



HAL
open science

”Dynamiques végétales contemporaines dans les estives de la Chaîne des Puys : Pour une approche intégrée”

Marion Lefeuvre

► To cite this version:

Marion Lefeuvre. ”Dynamiques végétales contemporaines dans les estives de la Chaîne des Puys : Pour une approche intégrée”. Histoire. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2013. Français. NNT : 2013CLF20005 . tel-01077862

HAL Id: tel-01077862

<https://theses.hal.science/tel-01077862v1>

Submitted on 26 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DYNAMIQUES VÉGÉTALES CONTEMPORAINES DANS LES ESTIVES DE LA CHAÎNE DES PUY *POUR UNE APPROCHE INTÉGRÉE*



Marion LEFEUVRE

*Thèse pour l'obtention du doctorat de Géographie
Présentée et soutenue publiquement le 09/04/2013*

ANDRÉ Marie-Françoise, Professeur, Université Blaise Pascal
FLEURY Philippe, Enseignant-Chercheur, ISARA Lyon
JOLIVEAU Thierry, Professeur, Université Jean Monnet
MÉTALIÉ Jean-Paul, Directeur de Recherche CNRS, GEODE Toulouse
MICHELIN Yves, Professeur, VetAgroSup
MARTY Pascal, Professeur, Université de La Rochelle
RIEUTORT Laurent, Professeur, Université Blaise Pascal
SIMON Laurent, Professeur, Université Paris I

*Une clôture ou barrière sépare deux pratiques :
d'un côté s'invente une nouvelle approche
de l'environnement respectueuse, légère et durable ;
de l'autre c'est une infrastructure lourde et polluante, qui
s'impose en force au nom de la rentabilité à court terme.
L'inconvénient de ce genre de barrière, c'est qu'il faut
forcément se situer d'un côté ou de l'autre.
S'asseoir dessus, c'est se piquer le cul.*

Davodeau, *Rural*, 2001

*Mais, comme un homme qui marche seul et dans les ténèbres,
je me résolus d'aller si lentement,
et d'user de tant de circonspection en toutes choses,
que, si je n'avançais que fort peu,
je me garderais bien, au moins, de tomber.*

Descartes, *Discours de la Méthode*, 1637

Remerciements	5
Avant-propos	7
Introduction générale	9
PARTIE 1 - CADRES CONCEPTUEL , SOCIO-ENVIRONNEMENTAL ET METHODOLOGIQUE	19
CHAPITRE 1. CADRE CONCEPTUEL	21
CHAPITRE 2. CADRE SOCIO-ENVIRONNEMENTAL	55
CHAPITRE 3. CADRE METHODOLOGIQUE	77
PARTIE 2 – DIAGNOSTIC DE L’ETAT ACTUEL DES ESTIVES	89
CHAPITRE 4. CARACTERISATION DE LA VEGETATION ACTUELLE	91
CHAPITRE 5. LES ENJEUX ACTUELS DE L’ELEVAGE ET DES PRATIQUES PASTORALES	119
PARTIE 3 – EVOLUTIONS DIACHRONIQUES DE LA VEGETATION DES ESTIVES	135
CHAPITRE 6. DYNAMIQUES VEGETALES REGIONALES DEPUIS 1974	137
CHAPITRE 7. EVOLUTIONS SPATIO-TEMPORELLES A FINE ECHELLE DEPUIS 1954	167
PARTIE 4 – DISCUSSION DES RESULTATS ET IMPLICATIONS EN MATIERE DE GESTION	235
CHAPITRE 8. UNE ANALYSE SINGULIERE POUR DES EVOLUTIONS MULTIPLES	237
CHAPITRE 9. DES MODELES DE GESTION A ADAPTER	275
Conclusion générale	291
Bibliographie	297
Annexes	325
Glossaire des sigles	339
Table des Figures et tableaux	341
Table des matières	349

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est l'aboutissement de cinq ans d'études acharnées au cours desquelles j'ai parfois perdu l'espoir et l'attitude positive qui me caractérisent. Sans la contribution de multiples acteurs, agissant à des degrés divers, il n'aurait probablement jamais reposé ainsi entre vos mains. Ce préambule me permet donc de leur, de vous, présenter mes plus sincères remerciements.

Je tiens, en premier lieu, à remercier vivement ma directrice de thèse, Marie-Françoise André. Depuis le master 2 jusqu'à aujourd'hui, la confiance qu'elle m'a témoignée et son soutien scientifique et humain sont, sans conteste, des piliers fondamentaux de ce travail. Son ouverture d'esprit et son attachement pour la pluridisciplinarité, transmis tout au long de mon parcours universitaire, ont provoqué une consonance intrinsèque profonde. Et sans sa vigilance, il est d'ailleurs probable que je m'y sois perdue... Ses qualités se sont également révélées primordiales dans le choix d'un co-directeur qui puisse donner à ce travail un sens collectif.

Le choix s'est porté sur Philippe Fleury qui, à son tour, se doit d'être profondément remercié. D'abord enthousiasmée par la méthode de diagnostic d'embroussaillement des parcelles, je n'avais pas envisagé l'ampleur des conseils et recadrages théoriques et scientifiques dont il m'a fait bénéficier dès son adhésion et tout au long du projet. Notre première discussion téléphonique reste pour moi un des moments cruciaux de ce travail en commun et les nombreux échanges suivants ont été décisifs. Son regard synoptique et sa vigilance sont aussi à saluer. En tous points, scientifiques comme humains, je tiens donc à le remercier chaleureusement.

A tous deux, j'adresse mes vifs remerciements pour leurs relectures nombreuses et assidues.

J'aimerai également remercier les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail : Messieurs Thierry Joliveau, Pascal Marty, Jean-Paul Métailié, Yves Michelin, Laurent Rieutort et Laurent Simon.

La Région Auvergne, avec sa Bourse Territoire, m'a offert la possibilité financière d'accomplir cette thèse et je l'en remercie très chaleureusement. Cet engagement en faveur de la recherche scientifique se doit d'être souligné.

Le laboratoire de géographie physique et environnementale GEOLAB, et son directeur M. Peiry, ont mis à ma disposition un bureau et du matériel de terrain et informatique de grande qualité. Je leur en suis infiniment reconnaissante. Mais le matériel est finalement peu au regard de l'entourage qu'ont formé mes collègues doctorants et enseignants. Je remercie particulièrement Erwan Roussel pour l'aide qu'il m'a apportée pour la constitution de la base de données et les traitements statistiques qui, sans lui, seraient restés pour moi d'un flou artistique... Ces analyses ont également été permises grâce à Aude Beauger et je la remercie également vivement. Certains de ces collègues sont même devenus des amis et je tiens à remercier chaleureusement Erwan, Ana, Susanne, Alex, Charlotte, Aude et Audrey, ainsi que Jérôme, Samuel, Raphaël, Armelle, Franck, Manon, Christelle, Emmanuelle, Johannes, Olivier, Dov, Chantal, M. Devemy...

D'autres chercheurs ont contribué à ces recherches, je tiens à remercier vivement M. Michelin et Mme Orth (VetAgroSup), M. Loiseau (agronome à la retraite), Mme Mollet (botaniste à la retraite), M. Prévosto (CEMAGREF), ainsi que MM. Bordessoule et Langlois (CERAMAC).

La fin d'une thèse est souvent financièrement et intellectuellement difficile et je tiens à remercier vivement la MSH et son directeur, M. Rieutort, pour le contrat qu'ils m'ont accordé fin 2012. Un grand bol d'air scientifique et humain se sont réunis autour d'un sujet passionnant : des structures agropastorales médiévales ou modernes dans la Chaîne des Puys révélées par un LiDAR de grande qualité ! L'équipe de recherche est formidable et je tiens à remercier la plateforme Intespace

(Erwan et Franck) pour le matériel mis à ma disposition lors de ce contrat, mais également Marta, Jean-Pierre, Yannick, Bertrand et Violaine pour leur étroite collaboration.

La Chaîne des Puys est partie intégrante du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne qui n'est pas seulement une structure. C'est aussi le lieu commun de travail d'une équipe admirable avec qui les échanges continus lors de ma thèse ont été fructueux. Je tiens à remercier particulièrement Stéphane Pichot, Christine Montoloy, Cécile Birard, Stéphane Erard et Martine Teuma.

Le Conseil général est porteur du projet d'inscription de la Chaîne des Puys au Patrimoine Mondial de l'humanité (Unesco), je remercie son président, Jean-Yves Gouttebel, et la chargée du projet, Cécile Olive-Garcia, pour les échanges productifs établis lors des conseils scientifiques.

Mon intérêt pour la recherche est étroitement mêlé à celui pour l'enseignement, et je remercie également chaleureusement Frédéric Clamens-Nanni et Nadège Arrivé pour la possibilité qu'ils m'ont offerte de le pratiquer.

Le pastoralisme est devenu partie intégrante de ma vie au cours de cette thèse. J'exprime donc de toute ma reconnaissance à l'Association Française de Pastoralisme, qui contribue, chaque jour, à son développement et à l'enrichissement collectif de cette discipline.

Les estives de la Chaîne des Puys ne seraient rien sans leurs présidents de groupements, leurs adhérents et leurs bergers. Je tiens ici à remercier l'ensemble des éleveurs pour avoir répondu patiemment à toutes mes questions, et à leur dire toute mon admiration pour leur engagement continu et leur remarquable énergie face aux crises diverses qu'ils ont traversées. Ma gratitude s'adresse particulièrement à Jean-Luc Thourreix, M. et Mme Lamotte, M. et Mme Fraix, et M. Pailleux.

Ma vocation pour la géographie est née des cours vivants et enthousiasmés de Mme François au collège et je tiens à la remercier très chaleureusement. Ces souvenirs sont des pierres angulaires de la personne que je suis actuellement.

Sur un plan plus sentimental, je tiens à remercier ma famille et mes amis pour tout ce qu'ils ont fait pour moi depuis presque 30 ans. Ici ne se trouve pas seulement mon travail mais une partie de l'accomplissement d'une vie qu'ils ont contribué à construire. Ces fondateurs sont nombreux mais je tiens à mettre en avant mes parents, mes frères et sœurs, mes grands-parents, mes oncles, tantes et cousins (nombreux, famille bretonne oblige !) ma belle famille et tout particulièrement Muguette pour toute l'aide apportée, et mes amis : Eve, Elo, Loïc, Fabby, Sandra, Yvon, Germain, Pierrot, Cham, Seb, Céline et Bertand, et leurs familles. Je remercie également, et c'est peu banal, M. Rousset, mon kiné, pour tout ce qu'il a fait pour moi (et mon dos !) et mes voisins, uniques présences humaines pendant de longs mois à Saint-Nectaire : Gilles et Patty, et Guy et Janine.

Enfin, pour une infinité de raisons (et ce n'est pas suffisant), je tiens à remercier mon compagnon, Grégoire. Sans toi, ce travail n'aurait jamais vu le jour, cher « *coach thèse* » !

*Petit Piero, tu contribues à nous émerveiller chaque jour,
puisse la vie t'apporter tout ce dont tu rêves...*

Du réel au virtuel, du ressenti à l'observé, de la perception à l'analyse, le paysage, terme polysémique parmi tant d'autres, rattaché à l'Histoire comme à l'actuel, au « beau » comme au « laid »...

Paysage agricole, paysage industriel, paysage urbain, paysage patrimonial, paysage rural, paysages...

Le paysage est d'abord défini comme perçu. Percevoir, c'est saisir par les sens et par sa gamme personnelle d'outils d'analyse. Percevoir, c'est mettre en œuvre son intellect, son vécu, ses émotions, son identité sociale¹ pour analyser, comprendre, critiquer. Le paysage urbain sera ainsi cher à l'architecte, il remarquera les prouesses architecturales ou la planification du bâti. Pour un citoyen, le paysage rural ne sera peut-être qu'odeurs malsaines, villages de pierres, chiens aboyant au loin... mais ce versant de genêts en fleur lui semblera si gai, si pétillant. Le même versant sera pour l'agriculteur le produit d'un travail inabouti, d'un laisser aller, d'une friche sur des terres auparavant cultivées.

Certains chercheurs vont tenir ces perceptions comme objet d'étude à part entière, d'autres vont essayer de se dégager de la subjectivité qu'elles engendrent. Mais tout géographes que nous sommes, n'avons-nous pas de prime abord choisi un terrain d'étude correspondant à un certain intérêt même ancien, même caché, une certaine idée que l'on se fait d'un paysage, un souvenir, une passion ? Nous sommes tellement imprégnés de ce terrain qui, au départ déjà, nous attire ; nous y passons du temps, nous cherchons à le comprendre, à en analyser les dynamiques, à en rechercher les facteurs explicatifs qu'ils soient écologiques, économiques ou sociaux. Cette passion ne nous dévore-t-elle pas ? Comment alors vouloir à tout prix se dégager de cette perception première ? N'est-ce pas notre regard qui apporte l'image à l'esprit ? Et cette image n'est-elle pas celle que nous attendons inconsciemment ?

Je pense que la perception est une première étape, nécessairement subjective ; mais qui peut se prétendre objectif en permanence ? La seconde verra l'utilisation d'outils d'analyse, outils qui permettront de classer, catégoriser le paysage de manière à le comparer par la suite à un autre. La recherche des facteurs explicatifs, des relations de causalité viendront en troisième lieu. Mais comment l'atteindre sans s'ouvrir à d'autres disciplines, comment englober toutes les facettes de ce paysage en se limitant à une ou deux visions ?

Comment être certains que l'observation faite n'est pas celle d'un ou deux phénomènes mais bien d'un ensemble de phénomènes, voire

¹ Au sens de Durkheim (1884) : position sociale, origine sociale, niveau de diplôme, situation familiale...

d'épiphénomènes, que seule une démarche rigoureuse et réfléchie nous permettra de valider ? De plus le paysage n'est pas chose stable. Le biais facile d'une représentation patrimoniale voire ancestrale d'un paysage ne prend pas en compte sa réalité et son dynamisme. Nous préférons prendre conscience de ce qu'il a représenté pour les sociétés précédentes, en évitant d'appliquer ce regard à notre analyse.

*Toute chose se meut sans que l'on soit là pour s'en apercevoir. Un regard multiple, une conscience ouverte et réfléchie permettra donc cette analyse « aboutie » que nous recherchons tous. Pour reprendre la citation d'André Fel « **Le but de la géographie est de revenir toujours au spectacle changeant du monde et de le mieux comprendre** ». Je pense que l'ouverture vers les autres sciences est cruciale pour que cette compréhension soit synoptique et en accord avec la réalité des territoires. Terre des hommes, qui l'exploitent, l'analysent, la vivent, la gèrent. Que cache la gestion ? Comment se traduisent dans ces paysages des pratiques agricoles locales et des prérogatives nationales voire internationales ? Comment encadrer les différents niveaux de compréhension des logiques territoriales ?*

Un seul mot d'ordre : gestion concertée ! Pour faire du pluriel un singulier multiple ; des différences qui opposent, des atouts fédérateurs ; des visions économistes à échelle internationale, des réalités adaptées aux terroirs, de chaque petite graine, une mosaïque diversifiée.

La préservation de la biodiversité est l'un des thèmes clé des politiques environnementales mondiales. A ce titre, les avancées de la recherche permettent d'apporter aux gestionnaires de l'espace des réponses aux problématiques environnementales rencontrées. Si la déforestation est l'un des fléaux écologiques des pays en voie de développement, en Europe, et dans la plupart des pays occidentaux, ce sont la fermeture paysagère (fig.1) et l'intensification de l'agriculture qui menacent de nombreux berceaux de biodiversité (Delcros, 1999). Cette thèse s'attache à remettre en question cette notion de fermeture des paysages par le biais d'une échelle spatio-temporelle plus vaste, et à analyser les paysages en mutation en référence à la notion de mosaïque. Le fondement de notre analyse s'articule autour du triptyque végétation-milieu-pratiques, permettant de considérer les transformations en cours tant d'un point de vue social que spatial et écologique.

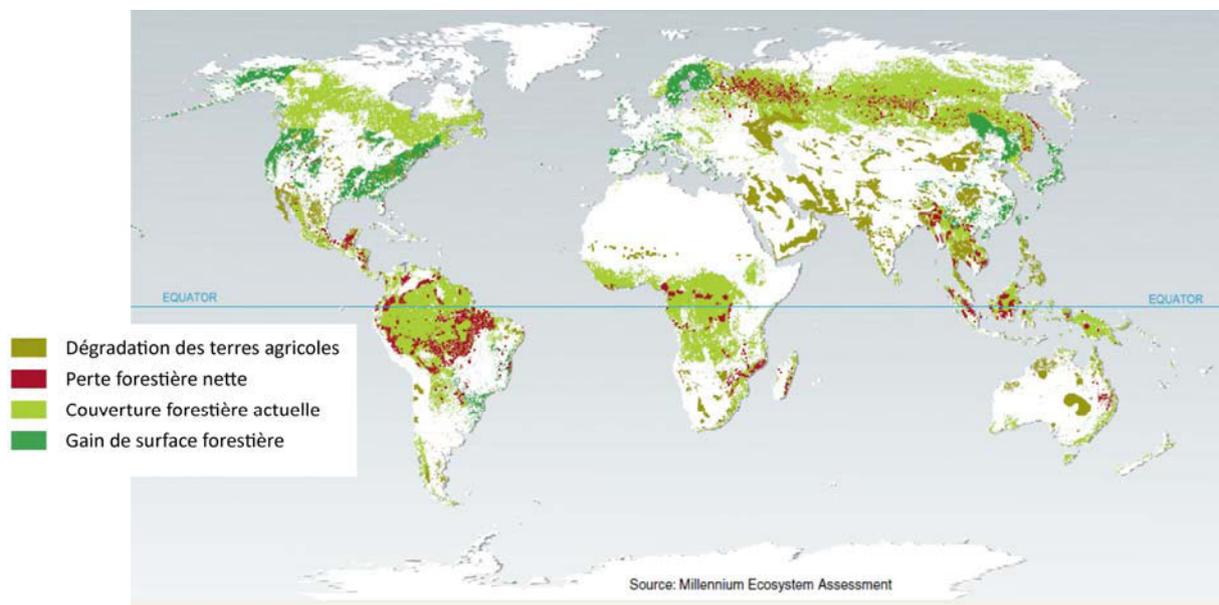


Figure 1 : Evolution du taux de couverture forestière mondial sur la période 1980-2000 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Véritables berceaux de biodiversité mondiaux, couvrant 25 % du globe, les domaines pastoraux sont également un atout économique et culturel pour 100 à 200 millions de personnes (Afrique, Asie, Amérique du sud et Europe). Malgré cette hétérogénéité spatiale, ces systèmes d'exploitation extensifs sont essentiellement caractérisés par de faibles densités de population et un ancrage local et traditionnel, produisant des communautés économiquement et politiquement marginalisées (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010).

CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Les paysages de moyenne montagne européens subissent de fortes mutations depuis la seconde moitié du XXe siècle. A l'issue de la seconde guerre mondiale, dans un contexte de reconstruction et de modernisation, de fortes volontés politiques concernant l'autonomie alimentaire de l'Europe fondent la PAC et subventionnent l'agriculture. Ainsi, ces espaces, déjà marqués par l'exode rural depuis la fin du XIXe avec l'ère industrielle, subissent une nouvelle déstabilisation de leur système de

production agrosylvopastoral traditionnel. L'individualisme, le productivisme et l'ouverture des marchés viennent progressivement remplacer le collectivisme et l'autarcie. Or, les spécificités physiques (pentes, altitudes) et la rudesse des conditions climatiques, sont incompatibles avec une productivité à hauts rendements. Cette nouvelle conjoncture socio-économique a donc amorcé un arrêt brutal des activités agricoles provoquant un retour de la végétation « naturelle » et « spontanée ». Ainsi, le phénomène de « fermeture des paysages » par les ligneux, sur des espaces auparavant « ouverts », est une tendance généralisée en Europe à la fin du XXe siècle. Parallèlement, les politiques de reboisement et de restauration des terrains montagnards se succèdent en France et en Europe depuis la seconde moitié du XIXe siècle (Métaillé, 2006). Ce cadre légal a produit de nouvelles sources de revenus pour les populations locales, mais a également incité l'introduction massive d'espèces résineuses (Douglas, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*), multipliant les types de semenciers (Lepart *et al.*, 2000). Depuis les années 1970, suite à une fermeture massive de ces espaces, les politiques s'orientent vers la protection des milieux ouverts en péril (directives « Habitats » et « Oiseaux »).

Ces espaces se situent donc à la charnière de deux modèles sociaux et écologiques différents. D'un « tout ouvert » produit par une forte population locale principalement agricole, le modèle paysager s'oriente vers un « tout fermé », une population agricole faible et de nouveaux enjeux sur le foncier, notamment avec l'extension urbaine (Lifran *et al.*, 2003). On retrouve dans cette dualité celle, plus générale, qui oppose la tradition à la modernité (Deléage, 2005). La notion de « fermeture paysagère », corrélée au modèle de « déprise agricole » s'est donc principalement construite en confrontation avec son contraire, le paysage marqué par l'utilisation des territoires ruraux et la présence humaine (Luginbühl, 1999).

Les enjeux socio-économiques et écologiques liés à cette fermeture sont d'autant plus forts que l'espace européen est composé à 40 % de massifs montagnards (NORDREGIO, 2004b). En outre, l'élargissement de l'Union Européenne en 2004 a produit des effets similaires sur les nouveaux états membres, et ces problématiques se trouvent donc au cœur des enjeux de gestion de l'espace (Institute for European Environmental Policy, 2005). Dans ce contexte, la réforme de la PAC 2013, vise, par une nouvelle conceptualisation de l'agriculture, à revaloriser ces espaces. Cette démarche, plus proche des particularités spatiales et valorisant une production locale de qualité, par des circuits courts de consommation, est finalement très similaire au système agricole traditionnel de ces espaces. Assiste-t-on à un retour d'expérience positif ? Les politiques publiques sont-elles conscientes de l'incohérence de l'implication massive du même système productif sur des territoires fondamentalement différents ?

POSITIONNEMENT THEORIQUE

Les espaces de moyenne montagne, souvent qualifiés de morts, en déprise, peu productifs ou dépassés sont aujourd'hui revalorisés et presque considérés comme modèles d'une agriculture respectueuse de son environnement. Pour autant, ces espaces sont fragiles et leur gestion reste sensible. Les principales thématiques de recherche ont visé l'analyse de cette déprise d'un point de vue socio-économique comme écologique. La « fermeture » est apparue comme LE symbole visible des mutations encourues par ces paysages, à tel point que l'on semble oublier que ces espaces ne sont pas des déserts et que des activités persistent. Ainsi, le schéma couramment admis selon lequel « déprise agricole » et « fermeture paysagère » mèneraient à la fin des paysans (Mendras, 1967) est à relativiser pour diverses raisons. Au travers d'une rapide synthèse des différentes théories développées, nous aborderons notre positionnement qui constituera le fil rouge de ce travail.

Les agriculteurs perçoivent dans cette fermeture la perte d'espaces agricoles, et sont confrontés à la rapidité de l'enfrichement, puis du boisement. Or, la pensée majoritaire du monde agricole dicte et rehausse la place des espaces ouverts. L'objectif est de « rendre propre » une surface, et de ne considérer « un travail bien fait » que par l'absence d'espèce de friche. L'histoire montre que le culte du « beau » paysage, associé à une surface « propre », est né de la Révolution française et d'une

volonté de rupture avec la période féodale rattachée à la vaine pâture et à la jachère (Luginbühl, 1999). Au-delà de ces considérations paysagères, cette fermeture est également significative d'une « mort sociale », de la fin d'un système rural traditionnel (Le Floch *et al.*, 2002).

D'autre part, depuis les années 1970, les études scientifiques sur les paysages de moyenne montagne s'attachent à analyser la déprise agricole et la fermeture des paysages qui lui est associée (Baudry, 1988 ; Brossard *et al.*, 1993 ; Luginbühl, 1999 ; Rameau, 1999). Elles considèrent ce phénomène du point de vue de la perte de lisibilité paysagère, d'une homogénéisation de l'espace, et de la perte d'espèces des milieux ouverts, donc de biodiversité spécifique. La rapidité de cette reconquête, avec apparition d'une strate arborée en trente ans favorise cette impression de cloisonnement (Doche, 1984 ; Coquillard *et al.*, 1985 ; Loiseau *et al.*, 1986 ; André, 1995 ; Sulmont *et al.*, 2000 ; Carrère *et al.*, 2003 ; Alados *et al.*, 2004 ; Curt *et al.*, 2004 ; Prévosto *et al.*, 2006). La méthode généralement conduite en écologie et en biogéographie consiste à analyser la mise en place de successions végétales à partir d'un instant T correspondant à un abandon des terres par la pratique agricole. Si ces analyses ont permis de mieux connaître les dynamiques végétales, elles sont cependant fortement réductrices d'un point de vue spatial. En accord avec Lepart et Marty (2007), nous considérons la « fermeture » comme l'une des dynamiques de la mosaïque, et non la seule, la dimension spatiale et le territoire devant être considérés au sein d'un ensemble paysager et socio-économique plus vaste. Ainsi, certains terroirs seront exploités intensément (fonds de vallées, plateaux), voire surexploités (utilisation d'intrants), alors que d'autres seront exploités de manière plus anecdotique (quelques jours par an et/ou avec un faible chargement animal) ou plantés en essences forestières. Cette variété des terroirs et des pratiques d'utilisation de l'espace conduit à la notion de mosaïque (Baudry *et al.*, 1988 ; Bozon *et al.*, 1991 ; Lardon *et al.*, 2003), que l'on peut alors considérer comme un modèle paysager mixte et non unique (Deuffic, 2005).

Dans ce contexte scientifique, la perte de biodiversité, souvent considérée comme l'étape finale de cette fermeture, est à réenvisager non plus seulement sous ses angles génétiques ou écosystémiques, mais aussi sous celui des sciences sociales (Simon, 2006). Le concept de mosaïque de Duelli (1997), selon lequel le nombre d'espèces augmente avec la diversité des habitats et leur hétérogénéité, acquiert ici toute sa signification. La notion d'échelle spatiale et temporelle est donc à revoir dans la compréhension des dynamiques paysagères. De la sorte, l'état de référence et les échelles spatiales choisis induisent une conception de la biodiversité différente (Balent *et al.*, 1999). Parle-t-on de la biodiversité des milieux ouverts, résultat de plusieurs siècles d'anthropisation des espaces, donc « construite » ? Ou fait-on référence à une biodiversité « naturelle » ou spontanée *d'assemblages biotiques plus évolués sur le plan trophique, avec une biodiversité différente sur le plan taxonomique* (Médail et Diadéma, *in* Simon, 2006) ? En tenant compte de la réalité des espaces, doit-on faire un choix entre ces deux paradigmes ou s'agit-il d'une combinaison des deux ?

D'un point de vue gestionnaire, la fermeture du paysage justifie des actions d'aménagement et de développement rural visant le maintien des paysages ouverts voire l'ouverture des paysages (Le Floch *et al.*, 2002). La gestion paysagère devient alors un moyen de lutte à travers la multiplication de plan paysages, mesures agroenvironnementales, contrats territoriaux d'exploitation, et actions diverses des Parcs naturels. Or, le danger de telles actions est la patrimonialisation du territoire, la protection d'un héritage ; ou, en d'autres termes, de vouloir fixer un espace mobile, évoluant vers un avenir, par définition, incertain. Pourtant, les paysages sont rarement fixes et tout dépend en réalité de l'échelle temporelle à laquelle on se réfère. En effet, diverses phases critiques se sont succédées dans le temps (guerres, épidémies), et il est donc nécessaire de considérer ces dynamiques à échelle de temps long, et les processus d'adaptation à court, moyen et long terme (Lifran *et al.*, 2003). Les gestionnaires, tout comme les chercheurs, doivent donc adapter leurs modèles théoriques au dynamisme intrinsèque des espaces. Ainsi, plutôt que de constater une fermeture, au regard des cinquante années précédentes, nous devrions relativiser les fluctuations multiples de ces espaces sur les derniers siècles. Nous assurer, d'un point de vue écologique, que les paysages ouverts sont vraiment caractérisés par une biodiversité plus importante que les paysages en cours de fermeture.

Dépasser l'appréhension négative du phénomène pour déterminer les multiples formes paysagères qu'il peut engendrer. D'un point de vue sémantique, le sens même du mot fermeture renvoie à une **action** de fermer, à une dynamique en cours, et non pas à un espace fermé pour lequel l'action est révolue. Un paysage en cours de fermeture est donc un paysage dynamique, un paysage défini par une multiplicité de stades, donc une mosaïque paysagère (fig.2).

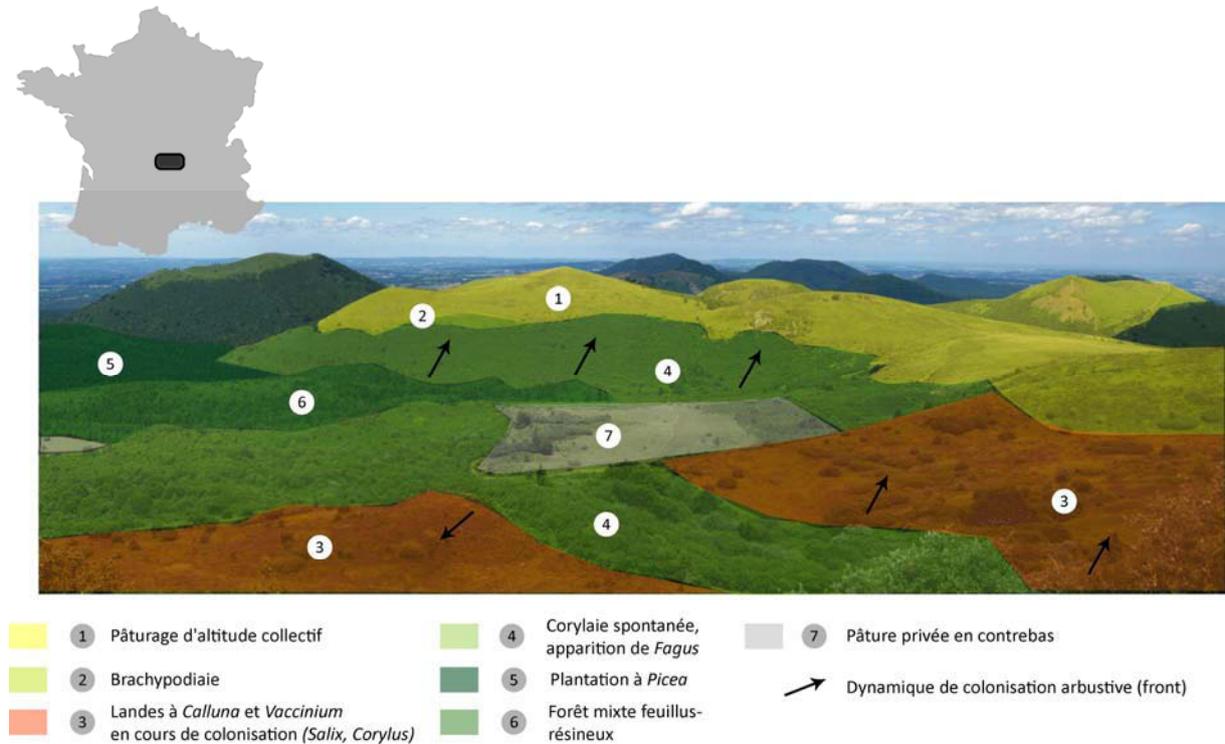


Figure 2 : Lecture d'un paysage complexe en mosaïque dans la Chaîne des puys (Massif central) : pâture collective au sommet des volcans (pelouses et landes du petit et grand Suchet), bosquets, zones forestières de régénération « naturelle » et artificielle, et pâture privée en contrebas. Photo M.L. (2009).

Parallèlement, la reconnaissance actuelle des territoires comme cadre de vie des activités humaines et des biens et services écosystémiques devient prioritaire dans ces espaces. Cette tendance à la valorisation de l'espace « naturel » est nécessaire pour rééquilibrer la balance suite aux nombreux abus de l'Homme sur son environnement. Il convient cependant de ne pas s'enfoncer dans le schéma inverse, en n'appréhendant les sociétés que sous un angle destructeur. A nouveau, la considération d'un contexte systémique global homme-milieu est à faire valoir (fig.3).

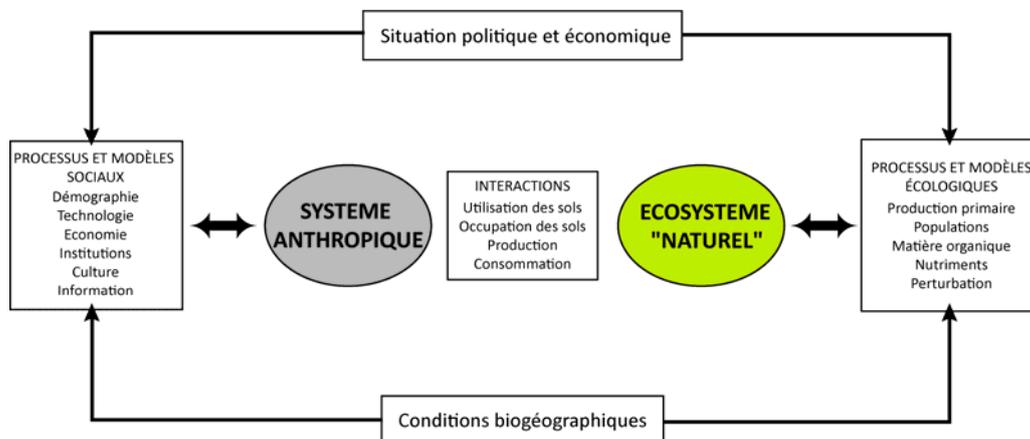


Figure 3 : Système Homme-milieu d'après Agarwal et al. (2002).

PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Si beaucoup d'études se sont attachées à analyser les successions végétales à la suite d'un abandon de toute utilisation des terres agricoles, moins nombreuses sont celles concernant des espaces encore utilisés, mais en cours de recolonisation ligneuse du fait d'une réduction de la pression d'usage. Quels sont ces espaces ? Des zones pastorales, collectives pour la plupart, situées dans les secteurs les moins faciles d'accès, et les moins mécanisables du fait de la pente ou du substrat. Elles sont, en réalité, les reliquats du système agrosylvopastoral traditionnel et constituent de hauts lieux de biodiversité. Or, les diverses pratiques et l'évolution des conduites d'élevage sur ces territoires ont des conséquences variables sur la couverture végétale.

Ainsi, en contexte de déprise agricole, les enclaves ouvertes restantes sont à la fois menacées par la recolonisation forestière et protégées à des degrés divers. Certes, elles se boisent, mais à des vitesses et selon des trajectoires qui diffèrent des modèles admis sur les successions végétales post-abandon. Cette situation des domaines pastoraux est courante dans les Alpes, les Pyrénées et le Massif central, pourtant les dynamiques qui les impactent sont mal connues.

La difficulté majeure de ce type d'étude sur l'évolution de la végétation des milieux pâturés étant de discriminer les facteurs tenant du physique de ceux tenant de l'humain et du sociétal sur le long terme, nous proposons de les considérer simultanément, en tant que composants d'un même système. Le raisonnement régissant ce travail s'est donc organisé autour d'un **triptyque multiscaleire végétation-milieu-pratiques**, tel que l'ont développé Balent *et al.*, (1993) pour l'analyse du fonctionnement d'un système écologique. Ils rapportent en effet que : *la végétation prairiale évolue sous l'influence d'un ensemble de facteurs que l'on peut grossièrement répartir en deux groupes. Les facteurs liés au climat et au sol que l'on appelle souvent facteur de milieu, et les facteurs liés aux modes d'exploitation.* Ainsi, les pratiques de gestion sont considérées comme des facteurs explicatifs des dynamiques végétales au même titre que le milieu, et ne peuvent être dissociées (Balent *et al.*, 1993 ; Rykiel, 1985 ; Blandin, 1986 ; Van Andel et Van der Bergh, 1987 ; Fresco et Kroonenberg, 1992 ; Balent, 1993).

Comme l'ont souligné Balent *et al.*, (1993), le concept de perturbation écologique est un pivot central de la dynamique de la végétation. Les perturbations sont définies par leur nature, leur intensité, leur fréquence et leur échelle (caractéristiques spatio-temporelles et niveau d'organisation du système). Or pour en qualifier et quantifier les effets, il faut les comparer à un système normal, sans perturbation. Mais quel est l'état « normal » d'un écosystème ? Comment mesurer les différences entre l'état normal et l'état observé ? Pour répondre à ces questions, notre analyse porte non seulement sur la situation actuelle de la végétation, mais aussi sur ses évolutions au cours du temps. La notion d'état « normal » porte en elle-même question. Elle nécessite de se référer à l'état avant déprise. Mais cet état lui-même peut-il être considéré comme « normal » au sein d'un système paysager en mutation ? Non, sans doute. Tout d'abord il nous faut, à travers une approche historique, nous interroger sur la réalité de cette vision de stabilité avant déprise. S'agit-il d'une réalité ou d'une idée fautive ? Non aussi car cet état de référence, s'il a jamais existé, fait appel à un système d'exploitation traditionnel, qui n'est plus du tout d'actualité.

Ces perturbations provoquent sur le système homme-milieu un dynamisme particulier. Ainsi, seule la connaissance des crises successives et des pratiques ayant perturbé le système peut expliquer la dynamique de la végétation. Des tendances générales peuvent alors être observées et quantifiées, dans le but d'analyser les trajectoires diverses de la végétation. Pour appréhender la complexité des évolutions dans ces espaces, notre problématique s'articule autour de cinq questions :

- **Comment s'opère la dynamique ligneuse ?** Quelles sont les vitesses et les modalités de propagation ?
- **Quels sont les facteurs** contrôlant la dynamique spatio-temporelle des ligneux ?

- **Quel est le niveau d'impact des pratiques d'entretien de l'espace** (débroussaillage, brûlis) sur cette dynamique végétale, et quels outils d'analyse spatiale mettre en place pour quantifier l'impact des activités humaines ?
- **Les modèles théoriques des successions végétales post-abandon peuvent-ils s'appliquer** à des espaces marqués par une exploitation irrégulière ? Le concept de fermeture paysagère est-il compatible avec ce type d'espace encore utilisé par les activités agricoles ? Ne s'agirait-il pas plutôt de l'apparition d'une mosaïque paysagère complexe et mouvante ?
- **Comment analyser la diversité floristique de ces milieux** ? Y a-t-il une baisse de la diversité sur les zones en cours de fermeture ?

Les hypothèses de départ que l'on peut dégager d'une telle problématique de recherche sont, elles aussi, variées. Il semble de prime abord, que le seul indicateur de fermeture des milieux n'est pas suffisant pour analyser l'évolution de la végétation en milieu pâturé. D'un point de vue écologique, les espaces en cours de fermeture peuvent suivre des évolutions variées et semblent être régis par la mise en place d'une mosaïque paysagère. On peut par conséquent se demander quels sont les changements de fond (sociétaux, économiques, de gestion) qui impliquent de tels contrastes et quel est l'impact des commandes humaines (pratiques) sur ces évolutions. Les éléments constitutifs des parcelles (parc de tri, entrées de parc, clôtures) sont probablement aussi à l'origine de situations diverses au sein de ces espaces. Enfin, il semble que les successions végétales en milieu pâturé ne suivent pas un modèle d'évolution linéaire, mais plutôt chaotique.

Une de nos visées principales sera donc ici d'analyser le paysage avec cette ouverture d'esprit nécessaire à l'analyse de la multiplicité. Dans ce cadre, quatre objectifs majeurs sont fixés :

- **caractériser** la dynamique végétale de ces espaces ;
- **quantifier** l'impact des facteurs relevant du physique (les altitudes, les pentes, les expositions) et ceux de l'humain (les pratiques agronomiques, l'impact du bétail, les éléments constitutifs des parcelles) ;
- **évaluer** la linéarité des tendances évolutives en milieu pâturé. En effet, les modèles théoriques considèrent les évolutions végétales selon un pas de temps régulier à 15 et 30 ans, nous allons essayer de vérifier la fiabilité de ces modèles sur le terrain ;
- **déterminer** les caractéristiques de la mise en place de la mosaïque paysagère et en analyser le dynamisme.

Nous chercherons donc à analyser la colonisation ligneuse de ces espaces : modalités et vitesses d'extension, types de facteurs en jeu, influence de la variabilité des pratiques (type, fréquence, durée) et à définir l'applicabilité des modèles théoriques d'évolution. Cette étude devra combiner une analyse multiscalaire et diachronique au sein d'une démarche intégrée alliant concepts, méthodes et outils de disciplines variées (géographie physique et humaine, agronomie, écologie, biologie des populations) pour mieux caractériser les processus en cours.

ZONE D'ETUDE

Dans ce contexte général des zones de moyennes montagnes, nous avons choisi d'étudier la Chaîne des Puys, au cœur du Massif central, pour plusieurs raisons (fig.4, p.16). D'abord, pour la qualité et la richesse reconnue de ses paysages tant par la création du parc naturel régional en 1977, que par le classement en site naturel en 2000, et le projet d'inscription au Patrimoine mondial de l'Humanité par l'Unesco. Mais également, du fait de la fermeture rapide de ses paysages au cours des cinquante dernières années : les vastes zones de landes à *Calluna vulgaris* qui les caractérisaient au début du XXe siècle sont maintenant relictuelles avec un taux de boisement atteignant 75 % (Prévosto, 1999). Pourtant, malgré cette fermeture, des activités agricoles persistent, et en particulier les activités pastorales ; l'espace est réorganisé, les zones de plateau sont encore exploitées (voire surexploitées) et l'élevage, bien que spécialisé vers le bovin laitier, résiste encore dans la filière ovine (Michelin, 1991 ; Agreste Auvergne, 2010). De plus, la zone est située à proximité du centre urbain régional de

Clermont-Ferrand, et est donc fortement sujette à des enjeux fonciers, mais aussi de récréation. Enfin, pour l'ensemble de ses qualités, cette zone est de plus en plus touristique contribuant à de nouveaux enjeux économiques et sociaux.

Notre volonté étant d'analyser un espace en mutation par le biais des concepts, méthodes et outils de la géographie physique mais aussi de l'écologie du paysage, l'agronomie et la géographie humaine, cette entité géographique qu'est la Chaîne des Puys était trop étendue. Nous avons donc choisi de nous restreindre aux zones où les enjeux étaient les plus forts, les zones encore utilisées par l'agriculture collective. Héritages des sectionaux et communaux du système agropastoral traditionnel, les estives se situent au cœur de ces différents enjeux. Elles offrent l'avantage de couvrir de vastes zones de souvent plusieurs centaines d'hectares et leur cloisonnement progressif par l'extension forestière provoque une perte de lisibilité paysagère. Ces entités sont particulières car, au-delà de la gestion individuelle de l'espace, elles instaurent une gestion collective. Or, dans un système en mutation, ou en crise, quel qu'il soit, la tendance première pourrait souvent être de sauvegarder le privé avant de penser au collectif. Ces terroirs collectifs et leur couvert végétal subissent donc les fluctuations du système de manière exacerbée. En effet, ces zones ont subi des périodes de surexploitation à la fin du XIXe, puis d'abandon et/ou de sous-exploitation au cours du XXe siècle, avec une succession de phases d'emprise et de déprise, et la dynamique végétale y est par conséquent très particulière.

