

REPRÉSENTATION DE LA BIODYNAMIQUE FLUVIALE : LA FORÊT ALLUVIALE DE LA MOYENNE ARDÈCHE

Hervé Piégay *

RÉSUMÉ. La dynamique spatiotemporelle de la couverture végétale est étudiée dans la plaine moderne de la moyenne Ardèche. Plusieurs modes de représentation infocartographique ont permis de montrer que la forêt alluviale est une entité récente du Bas-Vivarais qui a connu un développement actif depuis 1945. Cette forêt apparaît comme une mosaïque caractérisée par un grand nombre de groupements végétaux et des mécanismes fonctionnels originaux tels que le transit et le dépôt de bois mort. Le corridor convoité a néanmoins vu sa diversité biologique se réduire notamment dans les secteurs les plus anthropisés.

• UNITÉS PAYSAGÈRES • ÉVOLUTION CONTEMPORAINE • DIVERSITÉ VÉGÉTALE • BOIS MORT • LIT MAJEUR • ARDÈCHE • FRANCE

ABSTRACT. The spatial and temporal dynamics of plant cover is being studied in the modern plain of the middle course of the Ardèche River. Several infocartographical approaches demonstrate that the alluvial forest is a recent entity in the Bas-Vivarais area which has known an active development since 1945. Today, this forest appears as a mosaic characterized by a great number of vegetal units or specific processes — such as logjam dynamics which are very original and mainly due to forest development (e.g. transit and deadwood settlement). This corridor attracts economic interest but is nevertheless loosing its biological diversity particularly in the sectors most occupied by human activities.

• ARDÈCHE • CONTEMPORARY EVOLUTION • DEADWOOD • FRANCE • HIGH WATER BED • LANDSCAPE UNITS • PLANT DIVERSITY.

RESUMEN. La dinámica espacio temporal de la cobertura vegetal se estudia en la actual llanura de la media Ardèche. Diversas formas de representación infocartográfica han permitido demostrar que el bosque aluvial es una entidad reciente del Bas-Vivarais, con un desarrollo activo desde 1945. Este bosque aparece como un mosaico caracterizado por un gran número de agrupaciones vegetales y por mecanismos funcionales originales, como el tránsito y el almacén de madera seca. Sin embargo, este codiciado pasillo ha visto cómo se reducía considerablemente su diversidad biológica sobre todo en los sectores con mayor impacto humano.

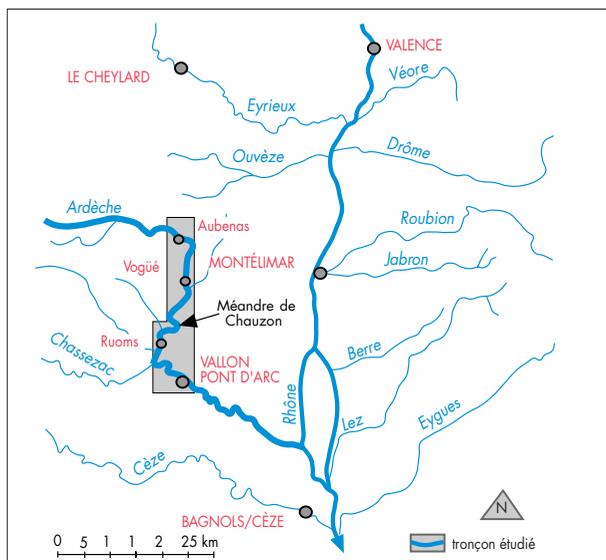
• UNIDADES PAISAJÍSTICAS • EVOLUCIÓN CONTEMPORÁNEA • DIVERSIDAD VEGETAL • MADERA SECA • LECHO FLUVIAL MAYOR • ARDÈCHE • FRANCIA

Les marges des cours d'eau sont des milieux dangereux pour les riverains. Les communautés rurales traditionnelles les ont cependant mises en valeur, au XIX^e siècle, au moment du maximum démographique. Depuis 1945, ces espaces ont été abandonnés à un reboisement spontané sur beaucoup de rivières françaises de piémont. Comment ce phénomène s'est-il développé sur la moyenne Ardèche? Est-il en outre un facteur de diversité? Telles sont les questions auxquelles il est possible de répondre dans le cadre d'une démarche cartographique. La forêt alluviale, unité paysagère récente du Bas-Vivarais, est devenue un élément structurant de ce paysage subméditerranéen. Ce corridor végétal contraste

avec les plateaux karstiques environnants à végétation xéro-ophile. Au cours des années 1970, l'extraction des granulats et la pression touristique toujours croissante ont dégradé cette mosaïque végétale (Landon et Piégay, 1994). Cet espace original est vulnérable et sa restauration devrait être envisagée.

