du milieu, nous ont permis de définir 16 types d'associations de cultures qui traduisent un compromis entre la conjoncture économique et la vocation des sols.

- n°1 : (les numéros renvoient à la légende de la carte).

Peupleraies, prairies mésohygrophiles à *Ranunculus repens* et *Deschampsia cespitosa*, prairies à *Filipendula ulmaria* sur sols hydromorphes, argilo-limoneux et limoneux liés à une nappe phréatique de surface. Les peupleraies occupent de grandes surfaces; les prairies pâturées à *Cynosurus cristatus* et *Ranunculus repens* sont souvent drainées et cèdent la place à des cultures de maïs; présence de Phragmitaies et de Cariçaies dans les bas-fonds. Ilots forestiers relictés: Aunaies à *Alnus glutinosa* (bords des fossés).

- n°2 : Cultures de maïs dominantes, prairies mésophiles à *Arrhenatherum elatius*, prairies à *Bromus erectus* et *Arrhenatherum elatius* sur sols limoneux et limono-sableux mieux drainés et liés à une nappe phréatique plus profonde (1m, 2m).

Les prairies fauchées et pâturées ont laissé la place au maïs; présence çà et là de céréales et de Peupleraies. Haies composées d'espèces de la Frênaie à *Quercus robur*.

- n°3 : Cultures céréalières (maïs, blé, orge), prairies artificielles (ray-grass d'Italie) dominantes, tabac, sur sols profonds limono-argileux et limono-sableux. La nappe phréatique se situe entre 1,50 et 2,50 m de profondeur (profondeur moyenne). Localement, les prairies de fauche et les prairies pâturées occupent de vastes surfaces.

- n°4 : Mêmes cultures dominantes sur sols à texture équilibrée; les vergers de pommiers sont bien représentés; çà et là, présence de quelques rangées de vigne. Haies composées d'espèces de la Frênaie à *Populus alba* (idem pour le 3).

- n°5 : Cultures céréalières dominantes; présence de maïs, tabac, vignes, noyers, prairies de fauche; sol de texture limono-sableuse avec présence de galets. Haies composées d'espèces de la Frênaie à *Populus alba* dans la plaine et de la Charmaie sur les terrasses.

- n°6 : Céréales et prairies à *Bromus erectus* dominantes sur des sols se caractérisant par un pourcentage élevé de sables; localement, présence de tabac, de noyers et de quelques parcelles de vigne. Les espèces à appareil racinaire superficiel peuvent souffrir de la sécheresse au cours des années présentant une pénurie de précipitations. Haies dominées par *Robinia pseudacacia*.

- n°7 : Peupleraies dominantes, avec groupement à *Solidago gigantea* ou groupement à *Filipendula ulmaria*.

- n°8 : Cultures de céréales (blé, orge, avoine) et de tabac dominantes, prairies pâturées à *Cynosurus cristatus* et *Ranunculus bulbosus*, maïs, sur alluvions glaciaires des "plaines" et bas de pente des moraines et collines molassiques. Sols sableux à sable fin, profonds; localement, présence de galets; sols se ressuyant bien, acides ou neutres sur les collines de molasse et les moraines du Bas-Dauphiné, basiques sur les moraines du Bugey. Haies composées d'espèces de la Charmaie type ou de la Charmaie à *Castanea sativa*.

- n°9 : Prairies de fauche à *Bromus erectus*, prairies pâturées à *Cynosurus cristatus* dominantes; céréales, vignes, vergers sur sols bruns lessivés, de texture sableuse avec présence de galets, assez filtrants, acides ou neutres en Bas-Dauphiné, basiques en Bugey. Association de cultures des pentes et sommets des moraines glaciaires et des collines molassiques; le microclimat permet l'installation de la vigne en exposition sud. Ilots forestiers composés d'espèces de la Charmaie à *Robinia pseudacacia*.

- n°10 : Prairies de fauche à *Bromus erectus*, prairies pâturées à *Cynosurus cristatus*, prairies artificielles à ray-grass, dactyle, luzerne, trèfles... dominantes; présence de cultures fourragères variées et de maïs, blé, orge, colza, tabac, noyers, arbres fruitiers. Les sols sableux et graveleux à galets, très filtrants, reposent sur d'épaisses couches d'alluvions glaciaires; ces conditions sont responsables de l'originalité des zones occupées par cette association de culture. Haies composées d'espèces de la Charmaie neutrophile.

- n°11 : Prairies de fauche à *Bromus erectus* et prairies pâturées dominantes : maïs, blé, orge, avoine, tabac, sur placages glaciaires des replats. Haies composées d'espèces de la Charmaie à *Castanea sativa*.

- n°12 : Prairies de fauche à *Bromus erectus* et prairies pâturées dominantes : vignes et arbres fruitiers sur dépôts alluviaux et éboulis bien exposés. Haies composées d'espèces de la Chênaie à *Quercus pubescens* et *Carpinus betulus*.

- n°13 : Prairies pâturées et prairies de fauche dominantes. Région sub-montagnarde à élevage bovin (présence de cultures fourragères et de céréales variées : blé, orge, avoine, seigle); présence de noyers et d'arbres fruitiers sur les pentes les mieux exposées. Installation d'une Hêtraie à *Carpinus betulus* dans les pelouses abandonnées. Dans la carte Belley-Seyssel, 3 nouveaux types d'associations s'ajoutent aux précédents.

- n°14 : Cultures de maïs dominantes dans les marais ayant subi des opérations de drainage; de place en place, prairies artificielles, cultures maraîchères et peupleraies. Ilots d'Aunaies à *Alnus glutinosa*.

- n°15 : Cultures variées sur des sols de texture limoneuse liés à une nappe phréatique comprise entre -1,50 et -2,50 m : maïs, céréales, prairies artificielles, peupleraies, arbres fruitiers, colza, vigne, tabac. Haies composées d'espèces de la Frênaie à *Populus alba*.

- n°16 : Pelouses sèches à *Bromus erectus* sur sols graveleux à faible rétention hydrique; colonisation par *Hippophae rhamnoides* quand cessent les opérations de fauche; cultures céréalières et maïs nécessitant des apports d'eau par aspersion ou irrigation. Evolution vers une lande à *Populus nigra* et *Robinia pseudacacia*.

Les associations de cultures telles que nous venons de les décrire, définissent des zones se caractérisant par des potentialités agronomiques qui leurs sont propres. Il est nécessaire de prévoir les incidences des aménagements sur l'espace agricole et de délimiter des territoires où les impacts seront ressentis avec la même intensité.

VIII - REALISATION DE LA CARTE

Le travail, qui a été effectué sur le terrain par G. PAUTOU, G. AIN et J. GIREL au cours de la période 1968-1977, a permis d'établir 520 relevés phytosociologiques. Dans chaque relevé, figure la liste des espèces végétales accompagnées d'un coefficient d'abondance-dominance. Une analyse pédologique complète ces relevés dans les stations les plus représentatives; dans ce cas, un profil pédologique est exécuté avec prélèvement d'échantillons pour analyse en laboratoire. Les variations de la nappe phréatique ont été suivies pendant 5 ans dans des stations de référence par les services de démoustication (base d'Izieu). Une quinzaine de transects en milieu homogène et en milieu hétérogène complète l'analyse phytosociologique. Enfin, un quadrillage systématique du terrain a permis d'identifier et de localiser les groupements végétaux n'ayant pas fait l'objet d'une fiche phytosociologique. Les données recueillies ont été exploitées par des techniques manuelles. Elles ont été synthétisées sur un grand tableau (1m de large sur 6m de long) qui n'a pu être reproduit ici mais qu'il est possible de consulter au Laboratoire de Botanique. Les résultats d'une analyse multidimensionnelle ont été présentés dans le chapitre précédent.

