

CARTOGRAPHIE BIOGÉOGRAPHIQUE ET DYNAMIQUES DE PAYSAGE EN MONTAGNE DE LURE

Laurent Simon *, Bezounesh Tamru **

RÉSUMÉ. *Les paysages de la montagne de Lure ont changé. Une cartographie de l'état actuel du couvert végétal tend à mesurer cette dynamique et ses conséquences économiques, sociales et environnementales. La télédétection et les systèmes d'informations géographiques sont des moyens mis au service de cet objectif.*

• BIOGÉOGRAPHIE • CARTOGRAPHIE,
DYNAMIQUE DES PAYSAGES • MONTAGNE
DE LURE • TÉLÉDÉTECTION

ABSTRACT. *The landscape of the Lure Mountain has changed. Mapping of the vegetation in its present state tends to measure these dynamics and the resulting economic, social and environmental consequences. Remote sensing and geographic information systems are used to obtain this objective.*

• BIOGEOGRAPHY • DYNAMIC LANDSCAPE
MAPPING • LURE MOUNTAIN • REMOTE
SENSING

RESUMEN. *Los paisajes de la montaña de Lure han cambiado. Una cartografía del estado actual de la vegetación permite evaluar esta dinámica y sus consecuencias económicas, sociales y medio ambientales. La teledetección y los sistemas de información geográfica son medios que sirven para este objetivo.*

• BIOGEOGRAFÍA • CARTOGRAFÍA • DINÁ-
MICA DE LOS PAISAJES • MONTAÑA DE
LURE • TELEDETECCIÓN

Comme la plupart des régions de moyenne montagne méditerranéenne, la montagne de Lure, située dans les Alpes du Sud, a connu jusqu'au début des années 1970 une évolution économique et sociale marquée par l'abandon des activités rurales traditionnelles et par un déclin démographique sensible. Ce recul de l'activité agricole et pastorale, qui s'est traduit par la progression de la végétation, peut aboutir à terme à une fermeture du paysage, à une banalisation des biocénoses et à la disparition d'un patrimoine naturel. Les conséquences de ces évolutions, tant géomorphologiques que bioclimatiques, sont loin d'être négligeables : modification des bilans hydriques, des types d'écoulement, transformation des stocks floristiques.

La compréhension de ces dynamiques, la mesure de leurs pas de temps comme de leur extension spatiale, supposent une approche cartographique permettant à la fois de dresser un état des lieux à un moment donné, de quantifier les évolutions et d'intégrer les multiples facteurs qui interviennent

dans ces processus de fermeture du paysage. Le recours à l'imagerie satellitaire, à la photographie aérienne et l'intégration des données dans un SIG représentent les principales étapes de cette démarche cartographique.

La montagne de Lure : les mutations paysagères d'un géosystème de marge méditerranéenne

La montagne de Lure, qui culmine à 1826 m, se présente comme le prolongement oriental du mont Ventoux. Elle possède l'aspect caractéristique d'une vaste ligne de crête dissymétrique orientée E-O. Le versant sud, en pente relativement douce (fig. 1), correspond à un revers plus ou moins tranché par une surface (Lhénaff, 1957). Le versant nord, à forte pente, correspond à un crêt de chevauchement, dominant le mont dérivé de la montagne de Pellegrine et la vallée du Jabron. Si les systèmes de pentes et les expositions (fig. 2) contribuent nettement à l'opposition entre les deux versants, des nuances secondaires

* Laboratoire de biogéographie et d'écologie, UMR 180 - CNRS, École Normale Supérieure de Fontenay-Saint-Cloud.

** Laboratoire rhodanien de géomorphologie, UMR 5600 - CNRS, Université Lyon 2, Faculté GHHAT, 5 Av. Pierre-Mendès France, 69676 Bron Cedex.

E-mail : Tamru@mom.fr.