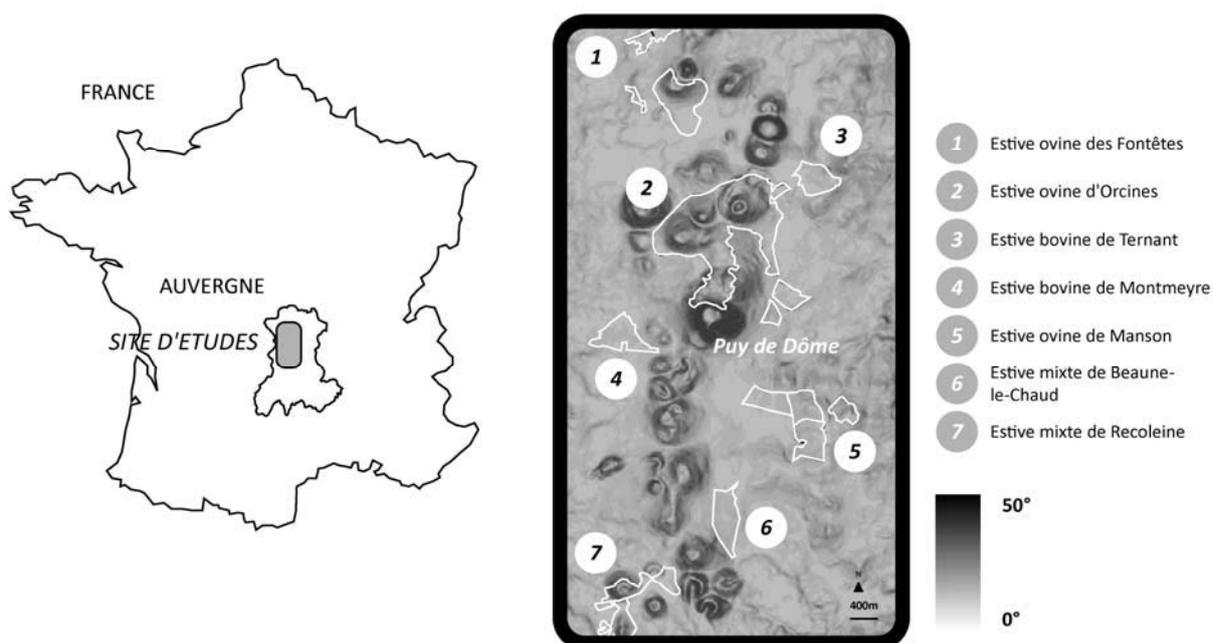
CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

Le protocole méthodologique vise à qualifier et à quantifier les diverses évolutions végétales mais aussi socio-économiques en cours sur le domaine pastoral de la Chaîne des puys (fig.4). Afin de répondre à ces objectifs, nous avons dû faire des choix de divers ordres.

Le premier choix concerne le niveau de résolution temporel de l'étude. Cherchant à comprendre les dynamiques passées de la végétation, deux possibilités s'offrent à ce type d'analyse : la synchronie (visant l'analyse des séquences évolutives sur le terrain par une connaissance *a priori* de leurs évolutions) ou la diachronie (visant l'analyse *a posteriori* de ces séquences). Notre optique cherchant à caractériser la complexité des formes évolutives, nous avons donc choisi la méthode diachronique, pour ne pas influencer l'analyse. Se pose alors la question de l'échelle temporelle. La nécessité d'utiliser des données spatiales et qualitatives précises impose l'utilisation de la cartographie et des SIG pour les avantages qu'ils offrent (création de cartes, de bases de données, corrélation avec le Modèle Numérique de Terrain). Deux types de données sont alors à disposition : les images satellitaires, très précises mais disponibles seulement depuis les années 1970, ou les photographies aériennes, de moins bonne qualité pour les plus anciennes, mais disponibles depuis les années 1950. La mutation du système traditionnel opérant surtout depuis le milieu du siècle dernier, nous avons choisi le second support.

Le second choix concerne le niveau de résolution spatiale de l'étude. Pour répondre aux objectifs de caractérisation et de quantification de la mosaïque paysagère au sein d'écosystèmes pâturés sur un pas de temps relativement long, peut-on prendre en compte l'ensemble des estives de la Chaîne ? Nous avons finalement décidé d'opérer à deux niveaux d'analyse temporelle et spatiale des dynamiques en cours, en fonction du triptyque préétabli végétation-milieu-pratiques. Le premier niveau concerne l'ensemble des sept estives à partir des années 1970, date critique pour des raisons sanitaire (brucellose) et agricole (essor du bovin laitier, disparition des bergers de villages, etc.). Ceci au travers d'une analyse de deux cartes de la couverture végétale digitalisées au 1/2500^e (1974 et 2004). Nous confronterons ces résultats à une analyse des dissemblances selon la morpho-pédologie (zones de pentes/zones planes), et des usages bovin et ovin. Ces premières analyses permettent de dégager trois estives dites représentatives par leur type de dynamique végétale, leur positionnement morphopédologique et leurs systèmes d'exploitation et pratiques associées. Sur ces trois estives (Orcines, Manson et Recoleine), nous engagerons une analyse plus fine, au travers de six jeux de clichés : 1954, 1964, 1974, 1985, 1995 et 2004.

LES ESTIVES DE LA CHAÎNE DES PUY



SYNTHESE METHODOLOGIQUE

ANALYSE DIACHRONIQUE

→ de la couverture végétale du domaine pastoral sur 30 ans (1974-2004)

1 2 3 4 5 6 7

→ de la mosaïque paysagère des trois estives représentatives sur 50 ans (1954-2004)

2 5 7



Photointerprétation au 1/2500e



Implication des facteurs morpho-pédologiques



Implication des usages ovins/bovins



Photointerprétation au 1/1000e



Implication des facteurs physiques pente, altitude, exposition



Implication de la morphologie des parcs et du comportement du troupeau

ETAT DES LIEUX ACTUEL

→ de la structuration des exploitations et des pratiques sur les estives

1 2 3 4 5 6 7

→ de la couverture végétale des estives représentatives

2 5 7



Questionnaire d'enquêtes



Echantillonnage systématique de la flore



Diagnostic d'embroussaillage

Figure 4 : Présentation du terrain d'étude et synthèse méthodologique

A l'issue d'un multi-*overlay* de toutes ces cartes de la couverture végétale, nous caractériserons des séquences évolutives spatialisées et quantifiées. A cette échelle d'analyse seront ajoutés les facteurs physiques explicatifs du milieu que sont la pente, l'altitude et l'exposition, cartes élaborées à partir du Modèle Numérique de Terrain. Le volet des pratiques sera ici retranscrit par une analyse des évolutions végétales en fonction des éléments structurant le domaine pastoral (parc de tri, entrée de parc, lisière) et l'impact du comportement animal.

Pour finir, nous avons établi un état des lieux actuel de la végétation et des pratiques sur ces trois estives représentatives au travers d'une triple approche de terrain. Nous caractériserons d'abord la couverture végétale actuelle selon une stratégie d'échantillonnage systématique à maillage régulier selon les méthodes et outils développés en biologie des populations et en phytosociologie (méthode Braun-blauquetiste). Pour ensuite donner plus d'ampleur à cette caractérisation, un diagnostic d'embroussaillage des parcelles, issu de la méthode de Picart et Fleury (2001) permettra notamment de caractériser les espèces envahissantes et leur capacité de propagation, en tenant compte de l'impact faunistique. Enfin, un protocole d'enquête visant l'ensemble des éleveurs utilisateurs de ces zones pastorales collectives renseignera à la fois sur l'état économique des exploitations mais également sur les types de pratiques structurant l'usage de ces espaces.

ORIGINALITE DU TRAVAIL

Ce travail de thèse, par l'approche pluridisciplinaire et la remise en cause conceptuelle dont il fait preuve s'intègre donc dans une démarche originale. Son objectif premier n'est pas d'enrichir une seule discipline mais d'apporter une vision globale à plusieurs champs disciplinaires ainsi qu'aux gestionnaires de l'espace. La méthodologie mise en place, ainsi que les outils développés, vont dans le sens d'une reproductibilité aisée quel que soit le contexte, et permet d'obtenir des résultats suffisamment précis pour analyser des situations diverses et proposer des mesures de gestion appropriées.

Plus précisément, ce manuscrit se singularise par différentes tendances. Tout d'abord, par la combinaison d'une analyse multiscalaire et diachronique dans **la remise en cause du concept de dynamique végétale linéaire** en milieu pâturé. Cette absence de linéarité s'explique par des successions de phases de déprise et d'emprise au cours du temps (perturbations aléatoires, stochastiques selon Kunstler, 2005) et par conséquent par l'absence d'un état d'abandon suffisamment stable et pérenne. Elle s'envisage également par des pratiques agro-pastorales (girobroyage, chargement variable, changement du type de bétail) et des actions animales (zones de préférence, de couchage, entrées de parcs...) instables et/ou variées dans la durée. Nous sommes bien conscients de la difficulté d'étudier une évolution non linéaire, chaotique (selon la théorie du chaos) de la végétation et proposerons des méthodes et une analyse permettant de dépasser cette difficulté.

Ce travail se singularise également par **la mise en avant du dynamisme multiple des paysages et de la mosaïque paysagère** plus que par la référence à une fermeture généralisée et homogène. Cette approche, plus positive, des espaces dits « en déprise » permet de replacer le rôle prépondérant des agriculteurs dans des espaces plus diversifiés mais aussi plus difficiles à gérer sur le long terme. La notion de « **mosaïque mouvante** » permettant des stades évolutifs variés auxquels sont associées des espèces particulières, se doit en effet d'être bien appréhendée par les gestionnaires afin de ne pas « mettre sous cloche » ces espaces.

Finalement, les évolutions végétales sont considérées en fonction de leur adaptation aux pratiques anthropiques de l'espace ou de l'absence de ces pratiques au sein d'un territoire avec des caractéristiques morphologiques particulières. Mais comme ces modalités du triptyque sont associées au sein d'un même système, par rétroaction, l'homme doit s'adapter à ce territoire en mutation au risque de perdre des terres exploitables.

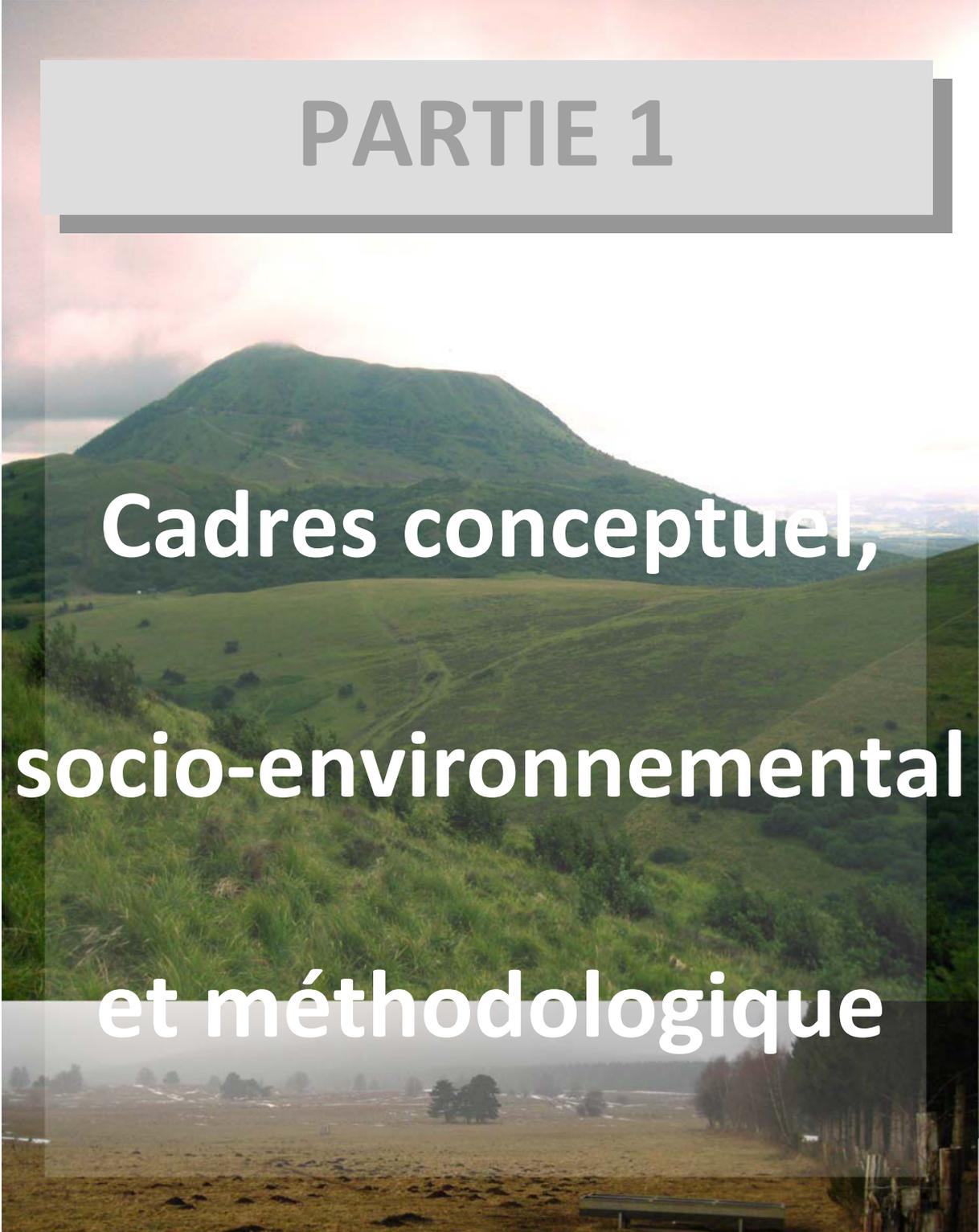
PLAN DE LA THESE

La première partie présente les concepts, les méthodes et notre terrain d'étude. La teneur conceptuelle de cette analyse nécessite de procéder à un état de l'art ajusté aux problématiques et objectifs, afin de mieux cerner les hypothèses de travail (chapitre 1). Notre positionnement recoupant plusieurs disciplines, nous avons retranscrit les définitions inhérentes à l'objet commun d'analyse qu'est le paysage. Nous l'envisagerons selon quatre grands axes : sujet, objet, support et service. Nous appliquerons par la suite cette conceptualisation aux paysages de moyenne montagne européens et dégagerons les outils d'analyse et de gestion les concernant. Le second chapitre sera voué à la description plus fine de notre terrain d'étude, au travers des divers enjeux qui le structurent. Enfin, le troisième chapitre présentera l'arsenal méthodologique mis en place afin de répondre aux problématiques et objectifs fixés.

La seconde partie de cette thèse exposera les résultats obtenus sur l'analyse actuelle des estives de la Chaîne des puy. Elle regroupe les données endogènes acquises sur le terrain tant du point de vue de la couverture végétale (chapitre 4) que de celui des activités agricoles et des pratiques exercées sur les estives (chapitre 5).

La troisième partie présentera les résultats obtenus sur les évolutions végétales à partir de l'analyse de données exogènes (photographies aérienne, MNT, etc.). Nous les envisagerons de manière globale, concernant la couverture végétale de l'ensemble des sept estives sur les trente dernières années au travers de facteurs morphologiques (distinction puy/plaine) et des pratiques inhérentes aux systèmes ovins et bovins (chapitre 6). Mais aussi de manière plus précise, sur l'évolution de la végétation durant les cinquante dernières années, pour les trois estives représentatives des évolutions générales (chapitre 7). Cette analyse porte sur six dates et l'empilement des cartes produites (multi-overlay) nous permettra de caractériser des séquences évolutives de la végétation, et de les quantifier. Ces séquences seront par la suite corroborées aux autres composants du triptyque (facteurs physiques, morphologie des parcelles et comportement animal).

Enfin, la quatrième et dernière partie proposera une discussion des résultats obtenus au travers de deux chapitres. Le chapitre 8 présentera une nouvelle compréhension des dynamiques végétales opérant dans le secteur, en validant nos hypothèses sur leur structure fondamentalement complexe. Et le dernier chapitre, après avoir proposé une synthèse des services écosystémiques des estives, envisagera des possibilités de gestion pour ces espaces.



PARTIE 1

Cadres conceptuel, socio-environnemental et méthodologique

INTRODUCTION

Pour mieux cerner les fondamentaux de cette étude, différents cadres descriptifs sont proposés. La conceptualisation nécessaire à cette analyse des paysages en mutation a considéré plusieurs disciplines conjointement et nécessité un positionnement précis (chap. 1). Nous étudierons l'objet commun qu'est le paysage au travers de ses différentes approches : sujet de représentations, objet matériel, support d'activités et service rendus aux sociétés. Notre positionnement principal vise à le placer au sein du système homme-milieu comme support aux activités humaines et réceptacle de leurs transformations. Forts de cet ancrage théorique, nous développerons la problématique inhérente aux paysages de moyenne montagne. Enfin, nous traduirons la connaissance multiple de ce système au travers d'une gamme d'outils socio-économiques, écologiques et agronomiques.

Nous aborderons ensuite les estives de la Chaîne des puys au travers des composantes et des enjeux qui les caractérisent (chap. 2). Une description plus fine du système agrosylvopastoral traditionnel, puis de ses mutations vers l'actuel, permettront d'envisager la question cruciale de la préservation de ces espaces.

Au sein de la diversité disciplinaire abordée, nous avons choisi comme trame d'analyse du système homme-milieu en moyenne montagne, le triptyque « végétation-milieu-pratiques ». Cette démarche nous permet de construire une cohérence scientifique, centrée autour de la biogéographie. La méthodologie mise en place pour qualifier et quantifier la dynamique végétale des estives appliquera donc ce triptyque à différentes échelles spatiales et temporelles (chap. 3).

CHAPITRE 1. CADRE CONCEPTUEL

I. DU PAYSAGE A LA GESTION

II. LES PAYSAGES DES MOYENNES MONTAGNES EUROPEENNES EN DEPRISE

III. LES OUTILS D'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE VEGETALE

IV. LES OUTILS DE GESTION

Les zones de montagne couvrent 40 % du territoire européen (NORDREGIO, 2004). Reconnues pour la qualité de leurs paysages, elles subissent depuis un demi-siècle une forte déprise agricole et évoluent de manières parfois radicalement différentes. Parallèlement à ces mutations politico-économiques, l'Europe s'engage dans la valorisation des paysages avec, en 2000, l'adoption de la Convention européenne du paysage, qui en donne des définitions assez complètes² :

- « *Paysage* » désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ;
- « *Politique du paysage* » désigne la formulation par les autorités publiques compétentes des principes généraux, des stratégies et des orientations permettant l'adoption de mesures particulières en vue de la protection, la gestion et l'aménagement du paysage ;

² <http://conventions.coe.int/treaty/fr/Treaties/Html/176.htm>

- « Objectif de qualité paysagère » désigne la formulation par les autorités publiques compétentes, pour un paysage donné, des aspirations des populations en ce qui concerne les caractéristiques paysagères de leur cadre de vie ;
- « Protection des paysages » comprend les actions de conservation et de maintien des aspects significatifs ou caractéristiques d'un paysage, justifiées par sa valeur patrimoniale émanant de sa configuration naturelle et/ou de l'intervention humaine ;
- « Gestion des paysages » comprend les actions visant, dans une perspective de développement durable, à entretenir le paysage afin de guider et d'harmoniser les transformations induites par les évolutions sociales, économiques et environnementales ;
- « Aménagement des paysages » comprend les actions présentant un caractère prospectif particulièrement affirmé visant la mise en valeur, la restauration ou la création de paysages.

Riches et divers, les paysages ruraux témoignent d'une adaptation ingénieuse des sociétés à leurs territoires. Ils gardent la mémoire de savoir-faire ancestraux ; ils portent l'empreinte des pratiques, des techniques et des projets plus récents ; ils sont le reflet des relations des populations à leur environnement. Contribuant à l'identité des lieux, ils sont un atout pour les habitants, comme image de marque au service du développement économique et touristique (Herbin et al., 2009). Cette conception du paysage concorde parfaitement avec le triptyque végétation-milieu-pratique qui constitue le fil rouge de cette étude et forme les systèmes paysagers.

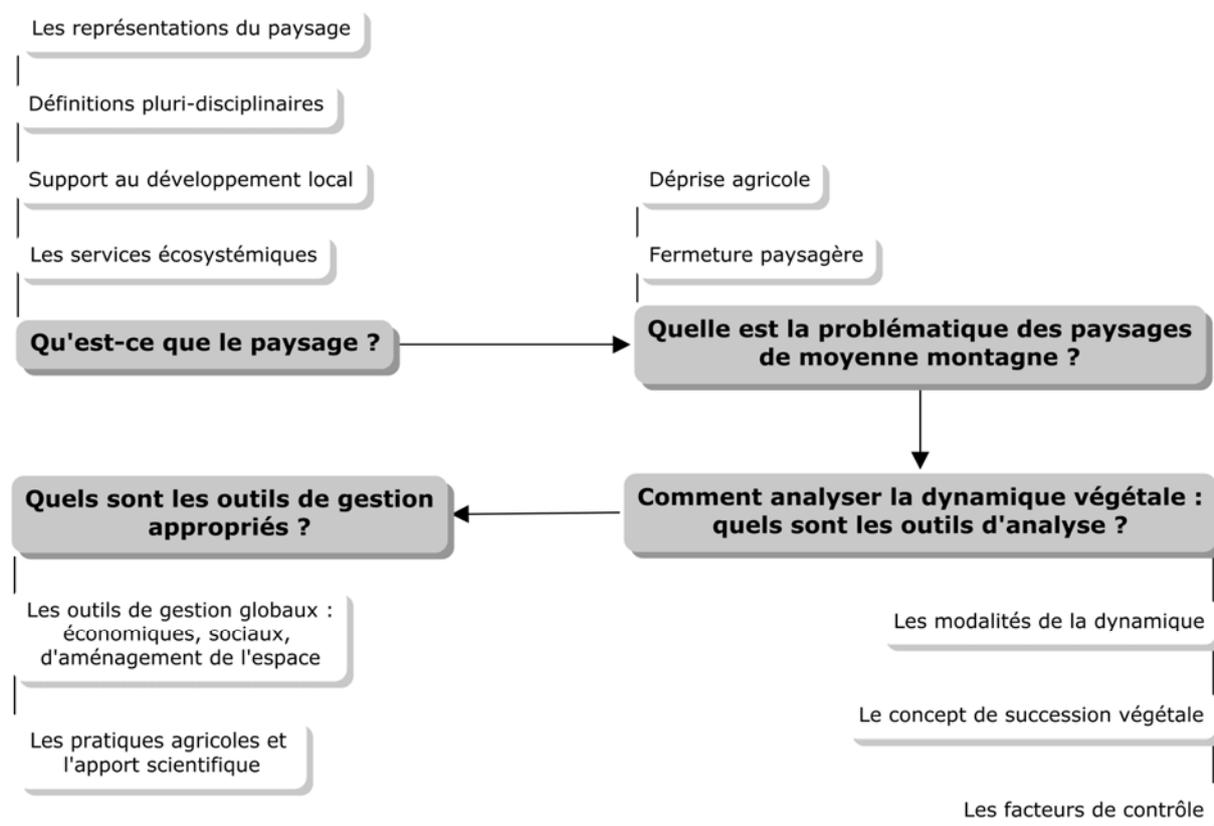


Figure 5 : Schéma synthétique du cadre conceptuel de l'étude

Notre démarche conceptuelle caractérise d'abord le terme de paysage dans ses représentations et ses diverses approches disciplinaires (fig.5). Nous chercherons par la suite à dégager les problématiques socio-économiques (déprise agricole, mutation des sociétés) et écologiques (fermeture des paysages) des paysages de moyenne montagne. Pour y répondre et les analyser, nous proposerons une gamme d'outils issus de la biogéographie, de l'écologie et de l'agronomie généralement mobilisés dans ce type d'étude sur les dynamiques végétales. Enfin, nous fournirons une synthèse des modes de gestion mis en place pour gérer ces problématiques.

I. DU PAYSAGE A LA GESTION

A l'instar de Michelin et Joliveau (1998), nous considérons le paysage autant comme une finalité que comme un moyen et un support à la gestion des territoires et des activités associées. La réflexion autour de cette thématique apparaît donc comme le point de départ d'une démarche d'analyse et de gestion de l'espace, diachronique, prospective, socio-économique et environnementale. Elle permet également de rebondir sur les quatre types d'analyses du paysage abordés dans la littérature :

- le paysage comme **sujet** de représentations ;
- le paysage comme **objet** d'études de plusieurs disciplines : notamment la géographie, l'agronomie et l'écologie ;
- le paysage comme **support** au développement des activités humaines ;
- le paysage comme **bien** collectif.

Nous les considérons de manière complémentaire dans l'objectif d'une caractérisation globale des notions et des enjeux liés aux problématiques paysagères du système homme-milieu.

I.1. LE PAYSAGE - SUJET DE REPRESENTATIONS

Le paysage et sa perception sont éminemment liés à la culture locale et aux représentations sociales et historiques d'un espace, une construction collective de ce qui est « beau » et « laid ». Un paysage en friche est ainsi perçu comme paysage de « l'horreur sociale », *continuellement dénoncé dès le XVe siècle et surtout pendant la Révolution Française par des élites agronomiques qui ont choisi ce moment pour ancrer l'image de ce que devait être un beau paysage digne de la Nation nouvelle, en rupture avec la féodalité et la Monarchie absolutiste qui était son corollaire. Ainsi, lutter contre la routine et la stagnation de la société, mettre la société en mouvement, signifiait pour l'aristocratie éclairée du Siècle des Lumières, lutter contre tout ce qui pouvait signifier un lien avec les pratiques féodales : vaine pâture, jachère, terres collectives ont été le plus souvent décrits comme les pratiques productives des plus horribles paysages associés à une paysannerie inculte, incapable de mettre en œuvre le progrès technique, incapable de mettre en mouvement la Nation* (Luginbühl, 1999). Un beau paysage ne peut être alors qu'un paysage contrôlé par l'action humaine ; jachères, landes, friches et marais sont malsains et laids, et symboliques d'une société misérable. Le paysage est ainsi souvent associé à des valeurs esthétiques et culturelles, au patrimoine, et les modifications qu'il subit sont souvent perçues de manière négative, qu'il s'agisse de constructions ou de reconquête végétale (Brossard *et al.*, 1993). Or, se référer à un paysage temporellement daté équivaut, selon nous, à regarder une carte postale ou une photographie, une image fixe qui ne tient pas compte du présent et de la dynamique sous-jacente à une échelle temporelle plus longue. On peut d'ailleurs observer *a contrario* que le modèle paysager anglais considère comme « beau » paysage celui que construit le modèle pastoral, avec de vastes étendues de landes. Il s'agit donc essentiellement de perceptions ou de représentations paysagères liées à la culture du pays et du modèle économique sous-jacent (Luginbühl, 1999).

Aujourd'hui, le monde étant essentiellement citadin, le paysage n'est plus seulement considéré pour ses qualités agricoles mais comme représentation de la nature, qui permet à chacun de se ressourcer, d'y apposer un regard nostalgique voire de le muséifier (Janin, 2005 ; Guisepelli *et al.*, 2005). Une friche de genêt fleurie peut donc apparaître aujourd'hui comme « belle ». En effet, la société et les cultures associées changent, et l'impact de ces changements sur la représentation paysagère se traduit par des interprétations nouvelles de formes identiques. Cependant, le monde agricole continue à appréhender cette friche comme le résultat d'un manque d'entretien. Les pratiques de gestion devront donc prendre en considération ces deux aspects de la représentation paysagère (Michelin, 2000). Pour la société citadine, l'Homme, et l'agriculteur en particulier, est devenu celui qui dégrade le bien commun qu'est la Nature, la friche est alors considérée comme le symbole du retour de l'emprise de la Nature sur l'Homme. Mais, qu'elle soit stigmatisée ou valorisée, la friche est avant tout la marque d'une étape, d'un stade dynamique dans l'évolution de la

végétation. Ces zones n'appartiennent plus aux paysages ouverts et pas encore aux paysages fermés, elles s'intègrent dans un système paysager diversifié, une mosaïque paysagère.

Ainsi que l'on peut le constater, les représentations sociales du paysage sont diverses et font appel à plusieurs états de référence. La variabilité culturelle, sociale, historique, géographique et intrinsèque de ces références implique une diversité d'images possibles. Récemment, ces représentations sociales ont été mises en avant dans un cadre gestionnaire ; des modèles de représentation du paysage ont été identifiés³, afin de faire un état des lieux de ces images et d'évaluer *la dimension stratégique du paysage dans le développement local* (Fleury et al., 2004 ; Gamache et al., 2004 ; Lepart et al., 2004 ; Pivot, 2004 ; Guisepelli, 2007) . Nous pensons qu'il est nécessaire de garder à l'esprit cette approche, puisque issue de la culture locale et de l'évolution temporelle des représentations paysagères. Certaines disciplines s'attachent à ce paysage subjectif, senti, vécu comme en témoignent les travaux de certains architectes, psychologues, sociologues et géographes. Cependant, l'analyse scientifique (qualitative et quantitative) doit, selon nous, s'enrichir par la suite des connaissances et outils pluridisciplinaires afin de se consolider. Ainsi que l'évoquait Durkheim dans les règles de la méthode sociologique (1984) *il nous faut donc considérer les faits sociaux en eux-mêmes, détachés des sujets conscients qui se les représentent ; il faut les étudier du dehors comme des choses extérieures*. L'analyse des paysages en évolution, des mosaïques paysagères (comme des faits sociaux) doit aussi être dégagée des représentations et nécessite une objectivation en les considérant comme produits de phénomènes spatiaux, écologiques et socio-économiques.

I.2. APPROCHES PLURIDISCIPLINAIRES DE LA NOTION DE PAYSAGE

De nombreuses disciplines en sciences humaines et sociales et en sciences naturelles ont abordé la thématique du paysage (peinture, architecture, histoire, sociologie, philosophie, géographie, écologie du paysage...). Le flou qui entoure cette notion est dû tant aux nombreuses définitions qui lui sont données qu'au nombre de disciplines qui l'étudie (Filleron, 2005). Cependant, il est fréquent de considérer que ce qui est « vu » est un objet commun à tous, et que ce qui est « lu » est propre à chaque discipline (Dumez, 2006). Nous ne donnerons donc ici aucune nouvelle définition, et tâcherons plutôt de synthétiser l'ensemble des définitions existantes, afin de nous positionner conceptuellement.

Au cours des années 1970, les géographes Bertrand et Dollfus (1973) abordent la notion de paysage en considérant ce dernier comme objet scientifique à part entière, à la charnière entre géographie et écologie. Ils mettent en avant :

- les **rapports** entre les éléments vivants (couverture végétale, animaux, sols) et le support physique (système de pentes), issu de l'évolution géomorphologique ;
- **l'évolution temporelle** des paysages ;
- les **aspects vécus** et subjectifs à aborder autrement qu'en théorie.

A la même période, de nombreux chercheurs prennent position, et traitent simultanément (Brunet, 1974 ; Richard, 1975 ; Rougerie, 1977 ; Brossard et al., 1984) :

- de **système** et de **sous-systèmes** producteurs de paysages (Brossard et al., 1984),
- des **interactions** et **mutations** des couches formant le système : *Un paysage est un tout, qui se perçoit par bien des sens et dont, si l'on veut le comprendre, on doit débrouiller toutes les relations causales, ainsi que les interactions du complexe vivant qu'il constitue* (Rougerie, 1977) avec l'implication de facteurs écologiques, économiques, sociaux, législatifs, techniques, etc. (Lepart et al., 2004).

³ Guisepelli, 2007 : *modèle régional pastoral* : « prairies, vaches, chalets, forêts » selon les touristes ; *modèle agricole diversifié ou nostalgique*, selon les associations de défense de la nature et du cadre de vie ; *modèle de la profession agricole*, lié aux pratiques agricoles ; *modèle tyrolien des élus* , paysage très entretenu, ouvert.

En agronomie, le paysage est aussi un objet d'étude de longue date, ces approches visant à relier les pratiques agricoles à un territoire, et à analyser les transformations du paysage inhérentes à celles-ci (Brossier *et al.*, 1977 ; Dépigny, 2007). Baudry (1988) ajoute à cette vision la notion de temps : le paysage est une combinaison de faits et d'interactions observés à un instant T, le résultat des pratiques rurales qui peuvent changer à chaque saison, le long de cycles de cultures. Selon Deffontaines (1996, 2001), les liens entre paysage et agronomie s'établissent autour d'une dualité, d'une réciprocité, considérant :

- le paysage comme **moyen de connaissance** de l'activité agricole : lieu d'inscription des pratiques agricoles et cadre de l'organisation spatiale de l'activité agricole ;
- l'activité agricole comme **moyen de production** de paysage, à l'origine de formes paysagères particulières.

La combinaison de l'approche géographique et agronomique (géoagronomie) étudie les distributions, les structures, les dynamiques, les circulations, les interactions spatiales et les activités : pratiques, successions et systèmes de cultures et d'élevage (Bertrand, 1978 ; Brunet, 1996 ; Deffontaines *et al.*, 2001 ; Benoît *et al.*, 2006).

En écologie, Fischesser (1988) considère le paysage comme *une organisation résultant des interactions entre facteurs biologiques, physiques et anthropiques et sur une structure permettant l'émergence d'organisations biologiques*, traitant ainsi des échanges d'informations entre écosystèmes : flux d'énergie et de matière, fonctionnement des entités en synergie, etc. Puis la notion se complète dans une perspective gestionnaire, notamment avec les écologues Lepart et Marty (2000) qui décrivent l'évolution des conceptions normatives⁴ du paysage et mettent en avant l'instabilité de l'état de référence temporel et par conséquent des objectifs de gestion qui y sont associés.

Les écologues du paysage Formann et Godron (1986) restent dans la lignée du géographe Bertrand : *un paysage est une portion de territoire hétérogène composée d'ensembles d'écosystèmes en interaction qui se répètent de façon similaire dans l'espace* ». A la fin du XXe siècle et au début du XXIe, l'écologie du paysage s'affirme avec Burel et Baudry (2000) en tant que « *niveau d'organisation des systèmes écologiques, supérieur à l'écosystème. Le paysage se caractérise par son hétérogénéité et sa dynamique gouvernée en partie par les activités humaines. Il existe indépendamment de la perception* ». Ils insistent sur la notion d'échelle et le besoin d'interdisciplinarité : histoire, paléoécologie, géomorphologie, agronomie, anthropologie (Baudry, 1988 ; Delcros, 1993 ; Burel *et al.*, 2000). Cette notion a été approfondie par le géographe Berque (1994) et les écologues Lepart et Marty (2004) intégrant le paysage dans une analyse diachronique et multiscalaire avec prise en compte de l'Homme et de ses activités.

Au sein de cette approche pluridisciplinaire, la présente étude se situe conceptuellement dans la lignée des écologues du paysage avec une approche géoagronomique. La notion d'échelle, essentielle en géographie, s'oriente ici vers une réflexion sur l'évolution des paysages, leur organisation en couches superposées et sur les variables environnementales et anthropiques qui les associent ou les contrôlent. Le paysage est considéré comme un objet en mutation dont le dynamisme est difficilement dissociable des activités humaines. Ainsi, le paysage fournit les ressources nécessaires, et constitue un capital et un support, au développement des sociétés.

1.3. LE PAYSAGE, SUPPORT DE DEVELOPPEMENT TERRITORIAL

Le paysage est un sujet de représentations, mais aussi un objet matériel, une « question de société », car il est porteur d'une histoire, révélateur d'une mise en valeur et considéré à la fois comme une marchandise et une ressource économique (Joliveau, 1998 ; Cloarec, 2001 ; Doumenge, 2004 ; Marty, 2005). Au-delà de l'acception écologique du terme, il s'avère donc être une expression spatiale d'une

⁴ Conception normative : représentation de ce que doit être le paysage dans un cadre de gestion.

combinaison sociale, et se révèle comme le produit et le support des usages (Nieddu, 2001). Un lien qui relie l'homme à son espace, espace vivant, en métamorphose constante ; un paysage fonctionnel (Bertrand, 1978 ; Joliveau, 1994 ; Di Pietro *et al.*, 1997 ; Guisepelli *et al.*, 2005).

La mutation de la société des soixante dernières années a impliqué de fortes modifications dans les différents systèmes paysagers. Les espaces ruraux voient désormais l'intervention d'acteurs plus variés qu'auparavant (Brunet, 1996), et les enjeux fonciers augmentent avec l'extension urbaine. Le paysage devient alors *un instrument opérationnel de la gestion et de la planification du développement local* (Joliveau, 1994). L'utilisation du paysage dans le cadre de politiques de promotion territoriale (stratégie d'implantation des entreprises à vocation touristique) participe à la reconnaissance de la qualité des produits d'un terroir. D'une manière plus générale, le paysage est un **élément de marketing**, un capital, dans les politiques territoriales. Cette stratégie de développement peut même mener à une restructuration physique du paysage pour augmenter sa visibilité et l'impression d'authenticité ou de typicité qu'il dégage (Lepart *et al.*, 2004).

Selon Ferrari (2004), le paysage *peut être considéré comme une aménité rurale⁵, une externalité environnementale positive de l'agriculture, ou un bien public localisé joint à la production agricole*. Deux points nous semblent intéressants à approfondir à partir de cette citation. D'abord, la notion de **ressource publique**, reprise en droit économique par Hervé Groud (2001), rapproche les systèmes productivistes et paysagers de l'émergence des politiques de préservation, par la détermination du paysage comme un **objet de consommation**, auquel on peut donc attribuer un prix (coût de transport, modification des prix du foncier des sites attractifs). Cette réflexion est peu reprise du fait de la complexité de sa mise en application réelle et de la prise de conscience du public de la valeur commerciale du bien désigné. Ensuite, les « **externalités environnementales** » de l'agriculture sont souvent perçues d'un point de vue négatif : pollution des sols et des eaux, érosion, insécurité sanitaire et alimentaire liée aux élevages d'animaux ou aux OGM (Dépigny, 2007). Or, le citadin à la campagne attend de l'espace rural des aménités positives (sources d'agrément, de sensations inédites ou convenues : air pur, espace de détente, dépaysement), incluant des éléments de patrimoine culturel ou naturel (Ferrari, 2004). Si l'on reprend l'idée des groupes sociaux de Conan⁶ (*in* Berque *et al.*, 1994), on peut distinguer les urbains en mal de nature et de paysages, qui recherchent un paysage de mémoire ; et les acteurs locaux qui cherchent à faire perdurer la vie sociale et l'activité économique des campagnes. Cette multiple appréhension du paysage et des activités associées nécessite un cadre. Le paysage devient alors un instrument de gestion de l'espace, et les acteurs doivent penser aux outils qui produiront les paysages de demain (Joliveau, 1994).

Pour plus de clarté, les gestionnaires de l'espace s'organisent depuis le XIXe siècle autour d'un cadre législatif et réglementaire aux échelles régionale, nationale et européenne (tab.1). Il est à noter que les premières lois concernant les zones considérées comme difficiles, visent le reboisement. Effectivement, le recul de l'activité pastorale, l'érosion massive des sols consécutive et l'appauvrissement des populations locales incitent à l'expansion des plantations : *Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus uncinata*, *P. cembra*, et *Larix decidua* sont les espèces les plus utilisées (Belingard *et al.*, 1998). Après la seconde guerre mondiale, la nécessité de nourrir une population importante et de reconstruire des pays dévastés entraîne une intensification de l'agriculture, et l'apparition de l'Europe confirme et accentue cette dynamique. Même les terres de montagne, peu propices à l'utilisation intensive, sont concernées, et pour faciliter cet essor, des indemnités sont mises en place (ISM)⁷. Cependant, sans préoccupation réelle du paysage, les conséquences de ces mutations sont multiples (simplification du parcellaire, élimination des structures paysagères, suppression des chemins...).

⁵ Au sens des économistes de l'OCDE les aménités rurales sont : *les attributs, naturels ou façonnés par l'homme, liés à un territoire et qui le différencient d'autres territoires qui en sont dépourvus* (Brunet, 1996).

⁶ *Il y a conflits d'usages et conflits moraux lorsque sur un même territoire, plusieurs groupes sociaux adhèrent à des conceptions de l'aménagement différentes.*

⁷ ISM : Indemnité Spéciale Montagne

	Intitulé	Objectifs	Méthodes et outils	Acteurs et moyens
1860	Loi de boisement	1,3M ha de reboisement	Plantations d'essences diverses	Etat
1882	RTM (restauration des terrains en montagne)	Limiter la déforestation, et l'érosion des sols	Plantations d'essences diverses	Etat
1937	Loi de reboisement des terres incultes	Favoriser le reboisement et l'amélioration pastorale	Plantations	Etat
1946	FFN Fonds Forestier National	Favoriser le reboisement et la gestion des forêts	Plantations, facilitation de l'accès aux engins pour débardage	Etat
1960	Première Loi d'Orientation Agricole (LOA)	Modernisation de l'agriculture afin d'atteindre l'autosuffisance alimentaire	Modernisation et agrandissement des structures de production, mécanisation, spécialisation des activités agricoles, intensification des terres	SAFER, Crédit Agricole, Instituts techniques, recherche agronomique
1962	PAC			
1972	Loi pastorale	Soutien à l'activité pastorale	Groupements pastoraux, associations foncières pastorales	Etat, collectivités locales
1972	ISM Indemnité Spéciale Montagne	Revaloriser les terroirs de montagne, aider les agriculteurs de ces zones, relancer le pastoralisme	Zonage rural et zonage « montagne », cadre juridique aux pratiques collectives	Aide proportionnelle à la surface exploitée, aide aux investissements en estive
1975	ICHN Indemnité compensatoire de handicaps naturels			
1985	Loi « Montagne »	Obtenir la parité des revenus et des conditions de vie entre la montagne et autres régions	Aménagement, développement et protection des massifs, prémices du développement local, démarche d'auto-développement	Etat
1992	Mesures Agri – Environnementales (MAE)	Maintenir et introduire des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement	Mesures : protection des eaux, reconversion à l'agriculture biologique, opérations locales agro-environnementales (OLAE), extensification...	Prime à l'herbe, plans de développement durable
1999	MAE dans le cadre européen	Développement de la multifonctionnalité de l'agriculture. Protection des espaces ruraux	CTE 2000-2007, CAD à partir de 2003, PHAE (prime à l'herbe), MAET (territorialisées) Maintien et conversion à l'agriculture biologique (MAB et CAB), RDR	Contrats entre l'État et l'agriculteur, apports financiers FEADER Fonds européens agricoles pour développement rural (2007-2013)
2006	Nouvelle LOA 2006	Définition d'enjeux environnementaux prioritaires	Règlement de développement rural	
2000	Convention européenne du paysage	Promouvoir la protection, la gestion et l'aménagement des paysages européens	Mesures juridiques et financières	Collectivités locales, Etat, Europe
2005	Loi relative au développement des territoires ruraux	Aménagement des territoires ruraux	Actualisation des zones de revitalisation rurale (ZRR) Meilleur partage des espaces périurbains PPAEAN Aménagements fonciers	Etat
2010	LMAP Loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche	Garantir le revenu des agriculteurs et des pêcheurs, les faire gagner en compétitivité	Plans de développement des filières agricoles, forestières (PPRDF), DTA directive territoire et aménagement, SCOT Schémas de cohérence territoriale, Charte paysagère	Contractualisation entre producteurs et acheteurs

Tableau 1 : Cadre législatif et réglementaire visant le développement et la protection des massifs et des zones défavorisées (1860 - 2010)

Au début du XXI^e siècle, la protection de l'environnement devient un enjeu primordial, et le rôle des **agriculteurs comme gestionnaires de l'espace** est mis en avant avec les nouvelles MAE⁸ et le respect de normes environnementales plus strictes (Ambroise *et al.*, 1998, 2009 ; Ambroise, 1999). On observe donc une ré-articulation de la politique agricole et de développement rural, la nouvelle PAC s'organisant autour de deux piliers (Hervieu, 2003; Ministère de l'agriculture *et al.*, 2004) :

1. **aides directes** aux exploitations et **intervention** sur les marchés ;
2. **renforcement du développement rural** autour de la multifonctionnalité de l'agriculture et des activités non agricoles : aides à l'adhésion aux dispositifs de qualité nationaux et communautaires (AOP, IGP)⁹, augmentation des mesures agri-environnementales, aide à la mise aux normes, etc.