L'utilisation des terrains cultivés a été notée avec précision, à l'occasion de parcours effectués en voiture sur les routes et sur tous les chemins carrossables. Deux cents analyses pédologiques, concernant surtout la composition granulométrique et le pH, ont été aimablement communiquées par les Chambres d'Agriculture.

Des cartes à grande échelle ont été levées dans les secteurs les plus complexes : carte du marais de Lavours, carte de la moitié sud de la Chautagne, carte des îles au niveau de Brégnier-Cordon au 1/10 000, carte des anciens lits (ancien lit du Sauget et de Glandieu) au 1/5 000.

Le dessin de la maquette repose sur une exploitation des photographies aériennes I.G.N. à 1/25 000 et à 1/5 000, en se référant aux stations analysées *in situ*. La carte topographique à 1/5 000, établie par stéréophotogrammétrie par la Compagnie Nationale du Rhône, a été très utile pour la réalisation des documents à grande échelle.

L'échelle à 1/25 000 a été choisie afin de cartographier la vallée du Rhône de Lyon à Genève en 5 feuilles, compte-tenu des possibilités maximales des machines OFFSET. Le passage à cette échelle a entraîné une perte d'information. Les groupements végétaux occupant une petite surface n'ont pu être représentés. Une représentation synthétique a été adoptée lorsque les groupements végétaux sont organisés en une mosaïque complexe (îles du Rhône). La carte donne donc une vision plus simplifiée, plus intégrée que la réalité. Mais il nous semble que l'aspect physiologique, en fait très fluctuant, est secondaire par rapport à l'aspect fonctionnel. Si l'on désire davantage de précisions ou des informations au niveau de la parcelle, on se rapportera, dans ce cas, aux documents à plus grande échelle.

Compte-tenu des modifications qui affectent rapidement certains milieux (lit ordinaire du Rhône), des interventions de l'homme (assainissement des anciens lits comme celui de Glandieu, drainage des marais de Truisson, etc...) et de la date des missions de photographies aériennes I.G.N. utilisées (missions 1970), certains changements dans l'utilisation de l'espace n'ont pu être pris en compte. Si la carte doit donner une image aussi fidèle que possible de la réalité, elle doit surtout mettre en évidence, dans l'espace, les relations qui existent entre les composantes principales du système (groupements végétaux, caractères pédologiques et profondeurs de nappe, par exemple). L'établissement d'interactions entre les différents variables permet de prévoir les répercussions d'un aménagement sur le fonctionnement du système. C'est pour cette raison que nous avons décrit en détail les relations entre les conditions hydriques et les autres paramètres.

Le choix des couleurs n'est pas arbitraire mais repose sur des bases écologiques dérivées des principes proposés par GAUSSEN.

- Le bleu est affecté aux milieux d'eau stagnante. Il concerne les groupements végétaux aquatiques et les groupements liés à une nappe superficielle et inondés périodiquement (Phragmitaies, Cariçaies, prairies hygrophiles et mésohygrophiles).
- Le violet est affecté aux groupements influencés directement par le Rhône (groupements pionniers des îles, Saussaies, Aunaies à *Alnus incana*). Le violet foncé délimite les Saussaies hygrophiles inondées lorsque le débit atteint 450 m³/s.
- Le vert est affecté aux groupements liés à une nappe de profondeur moyenne, à une nappe profonde et à une nappe perchée. La Frênaie à *Quercus robur* qui est liée à une nappe comprise entre 1 et 2 m est représentée par la couleur vert bleu; en revanche, la Frênaie à *Populus alba* qui est liée à une nappe au-delà de 3 m est représentée par un vert franc.
- Le marron est affecté aux groupements qui s'installent sur des sols riches en matière organique (sols tourbeux, sols humiques à gley avec anmoor calcique) liés à une nappe de surface (marais des Avenières, de Lavours, de Chautagne...).
- Le jaune est affecté aux groupements liés à des sols dont les horizons superficiels sont faiblement pourvus en eau et bien aérés.
- L'orangé est affecté aux groupements herbacés de l'étage collinéen. Il concerne les sols calcaires souvent superficiels (rendzines), les versants chauds permettant l'installation d'une végétation thermophile.
- Le gris est mélangé aux autres couleurs pour faire apparaître des caractères écologiques secondaires. On l'utilise pour délimiter des sols légèrement acides (Bas-Dauphiné).

Des informations supplémentaires sont apportées par des signes en noir en surimpression.

L'intensité de la couleur apporte des informations de type physiologique. Les groupements forestiers sont, autant que possible, représentés par les teintes plates (bleu foncé pour les Aunaies à *Alnus glutinosa*, par exemple). Les groupements herbacés composant la végétation naturelle sont représentés par des demi-teintes et par différents figurés. Les cultures sont représentées, en général, par des teintes claires avec des symboles en surimpression.

REMARQUES :

- a) Signalons des essais de reboisement en *Pinus strobus* en bordure de la forêt d'Evieu.

b) Dans les parties les plus hautes des îles intermédiaires se caractérisant par la présence d'Aunaies à *Alnus incana* existent quelques îlots de Frênaies à *Quercus robur* et *Populus alba* qui n'ont pu être représentés sur la carte (on se reportera aux documents à grande échelle).

c) Nous avons représenté par la même couleur les prairies à *Molinia coerulea*, les groupements à *Juncus subnodulosus* et *Schoenus nigricans* et les Cariçaies à *Molinia coerulea* qui sont organisés en mosaïque dans les marais des Avenières.

d) Une lande à *Alnus glutinosa* s'installe dans la partie du marais de Lavours occupé par la Cariçaie à *Carex elata* et *Filipendula ulmaria*. Les Aunes atteignent 5 m de haut et le groupement commence à se fermer.

e) L'aération des couches superficielles de tourbe eutrophe est responsable de l'invasion de la partie centrale du marais de Lavours par *Cladium mariscus*. Des peuplements de *Cladium mariscus* se substituent aux groupements à *Schoenus nigricans*; on observe la disparition d'un grand nombre d'espèces herbacées (*Drosera longifolia*, *Pinguicula vulgaris*).

f) A la suite de difficultés techniques (mauvais encrage du papier), les groupements représentés par les différentes teintes de marron se distinguent mal sur la carte "Belley-Seyssel".

- La Cariçaie située en bordure du lac du Bourget (entre la N.514) et le Molard de Châtillon est une Cariçaie à *Carex elata* et *Senecio paludosus*.

- La partie des marais de Chautagne qui apparaît en gris foncé sur la carte au-dessus du pré Veuillet est occupé par une lande à *Rhamnus frangula*; la strate herbacée est constituée par des peuplements de *Cladium mariscus* (présence de *Phragmites communis*).

- Les Cariçaies à *Carex elata* et *Molinia coerulea* sont représentées en vert (dans la moitié nord du marais de Lavours) et les groupements à *Schoenus nigricans* et *Juncus subnodulosus* en vert foncé.

- La zone 9 (cultures) apparaît en marron trop foncé. La trame choisie est beaucoup trop dense.