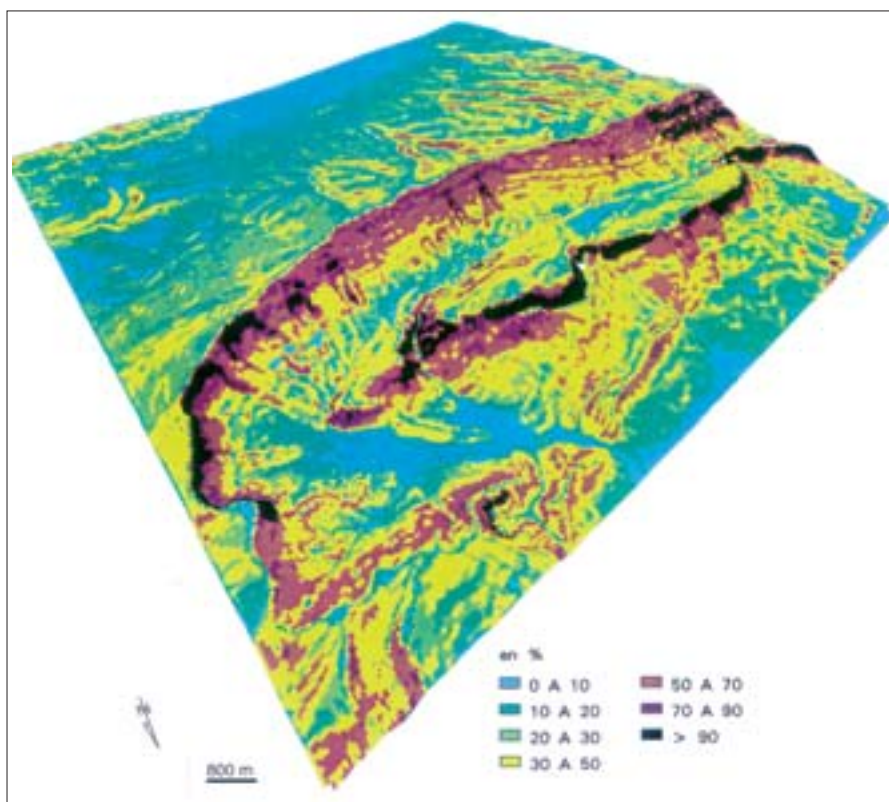
interviennent qui permettent de caractériser des adrets au pied du versant nord et de petits ubacs, souvent à forte pente (50 à 70 %), sur le flanc sud. Si l'on ajoute à ces variantes topo-climatologiques la diversité des sols, et notamment l'opposition entre les sols superficiels (rendzines et lithosols calciques) et les sols plus profonds à réserve hydrique importante (sols bruns calcaires et bruns calciques), on perçoit la complexité des biotopes sur cette marge méditerranéenne. Ces nuances s'expriment d'autant plus que la région constitue un ensemble de transition bioclimatique et phytogéographique. La carte climatique (Péguy, 1972) souligne la remontée le long de la vallée de la Durance et dans certaines vallées secondaires, dont celle du Jabron, des influences méditerranéennes. De la même manière, l'interpénétration des séries de végétation méditerranéennes et subméditerranéennes est remarquable jusqu'au pied du versant nord de Lure. Une telle diversité a permis de définir, à grande échelle, plus de cinquante unités « naturelles » distinctes (Pech, Simon, Tabeaud *in* Hotyat, Simon, 1996). C'est en fonction de cette mosaïque spatiale que s'expriment les dynamiques de paysage.

L'ensemble de la montagne de Lure a connu, entre le milieu du XIX^e siècle et le milieu des années 1970, une décroissance démographique pratiquement ininterrompue. Un village comme Noyers sur Jabron, fort de 1254 habitants en 1841, n'en possédait plus que 232 en 1962 ! Cette crise démographique s'est traduite par un abandon agricole accusé et par une dynamique « forestière » dirigée (politique de restauration de terrains en montagne : RTM) ou naturelle (accus spontanés). À des paysages largement ouverts ont succédé des peuplements fermés, forestiers ou subforestiers.