Productivité, mécanisation, intensification, qui étaient les mots d'ordre des politiques dans les années 1970, se sont transformés en respect de l'environnement, agriculture biologique et durable, impliquant de nouvelles restructurations. La France reste la première puissance agricole européenne, mais les exploitations subissent de plein fouet ces réformes dans un contexte de crise des prix.

I.4. PAYSAGE ET SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Depuis les années 1980, par la prise de conscience des interactions entre les sociétés humaines et les écosystèmes, la gestion paysagère est devenue un des moteurs du développement rural. Dans ce cadre ont été envisagés les services du paysage, environnementaux ou **services écosystémiques**. Ils caractérisent les écosystèmes par une structure et un fonctionnement particulier que les changements d'utilisation des terres (déforestation, intensification, urbanisation) affectent (Quétier, 2006 ; Lavorel *et al.*, 2008). Cette théorie repose sur l'analogie du capital économique et du capital naturel, en admettant que les services ne soient pas fournis par l'homme mais par la nature elle-même (Henry, 2004). La liste des services fournis par les écosystèmes et contribuant au bien-être de l'Homme sont, selon le *Millenium Ecosystem Assessment Report*¹⁰ en 2005 :

- **les services de support de la vie**, d'auto-entretien : la formation des sols, la photosynthèse, le cycle nutritif, la pollinisation, etc. ;
- **les services de prélèvements** : nourriture, eau, bois de construction, fibres ;
- **les services de régulation** relatifs au climat, aux inondations, aux maladies, aux déchets à la qualité de l'eau, à la proportion de gaz, etc. ;
- **les services culturels** qui procurent des bénéfices récréatifs, esthétiques et spirituels.

Notons que selon cette même étude, 60 % de ces services sont en cours de dégradation ou d'exploitation irrationnelle (eau douce, pêche intensive, déforestation, régulation du climat aux échelles locales et régionales, risques de catastrophes naturelles...). De Groot *et al.* (2002) distinguent la notion de **fonction écosystémique** en complément de celle de services écosystémiques, fonctions qui engendrent des biens et des services qui satisfont les besoins humains, dans une vision très économiste. Toute atteinte à la qualité de ces biens engendrerait donc un double impact pour l'Homme :

- le premier, direct, sur la **qualité de son environnement** donc de son bien-être (voire de sa survie) ;
- le second, indirect et économique, sur la **durabilité et la faisabilité de ses activités**.

⁸ MAE : Mesures agroenvironnementales

⁹ AOP : Appellations d'Origine Protégée, IGP : Indications Géographiques Protégées

¹⁰ Le Millenium Assessment Report fait la synthèse d'une étude réalisée par 1360 scientifiques de 95 pays pendant 4 ans à la demande de l'ONU. Ses objectifs sont d'évaluer les conséquences de la dégradation des écosystèmes sur le bien-être de l'Homme, et d'établir la base des actions scientifiques nécessaires pour un renforcement de la préservation des écosystèmes, de leur exploitation de manière durable et de leurs contributions au bien-être de l'Homme. ©www.eco-life.fr

Dans le contexte actuel de changements climatiques, de pollutions par l'Homme de l'air, des eaux et des sols, et de pertes de biodiversité, les fondements de l'économie écologique permettent de donner une valeur aux écosystèmes (avec toutes les difficultés d'ordre économique, éthique et culturel associées à ce terme) et donc d'en calculer, ou pour le moins d'en quantifier, la perte ; afin de penser les politiques de conservation en terme d'efficacité (Salles, 2010). Cette perte n'est pas seulement d'ordre écologique ou écosystémique ; elle doit également être considérée comme une perte économique. Cette prise de conscience semble nouvelle, pourtant l'ONU, à la Conférence de Stockholm, avait noté dès 1972 l'importance de ces services/fonctions, et de la perte qu'ils engendreraient même s'ils n'étaient pas définis dans les termes actuels :

La protection et l'amélioration de l'environnement sont une question d'importance majeure qui affecte le bien-être des populations et le développement économique dans le monde entier ; elles correspondent au vœu ardent des peuples du monde entier, et constituent un devoir pour tous les gouvernements. (ONU, 1972a)

Défendre et améliorer l'environnement pour les générations présentes et à venir est devenu pour l'humanité un objectif primordial, utile tâche dont il faudra coordonner et harmoniser la réalisation avec celle des objectifs fondamentaux déjà fixés de paix et de développement économique et social dans le monde entier. (ONU, 1972b)

C'était il y a 40 ans, mais les enjeux sont les mêmes aujourd'hui, et malgré certains progrès (abandon progressif des centrales à charbon, filtrage des poussières sur les cheminées des usines, réglementations diverses), la situation n'a fait qu'empirer... Pourra-t-on un jour aboutir à une prise de conscience collective du public mais aussi, et surtout, des décideurs politiques et économiques ? Si la caractérisation des services écosystémiques est une étape utile dans un projet de gestion afin de définir ce qu'ils apportent sur un territoire donné, ils ne sont vraiment intéressants que s'ils sont intégrés à une vision plus globale. Un projet de gestion qui prend en compte les trois composantes du paysage définies (sujet, objet, support) ainsi qu'une connaissance des services rendus par les écosystèmes sera assez robuste pour une application concrète. En effet, le système complexe de l'homme et de son milieu doit être caractérisé dans toutes ses composantes :

- « quels hommes ? » : les activités humaines sur ce territoire, les modes de gestion ou pratiques de l'espace traditionnels et actuels, la culture, le type de société, etc. ;
- « quel milieu ? » : caractérisation du paysage selon les modalités prédéfinies.

C'est la réponse à ces questions qui permettra d'élaborer un projet et des propositions de gestion opérationnels et appropriés au territoire.

II. LES PAYSAGES DES MOYENNES MONTAGNES EUROPEENNES EN DEPRISE

Malgré leur prépondérance dans l'espace européen (40 %), les zones de montagne ne cumulent que 20 % de la population globale (NORDREGIO, 2004). Leurs problématiques sont donc au cœur de la représentativité des territoires, de leur complexité et des enjeux tant économiques qu'écologiques et sociaux qui leur sont liés. Les objectifs de l'Europe tendent à la régulation et au développement des activités économiques, tout en participant à la cohésion territoriale de l'ensemble de l'Union et à la protection de la nature (Commission des Communautés Européennes, 2008).

II.1. DE LA DEPRISE AU MANQUE D'EMPRISE AGRICOLE EN MOYENNE MONTAGNE EUROPEENNE

La moyenne montagne européenne, en plus des contraintes naturelles handicapantes, subit depuis un siècle des perturbations liées à diverses mutations du système économique, social, technique, politique, financier, à l'élargissement des marchés, au développement d'une conscience environnementale et de la science (Bertrand, 1978 ; Torres-Luna *et al.*, 1993 ; MacDonald *et al.*,

2000 ; Le Roux *et al.*, 2008). Ces mutations, pour la plupart, émanent de l'extérieur, d'un niveau hiérarchique supérieur au niveau local : national, européen voire international, sur des espaces autarciques à forte démographie au XIXe siècle¹¹ (Amandier, 1999). La première guerre mondiale et l'industrialisation provoquent un exode rural intense amenuisant la main d'œuvre et engendrent une boucle de rétroaction négative : le manque de main d'œuvre déstabilise le système qui n'a plus la marge de manœuvre nécessaire pour se moderniser, les fonds financiers sont faibles, le système est en rupture.

Le déséquilibre entre économie locale montagnarde et économie européenne s'accroît avec les deux lois d'orientation agricole de 1960 et de 1962. Celles-ci valorisent l'augmentation des surfaces des exploitations agricoles, la parité des revenus et l'intensification de l'agriculture en prônant productivisme, mécanisation, spécialisation des terres et des élevages et progrès génétique dans un contexte d'ouverture au Marché Commun Européen (Barbero *et al.*, 1990). La recherche scientifique, et notamment la découverte des engrais de synthèse¹², favorise aussi l'intensification de l'agriculture. Elle provoque la *dissociation spatiale de l'élevage et des cultures et la spatialisation des exploitations* (Le Roux *et al.*, 2008). On retrouve aussi le secteur industriel dans la sélection des semences permettant de contrôler les marchés et de préserver les investissements.

Les petites exploitations agrosylvopastorales traditionnelles des zones à faible potentiel agronomique sont moins rentables, ne peuvent faire face aux contraintes de production européennes, et progressivement se déstructurent et se marginalisent (Ambroise, 1999 ; Quetier, 2006). On peut observer sur la carte suivante (fig.6) : les zones défavorisées des montagnes européennes, celles qui sont menacées par l'abandon, ainsi que les zones à handicaps spécifiques (mauvaises conditions climatiques, forte déclivité, etc.). Pour la commission européenne de l'agriculture, l'abandon de ces zones peut mener à une perte de biodiversité, à la désertification, à des feux de forêt, à la fermeture des paysages et à la perte d'espaces agricoles à haute valeur naturelle, donc à une perte de fonctions et de services écosystémiques pouvant engendrer de graves conséquences pour les activités humaines restantes. Or elles représentent 57 % de la surface agricole européenne totale, et selon la commission européenne¹³, seuls 13 % des exploitations agricoles sont subventionnées depuis 1975 (MAE, politiques de développement rural, FEADER).

La conséquence directe de l'ensemble de ces mutations est donc une **déprise agricole** intense, avec un désintérêt croissant pour le pâturage, au profit de la production laitière ou végétale en plaine, et un exode rural, voire une désertification rurale. On assiste donc à une polarisation de l'espace et de son utilisation, qui oppose (Baudry *et al.*, 1988 ; Laurent, 1992 ; Caplat, 2006) :

- les espaces où les **contraintes environnementales** sont les plus fortes qui périclitent ;
- les espaces déjà **productifs** qui s'intensifient.

Beaucoup d'études ont traité de la déprise, et la définition qui correspond le mieux à notre analyse est celle donnée par Baudry et Deffontaines (1988) : *Perception de changements de systèmes liant activité et espaces. Ces changements font référence à des états antérieurs de l'espace, réels ou construits. Ces changements sont jugés comme une régression par rapport à une occupation plus complète de l'espace agricole. Cette moindre utilisation résulte d'un laisser-faire et non du choix d'un nouveau mode de gestion.* Au milieu des années 1970, la dégradation des espaces pastoraux est bien réelle, avec une déprise des pâturages d'altitude et une dégradation des espaces ouverts (Baudry *et al.*, 1988 ; Prévosto, 1999). Entre 1971 et 2002, 12,4 % des prairies et pâturages permanent, principalement situés en zone de montagne, disparaissent de l'Union Européenne, dont plus d'un quart en France avec presque 4 millions d'hectares (Caplat, 2006).

¹¹ Les systèmes agricoles de montagne visaient à nourrir une population dense et fonctionnaient avec une main d'œuvre nombreuse.

¹² Par le procédé Haber-Bosch d'extraction de l'azote atmosphérique.

¹³ http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/lfa/index_fr.htm

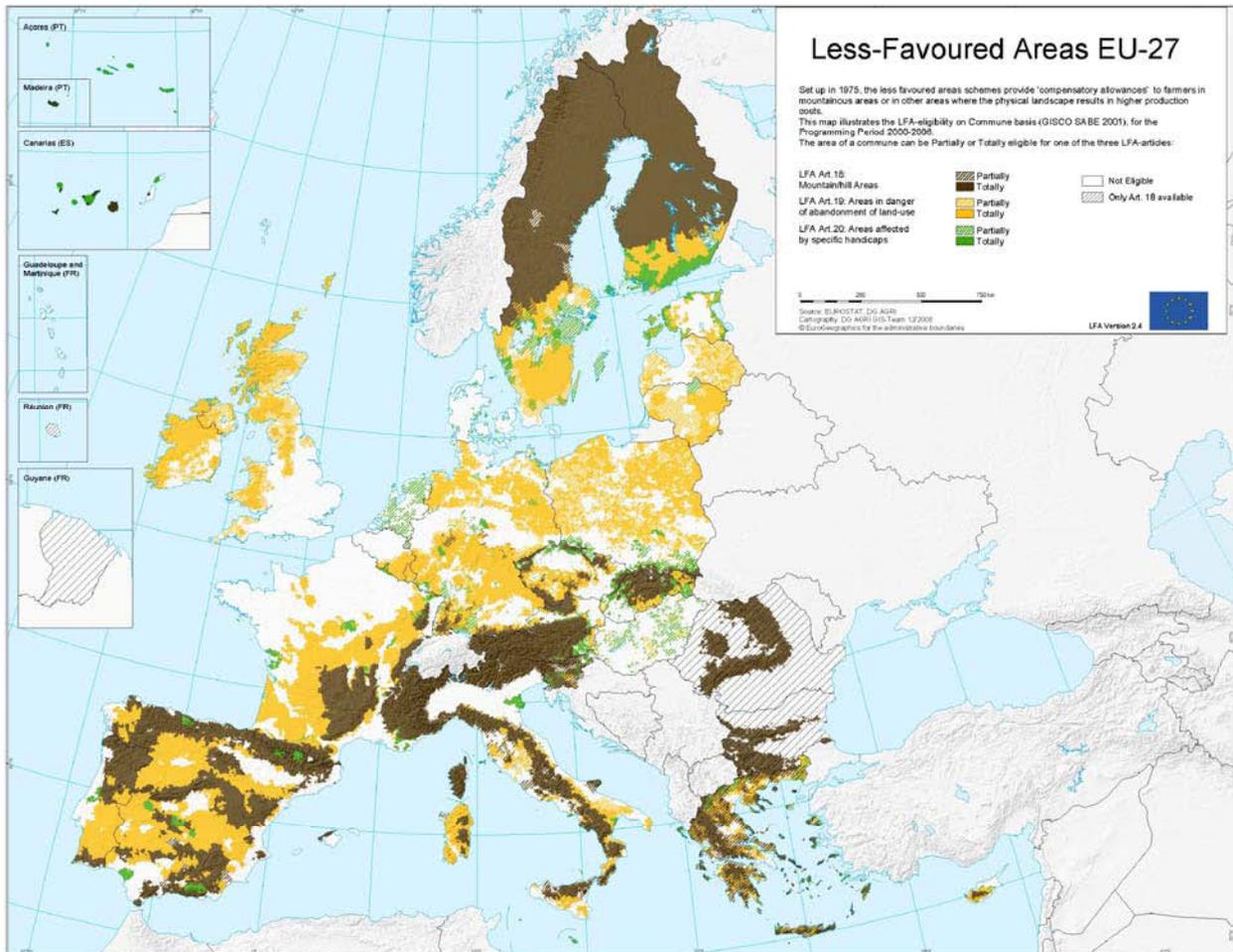


Figure 6 : Caractérisation des zones défavorisées selon la Commission européenne. En marron : zones de montagne à courte période de végétation et fortes pentes ; en orange : zones à risque d'abandon (mauvaise productivité de la terre, faible densité de population voire régression) ; et en vert : zones à handicaps spécifiques (maintien nécessaire des activités pour la conservation de l'environnement, l'entretien de l'espace naturel, la préservation du potentiel touristique).

Source : http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/lfa/index_fr.htm

Comme le paysage, la déprise est souvent d'abord perçue. Cette perception, souvent négative et symbolisée par la friche, est comparée au paysage ouvert, qui exprimerait l'action de l'homme et sa culture locale : culture d'utilisation du sol et culture sociale (Luginbühl, 1999). On revient à la notion d'un paysage fixe, d'antan, que l'on a du mal à voir évoluer vers « la friche », alors que d'un point de vue écologique, cette diversification est positive, signe d'hétérogénéité, de mosaïque paysagère et donc potentiellement d'accroissement de la biodiversité.

Nous proposons ici de concevoir l'importance de cette diversité des milieux et des écosystèmes, afin d'envisager une autre conception des zones en déprise. Cette déprise engendre certes une décroissance agricole, mais comment s'organisent les exploitants restant sur ces territoires ? Puisqu'ils sont moins nombreux, ils favorisent les terres proches de leurs exploitations (voire les surexploitent, les fertilisent intensivement), et doivent faire face à une situation économique difficile avec des terres peu mécanisables (Allie, 2004 ; Freléchoux *et al.*, 2007). Certaines sont abandonnées, mais beaucoup sont sous-exploitées, et les terres collectives deviennent secondaires dans ce nouveau système. Ainsi, la situation correspond plus à un **manque d'emprise** qu'à un abandon total : l'espace est encore entretenu, des activités persistent, mais sont restreintes et modifiées (Maignot *et al.*, 2004), or cela suffit à relancer la dynamique végétale vers la friche puis la forêt (Koerner *et al.*, 1999 ; Camacho, 2004). Car, dans un système d'élevage trop extensif, le sous-pâturage, en favorisant

la consommation des « bonnes graminées », n'engendre un impact que sur celles-ci et favorise l'extension d'espèces à fort pouvoir colonisateur (*Brachypodium pinnatum*, *Cytisus scoparius*, etc.).

L'équilibre dynamique de la végétation est donc temporellement instable et la fragmentation s'amplifie. Mais cette extensification peut être un moyen, sous contrôle des gestionnaires, de gérer les paysages, de prévenir l'invasion généralisée par les ligneux et de maintenir une forme de biodiversité, donc de mosaïque végétale et paysagère. La friche, en soi, n'est qu'une étape dans une dynamique végétale plus complète, plus longue et élaborée, elle doit être considérée comme une composante localisée dans le temps et l'espace du système paysager global. De plus, elle constitue des milieux très intéressants pour l'avifaune et participe à la diversité floristique, l'appréhension négative qu'elle produit est donc à relativiser.

Nous sommes donc en présence de zones fragilisées, l'empreinte de l'homme sur les terres s'effaçant, mais de nouveaux enjeux émergent et les décideurs doivent y faire face. Quels sont ces enjeux ? Économiques, dans le secteur primaire avec les élevages laitiers (à visée fromagère) et bovins, et dans le secteur tertiaire avec l'attractivité touristique de citadins en manque de « Nature ». Sociaux, avec la périurbanisation et le repeuplement de villages en cours d'abandon, mais également avec le besoin de services à la personne pour la population vieillissante. Écologiques et environnementaux, en lien avec une rétraction spatiale des zones ouvertes, une diminution des espèces associées (Natura 2000), et une mutation des écosystèmes semi-naturels et anthropisés. Mais également des enjeux de gestion, comment mettre en place des mesures alors même que l'on ne connaît pas toujours les tenants et les aboutissants du processus de recolonisation spontanée ?

II.2. BOULEVERSEMENTS DU SYSTEME AGROSILVOPASTORAL TRADITIONNEL

Seule une analyse articulant géographie, écologie et agronomie peut permettre de se concentrer sur l'espace, ses dynamiques, sa structuration et sa diversité (Benoît *et al.*, 2006) et non plus seulement sur la déprise et ses connotations négatives. Notre réflexion porte sur une dynamique paysagère continue, donc sur des évolutions végétales temporelles successives et en interaction avec les activités humaines. D'où la nécessité de faire le point sur l'état actuel des espaces agricoles de moyenne montagne et sur l'activité agricole qui s'y pratique, l'élevage et le pastoralisme. Ainsi, les pratiques pastorales, outils d'aménagement, de gestion de l'espace et de maintien d'une diversité biologique sont primordiales. Pourtant, dans cette société en mutation, avec la perte démographique, la diversification et l'intensification des systèmes d'élevage, la conduite des troupeaux est modifiée, guidée par l'adaptation aux marchés (Gibon, 1997).

II.2.1. Le pastoralisme en France et en Europe : état des lieux

Les systèmes agricoles traditionnels de montagne sont mis en valeur selon trois types de pratiques : l'agriculture, le pastoralisme et la sylviculture, formant des systèmes agrosilvopastoraux (fig. 7).

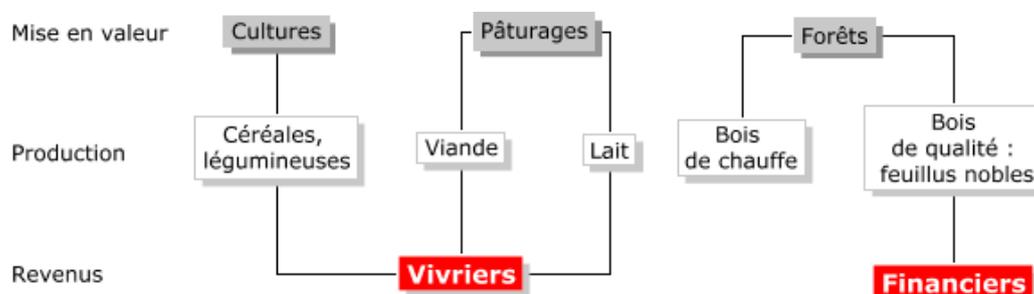


Figure 7 : Système agrosilvopastoral traditionnel (synthèse des travaux de Dorée, 1995 et Gibon, 1997)

Or, avec la modernisation de l'économie des sociétés occidentales et par conséquent du secteur agricole, les terres « marginales » (difficiles d'accès, éloignées des marchés, etc.), subissent une crise

structurelle. Progressivement, au milieu du XXe siècle, l'exploitation des terres collectives est considérée comme un frein au développement des exploitations, à l'adoption de systèmes de production plus performants (Gibon, 1997). Pourtant, aujourd'hui encore, les pratiques d'estive et de transhumance sont majoritairement maintenues grâce à ces structures foncières collectives (Le Roux *et al.*, 2008). La figure suivante synthétise les fonctionnalités du système agrosylvopastoral traditionnel et son évolution interne et externe (fig.8).

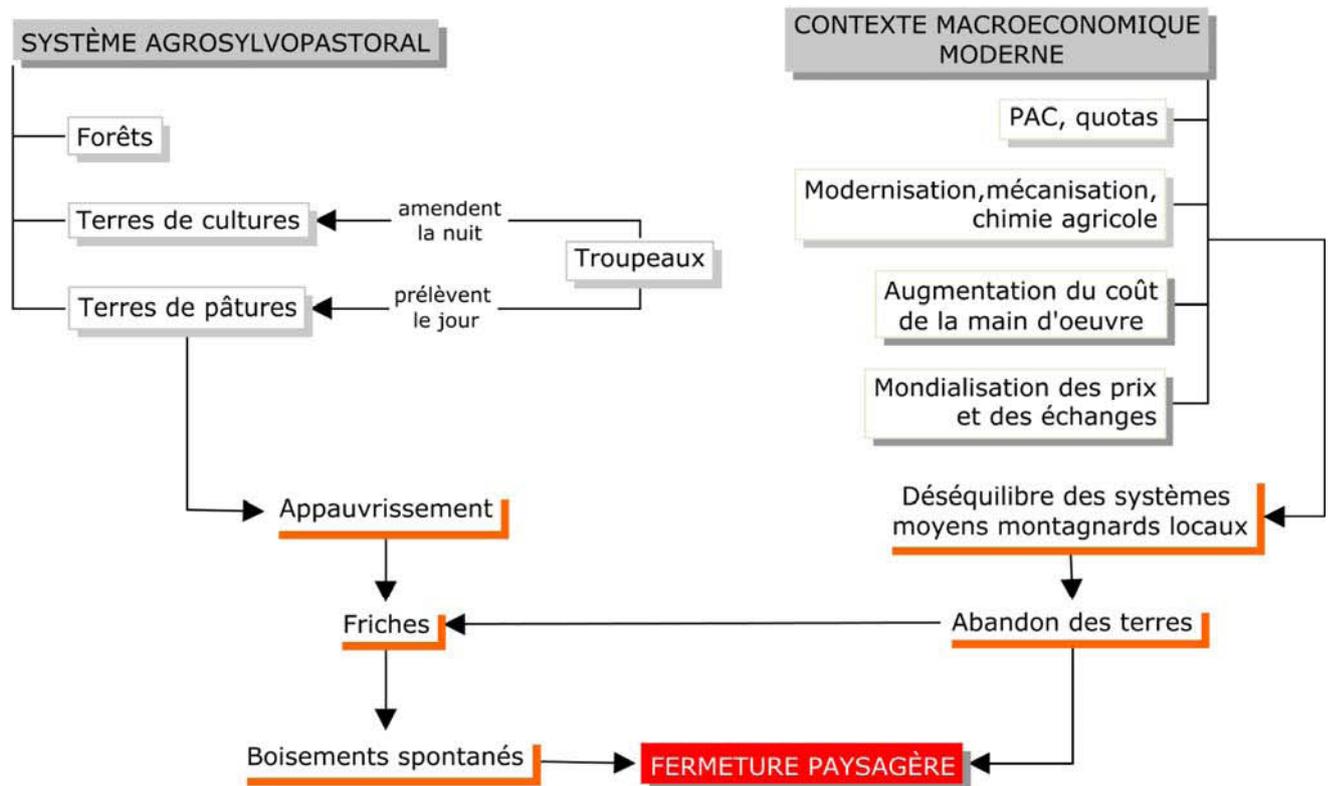


Figure 8 : Interférence du contexte macroéconomique moderne sur le système traditionnel défaillant (synthèse personnelle)

Les politiques de développement agricole sont donc au contact de deux sociétés culturellement différentes, notamment sur la conception de l'avenir (Msika *et al.*, 1999) :

- **les sociétés paysannes**, qui développent un système agraire plus respectueux de l'environnement, où l'avenir est considéré comme *une continuation du chemin créé et entretenu par les générations précédentes [...], un étroit chemin à travers une étendue de risques connus et inconnus* ;
- **les sociétés modernes**, ouvertes sur l'économie de marché, ces « cultures du progrès » envisagent donc le futur comme une expansion permanente.

Jusqu'au début des années 1970, les activités pastorales étaient soumises aux politiques forestières et agricoles avec la RTM (l'ensemble des sectionaux et communaux étaient concernés par la politique de reboisement). En 1972, la politique agricole spécifique à la montagne et la loi relative à la mise en valeur pastorale en montagne ont permis la création de trois outils juridiques (Brau-Nogué, 1996 ; Msika *et al.*, 1999 ; Le Roux *et al.*, 2008) :

- **les associations foncières pastorales** permettent de regrouper les propriétaires fonciers pour remédier au morcellement des terrains à vocation pastorale et restructurer l'ensemble du domaine pour une gestion commune ;

- les **groupements pastoraux** autorisent l'organisation et l'association des éleveurs-pasteurs pour permettre une exploitation plus organisée, rationnelle, et technique des pâturages ;
- les **conventions pluriannuelles de pâturage** établissent les relations entre ces deux groupes et structurent l'utilisation pastorale des terrains par des contrats de location dérogoires au statut des baux ruraux afin d'assurer une certaine pérennité de leur utilisation.

Parallèlement, l'état finance des travaux d'amélioration pastorale par le biais du Fond interministériel du développement et d'aménagement rural (FIDAR), et de l'ISM (1972) qui devient ICHN en 1975. A la fin des années 1980, avec l'article 19, la PAC génère une aide européenne relative à la gestion de l'espace et à l'environnement : c'est la mise en place des mesures agri-environnementales (MAE), dont certaines sont dites de « redéploiement pastoral », ayant pour finalité d'enrayer la déprise agricole, permettre de nouvelles ouvertures, et ainsi reconstruire les paysages et préserver la biodiversité. La prise de conscience de l'importance d'une mise en valeur agrosylvopastorale des territoires et des paysages de moyennes montagnes est renforcée en 2005 avec la loi pour le Développement des Territoires Ruraux : *Par leur contribution, à l'emploi, à l'entretien des sols, à la protection des paysages, à la gestion et au développement de la biodiversité, l'agriculture, le pastoralisme et la forêt de montagne sont reconnus d'intérêt général comme activité de base de la vie montagnarde et comme gestionnaires centraux de l'espace montagnard par le gouvernement français en conformité avec les directives de la Communauté économique européenne.*¹⁴ Les politiques européennes de développement agricole ont donc d'abord visé l'amélioration des pratiques individuelles, dans une optique de rendement toujours plus forte (très éloignée des préoccupations de durabilité des ressources). Mais progressivement, une réelle prise de conscience s'est instaurée avec la mise en place d'aides diverses. Aujourd'hui, avec des politiques visant la gestion concertée des territoires, on retourne à cet esprit collectif qui a prévalu pendant des siècles (par l'intermédiaire de groupements et d'associations pastorales, fig.9).

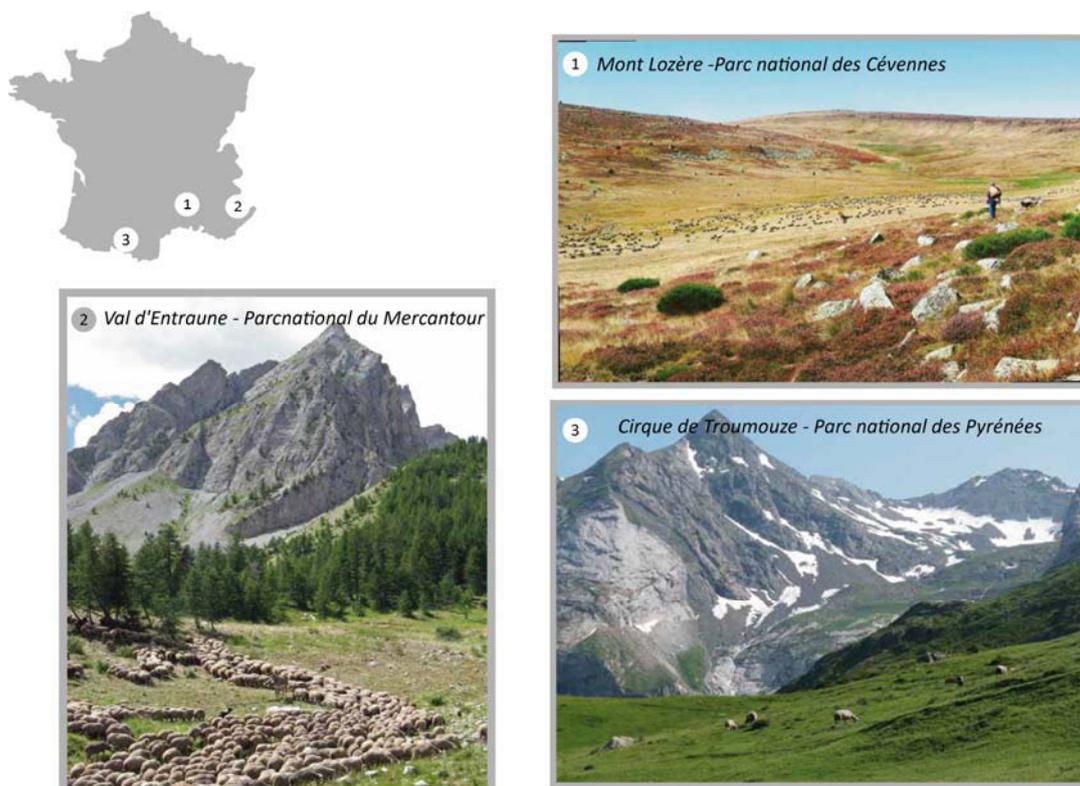


Figure 9 : Quelques estives collectives dans les Parcs nationaux français (photos issues de la brochure des Parcs nationaux de France, 2011).

¹⁴ <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000257340&dateTexte=&categorieLien=id>

Dans le contexte contemporain de déprise rurale en moyenne montagne, les services pastoraux rendus à la société ont pris une importance particulière. Cette déprise a longtemps été considérée sous ses seuls aspects économiques et sociaux, mais aujourd'hui, le besoin croissant de nature (plus de 80 % de la population est urbaine), la prise de conscience environnementale, et celle du rôle structurant des activités agricoles et du pastoralisme, orientent les actions des collectivités locales. Les collectivités et partenaires de la gestion de l'espace se structurent pour aménager, reconquérir des espaces abandonnés ou protéger des espaces naturels contre les risques de dégradation. La multiplication des usages sur un même territoire (gestion forestière, régulation environnementale, activités cynégétiques, tourisme et loisirs) mêlée à une forte volonté de réaménager, d'entretenir et de préserver l'intérêt écologique de sites remarquables incite à des opérations d'aménagement et de développement des systèmes pastoraux.

II.2.2. Le pastoralisme comme dynamique écologique

La relation « systèmes écologiques » et « agriculture » est primordiale, car, par la modification des sols, de la végétation, des cours d'eau, des pentes (terrasses), l'introduction d'espèces animales et végétales, les activités humaines agissent sur les milieux. Les pratiques agricoles comme l'écobuage, les défrichements, les labours ou le pâturage ont donc un impact, provoquent des perturbations¹⁵ sur les systèmes écologiques en place et contrôlent volontairement la dynamique végétale des espaces. Au même titre, la déprise agropastorale, par abandon ou sous-exploitation, engendre également des perturbations. L'échelle de temps, la fréquence et l'intensité de ces perturbations donnent naissance à des taches de végétation variables, hétérogènes, et en mosaïque (Chassany, 1999 ; Burel *et al.*, 2000 ; Caplat, 2006). Ainsi, la mosaïque paysagère est davantage le reflet d'un système agricole, social et culturel donc d'une volonté d'organiser l'espace, que d'une dynamique écologique pure. Comme l'écrit Balent, *la durabilité des prairies dépend largement des pratiques de gestion* (in Gibon, 1997) et la qualité de la végétation est fortement liée à la pérennité de ces pratiques, au degré de fréquentation et au mode d'action du troupeau (Jarrige, 1979). Lorsque ces pratiques demeurent inchangées, la végétation se trouve dans un équilibre dynamique, lorsqu'elles changent, cet équilibre est perturbé. Aussi, la relation entre production primaire des prairies et troupeau/pratiques permet de définir un modèle qui engendre trois processus différents :

- pour un taux de **consommation très faible** (refus important et/ou durée du pâturage trop faible, chargement trop faible), la parcelle est envahie par des espèces ligneuses ;
- pour un taux de **consommation moyen** (peu de refus, durée du pâturage suffisamment longue, chargement moyen), la végétation reste inchangée ;
- pour un taux de **consommation élevé** (durée du pâturage trop longue, chargement trop élevé), on observe une mortalité élevée des graminées, des taches de sol nu apparaissent et le sol s'appauvrit.

Le pastoralisme est aujourd'hui considéré comme un *fait culturel hérité d'une longue tradition*, mais il est également *ancré dans la modernité à laquelle les sociétés pastorales ont toujours su s'adapter pour survivre* (Balent *et al.*, 1999). La recherche fondamentale et appliquée devient alors nécessaire pour repenser les relations entre agriculture et territoire en fonction des nouveaux enjeux sur l'espace. Ces avancées scientifiques, combinées aux activités primaires et tertiaires et à une forte volonté protectionniste de la faune et de la flore permettront une gestion opérationnelle de qualité (Natura 2000, protections nationales et européennes).

II.3. VERS UNE TYPOLOGIE DES ESPACES DE MOYENNE MONTAGNE

Elargir la notion d'espace en déprise à celle d'espace rural permet d'avoir une vision plus globale des enjeux spatiaux de la réalité des territoires. Au sein de ces espaces, les massifs montagneux

¹⁵ Perturbation au sens écologique du terme.

présentent des disparités. La synthèse qui suit permet de discerner quatre types majeurs d'espaces (CERAMAC, 1998 ; Amoudry, 2002) :

- **les zones en voie de périurbanisation** (à proximité des grandes villes) : les activités sont diversifiées, certains villages en voie d'abandon sont repeuplés (« cités dortoir »), mais la pression foncière sur ces zones est souvent défavorable au maintien de l'agriculture. Ex : Région parisienne, lyonnaise, marges des capitales européennes ;
- **les zones rurales en essor/reconversion**, caractérisées par de nouvelles **fonctions** : touristiques et résidentielles secondaires, de qualité naturelle reconnue (eau, air, biodiversité, paysages) ; et de nouvelles **activités** les rendant très dynamiques. Ex. : Europe moyenne : Allemagne, Vosges, Jura (France et Suisse), Italie du nord ;
- **les zones rurales « fragiles », agricoles vieillissantes, peu denses et rurales ouvrières** : des espaces n'ayant pu se reconverter, trop loin des métropoles régionales (déclin démographique persistant, bas niveau de revenus). Ex. : l'Europe méridionale de la Péninsule ibérique aux Balkans en passant par l'Italie du sud, avec des variations sur la durée : effondrement brutal en Espagne, Italie et Balkans à partir des années 50, alors qu'en France (diagonale du vide), le phénomène perdure depuis plus d'un siècle ;
- **les zones rurales rééquilibrées** : dont la situation s'équilibre entre les deux types précédents : très basses densités humaines résultant d'un long processus de dépopulation, mais stabilisation du déclin économique et démographique avec apparition de nouvelles activités. Ex : Europe septentrionale, Highlands d'Ecosse, Scandinavie.

A titre d'exemple, la carte suivante (fig.10) établie par la DATAR¹⁶ permet d'avoir une vision d'ensemble de ces différents types d'espaces en France.

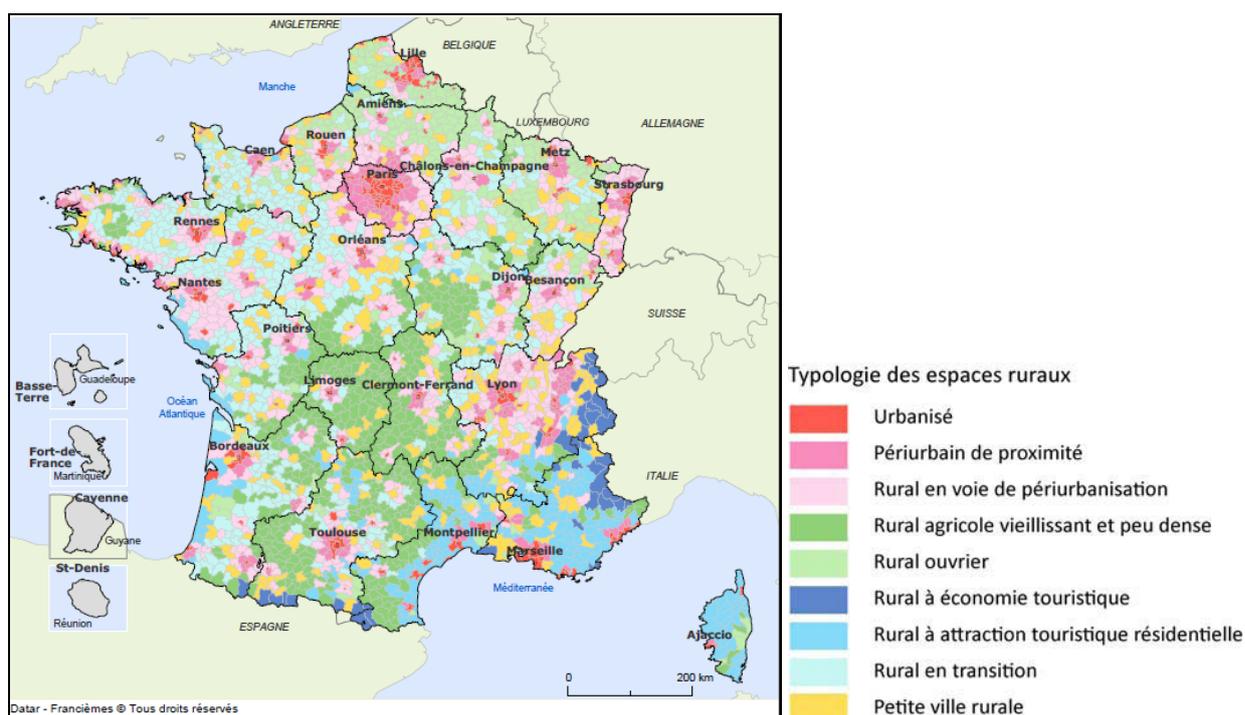


Figure 10 : Typologie des espaces ruraux en France. Source : <http://www.territoires.gouv.fr/typologie-des-espaces-ruraux>

Dans leur ensemble, les territoires ruraux enregistrent une reprise démographique mais la réalité est contrastée, entre espaces périurbains, en essor, intermédiaires et dépeuplés. La contrainte du milieu n'est pas forcément primordiale, les facteurs essentiels de cette disparité sont aussi souvent le poids

¹⁶ Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale.

des héritages historiques, le dynamisme des villes avoisinantes, et les politiques d'aménagement et de développement mises en place pour corriger ces déséquilibres territoriaux (Rieutort, 2005). Les caractéristiques actuelles de ces espaces sont variables et fonction de l'état initial et des pratiques agricoles subsistantes (Lee *et al.*, 2007). Toutefois, dans la majorité des cas, la vocation agricole des territoires n'est plus exclusive (MacDonald *et al.*, 2000 ; Gamache *et al.*, 2004).

II.4. DE LA FERMETURE DU PAYSAGE A LA MOSAÏQUE PAYSAGERE

La conséquence écologique principale de l'abandon ou de la sous-exploitation des terroirs agropastoraux est la recolonisation végétale spontanée par des espèces ligneuses (Delcros, 1999 ; Rousset *et al.*, 1999 ; Cornu, 2003 ; Conti *et al.*, 2004 ; Freléchoux *et al.*, 2007 ; Lee *et al.*, 2007). On assiste à un phénomène connu et reconnu de fermeture des paysages : d'un « tout ouvert », qualifié par des espèces herbacées ou de landes (*Brachypodium pinnatum*, *Calluna vulgaris*...), ces paysages semblent conduire à un « tout fermé » avec des espèces arbustives et arborées (appartenant aux genres *Corylus*, *Betula*, *Fagus*, *Picea*, *Pinus*, *Larix*, etc.). Il s'agit là d'une nouvelle homogénéisation des paysages¹⁷. Ce fait n'est pas nouveau, en France comme en Europe. Il correspond à l'évolution démographique des sociétés au gré des guerres et épidémies survenues sur les siècles précédents (Michelin, 1995 ; Delcros, 1999). L'idée de front de colonisation de la forêt sur la prairie ou la lande, engendre celle de front de colonisation de l'inculte sur le pâturé ou le cultivé, du *saltus* sur l'*ager* et de la *sylva* sur le *saltus*.

D'où l'importance d'une réflexion sur les dimensions et les conséquences de cette fermeture. Selon Le Floch et Devanne du CEMAGREF, entre conséquence des transformations sociales, techniques et économiques de l'agriculture et cause de modifications dans les fonctionnements écologiques, la notion de fermeture est rarement remise en question et les menaces réelles de son impact non plus. Ces auteurs partent du postulat que la fermeture du paysage est *avant tout le produit d'une construction socialement et culturellement déterminée* (Le Floch *et al.*, 2002 ; 2005). Comment se positionner idéologiquement, à l'heure actuelle, sur l'extension de la forêt ? Une Nature qui gagne sur l'Homme, qui purifie l'air, c'est plutôt positif, peuvent penser certains (au regard des déforestations massives). Mais l'intérêt n'est pas de savoir si c'est bien ou mal, s'il faut la laisser s'épanouir ou la raser... L'objectif est de trouver l'équilibre, entre l'Homme et son environnement, qui forment un système. Suite à l'emprise énorme que l'Homme a exercée au préalable sur des terres difficiles (les appauvrissant d'autant plus), un équilibre peut se restaurer.

Au-delà de la notion de fermeture, qui reste focalisée sur un abandon complet, dans un contexte de zones encore anthropisées, le paysage serait mieux défini par une **mosaïque** au sens écologique du terme : hétérogénéité des taches de végétation dans l'espace qui se trouvent à des stades différents de succession¹⁸. Le système paysage n'est pas seulement ouvert ou fermé, il passe au préalable par toute une gamme d'intermédiaires : pelouses, landes, landes arbustives, boisées, accrues forestières arbustives, arborescentes, arborées... De plus, cette fermeture paysagère n'évolue pas linéairement : on assiste souvent à des pics, des mutations successives, des ralentissements, voire des blocages dans certaines successions végétales secondaires¹⁹, ceci en fonction des conditions de milieu, des espèces en jeu, des pratiques pastorales exercées, etc.

¹⁷ Homogénéisation vers la fermeture dans les zones agropastorales abandonnées et vers une ouverture intense (disparition des bosquets, haies, etc.) dans les zones agricoles de hauts rendements (Delcros, 1999).