CONCLUSION

L'eau, dans ses manifestations multiples, est le facteur essentiel qui conditionne le fonctionnement de ce système écologique que représente une vallée. Si l'étude des phytocénoses est relativement avancée sur le plan floristique et écologique, en revanche, l'étude des zoocénoses ne fait que débiter. Quelques groupes animaux ont, cependant, fait l'objet d'études approfondies : les Culicidés, les Crustacés, les Mollusques, les Ixodidés, les Oiseaux et les Poissons.

a) L'étude des inter-relations entre les facteurs hydrologiques et les autres composantes du milieu biophysique est à poursuivre et à approfondir. Une étude pluridisciplinaire pourrait déboucher sur la conception d'un modèle de fonctionnement. L'étude des répercussions de l'aménagement hydroélectrique du Haut-Rhône sur le fonctionnement du système pourrait, alors, être envisagée.

b) L'intérêt biologique des îles et des anciens lits du Rhône mérite d'être souligné. Les îles recèlent les groupements végétaux qui sont une survivance de la végétation riveraine des grandes vallées submontagnardes. Il n'est pas inutile de rappeler que la végétation alluviale est en voie de disparition dans la plupart des plaines de l'Europe moyenne. Parmi les groupements les plus remarquables, nous signalerons les Aunaies à *Alnus incana* et *Impatiens glanduliflora* (*Alnetum incanae* à *Equisetum hyemale*) et les Frênaies à *Populus alba* et *Quercus robur* (*Fraxino-ulmetum*). La position géographique de la vallée à l'extrémité méridionale du domaine médioeuropéen donne à ces groupements, des caractères spécifiques qui ajoutent à leur intérêt. Les groupements à *Carpinus betulus* et *Quercus robur* de la forêt d'Evieu présentent également un intérêt au point de vue phytosociologique.

Les anciens lits constituent des écosystèmes complémentaires des précédents. Ils se caractérisent par une grande variété de groupements aquatiques, semi-aquatiques, prairiaux et forestiers. Les plans d'eau (appelés localement "mortes") possèdent de beaux peuplements d'hydrophytes (*Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna trisulca*, *Myriophyllum spicatum*, etc...).

c) Le complexe des îles-anciens lits est particulièrement attractif pour la faune car il juxtapose un grand nombre de biotopes : milieux aquatiques, eaux courantes, biotopes inondés temporairement, biotopes prairiaux, biotopes forestiers.

Les îles sont particulièrement attractives pour le chevreuil. Des observations intéressantes ont été effectuées sur les populations de chevreuil par G. CHRISTIN, technicien à l'Entente Interdépartementale pour la démoustication. Les ef-

fectifs sont très variables. Ils dépendent des conditions climatiques locales (périodes sèches en montagne) et du niveau du Rhône (périodes de crue). Le chevreuil est un sédentaire des îles lorsqu'il n'est pas chassé par les crues. Les effectifs varient de 0 à 60 individus dans les îles situées entre Champagneux et St-Benoît. En période de sèche, les populations peuvent être en surnombre.

Les îles représentent un milieu idéal :

- pour la nourriture variée qu'elles offrent : anciens prés, taillis, coupes d'affouage. Le chevreuil est friand de jeunes rameaux de saule;
- pour le gîte : moyenne futaie, taillis, bordures de prés, prairies à hautes herbes;
- pour la tranquillité : durant 8 mois consécutifs, le chevreuil n'est pas dérangé, ce qui lui permet de se reproduire.

Parmi les autres mammifères, G. CHRISTIN (communication personnelle) signale la présence de sangliers de façon sporadique. Le rat musqué, le ragondin et le castor (île du Grand Brotteau) sont également présents. Enfin, il existe une colonie de héron cendré qui niche dans l'île des Molottes. La faune piscicole du Rhône et des lacs est très variée (plus de 30 espèces). On mesure donc l'intérêt de ces milieux en tant qu'espace de nature et leur importance au point de vue cynégétique et piscicole.

d) L'étude phytosociologique et écologique de la plaine alluviale du Rhône ainsi que d'autres vallées des Alpes du Nord (Arve, Isère, Romanche, Drac) nous a permis de dégager quelques points importants :

La position géographique des groupements à l'extrémité sud-occidentale du domaine médioeuropéen explique que beaucoup d'espèces caractéristiques des associations qui colonisent des vallées plus septentrionales soient très inégalement réparties dans les basses vallées, rares ou même absentes. C'est le cas, également, des espèces occidentales qui se trouvent à leur limite orientale ou septentrionale. Le passage dans les Alpes du Sud se traduit par la raréfaction des groupements palustres continentaux qui disparaissent pratiquement dans la région méditerranéenne, à l'exception de quelques enclaves. Les ripisylves méditerranéennes se limitent, généralement, à un *Populetum albae*.

Dans les marais des Alpes du Nord, les Aunaies à *Alnus glutinosa* occupent de vastes surfaces. Elles se rattachent au *Carici elongatae - Alnetum glutinosae*. La caractéristique de l'association continentale, *Carex elongata*, n'a été trouvée, pour l'instant, que dans les Aunaies de Haute-Savoie (JORDAN, 1975) et dans certains groupements de l'Ain. Les Chênaies à *Quercus robur* et *Carpinus betulus* sont bien représentées sur les sols hydromorphes à pseudogley liés à une nappe perchée, dans les plaines de basses altitudes. Il s'agit de l'association la plus hygrophile du *Carpinion*. Cette Chênaie présente une composition floristique tout-à-fait comparable à celle des forêts du Ried alsacien (*Quercus-Carpinetum*) décrites par CARBIENER (1976). La Frênaie à *Populus alba* et *Quercus robur* constitue le groupement le plus évolué des basses plaines alluviales (plaine du Rhône, Grésivaudan). Son cortège floristique très pauvre se caractérise par la rareté ou l'absence des espèces des *Fagetalia*. L'affinité floristique avec l'*Ulmo-Fraxinetum* de la vallée du Rhin est évidente (CARBIENER, 1970).

Les Aunaies à *Alnus incana* sont présentes depuis l'étage subméditerranéen (vallées des Alpes du Sud) jusqu'à l'étage montagnard supérieur. Aussi, leur composition floristique est très diversifiée en fonction de leur position altitudinale, de la composition granulométrique du substrat et des oscillations de la nappe phréatique.

Comme le *Fraxino-Ulmetum*, l'*Alnetum incanae* des basses vallées (altitudes inférieures à 300 m) à faible pente (inférieure à 1 m/km) est pauvre en espèces des *Fagetalia*. L'augmentation de la déclivité et de l'altitude se traduit par un enrichissement en espèces du *Carpinion* et ensuite du *Fagion* lorsqu'on pénètre dans l'étage montagnard. A ce niveau, les espèces composant les forêts riveraines planitiaires disparaissent (*Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Robinia pseudacacia*), exception faite de *Fraxinus excelsior*. En revanche, les Conifères et surtout *Picea abies*, *Pinus sylvestris* et *Larix decidua* occupent de vastes surfaces dans les parties périphériques du lit d'inondation. Le fort recouvrement des Aunaies à *Alnus incana* dans l'étage montagnard est un caractère commun à toutes les vallées alpines. Dans les Pyrénées où *Alnus incana* est absent, les ripisylves montagnardes sont occupées par l'*Alnetum catalaunicum* Suspl. 1935 où *Alnus glutinosa* occupe la place de *Alnus incana*. MOOR et ELLENBERG (1963) proposent le rattachement de l'*Alnetum incanae* aux *Fagetalia*. Si ce rattachement se justifie pour l'*Alnetum incanae* de l'étage collinéen supérieur et a fortiori de l'étage montagnard, l'argumentation semble moins fondée dans le cas des basses plaines alluviales. En outre, quelle que soit l'altitude, il existe des *Alnetum incanae* hygrophiles où les espèces appartenant à cet ordre sont totalement absentes.

