

La typologie et la cartographie des stations forestières en France. Application aux forêts méditerranéennes (1)

par Jean TIMBAL *

Conscients qu'ils ont toujours été contraints d'agir sur un matériel vivant, les forestiers ont fait depuis longtemps de l'Écologie sans le savoir.

Dans les aménagements des forêts dont ils assuraient la gestion, ils ont toujours eu le souci de donner des indications sur les conditions physiques et biotiques auxquelles leurs forêts étaient soumises.

Mais quand on compulse un grand nombre de ces aménagements, même relativement récents, on ne peut qu'être frappé par la brièveté et l'imprécision habituelle de ces descriptions. Rares sont ceux où le milieu est décrit avec exactitude et où surtout les facteurs écologiques décisifs sont perçus.

De plus, même dans les cas d'une bonne analyse du milieu, il faut reconnaître que trop souvent ces descriptions font l'effet d'être là (pour ainsi dire) « pour la forme » (pour le respect des directives d'aménagement ?) tellement dans la suite de l'aménagement il y est peu fait référence.

Cela montre que si l'importance des conditions d'environnement était perçue, l'analyse écologique était peu poussée. En particulier les critères de différenciation des types forestiers se bornaient habituellement à l'essence dominante et au type de substrat géologique. Quant aux implications des conditions écologiques sur la conduite des peuplements il n'en était jamais question sauf dans les conditions extrêmes.

On peut se demander pourquoi il en était ainsi, pourquoi précurseurs en matière de gestion écologique d'une matière première vivante renouvelable, les forestiers ne l'ont pas été pour l'étude des écosystèmes forestiers.

Un élément de réponse peut être cherché dans l'enseignement donné dans l'ancienne école des Eaux et forêts. A peu près jusque vers les années cinquante, l'enseignement de la biologie végétale y était dominé par la forte personnalité de Ph. GUINIER. Comme beaucoup de ces prédécesseurs à l'E.N.E.F. (FLICHE, MATHIEU...) GUINIER était un botaniste

* Jean TIMBAL.

Chargé de recherches
Laboratoire de sylviculture et d'écologie
de la pinède landaise
Domaine de l'Hermitage Pierroton
33610 Cestas-Principal

complet et éminent, riche d'une très vaste expérience de terrain. Il savait parfaitement analyser dans une forêt toutes les conditions de milieu, mais il s'était toujours refusé à suivre les méthodes de la phytosociologie qu'il jugeait, comme beaucoup à son époque, inutiles et pédantes.

Cette science en était alors à ses débuts et il est sûr qu'à cette époque, surtout en matière forestière, il pouvait paraître qu'elle n'enfonçait que des portes ouvertes, tellement elle apportait peu aux forestiers d'alors. Mais il est regrettable qu'en partie pour des motifs personnels qu'il n'y a pas eu lieu de développer ici, Ph. GUINIER n'ait pas eu de contact étroit avec cette Science et surtout n'ait pas su voir ce qu'elle pouvait apporter surtout sur le plan méthodologique, pour la description normalisée des écosystèmes forestiers.

Par la suite, quelques forestiers ont perçu l'intérêt de la phytosociologie pour la description du milieu et les études préliminaires aux aménagements, mais outre le peu de temps que leur laissait la gestion, ils n'avaient ni le prestige, ni l'autorité de Ph. GUINIER pour faire passer leurs opinions et réhabiliter la phytosociologie dans le monde forestier. Nous y reviendrons plus loin car leur expérience n'a pas été inutile et nous a servi pour ainsi dire du point de départ dans l'élaboration de notre méthodologie d'étude des stations forestières.

Pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté sur ce dernier terme nous en rappelons la définition telle qu'elle est admise unanimement :

« Étendue de terrain, de superficie variable, homogène dans ses conditions écologiques (topographie, climat, sol et végétation spontanée).

Une station forestière justifie une même sylviculture avec laquelle on peut espérer, pour une essence déterminée, une productivité comprise entre des limites fixées ».

Les conditions d'homogénéité requises expliquent qu'en pratique, la cartographie des types de stations ne puisse se faire généralement qu'à grande échelle, contraire-

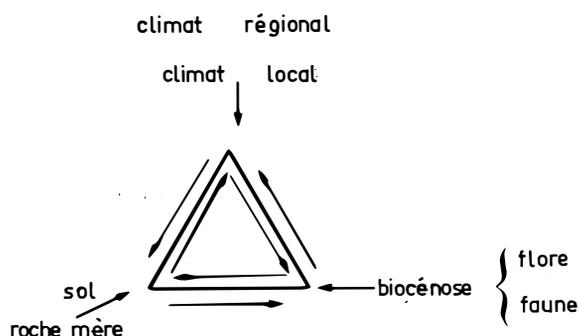
(1) Exposé réalisé le 15/9/80 au Centre International de la Sainte-Baume (83) à l'occasion de la Session internationale de formation continue de l'E.N.G.R.E.F. sur la foresterie méditerranéenne.

ment aux formations forestières. Ce point est important à rappeler car les cartes de végétation existantes, généralement à petite échelle ($\leq 1/100\ 000$) malgré leur utilité ne peuvent pas être considérées comme des cartes de types de stations. Puisque nous avons parlé de Phytosociologie, il convient de la définir et de préciser en quelle mesure elle est précieuse pour la description des écosystèmes forestiers.

La Phytosociologie ou Sociologie végétale est la science de l'étude des groupements végétaux. Cette définition est très large, mais on peut lui en substituer une plus étroite dans l'école Zuricho-Montpelliéraine de BRAUN-BLANQUET qui est la plus utilisée en Europe, et qui peut s'énoncer ainsi :

la phytosociologie est la Science de l'étude des associations végétales : de leur mise en évidence, de leur classification (syntaxonomie), de leur écologie (synécologie) de leur dynamique (syndynamique), de leur répartition géographique (synchorologie) et de leurs potentialités.

Pour comprendre son utilité pour la description des écosystèmes forestiers il convient d'avoir à l'esprit les 3 composantes fondamentales d'un écosystème qui peuvent se schématiser sous la forme d'un triangle baptisé « triangle écologique ».



Les flèches indiquent le sens des actions et le schéma indique donc qu'entre les 3 composantes fondamentales : climat, sol et biocénose, les actions sont à double sens : il y a interaction généralisée. Il en résulte qu'en un endroit donné il s'établit un équilibre plus ou moins stable entre climat, sol et biocénose : c'est l'écosystème qui est donc caractérisé par une certaine composition biocénotique.

Dans un écosystème, la biocénose est donc formée de l'ensemble des êtres vivants, animaux et végétaux qui y vivent. On peut la subdiviser en zoocénose et phytocénose ou végétation. On distingue classiquement la flore qui est le potentiel floristique d'une région, de la végétation qui en est un sous-ensemble en équilibre avec les conditions physiques et biotiques locales. De tous les éléments de l'écosystème, la végétation est le plus facile à appréhender et à analyser. Elle en constitue donc le meilleur reflet, le meilleur indicateur. Cela constitue le fondement théorique de l'utilité pratique de la phytosociologie pour la description des écosystèmes en général et des écosystèmes forestiers en particulier.