¹⁸ Andrieu, 2006 : *Les conditions biotiques et abiotiques présentent une variabilité spatio-temporelle qui conduit, à l'échelle du paysage, à une mosaïque dynamique de taches de végétation ayant des compositions et des structures différentes.*

¹⁹ En écologie, la succession définit les changements observés dans une communauté écologique à la suite d'une perturbation. Les secteurs que nous analysons sont caractérisés par une occupation humaine historique et l'origine des perturbations est donc anthropique. On parle alors de successions secondaires, beaucoup plus complexes (Balandier *et al.*, 2004)

Des milieux différents donc, et des centaines d'espèces végétales et animales associées. En nous plaçant du point de vue de l'écologue, la mosaïque paysagère est des plus riches en termes de diversité spécifique. De cette notion découle celle de la gestion de cette mosaïque, car sans gestion, ce stade intermédiaire entre paysage « ouvert » et « fermé » peut n'être que de courte durée (échelle du demi-siècle). Écologiquement, la « stabilité » de la mosaïque paysagère dépend de la taille et de la forme des taches qui la composent (Andrieu, 2006). Une gestion ayant connaissance de ces aspects et de la rapidité de l'évolution des milieux vers la forêt peut mettre en place des mesures efficaces. Nous chercherons ici à ne pas stigmatiser l'arbre et la forêt, mais plutôt à valoriser des paysages écologiquement diversifiés et attractifs tant économiquement que socialement.

III. LES OUTILS D'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE VEGETALE

Une connaissance approfondie des modèles d'évolution ligneuse, des types de successions végétales et des facteurs décelés dans la littérature permet d'établir un point de départ à notre réflexion. Nous chercherons ensuite à mesurer l'applicabilité de ces modèles sur des milieux encore exploités (avec sous-pâturage notoire), en nous questionnant sur la linéarité réelle des successions.

III.1. UNE COLONISATION LIGNEUSE AUX MULTIPLES FACETTES

Le maintien de paysages en cours de fermeture à un stade intermédiaire de mosaïque végétale et paysagère nécessite une connaissance des milieux, de leur histoire, des espèces en jeu et de leur dynamisme (Yeloff *et al.*, 2007). Cette citation de Fischesser (1988) est, à ce titre, au centre de nos préoccupations : *Le paysage n'est pas la simple addition d'éléments géographiques disparates. C'est, sur une certaine portion d'espace, le résultat de la combinaison dynamique, donc instable, d'éléments physiques, biologiques et anthropiques qui en réagissant dialectiquement les uns sur les autres font du paysage un ensemble unique et indissociable en perpétuelle évolution.*

III.1.1. L'ambiguïté de l' « état initial »

Envisager la dimension temporelle dans les études biogéographiques et écologiques mène au concept de « dynamique » de la végétation. Or, les terres arables abandonnées par l'activité agricole sont le siège d'une dynamique végétale non contrôlée. La connaissance de l'état initial est donc primordiale pour les écologues (Prévosto, 1999), elle concerne :

- le **type de mise en valeur initiale**, qui détermine les conditions de milieu (fertilité, toxicité), les anciennes terres arables étant par définition plus riches que les sols antérieurement pastoraux (Koerner *et al.*, 1999) ;
- la **composition floristique** lors de l'abandon ;
- la **banque de graines** dans le sol et la proximité des semenciers.

L'état initial est souvent obtenu par des recherches bibliographiques (cadastre, anciennes cartes de végétation/écologiques, photographies aériennes), dans le cadre d'enquêtes auprès des agriculteurs, ou encore en utilisant la dendrochronologie. Cependant, il est souvent très difficile de déterminer cet état. Généralement, on convient de l'état avant l'abandon, mais en cas de sous-exploitation ou d'abandon de quelques années puis de reprise de l'activité, comment le déterminer ? Le nombre de possibles et leurs conséquences sur la recolonisation, ses vitesses et ses modalités ne permet que rarement d'avoir les données précises sur toutes les parcelles d'un même espace, d'un même paysage. Ainsi, même si cette notion reste primordiale en écologie, la réalité est souvent confrontée au manque d'informations justes et à la difficulté d'identifier le point initial.

III.1.2. Des modalités de succession et de propagation variables

Les processus de colonisation végétale sont maintenant bien connus sur le plan écologique, ils suivent des modèles et des mécanismes variables. En 1977, Connell et Slatyer ont proposé trois

modèles théoriques souvent repris (Doche, 1982 ; Delcros, 1999 ; Prévosto, 1999 ; Maigrot *et al.*, 2004) :

- **le modèle d'inhibition** : la colonisation du milieu est bloquée par des espèces pionnières à fort pouvoir recouvrant externe ou racinaire (type *Calluna*, *Brachypodium pinnatum*) ; seule la sénescence de ces espèces permet la poursuite de la colonisation ;
- **le modèle de facilitation** : le milieu est rendu favorable par les espèces pionnières, il s'agit souvent d'espèces à fort pouvoir de dispersion (anémochores) comme *Betula pendula* et *Pinus sylvestris* qui favorisent l'installation d'espèces plus longévives comme *Fagus sylvatica* ;
- **le modèle de tolérance** : l'installation des espèces transitoires s'effectue indépendamment des espèces pionnières.

À ces modèles de succession, s'associent des modalités de propagation, d'installation des ligneux, de dynamique des écosystèmes et de leur vitesse d'évolution (Delcros, 1999 ; voir également fig.11) :

- **la colonisation frontale** : à partir des lisières de la parcelle, c'est le cas des genres *Corylus*, *Fagus*, *Larix* ou *Picea* ; en écologie ces zones sont qualifiées d'écotones²⁰. Ce mode intervient dans un contexte d'extensification (Mast *et al.*, 1997 ; Vanpeene Bruhier, 1998 ; Prévosto, 1999 ; Vanpeene-Bruhier, 2003) ;
- **la colonisation par nucléation** : à partir d'un noyau d'arbres ou d'arbustes isolé dans un milieu ouvert : *Crataegus*, *Juniperus* ; en contexte d'extensification également ;
- **la colonisation par dispersion ou dissémination** : sans logique connue, elle concerne les arbres pionniers héliophiles. On observe ce mode de colonisation en cas d'arrêt brutal des activités agricoles, avec des espèces comme *Picea abies*, *Pinus sylvestris* et *Betula pendula* (Prévosto *et al.*, 2002 ; Curt *et al.*, 2004).

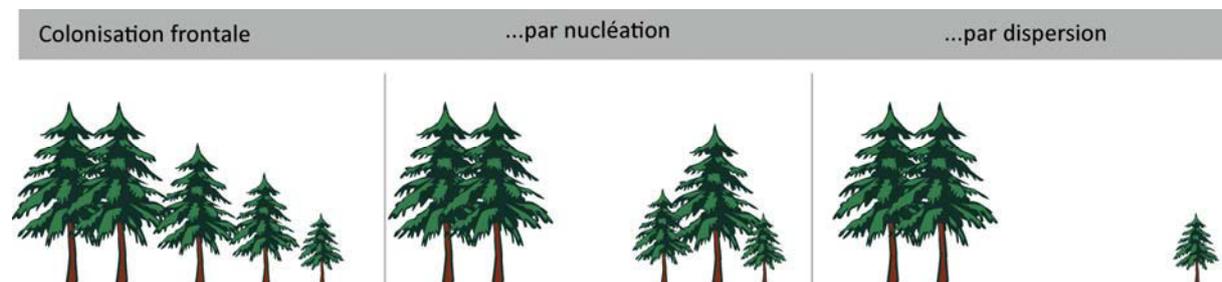


Figure 11 : Typologie des modes de colonisation (d'après Vanpeene-Bruhier, 1998)

Ces modes de colonisation sont le résultat d'un abandon plus ou moins brutal des parcelles, du type de semencier, des graines produites, de la banque de graines, des caractéristiques physiques du terrain, des vents dominants, de la qualité des sols, de l'action de la faune, etc. Ainsi, le type d'espèce et un sous-pâturage ou un pâturage trop extensif impliquent des variations, parfois de grande amplitude, dans les typologies de succession et leurs vitesses.

Les modalités ne sont pas uniquement écologiques ou physiques, elles sont également agricoles, fonction des usages parcellaires. Ainsi, les anciens jardins et terres cultivées se distinguent des pâturages²¹ (Koerner *et al.*, 1999 ; Dupouey *et al.*, 2001 ; Saccone *et al.*, 2003 ; Thébault, 2004 ; Saccone, 2007), en ce qui concerne :

- **les vitesses** de propagation de la forêt, qui sont plus rapides sur terres amendées ;
- **la richesse spécifique** des nouveaux boisements : le nombre d'espèces est plus élevé dans les jardins et anciennes terres cultivées que dans les pâtures.

²⁰ Écotone : zone de transition entre deux écosystèmes, caractérisée par une diversité et une richesse spécifique plus importante que chacune des communautés qu'elle sépare (Ramade, 2002).

²¹ Le gradient de fertilité s'échelonne ainsi : pâture – cultures- jardins.

Ces distinctions s'expliquent par le transfert de fertilité ayant lieu dans les systèmes agricoles (Loiseau, 1979 ; Koerner *et al.*, 1999) : prélèvement de la biomasse dans les pâtures (par le bétail) et sans amendement, contrairement aux cultures et jardins avec prélèvement de biomasse mais avec amendement (plus forte proportion d'azote). Les pratiques engendrent également des différences dans la qualité des sols et donc dans la rapidité des phénomènes d'extension arboré et la biodiversité spécifique. Par exemple, des différences s'instaurent entre les pâturages privés (concentration des déjections animales) et les parcours extensifs collectifs, la pratique ou non de l'écobuage, ainsi que celle du parage nocturne. La combinaison des connaissances en écologie, en agronomie, en géomorphologie et en géographie humaine sera nécessaire pour développer une approche globale et intégrée des enjeux, des évolutions et de leurs vitesses.

III.1.3. Des approches disciplinaires diverses

La colonisation par les ligneux des terres agricoles en déprise est abordée par plusieurs disciplines. L'intérêt de cette interdisciplinarité réside en son approche croisée entre sciences de la nature et sciences humaines et sociales. La géographie est à la frontière entre ces deux grands champs disciplinaires, mais c'est en cherchant plus loin encore au sein des disciplines que nous trouverons des réponses aux questions posées. La charnière scientifique s'effectue donc autour de disciplines touchant à l'Homme : géographie humaine, anthropologie, agronomie ; mais aussi aux sciences de la Vie et de la Terre : écologie, écologie du paysage, biogéographie et géomorphologie. Le tableau suivant (tab.2) synthétise les principaux apports et méthodes de chaque discipline, en référence à certains auteurs importants dans notre démarche conceptuelle. C'est avec les approches thématiques et méthodologiques inhérentes à chacune de ces disciplines, que la problématique et les résultats attendus seront les mieux cernés. Les explications apportées seront alors d'ordre quantitatif et spatial, mais aussi d'ordre qualitatif : social, sociétal, systémique, historique.

Discipline	Apports	Méthodes	Auteurs
Géographie	Relation homme-milieu, analyse spatiale des paysages, des sociétés rurales, des implications environnementales, écologiques, géomorphologiques, évolutions diachroniques de la végétation	Cartographie, enquêtes, relevés de terrain (dendrologie, botanique), construction de modèles	Bertrand, 1978 ; Michelin, 1992 ; Paegelow, 1995 ; André, 1998 ; CERAMAC, 2000 ; Petek, 2002 ; Selleron <i>et al.</i> , 2007 ; Yeloff <i>et al.</i> , 2007 ; Ballut <i>et al.</i> , 2008 .
Agronomie et zootechnie	Connaissance et amélioration des pratiques et techniques agricoles et d'élevage, fonctionnement des terroirs, relations pratiques, production et dynamique de la végétation. Connaissances sur le comportement alimentaire des troupeaux (éthologie).	Diagnostics agricoles, pastoraux, d'embroussaillage des parcelles, construction de modèles, cartographie des stations, étude des sols. Calendriers de pâturage, pâture tournante, valeur alimentaire des espaces.	Bazin <i>et al.</i> , 1983 ; Loiseau, 1987 ; 1991 ; De Montard, 1992 ; Balent <i>et al.</i> , 1993 ; Deffontaines, 1995 ; Lardon <i>et al.</i> , 1996 ; Perevolotsky, 1999 ; Picard <i>et al.</i> 2001 ; Fleury, 2007.
Ecologie	Evolution des milieux, analyses fonctionnelles, description des écosystèmes (composition, structure), de leurs fonctionnements (interactions, flux) et dynamiques (régénération, diffusion, succession)	Analyses botaniques, polliniques, sols, dendrologiques, construction de modèles, cartographie des stations	Doche, 1982 ; Baudry, 1991 ; Coquillard <i>et al.</i> , 1997 ; Prévosto, 1999 ; Ramade, 2002
Ecologie du paysage	Relation homme-milieu, répartition spatiale et structures paysagères avec des logiques scalaires, effet des perturbations, processus écologiques, aménagement du territoire	Quantification des structures spatiales, modélisation de la mosaïque paysagère, télédétection	Forman <i>et al.</i> , 1986 ; Delcros, 1993 ; Garguet-Dupuis <i>et al.</i> , 1995 ; Fischesser, 1998 ; Burel <i>et al.</i> , 2000 ; Vanpeene-Bruhier, 2003

Tableau 2 : Synthèse des approches et méthodes des disciplines abordées

III.2. LES SUCCESSIONS VEGETALES

A une échelle plus fine, les successions végétales, ou successions écologiques, sont l'expression de processus dynamiques opérant au sein d'une population, d'une communauté ou d'un écosystème (Brau-Nogué, 1996). Il s'agit d'un *changement observé dans une communauté écologique à la suite d'une perturbation qui ouvre un espace relativement grand* (Amandier, 1999). Lorsque cette perturbation est d'origine anthropique (arrêt des activités, défrichement, écobuage), il s'agit de successions secondaires ou post-culturales, puisque à la fois naturelles et issues de milieux anciennement impactés par l'homme et ses activités agricoles (Prévosto, 1999 ; Rameau, 1999). Selon Rameau (*op cit.*), Coquillard et Gueugnot (1991), on oppose différents types de dynamique :

- la dynamique linéaire **externe** à la dynamique cyclique **interne**²² ;
- la dynamique **progressive** à la dynamique **régressive**²³ ;
- la succession **primaire** à la succession **secondaire**.

Il n'est pas rare d'observer des blocages dans les successions, des temps de passage variables d'un stade à un autre, d'où une compréhension délicate de ces processus dynamiques. La notion de stade désigne les formations physiologiques qui se succèdent temporellement : herbacé, arbustif, arboré.

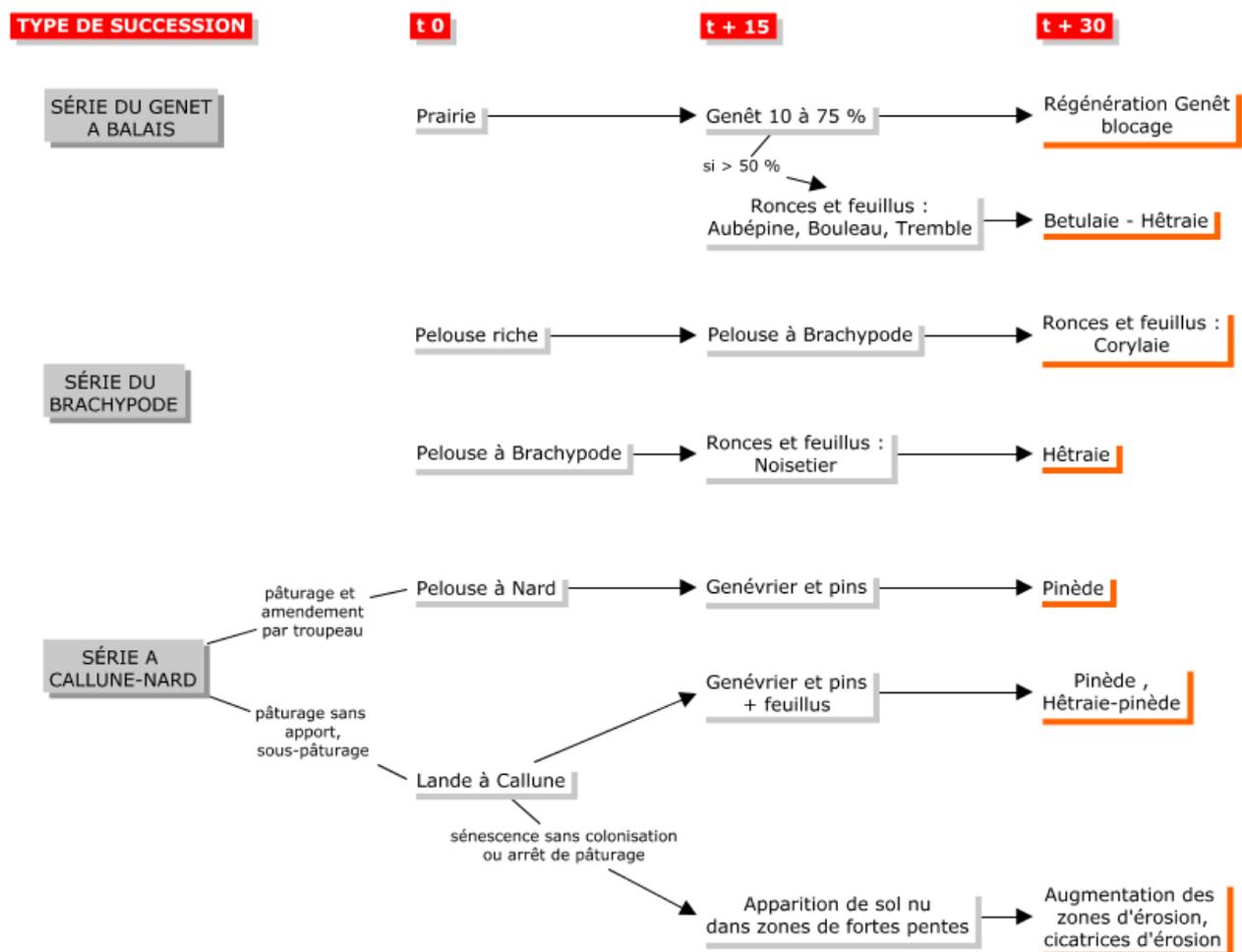


Figure 12 : Types de succession et vitesses théoriques des stades dynamiques (figure de synthèse réalisée à partir des travaux de : Loiseau *et al.*, 1981 ; Doche, 1983 ; Coquillard *et al.*, 1985, 1988 ; Doche, 1990 ; Michelin, 1992 ; Coquillard, 1993 ; Prévosto, 1999 ; Coll, 2003).

²² En forêt, les perturbations sont à l'origine de cycles de régénération et de maturation plus ou moins longs.

²³ La dynamique régressive étant liée aux pratiques comme le pastoralisme ou le sylvopastoralisme.

Il devient alors nécessaire d'observer la colonisation à différentes échelles spatiales et temporelles, ainsi que de cerner leurs processus et leurs facteurs et de hiérarchiser leur importance (Rameau, 1999). Ceci est d'autant plus vrai dans un contexte de succession secondaire dont le degré de complexité est beaucoup plus élevé que pour les successions primaires. L'arrêt des activités anthropiques étant à l'origine de ces successions, les modalités associées sont le milieu physique, les antécédents parcellaires, et les pratiques. Les schémas précédents (fig.12), présentent des exemples de successions secondaires souvent repris dans la littérature scientifique, même si leur applicabilité n'est pas toujours aisée. Nous avons choisi de montrer trois types de successions présents dans le Massif central et aux étages moyens montagnards des Alpes et des Pyrénées (t0 correspond à l'abandon de l'usage agricole).

Ces trois types de succession suivent une logique linéaire verticale, des zones les plus fertiles (parcours ou jachères à *Cytisus scoparius* ou *Pteridium aquilinum*²⁴) aux zones les plus appauvries. Dans la réalité, cette linéarité des successions est fonction de l'absence totale de perturbations d'origine biotique ou abiotique, physique ou anthropique. Or, les possibilités d'apparition de ces perturbations sont nombreuses et engendrent des modifications tant dans la durée que dans la composition floristique des peuplements. Cette linéarité n'est donc souvent que théorique et ne correspond pas toujours à la réalité du terrain. Une analyse plus approfondie des séries devient nécessaire pour comprendre les différents stades de leur progression et régression.

III.2.1. La dynamique du Genêt à balais (*Cytisus scoparius*)²⁵

Les Fabaceae font partie des familles possédant le plus d'espèces ligneuses invasives. Ces espèces pionnières peuvent se rencontrer dans : les dunes (*Lupinus arboreus*), les zones de retrait glaciaire (*Lupinus nootkatensis*), ou les cendres volcaniques (*Lupinus lepidus*). C'est cependant dans les milieux à perturbation anthropique qu'elles sont les plus communes, de préférence sur sols colluviaux de bas de pente. La série du genêt à balais (*Cytisus scoparius*) est fortement liée au passé cultural des parcelles, l'espèce ligneuse pionnière formant des communautés généralement denses (cytisaiées, sarothamniaies) et peu diversifiées (tant par la diminution de l'éclaircissement pour la strate herbacée que pour les modifications engendrées sur les sols (C et N)). Elle a d'ailleurs été utilisée comme jachère pour restaurer la fertilité des terres et commercialisée comme charbon de bois. S'il est indigène en Europe, *Cytisus scoparius* est considéré comme invasif en Nouvelle Zélande, en Australie, et aux Etats-Unis, où son développement est très important. Il est caractéristique des sols relativement pauvres et colonise les pâturages de moyenne montagne humide sous-exploités. Avec une maturité sexuelle précoce (3-4 ans) et une production importante de graines d'une durée de vie supérieure à 20 ans (5000/plan/an), *Cytisus scoparius* apparaît donc comme une espèce très invasive.

Ce modèle (fig.13), réalisé par une équipe mixte INRA, CEMAGREF, ENITAC, retrace la dynamique de l'espèce dans deux contextes : pâturé et sous-pâturé ou abandonné. On peut remarquer que le pâturage a un impact fort sur le développement de l'espèce, tant sur la survie des plantules que sur leur croissance. En revanche, en limitant la matière sèche, il favorise l'élévation de température par rayonnement lumineux et ainsi la germination des plantules. Les peuplements soumis à une forte compétition herbacée suite à un sous-pâturage ou un abandon se diversifient avec l'apparition de *Rubus sp.*, puis *Crataegus monogyna* et *Betula sp.* en stade préforestier dans la série de la hêtraie.

²⁴ *Pteridium aquilinum* : Fougère aigle.

²⁵ Synthèse des travaux de : Loiseau *et al.*, 1981 ; Doche, 1982 ; Rousseau *et al.*, 1982 ; Diquélou *et al.*, 1999 ; Carrère *et al.*, 2003 ; Prévosto *et al.*, 2004 ; Prévosto *et al.*, 2006.

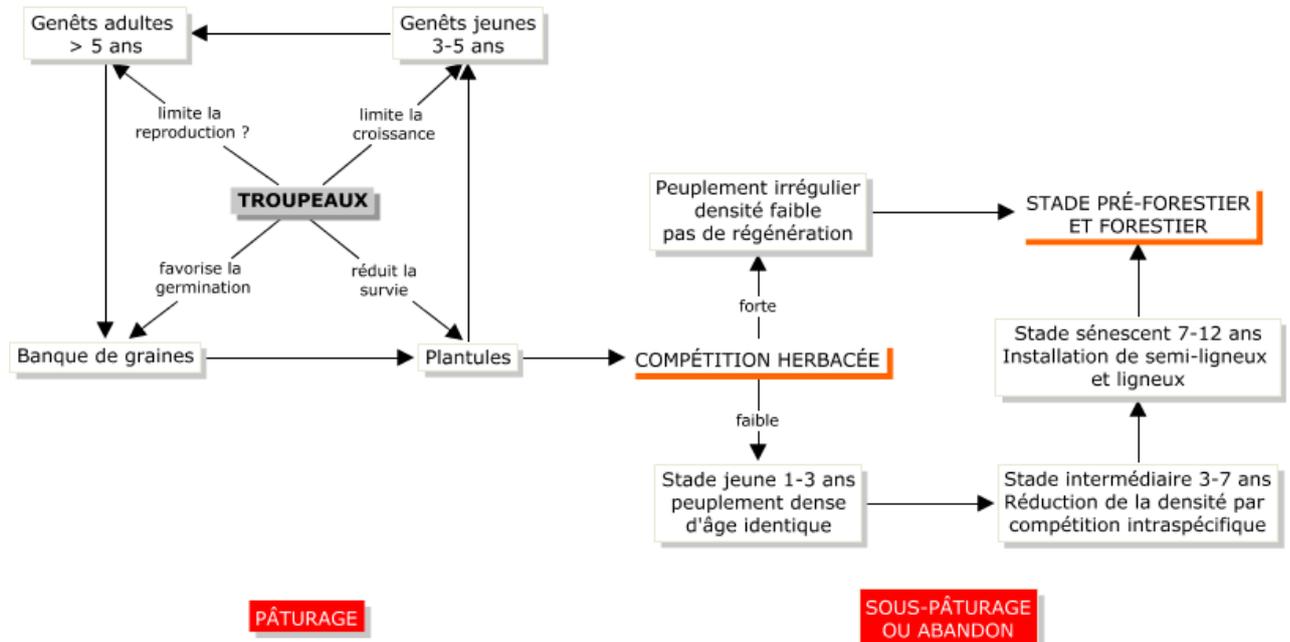


Figure 13 : Dynamique de *Cytisus scoparius* en systèmes pâturé ou sous-pâturé (d'après Carrère *et al.*, 2003)

III.2.2. La dynamique de la série callunaie-nardaie ²⁶

Cette série est caractéristique des zones de parcours. La lande à *Calluna vulgaris* est généralement située sur des zones de pâturage libre sans restitution par le troupeau voire en situation de sous-pâturage. Elle se développe donc sur des sols appauvris, voire en déficit hydrique (grâce à ses feuilles imbriquées limitant l'évapotranspiration) comme sur les plateaux granitiques. Son développement engendre une forte inhibition racinaire qui peut bloquer les successions pendant 15 à 25 ans par dépérissement des plantules, notamment de *Fagus sylvatica*²⁷, ou par ralentissement pluriannuel de leur croissance : c'est le cas des espèces héliophiles comme *Pinus sylvestris* et *Cytisus scoparius*. Il est fréquent d'observer que le stade pinède est nécessaire à l'éradication de l'Ericacée afin de favoriser l'installation ultérieure de la hêtraie. Les études de Doche (1982, 1983, 1990, 1991, 1998) ont permis de dégager 4 stades évolutifs de *Calluna vulgaris* par la description de la forme des peuplements, leur biomasse et leur influence sur le groupement végétal associé (fig.14).

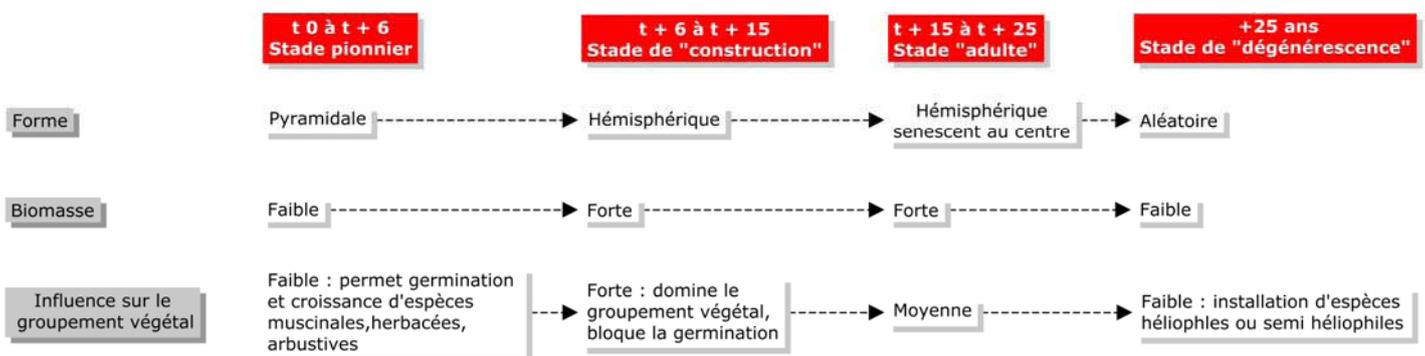


Figure 14 : Les 4 stades de la callunaie d'après Doche (1982)

²⁶ Synthèse des travaux de : Loiseau *et al.*, 1979 ; Loiseau *et al.*, 1981 ; Doche, 1982 ; Orth *et al.*, 2005.

²⁷ Il est à noter que le Hêtre est une espèce sciaphile dans son jeune âge et que la callunaie n'apporte pas assez d'ombre pour son développement. De plus le système racinaire monopolise la ressource en eau disponible.

Sur les mêmes terrains (fig.15), les nardaies sont engendrées par un mode de conduite du troupeau combinant surpâturage, refus de *Nardus stricta* par les troupeaux et appauvrissement des sols. Elles se trouvent généralement dans les zones de passage, d'entrées de parcs ou proche des parcs de tri. *Nardus stricta* est également une espèce inhibitrice notamment par la forte quantité de biomasse qu'il produit, accentuée par le refus de pâturage.

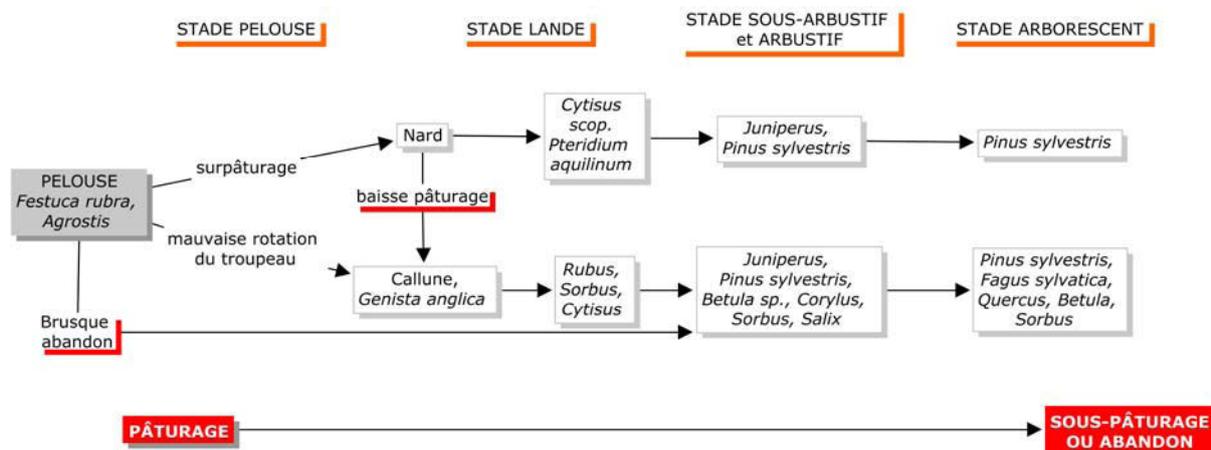


Figure 15 : Dynamique végétale de la série à *Calluna vulgaris-Nardus stricta*

III.3. ROLE DES FACTEURS PHYSIQUES, AGRAIRES, ANTHROPIQUES ET SPATIAUX

La connaissance des différents modes de colonisation n'est pas suffisante pour aborder le phénomène de fermeture paysagère, et une discrimination des principaux facteurs explicatifs est nécessaire. Ces facteurs sont d'ordre physique (pente, altitude, exposition, microclimat) et anthropiques : économiques, agronomiques (mode de mise en valeur antérieur des terres, gestion actuelle) ou techniques (actions réalisées : girobroyage, écobuage ; pratiques : conduite du troupeau ; pression pastorale, etc.). La variation de l'impact de ces facteurs dans les écosystèmes engendre des modes, des vitesses de progression, des types d'espèces en présence hétérogènes, et par conséquent une mosaïque de tendances plus qu'une fermeture généralisée.

L'analyse des pratiques agricoles est fondamentale, surtout dans les régions anthropisées, mais ces facteurs sont souvent perçus comme difficiles à quantifier. Pourtant, certains sont quantifiables : durée de pâturage, distance aux zones préférentielles ou de passage, chargement animal (exprimé en nombre de jour par hectare et par an), etc. Ainsi, les peuplements végétaux se différencient par l'incidence plus ou moins forte de l'activité humaine, et par la variabilité des types d'exploitation. La réflexion va donc au-delà de la perception de cette activité comme source de perturbation, et cherche à l'aborder plutôt comme *un ensemble de processus faisant partie du système paysager* (Bailey *et al.*, 1998 ; Burel *et al.*, 2000). Il convient de préciser que ce n'est pas l'action isolée d'un seul facteur qui va déterminer les dynamiques végétales, mais bien la combinaison de plusieurs d'entre eux (Domon *et al.*, 2007). Une fois encore, les différents aspects disciplinaires prennent toute leur importance dans la discrimination générale de ces facteurs.

III.3.1. Les facteurs d'origine physique²⁸

Depuis les années 1980, de nombreuses études ont montré l'impact des facteurs physiques sur l'évolution de la végétation et son dynamisme (tab.3).

²⁸ Synthèse des travaux de : Doche, 1982 ; Bazin *et al.*, 1983 ; Mesléard *et al.*, 1991 ; Gustafson *et al.*, 1996 ; Prévosto, 1999 ; Rameau, 1999 ; Eiden *et al.*, 2000 ; Ammer, 2003 ; Saccone *et al.*, 2003 ; Coll *et al.*, 2004 ; Decocq *et al.*, 2004 ; Otto *et al.*, 2006 ; Becker *et al.*, 2007.

Type	Description
Nature du climat	Précipitations, vents dominants, températures, topoclimats
Nature du relief	Fonction de la topographie : vallées, bas-milieu-haut de versant, plateau, etc.
Géologie	Influence sur la nature du relief, la formation des sols
Structure de paysage	Complexité, hétérogénéité, taille des éléments, fragmentation, fréquence
Nature des sols	Teneur en eau et en nutriments (azote, phosphore, ratio C/N), température, pH, humus, épaisseur, taux de salinité, conditions hydriques, etc.
Pente	Sols squelettiques, risques d'érosion, ravines, installation difficile des feuillus
Exposition dominante	Engendre un type de milieu plus ou moins favorable
Altitude	Gelées tardives, vents violents, se ressent à partir de 1200-1300m
Condition de germination	Lumière favorise germination des héliophiles, son absence celle des sciaphiles
Semencier	Eloignement, abondance, pouvoir de dissémination
Type d'espèce	Inhibitrices (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Cytisus scoparius</i>) ou facilitatrices (<i>Betula sp.</i>), taille et forme des espèces en taches

Tableau 3 : Les facteurs physiques (en noir) et biotiques (en vert) de la dynamique végétale

A titre d'exemple, dans les Vosges du Nord : l'aulnaie s'installe sur des sols à forte teneur en eau, la chênaie sur des sols assez humides, la chênaie-pineraie sur sols secs et la pinède à pin sylvestre sur sols tourbeux (Prévosto, 1999). Certaines espèces se développeront selon la présence ou non de lumière, les espèces pionnières étant souvent héliophiles (*Betula pendula*, *Corylus avellana*, *Pinus sylvestris*) et le stade final, dit de maturité ou « climax »²⁹, est caractérisé par des espèces sciaphiles comme *Fagus sylvatica*. En Suisse, Fréléchoux (2007) a démontré que l'exposition avait un rôle primordial dans l'établissement de la végétation avec en exposition nord (ombre et humidité) la présence de *Nardus stricta*, *Alnus* puis *Picea*; alors qu'avec des stades initiaux et terminaux sensiblement identiques en exposition ouest, le stade intermédiaire est un Mélézin dense.

III.3.2. Les facteurs d'origine anthropique³⁰

Parmi les facteurs d'origine anthropique, deux catégories peuvent se différencier :

- **Les facteurs externes au territoire local** : sociaux, sociétaux ou économiques qui, de par leur influence indirecte, impactent les paysages : déprise, exode, stratégies agricoles nationales et européennes influençant les pratiques locales. Ils agissent donc en amont sur l'agriculture locale.
- **Les facteurs internes** : relevant des systèmes agraires et d'élevage, des pratiques et du comportement de l'animal ayant un impact direct sur la végétation (tab.4).

La question de l'abandon, ou d'une extensification avec des cycles d'abandon/reprise, semble être prédominante pour la dynamique végétale secondaire. Ainsi, une pression faible de pâturage déterminera l'apparition de buissons épineux (églantiers, aubépines) qui résisteront à la pression de pâturage résiduelle. À l'abri de ces espèces, s'installeront des espèces plus pérennes telles *Quercus*, *Fagus sylvatica*, le charme (modèle de facilitation). Dans les mêmes conditions écologiques, mais avec un arrêt brutal du pâturage, une espèce inhibitrice comme *Brachypodium pinnatum* va progressivement envahir la zone (modèle d'inhibition et stratégie de colonisation frontale issue des lisières). Parallèlement la distance aux villages et aux routes sont des modalités spatiales à prendre en compte (Paegelow *et al.*, 2003).

²⁹ Nous considérons, à l'instar de J.-C. Rameau, la notion de climax comme le plus haut degré de maturation que la végétation peut atteindre en fonction des conditions stationnelles. Les perturbations affectant ce peuplement permettent d'en considérer le dynamisme, la propriété fondamentale du climax devenant sa capacité de résilience.

³⁰ Synthèse des travaux de : Doche, 1982 ; Baudry, 1988 ; Orth *et al.*, 1998a ; Dério, 1999 ; Rameau, 1999 ; Bossuyt *et al.*, 2001 ; Bertrand, 2004 ; Randriamalala *et al.*, 2006 ; Dépigny, 2007 ; Dumont *et al.*, 2007 ; Pontes *et al.*, 2008.

Les facteurs internes	Type	Description
Les facteurs d'impact agroécologique	Parcellaire agricole	Structure, fragmentation
	Utilisation ancienne	Culture ou pâture engendrant des variations dans l'utilisation de la fertilisation, des herbicides, des feux
	Pratiques agrosylvopastorales	Fréquence et intensité d'exploitation et de fertilisation, fréquence des coupes (cultures et forêt), écobuage, surveillance du troupeau (éviter sous/surpâturage)
	Etat des parcelles avant abandon/sous-exploitation	Pollution, taux de nutriment (azote), niveau de fertilisation
	Type d'arrêt des pratiques	Abandon brutal, extensification, exploitation inégale
	Proximité de semenciers	Lisières boisées, haies
	Distance aux villages	Exploitation, sous-exploitation ou abandon
Le comportement de l'animal	Type de bétail (espèce, âge, apprentissage des animaux)	Piétinement, tassement du sol Abroutissement, choix des touffes d'herbe
	Lieux de passage	Entrées de parcs, parcs de tri, abreuvoirs
	Lieux de prédilection	Hauteurs, expositions sud

Tableau 4 : Les facteurs internes au territoire local et leurs conséquences sur la dynamique végétale

IV. LES OUTILS DE GESTION

Le maintien d'un paysage attractif est devenu un enjeu économique pour les communes touristiques de montagne où l'agriculture diminue. La détection précoce et spatialisée des risques de colonisation ligneuse permet une gestion préventive à moindre coût de l'ouverture du paysage (Vanpeene Bruhier, 1998).

Cette citation résume certains des enjeux d'un tel sujet. Ces terres sont généralement remarquables, vécues, perçues par leurs habitants comme par leurs visiteurs. Ces espaces sont anthropisés depuis des siècles sur la base d'un système agrosylvopastoral tenant compte des contraintes physiques. Mais actuellement, quels sont les enjeux ? Quelles sont les activités majeures se développant au sein de ces espaces ? Quel(s) avenir(s) ont-ils ? Comment les gérer ? Le tourisme vert s'y développe, les différentes collectivités territoriales et organismes publics investissent (Conseils régionaux, généraux, communes, Parcs naturels régionaux), mais quelles sont les mesures à prendre pour diminuer les effets de la fermeture des paysages ?

Il semblerait que leur avenir soit plutôt incertain, avec une augmentation des enjeux, des acteurs et une pression de la population urbaine sur des espaces ruraux à déclin démographique. De surcroît, l'attrait supposé pour un certain type de « paysage », ouvert, avec des formes de relief à perte de vue est fortement remis en question par la fermeture paysagère ; des agriculteurs moins nombreux se voient affecter des activités supplémentaires non-marchandes dont seuls les touristes et citadins profitent.

IV.1. LA NECESSITE D'UNE GESTION ADAPTEE

Une gestion raisonnée des espaces de moyenne montagne se devra de répondre à trois conditions :

- **l'espace** : maîtrise, mise en valeur et protection ;
- **l'économie** : soutien des activités agricoles de qualité, appui des activités touristiques, renforcement du soutien industriel, artisanal et commercial, valorisation de la pluriactivité ;
- **l'aménagement** : maintien des services de proximité, politique des transports, adaptation des contraintes urbanistiques, gestion du foncier.

Afin de répondre à ces nécessités, un certain nombre d'outils de mise en valeur, de protection, de réglementation voire de restriction des accès et des usages ont été mis en place.

IV.1.1. Maîtrise, mise en valeur et protection de l'espace

Les moyennes montagnes, comme les zones de montagnes en général, sont souvent reconnues pour leurs ressources naturelles, avec notamment une biodiversité floristique et faunistique bien plus importante qu'en plaine. Afin de réglementer ces espaces et leur protection, des outils de gestion territoriale ont été mis en place dès le début des années soixante (Amoudry, 2002 ; Rieutort (dir.), 2006 ; Brisebarre *et al.*, 2009) : parcs nationaux, réserves naturelles, parcs naturels régionaux, et arrêts de protection des biotopes. Ces différents outils ont pour objectifs :

- la **protection de la nature** : maintien de la biodiversité spécifique par des pratiques agricoles et par la réglementation : directive européenne « Habitats », « Oiseaux » et Natura 2000 ;
- la **mise en place d'actions régulatrices** comme les plans paysage visant à dresser l'état des lieux des paysages et des meilleurs outils de gestion à y associer ;
- le **soutien des activités traditionnelles** : obtention de moyens financiers pour maintenir les activités et réguler leur impact paysager : CTE, CAD, OGAF ;
- la **gestion de la fréquentation touristique**.

Les ressources naturelles que sont l'eau et la forêt doivent être gérées et considérées comme des services écosystémiques. Quels sont les enjeux de l'eau ? En tête de bassins versants notamment, une nécessaire gestion des eaux s'impose : éviter l'érosion des zones torrentielles, les pollutions, valoriser le développement économique lié à l'énergie hydraulique. La directive-cadre européenne sur l'eau a d'ailleurs pour objectif d'ici 2015 le « bon état » de l'ensemble des milieux aquatiques continentaux et côtiers. Des diagnostics, des plans de gestions inscrits dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) des agences de l'eau françaises et des programmes de mesures adaptés doivent être actifs pour 2012. Leurs objectifs sont de³¹ :

- **prévenir** la détérioration, améliorer et restaurer l'état des eaux de surface, atteindre un « bon état » chimique, biologique, hydrologique, écologique et réduire la pollution ;
- **protéger**, améliorer et restaurer l'état des eaux souterraines, prévenir leur pollution, leur détérioration et assurer un équilibre entre leur captage et leur renouvellement ;
- **préserver** les zones protégées.

Les forêts, quant à elles, couvrent 80 % du Jura, des Vosges et des montagnes Dinariques (Slovénie). Dans les Pyrénées, les monts cantabriques, les montagnes d'Allemagne, l'est des Alpes, une grande partie des Carpates et des Balkans bulgares, elles couvrent entre 61 et 80 % (fig.16).

Elles jouent un rôle essentiel dans les zones de montagne par leurs fonctions de préservation des espèces naturelles (faunistiques et floristiques) et de réduction des phénomènes d'érosion, mais également par leur utilité sociale et économique (paysages de qualité, source d'emplois). Des lois et des aides ont depuis longtemps encadré la forêt (tab.1). On peut ajouter à celles-ci l'importance de la publication du Livre Blanc 2000 de la forêt de montagne en Europe par l'Observatoire Européen des Forêts de Montagne (OEFM), mis en place en 1996 (Buttoud *et al.*, 2000). Cet outil fédérateur, qui fait le lien entre les acteurs locaux (propriétaires privés et communes), les régions, les Etats, l'Europe et les organisations concernées, dont les scientifiques, a pour objectifs de :

- **valoriser** la production de bois,
- **protéger** les sites, prévenir les risques (PPR),
- **développer** les loisirs.