La moyenne vallée de l'Ardèche (fig. 1), située dans le Bas-Vivarais, s'étend sur 50 km d'Aubenas au Pont d'Arc. La rivière draine une dépression périphérique orientée NNE-SSO qui marque le contact entre les Cévennes cristallines à l'ouest et le plateau calcaire des Gras à l'est. La plaine alluviale, discontinue, est marquée par une succession de défilés

* CNRS, UMR Environnement, ville, société, 18 rue Chevreul, 69362 Lyon Cedex 07



1. Moyenne vallée de l'Ardèche

calcaires (Vogüé, Balazuc, Ruoms). Les crues d'automne sont d'une violence exceptionnelle. Alors que le débit moyen annuel n'est que de $26 \text{ m}^3/\text{s}$ à Vogüé, le débit de fréquence décennale atteint $1\,300 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'objet de cet article est de mettre en évidence l'apparition progressive de cette forêt, la diversité des unités physiologiques ou des groupements phytoécologiques, ainsi que l'occurrence de processus biomorphologiques nouveaux, liés au transit et aux dépôts de débris ligneux. Cette démarche est fondée sur une cartographie analytique et synthétique qui nécessite l'utilisation d'outils informatiques courants tels qu'un logiciel de cartomatique (Carto-2D) ou un système d'information géographique raster (Map II).

La recolonisation forestière en lit majeur depuis 1950

- L'échelle du tronçon

La méthode. — La dynamique du couvert végétal des marges de la moyenne Ardèche a été étudiée à partir de photographies aériennes de l'IGN (Girel, 1986) : 187 transects équidistants de 250 m ont été positionnés sur les états de 1947 et 1989. Ils peuvent être définis comme des lignes recoupant perpendiculairement la rivière et son lit majeur sur lesquelles sont mesurées des largeurs d'entités géographiques. Cette méthode d'échantillonnage permet en effet de mesurer et donc de comparer à différentes dates la largeur des principales unités physiologiques, à savoir le lit

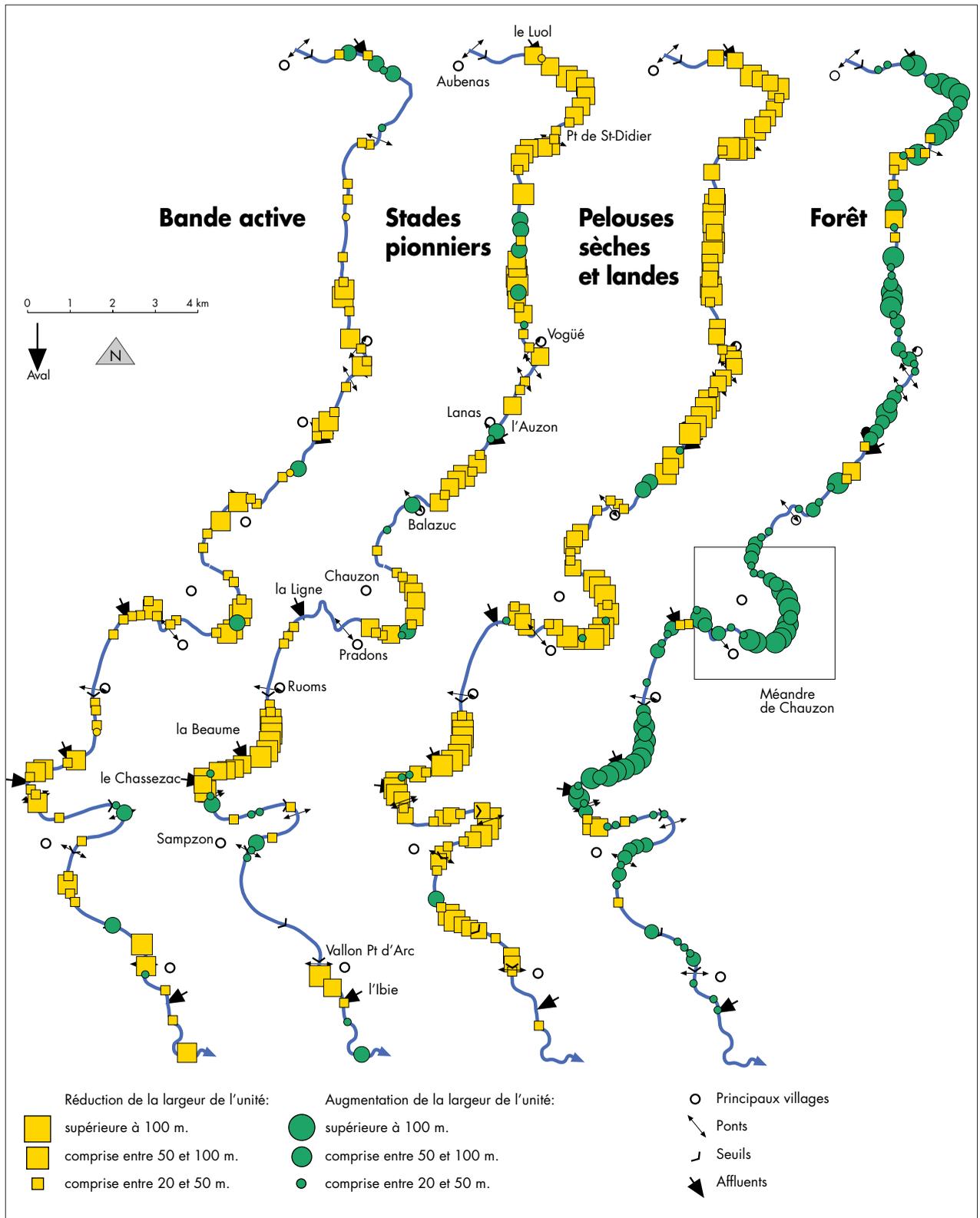
mineur, les stades arbustifs pionniers, les unités arborées mûres ou les pelouses sèches.