On peut en effet citer un certain nombre de cartes phytosociologiques de forêts qui ont été établies suivant la méthodologie Zuricho-Montpelliéraine de BRAUN-BLANQUET.

Une des premières est la carte des associations végétales de la forêt de la Sainte-Baume dressée par R. et R. MOLINIER dès 1939, à qui l'on doit également la cartographie systématique de quelques autres coins de la Provence, sans compter bien sûr, la description de nombreuses associations végétales.

Dans les Alpes, on doit au forestier Ch. BARTOLI une carte, malheureusement à petite échelle, des associations forestières de la Haute-Maurienne.

Dans le JURA suisse, un autre forestier J. L. RICHARD a dressé, pour le service des forêts du Canton de Neuchâtel,

une carte au 1/25 000 toutes les forêts du Canton. Cette carte détaillée donne satisfaction aux gestionnaires de ce pays qui ont l'habitude d'une gestion beaucoup plus intensive que chez nous.

Peu après la dernière guerre, un service de la carte phytosociologique avait été créé et quelques coupures au 1/25 000 avaient ainsi été levées (Pontarlier par M. GUINCHET, Clermont-Ferrand par G. LEMÉE) mais il n'a pas fonctionné longtemps et c'est dommage car on disposerait à l'heure actuelle d'un grand nombre d'inventaires phytosociologiques répartis un peu partout en France.

Mais la phytosociologie au sens large n'est pas la seule méthode de description des écosystèmes forestiers ; l'approche par la voie climatologique ou pédologique peuvent se justifier théoriquement sans toutefois avoir l'intérêt pratique de l'approche phytosociologique, surtout dans l'optique cartographique.

La voie climatologique se heurte à l'impossibilité matérielle d'acquérir des données locales sûres en quantité suffisante et il y a peu d'espoir pour que cet état de chose puisse changer prochainement.

La voie pédologique est beaucoup plus intéressante et a d'ailleurs été largement utilisée pour la caractérisation des écosystèmes forestiers. Mais quand elle reste assez simple (pour être utilisée d'une manière relativement systématique) elle apporte moins d'éléments d'information que la composition floristique sur la richesse chimique et le régime hydrique des sols (et donc leur fertilité intrinsèque). Son caractère indicateur vis-à-vis des conditions climatiques locales est aussi très faible. De plus, il arrive qu'étant donné la lenteur des processus pédogénétiques surtout par rapport aux phénomènes de dynamique végétale, les sols soient fossiles et ne reflètent plus les conditions pédoécologiques actuelles, ce qui peut être la source de graves erreurs pour qui ne voit pas la discordance existant alors entre sol et végétation. Dans ses travaux sur les sols hydromorphes de la forêt de Charmes (88), M. BECKER a clairement mis en évidence de tels phénomènes.

Pour la cartographie, surtout à grande échelle, les sondages pédologiques même simples, ne peuvent être multipliés à l'infini et force est, pour intrapoler, de se fonder sur la topographie et la végétation.

Malgré ces inconvénients, il n'en reste pas moins que surtout dans les régions de plaine où le climat peut être considéré comme homogène, et où les facteurs écologiques limitants sont le plus souvent d'ordre édaphique, la caractérisation pédologique fournit une bonne approche des écosystèmes forestiers.

La voie phytosociologique, au sens large (celle qui utilise l'outil végétal), est celle qui est la plus utilisée de par le monde.

De nombreuses méthodes ont été proposées, nous ne les décrirons pas toutes ici, car cela nous entraînerait beaucoup trop loin. Nous n'évoquerons que deux écoles qui sont les principales : l'école Scandinave basée sur les espèces dominantes et l'école Zuricho-Montpelliéraine de BRAUN-BLANQUET (dite aussi *sigmatiste*) fondée sur la composition floristique globale.

La méthode Scandinave a été mise au point par CAJANDER. Elle a été reprise en Russie par SUKACHEV. C'est une amélioration de la notion de formation végétale puisqu'elle associe à une essence arborescente dominante une espèce de sous-bois caractéristique par sa dominance. Exemples : Pinaie à Myrtille, Pessière à Oxalis, etc. Cette méthode très simple conduit à une typologie également très simple. Elle peut être suffisante pour les pays scandinaves où la variabilité écologique est relativement faible et essentiellement édaphique, mais elle devient trop simpliste en France et dans les pays méditerranéens où la variabilité écologique est très grande, aussi bien du fait des climats, que de la géologie ou des flores.

De plus dans la France tempérée la composition de la strate arborescente des forêts est très souvent artificialisée du fait de l'influence humaine et ne peut servir seule le plus souvent à définir une typologie.

Malgré les exemples cités plus haut, la « **phytosociologie classique** » de BRAUN-BLANQUET n'est pas, **actuellement chez nous en France, totalement satisfaisante**, surtout sur le plan pratique. Il y a à cela plusieurs raisons : **il y a d'abord une raison fondamentale**. La phytosociologie décrit des associations qui sont des abstractions idéales correspondant à certaines conditions de milieu bien particulières et souvent extrêmes. Cela est à rattacher au grand soin que prend le phytosociologue pour choisir l'emplacement de ses relevés, soin lié au souci d'homogénéité végétale. Le forestier est confronté, non pas à des associations mais à des individus d'associations qui, en termes de phytosociologie, représentent le plus souvent des cas intermédiaires entre deux associations, et cela surtout en plaine où les conditions écologiques sont moyennes, sans qu'aucune ne prenne généralement le pas sur les autres imprimant ainsi sa marque sur le milieu.

Il y a ensuite des **raisons conjonctuelles**. En France contrairement à des Pays comme la Suisse ou l'Allemagne, l'inventaire des associations forestières est loin d'être achevé et de plus (et c'est aussi une conséquence), la classification phytosociologique n'a pas encore atteint le degré de stabilité nécessaire pour être utilisé d'une manière systématique dans la description des écosystèmes forestiers.

De plus, il faut bien constater que l'on a très peu de **renseignements sur l'écologie**, la répartition et la fertilité des associations déjà décrites, ce qui peut s'expliquer pour des raisons matérielles, mais qui en diminue sensiblement l'intérêt pour le praticien.

Enfin, il faut bien reconnaître que le vocabulaire très latinisé de la phytosociologie, sans doute nécessaire sur le plan strictement scientifique, présente un aspect hermétique et quelque peu ésotérique qui n'est pas de nature à faciliter la compréhension du non-initié.

Aussi, sans attendre l'achèvement de la cartographie pédologique et de l'inventaire phytosociologique de la France, il est apparu nécessaire de mettre au point une méthode d'inventaire et de description des écosystèmes forestiers adaptée aux besoins de la foresterie française.