Aujourd'hui, le développement de la filière bois est en plein renouveau avec les énergies renouvelables et les actions de l'ADEME, en France, visant à développer la fabrication et l'utilisation de « granulés bois ». Des financements et facilitations de paiement (réduction d'impôt) sont accordés pour favoriser leur installation.

³¹ http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28002b_fr.htm

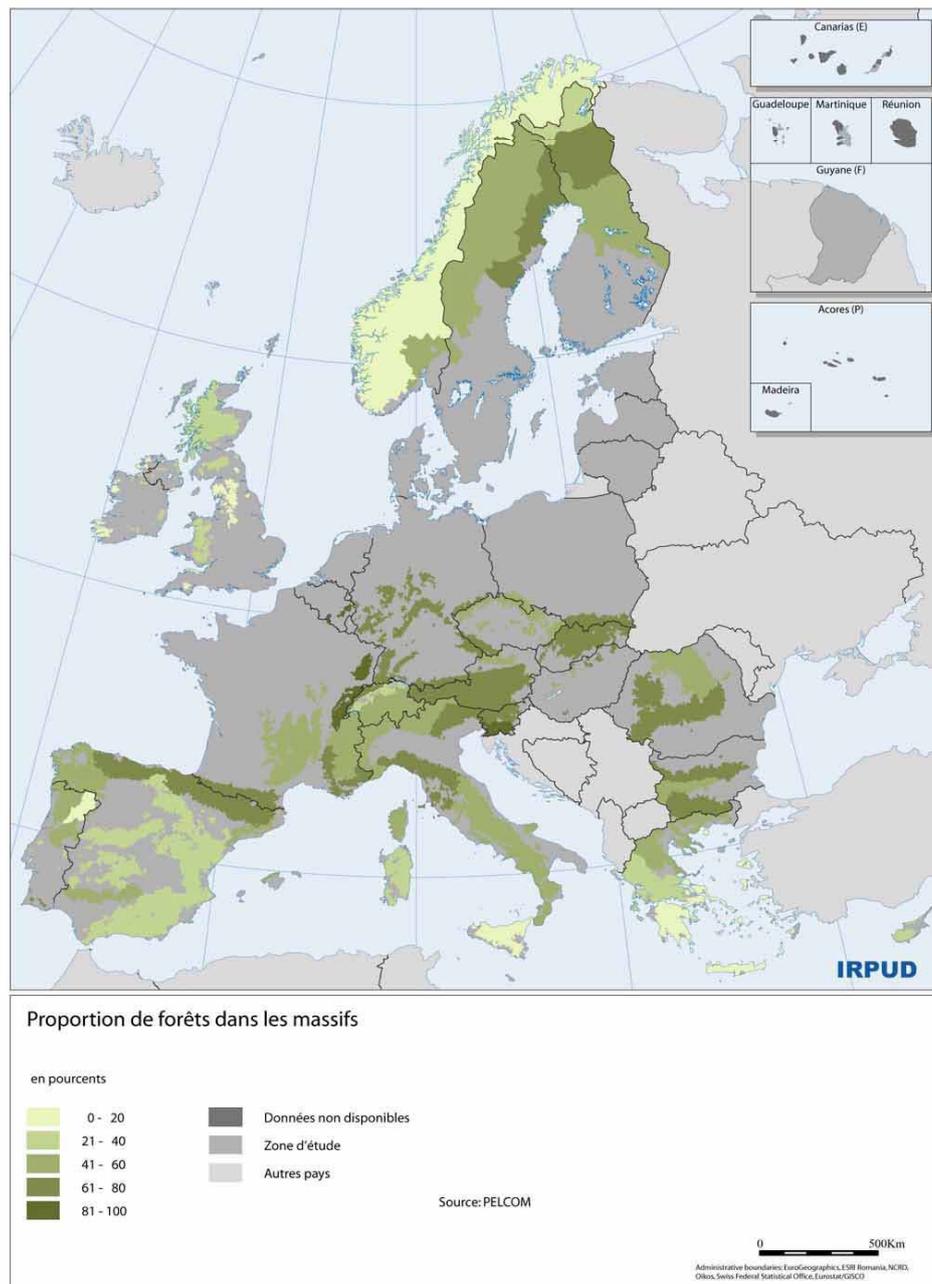


Figure 16 : Proportion de forêts dans les Massifs Européens (NORDREGIO, 2004)

(source : http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/montagne/mount6_fr.pdf)

IV.1.2. Valorisation économique des zones de moyenne montagne

Il est évident que la mise en place de plans de gestion de ces espaces ne peut se faire sans maintien, valorisation et essor d'activités économiques. Les activités traditionnelles, et encore essentielles, de ces zones sont l'agriculture et l'agrosylvopastoralisme. L'élevage représente 75 % des exploitations, contre 40 % en moyenne en plaine. Or les difficultés économiques des exploitations sont claires : en France, le coût de l'investissement agricole en montagne est de 30 % supérieur à celui de plaine, pour des revenus 30 % inférieurs (Amoudry, 2002). Des mesures sont donc nécessaires pour le maintien de ces activités. A grand renfort d'aides et de subventions, l'Europe a tenté de combler le manque à gagner, avec la mise en place des ICHN, OGAF, MAE, CTE, CAD, Prime à l'herbe, puis PHAE, etc. (voir glossaire des sigles p.339)

La prise de conscience actuelle des difficultés de l'agriculture a montré que le système d'aides n'est pas viable à long terme, une valorisation des produits de qualité étant nettement plus durable. En effet, les productions de moyenne montagne sont très respectueuses de l'environnement et si elles ne sont pas « bio », elles sont en grande partie écologiquement responsables. Au niveau européen, les séminaires de la Commission NAT du Conseil des Régions (2011), dans le cadre de la nouvelle PAC 2013, se penchent spécifiquement sur les zones à handicaps naturels permanents. Avec différents outils, un nouveau modèle de production et de valorisation des produits est en cours d'instauration :

- **promotion des productions locales** : 3000 produits typiques européens reconnus, plus de 10 000 potentiels ;
- **valorisation des filières courtes** : abattoirs à proximité, vente directe, AMAP³² ;
- **promotion de l'installation** des jeunes agriculteurs par le développement des services ruraux : écoles, postes, favoriser l'installation des familles, transports ;
- **valorisation des services** rendus par les agriculteurs à la protection de l'environnement et l'entretien de l'espace ;
- **sensibilisation des acteurs** et consommateurs sur le potentiel des produits.

Quatre labels de qualité sont ainsi à la disposition des agriculteurs pour la valorisation de leur production : AOP, IGP, STG, AB³³, auxquels on peut ajouter la dénomination « Produit de Montagne ». Et les consommateurs sont de plus en plus sensibles à ces labels. Mais l'activité économique, en plein essor depuis une trentaine d'années, est le tourisme. Même si les origines du tourisme montagnard remontent au XIXe siècle, ce n'est que dans les années 1960-80 que la valorisation des domaines skiables est effective ainsi que le tourisme « vert » ou écotourisme. La forte demande dans ce domaine engendre une nécessité de qualité accrue, et le secteur touristique doit actuellement prendre en considération (Amoudry, 2002) :

- les autres **secteurs** : agriculture, artisanat, commerce, transports, services publics, culture ;
- une **organisation** locale à cohérence régionale, nationale voire européenne ;
- des **outils** d'anticipation de l'avenir.

L'activité touristique étant en lien étroit avec la santé économique des ménages, la crise économique sévissant depuis 2007 a eu un fort impact sur ce secteur. Le nombre grandissant de chambres d'hôtes et de gîtes subit de plein fouet ces restrictions au profit des campings. Pour se maintenir, l'activité touristique se doit de promouvoir la qualité dans trois secteurs :

- un **capital naturel** de qualité (paysage, flore, faune, calme) ;
- un **patrimoine culturel**, matériel (bâti) et immatériel (animations, fêtes, marchés, savoir-faire traditionnels, gastronomie) ;
- un **potentiel d'activités** été-hiver : promenades pédestres, raquettes, équestre, ski alpin ou de fond, activités aquatiques, tourisme nautique (kayak, raft, etc.), escalade...

Enfin, les activités commerciales et artisanales doivent être aidées par l'état et les collectivités territoriales pour leur utilité en tant que services de proximité. Elles représentent 3 actifs sur 10 en zone de montagne en France et sont donc nécessaires tant pour les emplois que pour les services qu'elles proposent. Pourtant, les difficultés de reconnaissance et de développement sont nombreuses, malgré les principes de la loi « montagne » (1985) qui soulignaient :

- l'importance pour la vie locale d'un **équipement commercial et artisanal** de proximité ;
- l'engagement de l'Etat pour le **maintien et l'amélioration du réseau commercial**.

³² **AMAP** : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

³³ **AOP** : Appellation d'Origine Protégée, produit dont la production, la transformation et l'élaboration doivent avoir lieu dans une aire géographique déterminée avec un savoir-faire reconnu et constaté ; **IGP** : Indication Géographique Protégée, produit agricole et denrées alimentaires dont les caractéristiques sont liés à une zone géographique ; **STG** : Spécialité Traditionnelle Garantie, met en valeur la composition traditionnelle d'un produit ou son mode de production traditionnel ; **AB** : Agriculture Biologique...

Comme l'agriculture et le secteur touristique, ces activités subissent des surcoûts : déplacements importants, prix d'approvisionnement, etc. Dans ce cadre, le FISAC³⁴ a aidé de nombreuses entreprises en France, par le financement de tournées et de travaux de mise aux normes. Une solution de rénovation de l'activité pourrait passer par le thermalisme, déjà reconnu depuis plus d'un siècle pour ses qualités sanitaires et sociales. Cependant, ce secteur subit aussi la crise et la baisse des remboursements de la Sécurité Sociale. Une clientèle plus aisée serait tentée par les nouveaux soins de bien-être (spa, hammam, sauna, massages) en vogue depuis une dizaine d'années, et ce créneau pourrait être l'avenir des stations thermales.

IV.1.3. Des aménagements spécifiques nécessaires

La structuration des aménagements est à considérer pour une meilleure gestion du développement des zones de montagne. Ces aménagements nécessitent le maintien des services publics notamment administratifs de proximité afin d'éviter la désertification, or ils sont en déclin ou insuffisants : fermeture de classes et d'écoles, bureaux de poste, services de santé insuffisants (d'autant plus nécessaires que la population est souvent vieillissante), commerces de proximité en déclin ou pratiquant des prix trop élevés au regard des revenus des ménages. Quant aux services de haut niveau type universités et services hospitaliers spécialisés, ils sont la plupart du temps inexistantes.

Ces zones nécessitent aussi une gestion des transports : réseau insuffisant ou mal adapté pour les privés, le commerce et le développement touristique (Rieutort (dir.), 2006). Des axes autoroutiers et tunnels se doivent de désenclaver ces territoires. Ils sont en développement mais leur mise en œuvre pose souvent des problèmes de surcoûts financiers, de durée de construction puis d'entretien (protection contre les risques naturels). L'Europe joue un rôle dans le désenclavement notamment des massifs transfrontaliers. On peut l'observer pour les Alpes (fig.17), mais les zones excentrées comme les péninsules ibérique et scandinave sont peu desservies. En ce qui concerne les réseaux ferrés, deux projets européens tentent de combler cette carence : RTE-T pour les Etats membres et TINA³⁵ pour les nouveaux Etats membres en ayant pour priorité les projets provenant des massifs.

De plus, le développement des TIC³⁶ est un enjeu d'avenir pour ces massifs, par un affranchissement des contraintes physiques tant pour les utilisateurs privés qu'industriels et commerciaux. Les collectivités territoriales sont impliquées en premier lieu dans le développement et le financement de ces infrastructures, aidées par les subventions nationales et européennes. On peut citer pour la France (Amoudry, 2002) :

- la **téléphonie mobile** : 8,4 % des massifs ne sont pas couverts, 0,7 % de la population n'y a pas accès (390 000 personnes), 1480 communes ne disposent pas de couverture effective et la moitié des zones non couvertes se situent au-dessus de 700 m d'altitude ;
- le **haut-débit** : 80 % des territoires sont en position de fragilité : le nombre d'utilisateurs ne compense pas les frais de mise à disposition du réseau.

Enfin, l'aménagement en matière d'urbanisme doit être adapté aux contraintes de protection de l'environnement et des espaces agricoles. Les principes de base en France concernent la mise en application d'un SCOT³⁷ (pour l'ensemble des communes situées dans un rayon de 15 km d'une commune d'au moins 15 000 habitants), la continuité de l'habitat (limitant l'impact paysager et les coûts d'équipements), et la restauration des habitats traditionnels. Dans le cas de zones touristiques, des dérogations peuvent être accordées, mais les règles sont plus strictes que dans les années 1970, suite aux dégradations engendrées par l'installation des stations de sport d'hiver. Aujourd'hui, les SCOT témoignent donc d'une recherche de nouvelles formes d'intégration entre l'espace agricole et la ville (Fleury, 2007a).

³⁴ FISAC : Fond d'Intervention et de Sauvegarde de l'Artisanat et du Commerce

³⁵ RTE-T : Réseaux TransEuropéens de Transport ; TINA : Transport Infrastructure Needs Assessment

³⁶ TIC : Technologies de l'Information et de la Communication

³⁷ SCOT : Schéma de COhérence Territoriale

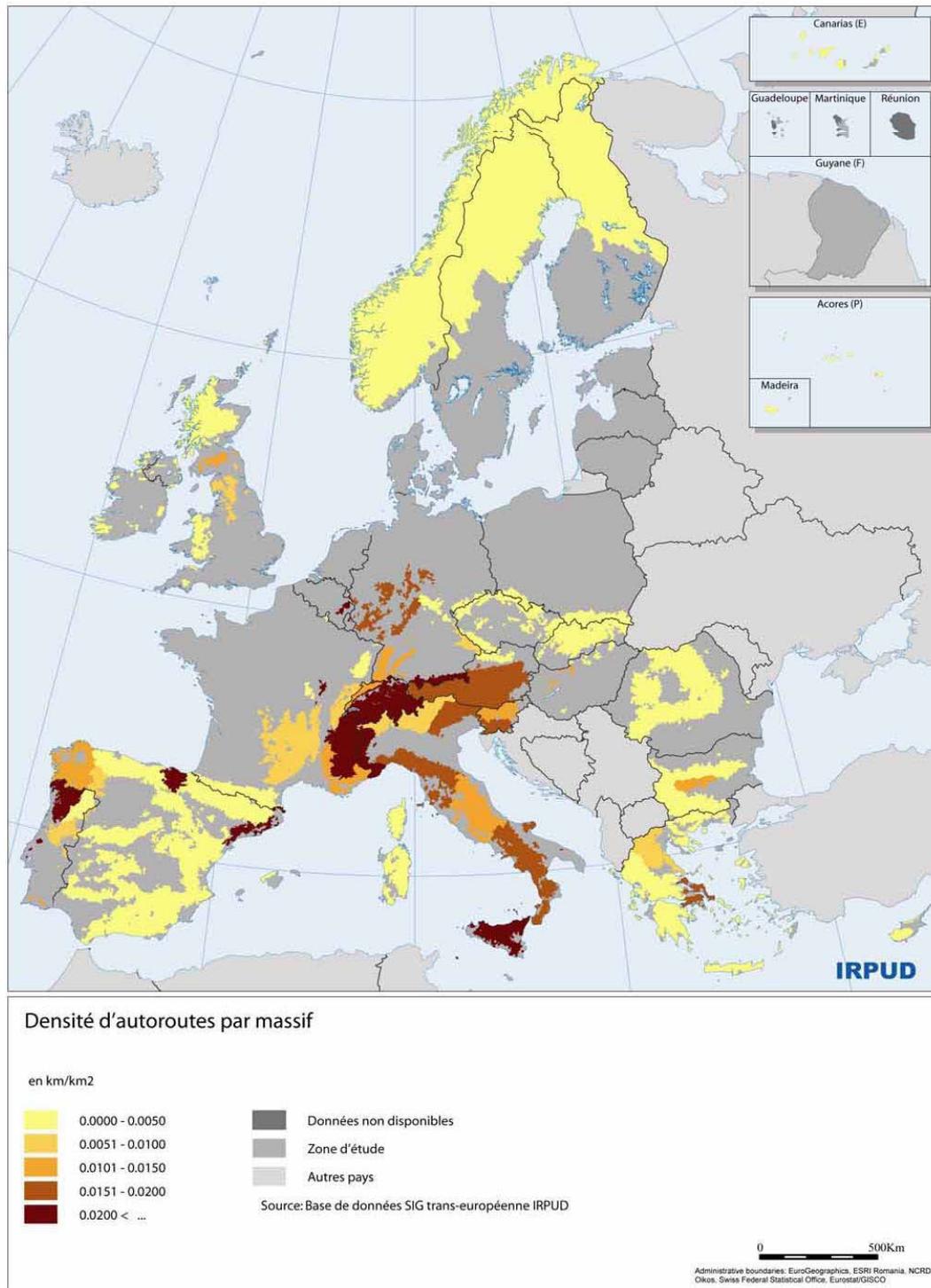


Figure 17 : Densité d'autoroutes dans les montagnes européennes (NORDREGIO, 2004)
 (source http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/montagne/mount8_fr.pdf)

IV.2. LES PRATIQUES D'ENTRETIEN DE L'ESPACE

Les mesures de gestion adaptées à ces territoires spécifiques passent également par l'agriculture et notamment le pastoralisme, garants du maintien de certaines formes paysagères. Ainsi, les pratiques traditionnelles et leur modernisation doivent être considérées comme nécessaires à l'essor des

autres activités. L'apport de la connaissance scientifique de ces espaces est également à valoriser dans des plans de gestion concertés.

IV.2.1. Les pratiques traditionnelles de gestion de l'espace

Ces objectifs économiques et écologiques de gestion conduisent à réévaluer l'importance des pratiques des agriculteurs et des forestiers pour l'entretien de l'espace. Les contributions du pastoralisme au développement économique et environnemental sont doubles (Amoudry, 2002) :

- **entretien**, maintien et ouverture des paysages, maintien de la biodiversité floristique et faunistique. A ce titre, de nombreuses unités pastorales sont classées Natura 2000 ;
- **développement** des activités touristiques : par le maintien d'espaces ouverts, 2/3 des unités pastorales françaises sont traversés par des sentiers balisés, 10 % d'entre elles accueillent un refuge ou un gîte touristique et 15 % sont utilisées comme domaine skiable ;
- **production** de produits de qualité : viande, fromage, lait qui valorisent les terroirs.

Les pratiques de gestion agrosylvopastorale sont les agents majeurs de l'entretien de l'espace et notamment des paysages ouverts. Traditionnellement, la gestion des parcours³⁸ combinait plusieurs pratiques qui sont communément reconnues comme favorables à la biodiversité (Bazin *et al.*, 1983; De Montard, 1992) à travers :

- le **pâturage** : l'action de l'animal sur les prairies et pelouses (piétinement, déjections) ;
- la **fauche**, le **girobroyage** ou l'**écobuage** des refus de pâturage (espèces peu appétentes) ;
- la **gestion des boisements** : coupes de bois (bois de chauffe).

La durabilité et la pérennité de la végétation des parcours dépendent donc de ces pratiques, et toute altération (fréquence de passage et intensité ; fertilisation, notamment par l'utilisation de parcage nocturne), modifie l'équilibre dynamique de la végétation (Perevolotsky *et al.*, 1999 ; Michallet *et al.*, 2003). Or, depuis les années 1960, ces pratiques évoluent à la suite des crises successives, des mutations et de la déprise agropastorale, et deux aspects majeurs sont à souligner (Gibon, 1997) :

- une **forte individualisation des exploitations**, la priorité devenant l'avenir de l'exploitation et non plus l'avenir à long terme de l'espace communal et de ses ressources. Ce changement de perception a provoqué une modification de la gestion globale des paysages, et notamment un phénomène de fermeture ;
- l'**abandon progressif de l'utilisation mixte** (ovine-bovine) des terrains de parcours, permettant pourtant une gestion optimale de la dynamique végétale.

A partir de 1992, l'Europe s'est engagée dans le dispositif des Mesures Agri-environnementales (MAE) afin d'adapter les méthodes de production aux exigences en matière de protection de l'environnement et d'entretien de l'espace « naturel » (Lardon *et al.*, 1996 ; Colas *et al.*, 2000 ; Barjou, 2002). Le dispositif des MAE associe différentes mesures³⁹ :

- **PHAE** : maintien de l'élevage extensif pour la sauvegarde des prairies et paysages traditionnels des zones d'élevage, favoriser la biodiversité des exploitations herbagères ;
- **MAE « rotationnelle »** (MAER2) : encouragement à la diversification des assolements et à l'allongement des rotations dans les exploitations spécialisées en grandes cultures ;
- **conversion à l'agriculture biologique** : incitation et accompagnement des exploitations ;
- **protection des espèces races menacées** (PRM) ;
- **opérations locales agri-environnementales** (OLAE) : prévention des effets de la déprise, protection environnementale ;

³⁸ **Gestion des parcours** : processus raisonné visant à optimiser la mise à disposition et l'utilisation des ressources pastorales en manipulant les écosystèmes concernés de façon à satisfaire aux mieux les exigences des populations locales, dans le cadre de règles globales définies par la société (Dorée, 1995).

³⁹ http://www.puy-de-dome.equipement-agriculture.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=555

- **CTE** puis **CAD** : faire évoluer les exploitations vers un système économique et environnemental vertueux (qualité des produits, préservation de l'eau, des sols, du paysage, de la biodiversité).

Au sein de ce dispositif, différentes mesures ont été promues selon les espèces et les enjeux :

- **retard de fauche** : limite les impacts sur les espèces végétales et animales pendant les périodes sensibles ;
- **fauche des refus** : limite le développement des espèces envahissantes peu appétentes ;
- **pâturage interdit-fauche obligatoire** : pour les sites sensibles au pâturage ;
- **maintien des surfaces en herbe**, d'un couvert herbacé dense ;
- **interdiction de la fertilisation** : pour limiter la disparition d'espèces ;
- **gestion du chargement animal** : limite les impacts du sur et sous-pâturage (appauvrissement, banalisation de la flore, dynamique ligneuse) ;
- **mise en place du pâturage tournant**.

IV.2.2. L'apport des connaissances scientifiques à la gestion de ces pratiques

La gestion raisonnée nécessite l'acquisition de connaissances scientifiques et techniques afin de traiter les territoires en fonction de leurs spécificités. Cette vision de l'agriculture, plus flexible, date d'une dizaine d'années et tranche d'avec les PAC précédentes valorisant les modèles à suivre et les outils d'optimisation des conduites d'exploitation (Gibon *et al.*, 1999). Les travaux de recherche dans ce cadre ont donc toute leur place, et selon les disciplines, les apports varient (voir tab.2, p.40).

L'approche cartographique par le biais des SIG et des modèles d'évolution variés constitue aujourd'hui l'une des principales finalités de ces études. Elle concerne (Bailey *et al.*, 1998 ; Joliveau, 1998 ; Orth *et al.*, 2002 ; Balandier *et al.*, 2003 ; Goreaud *et al.*, 2005) :

- **l'évolution temporelle** de différents secteurs économiques, leur simulation ;
- **l'évolution des peuplements** de manière à adapter les techniques de gestion ;
- la **simulation** des effets visuels d'une évolution paysagère : fermeture, ouverture, développement des transports ;
- les **règles de déplacements** des animaux.

Sur un plan zootechnique, des méthodes sont également à privilégier (De Montard, 1992 ; Orth *et al.*, 1998c ; Agreil *et al.*, 2004 ; Roudaut *et al.*, 2007) comme :

- la **conduite au pâturage** et la réhabilitation de la valeur nutritive de certains ligneux ;
- le **choix des races** les mieux adaptées au terrain ;
- la **mixité des troupeaux** : ovin, bovin, équins, cervidés et même bisons ou lamas ;
- la **modification du cycle de reproduction** en fonction du cycle annuel de la pousse de l'herbe ;
- la **minimisation des récoltes d'ensilage**, de foin et des bâtiments d'hivernage.

La mise au point de méthodes sylvopastorales, de production de bois précieux au sein des exploitations et de valorisation du pâturage permet également une meilleure capitalisation des parcours (De Montard, 1992 ; Guyon, 1999 ; Dorée 1995 a-b ; Baron, 2001 ; Dorée *et al.*, 2003) :

- **enrichissement** des haies en arbres de hautes tiges ;
- **plantation** à faible densité sur terrains non fauchables ;
- **gestion** des accrues de bois précieux.

Ces méthodes de plantations « légères », notamment en Mélèze ou en Douglas, fournissent un revenu supplémentaire tout en limitant l'impact paysager, souvent en timbre-poste, des plantations denses de résineux. Lorsque ces plantations sont en place, une gestion agrosylvicole est nécessaire, avec éclaircies fortes, élagage et réintroduction du pâturage après semis d'herbe ; ou encore dessouchage des plantations sans valeur ou à faible densité et remplacement par des prairies

(Soubieux, 1999 ; Etienne, 2000 ; Rapey, 2000 ; Ammer, 2003 ; Prévosto *et al.*, 2007). Au-delà de l'aspect pluriactif nécessaire à une gestion raisonnée des territoires, ces méthodes ont également un intérêt quant à la diversification faunistique et floristique des espaces.

Enfin, nous soulignons l'importance capitale de la gestion concertée et multi-acteurs des territoires afin de faire émerger une conscience réellement collective des enjeux et d'éviter toute décision arbitraire de gestion ou un *statu quo* entre les parties (Beuret *et al.*, 2001). Effectivement, la connaissance scientifique et de terrain de chaque discipline, mais aussi les pratiques de gestion issues de l'ONF, des PNR, des collectivités locales, Chambres d'agriculture et surtout des agriculteurs, sont nécessaires à la compréhension globale des enjeux et à l'apport de réponses adaptées (Joliveau *et al.*, 1998 ; Michelin, 2000 ; Sinmon, 2000 ; Domon, 2004 ; Lardon *et al.*, 2004 ; Orth *et al.*, 2005).

CONCLUSION

Depuis le début du XXe siècle, suite aux changements socio-économiques nationaux et européens et à l'impact des guerres mondiales, les systèmes agropastoraux traditionnels sont en pleine mutation. On observe de manière générale un abandon des terres, mais surtout une déstabilisation des systèmes de production qui provoque des modifications dans l'usage des terroirs. L'analyse scientifique de ces mutations s'est d'abord attachée à la connaissance des objets les définissant : paysage, société et végétation, pour en caractériser les formes d'évolution.

En une trentaine d'années, les écologues, les géographes et les agronomes ont ainsi développé des modèles de référence des évolutions ligneuses, en fonction de divers paramètres, souvent d'origine physique, les facteurs humains passant généralement au second plan. On peut également noter que, dans ces études, les connaissances stationnelles sont souvent très précises alors que la dimension spatiale des évolutions, pourtant prépondérante, demeure peu développée. Ces modèles d'analyse ont néanmoins permis de déceler des vitesses, des stades et les espèces en jeu dans les évolutions végétales, ceci dans des milieux variés.

Cependant, il apparaît aujourd'hui, dans de nombreux cas, que ces modèles de référence, souvent linéaires, ne sont peu voire pas adaptés à la situation réelle des territoires. Ainsi, l'abandon d'une parcelle, effectif à une date précise, et sans reprise quelconque d'activité, est souvent marginal au sein de l'ensemble des situations possibles. Il devient donc nécessaire pour la recherche d'enrichir ses approches et de compléter ses connaissances par d'autres schèmes. Parmi ceux-ci, une perception des évolutions végétales plus dynamique, plus chaotique, plus stochastique, et par conséquent plus proche de la réalité du terrain nous semble importante à développer et le recours à des connaissances pluridisciplinaires ainsi qu'à des méthodes et des outils variés s'avère donc nécessaire.

Au sein de ce système de pensée, plus moderne et en essor depuis le début des années 2000, une notion centrale articule notre analyse des évolutions : celle de mosaïque paysagère et de description de sa dynamique spatio-temporelle. L'approche dynamique débouche effectivement sur la notion de mosaïque paysagère en tenant compte de deux aspects principaux : la dimension spatiale, à travers l'analyse multiscalaire, et temporelle, par une connaissance fine des périodes de déprise et de reprise des terres.

Ainsi, la recherche scientifique pourra apporter des connaissances précieuses aux problématiques de gestion de l'espace et ces nouveaux schèmes permettront une gestion de la mosaïque paysagère dans sa complexité plutôt qu'une lutte sans fin et sans doute infructueuse contre l'enfrichement et la fermeture des paysages. A nouveau, l'appréhension du territoire comme un système complexe devient impérative.

CHAPITRE 2. CADRE

SOCIO-ENVIRONNEMENTAL

Du puy de Dôme, elle s'en va vers le Nord où la brume gris-rose des plaines se tend entre les monts du Morvan et les monts de la Creuse, ceux-ci et ceux-là, de droite et de gauche, à peine saillant en ondes basses dans les lointains. Singulier, saisissant aspect de ce tumulte éruptif, aussi figé au milieu d'une immensité de silence. Vers le Sud aussi, semblable boule poussée de la terre comme par quelque fièvre. Une massive troupe fuyant en bousculade vers les plateformes du Cézallier qui se carrent, entre les monts du Sancy dressés devant les plombs du plus lointain Cantal, et ceux du Devès, du Velay, du Forez, du Livradois.

Henri Pourrat.

I. PRESENTATION DE LA CHAÎNE DES PUY

II. LES ESTIVES, TEMOINS DE L'OCCUPATION HUMAINE DU SECTEUR

Les paysages de moyenne montagne européenne sont multiples. Au sein de ces grandes unités, nous avons choisi d'analyser le cas précis de la Chaîne des Puys, au sein du Massif central Français. Cet ensemble volcanique récent est caractérisé par une morphologie particulière, une utilisation anthropique ancienne et de multiples formes paysagères associées. Impacté par le reboisement « naturel » et artificiel, il fait l'objet, depuis des décennies voire des siècles, d'une attention particulière tant par les gestionnaires que par les chercheurs. Intégré au Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne depuis 1977, et en cours d'inscription au Patrimoine mondial de l'Unesco depuis 2007, les enjeux qui lui sont liés sont multiples. Plus qu'une énième étude sur ses paysages et leur évolutions, notre approche s'enrichit des études précédentes et s'appuie sur leurs résultats dans une optique conceptuelle et méthodologique pluridisciplinaire. Il convient, dans un premier temps, de caractériser ou de rappeler, les formes physiques, végétales et humaines de la Chaîne des Puys.

I. PRESENTATION DE LA CHAÎNE DES PUY

Au sein des espaces ruraux français (fig.10, p.36), la Chaîne des puys se situe, selon les communes et les contextes, parmi les espaces périurbains de proximité, les zones rurales en voie de périurbanisation et les zones rurales agricoles vieillissantes. Cette diversité communale est due à la proximité de Clermont-Ferrand et à des influences locales : adaptation au système agricole moderne, remembrement, taille des villages, attractivité touristique, etc. Nous présenterons donc ici les caractéristiques générales de la zone pour identifier par la suite ses attributs distinctifs.

I.1. GENERALITES

Le Massif central est reconnu pour sa qualité et sa diversité paysagères. Il est également au cœur des problématiques de gestion de l'espace, notamment pour son activité agricole persistante, malgré

une déprise datant du début du XXe siècle, et les nouveaux enjeux touristiques qui s’y développent (Rieutort *in* CERAMAC, 2000). Cette diversité paysagère, géologique, faunistique et floristique est d’ailleurs reconnue, la zone comptant neuf Parcs naturels régionaux (PNR) et un Parc national (PN), ce qui en fait le plus grand espace préservé d’Europe (fig.18).



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| ① PNR du Morvan | ⑥ PNR des Causses du Quercy |
| ② PNR de Millevaches en Limousin | ⑦ PN des Cévennes |
| ③ PNR des Volcans d'Auvergne | ⑧ PNR des Monts d'Ardèche |
| ④ PNR du Livradois-Forez | ⑨ PNR des Grands Causses |
| ⑤ PNR du Pilat | ⑩ PNR du Haut-Languedoc |

Figure 18 : Les Parcs naturels du Massif Central (issu de <http://www.parcs-massif-central.com>)

Parmi ceux-ci, le Parc naturel régional des Volcans d’Auvergne est le plus vaste. Avec une superficie de 4000 km², il est également le plus grand de France métropolitaine. Créé en 1977, il est composé de cinq unités paysagères dont quatre sont d’origine volcanique, qui sont, du nord au sud : la Chaîne des Puys (alignement d’une centaine d’édifices volcaniques variés), les monts Dore et du Sancy (stratovolcan), les monts du Cézallier (vastes coulées de lave fluide type trapp) et les monts du Cantal (plus vaste volcan d’Europe) ; l’Artense, seule région non volcanique est un plateau granitique. Les deux PNR de la région Auvergne (Parcs des Volcans et du Livradois-Forez) couvrent ainsi presque 30 % du territoire régional (DREAL Auvergne, 2008).

Chevauchant deux départements, le Puy de Dôme (63) et le Cantal (15), le PNR des Volcans d'Auvergne compte 153 communes et 90 000 habitants (en 2005, chiffres INSEE). Le dynamisme démographique du Parc est impulsé par une augmentation de l'attractivité des communes proches des pôles urbains (Clermont-Ferrand, Riom et Aurillac) depuis la fin des années 1990 (Rieutort (dir.), 2006). Cependant, cette moyenne à l'échelle du Parc couvre une réalité différente selon les massifs certains étant déficitaires comme les Monts Dore, le Cézallier et le Cantal. Dans les faits, seule la Chaîne des puys est en augmentation démographique à l'heure actuelle. Mais beaucoup de communes rurales sont encore en déclin et les statistiques prévoient à nouveau une baisse globale du fait du vieillissement de la population à partir de 2015 (INSEE Auvergne, 2009).

De plus, cette diversité géologique et géomorphologique est à l'origine d'une biodiversité reconnue, 60 % du territoire du parc étant protégés au titre de la protection de la nature (ZNIEFF, Natura 2000, SCOT).

I.2. CARACTERISTIQUES PHYSICO-GEOGRAPHIQUES

Parmi les unités volcaniques du PNR des Volcans d'Auvergne, la Chaîne des Puys s'étend sur environ 170 km² (fig.19). Cette unité d'une centaine d'édifices (dômes, cônes, maars), située sur un horst granito-gneissique, est la plus septentrionale du Massif central et culmine à 1464 m au sommet du Puy de Dôme. Chronologiquement, deux paroxysmes ont contribué à la mise en place de la Chaîne, l'un entre 45 000 et 25 000 ans, l'autre entre 12 000 et 7 500 ans, à la faveur des failles hercyniennes du plateau et selon un axe nord-sud (Lemée et al., 1956 ; Le Coeur, 1984 ; Richet, 2003).

D'un point de vue climatique, le secteur de la Chaîne des Puys forme la première barrière aux flux d'ouest, occasionnant un climat de type montagnard à fortes influences océaniques (régime océanique dégradé à précipitations élevées, régulièrement réparties dans l'année). Un effet de foehn induit cependant un gradient ouest-est : à l'ouest des puys, Rochefort reçoit 1268 mm annuel alors que Gelles en reçoit 1045 mm et Clermont-Ferrand, plus à l'est, 591 mm (Prévosto, 1999).

Les températures moyennes annuelles sont de 7°C et l'amplitude thermique d'environ 30°C à 40°C. A titre d'exemple, au sommet du puy de Dôme (1464 m), en 2011, les minimales étaient de - 12 °C et les maximales de 29 °C, l'amplitude thermique maximale s'élève donc à 41 °C⁴⁰. Les gelées s'échelonnent entre 120 et 130 j/an en moyenne et les vents fréquents (38 j/an > 58 km/h), dont la force et la fréquence augmentent avec l'altitude, constituent un frein au développement de la végétation sur les crêtes (Raynal, 1986 ; Coquillard, 1993). On remarque une plus grande xéricité au sud de la Chaîne, probablement due à un autre effet de foehn provenant du Sancy (Michelin, 1995).

Issus pour la plupart de roches mères volcaniques (fig.20) et formés en milieu montagnard humide, la plupart des sols sont de type andosol⁴¹ ce qui les distingue des autres types de sols (Baudry, 1991 ; Bozon et al., 1991 ; Prévosto, 1999 ; Burel et al., 2000 ; Brunner, 2002 ; Arnalds et al., 2007). Cette propriété andique des sols induit des teneurs élevées en carbone organique des horizons de surface (produisant des horizons de couleur sombre et très humifères, fertiles), une forte rétention du phosphore, une faible densité apparente et une grande capacité de rétention d'eau (Arnalds et al., 2007 ; Legrand et al., 2007). Les andosols allophaniques de la Chaîne des Puys, typiques d'un volcanisme récent, sont ainsi sensiblement identiques à ceux du Cantal, de l'Eifel et du Vogelsberg en Allemagne et des Carpates (Hongrie, Slovaquie et Roumanie). La nature des recouvrements et saupoudrages volcaniques (trachy-andésitiques, trachy-basaltiques, basaltiques) ou du socle granitique ou métamorphique, les conditions climatiques, la durée de la pédogénèse et les variations altitudinale introduisent toutefois des variantes dans la nature de ces sols (Bonfils *et al.*, 1971 ; Dejou, 1985 ; Prévosto *et al.*, 2002 ; Legrand *et al.*, 2007).

⁴⁰ En moyenne journalière, données issues de l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand <http://www.obs.univ-bpclermont.fr/SO/mesures/pdd.php>

⁴¹ Andosol, du japonais « an » qui signifie « noir » et « do » qui signifie « sol » (Legrand *et al.*, 2007).

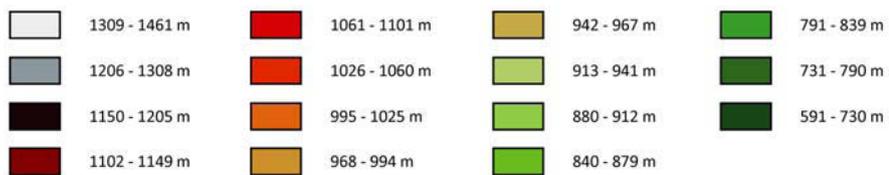
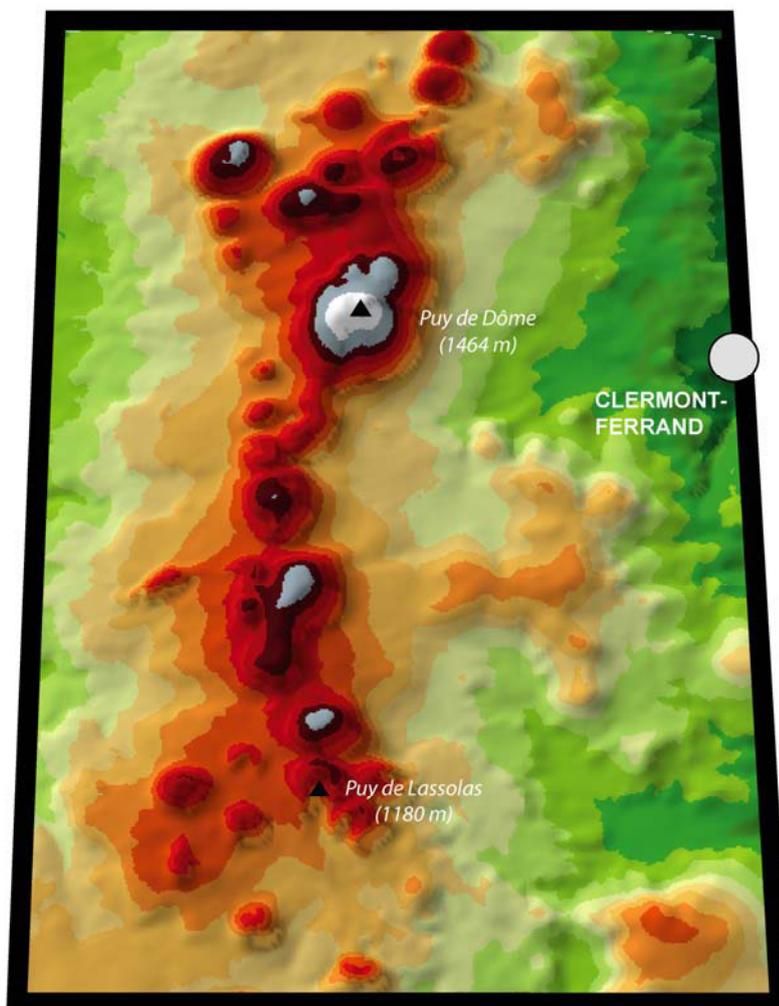
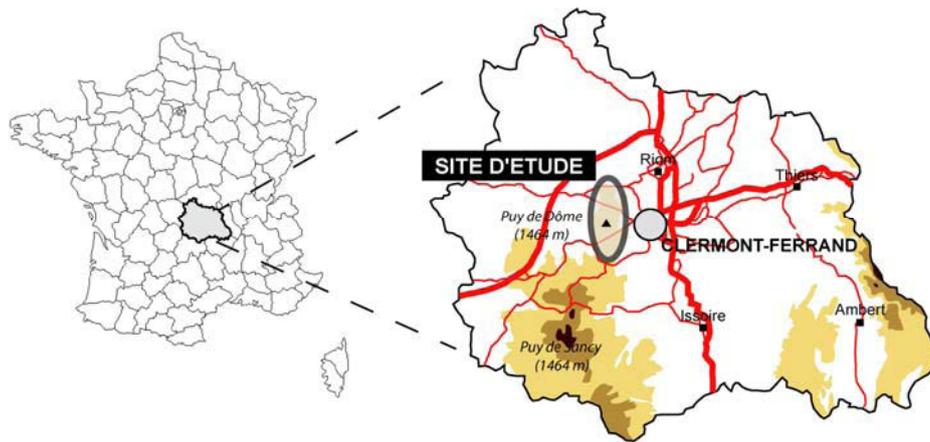


Figure 19 : Localisation du site d'étude (tranches d'altitudes définies selon la méthode des seuils naturels de Jenks, plaçant les limites aux endroits où se trouvent de grandes différences entre les valeurs)

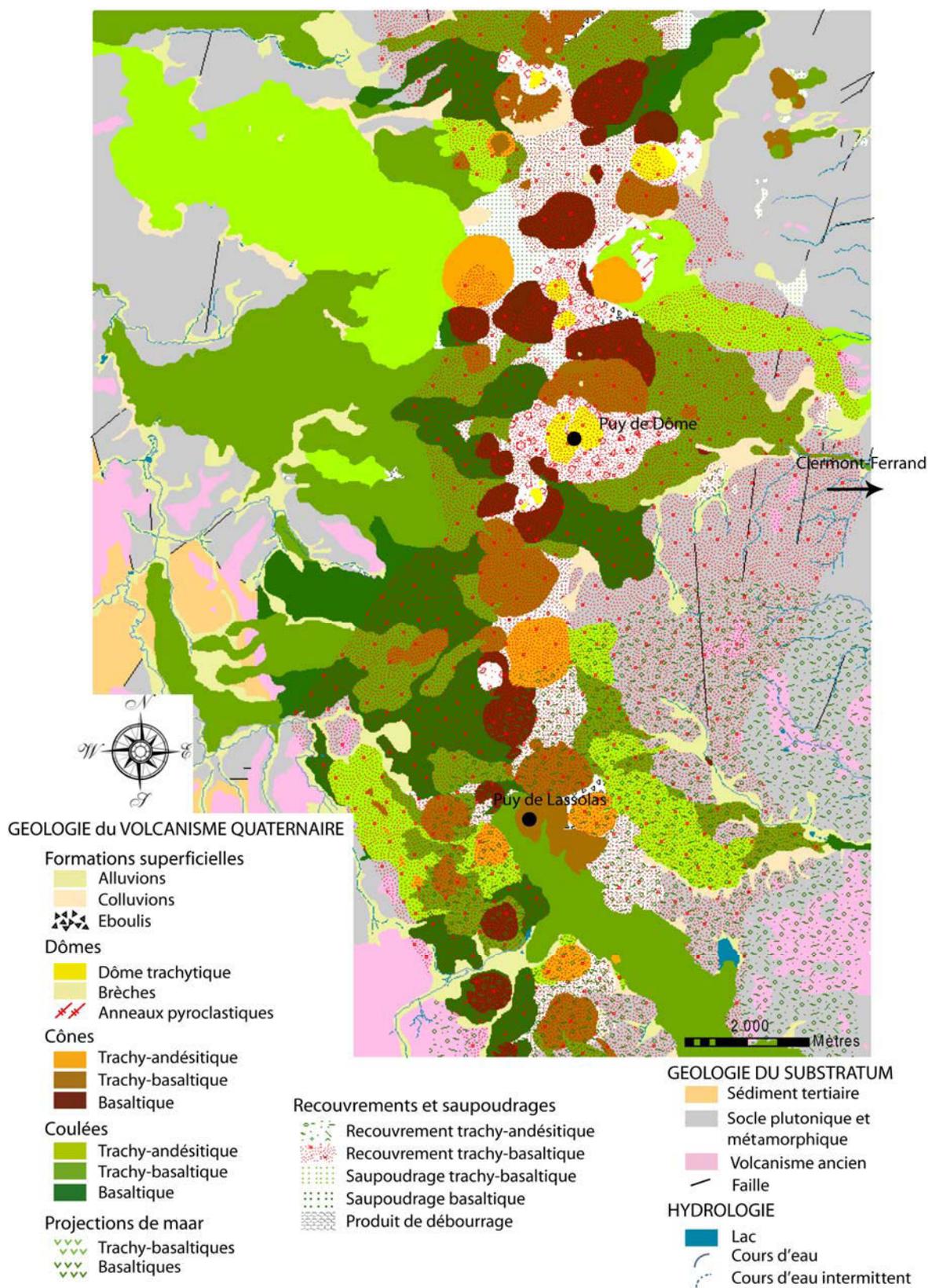


Figure 20 : Carte géologique de la Chaîne des Puys issue des travaux de Boivin (2004)

Il est possible de les distinguer en deux classes :

- **classe des andosols « vrais »** : andosols oligotrophes à des altitudes supérieures à 1100 m, sous des conditions humides et fraîches ;
- **classe des sols brunifiés** : sols bruns « andiques » et sols bruns issus de basalte, à des altitudes variant entre 800 et 1000 m, sous conditions climatiques plus chaudes et sèches.