Les mesures de largeur peuvent être traduites en surface étant donné qu'elles sont effectuées sur des transects représentatifs de 250 m de rivière. L'équidistance des transects n'est cependant pas anodine. Sur la rivière d'Ain, des tests ont été effectués sur le lit mineur. Alors que la superficie du lit était connue, elle a été estimée à partir de largeurs mesurées sur des transects équidistants de 100, 200, 500 et 1000 m. Les résultats montrent que la marge d'erreur est négligeable pour les pas de 100 et 200 m mais atteint respectivement 0,5 et 4% d'erreur pour les intervalles plus larges.

Chaque mesure effectuée sur un transect est représentée sur le linéaire étudié par un point-symbole de taille différente (fig. 2). Les principales évolutions sont ainsi présentées spatialement. Les variables absolues sont volontairement distribuées en classes normalisées car si la démarche par symboles proportionnels est plus juste, elle est par ailleurs moins visuelle lorsque l'information cartographiée est linéaire. Les cartes proposées intègrent ainsi la disparité spatiale et le temps. Des tronçons homogènes sont identifiés visuellement et la variable retenue décrit une évolution. La cartomatique, adaptée à des tâches répétées, se révèle fort utile pour cette double démarche.

Les résultats. — Cette méthode d'analyse a permis de mettre en évidence un développement très important de la couverture arborée entre 1947 et 1989. Celle-ci progresse en effet de 234 ha entre les deux dates, soit une augmentation de 160%. Presque tout le linéaire de rive est touché par cette évolution. Seuls les secteurs en gorges, au lit majeur étroit ou inexistant, et les marges soumises entre les deux dates au tourisme, aux extractions de granulats ou à l'agriculture sont épargnés. Les plaines alluviales bien développées enregistrent en revanche le mouvement le plus intense. La colonisation s'est faite aux dépens des unités pionnières en marge du lit mineur et surtout des pelouses sèches et des landes situées au cœur du lit majeur. En 40 ans, le fond de vallée, à formation herbacée dominante, devient forestier.

La colonisation forestière a également touché le lit mineur. La bande active perd 16% de sa surface entre 1947 et 1989, passant de 402 à 338 ha. Sur beaucoup de transects, la variabilité de la largeur de la bande active entre les deux dates est inférieure à 20 m ce qui explique le faible nombre de symboles représentés sur la carte. Néanmoins, la plupart



2. Évolution des unités de la mosaïque fluviale de la moyenne Ardèche entre 1947 et 1989 (à partir de transects établis sur photographies aériennes)

des tronçons alluviaux où la colonisation arborée est forte en lit majeur voit sa bande active se réduire nettement.

- L'échelle d'un méandre : Chauzon

Un SIG en mode raster (Charre *et al.*, 1991) est un outil d'analyse complémentaire des outils traditionnels utilisés pour mettre en évidence l'évolution en plan d'une mosaïque paysagère (Brossard *et al.*, 1993). Un état du couvert végétal en 1947 et 1989 est restitué cartographiquement à partir de deux séries de photographies aériennes. Après avoir été interprétée, chaque série représente un état du milieu à un instant t de son évolution, état qui est numérisé afin de subir un traitement infocartographique. La superposition de ces deux états permet de proposer une carte de synthèse des changements survenus dans la mosaïque fluviale au cours de la période. Elle permet d'affiner la démarche précédente, de visualiser l'évolution des différentes unités à plus grande échelle. L'analyse est aussi quantitative, la superficie de chacune des unités étant estimée (fig. 3).