Plusieurs phases peuvent être distinguées dans ce long processus de déclin agricole et rural. L'amorce du repli démographique se produit au milieu du XIX^e siècle. Mauvaises récoltes, effondrement des prix, épidémies et variabilité climatique accrue (de

1839 à 1879, les années très pluvieuses alternant avec les années fortement déficitaires) ont entraîné un exode rural massif. La politique de RTM, dans les années 1880, est appelée par cet abandon des terres agricoles et par la disponibilité qui en résulte. Le versant nord de la montagne est le plus affecté : l'abandon y est en effet plus massif qu'ailleurs et la torrentialité, corollaire de la surexploitation précédente, fortement marquée (crues de 1882 et 1886). Le recul de la population se poursuit au début du XX^e siècle, renforcé par les pertes occasionnées lors de la Première Guerre mondiale. La rétraction de l'espace agricole continue jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, le flanc sud de la montagne échappant partiellement à cette évolution du fait du maintien de la transhumance. La dernière grande période de déclin démographique a lieu à partir des années 1950. Elle affecte cette fois tout particulièrement l'adret de la montagne et se traduit notamment par une reconquête spontanée de la végétation.

La fermeture des paysages se traduit par l'atténuation marquée des caractéristiques méditerranéennes et par une progression des groupements supraméditerranéens et montagnards (Simon, 1997). Nombre d'espèces méditerranéennes,



1. Montagne de Lure : modèle numérique de terrain et carte des pentes

présentes sur la montagne de Lure dans les années 1950 (Mathon, 1952), n’y occupent plus que des espaces restreints, ou ont totalement disparu. Les chênes méditerranéens (chêne vert, kermès) qui avaient pu conquérir des espaces à la faveur de l’ouverture des paysages se trouvent repoussés sur les marges de la montagne de Lure.

Il en va de même des dynamiques morphologiques et hydrologiques. Les processus typiquement méditerranéens, fréquemment mentionnés au siècle dernier (torrentialité, ravinement), s’estompent au profit des mouvements de masse, plus fréquents sous couvert forestier. C’est en définitive une mutation significative, non seulement des paysages, mais aussi des processus qui leur sont caractéristiques, que traduit l’évolution de la montagne de Lure depuis un siècle.

La diversité biogéographique et sa cartographie

L’imagerie satellitaire (image Landsat 5 Thematic Mapper du 20 septembre 1988) fournit un outil approprié de collecte d’informations spatialisées et actualisables. Elle suppose résolu, dans une optique de cartographie biogéographique, un certain nombre de problèmes propres à ce type de milieu : discrimination entre formations végétales voisines, ombre d’exposition.

Contraintes méthodologiques

- L’étagement bioclimatique de la montagne de Lure explique dans une large mesure sa richesse biogéographique. Toutes les nuances du milieu montagnard méditerranéen s’y expriment, des étages inférieurs euméditerranéen à l’étage supraforestier ou pseudo-alpin. On y rencontre toute la gamme des étages supraméditerranéens et monta-



2. Montagne de Lure : carte des expositions

gnards au sein desquels sont imbriquées hêtraies-chênaies, hêtraies, hêtraies-pineraies et hêtraies-sapinières (Rameau, 1992). L’importance des dynamiques explique également la multiplicité de formations secondaires dégradées du type lande ou pelouse dans les différents étages : landes à lavande (*Lavandula latifolia*), à buis (*Buxus sempervirens*), à genêt (*Genista cinerea*), à genévrier (*Juniperus communis*) ; pelouses à brome (*Bromus erectus*) ou fétuque. À cette variété des formations végétales issue des différentes phases de peuplement, s’ajoutent les interventions anthropiques directes, et notamment toute la politique de reboisement déjà évoquée. Les principales essences de reboisement utilisées sont ici le pin noir, le mélèze et, beaucoup plus localement, le cèdre, l’épicéa et le pin à crochets. Cette imbrication de formations végétales, caractérisées par des