Les andosols du Massif central présentent les caractéristiques suivantes (Legrand *et al.*, 2007) :

- un **horizon vitrique ou andique** d'une épaisseur minimale de 30 cm. L'horizon vitrique est un stade préalable à la formation d'un andosol avec minimum 10 % de verre volcanique et autre minéraux primaire, et une densité apparente supérieure à 0,9 kg / dm³. L'horizon andique est à un stade d'altération plus avancé avec une densité apparente inférieure à 0,9 kg / dm³ d'où une porosité exceptionnellement élevée (60 à 90 %), 10 % ou plus d'argiles, une rétention en phosphates supérieure à 70 %, et moins de 10 % de verre volcanique ;
- deux **sous-types d'horizons andiques** se distinguent : siliandique (brun chocolat, 20 à 40 % d'argiles) et aluandique (brun noir, 40 à 60 % d'argiles) selon qu'ils soient caractérisés par une prédominance d'allophanes ou d'aluminium ;
- une **faible cohésion** à l'état sec ;
- une **texture d'apparence limoneuse** (due à l'abondance d'agrégats très fins de la taille des limons et non pas à celle de limons vrais) ;
- une importante **capacité de rétention d'eau** (due à une porosité capillaire élevée).

A ces distinctions s'ajoute l'usage passé des sols qui engendre des variations de pH, de taux de matière organique et de teneur en allophanes avec des sols sur anciennes cultures caractérisés par un rapport C/N plus faible, un flux d'azote nitrique plus élevé et une brunification superficielle plus marquée que les sols sur landes ou pâtures (Prévosto *et al.*, 2002). Ces anciens usages (notamment surpâturage) combinés aux fortes pentes des puys et à la fréquentation touristique sont également à l'origine d'une érosion et d'une dénudation importantes (Coquillard *et al.*, 1988 ; Bakker *et al.*, 2008).

Ainsi, la Chaîne des puys est caractérisée par des andosols issus de roches pyroclastiques dont la composition varie du basaltique au trachytique. Dans sa partie nord, les andosols sont développés sur des cendres trachytiques, avec un pH de 5,3 à 5,8 dans l'horizon supérieur et une accumulation de complexe Al-Fe-matière organique ; ils sont ainsi préférentiellement colonisés par *Betula pendula*. Dans sa partie sud, les andosols sont plus majoritairement développés sur cendres basaltiques ont un pH plus élevé de 5,7 à 6,4 et contiennent moins de matière organique et plus allophanes offrant des conditions plus propices à l'installation de *Pinus sylvestris*, avec la combinaison d'un climat plus chaud et sec et la présence de semenciers (Prévosto *et al.*, 2004 ; Legrand *et al.*, 2007).

I.3. ÉVOLUTION HOLOCÈNE DE LA VÉGÉTATION DANS LE SECTEUR D'ÉTUDE

L'histoire des écosystèmes depuis la dernière glaciation fournit une trame temporelle de mise en place des paysages actuels. L'analyse du corpus documentaire historique et palynologique nous a permis de retracer les grandes évolutions des paysages et des écosystèmes de la zone sur l'Holocène (fig. 21). On peut observer qu'au cours des deux derniers millénaires, le climat, malgré le PAG⁴², ne semble pas instaurer de variation majeure sur l'évolution de la végétation. En effet, les couples évolutifs (ouverts-fermés) entre la hêtraie-sapinière et les taxons herbacés se sont succédés par quatre fois sans coïncidence avec l'évolution climatique. Ainsi, avec une tendance plus fraîche liée au PAG, *Fagus* aurait dû être prédominant, alors que c'est *Quercus* qui domine ; à l'inverse l'OCM⁴³ a vu la présence de *Fagus* alors que la tendance climatique aurait plutôt favorisé *Quercus*.

⁴² PAG : Petit Age Glaciaire : période climatique froide de l'Holocène en Atlantique Nord s'étant manifestée du XVIe au XIXe (environ 1550-1860) par une avancée des glaciers continentaux.

⁴³ OCM : Optimum Climatique Médiéval : période climatique chaude de l'Holocène du Xe au XIIIe siècle.

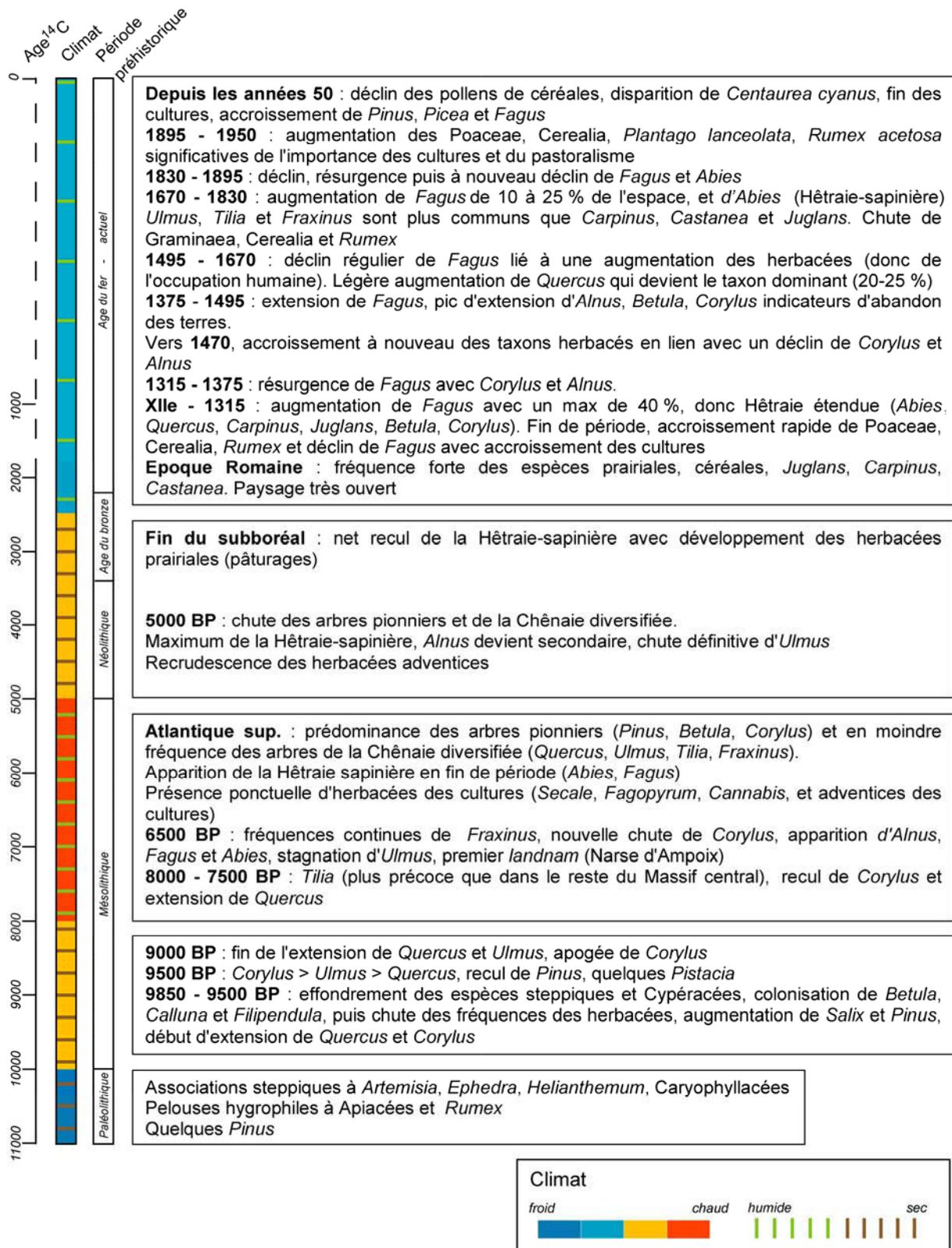


Figure 21 : Synthèse de l'évolution de la végétation de la zone sur l'Holocène (d'après les travaux de Le Coeur, 1984 ; De Beaulieu *et al.*, 1987 ; Vergne, 1996 ; Aran *et al.*, 1998 ; Prévosto, 1999 ; Michelin *et al.*, 2001 ; Michelin, 2002 ; Miras *et al.*, 2004 ; Stebich *et al.*, 2005 ; Ballut *et al.*, 2008)

Les évolutions climatiques ne semblent donc pas être primordiales dans l'évolution de la végétation, elles ne sont pas le facteur explicatif principal de ces dynamiques. En revanche, les facteurs anthropiques sont ici déterminants pour expliquer la succession de phases d'ouverture et de fermeture des milieux. On peut remarquer à quel point les pollens de graminées liées aux cultures peuvent être prépondérants selon les périodes d'utilisation plus ou moins intenses (époque romaine, fin du XIXe). Cette utilisation plus intensive des terres nécessite l'ouverture et donc la déforestation. On remarque ainsi des retraits de l'arbre plus drastiques que par la simple évolution naturelle de la végétation. L'Homme apparaît dans cette zone comme le facteur principal d'évolution des milieux, et son impact se doit d'être analysé en profondeur.

II. LES ESTIVES, TEMOINS DE L'OCCUPATION HUMAINE DU SECTEUR

Si la variable climatique semble ne pas être déterminante dans les évolutions végétales malgré certaines fluctuations, la synthèse bibliographique indique que la végétation répond clairement à un impact anthropique marqué et à l'évolution des sociétés humaines sur le secteur. La caractérisation de cette relation homme-milieu permet de définir ces impacts au cours du temps et selon les types de terroirs. Les estives, reliques des parcours d'altitude traditionnels, sont ici au cœur de cette interaction et participent aujourd'hui au développement économique local tant par leurs aspects agricoles que touristiques et écologiques.

II.1. LA RELATION HOMME-MILIEU

Bien loin des hommes préhistoriques qui ont vécu parmi les retombées de produits volcaniques et les coulées boueuses synéruptives de la zone (Vernet *et al.*, 2004), la relation de l'Homme avec son milieu est d'une telle complexité qu'on pourrait la qualifier de systémique (au sens de la théorie des systèmes⁴⁴) voire d'holistique (Evette, 2002). Au sein de ce système, l'agriculture est une composante principale car elle lie l'homme, par ses activités, au milieu ou au système écologique.

L'Homme le transforme, le défriche, l'abandonne, modifiant ainsi les sols (fertilité, drainage) et la végétation, introduisant des espèces végétales et animales au gré de perturbations d'ordre socio-économique, modifiant même la topographie de son milieu par des terrassements ou des aménagements de type hydraulique. Cette volonté d'organiser l'espace donne naissance à une mosaïque d'usages des sols, donc à des paysages variés, et reflète un système socio-économique plus qu'une dynamique végétale particulière. Cependant, dans les zones de moyenne ou de haute montagne, les contraintes spatiales et environnementales sont prépondérantes et les populations doivent aussi s'y adapter : les paysages sont donc soumis à une double dynamique écologique et anthropique (Coquillard *et al.*, 1988 a-b, Michelin, 1996 a-b ; Michelin *et al.*, 2001 ; Caplat, 2006 ; Caplat *et al.*, 2006).

Comment comprendre un paysage et ses dynamiques sans connaître les logiques historiques, économiques et écologiques qui ont orienté sa construction ? Nous assistons à un système de coévolution entre société et milieu, et seule la confrontation des logiques d'organisation passées et actuelles permettra d'envisager l'avenir (Charretton *et al.*, 1995). La figure 22 montre la relation primordiale entre l'occupation humaine et la variation d'emprise de la forêt sur le territoire. L'intensification des pratiques, ou d'emprise, sur le territoire est synonyme de disparition de la forêt, d'épuisement des sols, alors que l'extensification ou la déprise sont liées à des problèmes sociaux, économiques ou politiques (guerres, changements de régime politique ou économique, maladies...) et engendrent une reconquête forestière. Cette figure a été réalisée à partir des travaux d'Yves Michelin sur la zone d'étude (Michelin, 1992 ; Michelin *et al.*, 1996 ; Michelin, 1995 et 2002).

L'image de paysages de la Chaîne des Puys composés de landes rases peu boisées remonte donc à la période allant du XVIIe au début du XXe, et reste pourtant d'actualité dans l'imaginaire collectif.

⁴⁴ NB : système vient du grec *Sustêma* : ensemble, composition, espace organisé.

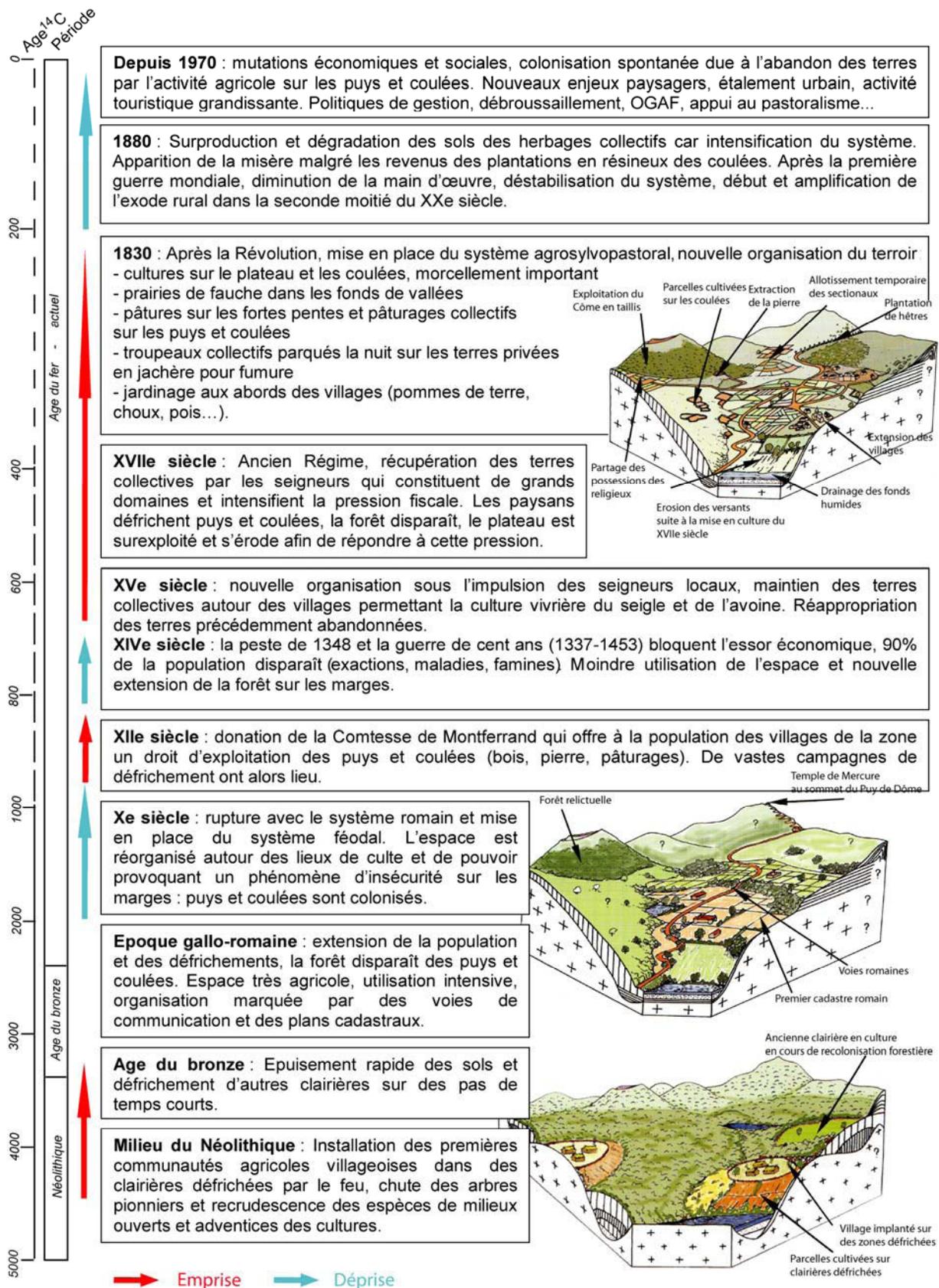


Figure 22 : Emprises et déprises humaines successives sur le territoire et impacts sur la végétation (d'après Michelin, 1992 ; Michelin *et al.*, 1996 ; Michelin, 1995 et 2002)

Or, ces paysages n'ont pas été les plus fréquents au cours de l'Holocène. L'enfrichement et le boisement des cinquante dernières années sont connotés négativement, alors qu'une fois replacé dans le contexte historique, ils ne s'inscrivent que dans une nouvelle vague de déprise. Mais si un renouveau de l'emprise anthropique a lieu, il ne sera plus essentiellement agricole, car nos sociétés modernes engendrent de nouvelles activités, comme le tourisme. Aujourd'hui, la proximité du centre urbain régional de Clermont-Ferrand provoque un phénomène de périurbanisation et un impact foncier sur les terres auparavant vouées à l'agriculture. La zone est ainsi soumise à une fréquentation récréative régulière, et de nouveaux enjeux sont très présents sur le territoire (Brunet *et al.*, 1993).

II.2. LES ESTIVES DE LA CHAÎNE DES PUYs

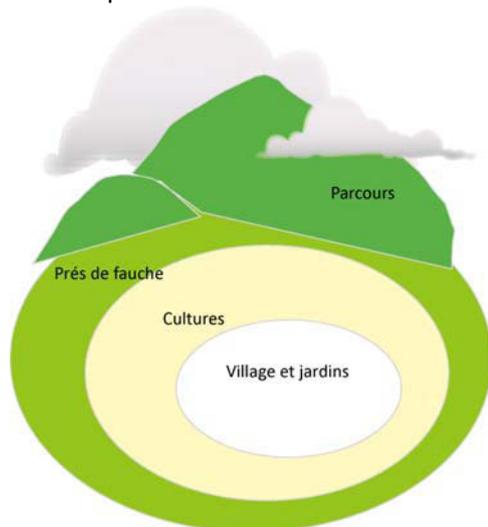
Les parcours d'altitude, milieux ouverts produits par des pratiques agricoles perturbatrices, faisaient partie intégrante du système agro-sylvo-pastoral traditionnel (Caplat, 2006). A l'échelle de l'Auvergne et du Massif central, les premières manifestations d'une activité pastorale, voire l'existence d'estives remonteraient à la fin du Néolithique (Tixier, 1984). Nous sommes donc en présence de zones anciennement et toujours exploitées, représentatives du contexte morphopédologique de la Chaîne des Puys, présentant des caractéristiques typiques des problématiques d'enfrichement récurrentes de la zone et aujourd'hui reliques des grands espaces ouverts du XXe siècle.

II.2.1. Le système agrosylvopastoral traditionnel

Contrairement aux Alpes et aux Pyrénées, le Massif central et plus particulièrement l'Auvergne, n'est pas organisée autour de la pratique collective ou privée de la transhumance. Même si dans certains secteurs les drailles permettent aux troupeaux de la région méditerranéenne de transhumer vers les estives (Cantal) et marquent encore les paysages du Massif Central.

Toutefois, le système agrosylvopastoral traditionnel s'organise autour de terroirs définis comme une homogénéité d'utilisation anthropique basée sur l'homogénéité des aptitudes agronomiques (Doche, 1983 ; 1984; Rameau, 1991 ; Michelin, 1992 ; André, 1995 ; Prévosto *et al.*, 1997 ; Prévosto *et al.*, 1998 ; Rameau, 1999). La structure démographique est généralement composée de trois classes : les paysans pauvres, les paysans propriétaires et les paysans aisés (François, 1979).

Chaque terroir a une fonction spécifique au sein d'un système agricole de subsistance, que l'on peut représenter de la manière suivante (fig.23) :



- au centre, **le village** et les potagers (pommes de terre, carottes, choux, haricots secs, salades...);
- **les terroirs cultivés** s'organisent en rotation biennale : culture (seigle, orge, blé noir)/jachère ou triennal seigle/blé de mars ou avoine/jachère (Semonsous, 1938). La pratique de la vaine pâture permet d'amender les terres en jachère⁴⁵ ou récoltées. La fumure s'effectue également la nuit dans des parcs constitués de claies en bois à raison d'une brebis /2 m² ;
- **les terroirs fauchés**, pour les stocks hivernaux ;
- **les terroirs de parcours**, les plus éloignés, (pâturages collectifs, communaux et sectionaux, avec bergers de villages), ovins (de race Rava) et/ou bovins (de race Ferrandaise ou Salers), utilisés du printemps aux premières neiges. Si les troupeaux ovins privés s'élèvent

Figure 23 : Schéma synthétique d'un système agropastoral traditionnel

⁴⁵ Vaine pâture ou droit de vaine pâture, qui permet aux habitants d'un village de faire paître leur bétail sur des terres non clôturées, le long des chemins, ou une fois les récoltes enlevées jusqu'à l'ensemencement

à 30 brebis par foyer en moyenne, les bovins sont au nombre de 1 ou 2 et au maximum de 15 pour les plus gros propriétaires (Dousse, 1933). Le lait est alors utilisé pour l'autoconsommation ou la vente à Clermont-Ferrand.

D'ordinaire, les villages sont situés sur le plateau granitique, ainsi que les jardins et champs, et les parcours sur les puys et coulées de lave (Carpentier, 1974). Ce système d'utilisation des sols est considéré comme extrêmement appauvrissant pour les communaux, sectionaux et indivis⁴⁶ (Loiseau, 1979 ; Michelin, 1992, 1995). En effet, les bêtes sont conduites en gestion libre la journée sur ces zones, pour ensuite fumer de manière concentrée les terres privées (Fel, 1964). Ainsi, les parcours deviennent peu à peu de vastes landes à bruyère, pauvres (Métailié, 2006), et le surpâturage des zones les plus pentues favorise l'érosion des sols (Loiseau *et al.*, 1979). La végétation est maintenue au stade de lande et n'évolue qu'en fonction des cycles sénescence – régénération. Arbres et arbustes, constituant le combustible nécessaire au chauffage, sont rares et convoités (Dousse, 1933). Par ailleurs, les bergers pratiquent l'écobuage pour brûler les rejets de pâturage et les terres arables (permet deux récoltes successives).

Des variantes sont à noter dans cette organisation générale. Dans la seconde moitié du XIXe siècle, la paysannerie réclame des droits d'utilisation des terres collectives à titre privé afin d'intensifier son système de culture. On assiste alors à un allotissement des sectionaux les plus accessibles en une multitude de parcelles (0,25 à 0,9 ha/foyer), la totalité des surfaces plates, non rocheuses et en bas de versants sont ainsi alloties (avec des baux de 9 à 30 ans selon les périodes et les villages) en contrepartie d'une redevance ou d'un impôt (Loiseau, 1977 ; 1979). Progressivement, après la première guerre mondiale et l'exode rural, le manque de main d'œuvre entraîne un abandon de la culture sur les lots qui ne sont plus que fauchés puis exploités exclusivement par la pâture (Loiseau, 1979). Concernant la qualité agronomique des sols, les zones planes ont donc été beaucoup plus enrichies que les puys. Une première distinction s'instaure donc dans la vision uniforme des parcours et l'évolution de leur végétation.

Le déclin des cheptels ovins commence au début du XXe siècle avec l'exode rural et la spécialisation bovine et laitière des zones de montagne, et les troupeaux collectifs s'en ressentent (Meynier, 1931). La difficulté pour trouver des bergers et le développement des routes ajoutent des inconvénients à ce type d'élevage (Dousse, 1933). Ainsi, dans les années 1950, on ne trouve plus qu'un berger et un syndicat ovin par village. La brucellose⁴⁷ apparaissant à la fin des années 1960 (principalement en 1972) engendre des mesures phytosanitaires drastiques et l'abattage de tous les troupeaux ovins. Nombreux sont alors les éleveurs ovins qui se convertissent en bovin laitier, profitant de la disponibilité en céréales de la plaine de Limagne et de la mise en place du ramassage du lait. Certains deviennent ouvriers à Clermont-Ferrand (Michelin, 1995).

II.2.2. Les estives actuelles

Les diverses mutations d'ordre économique et social ont entraîné de nombreuses modifications sur le système local notamment la disparition des troupeaux collectifs. Les bergers cessent leur activité, *le pâtre devant être apte à se montrer aussi rustique que ses brebis et se satisfaire de peu, en ce qui concerne les conditions matérielles et son existence* (Michardière, 1965). Comme beaucoup d'espaces difficiles d'accès, aux terrains en pente et en altitude, ces terres sont peu à peu délaissées. Mais, au début des années 1980, dans le cadre de la loi pastorale et à l'initiative des chargés du pastoralisme au PNR, des coopératives et syndicats sont mis en place pour réutiliser collectivement

⁴⁶ Plusieurs hypothèses sont émises sur l'origine de ces terres collectives : une offrande de la Comtesse de Montferrand aux villages pauvres au XIIe, ou d'anciens terrains communs gaulois et romains accaparés par des seigneurs au Moyen âge puis rendus à des villages entiers (Carpentier, 1974).

⁴⁷ Brucellose : maladie ayant sévit au début du XXe siècle, transmissible à l'homme par l'intermédiaire des animaux. Les modes d'élevage ont un rôle crucial dans le développement de la maladie : un seul cas suffit à contaminer le troupeau (saillie, regroupement sur litières souillées).

ces espaces (Teuma *in* Charbonnier *et al.* (dir.), 2007 ; Bordessoule, 2001). Ainsi, sept estives sont délimitées : ovines, bovines et mixtes (leur description est présentée fig. 24, 25 et 26).

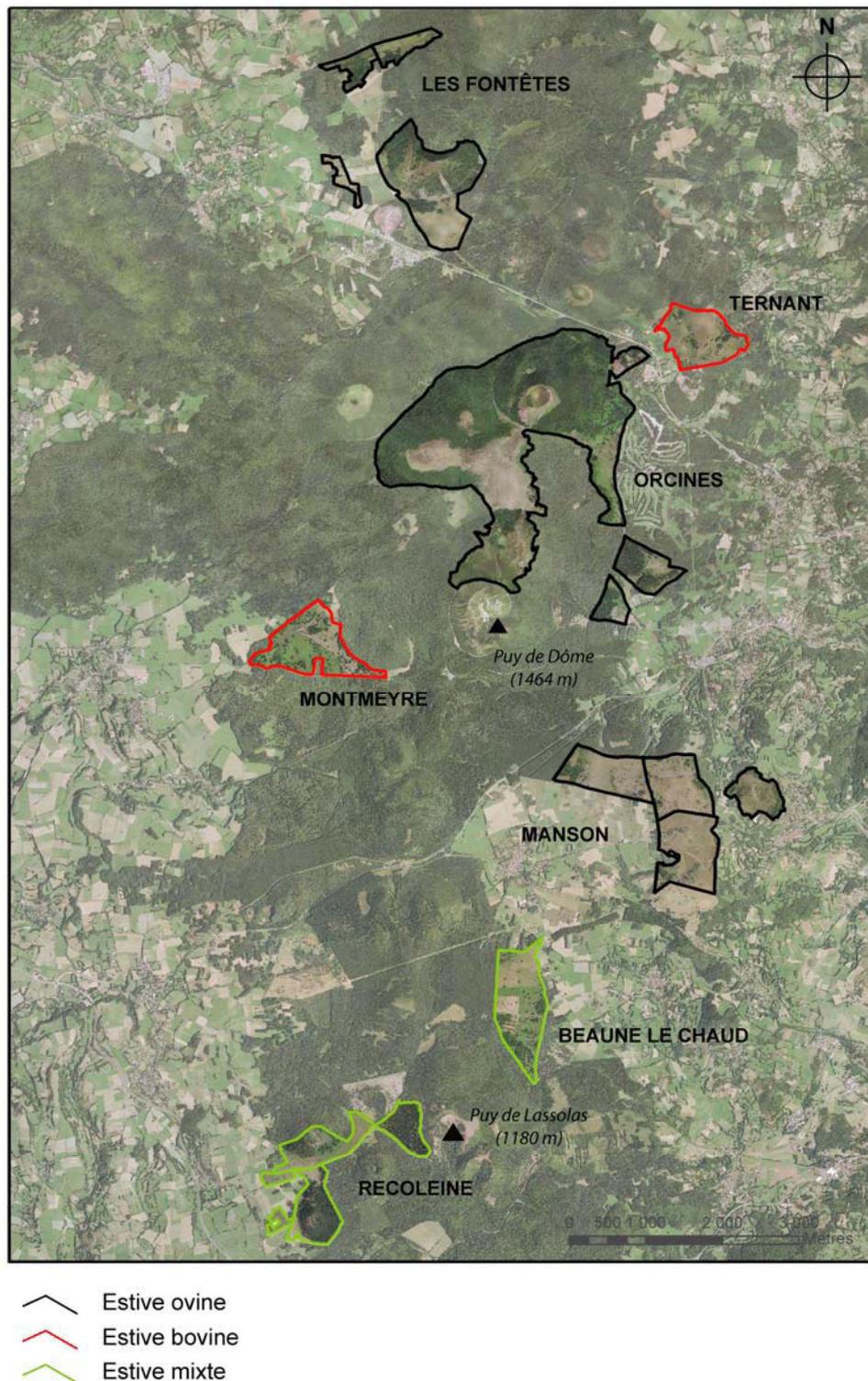


Figure 24 : Localisation des estives collectives de la Chaîne des Puys



GÉNÉRALITÉS	NOM	COOPÉRATIVE D'ESTIVE DES FONTÈTES
	COMMUNE	SAINT-OURS
SURFACE EXPLOITÉE	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL
	DATE DE CRÉATION	1982
	SURFACE (HA)	178
	NOMBRE DE PARCS	4
UTILISATEURS	ALTITUDE	950 - 1180
	DURÉE D'UTILISATION	15/05 - 30/10
	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	5
		5
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	OVIN
	NOMBRE D'ANIMAUX	600
	NOMBRE D'UGB	150
	% CHEPTEL	100% OVIN
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	100%
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES	



GÉNÉRALITÉS	NOM	COOPÉRATIVE D'ESTIVE D'ORCINES
	COMMUNE	ORCINES
SURFACE EXPLOITÉE	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL ET INDIVIS
	DATE DE CRÉATION	1982
	SURFACE (HA)	630
	NOMBRE DE PARCS	5
UTILISATEURS	ALTITUDE	920 - 1350
	DURÉE D'UTILISATION	15/05 - 15/10
	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	10
		8
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	OVIN
	NOMBRE D'ANIMAUX	1850
	NOMBRE D'UGB	463
	% CHEPTEL	100 %
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES	



GÉNÉRALITÉS	NOM	SYNDICAT D'ESTIVE DE MANSON
	COMMUNE	SAINT-GENÈS-CHAMPANELLE
SURFACE EXPLOITÉE	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL
	DATE DE CRÉATION	1992
	SURFACE (HA)	213
	NOMBRE DE PARCS	6
UTILISATEURS	ALTITUDE	950 - 1050
	DURÉE D'UTILISATION	15/05 - 15/10
	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	10
		5
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	OVIN
	NOMBRE D'ANIMAUX	1000
	NOMBRE D'UGB	250
	% CHEPTEL	100 %
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES	

Figure 25 : Descriptif des estives ovines de la Chaîne des Puys en 2011 (données agronomiques issues des entretiens avec les présidents de groupements pastoraux et données environnementales (surfaces, altitudes) issues des traitements cartographiques (SIG)).



GÉNÉRALITÉS	NOM	COOPÉRATIVE D'ESTIVE DE TERNANT
	COMMUNE	ORCINES
	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL
	DATE DE CRÉATION	1982
SURFACE EXPLOITÉE	SURFACE (HA)	68
	NOMBRE DE PARCS	4
	ALTITUDE	950 - 1050
	DURÉE D'UTILISATION	20/05 - 15/10
UTILISATEURS	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	5
		5
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	BOVIN (VIANDE - LAITIÈRE)
	NOMBRE D'ANIMAUX	90
	NOMBRE D'UGB	70 - 80
	% CHEPTEL	100% BOVIN
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	100%
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES, PARC DE CONTENSION, GIROBROYAGE ANNUEL	



GÉNÉRALITÉS	NOM	COOPÉRATIVE D'ESTIVE DE MONTMEYRE
	COMMUNE	CEYSSAT
	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL
	DATE DE CRÉATION	1986
SURFACE EXPLOITÉE	SURFACE (HA)	80
	NOMBRE DE PARCS	5
	ALTITUDE	950 - 1050
	DURÉE D'UTILISATION	10/05 - 31/10
UTILISATEURS	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	8
		8
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	BOVIN (VIANDE)
	NOMBRE D'ANIMAUX	100
	NOMBRE D'UGB	60 - 80
	% CHEPTEL	100% BOVIN
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	100%
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES, PARC DE CONTENSION, GIROBROYAGE ANNUEL	



GÉNÉRALITÉS	NOM	COOPÉRATIVE D'ESTIVE DE BEAUNE LE CHAUD
	COMMUNE	ST-GENÈS-CHAMPANELLE
	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL
	DATE DE CRÉATION	1982
SURFACE EXPLOITÉE	SURFACE (HA)	84
	NOMBRE DE PARCS	11
	ALTITUDE	950 - 1050
	DURÉE D'UTILISATION	25/05 - 25/10
UTILISATEURS	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	5
		5
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	BOVIN (LAIT-VIANDE), OVIN
	NOMBRE D'ANIMAUX	80 - 60 - 5
	NOMBRE D'UGB	100
	% CHEPTEL (UGB)	80 % - 60 % - 5 %
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	100 %
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES, PARC DE CONTENSION, GIROBROYAGE ANNUEL	



GÉNÉRALITÉS	NOM	COOPÉRATIVE D'ESTIVE DE RECOLEINE
	COMMUNE	NEBOUZAT
	NATURE DU FONCIER	SECTIONAL ET INDIVIS
	DATE DE CRÉATION	1987
SURFACE EXPLOITÉE	SURFACE (HA)	185
	NOMBRE DE PARCS	5
	ALTITUDE	980 - 1165
	DURÉE D'UTILISATION	15/05 - 15/10
UTILISATEURS	NOMBRE D'UTILISATEURS DE LA COMMUNE	8
		8
CHEPTEL ESTIVÉ	TYPE DE CHEPTEL	BOVIN (VIANDE) - OVIN
	NOMBRE D'ANIMAUX	40 - 700
	NOMBRE D'UGB	215
	% CHEPTEL (UGB)	18 % - 82 %
	% CHEPTEL DE LA COMMUNE	100 %
AMÉNAGEMENTS	PARC DE TRI, ABREUVOIR, CLÔTURES, PARC DE CONTENSION, GIROBROYAGE ANNUEL	



Figure 26 : Descriptif des estives bovines et mixtes (sources identiques fig. 25)

Globalement, sur le PNR des Volcans d'Auvergne, 20 % du territoire, soit 80 000 ha (Monts du Cantal, monts Dômes, Cézallier, Monts Dore) sont constitués d'estives. Ces structures d'exploitation mettent en valeur des terres collectives dont les multiples usages (randonnée à pied ou à cheval, chasse, parapente...) interfèrent dans l'organisation et le respect des pâturages⁴⁸ (Gobin, 1998). Ainsi, malgré une volonté politique, sur le terrain, des difficultés de gestion s'annoncent et l'augmentation de la fréquentation touristique du secteur accentue ces difficultés au cours du temps. En 1993, les estives ont bénéficié de l'article 19, dans le cadre d'une OGAF Environnement⁴⁹ puis d'une OGAF Estive afin de gérer la déprise agricole et le développement de la friche pour préserver les biotopes rares et sensibles (Di Pietro *et al.*, 1997 ; Laurens, 2005). Pour entrer dans le cadre de la réglementation européenne, diverses exigences sont requises (PNR des Volcans d'Auvergne, 1997) :

- être **menacées** à court terme de délaissement ;
- être situées dans une **ZNIEFF** ou un **site protégé** ;
- être couvertes d'une **végétation au stade d'évolution peu avancé**, permettant le maintien d'un paysage ouvert sans intervention mécanique lourde ;
- présenter un **intérêt environnemental**, paysager ou touristique.

Par la suite, les groupements pastoraux ont profité de financements FEADER de l'Union Européenne pour pérenniser leurs actions (CTE, CAD)⁵⁰. Mais l'arrêt de ces financements en 2007 a engendré une grave crise pour les éleveurs ovins, menaçant la survie des estives et mettant ainsi en danger des zones ouvertes de grande qualité environnementale. Seule la « prime à l'herbe » (ou PHAE), créée en 1992, reste pérenne sur la durée (Pradel *et al.*, 2000).

II.2.3. Représentativité morphopédologique des estives

L'interaction constante entre les processus morphogéniques et pédogéniques rend difficile l'analyse disjointe de leurs impacts respectifs sur la caractérisation de la végétation et de son évolution. Nous avons, par conséquent, décidé d'en montrer les caractéristiques au sein d'une même base de données. Ainsi, le tableau 5 synthétise la représentativité morphopédologique des territoires d'estives sur la base des travaux de Michelin, de la carte volcanologique de la Chaîne des puys et des données pédologiques relevées dans la bibliographie. Il sera complété par un découpage de l'espace à partir du SIG et du MNT, intégrant des couches de géologie, des cartes d'altitudes et de pentes (délimitation des effets de seuils). Le contexte morphopédologique dans le secteur est constitué principalement de formes volcaniques (cônes, dômes, maars, coulées) et de zones de plateau (granito-gneissique). Le plateau cristallin constitue la structure la plus ancienne de la zone, les autres formations (volcaniques) étant plus récentes et s'étant mises en place à la faveur de ses failles et vallées (Gobin, 1998). Par volcanisme, on entend donc à la fois les types péléen, strombolien et phréatomagmatique, le type strombolien étant le plus représenté. La nature de la roche mère conditionnant le degré d'acidité des sols, ces variations influencent le type de végétation associée et le type de succession. Elles sont cependant atténuées, ou amplifiées, par les recouvrements et saupoudrages qui peuvent être de natures chimiques diverses, de l'acide au basique (Aran *et al.*, 1998 ; Prévosto, 1999 ; Gury *et al.*, 2000 ; Prévosto *et al.*, 2002). Enfin, la perméabilité des roches explique que le réseau hydrographique soit très peu visible, l'alimentation en eau provenant de sources captées (Le Coeur, 1984 ; DDE *et al.*, 1997 ; Miallier *et al.*, 2004)⁵¹.

⁴⁸ Notamment par la présence de chiens errants (cas des estives d'Orcines et Manson).

⁴⁹ OGAF, 1970 : opération groupée d'aménagement foncier. Objectif : améliorer les structures foncières et immobilières des exploitations agricoles avec une procédure concertée. Puis OGAF environnement : prise en compte des « *pratiques compatibles avec les exigences de la protection de l'environnement et des ressources naturelles ou avec les exigences du maintien de l'espace naturel et du paysage.* »

⁵⁰ Voir glossaire des sigles

⁵¹ Les toponymes locaux sont d'ailleurs représentatifs avec l'usage répété du terme « *font* », la source : Fontanas, la Font de l'Arbre, la Fontaine du Berger, Fontfreyde et Freydefont, Fontclairant, les Fontêtes

Type	Dôme de type Péléen	Cône strombolien	Maar, phréatomagmatisme	Socle	Coulées volcaniques
Caract.					
Altitude	1000 à 1465 m	1020 à 1253 m	1178 m	760 à 800 m	680 à 900 m
Pentes	Convexo-concaves, fortes : de 30 à 50 °	Concaves, fortes : 20 à 40 °	Concave, très faible : -10°	Très faibles, 0-10°	Longitudinales et latérales variables
Nature de la roche	Trachytique	Basaltique (scories)	Basaltique et sédimentaire	Socle granito-gneissique	Laves basaltiques, trachy-basaltiques et trachy-andésitiques
Formations Superficielles	Recouvrements trachy-basaltiques et trachy-andésitiques à trachytiques	Recouvrements trachy-andésitiques à trachytiques au nord, saupoudrage trachy-basaltique au sud, colluvions (coulées boueuses et de solifluxion, Puy des Gouttes)	Recouvrements trachy-basaltiques	Altérites, recouvrements trachytiques et trachy-andésitiques, saupoudrages trachy-basaltiques	Accumulations scoriacées, recouvrements trachytiques, trachy-andésitiques, saupoudrages trachy-basaltiques
Répartition des édifices	Zone nord de la Chaîne des Puys	Répartition homogène sur toute la Chaîne	Localisation occasionnelle, fonction de la présence d'eau	Est de la zone	Homogène
Variations	Fonction de l'exposition, l'altitude, l'importance et du type de recouvrement, brèches	Idem, différenciation N/S au niveau des formations superficielles, cratères égueulés	Fonction du substrat de départ : volcanique ou plutonique et du remplissage ou non d'eau	Cailloux et blocs d'origine volcanique et granitique, lave trachy-basaltique, trachy-andésitique (Beaune-le-Chaud)	Blocs, cailloux et intumescences
Type de sol	Sols andopodzoliques (acide)	Andosols humifères, eutrophes à mésotrophes	Andosols humifères ?	Sols bruns acides, peu profonds, meilleure capacité de rétention quand recouvrements	Andosols, peu profonds à squelettiques, plus profonds sur projections basaltiques
Contraintes	Altitudes, pentes, sols pauvres et acides	Altitude, pentes (cratères égueulés = fortes)	Altitude	Xericité	Blocs, sols minces
Avantages	Sols légers	Sols fertiles	Sols fertiles et pentes faible	Sols légers, pentes faibles	Andosols souvent fertiles
Exemples	Puy de Dôme, Clierzou, Petit Suchet, (estive d'Orcines)	Puy des Gouttes (estive des Fontêtes), Puy de Lassolas (estive de Recoleine)...	Nid de la Poule sur petit Puy de Dôme	Manson, Ternant, Beaune-le-Chaud	Bruyère des moines (Orcines), Puy de Pourcharet (Recoleine)

Tableau 5 : Morphopédologie des estives de la Chaîne des Puys (Photographies M.L. de gauche à droite : le Puy de Dôme, le Puy des Gouttes, le Nid de la Poule (petit Puy de Dôme), parc de Monges nord sur Manson, coulée volcanique des puys de La Vache et Lassolas à Saint-Saturnin)

II.3. UNE BIODIVERSITE RECONNUE

Aujourd'hui, on note une superposition de différents niveaux de protection sur ces zones d'estives avec le site classé et inscrit délimitant la Chaîne des Puys, le SCOT, les ZNIEFF et Natura 2000 (Birard *et al.*, 2011). Auxquels s'ajoute le projet d'inscription au Patrimoine mondial de l'Humanité par l'Unesco, porté par le Conseil Général du Puy de Dôme. Ce dernier fait naître aujourd'hui de nouveaux espoirs et développe déjà de nouvelles actions, comme le soutien à l'activité pastorale, par la prise en charge d'une partie de la paye du berger (effective en 2011).