En 1947, le lit majeur de l'Ardèche est occupé par une pelouse sèche. Les formations arborées sont rares et colonisent principalement les marges du lit principal et des bras morts. Entre les deux dates retenues comme référence, le taux de couverture arborée passe de 23,4% à 59%. Les ligneux gagnent non seulement en lit majeur mais encore en lit mineur : respectivement 30% et 10% de l'espace étudié passe d'un état de pelouse et de bancs de galets à un état boisé entre 1947 et 1989. Si cette métamorphose biologique répond à l'abandon de cet espace par l'homme, la renaturation marque non seulement les espaces directement abandonnés (pelouse sèche) mais également le lit même de la rivière.

- Discussion des résultats

La colonisation forestière des marges de l'Ardèche n'est pas originale à l'échelle du Sud-Est de la France (Piégay *et al.*, 1994). La plupart des lits majeurs des affluents du Rhône était intégrée à l'économie rurale avant 1945. Il s'agissait de terroirs complémentaires considérés à la fois comme zone de pâtures et source de bois de chauffe. Les mutations que l'agriculture a enregistrées lors des Trente Glorieuses ont provoqué une spécialisation et une reconcentration de l'activité agricole sur les meilleures terres, les terroirs de lit majeur étant alors abandonnés. Les marges de rivières, qui sont aujourd'hui considérées comme les derniers milieux naturels de plaines, sont en fait des espaces récemment renaturés.

La réduction de la largeur du lit mineur, qui semble synchrone du développement arboré en lit majeur, a des causes discutées. Certains considèrent que l'explosion des ligneux en lit majeur influence la géométrie du lit mineur. Hey et Thorne (1986) soulignent que les rivières drainant un corridor boisé ont, pour un débit à plein bord identique, une largeur plus faible que les rivières de prairies. D'autres pensent que la réduction de la largeur du lit mineur répond surtout à une réduction de la charge de fond, cet ajustement fluvial répondant à la fois à la fin du Petit Âge Glaciaire et à l'enrichissement du bassin versant lors de la déprise rurale de la fin du XIX^e siècle.

La diversité des formations végétales et des groupements phytoécologiques

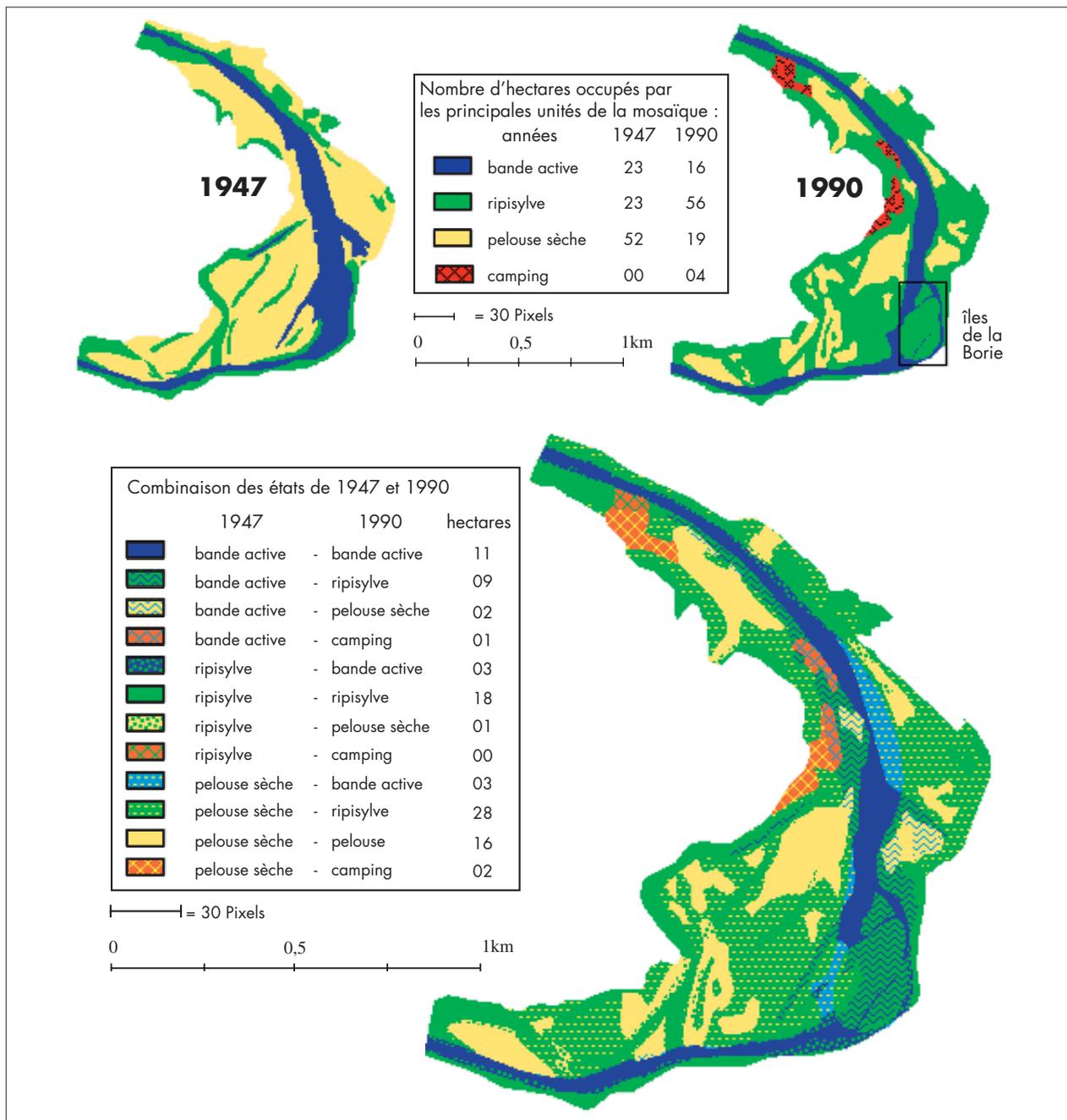
- Évolution diachronique de la mosaïque des formations végétales