Comme il a été dit plus haut, quelques forestiers ont été, depuis la dernière guerre, sensibilisés à ces problèmes et ont proposé des solutions. La plupart l'ont fait dans le cadre de leur activité à l'École des Eaux et Forêts de Nancy ou de sa station de recherches. Il faut citer les noms de Ph. DUCHAUFOR, M. JACAMON, E. F. DEBAZAC et Ch. BARTOLI. Ce dernier avait poussé très loin la réflexion méthodologique et avait proposé d'améliorer la méthodologie sémantique en mettant en évidence dans les listes d'espèces des groupes écosociologiques d'espèces, c'est-à-dire des groupes de plantes ayant en un lieu donné les mêmes exigences vis-à-vis d'un facteur écologique. Malheureusement, une mort prématurée ne lui a pas permis de continuer son œuvre et surtout de la diffuser suffisamment dans les milieux forestiers. Ph. DUCHAUFOR en associant intimement l'étude du sol à celle de la végétation lors des prospections de terrain a ouvert une voie écologique dont nous nous sommes largement inspiré dans la méthodologie que le laboratoire de Phytoécologie du C.N.R.F. propose actuellement, après avoir travaillé de nombreuses années à sa mise au point et à son essai dans des conditions variées.

Le temps est maintenant venu de l'exposer brièvement.

Dans cette méthodologie, nous distinguons bien la typologie de la cartographie car il est bien évident qu'on ne peut cartographier que des objets qui ont été préalablement définis et qu'une cartographie des types de stations suppose donc que l'on connaisse déjà ces stations c'est-à-dire que

leur typologie ait été réalisée auparavant. La typologie précède donc toujours la cartographie.

Cependant dans une étude ponctuelle où l'on utilise la photographie aérienne pour faire une cartographie directe de la végétation, ce qui est cartographié en fait ce sont des unités de végétation; qui ne deviennent types de végétation que quand elles ont pu être rapportées à des types définis préalablement par une autre voie.

Parlons donc d'abord de la typologie.

Nous pensons qu'elle doit s'élaborer dans un cadre régional bien défini, cela pour plusieurs raisons. La première de ces raisons est un souci d'homogénéité climatique du moins à petite échelle. En délimitant une région où le climat général (celui qui est seulement lié à la latitude, à l'altitude et aux mouvements habituels des grandes masses d'air), peut être considéré comme relativement homogène, on élimine ainsi une source importante de variabilité des conditions d'environnement, ce qui permet de mieux préciser le rôle des autres facteurs et en particulier de la topographie et des sols.

La deuxième raison est d'ordre biocénotique, c'est un souci de rester dans un cadre floristiquement homogène afin de donner plus de valeur aux groupes écosociologiques à mettre en évidence. En effet, quand on passe d'une région à une autre, même si le climat ne se modifie pas sensiblement (et a fortiori s'il le fait), on constate que des modifications surviennent dans la flore, des espèces disparaissent, d'autres apparaissent et leur caractère indicateur se modifie, soit pour des raisons de compensation de facteurs soit pour des raisons génécologiques (variation génotypique intraspécifique clinale ou discontinue à l'intérieur de l'aire d'une espèce).

De plus, travailler dans un cadre régional écologique homogène permet de pouvoir extrapoler avec sûreté les résultats, typologiques ou dendrométriques, acquis dans un écosystème forestier, à tous les écosystèmes du même type de la région, ce qui n'est pas possible quand on réalise localement une cartographie directe des types de végétation.

Dans les régions de plaine où les conditions climatiques restent homogènes sur de grandes surfaces, la délimitation de région écologique doit donc se baser essentiellement sur la géologie. Au contraire, en montagne c'est l'altitude qui joue un rôle d'autant plus prépondérant qu'elle est plus élevée. Dans ce cas la notion de région écologique rejoint celle d'étage bioclimatique.

L'étude de la typologie des stations forestières suppose donc un découpage préalable du territoire en petites régions écologiques.

En France ce travail reste à faire bien que certaines réalisations régionales (au sens administratif du terme cette fois) soient à signaler. Nous citerons par exemple, puisque nous nous intéresserons plus particulièrement à la région méditerranéenne, celui réalisé en Languedoc par le C.E.P.E. de Montpellier qui avait d'ailleurs publié à ce sujet d'intéressants travaux théoriques. Citons aussi le travail général qui est en train de se faire au Service de la Carte de Végétation de Toulouse à partir des cartes déjà publiées (2) et dont il constitue un heureux « sous-produit ».

Signalons enfin le découpage déjà réalisé par l'Inventaire forestier National, qui est sans doute critiquable par endroits mais qui a le mérite d'exister pour toute la France.

Une fois le cadre géographique et écologique bien défini, nous proposons de réaliser ce que nous appelons un catalogue des stations forestières, c'est-à-dire un inventaire de tous les types de stations forestières existant sur le territoire considéré.

(2) Cartes complètes pour la région méditerranéenne française (cartes au 1/200 000).

Après une étude générale et simplifiée des caractères généraux de l'environnement de la région, le catalogue doit renfermer une description détaillée de chaque type de station dans ses composantes climatiques, édaphiques floristiques avec une mise en évidence des groupes écosociologiques caractéristiques. Il doit également donner des renseignements sur les qualités intrinsèques des sols vis-à-vis de la végétation forestière et en particulier dégager les facteurs qui peuvent être limitants. Ce problème des potentialités est très important et nous aurons à y revenir plus tard.

De plus, il est bon de donner des exemples concrets (typification) de chaque type de station en donnant les analyses physico-chimiques correspondantes et le relevé floristique complet avec les espèces regroupées en groupes écosociologiques; ces stations-types repérables sur le terrain doivent pouvoir servir de référence aux utilisateurs à venir des catalogues.

De plus, il convient d'indiquer les positions respectives des divers types de station en fonction des toposéquences et des pédoséquences caractéristiques de la région, afin de mieux faire comprendre leur place respective dans le paysage.

Il convient également de donner une indication sur l'importance spatiale relative des différents types en ayant présent à l'esprit qu'un type de station, marginal et très peu important dans une région donnée, peut prendre une extension considérable dans une région voisine.

Enfin il est nécessaire d'établir une clef de détermination qui permette, dans le cadre régional du catalogue, de déterminer rapidement sur le terrain les types stationnels à partir d'un nombre limité d'éléments topographiques, pédologiques et floristiques discriminants.

Cette clef est absolument indispensable car c'est à partir d'elle qu'une cartographie plus ou moins systématique pourra être réalisée par un personnel non spécialisé.

Plusieurs catalogues ont ainsi été réalisés. Le premier en date concerne le « Plateau lorrain », c'est-à-dire la partie argilo-marneuse de la Lorraine orientale qui s'étend depuis les Côtes de Moselle à l'Ouest (Bajocien), jusqu'aux grès triasiques à l'Est. Un autre est consacré aux plateaux calcaires de Lorraine. Il fait donc suite vers l'Ouest au précédent. Un troisième a été réalisé pour la Woëvre, une petite région naturelle de la Lorraine occidentale correspondant à une dépression argileuse (Callovo-oxfordien) enclavée dans la grande zone des plateaux calcaires. D'autres catalogues sont en cours de réalisation en Normandie, en Alsace et dans les Vosges.

De plus il faut signaler le catalogue des types forestiers de la vallée de l'Ognon dans le Doubs réalisé par l'Université de Besançon selon une méthodologie assez proche de la nôtre.