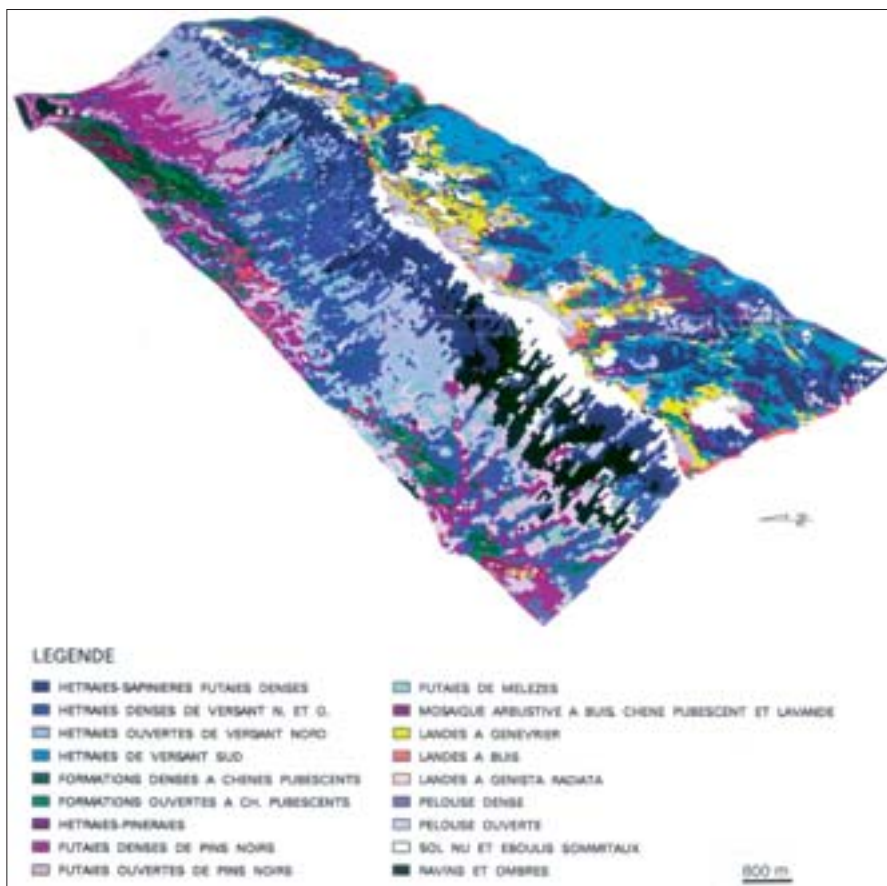
états de surface très voisins les uns des autres, représente une première difficulté pour l'étude par télédétection. De plus, les dimensions du pixel Landsat TM (30x30 m) imposent ici de le considérer comme le reflet d'un ensemble composite.

•Comme souvent d'ailleurs dans ce type de milieu, les difficultés sont considérablement accrues par les phénomènes d'ombre liés au relief. Le problème est délicat car les écarts dans les valeurs de luminance entre deux formations similaires situées dans des expositions différentes traduisent aussi bien l'effet de la pente et de son exposition qu'une possible modification des caractéristiques écologiques de la formation en question.

Solutions adoptées

Une première méthode consiste à corriger les canaux bruts par un indice d'éclairement (Tamru, Girandier, 1988). Une telle correction est rendue possible par la réalisation d'un modèle numérique de terrain (MNT). Les problèmes posés par l'introduction généralisée de l'indice d'éclairement conduisent à privilégier une autre méthode qui permet, toujours à partir du MNT, d'ajouter de façon circonstanciée, aux canaux de départ, des variables spatialisées : pente, altitude ou néocanaux. Une première démarche consiste à séparer, au moyen d'un masque, versants éclairés et versants à l'ombre. Ensuite, des classifications par exposition sont effectuées et permettent une meilleure généralisation des échantillons à l'ensemble de l'image. C'est à partir de ce résultat que l'on peut envisager de limiter encore les quelques confusions restantes en identifiant les variables les plus discriminantes.

