

Boisement naturel et embroussaillage sur le Causse Méjan

Intérêt d'une approche croisée entre sciences de la nature et sciences sociales

Marianne Cohen, Frédéric Alexandre, Catherine Mering

Le boisement naturel des terres agricoles peut être abordé de divers points de vue. Écologues et géographes s'intéresseront à la quantification et à la localisation du phénomène. Mais son explication n'est pas seulement d'ordre naturel, elle requiert également la participation d'autres disciplines, qui appartiennent aux sciences techniques (agronomie) et aux sciences sociales (exemple : anthropologie, géographie rurale, histoire). Ces dernières ont été réunies dans un programme interdisciplinaire autour de la question de l'embroussaillage et du boisement du Causse Méjan (Programme PIREVS du CNRS, Cohen, Lardon *et al.*, 1996, Oulebsir, 1997, Cohen, Alexandre *et coll.* 1997, Cohen, Friedberg et Mathieu, 1997).

Deux objectifs sont poursuivis : d'une part évaluer, mesurer la progression des ligneux ; d'autre part vérifier certaines hypothèses explicatives du boisement spontané, (ex. : rôle du pâturage, Balent et Barrué-Pastor, 1986 ; Grime *et al.*, 1988 ; Balent, 1991 ; Barbaro, 1999 ; de l'histoire de l'utilisation du sol, Loiseau et Larrère, 1977, Dutoit et Alard, 1995) et hiérarchiser les facteurs explicatifs d'ordre naturaliste (conditions de milieu), agronomique (pratiques pastorales) et social (pratiques et représentations sociales de la nature).

Cette approche présente un double intérêt. Elle a une portée générale d'ordre méthodologique. La confrontation a été mise en œuvre à différentes échelles, par différentes méthodes dont on peut évaluer la pertinence. Elle présente une

portée pratique. Les résultats obtenus seront susceptibles d'éclairer les gestionnaires, en charge de proposer de nouveaux modes de gestion pour contrôler un processus dont les conséquences sont perçues négativement, en termes d'esthétisme, de conservation des ressources, et de préservation de la biodiversité (Muller, 1996).

Des méthodes pour évaluer et expliquer les accrus, à différentes échelles

La question des accrus forestiers se pose sur le Causse Méjan à différentes échelles. Tout d'abord à l'échelle de l'ensemble du plateau qui présente une remarquable opposition entre une partie occidentale où domine le pin sylvestre, le *Causse boisé*, et une partie orientale où les paysages sont majoritairement ouverts, le *Causse nu*, opposition remarquée par Marres (1935), et discutée par Osty (1978). À l'intérieur de ces grandes unités paysagères, on observe des mosaïques spatialement structurées, associant les différents stades de la reconquête ligneuse, à l'échelle des territoires villageois, des exploitations agricoles, et des versants. Selon l'échelle considérée, différentes méthodes seront mises en œuvre pour appréhender et expliquer ce phénomène.

■ Les méthodes de diagnostic à l'échelle de l'ensemble du plateau

À l'échelle de l'ensemble du Causse, et sur un pas de temps relativement long (deux siècles), des sources cartographiques existent et peuvent

Marianne Cohen
UMR LADYSS,
191 rue St-Jacques
75005 Paris
**Frédéric
Alexandre**
Laboratoire de
Géographie
physique,
Case 7001
Univ. Paris VII,
2 place Jussieu
75005 Paris
**Catherine
Mering**
UMR PRODIG,
191, rue St-Jacques
75005 Paris

être confrontées : carte de Cassini, cartes IGN. L'étendue des forêts y est indiquée, même si l'on peut déplorer que la définition de cette formation végétale ait pu varier légèrement selon les auteurs des cartes (Cohen, Friedberg & Mathieu, *op.cit.*).

À une échelle spatio-temporelle plus fine, les sources permettent une approche plus précise par photo-interprétation diachronique (Cohen, Hotyat *et coll.*, 1995). Cette dernière a été conduite sur une série de zones-test, correspondant aux secteurs TER-UTI, sur un pas de temps trentenaire, en distinguant une série de formations intermédiaires entre la forêt et la pelouse. On peut ainsi comparer les surfaces occupées par les différents stades dynamiques à chaque date. Cette procédure permet d'établir un diagnostic sur un échantillon spatialement représentatif, mais suppose un investissement en temps important, tant lors de la phase de photo-interprétation (qui peut toutefois être partiellement automatisée) que de vérification-terrain.

■ **Les analyses multivariées : une approche à l'échelle des territoires**

Les analyses menées dans le cadre de la statistique multivariable peuvent aider à affiner la connaissance des accrus forestiers, à l'échelle des territoires villageois : ex. Rieisse, Le Rouveret. Le matériau de départ est constitué d'une part d'un ensemble de relevés botaniques, échantillonnés dans chacune des unités physiologiques homogènes telles qu'elles apparaissent à la photographie aérienne, et décrivant l'état de la végétation d'un point de vue qualitatif (composition floristique) et quantitatif (fréquence des espèces dans un ensemble de « points de sondage » au sein des relevés). D'autre part, les informations écologiques, économiques et sociales présentes et passées qui ont été collectées constituent les facteurs « explicatifs » potentiels qu'il s'agit de tester et de hiérarchiser.

Classiquement, les analyses se déroulent en deux temps :

1. dans un premier temps, une Analyse factorielle des correspondances (AFC) est effectuée sur le tableau constitué par les données botaniques ;
2. dans un deuxième temps le tableau des données botaniques est confronté aux tableaux des

variables explicatives à travers une Analyse canonique des correspondances (ACC, Ter Braak, 1986, 1987, Lebreton & Asselain, 1993).

Il convient de bien rappeler l'usage prudent qui doit être fait des résultats de ces analyses : les analyses statistiques ne vont pas fournir à proprement parler des explications – ce qui justifie l'emploi des guillemets dans le paragraphe précédent pour facteur « explicatif » – mais seulement signaler des correspondances entre certains états du tapis végétal et certaines circonstances historiques, économiques, sociales ou écologiques connues par la placette où a été effectué le relevé botanique. Ainsi certains liens seront-ils suggérés par l'analyse statistique, liens qu'il conviendra ensuite d'étudier plus précisément. Rappelons aussi le long et minutieux travail d'élaboration des données afin de rendre homogènes entre elles des informations qui ne l'étaient pas nécessairement au départ. L'une des vertus de l'approche statistique se situe d'ailleurs ici : elle conduit les différentes disciplines à parler un langage commun. Le récit de la construction de ces variables explicatives et l'exposé détaillé des résultats ont déjà été présentés dans un article précédent (Cohen, Alexandre *et coll. op.cit.*).

■ **Création et exploitation d'un SIG sur le Causse Méjan**

Les analyses multivariées permettent d'analyser et d'expliquer les accrus dans leurs différentes formes. Mais elles ne fournissent pas directement de représentation spatiale des phénomènes. Pour tester certaines hypothèses relatives à la cooccurrence spatiale de phénomènes qui avaient été mesurés et cartographiés isolément auparavant, nous avons eu recours aux outils des Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui offrent à la fois les facilités d'une cartographie assistée par ordinateur et celles des bases de données relationnelles.