De cette méthodologie il est temps de parler. Comment réaliser concrètement cette typologie, cet inventaire des stations forestières.

Bien sûr dans une région donnée dont on se propose de réaliser l'inventaire des types forestiers, le premier travail est bibliographique. Il consiste à chercher et à rassembler toutes les études plus ou moins partielles (écologique, pédologique, floristique de végétation) ayant été réalisées dans la région ou dans des régions voisines. Parmi ces documents, certains existent partout ou presque : il s'agit de la carte géologique, de la carte de la végétation au 1/200 000 du C.N.R.S. et, dans une bien moindre mesure, de la carte des sols. Sur ce plan, **la région méditerranéenne est privilégiée** puisque ces types de documents, et d'autres existent pour de nombreuses zones.

Peut-être même dans certains cas la seule synthèse de tous ces documents et cartes thématiques permettra-t-elle la rédaction d'un catalogue régional tel que nous venons d'en parler.

Mais supposons l'inverse (qui est en fait le cas général), c'est-à-dire qu'il **n'existe pratiquement aucune étude** dans la région à étudier et qu'il faille pour ainsi dire partir

de zéro. Dans ce cas nous proposons d'établir cet inventaire des types de stations forestières par l'étude de ce que nous appellons un **massif-test**, c'est-à-dire représentatif (ou supposé tel) de la variabilité intra-régionale.

C'est pour cette étude de forêt-test que nous proposons, dans le cas de forêt naturelle(3), une **méthodologie phytosociologique**.

Le premier problème qui se pose, et qui est peut-être le plus important, est sans doute celui de l'échantillonnage. Il devra être systématique pour pouvoir appréhender toute la variété de la zone étudiée et d'une intensité fonction de la précision recherchée. Mais il y a alors deux exigences contradictoires, celle de la précision qui veut un nombre maximum de points-relevés et celle du temps disponible et des moyens dont on dispose qui sont limités. A chaque cas un compromis acceptable doit être trouvé en ayant présent à l'esprit le fait que dans tout échantillonnage, un certain pourcentage (généralement de l'ordre de 10 % dans les forêts aménagées), de points-relevés devront être éliminés car « tombants » qui sur un chemin, qui sur une coupe, qui sur un étang etc.

Cet échantillonnage devra aussi être stratifié en fonction des éléments évidents de variabilité du milieu comme la topographie ou la géologie. Cette stratification peut aller jusqu'au transect dans le cas d'une succession plus ou moins régulière de différents types de matériaux le long d'une toposéquence. Du transect à l'échantillonnage régulier selon une maille géométrique régulière, la gamme est donc large et le choix à faire à chaque cas.

L'expérience nous a montré qu'environ 300 points-relevés constituaient un nombre réalisable par une personne au cours d'une campagne de prise de données et en même temps suffisant pour un traitement statistique.

Quelles sont les données à recueillir à chaque point-relevé de l'échantillonnage ?

Elles peuvent être extrêmement nombreuses et de nature multiple : le C.E.P.E. Louis-Emberger de Montpellier a réalisé un recueil indiquant pratiquement toutes les données de l'environnement pouvant être notées et la manière de les coder en vue de leur traitement statistique. Ce code n'est pas utilisable tel quel, car il ne peut être question de noter toutes ces variables (il faudrait une journée entière par relevé !) mais il est intéressant à connaître car on y trouve toutes les données dont on peut avoir besoin pour une étude précise.

Dans le cas de la typologie qui nous préoccupe ici, nous pensons que les données à recueillir sont de nature floristique, écologique et éventuellement dendrométriques.

Pour les données floristiques, il s'agit d'un relevé classique de végétation suivant l'école de Zurich-Montpellier, c'est-à-dire d'un relevé exhaustif, strate par strate, de toutes les espèces présentes à chacune desquelles on attribue une note d'abondance-dominance. Comme en phytosociologie classique, ce relevé s'effectue sur une surface d'environ 400 m² homogène à vue d'œil sur le plan de la végétation.

Comme **données écologiques** on relève les données classiques d'altitude (dans le cas de relief non négligeable) de pente et d'exposition ainsi que la forme du relief; les données lithologiques et pédologiques élémentaires (type, d'humus, épaisseur de l'A₁, épaisseur d'une éventuelle couverture limoneuse etc.).

Comme **données dendrométriques** on se contente de la mesure de la hauteur totale de trois arbres dominants afin de se faire une idée de la fertilité stationnelle (site index).

L'expérience montre que dans une journée de travail une personne exercée peut effectuer les prises de données sur 10 à 12 points-relevés, cheminements compris).

(3) Nous entendons par forêt-naturelle une forêt ou les espèces poussent spontanément même si leur régénération est provoquée par l'Homme, et cela par opposition aux forêts issues de plantations.

Exploitation des données

Nous préconisons l'utilisation de l'**analyse factorielle des correspondances** qui est bien adaptée au traitement de données qualitatives nombreuses. Cela suppose le passage sur ordinateur et donc le codage des données en classes.

On effectue cette analyse factorielle des correspondances en ne prenant en compte que les seules variables floristiques. Il s'agit donc d'une analyse phytosociologique qui se traduit par la mise en évidence d'un certain nombre de groupes de relevés (les groupements végétaux) et d'un certain nombre de groupes d'espèces qui sont des groupes écosociologiques; le caractère indicateur de ces groupes étant révélé par ce que l'on sait déjà de l'écologie des espèces qui les composent, et confirmé par la position en leur sein ou à leur voisinage des variables écologiques ou dendrologiques qui sans participer aux calculs effectués sur les seules variables floristiques sont replacées automatiquement, d'après leurs affinités sociologiques, dans l'espace des variables floristiques.

Dans l'analyse des correspondances le 1^{er} facteur calculé est celui qui correspond au maximum de la variabilité de l'échantillonnage; il correspond donc au facteur écologique déterminant dans la répartition de la végétation. En montagne c'est généralement l'altitude et en plaine la nature du sol: les autres facteurs correspondent généralement à des facteurs écologiques secondaires comme la richesse chimique des sols, leur humidité etc.

L'ordonancement des espèces et des relevés de végétation selon l'ordre établi par le 1^{er} facteur de l'analyse permet de dresser un tableau phytosociologique dont il reste à « peaufiner » la « diagonalisation » ce qui permet la mise en évidence et la caractérisation des différents groupements végétaux c'est-à-dire des différents types forestiers, c'est-à-dire des différents types d'écosystèmes forestiers.

La comparaison de la composition floristique des groupements végétaux ainsi mis en évidence permet de juger de leur degré de différenciation et de leur éventuel rattachement ou similitude avec des associations végétales déjà décrites dans la « littérature » phytosociologique.

Les différents types de stations forestières étant ainsi mis en évidence, il reste à les caractériser plus complètement sur le plan écologique et dendrométrique, d'une part à l'aide des données recueillies sur les points-relevés correspondants à chaque type de station et, d'autre part, en effectuant des mesures complémentaires plus détaillées (prélèvement de carottes de bois et d'échantillon de sol pour analyse en laboratoire par exemple) sur un ou quelques points-relevés particulièrement caractéristiques de chaque type de station. Ces points-relevés très caractéristiques étant d'ailleurs mis en évidence par l'analyse factorielle. Cette manière de faire permet d'économiser ces analyses qui sont longues et coûteuses (4).