II.3.1. Des zones ouvertes protégées...

L'Auvergne dans son ensemble se situe au premier rang du réseau Natura 2000 en raison de la diversité de ses paysages et de sa situation biogéographique en France et en Europe. La mise en place de ce réseau est d'une importance cruciale pour la zone car : *Il s'agit de promouvoir une gestion adaptée des habitats naturels et des habitats de la faune et de la flore sauvages tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que des particularités régionales et locales de chaque Etat membre.*⁵².

Le Parc naturel régional, quant à lui, est recouvert à 60 % par des espaces naturels remarquables et s'intègre donc dans de nombreux réseaux de préservation, dont Natura 2000 (zones délimitées en 2001, DOCOB validé en 2011⁵³) et de nombreuses ZNIEFF⁵⁴ (DREAL Auvergne, 2008). Le site Natura 2000 de la Chaîne couvre à lui seul 2041 ha, à des altitudes variant entre 600 et 1450 m, en 9 entités pour 12 habitats (24 pour l'ensemble du PNR). La plupart des zones classées, essentiellement des landes et pelouses développées sur les flancs et sommets des volcans, se situent dans les estives des Dômes, qui paraissent donc d'intérêt général, tant patrimonial qu'écologique (Birard *et al.*, 2011) ; fig.27.

Rappelons que les végétations prairiales et pastorales ne sont pas des formations naturelles, mais sont la résultante d'actions anthropiques comme les mises en culture, pâture, fauche, drainage, défrichements, etc. (Barjou *et al.*, 2002). Sans ces activités, la formation naturelle tend vers la forêt, ici la hêtraie / hêtraie-sapinière (De Montard, 1991). On peut citer parmi les espèces reconnues et classées dans la Liste rouge régionale, liste I des espèces prioritaires et dans le Livre rouge de la flore menacée en France (fig.27) : *Biscutella lamottei*, *Campanula rhomboidalis*, *Cystopteris dickieana*, *Gagea lutea*, *Lilium martagon* (Natura 2000, 2000 a - b ; 2003 ; Antonetti *et al.*, 2006).

II.3.2. ... mais menacées par l'évolution ligneuse

Cette flore, emblématique des milieux ouverts ou en cours de fermeture, et protégée à ce titre à différents niveaux, est menacée par l'extension drastique de la forêt. On peut remarquer (fig.28) que les massifs forestiers sont divers (feuillus, résineux ou mixtes) mais surtout prépondérants dans la zone. Ainsi, les estives apparaissent comme des enclaves, des reliques des vastes zones ouvertes du XIXe siècle. D'où l'importance de mieux connaître les dynamiques en cours, les types de successions, les vitesses, et le réel impact du troupeau sur ces zones. Si les terres abandonnées sont aujourd'hui complètement boisées de façon spontanée ou par plantations, les estives sont encore ouvertes et leur gestion devient de première importance. La colonisation forestière est donc la menace principale des milieux ouverts de cette zone.

⁵² <http://www.parc-volcans-auvergne.com/php/vivre/paysage/natura/reseau.php4>

⁵³ Natura 2000 : objectifs : préserver la diversité biologique sur le territoire de l'Union Européenne.

⁵⁴ ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique.

ESPACES PROTEGES



FLORE MENACEE (Livre rouge des espèces)



Biscutella lamottei



Gagea lutea



Campanula rhomboidalis



Lilium martagon

Figure 27 : Localisation des zones de protection Natura 2000 et ZNIEFF ; Espèces classées dans le livre rouge des espèces menacées (photographies M.L. et <http://www.tela-botanica.org/>).

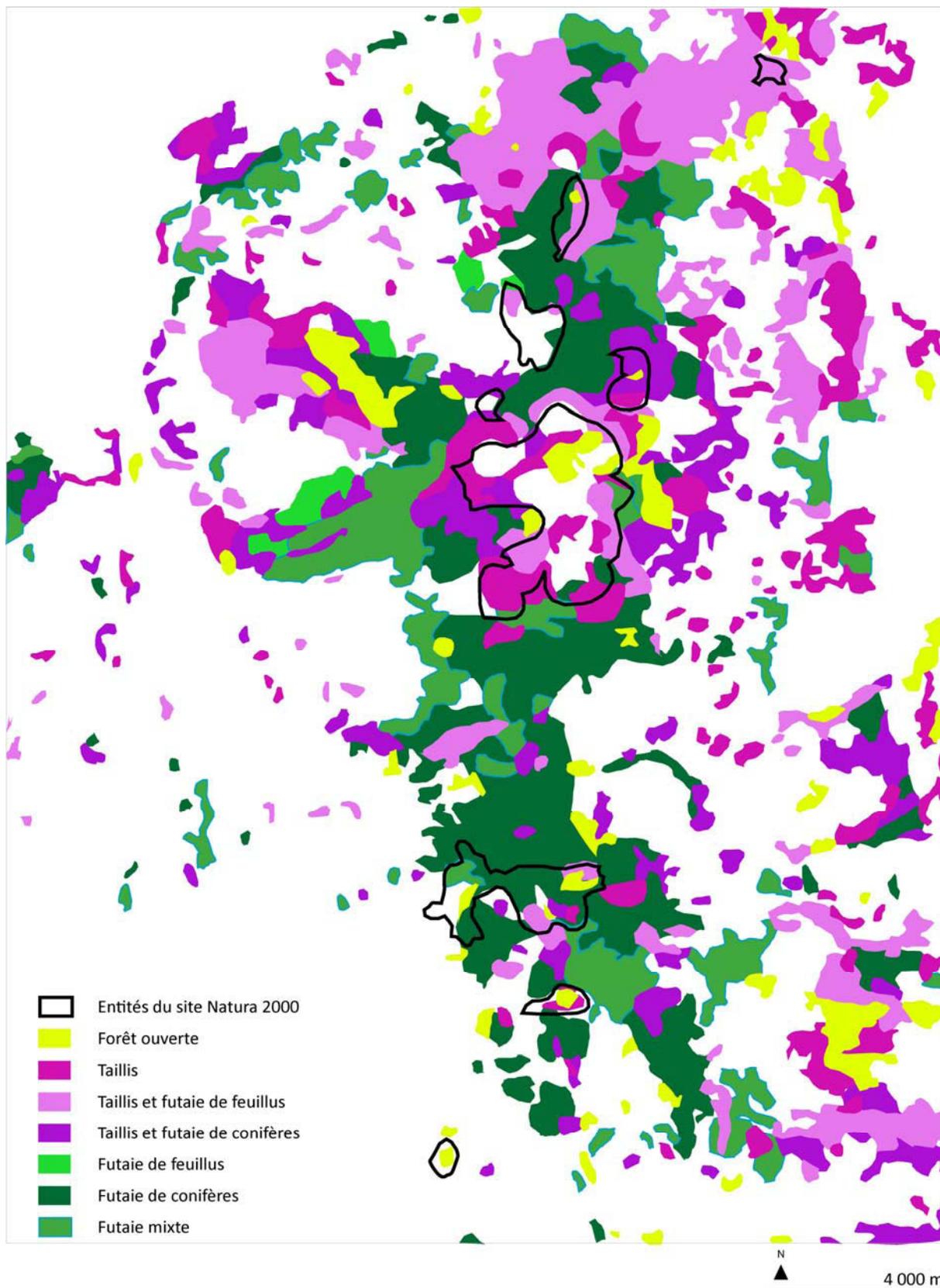


Figure 28 : Carte des essences forestières des entités Natura 2000 de la Chaîne des Puys (d'après Birard *et al.*, 2011)

Cette extension suit deux principaux types de trajectoires : celui de la friche à *Cytisus scoparius* (très représentée sur les estives de Ternant et de Manson) et celui de l'association callune-nard, typique des landes à fortes influences atlantiques (les Fontêtes, Orcines et Manson). Un autre modèle peut y être ajouté, celui du Brachypode penné ; déjà observé par Lemée en 1952 sur le Puy de Dôme (estive d'Orcines), mais plus souvent synchrone à l'extension de *Betula* ou *Corylus* que comme premier stade avant leur colonisation. Nous présentons dans la figure suivante (fig.29) un modèle d'évolution global des ligneux dans la Chaîne des Puys, les types de successions ayant été développés précédemment (Loiseau *et al.*, 1979 ; Doche, 1984 ; Coquillard *et al.*, 1985 ; Loiseau *et al.*, 1986 ; André, 1995 ; Orth *et al.*, 1998b ; Sulmont *et al.*, 2000 ; Orth *et al.*, 2002 ; Carrère *et al.*, 2003 ; Curt *et al.*, 2004 ; Prévosto *et al.*, 2004 ; Prévosto *et al.*, 2006).

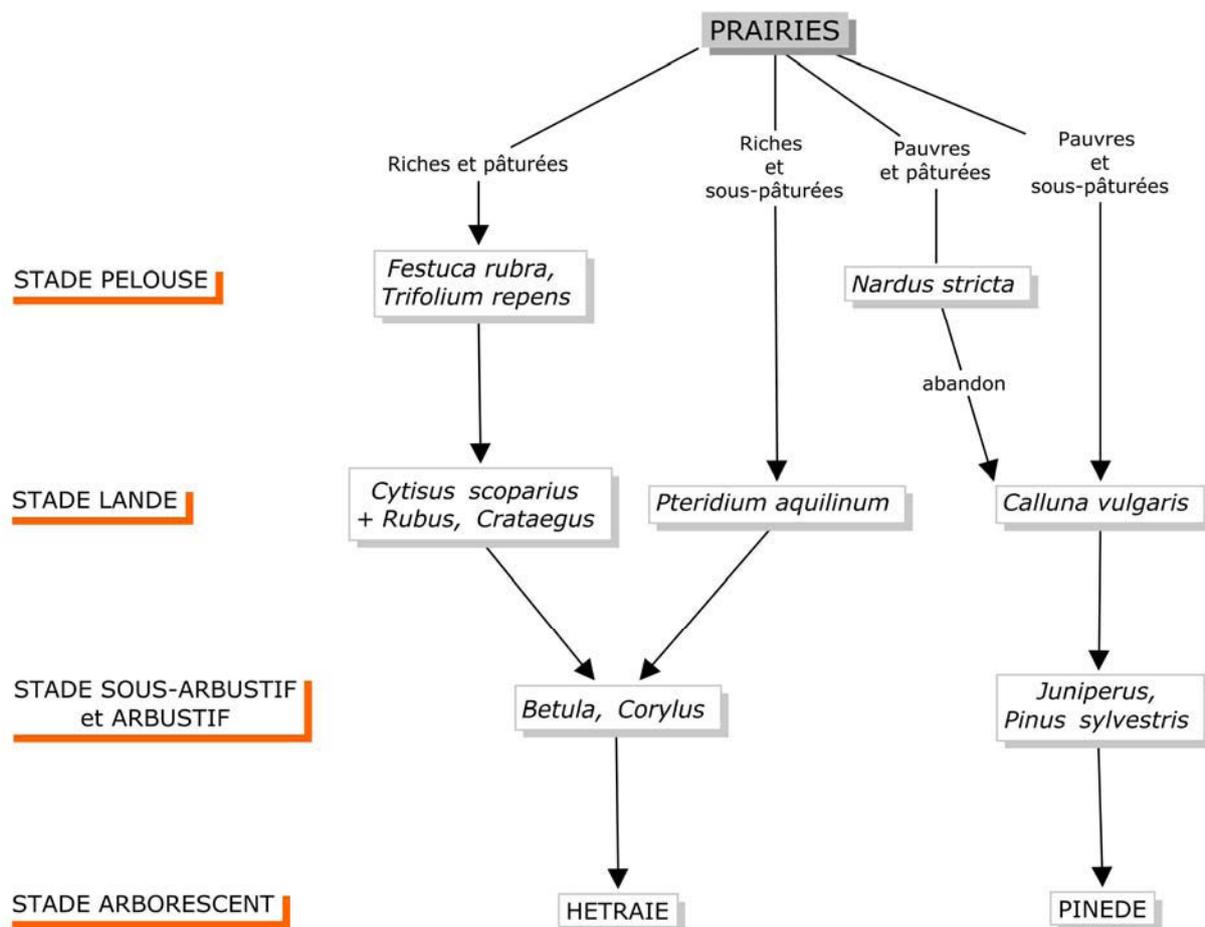


Figure 29 : Modèle global d'évolution ligneeuse dans les estives

Aujourd'hui, le constat est assez sévère, la plupart des zones sont en cours de recolonisation ligneeuse, et ce, malgré des initiatives multiples. En effet, les indicateurs écologiques de sous-pâturage ou de déprise agricole connus sont très présents, comme : *Brachypodium pinnatum*, *Calluna vulgaris*, *Cytisus scoparius*, *Juniperus communis*, *Rubus sp.*, *Pteridium aquilinum*. En situation de sous-pâturage, on observe un tri dans l'alimentation des animaux, donc un impact sur les bonnes graminées fourragères. Les espèces les moins appétentes, peu impactées, sont alors en position de force, et leur dynamisme colonisateur est plus intense qu'en cas d'abandon total, où les espèces sont toutes compétitives au même degré (Barjou, 2002). L'impact anthropique n'étant plus suffisant pour maintenir la propagation de ces espèces, les successions végétales secondaires ou postculturales

s'établissent, avec des ligneux tels *Corylus avellana*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* puis *Fagus sylvatica* en milieu frais et humide et *Picea abies* de façon ubiquiste.

CONCLUSION

A des échelles variées, le Parc naturel régional, la Chaîne des puys et les estives des Dômes sont des territoires emblématiques, reconnus pour leur biodiversité et la qualité de leurs paysages. Ils sont, à ce titre, l'objet de diverses mesures de protections de leur faune et de leur flore. Cet état actuel est l'héritage des actions et pratiques anthropiques sur des milieux remarquables du fait de leur géologie. Cependant, il ne s'agit pas seulement d'un héritage. Les zones protégées sont, pour la plupart, des espaces encore agricoles et utilisés comme pâtures. Le maintien et le soutien de ces activités devraient donc être prioritaires dans les programmes de gestion qui visent la sauvegarde de ces milieux.

Dans ces conditions, notre étude doit donc s'attacher à caractériser ces pratiques de gestion pastorale de l'espace dans leurs particularités, afin de déceler leurs impacts respectifs sur les parcours et de cibler les difficultés qu'elles rencontrent pour persister. Mais notre travail vise également à la recherche des causes et des conséquences du phénomène d'extension ligneuse menaçant les zones ouvertes. L'objectif n'est pas ici de stigmatiser la colonisation de l'arbre, mais bien d'analyser les divers constituants de la mosaïque paysagère et leur dynamisme.

Une telle démarche scientifique a pour finalité de proposer des outils théoriques et pratiques faciles à mettre en œuvre pour élaborer une forme de gestion particulière des territoires. Ce modèle de gestion, attaché à des espaces dynamiques, est par conséquent loin des concepts d'équilibre des écosystèmes et des paysages, et doit être, ainsi que le rapporte Kunstler (2005), *recentrée sur les processus*. Selon lui, la connaissance de ces processus et de la dynamique des écosystèmes *non à l'équilibre* ne permet pas de prédictions précises mais reste préférable à l'utilisation de prédictions erronées, trop loin de la réalité des espaces.

La prise en compte de l'incertitude et de la stochasticité permettra justement l'application d'un modèle théorique de gestion dynamique plus léger (bien que nécessairement complexe), plus facile à modifier, pour rester en interaction avec la réalité et s'approcher ainsi concrètement de la gestion d'un système homme-milieu.

CHAPITRE 3. CADRE METHODOLOGIQUE

I. DEMARCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE ET STRATEGIE D'ACQUISITION DES DONNEES II. METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS

La démarche méthodologique adoptée est empruntée à divers champs disciplinaires. Pour répondre aux objectifs fixés, les techniques et outils mobilisés sont issus de l'agronomie, de l'écologie et de la géographie (Cohen *et al.*, 1999). Le traitement des données à disposition, et l'acquisition des données sur le terrain sont schématisés sur la figure 30.

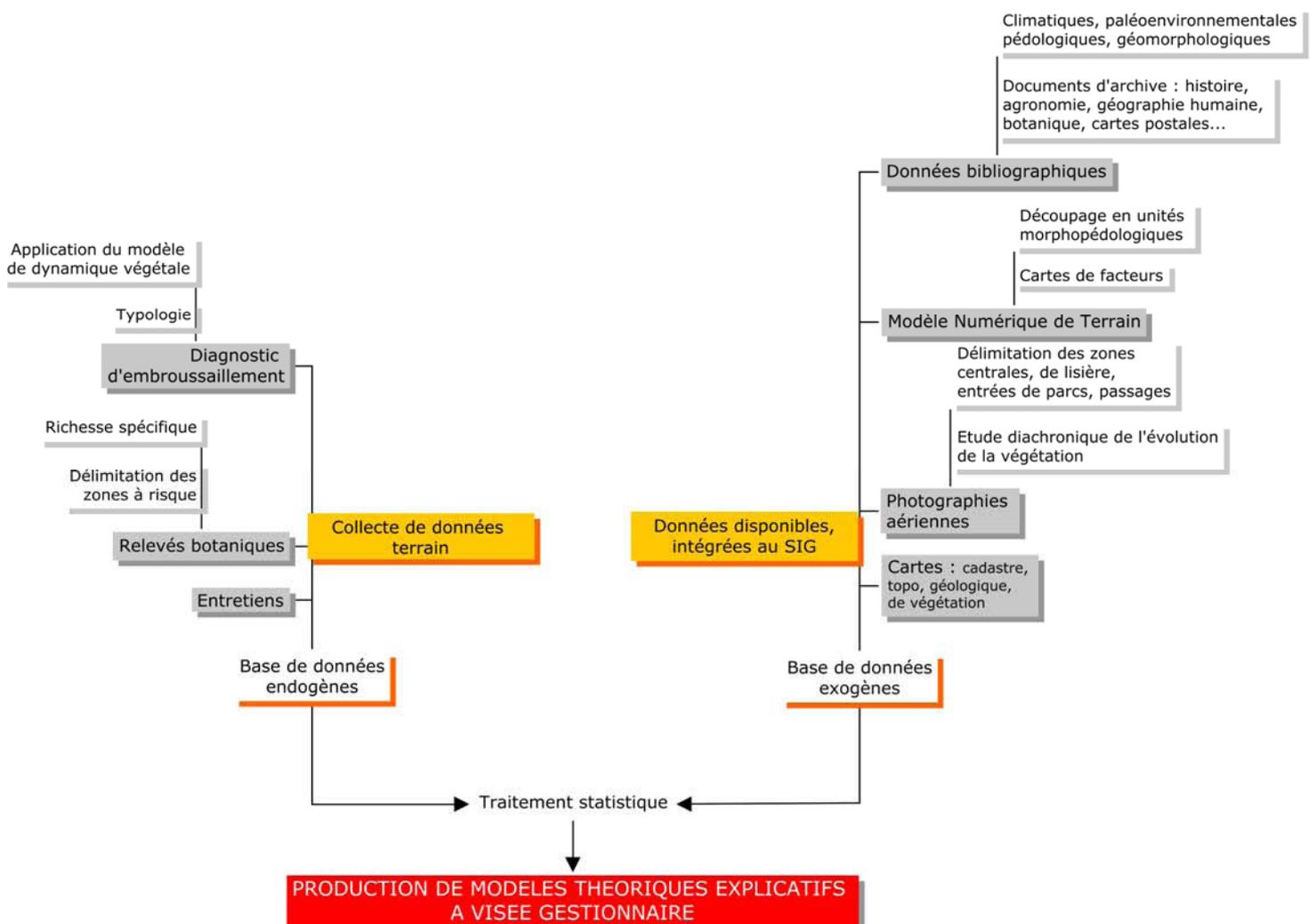


Figure 30 : Organigramme méthodologique

La compréhension des phénomènes d'enfrichement et de fermeture relève de plusieurs disciplines. Avant de quantifier ces phénomènes, il nous a semblé nécessaire de qualifier la dynamique végétale et d'en analyser les causes. Ces dernières sont liées au territoire, à son histoire, sa culture, au système économique local, régional, international. Cette étude, multicausale et multifactorielle, profite de l'essor des techniques actuelles, mais ne doit pas, selon nous, se limiter à leur utilisation.

I. DEMARCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE ET STRATEGIE D'ACQUISITION DES DONNEES

Afin de caractériser la végétation actuelle des estives de la Chaîne des puys et de retracer les évolutions végétales sur les 60 dernières années, nous avons recueilli plusieurs types de données (fig.30). Les données à disposition, ou exogènes, concernent les cartes (cadastre, topographique, géologique et de végétation), les photographies aériennes, les Modèles Numériques de Terrain et les données bibliographiques variées (documentaires ou environnementales). Ces données ont été intégrées à des logiciels de cartographie (ER Mapper, MapInfo, ArcGis), afin de produire un Système d'Information Géographique (SIG). Les données acquises sur le terrain, ou endogènes, sont de deux types : écologiques (botaniques, environnementales) et anthropiques (socio-économiques et de l'ordre des pratiques). Les méthodes utilisées et les techniques d'acquisition ont été choisies en fonction des objectifs de départ (qualification et quantification de la colonisation ligneuse du secteur selon une démarche spatio-temporelle) parmi les divers champs disciplinaires abordés.

I.1. CHOIX DU NIVEAU DE RESOLUTION

... Ou comment dépasser l'ambiguïté d'échelle ? La Chaîne des Puys couvre 170 km² et nous nous attachons à qualifier et quantifier des dynamiques se produisant à des échelles locales voire stationnelles. Afin de mieux appréhender la dynamique ligneuse, les modalités, contraintes et enjeux liés à celle-ci dans le paysage, nous avons adopté une démarche multiscalaire. Il s'agit donc ici de faire un compromis entre l'échelle globale de l'ensemble des estives (environ 1500 ha) affecté par des dynamiques paysagères et socio-économiques, l'échelle locale de l'estive et de ses processus écologiques et l'échelle stationnelle de la composition floristique et des dynamiques d'embroussaillage des parcs. Or, l'échelle locale nécessite l'acquisition de nombreuses informations : date d'abandon et de reprise de l'activité, localisation de ces mouvements abandon/reprise s'ils ne sont pas homogènes sur l'ensemble de l'estive, modes d'exploitation, pratiques, etc. Nous avons donc choisi de restreindre l'étude fine à trois estives. Elles ont été choisies en croisant contexte géomorphologique, type de cheptel et types de pratiques exercées sur la durée de l'étude (tab. 6).

Estive	Cheptel	Géomorphologie	Pratiques	Spécificités
Orcines	Ovin	Plusieurs puys : Dôme, Pariou (cône), Clierzou (dôme), Petit (dôme) et Grand Suchet (cône) et plateau, altitudes variées	Abandon et sous-exploitation fin 1970 / début 80, reprise en 1982, peu de girobroyage, pâturage libre sur une parcelle de 500 ha	Forte fréquentation touristique, conciliation parfois difficile des différents usages
Manson	Ovin	Puy de Manson (nom vernaculaire, surélévation du plateau granito-gneissique) et plateau	Jamais d'abandon mais parcelles sous utilisées au début des années 1970	Altitude quasiment égale sur toute la zone donc phénologie identique, rend difficiles les plans de pâturage
Recoleine	Ovin et bovin	Puy de Lassolas, Montgy et Pourcharet (cônes) + coulée	Sous-exploitation fin des années 1970/début 80, reprise en 1987, pas de clôtures fixes en ovin mais mobiles, girobroyage en bovin	Même bergère depuis plus de 20 ans (pérennité dans les pratiques), différenciation de la végétation ovin/bovin

Tableau 6 : Choix des trois estives représentatives

I.2. CONSTITUTION D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

L'ensemble des données exogènes (fig.30) sont acquises brutes, sur support numérique ou papier. Il s'agit de cartes diverses (géologiques, topographiques), photographies aériennes et/ou images satellitaires, base de données altimétrique de l'IGN (BDAlti®) qui serviront de base à la caractérisation et l'analyse des dynamiques en cours (Moreau, 2005), par l'intégration dans un SIG. D'autres documents annexes serviront à l'analyse : cartes postales et photographies anciennes, notamment celles des manuscrits pour la plupart remontant au début du XXe siècle, et cartes de végétation.

I.2.1. Photo-interprétation de l'occupation du sol

La cartographie de la végétation est depuis une quinzaine d'années en plein renouveau, avec les techniques issues de la géomatique, et de nouvelles perspectives se dessinent en matière de caractérisation de l'hétérogénéité spatiale (Marage, 2004). L'objectif de la méthode est de reconstituer la dynamique de la végétation sur une période définie afin de mettre en évidence les transformations de l'usage des sols (Lifran *et al.*, 2003). La mise en application d'une nomenclature préalablement déterminée permet ainsi de qualifier et de quantifier les taches de la mosaïque paysagère. Pour effectuer cette photo-interprétation de l'occupation du sol, l'acquisition de données satellitaires ou aériennes est nécessaire. Le choix entre ces deux types de données disponibles est défini sur la base de deux critères :

- des données disponibles sur le long terme afin d'effectuer une analyse diachronique ;
- des prises de vue correspondant à l'échelle d'étude.

Malgré leur finesse et la vaste étendue de terrain contenue en un seul cliché, les images satellitaires ne sont disponibles que depuis les années 1970. Or, les objectifs fixés nécessitent une étude diachronique sur plus de 50 ans (afin de prendre en compte les successions sur une longue durée). Nous avons donc choisi d'utiliser des photographies aériennes qui sont disponibles depuis 1950.

Avant d'être exploitées, les photographies aériennes doivent être orthorectifiées (Muraz *et al.*, 1999), c'est-à-dire géoréférencées⁵⁵ et redressées⁵⁶. Nous avons effectué cette manipulation avec le logiciel ErMapper à raison de 50 points minimum de redressement par photographie pour une erreur, RMS⁵⁷, inférieure à 1. L'objectif de la minimisation des erreurs réside dans les manipulations futures de cette donnée de base et leur fiabilité. En effet, le chevauchement des photographies, puis la cartographie à fine échelle et les superpositions nécessitent une qualité importante au départ.

L'ensemble de la photo-interprétation des photographies aériennes a été effectuée avec MapInfo Professional® version 7.5. L'échelle de lisibilité la plus fine atteinte sur la plus ancienne et médiocre des missions (1954) était le 1/1000^e. Nous avons donc interprété la végétation à cette échelle pour l'ensemble des années concernant l'étude fine des évolutions. L'analyse globale a, quant à elle, été réalisée au 1/2500^e. En ce qui concerne la végétation arbustive et arborée, chaque arbre isolé, front de colonisation et bosquet ont été digitalisés le plus finement possible afin d'estimer les vitesses d'extension au plus près de la réalité.

Afin de limiter au maximum les erreurs dues à l'altitude, les couches ont ensuite été combinées à une carte des pentes) par calcul intégré au SIG. Cet algorithme permet de calculer des surfaces développées plus proches de la réalité que les surfaces planes observables sur les photographies aériennes. Son utilisation est nécessaire en cas de fortes pentes⁵⁸.

⁵⁵ Localisées en coordonnées géographiques x/y, avec application du système de projection Lambert 2 étendu

⁵⁶ Correction des déformations liées au relief, z, et à la prise de vue par combinaison avec le MNT

⁵⁷ RMS : *Root Mean Square* : méthode des moindres carrés qui calcule l'écart entre le point observé et le point calculé du modèle de référence ceci sur l'ensemble des observations (points de redressement).

⁵⁸ Cas d'un triangle à angle droit en B, BC correspond à la surface plane, et AC à la surface développée

I.2.2. Analyse diachronique

L'approche diachronique⁵⁹, par le biais d'observations temporellement espacées, permet de dresser les différents états de l'occupation du sol et d'obtenir une évaluation directe des vitesses d'évolution par superposition des couches (Dorée, 1995a ; Brau-Nogué, 1996 ; Prévosto, 1999).

Un compromis entre les résultats attendus d'une fine connaissance des évolutions, le pas de temps d'observation relativement long (cinquante ans) et le temps de production de ces résultats s'est effectué au préalable au choix des missions. Un pas de temps de dix ans entre chaque mission nous a semblé assez fin et acceptable pour le type de résultat attendus (distinction des différentes states et des stades évolutifs au cours du temps). En fonction des disponibilités des missions de l'IGN, et pour garder le pas de temps choisi entre chaque mission, nous avons choisi les années 1954, 1964, 1974, 1985-86 (selon les secteurs), 1995-96 (*idem*) et 2004.

A l'échelle globale de l'ensemble des estives, nous nous sommes limités à l'analyse de l'occupation du sol à deux dates : 1974, période charnière avec la fin du système traditionnel et les défaillances qui s'en sont suivies, et 2004, pour l'analyse de l'état actuel. L'analyse des évolutions consiste en une analyse spatiale et quantitative, par tableau de contingence.

Pour l'étude fine des trois estives représentatives, chacune des six dates digitalisées forme une couche dans le SIG. Elles ont ensuite été superposées selon le protocole suivant après intégration dans le logiciel ArcGIS 9.1 :

1. **Codification** de la couverture végétale : chaque couche dans le SIG se voit attribuer cette codification dans sa table attributaire (tab.7) ;
2. Multi-superposition/**overlay successifs** de toutes les cartes de couverture végétale ;
3. Analyse des **séquences** obtenues ;
4. **Regroupement** thématique ;
5. **Analyse des successions** : typologie, vitesse de transition, surfaces représentatives.

Type de couverture végétale	Code associé
Sol nu	1
Stade herbacé	2
Stade lande	3
Stade sous-arbustif et arbustif	4
Stade forestier, arboré	5

Tableau 7 : Codification de la couverture végétale

Nous cherchons par ce protocole à superposer toutes les cartes de couverture végétale décennales selon une méthode synchronique. D'ordinaire les cartes sont superposées une à une et seules les évolutions interannuelles sont analysées par tableaux de contingences (1954 avec 1964, 1964 avec 1974, etc.). Ici, nous proposons donc de superposer toutes les années conjointement, de manière à dégager des séquences évolutives spatialisées. La caractérisation de ces séquences est donc thématique (types d'évolution), chronologique (temps de transition d'un stade à un autre) et l'ensemble est spatialisé dans le SIG donc localisable et peut être couplé avec les cartes des variables environnementales (pentes, altitudes, exposition).

I.2.3. Production du MNT et des cartes dérivées

La BDAlti® 2010 de l'IGN a permis de produire un Modèle Numérique de Terrain avec le logiciel ArcGis. A partir de ce MNT, nous avons réalisé des cartes de variables environnementales qui permettent une analyse plus fine du secteur et des types de milieux présents. La combinaison de ces

⁵⁹ Diachronique : du grec « *dia* » à travers et « *chronos* » le temps

cartes avec celles de couverture végétale permettra d'envisager la répartition de la végétation en fonction des facteurs physiques, et de déterminer l'influence du milieu physique sur les évolutions spatio-temporelles (Cook, 1966 ; Camacho, 2004 ; Caplat, 2006). Dans cet objectif, nous avons produit trois types de cartes (Garcia-Aguire *et al.*, 2007) :

- une **carte de pentes**, dont la nomenclature permet d'appréhender les zones de faibles pentes du plateau des Dômes et les zones de plus fortes pentes des cônes et dômes ;
- une **carte des expositions**, car celles-ci influencent la localisation des espèces herbacées, puis le type de succession (Lemée *et al.*, 1956 ; Doche, 1982) ;
- une **carte des altitudes**, car celles-ci ont un rôle prépondérant dans la sélection des espèces. Le Puy de Dôme, qui culmine à 1464 m offre une gamme d'espèces beaucoup plus large que les autres puys, puisqu'il atteint l'étage subalpin en son sommet (étage établi à 1450m). Les sommets des puys étant atteints par des vents violents, la végétation y est contrainte (anéomorphisme) et ces cartes d'altitudes permettent d'analyser cette contrainte.

I.2.4. Production d'outils d'analyse des pratiques

La démarche adoptée dans ce cadre vise à estimer les vitesses de colonisation ligneuse en fonction de l'impact des facteurs anthropiques. La production d'outils d'analyse des pratiques agricoles, facilement intégrables dans un SIG a donc été un objectif primordial, afin de les spatialiser. Les travaux de Balent (1993b) constituent une référence en la matière (logiciel CARPAT) avec la prise en compte d'indicateurs comme les déplacements et le degré de fréquentation des surfaces pastorales afin de quantifier l'intensité du pâturage. Nous chercherons à quantifier cet impact au regard d'éléments constitutifs des parcelles et du comportement animal. Cet élément de la méthodologie est à l'interface entre les données endogènes et exogènes car il utilise des données acquises sur le terrain et les introduit dans le SIG élaboré en laboratoire.

Le protocole mis en place a donc visé l'acquisition de deux types de données :

1. **Les éléments constitutifs des parcelles**, observés sur le terrain puis intégrés au SIG. Ils engendrent un type de végétation particulier (ex. : *Plantago lanceolata*, *Poa patura*, etc.) par le passage répété des animaux, ou le parcage. Nous distinguons :
 - les **entrées de parc**,
 - les **abreuvoirs**,
 - les **parcs de tri**,
 - les **lisières** ou écotones (Vanpeene Bruhier, 1998).
2. **L'action du bétail et ses habitudes**, repérés sur le terrain avec les troupeaux et délimités à partir du MNT et des cartes de variables environnementales des altitudes et des expositions :
 - **repos** sur les points haut ;
 - **préférence** pour les positions ensoleillées.

Ces données sont introduites dans le SIG et rattachées à des tables attributaires. Parallèlement, nous avons utilisé un outil permettant de faire des *zones tampons* (sous MapInfo). Il s'agit de disques concentriques de différentes tailles (10, 20, 30 m selon la superficie de la parcelle) créés autour de ces entités spatiales. La couverture végétale est ensuite découpée et les tables attributaires renseignées (calcul des surfaces). L'objectif est de déterminer si la couverture végétale est impactée par la structuration des parcs et l'action du bétail. Les relevés de terrain seront également mis à contribution dans cette analyse (présence d'espèces caractéristiques).

I.3. ACQUISITION DES DONNEES ENDOGENES

Les données acquises sur le terrain ont pour objectif la production d'un état des lieux des parcelles et plus généralement des estives. Trois diagnostics sont envisagés dans ce cadre, celui de la flore, de l'embroussaillage (Picart et Fleury, 2001), des exploitations et de leurs pratiques collectives.

I.3.1. Diagnostic d'embroussaillage des parcelles

La prise de conscience du phénomène de colonisation végétale spontanée dans les estives, alors que ces zones sont agronomiquement actives, nécessite l'établissement d'un état des lieux. Le diagnostic d'embroussaillage, méthode développée au sein du GIS Alpes du Nord par Picart & Fleury (2001) et reprise dans sa thèse par Camacho (2004), permet d'aborder la colonisation végétale par des techniques de terrain reproductibles, alliant analyse qualitative et quantitative. Cette méthode privilégie la physionomie des végétaux et leur morphologie, plutôt que la composition floristique exhaustive des groupements. Compléter la méthode du diagnostic d'embroussaillage avec celle, plus traditionnelle et phytosociologique de Braun-Blanquet, permettra d'affiner l'analyse à l'échelle spécifique et notamment de repérer les espèces rares ou emblématiques des milieux ouverts, ainsi que celles qui sont rattachées à l'impact variable du troupeau.

A partir de l'analyse globale puis des centres et lisières de parcelles, le diagnostic permet de quantifier l'embroussaillage des espaces et de le spatialiser, mais aussi d'en évaluer la capacité de propagation, en fonction du type d'espèce et de son potentiel dynamique. L'espace est ainsi envisagé selon des aspects dynamiques et prévisionnels et comme préalable à un cadre de gestion.

Objectifs

1. Déterminer des patrons d'embroussaillage des estives par la description :

- des modes de colonisation (front, nucléation, dissémination) ;
- des types physionomiques fondés sur la morphologie des ligneux : taille, port, mode de régénération (tab. 8).

Type	Mode régénération / dissémination	Description	Espèces
Espèces à fruits charnus	Ornithochorie et/ou multiplication végétative	Espèces très envahissantes, surtout en zones centrales des parcelles. Rameaux tombants, gêne au passage des animaux	Pionnières : <i>Rosa canina</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Juniperus communis</i> Espèces plus piétinées : <i>Sorbus aria</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Genista pilosa</i>
Espèces drageonnantes	Multiplication végétative, zoochorie	Espèces envahissantes sur la parcelle, épaissement rapide	<i>Corylus avellana</i>
Espèces résineuses à petites graines	Anémochores	Dissémination à grande distance, croissance en hauteur	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i> .
Espèces à petites graines	Anémochores et/ou multiplication veg.	Héliophiles, stations centrales, propagation forte	<i>Betula pendula</i> , <i>Alnus glutinosa</i>
	Anémochores non drageonnantes	Héliophiles, stations centrales	<i>A. pseudoplatanus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Ulmus glabra</i> , <i>U. minor</i>
Arbres à grosses graines	Zoochores	Pas de multiplication végétative, sciaphiles en lisière	<i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fagus sylvatica</i>

Tableau 8 : Espèces ligneuses majoritaires et capacité de propagation des espèces présentes dans la Chaîne des Puys⁶⁰ (d'après Picart et Fleury, 2001)

2. Mettre en évidence l'impact des facteurs physiques et humains sur les parcelles :

- **caractérisation** du milieu physique : relevé de végétation, considérée comme indicateur des conditions écologiques (calcul d'indice d'Ellenberg), puis parallèle avec la géomorphologie (SIG), les environs de la parcelle : type de paysage et semenciers potentiels ;
- **corrélation** entre le modèle d'évolution (fig.31) et les types physionomiques (tab. 8) ;
- **détermination** des séquences techniques de pâturage : elles tiennent compte de la charge et du nombre de passages : plus ils sont élevés, moins l'espace est sensible à l'embroussaillage.

⁶⁰ Ornithochore : dissémination (diaspore) par les oiseaux ; Drageon : rejet naissant sur la racine, forme de multiplication végétative ; Zoochorie : dissémination par les animaux ; Anémochore : dissémination par le vent.

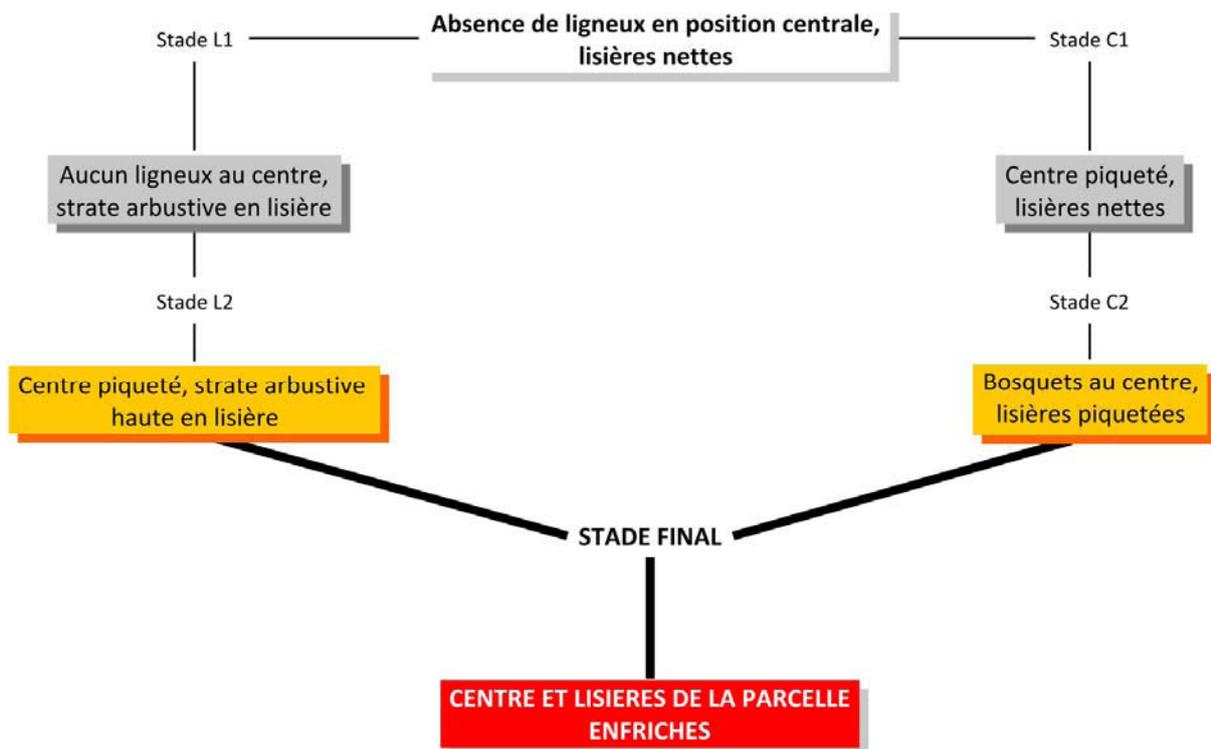


Figure 31 : Modèle d'évolution de la strate ligneuse (Picart *et al.*, 2001)

3. Description de l'embroussalement

a) du centre de la parcelle (fig.32)

- **description** de la physionomie des centres, des dynamiques végétales associées et des difficultés de gestion engendrées ;
- **observations** complémentaires permettant d'attribuer la note d'état (tab.8) :
 - **morphologie** des ligneux : hauteur détermine la capacité d'impact de l'animal sur la propagation ; développement latéral : fonction du nombre de semis ou de drageons (> 10, maîtrise problématique) ;
 - **marques d'impact de l'animal sur les rameaux** (piétinement, consommation, branches cassées) ;
 - **type de tapis herbacé** ;
 - prise en compte d'éventuelles **opérations de débroussalement** (girobroyage).
- **attribution** d'une note d'état des stations centrales.

b) des lisières de la parcelle (fig.32)

- description de la physionomie des lisières, des dynamiques végétales associées et des difficultés de gestion engendrées⁶¹ ;
- observations complémentaires permettant d'attribuer la note d'état (tab. 8) :
 - **morphologie** des ligneux : hauteur, forme des rameaux (cassures...), présence de semis ;
 - **place de la clôture** : en lisière ou derrière la première rangée de ligneux (l'animal alors peut pénétrer en dessous et piétiner les rejets ou semis) ;
 - description de la **végétation au-delà de la clôture** : espèces, taille, âge ;
 - prise en compte d'éventuelles **opérations de débroussalement** (girobroyage).
- attribution d'une note d'état des lisières.

⁶¹ Cas de *Picea abies* : branches à quelques décimètres du sol = type 1 ; au niveau du sol, elles empêchent le passage des animaux = type 3 (même s'il n'y a pas d'arbustes colonisant).