La création d'un système d'information géographique portant sur le site étudié s'est en effet avéré très utile pour atteindre des objectifs tels que la représentation spatiale de différents types de données à différentes échelles (par exemple l'occupation du sol par différents types de ligneux et leurs taux de recouvrement respectif obtenus par photo-interprétation), ou encore

les lieux de parcours des troupeaux obtenus à partir d'enquêtes auprès des agriculteurs.

Un tel SIG a été constitué pour une part à partir de la définition d'objets graphiques correspondant aux contours des zones obtenues par interprétation des photographies aériennes de 1963 et de 1994, validée par une campagne de terrain en 1994. Le cadastre actuel ainsi que le cadastre napoléonien (1827) constituent les deux autres couches graphiques de cette base de données.

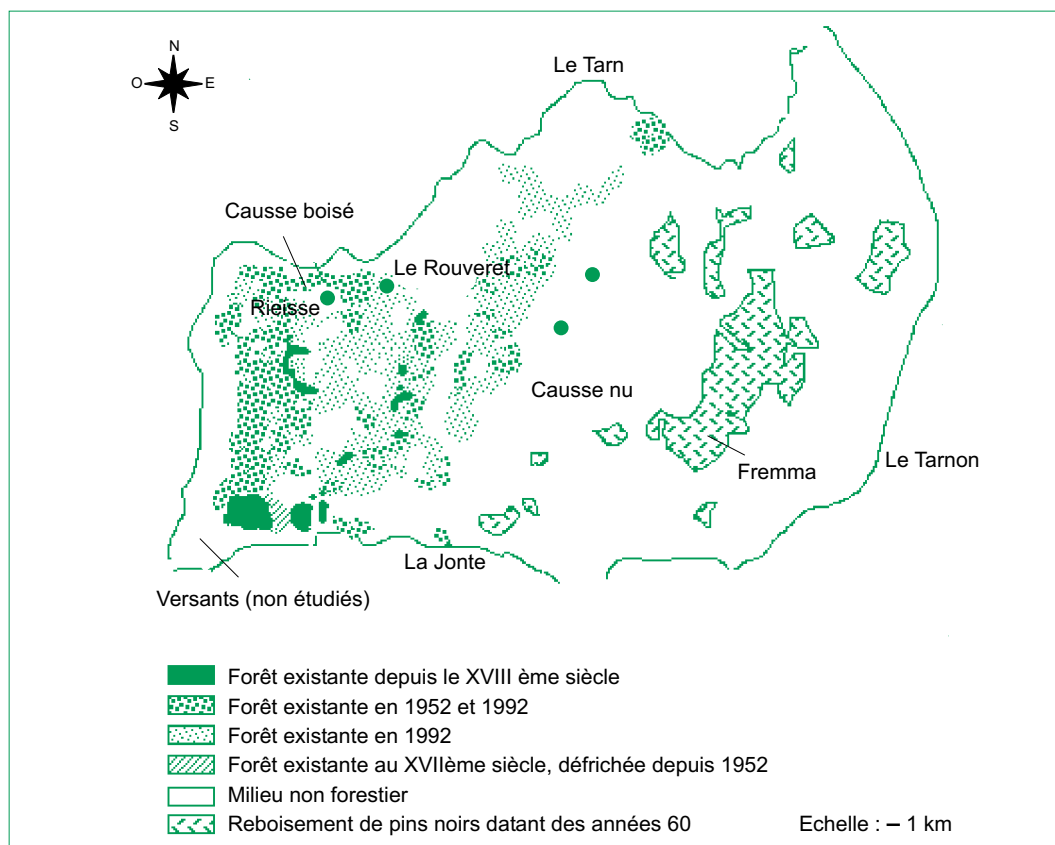
Les fonctionnalités des SIG nous ont permis d'effectuer l'analyse spatiale simultanée de ces données sans que les informations de base soient dégradées et en particulier que le détail des informations spatiales originelles soient perdues sur les cartes résultant des croisements entre les différentes couches (encadré 1).

Évaluer et mesurer les accrus forestiers

■ L'opposition entre Causse boisé et Causse nu : une approche diachronique par la comparaison de cartes et de photographies aériennes

La comparaison de cartes du XVIII^e siècle, 1952 et 1992, permet de visualiser la dilatation du Causse boisé (carte 1). Quasi inexistante lors de la levée de la carte de Cassini, où seuls quelques bois subsistaient dans la partie occidentale du plateau, la forêt reste contenue, dans les années 50, à ses marges occidentales, les plus basses en altitude, où dominent les dolomies sableuses favorables à la germination des graines et proches des Gorges du Tarn déjà boisées ; actuellement, le Causse boisé s'étend au-delà de la moitié occidentale, selon une limite

Carte 1. – Causse boisé et Causse nu du XVIII^e/XX^e siècles. Sources : Carte de Cassini, cartes IGN 1952 et 1992 adapté de Cohen, Friedberg et Mathieu, 1997. ▼



Encadré 1

Le système d'information géographique (SIG) mis en œuvre sur le Causse Méjan (Rieisse - Rouveret)

Les méthodes telles que la *jointure géographique* et la *semi-jointure* permettent en effet de confronter différentes couches thématiques.

La jointure géographique

Elle permet de produire des cartes résultant du croisement de deux ensembles d'entités spatiales de dimensions comparables et définies graphiquement à partir de la même échelle spatiale. C'est cette méthode qui a permis par exemple de produire des cartes de la dynamique de la végétation entre 1963 et 1994, les entités d'origines (parcelles homogènes de ligneux ayant été définies à l'origine à partir de photographies aériennes à la même échelle.

Pour obtenir la carte de **la dynamique de la couverture ligneuse 1963-1994 (carte 2)**, il a fallu d'abord évaluer la somme des taux de recouvrements de chaque strate ligneuse à chacune des dates. La couche graphique permettant de représenter l'évolution des ligneux entre les deux dates étudiées a été créée au moyen d'une *jointure géographique* correspondant au croisement graphique des deux couches obtenues par photo-interprétation (respectivement 1963 et 1994). Ces zones héritent des attributs de chaque couche graphique et donc des attributs correspondant à la somme des taux de recouvrement des ligneux pour chacune des dates, qui ont été calculés auparavant. Il suffit donc d'effectuer une soustraction entre les valeurs de ces attributs pour obtenir la carte de la dynamique de la couverture ligneuse.

La semi-jointure

Cette méthode est préférable lorsque l'on se trouve dans la situation où les entités définissant une première série d'informations sont imbriquées spatialement dans les entités qui définissent graphiquement l'autre série d'informations que l'on souhaite comparer à la première. De cette façon, on évite de créer inutilement des objets graphiques qui proviendraient uniquement de ce que les frontières des plus grandes entités spatiales ne coïncident pas avec celles des plus petites, ce qui est généralement le cas. Dans un tel cas, le croisement des deux séries d'entités spatiales est classiquement basé sur la comparaison entre la localisation des centroïdes des plus petites entités et celle des frontières des plus grandes entités. Dans le cas où l'une des informations à échanger est quantitative, on n'est plus astreint aux conditions de l'imbrication spatiale entre les deux couches. Les valeurs des attributs qui sont transmis d'une couche à l'autre sont pondérées par la surface de l'intersection entre *objets graphiques émetteurs* et *objets graphiques récepteurs*. La couche graphique réceptrice hérite ainsi des attributs quantitatifs de la couche émettrice. Cette technique de la *semi-jointure* a été utilisée ici lorsque nous avons cherché à comparer les données provenant du cadastre ancien ou du cadastre actuel avec les informations sur la répartition spatiale de la végétation ligneuse provenant de la photo-interprétation.