Le nombre et la largeur relative des unités élémentaires présentes dans chacun des 187 transects ont permis de mettre en lumière l'évolution de la diversité de la mosaïque végétale. L'analyse cartomatique telle qu'elle était proposée ci-dessus pour l'étude de la dynamique forestière est reconduite. Néanmoins, la variable est cette fois un indicateur de diversité : l'entropie H (Legendre et Legendre, 1979). Il s'agit d'une mesure de diversité spécifique couramment employée en relation avec le vecteur des fréquences relatives (probabilités) p_i des différents individus i de l'échantillon :

$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$ où p_i est la largeur relative de chacune des unités présentes sur un transect.

Plus la structure de dominance est forte, moins l'échantillon est diversifié. H est calculé pour chacun des transects en 1947 et en 1989, la largeur totale et le nombre d'unités retenu étant identiques. Une carte de synthèse présente alors une évolution comparée de la diversité des unités physiologiques et de la pression anthropique (fig. 4).

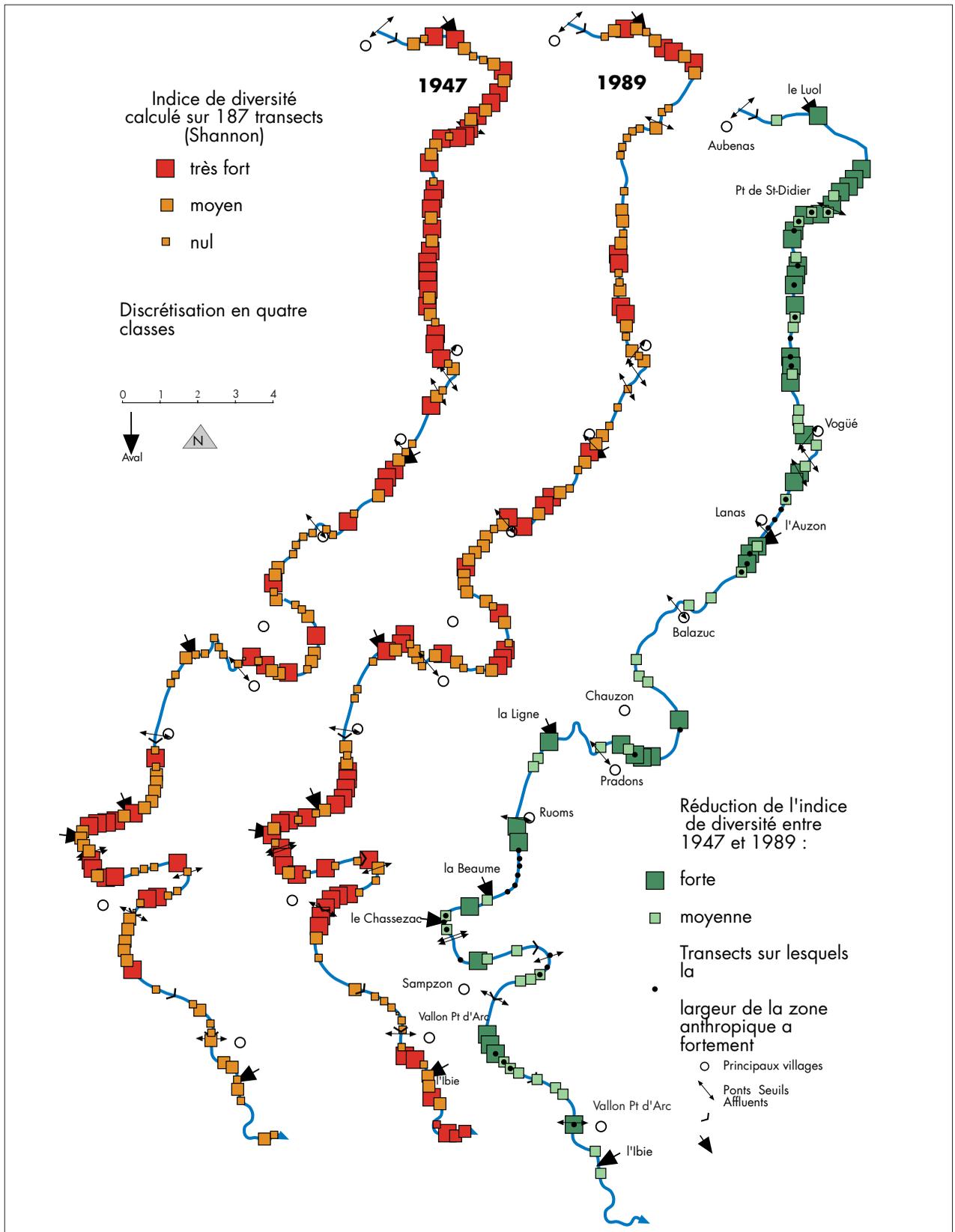
L'indice s'est réduit progressivement au cours de la période. La comparaison des deux cartes analytiques est expressive. Une perte sensible de diversité est observée dans les secteurs alluviaux à l'amont de Vogüé ou au droit de Lanas. Cette évolution coïncide étroitement avec une nouvelle emprise progressive de l'homme sur cet espace. L'extraction de granulats au cours des années 1970 est sans aucun doute l'activité qui a le plus contribué à réduire la diversité de la mosaïque. D'autres secteurs (Chauzon, la section située à l'aval de Ruoms) seraient en revanche plus diversifiés aujourd'hui que dans le passé.