L'étude du massif-test est généralement poursuivi par la cartographie de la totalité ou d'une partie seulement de sa surface. Elle n'est pas obligatoire dans la méthodologie proposée, mais elle a l'avantage de faire mieux comprendre les places relatives de chaque type forestier dans l'espace et en particulier le long des toposéquences et donc de mieux saisir les relations sol-végétation et, en fin de compte, le déterminisme édaphique des types forestiers.

Cette cartographie sera très facilitée dans le cas d'un échantillonnage à maille géométrique régulière où chaque point de la maille peut-être rapporté, grâce à l'analyse, à un des types de stations.

(4) Dans l'optique où la production de biomasse tend à devenir une spéculation intéressante, il serait bon de préciser la productivité en biomasse des différents types de station et, en particulier, de celle fournie par le sous-bois, et qui peut être assez importante comme dans les forêts méditerranéennes.

Remarquons que certains ont préconisé pour la cartographie l'utilisation systématique des photographies aériennes dont il existe une couverture complète pour la France et pour de nombreux autres pays. Si, comme nous le verrons plus loin, cette utilisation se justifie pleinement dans les zones à végétation naturelle et à écologie contrastée comme les régions méditerranéennes ou montagnardes, nous sommes par contre très sceptiques sur leur possibilité d'utilisation dans les forêts de plaine aménagées et exploitées depuis longtemps et où l'aspect des peuplements est très largement influencé par les artefacts que constituent les traitements sylvicoles.

Cette méthodologie accorde, on le voit, une place prépondérante à l'analyse de la végétation naturelle du fait de son caractère indicateur synthétique et de sa facilité d'appréhension.

Il en résulte que, corollairement, elle ne sera pas applicable dans les cas suivants :

- il n'y a pas du tout de végétation (zone défrichée);
- on a affaire à une végétation artificielle; culture par exemple, plantation d'épicéas, etc. en remarquant que le caractère naturel ou artificiel est souvent très difficile à établir comme c'est le cas avec le Pin sylvestre ou l'Épicéa dans les forêts des Vosges;
- on a affaire à une végétation spontanée, mais non encore en équilibre avec les conditions physico-chimiques de milieu. C'est le cas des friches et des landes mais aussi, en forêt, des premiers stades de la futaie régulière.

Dans ces cas où l'utilisation de l'outil végétation n'est pas possible, la pédologie devra prendre la première place, assistée de la prise en considération de la topographie. Par comparaison avec les caractéristiques topo-édaphiques des

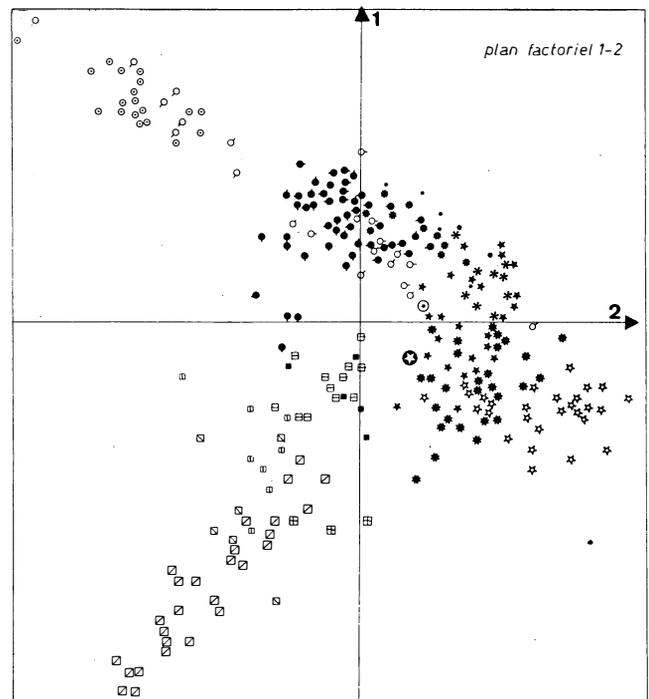


FIG. 1. - Exemple de graphique obtenu par Analyse factorielle : il s'agit d'un échantillonnage des hêtraies sur roche-mère calcaire de l'Ouest de la France (COMPS, LETOUZEY et TIMBAL, 1980). Les différents symboles utilisés représentent les relevés de végétation se rapportant à une association donnée, décrite dans la littérature phytosociologique. L'analyse factorielle permet donc de juger leurs affinités floristiques et leur place respective le long des gradients écologiques et géographiques que l'on peut identifier. Un graphique tout à fait analogue peut être obtenu, où les symboles représentent alors les variables explicatives, floristiques ou écologiques.

types forestiers décrits on pourra dans la cartographie, ainsi relier les zones où il n'aura pas été possible d'effectuer un relevé correct de végétation, aux différents types stationnels mis en évidence à partir de l'étude de la végétation climatique ou paraclimacique restante.

Après avoir décrit la méthodologie que nous avons mis au point pour la mise en évidence et l'étude des groupements forestiers, nous voudrions revenir et insister sur quelques points qui nous paraissent particulièrement importants.

Le premier de ces points concerne les compétences nécessaires à l'étude des stations. Ici aussi il convient de distinguer la typologie de la cartographie.

Dans une région donnée, l'élaboration de la typologie, qui doit se concrétiser par la rédaction de ce que nous avons appelé un « catalogue des stations forestières » est une affaire scientifique, une affaire de spécialiste dont les compétences doivent englober tous les aspects des écosystèmes forestiers : aspects floristiques, géologiques, pédologiques et forestiers, sans oublier la capacité de mettre en œuvre et surtout de savoir interpréter les traitements informatiques. C'est une compétence d'ingénieur et l'expérience que nous avons des stages de 3^e année de certains élèves de l'École des Barres, nous montre qu'après une courte période d'initiation, les futurs ingénieurs des travaux des Eaux et Forêts sont capables de mener à bien de telles études.

Par contre, une fois la typologie réalisée, y compris la clé d'identification des stypes stationnels, la cartographie, limitée ou systématisée à toutes les forêts de la région étudiée, constitue typiquement une action de développement et doit être réalisée par des techniciens de terrain, si possible ceux qui en assurent la gestion (agents techniques de l'O.N.F., techniciens de C.R.P.F., etc.). Sur ce point aussi les expériences ont été positives.

Le deuxième point concerne les potentialités des écosystèmes forestiers.

Nous pensons que l'étude de ces potentialités (prises au sens le plus large), ne doit pas être confondue avec la mise en évidence des stations, c'est-à-dire avec la typologie, mais en **constituer la suite logique**. Elle aussi ne nécessite pas le recours à un spécialiste mais constitue une tâche qui est nettement du ressort du forestier.