L'image classée (fig. 3), après réintroduction des classifications partielles, donne ainsi une représentation fidèle des formations végétales sur la montagne de Lure. Le recours aux variables supplémentaires s'avère donc utile à la fois



3. Les formations végétales sur la montagne de Lure

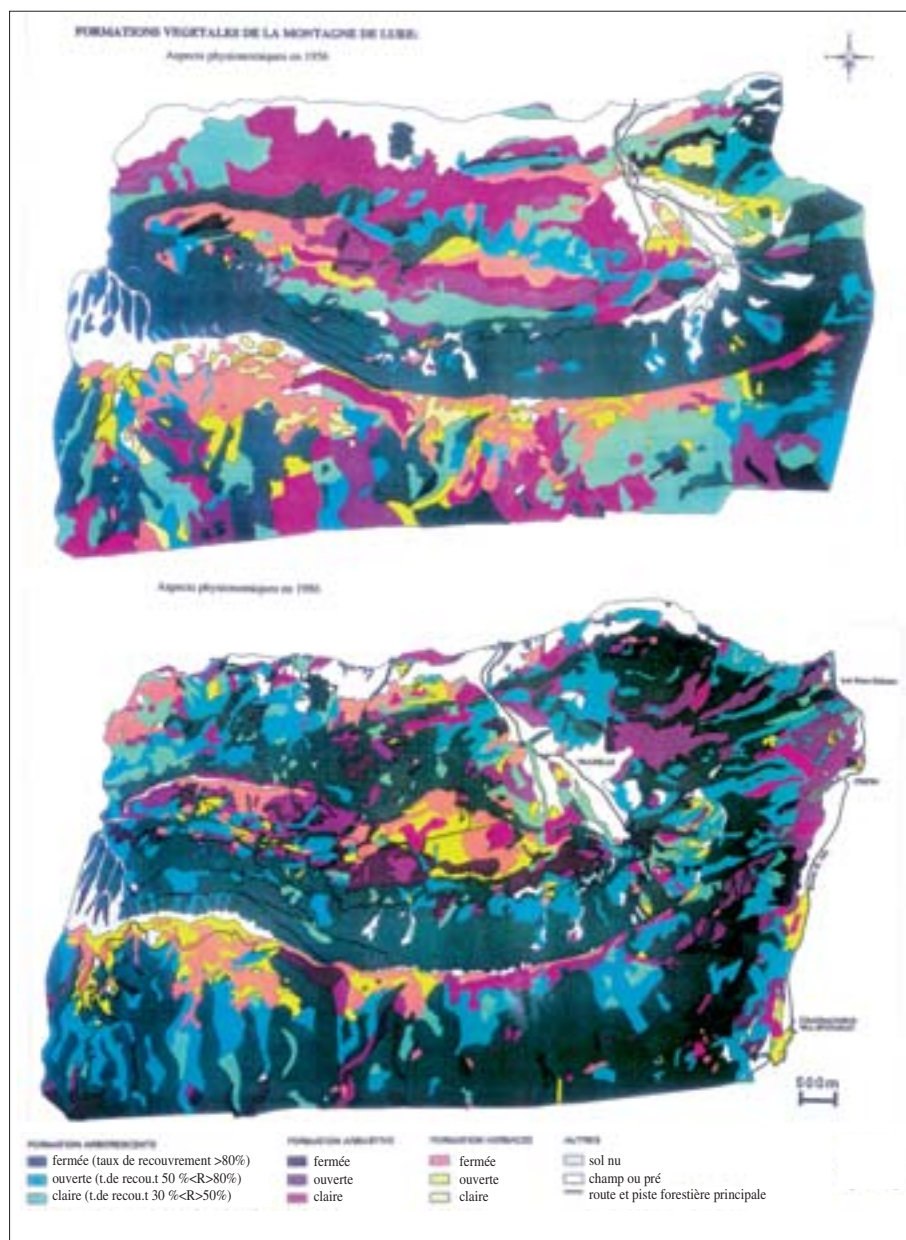
comme préalable à la classification (séparation en grands types d'exposition) et comme outil permettant une meilleure discrimination. La détermination de 18 classes de végétation, pour certaines très voisines, sur un espace restreint, constitue une base fiable pour l'analyse des dynamiques végétales et répond au souci d'une cartographie biogéographique qui puisse prendre place dans une analyse géosystémique.