En fait, dans les vallées situées à des latitudes plus septentrionales ou (dans la région étudiée) dans des sections qui se trouvent à des altitudes plus élevées, les *Fagetalia* et les *Populetalia* sont en contact. La pénétration des *Fagetalia* dans les groupements riverains est donc facile, les conditions écologiques correspondant aux deux ordres étant proches.

En revanche, sous des latitudes plus méridionales, les deux ordres sont séparés par les associations des *Quercetalia pubescentis*. Ainsi, on observe des représentants de cet ordre dans les groupements les plus évolués de la basse vallée du Drac à côté d'espèces appartenant aux *Prunetalia*. En région méditerranéenne, dans les cas extrêmes, les *Fagetalia* et les *Populetalia* sont séparées par les associations appartenant aux *Quercetalia ilicis* et aux *Quercetalia pubescentis*. Des espèces appartenant à ces deux ordres sont présentes dans le *Populetum albae*.

L'étage montagnard supérieur représente une limite au-dessus de laquelle les groupements riverains ne sont guère représentés. Aussi, en bordure des cours d'eau, s'installent des prairies hygrophiles et des îlots d'associations palustres. Des lambeaux de forêts climaciques telles que des Pessières, des Mélezeins et parfois des Aunaies à *Alnus viridis* parviennent à s'installer sur les bords du cours d'eau. Les associations du *Salicion pentandrae* s'installent parfois à la limite de l'étage montagnard et de l'étage subalpin.

Ce sont les sections où les phénomènes de sédimentation entraînent la formation de nappes d'alluvions grossières, suffisamment hautes pour échapper à une inondation durable qui sont les plus favorables à l'installation d'espèces appartenant aux associations de bordure. Il s'agit d'essences tolérantes ou recherchant des sols bien pourvus en réserves hydriques. Nous citerons le Charme, le Hêtre, le Pin sylvestre, le Mélèze, l'Épicéa, le Sapin, le Pin à crochets, le Chêne pubescent, le Chêne vert. Cependant, on n'assiste jamais à la descente des groupements climaciques constituant l'environnement immédiat du lit d'inondation, sur les sols alluviaux. Dans la vallée du Drac, par exemple, si *Pinus sylvestris* et *Quercus pubescens* s'installent dans le lit d'inondation, on n'assiste jamais à l'installation d'une Chênaie authentique à *Quercus pubescens*. Il se constitue un groupement mixte qui comporte, toujours, les espèces riveraines tolérantes une nappe profonde telles que *Populus nigra*, *Salix alba*, *Populus alba*. Le groupement le plus évolué possède toujours un lot d'espèces des *Populetalia*.

De ces observations, on peut dégager quelques remarques générales et, partant, un peu trop schématiques :

- des altitudes faibles (en-dessous de 300 m), des débits élevés (supérieurs à 300 m³/s), une pente modérée ou faible (inférieure à 1 m/km), des écarts de la ligne d'eau très marqués entre crues et étiages (supérieurs à 2 m), une longue période d'inondation, la formation en bout de séquence de sols dont les couches superficielles sont riches en colloïdes argileux, autant de conditions qui favorisent les espèces des *Populetalia* (espèces du *Salicion* dans les stations où l'action du cours d'eau se manifeste de la façon la plus vigoureuse, espèces de l'*Ulmion* dans les îles hautes liées à une nappe phréatique profonde) ainsi que les représentants des *Alnetalia glutinosae* dans les bras morts isolés, après rupture des méandres...

- L'augmentation de l'altitude, le passage à des latitudes plus septentrionales, l'augmentation de la déclivité, la diminution des débits et partant des oscillations de la ligne d'eau, la brièveté de la période d'inondation, la faible hauteur d'eau dans les groupements inondés périodiquement, l'augmentation de la perméabilité des sols par enrichissement en éléments grossiers, la baisse de la température, autant de conditions qui favorisent l'épanouissement des *Fagetalia* dans les groupements riverains.

- Une pente forte associée à des débits élevés, un large lit d'inondation favorisent, suivant la région, la pénétration des *Prunetalia*, des *Pinetalia*, des *Quercetalia pubescentis*, des *Quercetalia ilicis*. Le même phénomène s'observe dans le lit ordinaire des cours d'eau à débit irrégulier avec pénurie estivale (vallées des Alpes du Sud).

- L'endiguement favorise, d'une part, les associations du *Salicion* (et ceci d'autant plus fortement que le débit est élevé) et, d'autre part, les associations de l'*Ulmion* qui, à l'extérieur des digues, colonisent rapidement les sols alluviaux calcaires liés à une nappe profonde. En revanche, il défavorise les associations de l'*Alno-Fraxinion* et en particulier l'*Alnetum incanae* ainsi que les associations de l'*Alnion glutinosae*, en s'opposant à la formation des méandres; les bras morts, en effet, sont favorables au déroulement d'une séquence d'atterrissement dont le terme ultime est le *Carici elongatae* - *Alnetum glutinosae*. L'existence de sites liés à une nappe superficielle en contre-bas des digues favorise, au contraire, les associations de l'*Alno-Fraxinion*. Les opérations de stabilisation, qui limitent l'amplitude des variations de la ligne d'eau, favorisent généralement les *Prunetalia*, les *Fagetalia* et les associations mésophiles des *Populetalia* (*Ulmion*).

ANNEXE

MARAIS DE LAVOURS : DÉCOUPAGE EN ZONES HOMOGÈNES AU POINT DE VUE
DES CONDITIONS HYDRIQUES (fig.14)ZONE 1.

- Conditions hydriques : nappe phréatique dont la profondeur moyenne est comprise entre 1,50 m et 2,50 m.
- Types de sol : sols alluviaux. Texture argilo-limoneuse, limoneuse, passant à limono-sableuse dans la partie N.E.
- Végétation naturelle : Frênaie à *Quercus robur*.
- Cultures : Céréales, Maïs, prairies de fauche, prairies artificielles, cultures maraîchères, arboriculture fruitière, un peu de vigne.

ZONE 2.

- Conditions hydriques : nappe phréatique dont la profondeur moyenne est comprise entre 1 m et 1,50 m.
- Types de sols : sols alluviaux. Sols alluviaux à gley profond. Humus de type mull prairial.
- Végétation naturelle : comme dans la zone 1.
- Cultures : Céréales, Maïs, prairies de fauche, prairies à *Arrhenatherum elatius* et *Bromus erectus*, prairies artificielles, Peupleraies.

ZONE 3.

- Conditions hydriques : nappe phréatique dont la profondeur moyenne est comprise entre 50 cm et 1 m. Zone inondée périodiquement.
- Types de sols : sols alluviaux à gley moyen ou gley profond. Humus de type hydromull ou mull, bien pourvu en colloïdes argileux.
- Végétation naturelle : prairies à *Deschampsia cespitosa* et *Ranunculus repens*, prairies à *Filipendula ulmaria*; Cariçaie à *Carex acutiformis* et *Valeriana officinalis*.
- Tendance évolutive de la végétation : évolution vers l'Aunaie à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*.
- Cultures : Maïs, prairies de fauche mésohygrophiles, Peupleraies.
- Espèces culicidiennes : zone favorable à l'installation des *Aedes* à cycle larvaire de durée moyenne ou de courte durée : *Aedes cantans*, *A. sticticus*, *A. vexans*, *A. cinereus*.

ZONE 4.