Pour produire des cartes représentant **la dynamique des ligneux** au sein de l'ancien parcellaire d'utilisation des sols, on a réalisé une *semi-jointure* entre la couche graphique obtenue à l'étape précédente pour produire des cartes de la dynamique des ligneux (carte 3) et la couche obtenue à partir du cadastre de 1827. Les objets géographiques appartenant à la première couche sont généralement plus petits mais pas systématiquement imbriqués dans ceux appartenant à la deuxième couche. Nous avons donc utilisé une *semi-jointure* pour transmettre à la première couche (parcelles entre 1963 et 1994) un attribut décrivant les entités de la deuxième couche graphique (cadastre de 1827). La dynamique des ligneux est discrétisée, puis combinée avec les classes d'utilisation du sol (carte 4).

Pour représenter les relations entre **la dynamique des ligneux et la déprise pastorale** par la même méthode que celle utilisée précédemment (*semi-jointure*), on projette la carte du cadastre récent sur celle de la dynamique des ligneux, et l'on moyenne l'évolution de la charge ovine sur les unités de dynamique des ligneux. Puis l'on discrétise séparément chacune de ces évolutions, et enfin on combine ces classifications (carte 5). On obtient une légende assez complexe avec cinq classes de charge et six classes d'évolution de ligneux.

sinueuse et une lisière de physionomie variable (Cohen, 1984). Or, cette opposition paysagère ne s'explique guère par des facteurs de milieu, assez hétérogènes à cette échelle. Interviennent probablement des nuances entre systèmes pastoraux, comme l'a suggéré Osty (1978), la majeure partie des éleveurs produisant du lait à l'ouest, et de la viande à l'est, même si cette dichotomie s'atténue récemment. De plus, l'organisation sociale était assez différente à l'ouest, où dominait le mode d'habiter en village, et à l'est, où prévalaient les grands domaines, l'exode rural n'ayant dès lors pas pris les mêmes formes (Brun *et al.*, 1978, Cohen, Friedberg & Mathieu, *op.cit.*).

Les études réalisées sur les zones-test par photo-interprétation diachronique (Cohen, Horyat *et coll. op.cit.*) confirment les résultats précédents et montrent de plus que l'avancée de la forêt depuis l'ouest s'inscrit dans une tendance générale à la lignification, qui concerne l'ensemble du plateau, ou presque. L'est du plateau est ainsi touché par la progression des landes au détriment des pelouses. Les systèmes d'élevage viande ne contrôlent donc pas non plus complètement la dérive de la végétation. D'autres explications doivent être recherchées.

■ *Les modalités de l'embroussaillage à l'échelle des territoires : l'apport des analyses multivariées*

L'analyse factorielle des correspondances permet de dégager les caractères principaux de la structure horizontale de la végétation. Au sein d'un groupe de relevés où les variations floristiques entre relevés sont faibles et correspondent plutôt à une variabilité interne aux relevés (lesquels correspondent fréquemment à des micro-mosaïques), les oppositions résultent essentiellement de la fréquence plus ou moins forte de telle ou telle espèce emblématique de cette végétation. Les premiers facteurs principaux de l'analyse dégagent ainsi quelques grands types qui recourent les distinctions physionomiques notées par photo-interprétation.

Deux de ces types de végétation correspondent à des espaces encore prairiaux (mais où l'embroussaillage peut être plus ou moins avancé), pelouse assez pauvre floristiquement à *Thymus serpyllum* (serpolet) et à *Festuca glauca* d'une part,

pelouse fortement diversifiée floristiquement à *Festuca duriuscula* d'autre part. Ces deux types s'opposent nettement face au problème de l'embroussaillage : les premières de ces formations herbacées comportent peu de jeunes ligneux, les secondes sont à l'inverse caractérisées par une grande abondance de jeunes ligneux.

Les deux autres grands types résultent d'accrus forestiers : chênaies à *Quercus pubescens* (chêne pubescent) d'une part, pinèdes à *Pinus sylvestris* (pin sylvestre) d'autre part. Dans les chênaies où la régénération est bonne et où se maintient une ressource pastorale non négligeable, la progression des jeunes ligneux est moyenne ; elle est sensiblement plus forte dans les pinèdes, où les ressources pastorales sont raréfiées (tableau 1).

■ *Ampleur et structure spatiale des accrus forestiers à l'échelle des territoires : l'intérêt des SIG*

Une première information particulièrement facile à obtenir à partir du SIG qui a été constitué, est la répartition spatiale de l'évolution des ligneux entre 1963 et 1994, sous forme d'une carte de la dynamique des ligneux (encadré 1).

La carte 2 permet de localiser clairement les unités spatiales où l'on mesure une régression du taux de recouvrement des ligneux depuis 30 ans (dans les teintes bleues), les unités pour lesquelles on constate une stabilité relative de la couverture ligneuse (en vert) et celles pour lesquelles on constate une progression de cette couverture faible et moyenne (resp. jaune clair et jaune foncé), forte et très forte (orange et rouge).

Le tableau 2 précise les surfaces occupées selon le type de dynamique des ligneux. Les classes les plus représentées sont la faible régression, la stabilité et la faible progression, qui totalisent presque 70 % de la surface. La tendance dominante est toutefois celle d'une progression des ligneux, qui concerne environ la moitié de la surface, alors que la régression en affecte le quart. Le dernier quart, stable, correspond en partie à des zones cultivées (aux deux dates).

L'analyse spatiale peut être conduite à deux échelles. À l'échelle de l'ensemble de la carte, on note

Tableau 1. – Embroussaillage, pratiques et représentations sociales. Tableau synthétique des résultats obtenus. *Principaux faciès de végétation et hiérarchie de leurs facteurs explicatifs.*

Faciès de végétation	Dynamique des ligneux	Richesse floristique	Ressources pastorales	Facteurs explicatifs de 1 ^{er} ordre	Facteurs explicatifs de 2 ^e ordre	Facteurs explicatifs de 3 ^e ordre
Pelouses à <i>Thymus serpyllum</i> , <i>Festuca glauca</i>	– faible progression des ligneux – très peu de jeunes ligneux	– moyenne	– ressources abondantes et de qualité	– pâturage en 1994 assurant un effet d'entretien de l'herbe – traces de mise en culture	– sols peu profonds – roche affleurante – statut foncier privé	– pratiques de coupe et de brûlis – pâturage à effet d'entretien en 1965 – faible variation de la charge entre 1965 et 1994
Pelouses à <i>Festuca duriuscula</i>	– progression moyenne – abondance de jeunes ligneux (risque à venir)	– très forte	– ressources moyennes, de meilleure qualité dans les bas-fonds	– pratiques d'incendie ou de brûlis – le feu, perçu comme une solution dans les représentations sociales		
Chênaies	– progression moyenne – régénération correcte	– moyenne	– ressources moyennes, pénétrabilité moyenne	– forte réduction de la charge ovine de 1965 – aucune trace de mise en culture – pas de dynamique active	– pas de coupe – terrain privé – pâturage de printemps et d'été, sans effet d'entretien – pratiques de chasse – sols profonds, pente forte	– pâturage hivernal, pour valoriser les glands en 1965 avec effet d'entretien variable – le feu, considéré comme un savoir-faire dans les représentations sociales
Pinèdes	– forte progression – régénération moyenne	– faible	– faibles ressources et pénétrabilité	– gestion pastorale assez « intensive » en 1965 – statut foncier en indivision – le feu, perçu comme un risque	– très forte réduction de la charge ovine entre 1965 et 1994 – pâturage très faible en 1994 – opinion défavorable – aucune trace de friche – roche calcaire massive	– toponymes indiquant la présence de ligneux – toponyme indifférent – absence de chasse – dynamique de dénudation

Tableau 2. – Nombre d'objets, surface et pourcentages par classe de dynamique des ligneux.