La dynamique des formations végétales

À travers la carte ainsi élaborée, c'est l'image d'une montagne de Lure avant tout forestière qui s'impose. Les paysages ouverts des landes et des pelouses apparaissent cantonnés aux sommets. Ce paysage forestier résulte en fait d'une évolution plus ou moins récente marquée par des dynamiques végétales actives, qu'il convient de mesurer et de spatialiser. C'est dans cette optique qu'une analyse diachronique de photographies aériennes a été menée (à partir des missions IGN de 1956 et 1986), suivant la méthode

mise au point par J.-P. Amat et M. Hotyat (1989) : définition de critères-images, partition de la mosaïque, élaboration de la carte des zones d'égale apparence (ZEA), classement des ZEA à l'aide d'un tableau matriciel, traitement informatique, élaboration de la carte des unités d'égale apparence (UEA), calcul de la surface des UEA en %, attribution des points de sondage, collecte des données de terrain, établissement de la nomenclature et test de validité, carte des structures de végétation, analyse diachronique à partir des différentes missions.

Les deux cartes (fig. 4) dressées à partir de cette analyse témoignent non seulement de la rapidité des évolutions mais aussi de leur inégale répartition dans l'espace considéré. Si la fermeture du paysage apparaît bien comme le caractère dominant de l'évolution depuis les années 1950, elle est loin d'être homogène. La stabilité de certains versants est ainsi manifeste : le versant nord de Lure, reboisé depuis la fin du XIX^e siècle, n'évolue presque pas, sauf localement sous l'effet de quelques coupes forestières. Au sommet de Lure, le maintien d'espaces ouverts s'explique par les contraintes morphologiques et climatiques (gel, cryoclastie) qui entravent la reconquête végétale. La dynamique est en revanche remarquable à l'ouest de Valbelle, sur les ubacs des montagnes du Sumiou et de Pellegrine. Les fruticées, landes et pelouses dominantes en 1956 ont laissé la place à des formations forestières le plus souvent fermées. La même évolution caractérise la partie sommitale de la forêt sur le flanc sud de Lure. L'extension des formations forestières se réalise ici davantage par densification des espaces arbustifs ou subforestiers existants en 1956 que par une



4. Dynamique des formations végétales, 1956-1986

progression sur des terrains ouverts. Le déclin des espaces agricoles est également manifeste entre les deux dates, notamment dans la vallée du Jabron. Une analyse plus fine montrerait le rôle des conditions stationnelles (pédologiques, géomorphologiques, microclimatiques) sur la rapidité des évolutions. La quantification des dynamiques en fonction des principaux paramètres évoqués est en cours de réalisation. Elle suppose accomplis le recalage géométrique de ces cartes et leur introduction dans la base de données géoréférencées.

L'approche cartographique des formations végétales de la montagne de Lure met bien en évidence l'ampleur et la disparité des dynamiques affectant cet espace de moyenne montagne méditerranéenne. Aux logiques sociales (déclin démographique, mutations des espaces ruraux) se superposent des logiques écologiques à différentes échelles, rendues d'autant plus complexes que l'espace considéré s'apparente à un ensemble de transition, à une marge méditerranéenne finement différenciée. Les cartes réalisées sont le reflet de cette complexité. Leur élaboration au moyen de l'imagerie satellitaire suppose résolu les problèmes de discrimination caractéristiques de ces espaces. Les résultats obtenus permettent de bien mettre en évidence la mosaïque biogéographique de la montagne de Lure et sa dynamique. L'introduction de l'ensemble de ces couches cartographiques dans une base de données peut permettre, au-delà de la résolution des problèmes propres à l'imagerie satellitaire, de définir des systèmes spatiaux résultant à la fois de phénomènes sociaux et de processus naturels. La cartographie dynamique des types d'occupation des sols (utilisation des cadastres, des archives), la spatialisation des données statistiques disponibles constituent les prochaines étapes de ce travail.