- Conditions hydriques : nappe phréatique dont la profondeur moyenne est inférieure à 50 cm. Zone immergée périodiquement, la hauteur d'eau pouvant atteindre 1 m. Période de submersion, surtout au printemps et en automne.
- Types de sol : sols humiques à gley, tourbe eutrophe riche en éléments minéraux.
- Végétation naturelle : Cariçaies eutrophes : *Carex elata*, *C. acutiformis*; Phragmitaie à *Carex*.
- Tendance évolutive de la végétation : si ces groupements ne sont pas fauchés, évolution vers la Saussaie à *Salix cinerea* et l'Aunaie à *Alnus glutinosa*.
- Cultures : Peupleraies.
- Espèces culicidiennes : zone favorable à l'installation de la plupart des espèces d'*Aedes* : *A. rusticus*, *A. cantans*, *A. refiki*, *A. excrucians*, *A. vexans*, *A. sticticus*, *A. cinereus*.

ZONE 4A.

Zone soumise à des submersions durables par suite des crues du Séran. Au printemps et en automne (hauteur d'eau élevée, atteignant 1 m dans les dépressions). Prolifération des *Aedes* en période de submersion.

ZONE 4B.

Zone peu influencée par les débordements du Séran.

ZONE 4C.

Risque de submersion par débordement des Rousses. De plus, écoulement des eaux du Colombier, résurgences. Zone abandonnée dans sa plus grande partie, évoluant vers une Aunaie typique à *Alnus glutinosa* ou une Aunaie à Frêne.

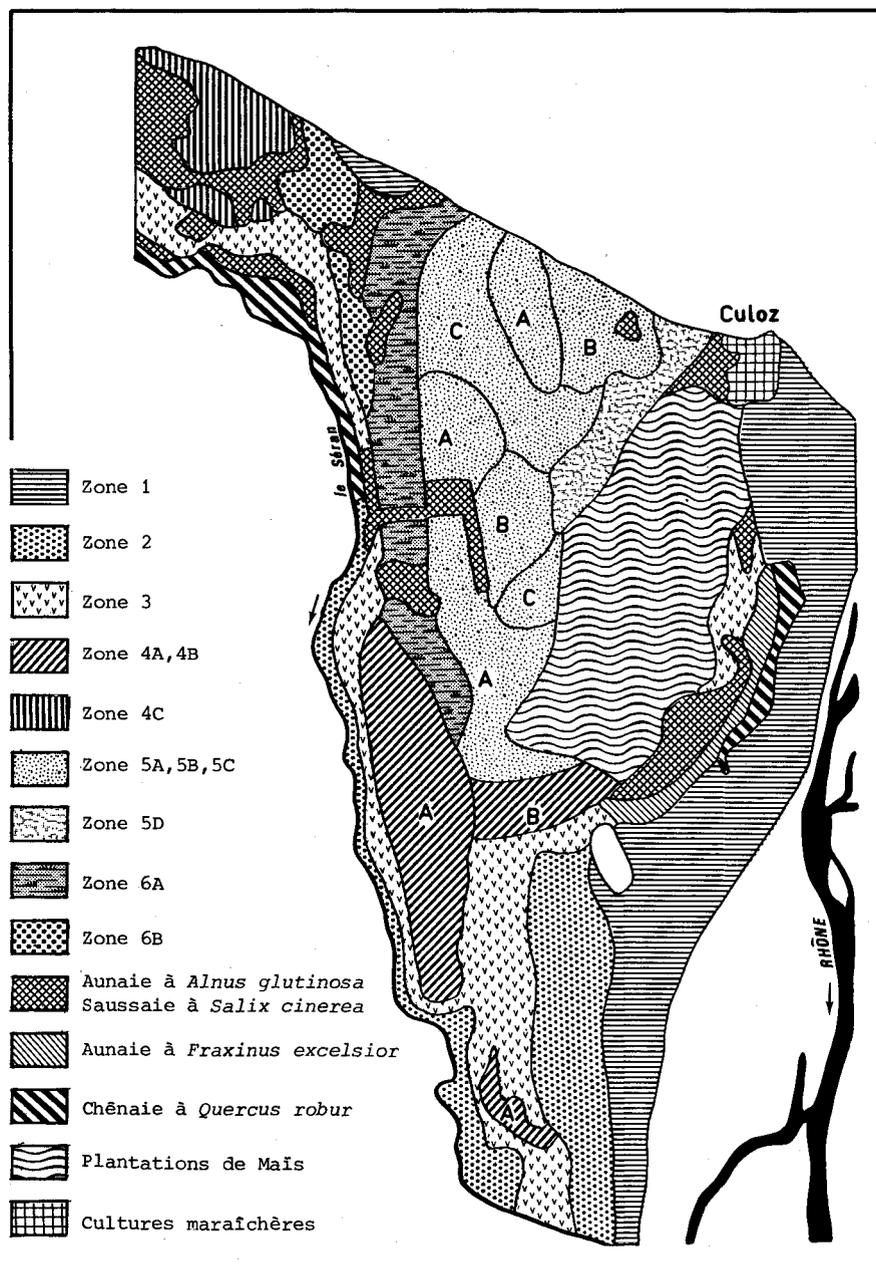


Fig.14.- Marais de Lavours : découpage en zones homogènes au point de vue des conditions hydriques.

ZONE 5.

ZONE 5A.

- Conditions hydriques : eau en surface durant une partie de l'année. Nappe à faibles variations, comprise entre -0,30 et -0,50 m.

- Types de sol : tourbe eutrophe à fort pourcentage de matière organique (80 à 85 %). pH légèrement inférieur à la neutralité. Complexe absorbant présentant un léger déficit de saturation.

- Végétation naturelle : Cladiaie à *Cladium mariscus* et à *Schoenus nigricans* (*Orchido-Schoenetum*), Cladiaies types.

- Tendance évolutive de la végétation : par abaissement de la nappe, par la fauche, évolution vers la prairie à *Molinia coerulea*; par arrêt des opérations de fauche, évolution vers la Cladiaie impénétrable et ensuite vers une lande à *Rhamnus frangula*. Le seul abaissement de la nappe favorisera l'installation de la végétation arbustive (*Rhamnus*) et arborescente (*Alnus glutinosa*).

ZONE 5B.

Caractéristiques écologiques voisines.

Zone occupée par des groupements à *Schoenus nigricans* et des groupements à *Juncus subnodulosus* susceptibles d'être envahis par *Cladium mariscus*.

ZONE 5C.

Tourbe eutrophe bien pourvue en éléments minéraux. Cariçaie à *Carex elata* et *Molinia coerulea*, évoluant par abaissement de la nappe vers des prairies à *Molinia coerulea*. Zone susceptible d'être colonisée par *Cladium mariscus*.

ZONE 5D.

Tourbe eutrophe avec entrecroisements de limon calcaire. Prairie à *Molinia coerulea*. Colonisation possible par *Cladium mariscus*. En l'absence de fauche évolution vers la lande à *Rhamnus frangula*.

ZONE 6.

ZONE 6A.

- Conditions hydriques : nappe ne s'abaissant jamais en-dessous de 30 à 40 cm. Imbibition durable de l'horizon de surface.

- Types de sol et caractéristiques : sol organique avec intercalation d'un gley calcaire.

- Végétation naturelle : Cariçaie à *Carex elata* et *Filipendula ulmaria*.

- Tendance évolutive de la végétation : en l'absence de fauche, évolution vers l'Aunaie à *Alnus glutinosa*. Le déficit pluviométrique de ces dernières années a favorisé l'installation de cette espèce.