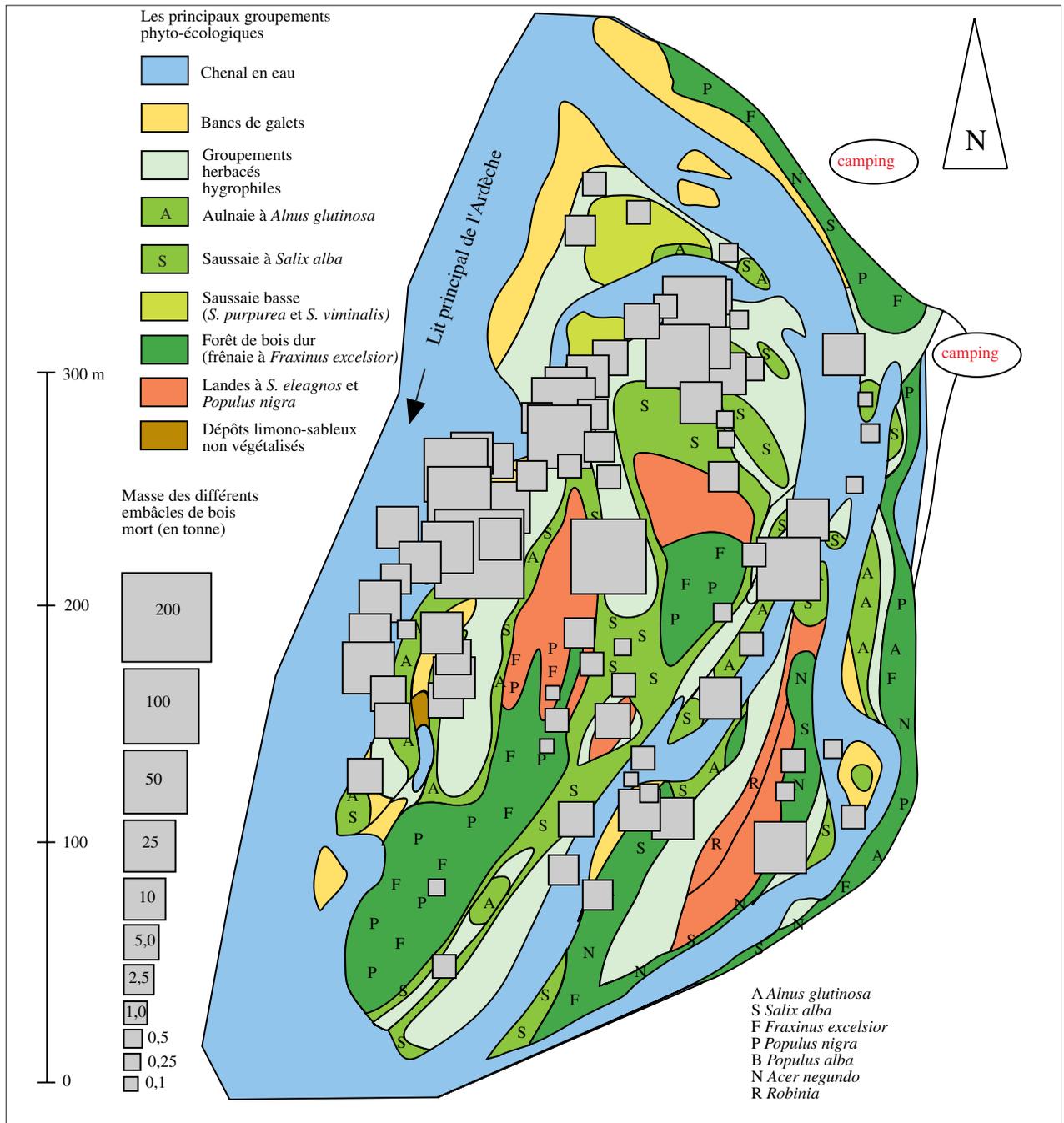
3. Évolution des superficies occupées par les principales unités de la mosaïque végétale du méandre de Chauzon entre 1947 et 1989

Sur les marges fluviales, l'homme a tendance à uniformiser les conditions de milieux et par voie de conséquence le nombre d'espèces et de groupements, notamment en favorisant l'enfoncement du lit et de sa nappe d'accompagnement ou en réduisant la régénération naturelle (Reich, 1994). C'est ainsi que certains secteurs de la forêt alluviale sont aujourd'hui caractérisés par des peuplements monospécifiques à *Robinia pseudo-acacia*. Par ailleurs, l'homme peut

également accroître localement mais seulement temporairement la complexité de la mosaïque végétale. Les extractions de granulats qui ont touché le lit majeur de l'Ardèche dans le secteur de Chauzon dans les années 1960 ont profondément remanié la topographie et créé différents milieux des plus secs aux plus humides. Cette diversité physique est aujourd'hui visible sur les photographies aériennes à travers la distribution des groupements de végétation.



4. Évolution de la diversité de la mosaïque fluviale de la moyenne Ardèche entre 1947 et 1989



5. La distribution des masses de bois mort allochtone dans les unités végétales des îles de la Borie (méandre de Chauzon)

• Cartographie simplifiée des groupements phytocœologiques

La diversité des groupements est observée sur le site le plus intéressant de la moyenne vallée : les îles de la Borie dans le méandre de Chauzon (fig. 5). L'interprétation d'une photographie en couleur (1990) et une reconnaissance de terrain permettent une cartographie à grande échelle des

groupements phytocœologiques. Différents stades de succession sont reconnus depuis les espaces abiotiques à hydrodynamique active jusqu'aux stades arborés à bois durs dominants. Dans les groupements ligneux, les stades intermédiaires des successions dans lesquels coexistent des essences à bois durs (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia*, *Acer negundo*, *Ulmus*

campestris) et à bois tendre (*Alnus glutinosa*, *Populus nigra*, *Salix alba*) sont reconnus. Ceux-ci sont originaux car sur les autres sites de la vallée, les successions sont tronquées; les unités âgées à bois dur, proches du climax (présence de *Quercus ilex*) coexistent avec des unités abiotiques. De même, les essences introduites et compétitrices (*Robinia pseudoaccacia*, *Ailanthus glandulosa*), largement développées en peuplement monospécifique sur le tronçon, sont peu présentes sur le site de Chauzon.