Groupe	Nombre d'objets	%	Surface en ha	%
R2 : forte régression	120	6,8	99,91	8,3
R1 : faible régression	408	23,1	202,38	16,8
S : stabilité	368	20,8	303,95	25,2
P1 : faible progression	455	25,7	325,06	27,0
P2 : progression moyenne	266	15,1	163,48	13,5
P3 : forte progression	101	5,8	88,01	7,3
P4 : très forte progression	48	2,7	22,35	1,9

une opposition entre les deux territoires villageois : à l'ouest, Rieisse comporte de nombreuses surfaces où les ligneux ont régressé, en raison de pratiques d'entretien des ligneux telles que coupe, coupe et brûlis, feu courant, incendie ; à l'est, le territoire du Rouveret a majoritairement connu des progressions de ligneux. Cette opposition est liée aux stratégies différentes des éleveurs exploitant les terres dans les deux villages.

À l'échelle des unités topographiques, on observe des structures intéressantes. Ainsi, au sud-est de la carte, on remarque une nette opposition de versant, les ligneux ayant progressé en exposition nord-ouest et ouest, alors que la ten-

dance est à la stabilité sur le versant orienté au sud-sud-est. Cette opposition de versant correspond aussi à des statuts fonciers et à des usages différents. Sur le versant ayant connu une dynamique progressive, on remarque que celle-ci est moindre en bas de versant (encore couvert de pelouses et fréquenté par les ovins). En revanche, la progression a été rapide sur le reste du versant (couleur orange et rouge), à partir des bosquets de semenciers déjà présents en 1963 (couleur orange clair ou jaune). Cette analyse est confirmée par des études démographiques spatialisées (Lamotte *et al.*, in Cohen, Lardon 1996, Oulebsir *op.cit.*).

En combinant ces classes de progression du taux de recouvrement de ligneux entre 1963 et 1993 aux modalités de l'attribut indiquant l'essence dominante actuelle de chaque parcelle, on obtient une carte plus informative qui permet d'évaluer la dynamique des ligneux en fonction de l'essence dominante. La même gamme de couleur que précédemment est retenue, du bleu (régression des ligneux) au rouge (forte progression) ; l'essence dominante est indiquée par des aplats (résineux dominants) ou des trames (feuillus dominants ou égalité) déclinés dans les mêmes couleurs.

Il apparaît ainsi, ce qui est un résultat attendu, que les plus fortes dynamiques sont liées à l'avancée des résineux (aplat rouge et orangés), les pins sylvestres ayant de fortes capacités colonisatrices sur les espaces nus. Toutefois, les peuplements de feuillus ont également connu des progressions, plus faibles (rayures verticales jaunes), correspondant à une densification des chénaies pubescentes. La stabilité de la couverture ligneuse s'observe le plus souvent dans des conditions d'égalité entre essences, mais rappelons que cette classe inclut également le cas des zones de cultures stables. Enfin, on remarque que dans les secteurs où il y a eu régression de la végétation, par des pratiques de contrôle des ligneux, la recolonisation associe bien souvent espèces pionnières résineuses (*Pinus sylvestris*) et feuillues (*Populus tremula*, *Sorbus aria*, trame en carreaux bleus). Ces pratiques de contrôle ne semblent donc pas favoriser, au moins dans un premier temps, l'enrésinement des parcours, analyse là encore confirmée par les études démographiques menées à l'échelle de la station (Lamotte *et al. op.cit.*).

Un essai d'explication du boisement naturel

Dans ce qui précède, nous avons évoqué un certain nombre de facteurs explicatifs des accrus forestiers et de leur structuration spatiale. Approfondir et systématiser cette démarche suppose que l'on dispose d'un corpus de données d'ordre socio-économique, recueillies par enquête et consultation des archives. Cette collecte, très exigeante en temps et mobilisant de nombreuses disciplines, n'a pu être conduite qu'à l'échelle des territoires. Nous développons donc l'apport respectif des analyses multivariées et des SIG dans la recherche et la hiérarchisation des facteurs explicatifs du boisement spontané.

■ Les analyses canoniques : repérer et hiérarchiser les variables explicatives les plus pertinentes

L'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) où est analysée conjointement la structure d'un couple de tableaux (Mercier, 1991) a permis de confronter l'état de la végétation avec des lots de variables thématiques. Il s'en dégage une hiérarchie de facteurs explicatifs potentiels de l'embroussaillage.

Globalement, il faut souligner le rôle secondaire joué par le facteur édaphique sur la différenciation des faciès de végétation et, partant, des formes et de l'ampleur prise par la dynamique des ligneux. Entrent en revanche beaucoup plus franchement en ligne de compte non seulement les pratiques pastorales actuelles mais aussi les activités agro-pastorales d'un passé parfois assez lointain : l'état de la parcelle au XIX^e siècle tel qu'il peut être reconstitué à partir du cadastre napoléonien livre ainsi de précieux enseignements pour qui veut comprendre l'évolution du paysage végétal caussenard. Autre clé de compréhension moins attendue : le lien souvent fort entre l'état actuel de la végétation et certaines pratiques – débroussaillage par le feu, pratiques cynégétiques, ... - déterminées par des représentations sociales attachées à tel ou tel ligneux (genévrier, pin sylvestre, buis, ...).

Le tableau 1 livre le détail des modalités de variables potentiellement explicatives pour tout (facteurs dits de premier ordre) ou partie des relevés (facteurs dits de deuxième et troisième

ordres) se rattachant à tel ou tel faciès de végétation et à la progression des ligneux qui caractérise celui-ci.

Ainsi, autour des pelouses à *Festuca glauca* – celles où la ressource pastorale est aujourd'hui la mieux préservée –, une sorte de cercle vertueux semble s'être institué sur des parcelles autrefois cultivées et passées à un pâturage assurant un effet d'entretien de l'herbe. À l'inverse, les pelouses de qualité pastorale plus moyenne à *Festuca duriuscula* n'ont pas bénéficié d'une dynamique de gestion aussi positive, celle-ci étant au contraire fondée par exemple sur des incendies plus systématiques dans le cadre d'une représentation sociale où le feu est perçu comme la solution au problème de l'entretien de la ressource pastorale.