ZONE 6B

- Zone inondée par débordement des Rousses.

GROUPEMENTS FORESTIERS :

Aunaie à *Alnus glutinosa*.

- Conditions hydriques : nappe dont la profondeur moyenne est comprise entre 50 cm et 1 m, avec une période d'inondation en hiver et au printemps.

- Types de sol et caractéristiques : sol à gley avec anmoor ou hydro-mull, sol compact riche en colloïdes argileux.

- Espèces culicidiennes : *Aedes* d'hiver et de printemps (*Aedes rusticus*, *A. cantans*).

Chênaie à *Quercus robur*.

- Conditions hydriques : nappe dont la profondeur moyenne est inférieure à 1 m.

- Types de sol et caractéristiques : sols alluviaux calcaires, sols alluviaux à gley profond; sols à texture équilibrée. Complexe absorbant saturé en bases. Humus de type mull actif.

BIBLIOGRAPHIE

AICLINGER (E.) 1960.- Vegetationskundliche Studien im Raume des Fakker Sees. *Carinthia* 11, 150, Heft 2, 128-216.
 AIN (G.) et PAUTOU (G.) 1969.- Etude écologique du marais de Lavours (Ain). *Doc. Carte Vég. Alpes*, VII, 25-64.

BADANOU (G.) et ORADEANU (T.) 1958.- Agglomération des déchets de roseaux au moyen de liants synthétiques pour la fabrication des panneaux. *Celul. SI, Hirt*, 7, n°3, 103-107.

- BENOIT-JANIN (P.) 1970.- *Etude pédologique de zones marécageuses dans le département de l'Isère (plaine du Rhône)*. Doc. D.D.A. de l'Isère et S.A.F.E. Chaumont. 8 p. ronéo., 2 cartes coul. à 1/20 000 h.t.
- BOURDIER (F.) 1961.- *Le Bassin du Rhône au quaternaire. Géologie et préhistoire*. Paris Edit. C.N.R.S. I, 364 p; 11, 295 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.) 1950.- *Übersicht der Pflanzengesellschaften Ratiens. IV, Vegetatio*, 11, 341-360.
- BRAUN-BLANQUET (J.) ROUSSINE (N.) et NEGRE (R.) 1951.- *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. C. N.R.S., Montpellier, 297 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.) 1971.- *Flachmoorgesellschaften (Scheuzeria-Caricetea fuscae)*. Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes der eidg. techn. Hochschule Stiftung Rübel in Zurich, 46 heft, 72 p.
- BURGEVIN (H.) HENIN (S.) 1943.- *Influence de la profondeur du plan d'eau sur le développement des plantes*. Ann. agron. 19, 288-394.
- CARBIENER (R.) 1970.- *Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale. La forêt du lit majeur au niveau du fossé Rhénan (Fraxino-Ulmetum, Oberd. 53)*. Intérêt écologique et biogéographique. Bull. Acad. Sco. Lorraine, Sci. Fr., 9, n°1, 26-41.
- CARBIENER (R.) OURISSON (N.) et BERNARD (A.) 1974.- *Relations entre la répartition des champignons supérieurs et celle des groupements végétaux dans la plaine d'Alsace, entre Stasbourg et Sélestat*. Bull. Soc. Nat., Colmar, vol. 55, 1-36.
- CARIOT (Ab.) et SAINT-LAGER 1897.- *Flore descriptive du bassin moyen du Rhône et de la Loire*. Lyon Emmanuel Vitte, 1004p.
- CHARPIN (A.) 1971.- *Observations sur la flore de la Haute-Savoie, Saussurea*, 6, 351-360.
- CHARPIN (A.) et JORDAN (D.) 1975.- *Une intéressante fougère haut-savoyard Dryopteris cristata (L.) A. Gray*. Monde Pl. 380, 5-6.
- CHOPARD (G.) 1975.- *Evolution socio-économique et répercussions écologiques : l'exemple de la démoustication Ain-Isère - Rhône - Savoie*, Thèse 3è cycle, Grenoble, 126 p.
- CONWAY (J.) 1936.- *Studies in the autecology of Cladium mariscus*. The New Phytologist. vol. XXXV, n°3, 64-86, 177-204, 359-380.
- DINGER (F.) 1975.- *La préservation des richesses naturelles face aux pollutions et nuisances. Essai sur la carte de Domène*, thèse 3è cycle, Grenoble, 139 p.
- DOBREMEZ (J.F.) 1970.- *Les forêts sur sols hydromorphes du Bas-Dauphiné*. Thèse 3è cycle, Grenoble, 105 p.
- DOBREMEZ (J.F.) et PAUTOU (G.) 1972.- *Carte écologique des Alpes. La Tour du Pin* 1/50 000 (XXXII-32). Doc. Carte Vég. Alpes, X, 57-60
- DORGELO (Y.) 1973.- *Etude de la végétation dans les anciens lits et des moustiques qui leur sont liés, de Lyon au confluent de l'Ain*. D.E.S., Univ. Lyon, 97 p. 34 tabl.
- DUPUIS (M.-F.) 1975.- *Recherches microbiologiques sur les sols de quelques types de prairies du marais de Lavours (Ain)*. Thèse de 3è cycle, Grenoble, 120 p.
- DUPONT (P.) 1962.- *La flore atlantique européenne. Introduction à l'étude du secteur ibéro-atlantique. Documents pour les cartes des productions végétales*, 414 p.
- DUVIGNEAUD (P.) 1974.- *La synthèse écologique*. Doin, 296 p.
- ELLENBERG (H.) 1963.- *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Stuttgart, Ulmer 943 p.
- ELLENBERG (H.) et KLOTZLI (F.) 1966.- *Vegetation und Bewirtschaftung des Vogelreservates Neeracher Riet. Berichte des geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel*, in Zurich, 88, 10 p.
- ELLENBERG (H.) 1967.- *Vegetations- und bodenkundliche Methoden der forstlichen Standortskartierung. Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes der Eidg. techn. Hochschule, Stiftung Rübel*, in Zurich, 39.
- ELLENBERG (H.) 1968.- *Zur Stickstoff- und Wasserversorgung ungedüngter Feuchtwiesen ein Nachwort. Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes der Eidg. tech. Hochschule, Stiftung Rübel*, in Zurich, 41 Heft, 194-200.
- ELLENBERG (H.) et KLOTZLI (F.) 1972.- *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mém. Inst. Suisse Recher. For. rest.*, 48, 589-930.
- FOURCADE (Y.) BLANCHET (R.) 1967.- *Etude pédologique des terrains marécageux de la commune de Thuellin (Isère)*. Doc. D. D.A. Isère, 15 p. ronéo. 2 cartes à 1/2 500 h.t.
- FOURREAU (G.) 1869.- *Catalogue des plantes du cours du Rhône*. Paris, Librairie Soc. géol. Fr., 216 p.
- GEHU (J.M.) 1961.- *Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française* Vegetatio, X, 69-148, 161-208.
- GENSAC (P.) 1967.- *Feuille de Bourg-St-Maurice (XXXV-31) et de Moûtiers (XXXV-32)*. Doc. Carte Vég. Alpes, V, 7-61.
- GIRARD (C.M.) 1972.- *Photographies aériennes et écologie agricole*. Bull. de la Soc. Franc. de photogrammétrie, 48, 2-8.
- GILOT (B.) AIN (G.) PAUTOU (G.) et GRUFAZ (R.) 1976.- *Les Culicidés de la Région Rhône-Alpes : bilan de dix années d'observation*. Soc. Entom. de France, t. 81, 235-245.
- GORBACHEV (B.N.) et LUCENKO (A.) 1970.- *Modifications de la végétation dans le bassin du Don inférieur, en liaison avec les inondations printanières*. Bot. Zh. S.G.S.R., 55, n°7, 1026-1029.
- GRELON (J.) 1976.- *Contribution à une étude écologique et dynamique de la végé-*