En effet une typologie constitue un ensemble de « tiroirs » bien ordonnés, mais qui sur le plan des potentialités forestières se présentent généralement à peu près vides. Dans la méthodologie que nous venons de décrire nous proposons, d'ailleurs facultativement, la mesure de certaines données dendrométriques; celles-ci rajoutées à celles tirées des observations pédologiques sont plus destinées à apprécier la fertilité intrinsèque relative des différents types de stations que leurs potentialités véritables.

Une véritable étude des potentialités forestières des différents types stationnels d'une région (que l'on appelle aussi « étude station – production ») est un travail important qui nécessite de très nombreuses observations et mesures se rapportant au comportement et à la productivité d'un certain nombre d'essences économiquement intéressantes sur des types stationnels bien identifiés. Elles concernent aussi bien l'aspect production proprement dit (accroissement en hauteur et en volume d'une essence), que l'aspect qualité des bois, l'aspect sanitaire, l'aspect sylvicole de réussite de certaines opérations sylvicoles (éclaircies, régénération naturelle...), l'aspect qualitatif de réussite de l'introduction de certaines espèces exotiques et l'aspect technologique de la réussite ou de l'échec de certaines opérations ayant pour but l'amélioration de la fertilité stationnelle intrinsèque (fertilisation, drainage, etc.).

Disposant de ces tiroirs, le gestionnaire pourra désormais classer les observations de ce type dans les tiroirs correspondants et les remplir progressivement, alors que

sans cette référence à un type stationnel précis, ces observations perdaient la plus grande partie de leur intérêt faute de pouvoir être extrapolées avec sûreté.

C'est pour les mêmes raisons que les petits arboretums forestiers disséminés en France n'ont vraiment d'intérêt que dans la mesure où l'on connaît avec précision les conditions d'environnement dans lesquelles ils ont été installés, ce qui n'est malheureusement que rarement le cas.

Cela ne veut pas dire pour autant que les études qui sont effectuées pour préciser l'écologie de telle ou telle essence de reboisement, sans souci de typologie stationnelle, soit inutile ou sans intérêt. Au contraire, en l'absence de canevas typologique, c'est la seule méthode qui soit opérationnelle et elle apporte toujours d'intéressants renseignements sur l'autécologie de l'espèce étudiée. Elle est plus analytique, plus explicative et, si elle a été complète et bien faite elle doit forcément aboutir aux mêmes résultats que par la méthode préconisée car il n'y a qu'une vérité. Mais elle est plus coûteuse et moins sûre. Plus coûteuse car pour pouvoir établir des liaisons statistiques valables, entre certaines variables biologiques à expliquer (croissance, régénération) et certaines variables explicatives du milieu, il faut un échantillonnage suffisant et, à chaque site de nombreuses analyses et beaucoup de temps. Elle est aussi moins sûre, d'une part, car il est illusoire d'espérer avoir un échantillonnage suffisant pour toutes les variables et surtout pour toutes les classes de chaque variable et, d'autre part, on n'est jamais sûr de prendre en compte la variable décisive.

Le dernier point concerne **les cartes de stations** et, en particulier, celles qui sont réalisées à l'occasion de l'étude des massifs-tests ou celles que l'on peut trouver ici ou là dans la littérature scientifique régionale. Beaucoup de gestionnaires croient pouvoir les utiliser directement pour les aménagements qu'ils ont à réaliser, mais doivent y renoncer devant leur complexité et leur hermétisme en englobant dans le même discrédit tous les travaux de ce genre.

Ce malentendu fâcheux provient de la confusion qui est trop souvent faite entre carte des stations (ou carte des milieux) et carte d'aménagement (ou d'utilisation) (5).

Une carte des stations est un document scientifique qui dresse un constat écologique. Il doit être aussi précis que l'échelle le permet et indépendant de l'utilisation actuelle (et donc des peuplements actuels) qui est faite du territoire considéré.

L'aménagiste doit tenir compte des contraintes écologiques mises en évidence dans l'étude des stations, mais il doit aussi tenir compte d'un certain nombre d'autres contraintes. Il y a d'abord les peuplements existants, héritage d'un long passé à gestion forestière plus ou moins heureuse; il y a aussi le parcellaire qui ne peut être trop modifié, il y a les contraintes socio-économiques liées au marché des différents bois et il y a enfin les moyens humains, financiers et mécaniques dont il peut disposer. Entre plusieurs options, toutes écologiquement acceptables, il doit faire un choix. C'est à lui de choisir aussi la taille minimum des unités de gestion et le nombre de types de stations qu'il peut raisonnablement accepter du fait de ces contraintes. De ce choix résultera une simplification plus ou moins poussée de la carte des stations par regroupements de certains types voisins et suppression des unités de trop petites surfaces. A la limite il peut même faire un choix contraire à l'aptitude naturelle d'un type de station, mais il le fera alors en toute connaissance de cause. C'est **la responsabilité de l'Aménagiste**, pas celle du phytoécologiste. D'ailleurs dans un contexte socio-économique différent un aménagiste ultérieur pourra, en repartant de la même carte des stations réaliser une nouvelle carte d'aménagement sensiblement différente de la précédente.

(5) Le terme de carte des vocations nous semble à proscrire du fait de son ambiguïté.

Après avoir parlé de la méthodologie d'étude des stations que nous préconisons au C.N.R.F., il convient d'aborder le problème particulier de la région méditerranéenne.

La méthodologie proposée a été conçue en Lorraine dans des forêts collinéennes peu ou pas artificialisées et dans un état proche du climax (chênaie et hêtraies).

Son application à des forêts naturelles résineuses ou mixtes de montagne s'est révélé possible aussi bien dans les Alpes (Chartreuse) que dans les Pyrénées et le Massif Central. Mais en région méditerranéenne proprement dite elle n'a pas été testée et il serait sans doute nécessaire de le faire du fait des particularités biologiques de cette région et de la gestion de ses forêts.

Ces particularités tiennent, on ne l'ignore pas, à leur état quasi général de dégradations. La plupart du temps on n'a pas affaire à des forêts au sens étroit du terme tel qu'on l'entend dans la moitié Nord de la France, mais à des formations mi-arbustives – mi-arborescentes plus ou moins hautes et denses : les maquis et garrigues, le fait qu'elles soient parsemées de pins ne changent rien à l'affaire. Il s'agit donc d'une végétation généralement non en équilibre avec les conditions biophysiques du milieu, si ce n'est trop souvent hélas, avec le feu, et où une homogénéité végétale apparente cache souvent une hétérogénéité édaphique importante à prendre en compte pour le reboisement qui est sans doute ici l'aspect forestier le plus important (6).

Étant donné la lenteur des processus dynamiques dans le sens de la reconstitution des groupements climaciques, on peut considérer les maquis et les garrigues (surtout s'ils sont hauts et denses), comme des groupements stables et permanents pouvant bien se prêter, moyennant quelques précautions, à l'étude des relations sol-végétation et du caractère indicateur de cette dernière.

Il n'en est pas toujours ainsi et dans certains secteurs fréquemment incendiés, on a affaire à des végétations quasi pionnières qui ne rentrent absolument pas dans le cadre d'application de la méthodologie proposée.