Dans certains boisements, la question de la ressource pastorale est moins centrale. Là où existent aujourd'hui de belles chênaies, bien entretenues et se régénérant convenablement, cela paraît être le résultat d'une gestion où le pâturage est devenu beaucoup plus mineur que par le passé. Sur ces parcelles très anciennement boisées, l'entretien concerne plutôt le boisement lui-même, entretien bien lié à certaines pratiques de chasse et dans lequel le feu est presque considéré comme un « art ». La rétraction de la ressource pastorale apparaît beaucoup plus forte dans les pinèdes : le boisement s'est fait là au détriment de territoires où, dans un passé récent (1965) le pâturage était encore intensif et où aujourd'hui l'embroussaillage s'effectue rapidement, à la faveur du relatif abandon de certaines terres collectives. Ces accrus forestiers sont mal perçus par les habitants, qui y voient une menace d'encercllement par le feu.

■ *Le SIG : une autre façon de vérifier des hypothèses explicatives*

En s'appuyant sur les résultats fournis par les analyses multivariées, deux hypothèses sont ici testées :

1. Dans quelle mesure l'occupation ancienne du sol, telle que nous la décrit le cadastre napoléonien de 1827, peut-elle influencer sur la dynamique récente des ligneux ? Les anciens bois y sont-ils plus sensibles ? Les anciennes terres labourables constituent-elles au contraire des milieux encore bien entretenus, et donc moins soumis au boisement spontané ?

2. Comment le pâturage influe-t-il sur la dynamique ligneuse ? La diminution de la charge depuis les années 60 joue-t-elle un rôle important ? Les modalités du pâturage actuel influent-elles sur le contrôle de la progression des ligneux ?

En comparant les données correspondant au cadastre ancien aux informations concernant la dynamique récente des ligneux, on cherche à évaluer le lien entre l'embroussaillage actuel et les modes d'occupation du sol au début du XIX^e siècle. : bois, terre labourable, pâture ou lande (encadré 1).

La carte met en évidence un premier fait spatial imprévu, à savoir la forte proportion des terres classées comme pâtures dans le cadastre napoléonien (gamme du jaune au rouge, carte 4, tableau 3) et la modestie de celle des terres labourables. Cette situation, analogue à celle d'autres territoires villageois, du *Causse boisé* (ex. St-Pierre des Tripiers, Petit, in Brun *et al.*, 1978), est fort différente de celle observée dans d'autres territoires du *Causse nu* (ex. Drigas,

Tableau 3. – Répartition en % des terres selon l'utilisation du sol en 1827 et selon la dynamique des ligneux. ▼

Utilisation du sol en 1827	Répartition générale	Régression des ligneux	Stabilité des ligneux	Faible progression	Progression moyenne	Forte progression
Pâture	61,5	62,7	55,1	55,6	65,0	77,0
Terre	23,1	17,2	30,7	25,2	23,0	23,0
Bois	13,7	20	11,0	14,6	12,0	
Lande	1,7	0,1	3,2	4,6		

Valbelle, in Cohen, Lardon *et al.*, *op.cit.*), où les terres labourables occupaient au contraire de plus grandes surfaces au XIX^e siècle. Il serait intéressant de vérifier ces cooccurrences sur un nombre plus important de territoires villageois ou d'exploitation des causses *boisé et nu*.

À l'échelle de la zone d'étude, la carte, assez difficile à lire, gagne à être analysée conjointement avec le tableau indiquant les surfaces (en %) occupées par les différentes combinaisons, que l'on peut comparer avec la répartition générale (les combinaisons surreprésentées sont indiquées en gras).

On constate ainsi que les dynamiques progressives les plus rapides, liées généralement au pin sylvestre, se sont préférentiellement produites sur d'anciennes terres de pâture (en orange et rouge). En revanche, les accrues forestiers plus modestes, souvent dominés par les feuillus, sont relativement fréquents sur d'anciens bois (en vert kaki). Parallèlement, les pratiques de contrôle des ligneux, au sud du territoire, s'appliquent à d'anciens bois du XIX^e siècle, reconvertis ainsi en pâtures (en jaune). Les anciennes terres labourables sont fréquemment des milieux où les ligneux n'ont guère progressé (en violet moyen). Les terres classées en landes, très peu représentées, sont plutôt restées stables ou ont peu régressé. L'hypothèse d'un lien entre utilisation ancienne du sol et dynamique des ligneux est donc étayée par le SIG.

On peut aussi tester le rôle des pratiques pastorales, et notamment de la déprise (carte 5, encadré). Sur la carte, on choisit d'exprimer par des aplats les combinaisons qui sont en cohé-

rence avec l'hypothèse testée. Par exemple, à une diminution de la charge, correspond une progression du recouvrement ligneux. En revanche, lorsque la combinaison rencontrée est contraire à l'hypothèse testée, on utilise une trame en pointillés, et ce quelle que soit la combinaison obtenue. Une première lecture de la carte consiste à évaluer les surfaces occupées par les trames en aplat et en pointillés : l'hypothèse apparaît aussi souvent confirmée (aplats) qu'infirmée (pointillés).

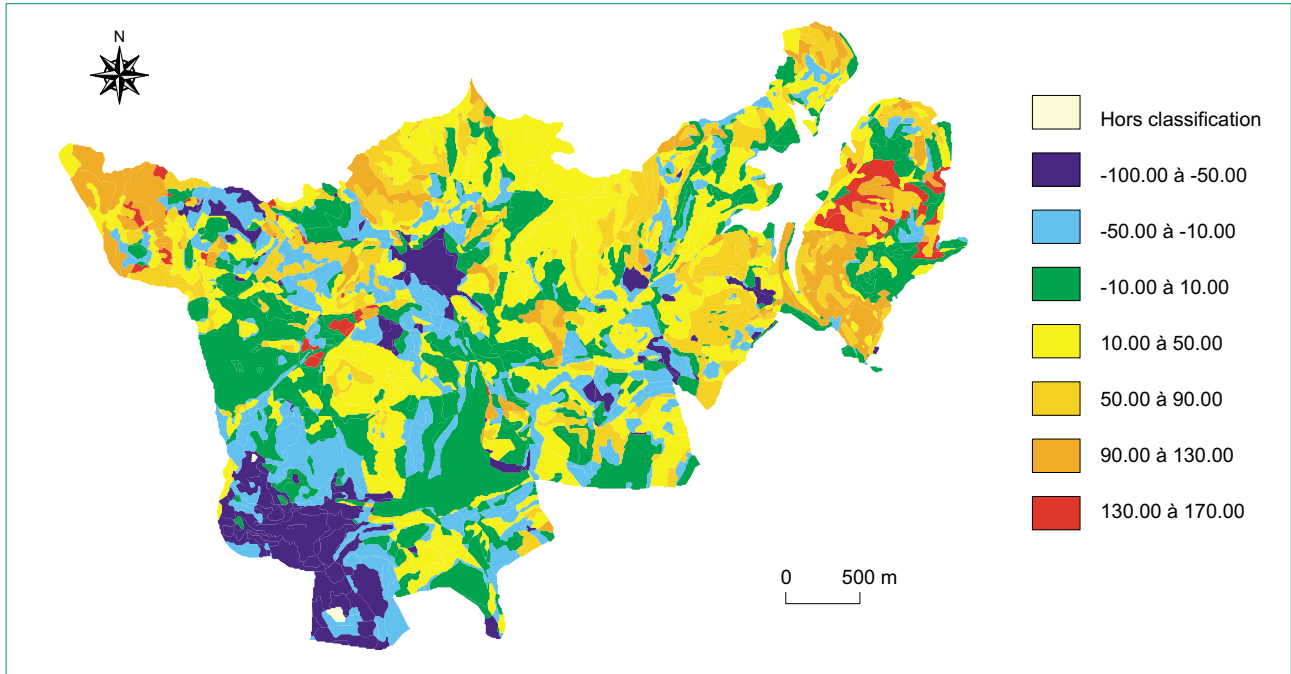
Une deuxième lecture consiste à affiner l'interprétation et à localiser l'analyse. Il apparaît ainsi que, dans la partie sud du territoire, l'infirmité de l'hypothèse « déprise pastorale » est liée au fait que des pratiques très énergiques d'entretien et d'éradication des ligneux sont systématiquement appliquées dans le territoire de Rieisse. Au contraire, sur le territoire du Rouveret (partie est), l'hypothèse est fréquemment vérifiée. La prise en considération de l'essence dominante est également intéressante. Ainsi, les pinèdes les plus dynamiques sont liées à la diminution de la charge ovine depuis trente ans (extrêmes nord-ouest et est de la carte), ce qui confirme les résultats obtenus par les analyses multivariées et est cohérent avec le résultat antérieur (forte progression des ligneux sur les anciennes pâtures).