- tation des grèves et des îles de la Loire à Vouvray (Indre-et-Loire) et à St-Jean-de-la-Croix (Maine-et-Loire). Thèse Orsay, 125 p.
- GUINOCHET (M.) 1973.- *Phytosociologie*. Paris, Masson et Cie, 227 p.
- HAGENE (Ph.) 1939.- Contribution à l'étude des alluvions fluviales. *Stat. Fcol. Jaysinia à Samoens*, (Haute-Savoie), 53 p.
- ISSLER (E.) 1926.- Les associations sylvatiques haut rhinoises. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 72, 62-142, 1 carte h.t.
- KASSAB (M.) 1979.- *Etude écologique des Mollusques gasteropodes d'eau douce de quelques milieux aquatiques peu profonds de la vallée du Rhône en amont de Lyon*. Thèse Doct. Grenoble, 1er vol. 247 p., 2è vol. 110 p.
- KLIKA (J.) 1929.- Contribution à l'étude sociologique des associations de la vallée de l'Elbe. V. Praze, Référence incomplète.
- KLIKA (J.) 1936.- Sukzession der Pflanzengesellschaften auf den Flussalluvionen der Westkarpathen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges. Festbund Rübél*, t.46, référence incomplète.
- KLÖTZLI (F.) 1968.- Streuwiesen und Moore der Nordschweiz und ihre Grundwasser- verhältnisse. *Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz*. Référence incomplète.
- KLÖTZLI (F.) 1969.- Zur Ökologie schweizerischen Bruchwälder unter besonderer Berücksichtigung des Waldreservates Moos bei Birmendorf und der Katzenzees. *Ber. Geobot. Inst. eidgen. techn. Hochsch. Stift. Rübél*, Schweiz, n°39, 56-123.
- KLÖTZLI (F.) 1970.- Über einige Moore und Quellsümpfe der Westalpen in : Vegetation und Flora der Westalpen. *Verröff. Geobot. Inst. eidgen. techn. Hochsch. Stift. Rübél*, Zurich, 43, 169-185.
- KLÖTZLI (F.) 1973.- Moor Lehrpfad "Moos" Schoheuhofwalliselen. Doc. ronéo. Zurich, 39 p.
- LOUIS (J.M.) 1976.- *Etude des variations de quelques facteurs dans une Phragmitaie*. Rapport de D.E.A., 25 p.
- MAGNIN (A.) 1904.- *La végétation des lacs du Jura*. Paris, libr. des Sci. naturelles, 426 p.
- MAIRE (A.) 1971.- *Incidence des opérations de démoustication sur les biotopes larvaires à Aedes dans la région Rhône-Alpes*. Thèse 3ème cycle, Grenoble, 95 p.
- MARIN-LAFLECHE (A.) 1972.- Le classement des terrains. *Ann. agron.* 23, (1), 5-30.
- MERIAUDEAU (R.) 1962.- *Le Rhône en bordure du Jura. Etude morphologique*. D. E.S. Inst. Géogr. Alpine, Grenoble, 57 p.
- MESSINES DU SOURBIER (J.) 1940.- La Chautagne (Savoie) et ses plantations de Peupliers. *Rev. Géogr. Alpine, Grenoble*, XXXVIII, 343-389.
- MEUSEL (H.) JAGER (E.) et WEINERT (E.) 1965.- *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora.*, Jéna, Gustav Fischer, 1, 583 p., 11, 258 p.
- MILLER (F.M.) et TICK 1961.- Les possibilités d'utilisation du roseau comme matière fibreuse. *Papierwereld*, 15, n°8, 215-220.
- MIRKIN (B.M.) et ISHBULATOVA (N.G.) 1967.- Quelques données sur la végétation des terrains inondables de la haute Belaya. *Vest Leningrad. Univ.* n°9, 72-81.
- MIRKIN (B.M.) 1967.- Dynamique des biocénoses dans les vallées des rivières. *Sjule. Moskov. Obshchest. Ispytateljeprirodi, otd. biol.*, 72, n°2, 56-65.
- MIRKIN (B.M.) 1969.- Les principes de la répartition en régions géobotaniques des vallées inondables sur l'exemple des rivières de Backirie. *Prob. Bot. S.S.S.R.*, 11, 190-204.
- MIRKIN (B.M.) 1970.- Sur les divisions territoriales de la végétation des terres submersibles de Backirie et leur cartographie. *Kartogr. Geobot. S.S.S.R.* 51-61.
- MOOR (M.) 1952.- Die Faun-Gesellschaften im schweizer Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufnahme der Schweiz*, 31, 201 p.
- MOOR (M.) 1969.- Zonation und Sukzession am Ufer stehender und fliessender Gewässer. *Vegetatio, Pays-Bas*, 17, n°1-6, 26-32.
- OBERDORFER (E.) 1942.- Vegetationsaufnahmen des *Molinietum* aus den Beskiden, in 12. *Rundbt. d. Zentralst. f. Veg. Kart. d. Reiches Hannover*, 14 p.
- OBERDORFER (E.) 1957.- *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Jéna, Gustav Fischer, 563 p.
- ORTSCHFIT (H.) 1975.- *Le complexe hydrographique du confluent Ile-Rhin en aval de Strasbourg. Ses originalités hydrobiologiques*. Thèse pharmacie, Strasbourg, 296 p.
- OZENDA (P.) et coll. 1964.- Feuille de Domène (XXXIII-34). *Doc. Carte Vég. Alpes*, II, 69-118.
- OZENDA (P.) 1966.- Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Doc. Carte. Vég. Alpes*, IV, 198 p.
- PARDE (M.) 1925.- *Le régime du Rhône. Etude hydrologique. I-Etude générale*. Lyon P. Masson, 887 p.
- PARDE (M.) 1925.- *Le régime du Rhône. Etude hydrologique. II- La genèse des crues*. Lyon, P. Masson, 440 p.
- PARDE (M.) 1925.- Le calcul des débits du Rhône et de ses affluents. *Rev. Géograph. Alpine*, 168 p.
- PARDE (M.) 1940.- Transport de matières solides et remblaiement dans la cluse de Grenoble. *Rev. Géogr. Alpine*, XXVIII, 3, 445-453.
- PARDE (M.) 1951.- Sur le mécanisme des transports solides effectués par les rivières et sur les altérations corréla-