Dans ce cas il convient de replacer ces stades pionniers dans le cadre de leurs séries dynamiques et d'accorder, comme il a été dit plus haut, une importance particulière à l'étude des sols.

C'est pourquoi en région méditerranéenne, il est particulièrement important qu'un catalogue stationnel prenne en compte l'aspect dynamique en décrivant de manière aussi précise que possible les stades de dégradation ou de recolonisation qui se rattachent à chaque type climacique ou subclimacique donné. Nous le préconisons d'une manière générale pour les forêts tempérées dont les stades de dégradation sont encore forestiers. Mais il est pratiquement propre aux régions méditerranéennes d'avoir à prendre en compte des stades initiaux pionniers. C'est là une difficulté supplémentaire qu'il ne faut pas sous-estimer.

Par contre la richesse de la flore et l'existence de « milieux » écologiquement très contrastés (même parfois sur une faible surface), constituent des conditions très favorables à l'existence de groupements végétaux nombreux et bien individualisés. Ceux-ci ont été étudiés et décrits depuis longtemps par BRAUN-BLANQUET et ses élèves (7), ce qui fait que la matière de plusieurs catalogues, au sens où nous l'avons défini plus haut, existe sans doute. Ce serait pour un phytoécologiste forestier un travail fort utile que de réaliser la synthèse de toutes ces études existantes. Malheureusement, pour des raisons conjoncturelles qu'il n'y a pas

(6) Pour ce reboisement certains facteurs comme la pente, les risques d'érosion, la possibilité de travail du sol peuvent devenir limitants et il est donc nécessaire de les noter systématiquement.

(7) Citons en particulier les travaux de MOLINIER, NÈGRE, GUINOCHE... et ceux plus récents de LAPRAZ, QUÉZEL, BARBERO, LOISEL, GRUBER, etc.

lieu de développer ici, il n'y en a jamais eu et cela est fort dommage.

En région méditerranéenne le facteur limitant principal pour la végétation forestière est l'eau disponible. L'eau utile des sols et donc leur profondeur constitue un facteur écologique fondamental et la hauteur de la végétation naturelle (arborescente ou arbustive) ainsi que sa densité, constituent d'excellents indicateurs de la profondeur des sols et donc, pratiquement, de leur fertilité.

Il en résulte qu'il est très facile de dresser des cartes de types de stations à partir des photographies aériennes classiques (au 1/25 000 ou au 1/12 500), vues en vision stéréoscopique. Sur les photos elles-mêmes ou sur un calque posé sur elles, il est aisé de délimiter sous des lunettes stéréoscopiques, des unités de végétation qu'il convient ensuite d'identifier au sol par analyse floristique et pédologique. Nous-même avons, il y a une dizaine d'années, largement utilisé cette technique dans les forêts dégradées de Chêne liège et les maquis de la Kroumirie et des Mogods dans le Nord-Ouest de la Tunisie, où nous étions chargé de la préparation écologique des périmètres de reboisement. Ces derniers étaient cartographiés de cette manière et l'identification des unités de végétation se faisait au moyen de relevés floristiques et par l'observation de profils pédologiques avec référence à la typologie déjà réalisée dans ce pays lors du lever de la carte phytoécologique au 1/200 000 de la moitié nord de ce pays par les équipes du C.E.P.E. de Montpellier.

Étant donné la quasi impossibilité de pénétrer dans certains types de maquis, l'accès se faisait par l'ouverture de layons-transects sommaires dont la direction était déterminée à l'avance, sur photographie aérienne, de manière à recouper un maximum de plages de végétation différentes.

Chaque plage ayant été identifiée et rapportée à un type stationnel et l'homogénéité édaphique des plus grandes ayant été appréciée, une carte des milieux était ainsi dressée. Ensuite, en fonction de leur fertilité jugée par l'examen des profils pédologiques creusés au milieu des différentes plages de végétation, nous dressions une autre carte dite d'utilisation qui était une carte d'aménagement où nous indiquions :

- d'une part les zones où la végétation naturelle devait être conservée en raison de son bon état de conservation ou de son intérêt biologique, ou en raisons des risques d'érosion, etc. ;
- d'autre part les zones pouvant être reboisées en telle ou telle essence en fonction des caractéristiques édaphiques, ces zones recouvrant généralement plusieurs zones de végétation différente mais à potentialités analogues ;
- enfin, les zones inaptes au reboisement (généralement des zones marneuses à sols vertiques) mais possédant une potentialité fourragère non négligeable et donc à vocation pastorale, ce qui devrait permettre un cantonnement du pâturage.

Conclusion

La France a un gros retard à combler en matière de typologie et de cartographie des stations forestières par rapport aux autres pays de l'Europe et en particulier par rapport aux pays de l'Europe Centrale.

Conscient de ce problème, le Laboratoire de Phytoécologie du C.N.R.F. a travaillé pendant de nombreuses années à mettre au point et à tester la méthodologie que nous vous avons présentée et que nous pensons être assez souple pour être applicable à la quasi totalité des forêts françaises, méditerranéennes y comprises.

Pour rattraper ce retard, un gros effort devrait être fait et il serait hautement souhaitable qu'un service de typologie et cartographie des stations soit créé, qui disposerait d'au moins deux techniciens par région. Le travail typologique

qu'il réaliserait (car c'est cela qui est le plus important) profiterait aussi bien à la forêt soumise qu'à la forêt privée. A l'initiative de l'Institut pour le Développement forestier et sous le patronage du Service des forêts du Ministère de l'Agriculture, un groupe de travail réunissant des représentants de toutes les parties prenantes, s'est constitué et s'est déjà réuni plusieurs fois pour essayer de coordonner et d'homogénéiser les efforts qui se font dans ce sens en ordre dispersé un peu partout en France.

Pour la première fois en France, le problème de l'étude des stations forestières est posé officiellement et on peut espérer que c'est là le début d'un regain des études de typologie forestière en France.

Comme nous l'avons déjà dit dans ce groupe de travail, l'aspect méthodologique est finalement secondaire. Il n'est pas question d'imposer en France une méthodologie qui serait officielle. Nous avons mis au point au C.N.R.F. une méthodologie qui est opérationnelle et qui l'a prouvé; mais elle n'est pas la seule. Le plus important, et de loin, est le

type de résultat recherché et c'est lui qui doit être le plus homogène possible. Le groupe de travail sur l'étude des stations dont nous venons de parler a convenu que l'aboutissement des études de typologie sous forme d'un catalogue contenant une clé de détermination, était une manière tout-à-fait recommandable et heureuse, de présenter l'information typologique.

Voilà où en sont les choses. On peut donc dire que l'étude des stations forestières ne pose guère de problèmes méthodologiques. Des méthodes existent qui ont fait leur preuve et sont à la disposition de qui veut les utiliser.

Ce qui manque le plus, en région méditerranéenne comme ailleurs, ce sont les spécialistes de phytoécologie forestière capables de mettre en œuvre ces méthodes, et surtout c'est la reconnaissance de son caractère indispensable et, la volonté de la mettre véritablement et systématiquement en œuvre.