On peut également tester le rôle du pâturage en prenant en considération ses aspects plus qualitatifs, sur la période actuelle. En effet, une charge ovine donnée n'aura pas le même impact en terme d'entretien de la végétation selon la saison de pâture, - les intersaisons et l'hiver étant plus propices -, le mode de consommation de l'herbe (tri sélectif ou non), et les prati-

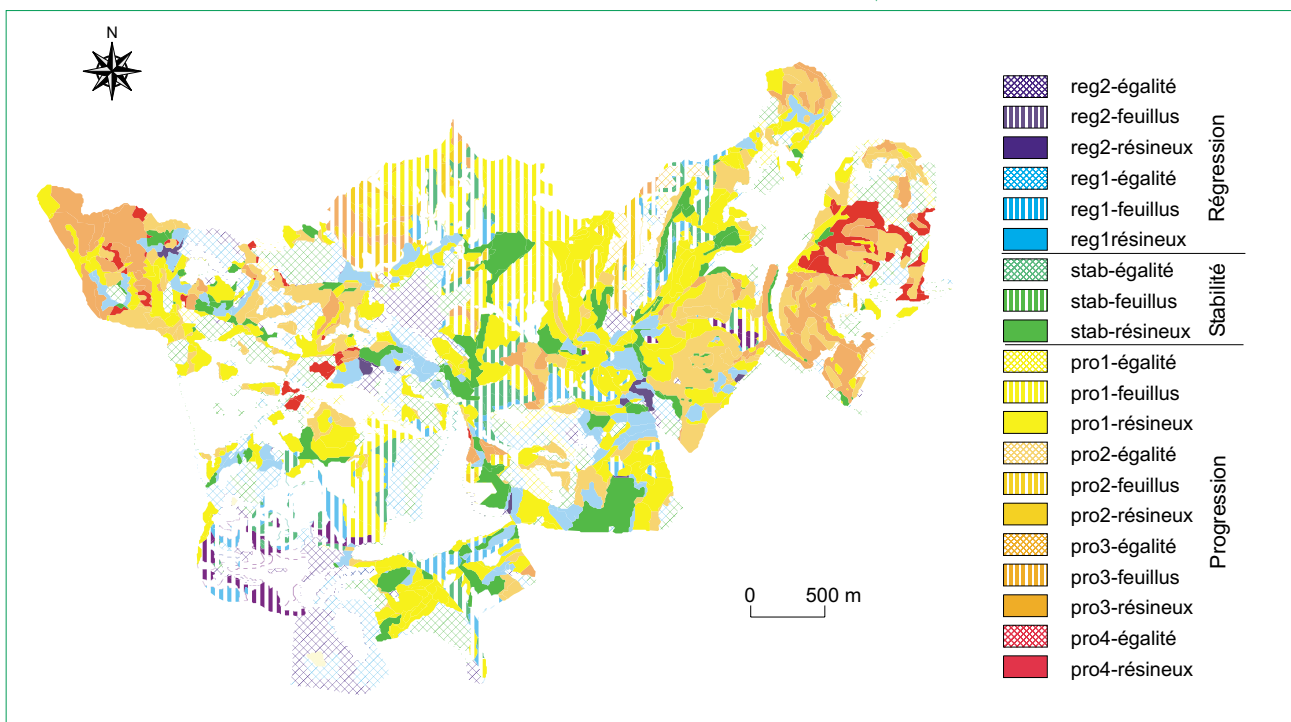
Tableau 4. – Répartition des surfaces selon les classes de dynamique ligneuse et d'entretien de la végétation par les ovins aux intersaisons et en hiver (en ha). ▼

	Forte régression	Régression	Stabilité	Faible progression	Progression moyenne	Forte progression
Entretien nul ou faible	12,05	105,26	102,32	517,59	73,46	37,30
Entretien moyen à fort en automne		10,82	54	25,58		
Entretien moyen à fort en automne et hiver		46,32	80,87	96,34		
Entretien moyen à fort au printemps et/ ou hiver			8,70	35,59		