- tives des lits fluviaux. *Rev. Géogr. Alpine*, XXXIX, 5, 289-315.
- PARDE (M.) 1953.- La turbidité des rivières et ses facteurs géographiques. *Rev. Géogr. Alpine*, XLI, 399-421.
- PAUTOU (G.) 1970.- Ecologie des formations riveraines de la basse Isère. Application à l'étude d'une nappe phréatique et de ses risques de pollution. *Doc. Carte Vég. Alpes*, VIII, 72-113.
- PAUTOU (G.) VIGNY (F.) et GRUFFAZ (R.) 1971.- Carte des groupements végétaux de la Chautagne (Savoie). *Doc. Carte. Vég. Alpes*, X, 79-108.
- PAUTOU (G.) THOMAS (J.) AIN (G.) MERIAU-DEAU (R.) GILOT (B.) et NEUBURGER (M.Cl.) 1972.- Etude écologique des îles du Rhône entre Seyssel et Lyon. Organisation opérationnelle de la démoüstication. *Lab. Biol. Vég. Univ. Sci. et Médic. Grenoble*, 54 p.
- PAUTOU (G.) et GENSAC (P.) 1973.- La forêt d'Evieu (Ain). Chênaie à Charme sur sol hydromorphe. *Ann. Centre Univ. Savoie*, Tome I, 47-55.
- PAUTOU (G.) et GENSAC (P.) 1973.- Recherches écologiques sur quelques types de prairies du marais de Lavours (Ain). *Ann. Centre Univ. Savoie*, Tome I, 57-63.
- PAUTOU (G.) 1975.- Contribution à l'étude écologique de la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon. Thèse Sciences, Grenoble, 375 p.
- PAUTOU (G.) RICHARD (L.) JORDAN (D.) et CHOPARD (G.) 1977.- Problèmes écologiques liés aux marais et aux zones humides. Rapport D.D.A., Annecy. (sous presse).
- PERRIER DE LA BATHIE (E.) 1928.- Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie. Ancien libr. Klincksieck Leon. L'Homme édit. 415 p.
- PETERSCHMITT (R.) 1948.- Une analyse polinique des tourbes du marais de Lavours, à Béon (Ain). *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 227, 562-564.
- REYNAUD-BEAUVERIE (A.) 1936.- Quelques observations écologiques sur les principales associations végétales de la Dombes. *Bull. Soc. Natur. et des Archéol. de l'Ain*, 141-168.
- ROUX (A.) et coll. 1976.- Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. *Bull. Ecol.*, t. 7, 4, 475-496.
- SCHNEIDER (J.) 1954.- Ein Beitrag zur Kenntnis des *Arrhenatherum elatioris* in pflanzensoziologischer und agronomischer Betrachtungsweise. *Beit. Z. Geobot. Landesanst. d. Schweiz*. 34 Heft, 102 p.
- SEIBERT (P.) 1958.- Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet "Pupplinger an". Herausgegeben von der bayerischen Landestelle für Gewässerkunde. Referate für Landschaftspflege eine Vegetationskunde, München, Heft 1, 79 p., 1 carte h.t.
- SEIBERT (P.) 1968.- Influence de la végétation naturelle le long des torrents, des rivières et des canaux en rapport avec l'aménagement des rives in : *Eaux douces, Conseil de l'Europe*, 37-71.
- SEIBERT (P.) 1970.- Die Auswirkungen des Donau. Hochgewassers auf Ackerunkroutgesellschaften. *Florist. Soziol. Arbeitsgemeinschaft*, Heft 14, 121-135.
- SIEGRIST (R.) et GESSNER (H.) 1925.- Über die Auen des Tessinflusses Studie Über die Zusammenhänge der Bodenbildung in der Sukzession der Pflanzengesellschaften. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zurich*, 3 Heft, 127-169.
- SIEGRIST (R.) 1930.- Das *Alnetum incanae* des Auenwäldern an der Prau in Karnten. *Forstwiss - Ceb*, 52, 793-809.
- SLOOVER (DE. J.) 1970.- Les peuplements de *Cladium mariscus* du district côtier belge. Leur origine et leur position phytosociologique. *Lejeunia*, n.s., n° 51, 24 p.
- S.O.G.R.E.A.H. 1960.- Carte de mise en valeur des marais de Lavours (Ain), aptitudes culturales et aménagements hydrauliques au 1/20 000. *Doc. D.D.A. Ain*.
- TCHOU-YEN-TCHEN 1948.- Etude écologique et phytosociologique sur les forêts riveraines du Bas-Languedoc. *Vegetatio*, 1, 93-128, 217-257, 347-383.
- TETART (J.) 1973.- Les mortes et les milieux temporaires : caractères physico-chimiques de l'eau. Etude écologique des anciens lits du Rhône. *Lab. Biol. Vég.* 34-58.
- TETART (J.) 1974.- Les Entomostracés des milieux peu profonds de la vallée du Rhône. Essai d'étude écologique : composition et répartition des espèces. *Tr. Lab. Hydrobiol.* 64-65, 109-245.
- TUXEN (R.) 1937.- Die Pflanzengesellschaften Nordwest Deutschlands. *Mitt. Flor. Soz. Arb. in Nied.*, Heft 3, 1-170.
- TUXEN (R.) 1950.- Grundrisseiner Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. *Mitt. Flor. Soz. Arb. N.F.*, 2, 94-175.
- VANDEN BERGHEN (C.) 1951.- Les prairies à *Molinia coerulea* de Belgique. *C. Cart. Phytos. et C. Recher. Ecol. et Phytos. Gembloux, Communic.* 15.
- VERLOT (J.B.) 1872.- Catalogue raisonné des plantes vasculaires du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes). *Bull. Soc. Stat. Sc. Nat. et Arts. Indust. Isère*, 408 p., Append. 66 p.
- VERDIER (P.) et QUEZEL (P.) 1951.- Les populations de Carabiques dans la région littorale languedocienne : leur rapport avec le sol et la couverture végétale. *Vie et Milieu*, 2, 1, 69-94.
- VEYRET (P.) 1972.- *Les Alpes*. Presses Universitaires de France, 126 p.
- VION (R.) non daté.- *La Chautagne et la région de Culoz*. D.E.S. Géogr. Grenoble, 210 p.

- WAGNER (H.) 1948.- Vegetationskarte des Machlandes. Carte en couleurs. Echelle 1/5 000.
- WAGNER (H.) 1950.- Das *Molinietum coeruleae* (Pfeigergras-Wiese in Wiener Becken). *Vegetatio*, II, 128-165.
- WATEZ (J.R.) 1968.- Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse Doct. Pharm. Lille, 383 p., 74 tabl.
- WATEZ (J.R.) 1969.- Aperçu sur la végétation des marais arrière littoraux de la plaine alluviale picarde. C.R. Soc. Biogéogr. Fr., 45, n°389-94.
- WEBER (C.) 1958.- Etude phytosociologique des prairies du canton de Genève et de ses environs immédiats. Tr. Soc. Bot. Genève, n°4, 20-38.
- WEIBEL (R.) 1963.- La végétation des terrains d'alluvions de la boucle du Rhône de Cartigny (Canton de Genève). Tr. Soc. Bot. Genève, n°7, 31-46.
- WENDELBERGER (E.) 1952.- *Die Vegetation der Donauen bei Wallsee*. Landesverlag Wels, 196 p., 10 tabl. h.t.
- WENDELBERGER (E.) et (G.) 1957.- Forêts riveraines au bord du Danube au niveau de Wablsee. *Vegetatio*, Vol. VII, 69-82.
- WENDELBERGER (E.) et (G.) 1957.- Contribution à la systématique des forêts riveraines de Pologne. *Acta. Societ. Botanic. Poloniae*, Vol. XXVI, n°4, 718-756.
- YERLY (M.) 1970.- Ecologie comparée des prairies marécageuses dans les Préalpes de la Suisse occidentale. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der eidg. Techn. Hochschule, Stiftung der Rübel in Zurich*, 44 heft, 122 p.
- ZELZN'KO (OV.) 1968.- Les principes de détermination des diverses inondabilités des forêts inondables de la région de l'Est du Caucase. *Lesovedenie*, S.S. S.R., n°5, 50-57.
- ZOBRIST (L.) 1935.- Pflanzensociologische und bodenkundliche Untersuchung der *Schoenetum nigrlicantis* im nordostschweizerischen Mittellande, Bern, H. Herber, 144 p.