J. T.

Bibliographie

- BARTOLI Ch., 1966. – Études écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. Thèse Montpellier.
- BARTOLI Ch., 1961. – Aménagement de la forêt d'Harcourt (Étude des stations forestières).
- BELDIE A. et CHIRITA C., 1960. – Flora indicatoare din padurile noastre Editura Agro. Silvica, Bucuresti.
- BECKER M., 1968. – Écologie et phytosociologie, sciences de base en recherches forestières. 87^e Congrès de l'A.F.A.S., sect. 15, Nancy, 1968.
- BECKER M., 1971. – Étude des relations sol-végétation en condition d'hydromorphie dans une forêt de la plaine lorraine. Thèse. Fac. Sci. Nancy.
- BECKER M., 1972. – Écophytosociologie et production ligneuse. Colloque sur les relations entre l'écologie des stations et la production ligneuse. *Ann. Sci. forest.*, 30, 2, 143-182.
- BECKER M., DUBOIS F. X., LE TACON F., 1977. – Types de station, fructification et installation des semis de Hêtre sur les plateaux calcaires du Nord-Est (Forêt de Haye, 54). Interaction avec le travail du sol et l'élimination de la végétation concurrente. *Rev. Forest. franç.* 29, 5, 363-374.
- BECKER M., 1977. – Forêt française : pour une définition et une cartographie des stations. *Bull. Techn. O.N.F.*, 9, 1977.
- BECKER M., 1978. – Définition des stations en forêt de Haye (54). Potentialités du Hêtre et du Chêne. *Rev. forest. franç.*, 30, 4.
- BECKER M. – Une étude phyto-écologique sur les plateaux calcaires du Nord-Est (Massif de Haye – 54). Utilisation de l'analyse des correspondances dans la typologie des stations. Relations avec la productivité et la qualité du Hêtre et du Chêne. *Annales des sciences forestières*, 36, 2, 93-122.
- BECKER M., LE TACON F. et TIMBAL J., 1980. – Les plateaux calcaires de Lorraine, types de stations et potentialités forestières. Éditions ENGREF, 1980.
- BONNEAU M., TIMBAL J., 1972. – Définition et cartographie des stations. Conceptions françaises et étrangères. *Annales des Sciences forestières*, vol. 30, n° 3, p. 201.
- BRETHES A., 1976. – Catalogue des stations forestières du plateau lorrain. Doc. à diff. limités, O.N.F. et C.N.R.F., 1976.
- CAJANDER A. K., 1926. – The theory of forest types. *Acta forestalia fennica*, 31, Helsinki.
- DAGNELIE P., 1956. – Recherches sur la productivité des hêtraies de l'Ardenne en relation avec les types phytosociologiques et les facteurs écologiques. *Bull. Inst. Agro. Stat. Rech. Gembloux*, t. XXIV (n° 3, 4 et 5).
- DEBAZAC E. F. et al., 1961. – Type de forêt et aménagement : la forêt de la Contrôlerie en Argonne. *Ann. E.N.E.F.*, 18 (1).
- DEBAZAC E. F., 1980. – Écologie et économie forestière. Actualités d'écologie forestière de P. PESSON, pages 309-344. Gauthier-Villars 1980.
- DUCHAUFOR Ph. et al., 1958. – Un exemple pratique de cartographie des stations : la forêt du Ban d'Étival (Vosges) *R.F.F.*, n° 10.
- ELLENBERG et al., I.U.F.R.O., 1967. – Vegetation und bodenkundliche Methoden der Forstlichen – Standortskartierung.

- Institut Goobotanique Rübel Zürich.
- GALOUX A., 1967. – Les territoires écologiques, analyse, description, classification. *Lejeunia*, 41, 1967, 1-20.
- GODRON M., 1966. – Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation. *Oecologia plantarum*, 1 (2), 1966, 187-197.
- GODRON et al., 1968. – Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Édition du CNRS, Paris 1968.
- GOUNOT A. et SCHOENENBERGER A., 1965. – Carte phytocologique de la Tunisie septentrionale au 1/200 000. Feuille 2 : Bizerte Tunis. Feuille 3 : Tabarka Souk el arba. *Ann. Inst. nat. Rech. Agri. Tunisie*, 40 (1), 1967.
- GUINOCHET M., 1966. – L'écologie végétale. Quelques remarques sur ses fondements et ses objectifs. *Mises à jour*, 1, p. 387-402.
- I.D.F., 1978. – *Bull. de vulgarisation forestière*, 1978, 11/12.
- IZARD M., 1977. – Comptabilité écologique à moyenne échelle. Application à la définition des régions écologiques Donezan, Capcir, Cerdagne. *Bull. Ecol.* 1977, 8 (3) 219-230.
- JACAMON M., MORNICHE, 1958. – Une étude pédologique et botanique en liaison avec celle des types de peuplement (Forêt domaniale des Trois Bois) *R.F.F.*, 2, p. 81.
- JURATIC L., PLAN J., 1976. – Étude phyto-écologique en forêt domaniale de Grande-Chartreuse. Mémoire de 3^e année E.N.I.T.E.F., 101 p. + annexes.
- KELLER R., LE TACON F., TIMBAL J., 1976. – La densité du bois de hêtre dans le Nord-Est de la France. Influence des caractéristiques du milieu et du type de sylviculture. *Ann. Sci. forest.*, 33, 1, 1-17.
- LACOSTE A., ROUX M., 1971-1972. – L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes maritimes. I. L'analyse des données floristiques. II. L'analyse des données écologiques et l'analyse globale. *Oecol. Plant.*, 6, 353-369 et 7, 125-146.
- LE TACON F. et TIMBAL J., 1975. – La cartographie des stations : application à l'aménagement des forêts. *Sciences du sol; Bull de l'AFES*, 1, 1975.
- MOLINER R., 1939. – Les associations végétales du massif de la Sainte-Baume (Provence occidentale). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 73, 1939, 27-69 + 1 carte.
- NUSSBAUM A. – Contribution à la mise au point d'une méthode cartographie des stations forestières. Application à la forêt de Montagne (Meuse). Mémoire de 3^e année E.N.I.T.E.F. – 1974, 70 p., annexes.
- PICARD J. F. – Une méthode de définition des stations en forêt : application à la forêt domaniale de Bellême (Orne). *Annales des sciences forestières*, vol. 36, 3, 1979.
- RICHAR J. L., 1965. – Extraits de la carte phytosociologique des forêts du Canton de Neuchâtel (Suisse). *Commission phytogé. de la Soc. Helv. Sci. Nat. fasc.* 17.
- SUKACHEV V., 1958. – General principles and procedure in the study of forest types. Doc. polycopie I.U.F.R.O.
- TIMBAL J., 1973. – La végétation de la forêt de Sainte-Hélène (Vosges). Exemple d'analyse floristico-statistique de la phytocénose forestière. *Vegetatio*, 27, 4/6, 267-321.
- TIMBAL J., 1971. – Applications des techniques écologiques aux reboisements en Tunisie, *R.F.F.*, 18 (3), p. 233-258.