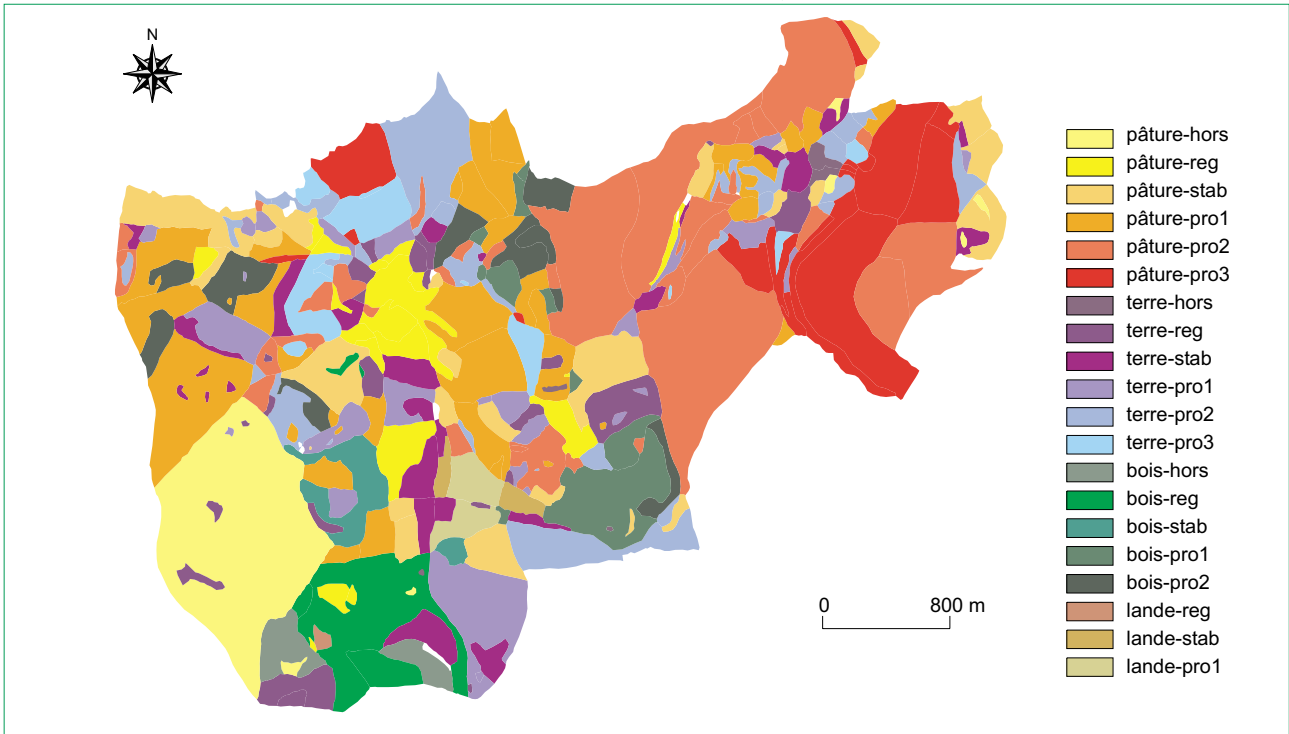
Carte 2. – Dynamique de la couverture ligneuse 1963/1994 (système Savane). ▼



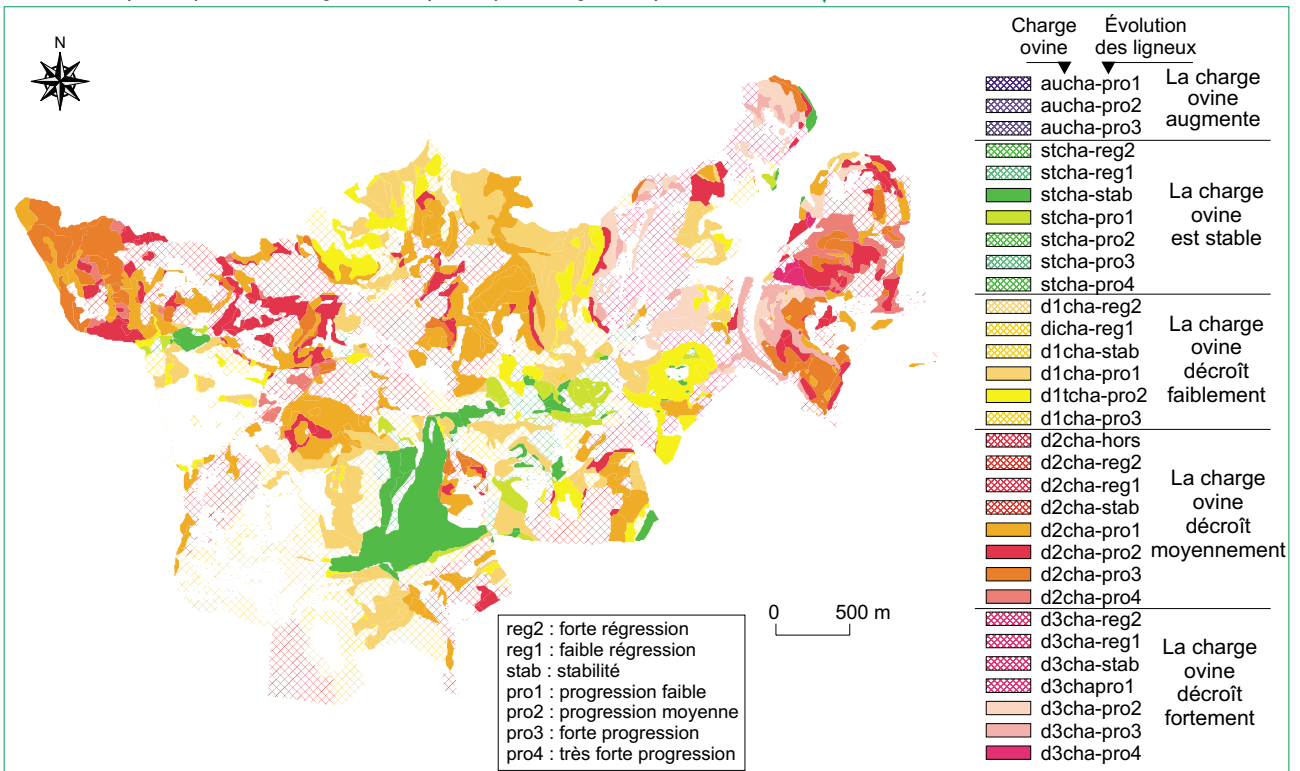
Carte 3. – Dynamique des ligneux (1963/1994) et essence dominante (système Savane). ▼



Carte 4. – Utilisation du sol en 1827/ dynamique des ligneux (système Savane). ▼



Carte 5. – Dynamique de la charge ovine/dynamique des ligneux (système Savane). ▼



ques de complémentation alimentaire en bergerie (Guerin & Bellon, 1983). Un « indice d'entretien » est construit en tenant compte de ces différents paramètres. La carte est élaborée selon la même procédure que précédemment (*semi-jointure*) et les classes de dynamique des ligneux sont combinées avec celles de l'indice d'entretien. Les résultats sont cette fois présentés sous forme de tableau des surfaces occupées par les principales combinaisons (tableau 4).

Cette répartition des surfaces appelle plusieurs commentaires. On remarque tout d'abord que les plus fortes progressions ligneuses sont exclusivement observées dans les parcelles mal ou non entretenues par les ovins ; au contraire, lorsque l'effet d'entretien est plus notable, la dynamique est moins rapide. Parallèlement, on observe que les parcelles où la tendance est à la régression des ligneux sont majoritairement mal entretenues par le troupeau : les pratiques de feu et de brûlis sont bien souvent la seule pratique de contrôle des accrus. Enfin, il semble que les pratiques pastorales « d'arrière saison » soient les plus favorables à la stabilité de la couverture ligneuse. L'hypothèse du rôle des modalités du pâturage apparaît donc confirmée par le SIG.