Comme le montre une cartographie récente de la végétation alluviale de la moyenne vallée de l'Ardèche (Descoings, 1990), la forêt est aujourd'hui étendue mais ses potentialités phytoécologiques sont malheureusement médiocres. La légende repose ainsi sur un indice de dégradation des unités. L'auteur distingue une «ripisylve en état», une «ripisylve dégradée» et une «ripisylve très dégradée». Cette distinction est principalement fondée sur les caractères structuraux de la formation observée.

La répartition des masses de débris ligneux dans un secteur de concavité du méandre de Chauzon

La nature, la masse et la répartition spatiale des débris ligneux sont reconnues sur un secteur étroitement connecté au lit mineur, celui des îles de la Borie situées dans le méandre de Chauzon (fig. 5). Le développement récent de la forêt alluviale est accompagné de processus originaux. Les contacts lit mineur - forêt âgée sont des secteurs d'érosion et de prise en charge de débris ligneux. Ceux-ci transitent dans le système lors des crues et se déposent dans des sites préférentiels.

L'embâcle est la principale forme d'accumulation du bois mort. Quelques zones de très forte concentration s'opposent à une multitude d'autres dans lesquelles la quantité de bois mort est négligeable. La masse de chaque accumulation varie de 10-15 kg à plus de 100 tonnes, la masse totale étant estimée à 350 tonnes dans le secteur. La superposition des unités phytoécologiques et des masses de bois montre parfaitement l'origine allochtone de ces dépôts. Les sites préférentiels des embâcles sont les zones de concavité (Piégay, 1993), à l'interface forêt - bande active. Ils forment une ligne de débris plus ou moins jointive. Ces embâcles de contact constitués par des apports successifs de bois lors des crues canalisent les flux de débordement et favorisent une

dynamique érosive aréolaire sous forêt. En fait, l'intensité de l'hydrodynamique et la rugosité hydraulique des structures biotiques expliquent la répartition des masses déposées. Selon que le site se trouve dans la bande active, au sein de la forêt alluviale ou au contact des deux, les masses quantifiées seront faibles, moyennes ou importantes.

Dans le cadre de cette étude, la cartographie a été utilisée comme une méthode d'analyse, un outil de recherche. Elle permet de rendre compte des caractères structurants d'un espace, de ses mutations dans le temps et de sa complexité beaucoup mieux que toute autre méthode. L'exemple choisi montre que l'infocartographie en biogéographie ouvre de nouvelles perspectives analytiques et facilite la création des cartes, la quantification des surfaces et les combinaisons de variables spatiotemporelles.

Références bibliographiques

- BROSSARD T., JOLY D., PIERRET P., 1993, «Déprise agricole et fermeture des paysages», *Mappemonde*, 3, p. 17-21.
- CHARRE J., MIELLET P., WANIEZ P., 1991, *Pratique des systèmes d'information géographique raster*, Montpellier, GIP Reclus, 56 p.
- DESCOINGS B., 1992, *La revégétalisation en rivière méditerranéenne (principes et éléments)*, S. I. V. A. et Soc. Bot. de l'Ardèche, 52 p.
- GIREL J., 1986, «Télétection et cartographie à grande échelle de la végétation alluviale : exemple de la basse plaine de l'Ain», in *Recherches interdisciplinaires sur les écosystèmes de la basse plaine de l'Ain (France) : potentialités évolutives et gestion*, sous la direction de A.-L. Roux, Doc. Carto. Écol. X., p. 45-73.
- HEY R.-D., THORNE C.-R., 1986, «Stable channels with mobile gravel-bed rivers», *J. of Hydraulic Engineering* (8), p. 671 - 689.
- LANDON N., PIÉGAY H., 1994, «L'incision de deux affluents subméditerranéens du Rhône : la Drôme et l'Ardèche», *Revue de Géographie de Lyon*, 1, p. 63-72.
- LEGENDRE L., LEGENDRE P., 1979, *Écologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques*, Paris, Masson et Presses de l'Université du Québec, 178 p.
- PIÉGAY H., 1993, «Nature, mass and preferential sites of coarse woody debris deposits in the lower Ain valley (Mollon reach), France», *Regulated Rivers Res. Manag.*, 8, p. 359-372.
- PIÉGAY H., BRAVARD J.-P., DUPONT P., 1994, «La dynamique végétale et les crues sur la marge des cours d'eau», Colloque de la Société Hydrotechnique de France, 23^e Journées de l'hydraulique sur le thème «Crues et inondations», Nîmes, 14-16 septembre 1994, p. 277-289.
- REICH M., 1994, «L'impact de l'incision des rivières bavaroises sur les communautés terrestres de leur lit majeur», *Revue de Géographie de Lyon*, 69 (1), p. 25-30.