Références bibliographiques

HOTYAT M., AMAT J.P., 1989, « Biogéographie forestière : de la statistique à la cartographie », colloque Paysages, aménagement, cadre

de vie, Paris, avril 1987, in *Mélanges offerts au Pr G. Rougerie*, Université Paris VII, publ. AFGP, Actes, p. 195-215.

HOTYAT M., SIMON L., 1996, *Rapport d'activité du programme « Paysages : évolution et dynamique »*, Saint-Cloud, 44 p.

LHÉNAFF R., 1957, *La Montagne de Lure et les régions avoisinantes. Étude morphologique*, Paris, DESS, 190 p.

MATHON C., 1952, *Description, écologie et dynamique de quelques phytocénoses en Haute-Provence : la montagne de Lure*, Université de Toulouse, thèse, 165 p.

MEYER P., ITTEN K.I., KELLENBERGER T., SANDMEIER S., 1993, « Radiometric corrections of topographically induced effects on Landsat RM data in an alpine environment », *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 48 (4), p. 17-28.

PECH P., 1995, « Déprise rurale et regain d'activité morphologique : l'exemple du pays du Buech (Hautes-Alpes) », *Réseau Érosion, Bulletin* n°15.

PECH P., SIMON L., TABEAUD M., 1995, « Définition conceptuelle d'une montagne en milieu méditerranéen : l'exemple de la montagne de Lure », *Montagnes méditerranéennes*, n° 2, p. 53-58.

RAMEAU J.-C., 1992, « Dynamique de la végétation à l'étage montagnard des Alpes du sud. Première approche d'une typologie des hêtraies et hêtraies-sapinières. Les applications possibles au niveau de la gestion », *Revue Forestière Française*, vol. XLIV, n° 5, p. 393-413.

SIMON L., 1997, « Climax et dynamiques végétales en méditerranée nord-occidentale ». *Mélanges Beaudet-Moissenet*.

TAMRU B., GIRANDIER I., 1988, « Approche des effets de pente et d'éclaircissement dans l'exploitation des données satellitaires. Exemple sur le nord-est de Djibouti », Strasbourg, *Actes du 113^e Congrès des Sociétés Savantes*.

EN LIBRAIRIE

Les forêts d'Europe

Alors qu'elles sont centrales dans les débats sur l'aménagement de l'espace rural et sur l'environnement, les forêts européennes, grandes oubliées de la Politique Agricole Commune, n'avaient pas été jusqu'à présent l'objet d'un ouvrage de synthèse. *Les Forêts d'Europe* de P. Arnould, M. Hotyat et L. Simon comblent ce manque, en brossant un portrait des forêts européennes, de l'Atlantique à l'Oural et de la Méditerranée au cercle polaire, et en posant les enjeux des grands défis qui les attendent.

Richement illustrée de données statistiques et de références bibliographiques, l'analyse est réalisée d'une façon globale qui amène à penser ce que pourrait être une Europe des forêts, dans toute sa diversité géographique et ses fonctions multiples. Cette analyse permet ainsi de définir de grands ensembles biogéographiques pour les forêts, d'apprécier leurs potentialités écologiques et économiques, de saisir leur place en tant que ressources naturelles et sociales, ainsi que d'avoir des éléments de leur l'histoire.

Le livre traite ensuite des spécificités nationales, en particulier en matière de juridiction forestière, d'économie du bois et de perception de la forêt. Ces spécificités conduisent à s'intéresser aux questions que pose la conception d'une politique forestière pour l'Europe, face aux problèmes de la gestion des terres rurales, de l'environnement et de la montée des loisirs, ainsi que des agressions que subissent les forêts.

L'analyse se précise enfin, par grands ensembles forestiers, Europe du Nord, du Milieu et de la Méditerranée, afin d'envisager la manière dont les espaces régionaux peuvent relever le défi d'une Europe de forêts, dans une perspective de gestion durable.

En bref, un livre touffu, qui parcourt les sentiers de la construction d'une Europe des forêts, entre nature et société. – **Denis Gautier**

Paul Arnould, Micheline Hotyat, Laurent Simon, 1997, *Les Forêts d'Europe*, Paris : Nathan Université, 413 p.