Conclusion

L'ensemble de ces résultats permet d'arriver à la conclusion que le boisement spontané, dont

on a pu évaluer la notable ampleur sur le Causse Méjan, dépend de multiples facteurs qui interagissent entre eux, où jouent à la fois des héritages et des pratiques actuelles, ce qui doit amener à un optimisme mesuré sur l'efficacité des mesures d'aménagement. Par ailleurs, le contrôle des accrus, tel qu'il est assuré sur certaines parcelles, est lié aux pratiques pastorales, mais aussi aux pratiques directes sur les ligneux. L'application des mesures agri-environnementales prévoit d'ailleurs d'associer ces deux types de pratiques pour les parcelles contractualisées les plus encombrées de ligneux. Enfin, soulignons le lien apparu ici entre dynamique des ligneux, gestion des ressources et représentations sociales de la nature. Les modes de gestion appliqués par les éleveurs, variablement efficaces on l'a vu, dépendent du jugement qu'ils portent, au cas par cas, sur chaque parcelle d'exploitation, mais aussi d'une perception plus ou moins aiguë de ces accrus et de leur marge de manœuvre face au phénomène. C'est bien l'intérêt d'une démarche interdisciplinaire, telle que nous nous sommes efforcés de la mener, que de mettre en avant ces interactions. Quant aux méthodes mises en œuvre pour le croisement des données socio-économique et naturaliste, analyses multivariées et SIG se sont révélées complémentaires et relativement efficaces pour tester nos hypothèses, même s'il ne faut pas occulter la lourdeur de leur mise en œuvre. ■

Résumé

Le boisement spontané des terres agricoles est abordé de façon interdisciplinaire, par les sciences de la nature et les sciences sociales. Selon l'échelle à laquelle le phénomène est appréhendé, différentes sources et méthodes de traitement de données sont mobilisées. La confrontation des données d'ordre naturaliste et socio-économique est opérée parallèlement par l'analyse multivariée et par le Système d'information géographique (SIG). Différentes hypothèses explicatives de l'avancée des ligneux sont ainsi testées et hiérarchisées.

Abstract

The spontaneous reforestation of agricultural land is studied from an interdisciplinary point of view involving natural science and social science. Depending on the scale on which the phenomena is studied, various sources and methods for data processing are used. Natural science and social science data are crossed in parallel by multivariable analysis and by the geographical data system (SIG). Various hypotheses explaining the progression of ligneous vegetation are thus tested and arranged by order of importance.

Bibliographie

- BALENT G.- 1991 - *Dynamique de la végétation selon les pratiques des agriculteurs - Une modélisation à partir des données recueillies dans une vallée des Pyrénées centrales*, Ed. INRA, 48p.
- BALENT G., BARRUE-PASTOR, 1986 - Pratiques pastorales et stratégies foncières : deux éléments-clé de la dynamique de l'élevage montagnard. L'exemple de la vallée d'Oô (Pyrénées centrales), *RGPSO*, 57, pp.403-407.
- BARBARO L., 1999, *Dynamique agro-écologique des communautés de pelouses sèches calcicoles du Vercors méridional. Application à la gestion conservatoire de la biodiversité par le pastoralisme*. Thèse de biologie, Univ. J. Fournier Grenoble I, 179 p.
- BRUN, A., CHASSANY, J.-P., OSTY, P.-L., PETIT, F.-E., NAERT, B., 1978, *Le Causse Méjan*, Ed. INRA-ESR, 5 tomes.
- COHEN, M., 1984, Dynamique saisonnière de la pelouse caussenarde pâturée (Causse Méjan-Lozère), *Travaux du Laboratoire de géographie physique*, n° 13, 91 p. Ed. Université Paris 7.
- COHEN, M., FRIEDBERG, C., MATHIEU, N., 1997, Pratiques et représentations de la forêt chez les éleveurs du Causse Méjan, in *La Forêt : perceptions et représentations*, textes réunis par A.Corvol, P.Arnoult & M.Hotyat, Ed. L'Harmattan, Paris p. 289-302.
- COHEN, M., ALEXANDRE, F. et coll., 1997, Embroussaillage, pratiques et représentations sociales : une recherche de corrélations, *Nature, Sciences, Sociétés*, Vol. 5, n° 1 : 31-44.
- COHEN, M., HOTYAT, M., 1995, Embroussaillage et boisement sur le causse Méjan entre 1965 et 1992 : une approche par la photo-interprétation diachronique, in *Grands Causses : nouveaux enjeux, nouveaux regards, en hommage à Paul Marres*, Ed. Causses & Cévennes, p. 113-127.
- COHEN, M., LARDON, S. (resp.scient.), ALEXANDRE, F., FRIEDBERG, C., LAMOTTE, S., MATHIEU, N., OSTY, P.-L., et al., 1996, *Usages des sols, pratiques d'éleveurs, représentations de la nature, et dynamique des milieux et des ressources*, Rapport final de recherche du Programme PIR Environnement, Vie et Sociétés-CNRS, 216 p.
- COHEN, M., LARDON, S., ALEXANDRE, F., TRIBOULET, P., 1998, L'embroussaillage sur le Causse Méjan : des méthodes pour une approche interdisciplinaire, *Compte-rendu du Séminaire de Carry Le Rouet, Programme PIR-EVS, Systèmes écologiques et action de l'homme*, Ed. CNRS, 11 p.
- DERIOZ, P., 1994, *Friches et terres marginales en basse et moyenne montagne*, Thèse de géographie, PUF Avignon, 330 p.
- DUTOIT, T., ALARD, D., 1995, *Mécanisme d'une succession végétale secondaire en pelouse calcicole : une approche historique*, C.R. Acad. Sci., 318:897-907.
- FRANCOIS, R., 1992, *Etude de l'embroussaillage et du boisement sur deux zones-test du Causse Méjan. Relation avec la pression pastorale et la gestion du milieu*. Mémoire de maîtrise C.G.E.N. Université Paris 7/Observatoire du Causse Méjan, 99 p. + annexes.
- GUERIN, G. et BELLON, S., 1983, Analyse des fonctions des surfaces pastorales dans les systèmes fourragers en zone méditerranéenne. *Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement*, n°17, p. 147-156.
- LEPART, J., DEBUSSCHE, M., 1992. Human impact on landscape patterning : Mediterranean examples. In : *Landscape Boundaries*, A.J. Hanse, & F. Di Castri (Eds.), Springer-Verlag (Publ.) : 76-106
- LOISEAU, P., LARRERE, G. , 1977, *Effets à long terme des pratiques agro-pastorales sur la végétation d'un territoire communal*, C.R. de l'Acad. d'Agric., pp. 404-410.
- LEBRETON, J.D., ASSELAIN, B. (Dir.), 1993, *Biométrie et environnement*, Paris, Ed. Masson, 332 p.
- MARRES, P., 1935, *Les grands causses*, Tome 1 : *Le milieu physique*, Tome 2 : *Le labour humain*, Tours, Ed. Arrault.
- MERCIER, 1991, *Étude des relations espèces-environnement et analyse de la co-structure d'un couple de tableaux*, Thèse de doctorat, URA 367, Université Lyon-I, 168 p.

suite

MULLER, S., 1996, Exposé introductif au colloque « Biodiversité et gestion des écosystèmes prairiaux » déterminisme et évolution de la biodiversité dans les écosystèmes prairiaux, *Acta bot. Gallica*, 143 (4/5), p.233-238.

OSTY, P.-L., 1978, Pratiques d'élevage et paysage sur le Causse Méjan, *Economie rurale* n°128 : 15-22.

OULEBSIR, D., 1997, Apport d'un SIG à l'étude de l'embroussaillage sur le Causse Méjan, Mémoire de maîtrise Univ. Paris 7-Laboratoire de Géographie physique, 166 p.

TER BRAAK, C.J.F., 1986, Canonical correspondence analysis : a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis, *Ecology*: 69, p. 69-77.

TER BRAAK, C.J.F., 1987, The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis, *Vegetatio*: 69, p.69-77.