CENTRES DE PARCELLES



1

	Absence d'arbustes	Arbuste maîtrisé	Arbuste et refus herbacés	Arbuste âgé retombant	Colonisation par des espèces arborées
Description	Absence ou arbres pour l'ombrage	Arbuste <1m, absence de semis/rejets, herbe consommée au pied	Rejets à quelques cm du tronc, refus jaunés de pâturage.	Arbuste développé en largeur /hauteur, branches tombantes, bosquet élargi	Bosquet impénétrable, jeunes arbres au milieu
Dynamique ligneuse, difficultés de gestion	Aucune	Très faible	Faible à moyenne	Forte	Très forte

2

Note	Recouvrement	Impact faunistique
0	Aucun	Très fort
1	Faible : < 5 % de la surface	Fort
2	Moyen : 5 à 20 % de la surface	Moyen : absence d'impact ≤ à 5% de la surface
3	Fort ≥20% de la surface	Faible à moyen : absence d'impact ≤ à 20 % de la surface
4	Très fort : > 20 %	Absence d'impact

LISIÈRES DE PARCELLES



1

Nom	Lisière d'arbres	Lisière d'arbres et d'arbustes	Lisière d'arbustes envahissants	Lisière d'arbustes et d'espèces envahissantes
Description	Lisière composée d'arbres, semis +/- piétinés : avancée lente de la lisière.	Lisière composée d'arbres et d'arbustes peu envahissants (développement latéral limité, piétinement).	Lisière d'arbres et d'arbustes à développement latéral visible (semis, drageons, rejets) bloquant le passage des animaux.	Arbustes à développement latéral rapide, buissons rampants (type ronces ou framboisiers) se sont développés.
Dynamique et difficulté de gestion	Faible	Faible à moyenne	Moyenne à importante	Très importante

2

Note	Recouvrement	Impact faunistique
0	Toutes les lisières sont stabilisées	Très fort
1	Faible : lisières dynamiques à 25 % au max, dans les premiers stades de développement (3 m avancée max) OU lisières dynamiques à 50 % mais avancée max 1 m	Fort
2	Moyen : 50 % au plus de lisières sont dynamiques avec des stades anciens, avancée > 5 m	Moyen
3	Fort : dynamique généralisée à plus 50 % des lisières, tous les stades de développement sont présents	Faible

Figure 32 : Description des types physiologiques en centre et lisières de parcelles, dynamiques végétales et difficultés de gestion associées (1) et estimation de l'état des stations centrales (2), d'après Picart *et al.*, 2001.

I.3.2. Données botaniques et environnementales

Différentes techniques d'échantillonnage permettent d'estimer la richesse spécifique. Celle de Daget et Poissonnet (Poissonnet, 1979 ; Daget, 1996), utilise un décimètre et une baguette, et note la présence des espèces touchant l'objet. La plus couramment utilisée, celle de Braun-Blanquet, utilise des placettes de tailles variables et relève toutes les espèces présentes. Des comparaisons, déjà effectuées dans de nombreuses études comme celle de Vanpeene Bruhier (1998), ont démontré un manque de fiabilité de la méthode fondée sur l'utilisation de la baguette. Les résultats de cette étude attestent même une moyenne d'espèces relevées, avec la première méthode, de seulement 56 % des espèces réellement présentes. Nous avons donc opté pour la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet (Wikum *et al.*, 1978), qui se décompose en quatre étapes :

1. Détermination de « l'aire minimale », à partir d'une courbe aire-espèce⁶² (fig.33)

Les critères surfaciques de cette aire en fonction des milieux sont désormais connus :

- pour les pelouses : entre 10 et 20 m²,
- pour les prairies 20 à 50 m²,
- pour les landes : 50 à 100 m²,
- pour les forêts caducifoliées : 300 à 1000 m².

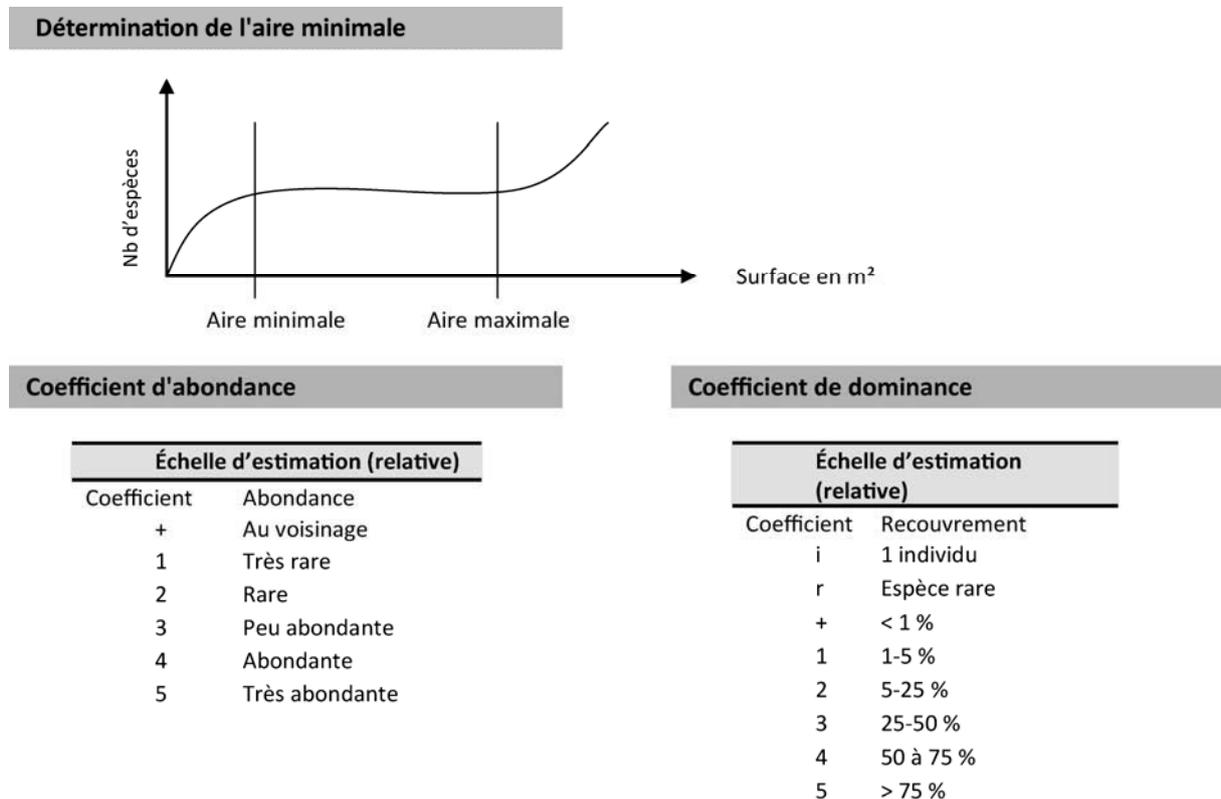


Figure 33 : Critères de détermination selon Braun-Blanquet

2. Description des paramètres stationnels⁶³ :

- nom de l'estive, de la parcelle, numéro de relevé, date,
- coordonnées x/y/z,
- topographie (micro-) : pente, relief, exposition,
- type de substrat.

⁶² Courbe aire-espèce : « courbe d'accroissement du nombre d'espèces en fonction de la surface, que l'on augmente par doublements successifs de placettes imbriquées » (Gillet, 1998).

⁶³ Fiche de relevés en Annexe

3. **Inventaire floristique exhaustif.** Toutes les espèces en présence sont listées afin d'obtenir la composition floristique du relevé. La technique la plus couramment utilisée procède par strate. L'ensemble des espèces relevées déterminera la richesse spécifique des estives.
4. **Détermination du coefficient d'abondance-dominance** de chaque espèce. On évalue la fréquence et la répartition de chaque espèce au sein du relevé. Selon Pignatti (1997), l'analyse floristique des communautés végétales et de leur synécologie⁶⁴ correspond à la vision originale de Braun-Blanquet. Dans cette méthode, l'échelle d'estimation relative des espèces s'établit selon l'**abondance** de chaque espèce⁶⁵ (fig.33). La **dominance** (recouvrement), s'exprime par la proportion de terrain occupé par les individus d'une espèce déterminée. Si la végétation est stratifiée, chaque strate s'estime séparément.

Les relevés ont été effectués selon une grille d'échantillonnage produite sur SIG (MapInfo) avec un point de croisement tous les 150 m, selon la méthode des échantillonnages systématiques stratifiés (Aubry, 1992 ; Moreau, 2005). En complément de ces relevés, nous avons effectué des transects perpendiculaires aux fronts avec des placettes de la taille de l'aire minimale autorisée, mis en place à chaque changement dans le type de végétation.

1.3.3. Données socio-économiques et pratiques empiriques

Afin d'analyser les évolutions végétales des estives, il est nécessaire de disposer de diverses données humaines. En effet, la connaissance de terrain acquise par les acteurs gestionnaires de ce territoire est indispensable pour une meilleure appréhension du phénomène de colonisation ligneuse dans sa globalité. A nouveau, l'approche pluridisciplinaire apporte des outils variés, le milieu n'étant pas considéré seulement d'un point de vue environnemental puisque transformé en permanence par les activités humaines (Mottet, 2005). Les objectifs de cette démarche sont donc d'ordre :

- **économique** : situation financière des exploitations, de l'agriculture et de l'élevage ;
- **social** : type de population agricole, âge, capacité d'entreprise ;
- **technique** : types de pratiques effectuées sur l'espace ;
- voire **historique** : reconstruction et spatialisation de l'évolution temporelle des pratiques.

Ainsi, nous avons déterminé, par le biais d'enquêtes dites agro-pastorales, l'état des exploitations agricoles, les pratiques agro-pastorales (parfois même agro-sylvo-pastorales), leur mise en place et les contraintes les affectant, et surtout, leur avenir sur les estives. Car sans ces éleveurs, les estives encourent un grave danger écologique : fermeture des zones, accès difficile, impact paysager et surtout impact écologique : zones Natura 2000 menacées ainsi que leurs espèces emblématiques. Le résultat des enquêtes permettra d'effectuer des projections économiques, agronomiques, voire écologiques afin d'évaluer le potentiel de déprise de ces espaces (Brossard *et al.*, 1993). Il renforcera l'analyse des évolutions diachroniques et spatiales de la végétation par une meilleure connaissance des pratiques, de leurs évolutions et leur localisation dans l'espace. Sur les 39 agriculteurs exploitant les estives, 36 ont été enquêtés (trois ayant refusé l'enquête) dont les 7 présidents de groupement pastoral, ainsi que les trois bergers (Orcines, Manson et Recoleine).

Le protocole d'enquête s'est effectué en quatre étapes, à l'aide du logiciel d'enquêtes SPHINX *plus* :

1. Élaboration du questionnaire :

- **rédaction** du projet de questionnaire,
- **test** du projet sur quelques agriculteurs,
- **finalisation** du questionnaire définitif ;

2. Réalisation de l'enquête, collecte des données ;

⁶⁴ Synécologie : qui traite des conditions de développement biotiques et abiotiques d'un groupement végétal

⁶⁵ L'échelle de Braun-Blanquet présente normalement cinq catégories, elles sont ici élargies pour donner plus de précision à l'estimation.

3. Traitement du questionnaire :

- **codage** des questionnaires,
- **dépouillement** des questionnaires,
- **saisie** des données ;

4. Rédaction du rapport d'enquête, analyse des résultats.

Les questions posées au cours de l'enquête étaient de type fermé, numérique et ouvert afin d'aboutir aux résultats attendus, soit une analyse tant qualitative que quantitative de l'état économique des exploitations et des pratiques effectuées sur les zones collectives. *Ce questionnaire est visible en annexe I.*

II. METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS

Les méthodes d'analyse des résultats valorisent la quantification des phénomènes en cours par le biais d'analyses factorielles. Mais les données acquises étant à la fois qualitatives et quantitatives, nous avons mis en place une méthodologie d'analyse des résultats combinant les deux approches. Ainsi nous visons la caractérisation et la quantification des phénomènes actuels autant que leurs trajectoires passées. Ces analyses seront développées de manière précise dans les parties suivantes.

II.1. ANALYSE CARTOGRAPHIQUE SPATIO-TEMPORELLE

L'ensemble des cartes de couverture végétale produit au sein du SIG est associé à des tables attributaires renseignant notamment la surface de chaque entité. Un état des lieux de la végétation de chaque parcelle d'estive sera effectué à titre annuel et interannuel afin de déterminer la composition de la couverture végétale et son évolution. Ainsi, les « spectres pastoraux » (répartition en pourcentage dans les classes) seront comparés pour chaque type physionomique.

Ces données permettront également, lors des superpositions successives, de déterminer les vitesses de colonisation des accrues, au prorata du nombre d'hectares colonisé par an, à différentes dates. Ainsi, nous établirons les périodes les plus critiques de la fermeture. Une classification des dynamiques sera également proposée entre espaces stables (aucun changement), espaces modifiés (1 à 2 changements) et espaces fortement modifiés (3 à 6 changements) selon la méthode proposée par Yengué (2003).

Une analyse des séquences évolutives sera également effectuée par thématiques regroupées de manière à qualifier et quantifier les évolutions spatio-temporelles de la mosaïque paysagère.

En définitive, la corrélation de ces résultats au sein d'une base de données avec les types géomorphologiques et les outils de qualification des pratiques permettront d'envisager une nouvelle spatialisation des dynamiques.

II.2. CHOIX DES ESPECES ET ANALYSE DE LA BIODIVERSITE

La première étape de ce type d'analyse consiste à prendre en compte les espèces de manière statistique en évitant l'élimination d'espèces rares tout en ne prenant pas en compte les espèces « accidentelles ». Dans cette optique, les seuils de Vanpeene Bruhier semblent adéquats puisqu'ils permettent :

- d'éliminer les espèces présentes 1 à 2 fois seulement ;
- d'éliminer les espèces dont la somme des coefficients est inférieure à 10.

Différents indices peuvent être calculés afin de déterminer la richesse et la biodiversité des milieux (richesse spécifique, indice de Shannon). Parmi ceux-ci, nous avons choisi d'utiliser la richesse spécifique. En général, la richesse spécifique est caractérisée par le nombre d'espèces, mais la bibliographie n'indique que rarement la surface sur laquelle ce calcul a été effectué. L'étude de la

dynamique de la végétation et donc des successions et de leurs modes mène à un calcul de la diversité spécifique de :

- chaque strate : permet de les comparer entre elles ;
- des alentours et du centre du noyau, pour la colonisation de type nucléation ;
- de la parcelle en général pour les colonisations de type dissémination.

Au-delà de ces spécificités, trois niveaux seront considérés (Vanpeene Bruhier, 1998) :

- la richesse ponctuelle par placette ;
- la richesse locale : moyenne du nombre d'espèces par placette de même catégorie ;
- la richesse globale de la parcelle, de l'estive et de l'ensemble des estives.

Enfin, à partir de l'autoécologie de chaque espèce⁶⁶ recensée, il est possible de reconstruire le type de milieu en présence, à partir des indices d'Ellenberg de chaque espèce (tab.9) :

Indice	Valeur	Description
Nitrophilie	1 à 9	Les espèces nitrophiles ont les valeurs les plus élevées
Basicité	1 à 9	Les espèces acidophiles ont les valeurs les plus basses
Humidité	1 à 12	Les espèces xérophiles ont les valeurs les plus basses
Luminosité	1 à 9	Les espèces sciaphiles ont les valeurs les plus basses

Tableau 9 : Définition des indices d'Ellenberg

II.3. ANALYSE STATISTIQUE

Les données endogènes, acquises sur le terrain, sont intégrées à une base de données relationnelle Access puis analysées sur Excel et enfin valorisées par une analyse multivariée (ACP) sur Excel Stat. Les données issues des cartes de couverture végétale étant en classe (sol nu, pelouses...) nous avons choisi de les traiter par ACM⁶⁷. Il s'agit d'une analyse factorielle, au même titre que l'AFC ou l'ACP, qui permet donc de combiner plusieurs variables, à condition que les données soient réparties en classes. Ces variables sont dans notre cas les facteurs de pente, exposition et altitude et les classes de couverture végétale. L'ensemble des données est ensuite projet  sur un graphique à axes factoriels sur lequel nous pourrions associer les correspondances.

CONCLUSION

L'ensemble des données produites par SIG (exogènes) apportera des réponses quant aux vitesses de colonisation ligneuse et aux types de séquences évolutives en cours dans le secteur. Il permettra également de quantifier l'impact des variables physiques et anthropiques et de les spatialiser.

Les données acquises sur le terrain (endogènes) sont d'ordre : socio-économique, écologique et relatif à la gestion des espaces. Elles permettront de faire un état des lieux de la végétation, des exploitations et des espaces pastoraux, mais aussi de retracer les évolutions passées.

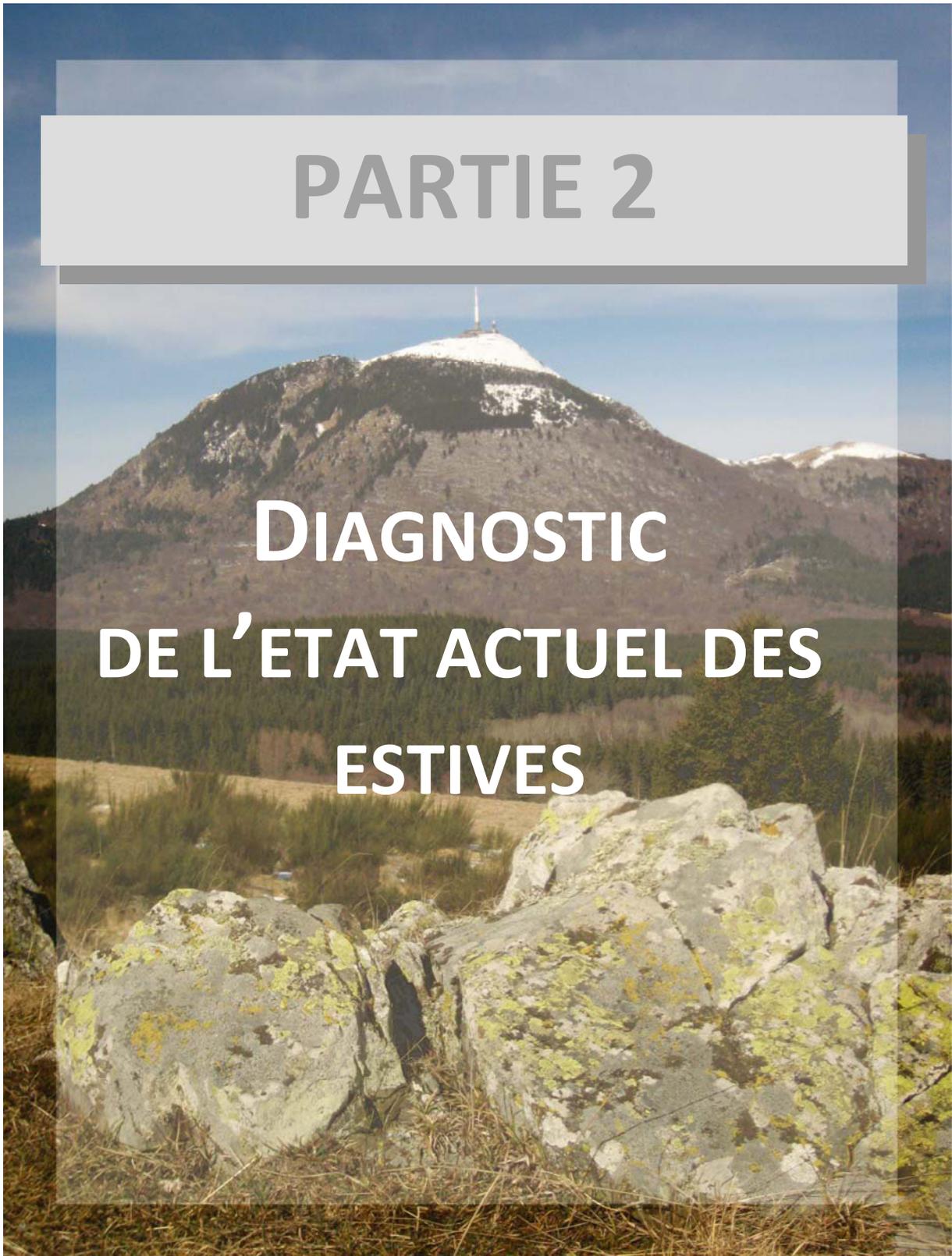
La combinaison de ces deux sources de données a pour objectif de spatialiser les phénomènes en cours et les dynamiques effectives depuis une soixantaine d'années. L'analyse des résultats, par le biais du triptyque végétation-milieu-pratiques au sein d'un système diachronique et multiscalaire aura pour effet de dresser un bilan assez complet utile à la gestion de ces territoires.

⁶⁶ Auto cologie :  tude de l'influence de facteurs externes sur les espèces animales ou végétales.

⁶⁷ Voir glossaire des sigles.

PARTIE 2

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT ACTUEL DES ESTIVES



INTRODUCTION

Les estives de la Chaîne des puys constituent des **enclaves** « ouvertes » au sein de massifs forestiers relativement denses, issus de régénération « naturelle » comme de plantations artificielles. D'un point de vue gestionnaire, les enjeux de tels espaces sont reconnus notamment par le Classement des Habitats Natura 2000, mais à une échelle plus globale, ils concernent l'ensemble du site classé et inscrit de la Chaîne. Afin de mieux cerner les enjeux concernant ces espaces, nous présentons ici les premiers résultats du volet végétation-milieu-pratiques défini sur l'actuel.

La mise en place de la méthodologie sur le terrain a permis de définir deux grandes catégories de résultats. Cette analyse renseigne d'abord la **caractérisation de la végétation actuelle des estives** au travers de la distribution des familles, la représentativité des espèces et leur répartition, la biodiversité et la valeur fourragère des estives. Puis nous avons cherché à caractériser la répartition des relevés en fonction des groupements floristiques et des strates (par ACP). Nous aborderons ensuite les résultats du **diagnostic d'embroussaillage** des parcelles issu de Picart et Fleury (2001) et adapté aux contraintes de terrain caractérisant notre secteur d'étude (chapitre 4).

Cette analyse concerne, dans un second temps, les résultats du **questionnaire d'enquête** visant à qualifier et quantifier les types d'exploitations utilisatrices des estives des Dômes, ainsi que les pratiques exercées sur ces espaces. Nous observerons les trajectoires variées des systèmes d'exploitation ovins et bovins, qui ont des pratiques et des impacts divers sur les estives et leur couverture végétale (chapitre 5).

CHAPITRE 4. CARACTERISATION DE LA VEGETATION ACTUELLE

I. CARACTERISATION DE LA VEGETATION DES ESTIVES

II. ETAT ACTUEL DE L'ENFRICHEMENT

III. SYNTHÈSE DES RESULTATS

La couverture végétale actuelle des estives de la Chaîne des Puys est caractérisée par des milieux ouverts relictuels des usages précédents, et par des boisements issus d'une sous-exploitation de l'espace effective depuis le milieu du XXe siècle. Ces grandes généralités cachent des réalités diverses selon les estives et même selon les parcs qui les composent.

I. CARACTERISATION DE LA VEGETATION DES ESTIVES

Afin de diagnostiquer l'état actuel de la biodiversité dans le secteur des estives des Dômes, nous avons engagé un protocole à diverses facettes ayant pour objectifs :

- **de caractériser la flore et la végétation** : représentativité des espèces et des familles, richesse spécifique, richesse agronomique ;
- **de caractériser les variables environnementales** génératrices de la répartition floristique.

I.1. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Ce protocole est basé sur les principales méthodes et outils utilisés en biologie des populations et en analyses phytosociologiques afin d'obtenir des résultats comparables à d'autres études et facilement reproductibles.

I.1.1. Préparation au terrain

Nous avons utilisé une stratégie d'échantillonnage systématique permettant de répartir de manière uniforme les relevés de 10 x 10 m en milieux ouverts et de 20 x 20 en forêt, selon un maillage régulier (150 m), et de couvrir ainsi l'ensemble de la zone d'étude (Moreau, 2005). Ce protocole a été effectué sur les trois estives choisies au préalable : Manson, Orcines et Recoleine (fig.34).

I.1.2. Phase de terrain

Elle a visé un inventaire floristique phytosociologique complet avec relevé de toutes les espèces végétales présentes à l'intérieur de la surface étudiée hormis les bryophytes et lichens (Khater, 2004 ; Marage, 2004). A cet inventaire, nous avons associé une distinction de l'abondance-dominance des espèces selon la codification de Braun-Blanquet et une description des paramètres stationnels. Nous n'avons pas relevé le stade phénotypique⁶⁸ des graminées.

I.1.3. Phase de traitement des données

Les données acquises sur le terrain ont été intégrées à une base de données relationnelle Access, puis analysées sur Excel et Excel Stat. La structuration de cette base s'est ordonnée de manière à décrire pour chaque identification d'espèce (soit pour toutes les espèces de tous les relevés, 7368 identifications) :

- sa **localisation** (X, Y), au sein d'un relevé et d'un parc (avec codification en fonction de ces deux variables) ;
- son **appartenance à une strate** donnée, à une famille ;
- la **présence ou l'absence des variables suivantes** : bois morts, matière sèche, fèces, taupinières, affleurement rocheux, proximité d'un chemin, de passage d'animaux ou de chôme⁶⁹, d'une lisière, d'entrée de parc ou de girobroyage et de sol à nu ;
- le **coefficient Braun-Blanquet** associé ;
- les **valeurs des indices d'Ellenberg** de l'espèce (lumière, humidité, acidité et nitrophilie).

A partir de cette base de données, divers calculs de base ont été lancés :

- **calcul de la richesse spécifique** des relevés, des parcs et des estives : nombre d'espèces présentes ;
- **calcul de la fréquence relative d'une espèce sur l'ensemble des relevés** : ratio du nombre de fois où elle est observée par le nombre de relevés ;
- **calcul de l'abondance moyenne de chaque espèce** : ratio de la somme des abondances de chaque espèce par le nombre de relevés où l'espèce est présente. Ceci permet de déterminer les espèces les plus ubiquistes et couvrantes et à l'inverse les plus rares et peu couvrantes.

⁶⁸ Phénologie : évolution morphologique des espèces, croissance, floraison, fructification.

⁶⁹ Lieu de repos du troupeau.

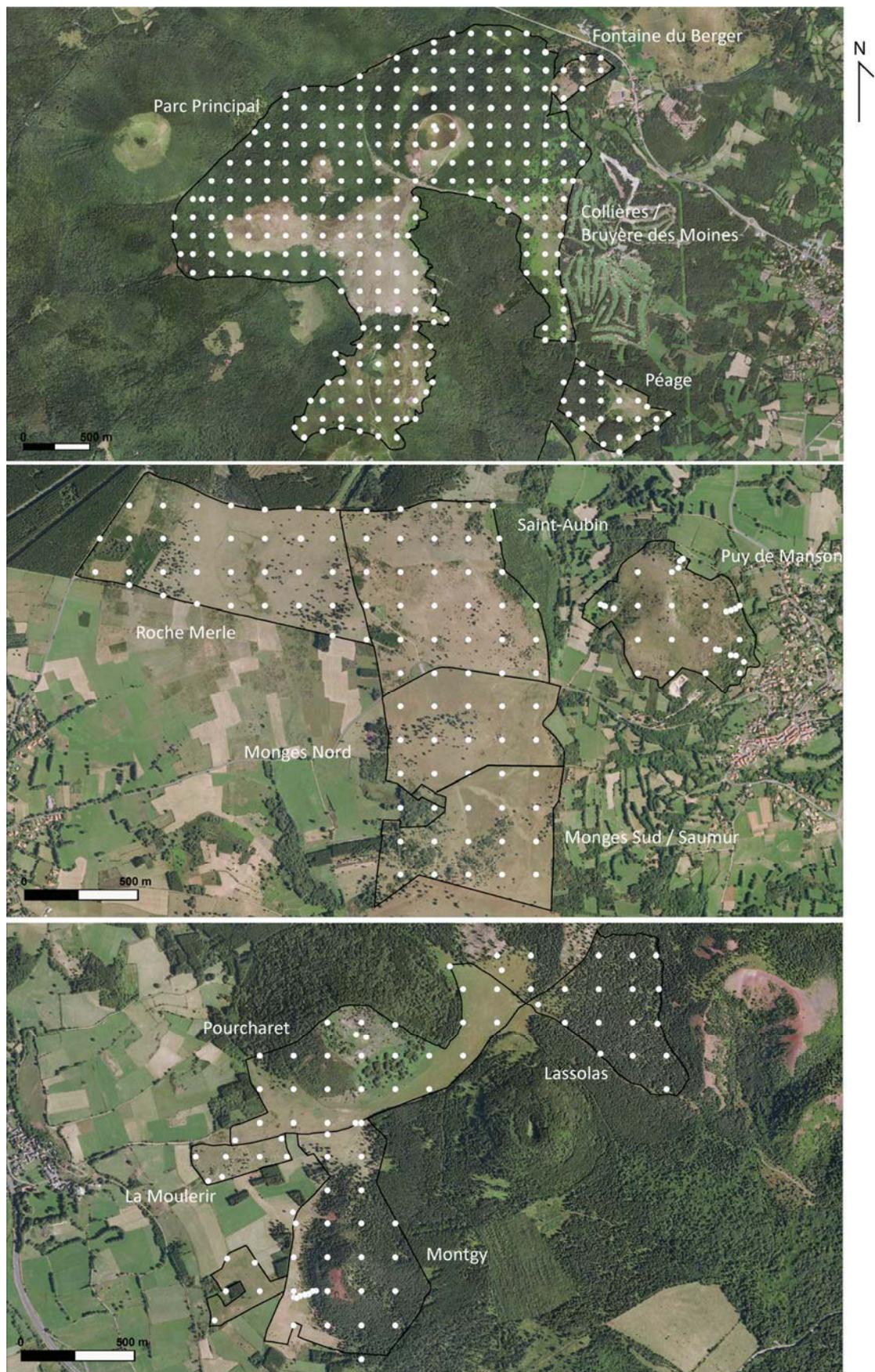


Figure 34 : Plan d'échantillonnage systématique d'une maille de 150 m mis en place sur les estives de d'Orcines, Manson et Recoleine (du nord au sud)

L'ensemble des données collectées a été analysé selon la méthode multivariée afin de mieux les valoriser⁷⁰. Cet outil permet d'analyser la composition des communautés végétales et de la mettre en relation avec les variables environnementales (Allen *et al.*, 1999; Chabrierie, 2002). Une ACP⁷¹ globale sur l'ensemble des données a permis d'analyser l'information et de l'expliquer par des axes factoriels indépendants, afin de dégager les relations entre la composante végétale et son milieu (Khater, 2004). Les variables environnementales n'ont été utilisées que dans un but explicatif.

I.2. CARACTERISTIQUES DE LA FLORE ECHANTILLONNEE

L'analyse floristique a été menée sur **532 relevés** au sein des trois estives de Manson, Orcines et Recoleine, couvrant au total **998 ha**. Les **170 espèces** déterminées sont regroupées en 47 familles. Les Poaceae sont surreprésentées, elles regroupent 27 % des espèces identifiées sur l'ensemble des relevés (30 espèces), puis suivent les Fabaceae avec 8 % soit 12 espèces (fig.35).

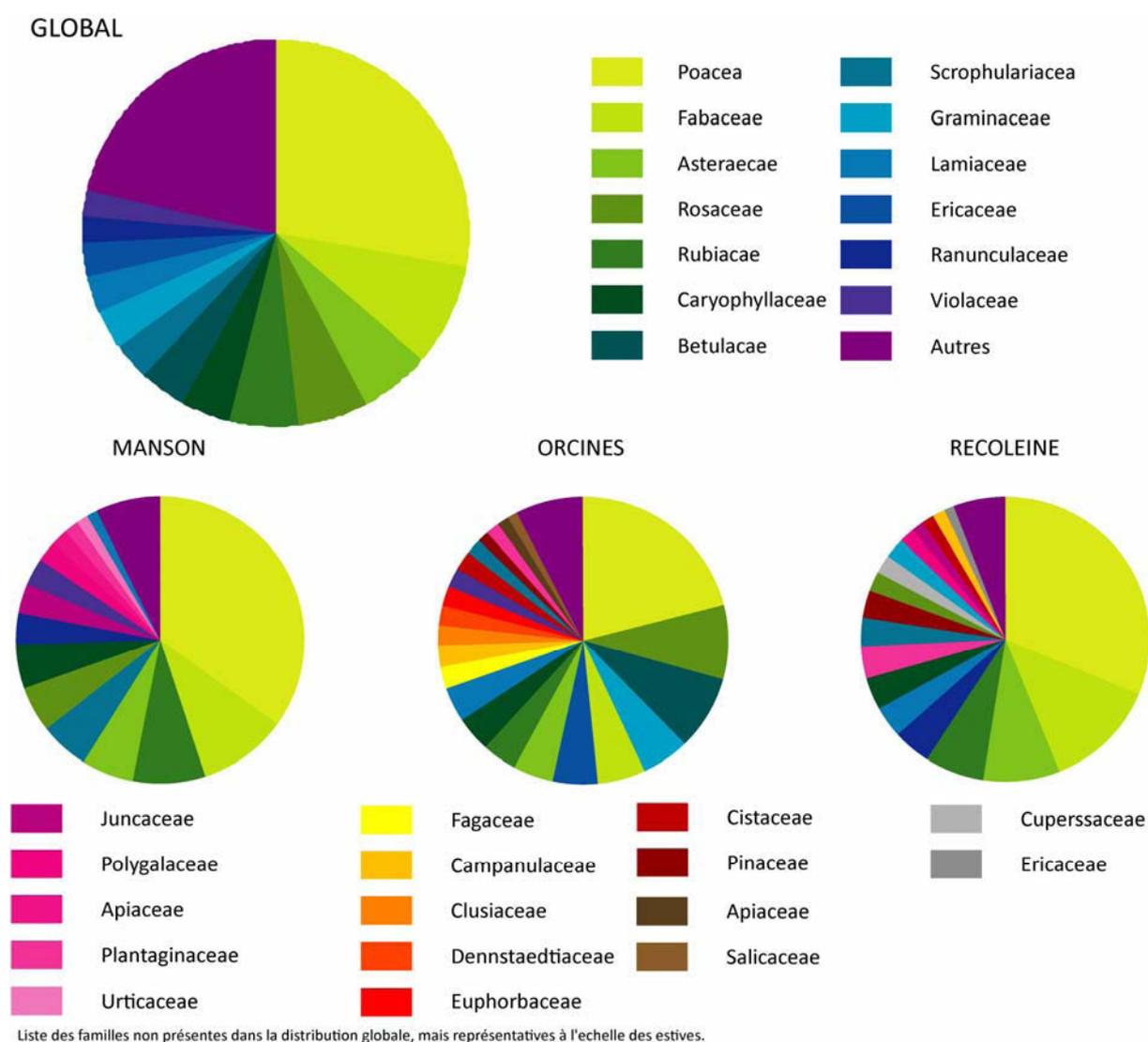


Figure 35 : Distribution des familles au sein des estives.

⁷⁰ Ce type d'analyse est plus objectif et plus reproductible que la méthode traditionnelle des tableaux fondée sur la théorie mathématique des groupes. Celle-ci visant la hiérarchisation par ordre décroissant des fréquences des relevés (nombre d'espèces par relevé) et des espèces (nombre de relevés par espèces)

⁷¹ ACP : Analyse en Composantes Principales

Cependant, 23 familles sont représentées dans moins de 1 % des relevés soit un total de 37 espèces (21 % des espèces). On note également des différences entre les estives (fig.35) dans la répartition des familles. Même si les Poaceae prédominent dans les trois cas, elles sont proportionnellement moins présentes sur Orcines (20 % contre 34 % pour Manson et 30 % pour Recoleine). En seconde place viennent les Fabaceae sur Recoleine et Manson et Orcines se distingue à nouveau avec une plus forte présence des Rosaceae. De plus, certaines familles sont exclusivement associées ou absentes d'une estive ; la plupart de ces familles faisant cependant parti de la catégorie des moins de 1 % de représentation excepté les Fagaceae et Euphorbiaceae :

- **Manson** : 5 familles exclusives (Aceraceae, Araliaceae, Lemnaceae, Polygonaceae et Ulmaceae), espèces associées: *Acer platanoides* et *pseudoplatanus*, *Hedera helix*, *Lemna minor*, *Polygonum bistorta*, *Ulmus glabra* ; et 1 absente : Crassulariaceae avec *Sedum acre* ;
- **Orcines** : 6 familles exclusives (Aquifoliaceae, Fagaceae, Gentianaceae, Liliaceae, Oxalidaceae et Primulaceae), espèces associées: *Ilex aquifolium*, *Quercus sp.*, *Fagus sylvatica*, *Gentiana lutea*, *Lilium martagon*, *Oxalis acetosella*, *Primula elatior* ; et 3 absentes : Cupressaceae, Oleaceae et Saxifragaceae : *Juniperus communis*, *Fraxinus excelsior* et *Saxifraga granulata* ;
- **Recoleine** : 2 familles exclusives (Grossulariaceae et Malvaceae) avec : *Ribes uva-crispa* et *Malva sp.* ; et 3 absentes : Boraginaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae avec : *Myosotis sylvatica*, *M. arvensis* et *M. nemorosis*, *Euphorbia cyparissias* et *E. hyberna*, *Euphrasia nemorosa*.

I.2.1. Représentativité des espèces

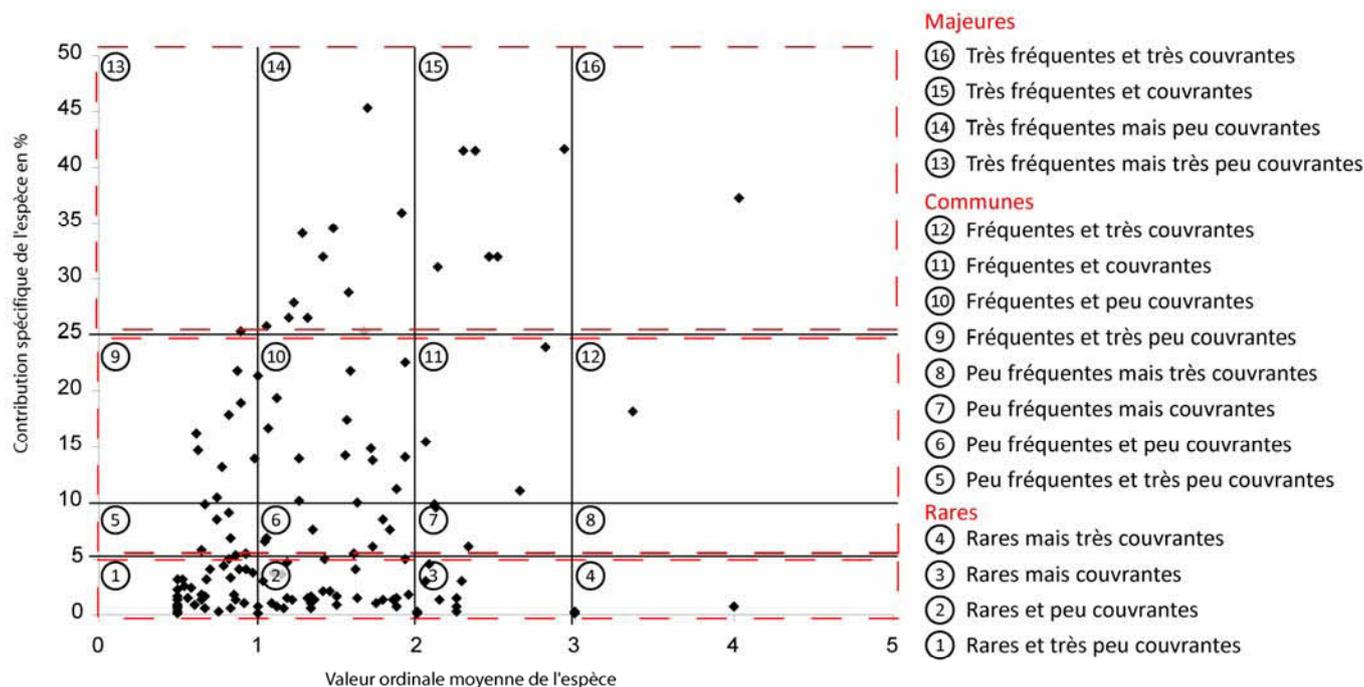
La caractérisation de la fréquence spécifique (nombre de relevés où l'espèce a été observée) moyenne de chaque espèce sur l'ensemble des relevés ramenée en pourcentage exprime la contribution spécifique de chaque espèce dans l'espace étudié. Cette caractérisation s'est enrichie du relevé des coefficients d'abondance-dominance de chaque espèce. Afin de poursuivre les analyses Braun-blanketistes de manière quantitative, les valeurs des classes de recouvrement (r, +, 1, 2, 3, 4, 5) doivent être transformées en unités quantitatives (Dufrêne, 2003) ou en valeurs ordinales (tab.10). Pour les unités quantitatives, la méthode la plus couramment retenue prend en compte la médiane des classes. Cependant, ce calcul engendre une surreprésentation des recouvrements élevés, la classe 5 devenant 40 fois plus élevée que la classe 1. Les valeurs ordinales proposées par Gillet (1998) nous semblent donc plus proches de la réalité du terrain et sont aujourd'hui largement admises (Meddour, 2011).

Abondance-dominance	Classes de recouvrement	Médiane des classes (Dufrêne, 2003)	Valeurs ordinales (Gillet, 1998)
r	Un individu	0,1 %	0,1
+	Recouv. Insignifiant	0,2 %	0,5
1	Moins de 5%	2,5 %	1
2	5 à 25 %	15 %	2
3	25 à 50 %	37,5 %	3
4	50 à 75 %	62,5 %	4
5	> 75 %	87,5 %	5

Tableau 10 : Classifications des coefficients d'abondance dominance selon différentes méthodes de quantification

Le graphique suivant (fig.36) place l'ensemble des espèces selon leur valeur ordinaire moyenne de recouvrement (axe des abscisses, classement de Gillet, 1998, tab.10) et leur contribution spécifique (axe des ordonnées, fréquence spécifique de chaque espèce sur l'ensemble des relevés). Le nuage de points est par la suite classé en fonction de ces deux axes (Khater, 2004). On obtient ainsi 16 classes permettant d'analyser la représentativité des espèces de manière explicite. Ces calculs ont été

effectués pour l'ensemble des espèces relevées sur les trois estives, mais également pour chacune des estives séparément (dont les résultats sont présentés en Annexe II, p.331).



Majeures

Classe 16 : *Corylus avellana*.

Classe 15 : *Brachypodium pinnatum*, *Agrostis canina*, *Anthoxantum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Nardus stricta*, *Trifolium repens*.

Classe 14 : *Galium verum*, *Avenula pubescens*, *Poa pratensis*, *Stellaria graminea*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Thymus pulegioides*, *Veronica persica*, *Ranunculus bulbosus*, *Plantago lanceolata*.

Classe 13 : *Viola tricolor*.

Communes

Classe 12 : *Pteridium aquilinum*.

Classe 11 : *Calluna vulgaris*, *Fagus sylvatica*, *Vaccinium myrtillus*.

Classe 10 : *Achillea millefolium*, *Trifolium pratense*, *Galium molugo*, *Crataegus monogyna*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Helianthemum nummularium*, *Potentilla erecta*, *Hypericum maculatum*, *Euphorbia cyparissias*, *Picea abies*, *Cytisus scoparius*, *Urtica dioica*.

Classe 9 : *Taraxacum officinale*, *Luzula campestris*, *Briza media*, *Carum carvi*, *Campanula rotundifolia*, *Dactylis glomerata*, *Rumex acetosa*, *Carduus*.

Classe 8 : Pas d'espèces.

Classe 7 : *Poa nemoralis*, *Arrhenatherum elatius*, *Fragaria vesca*.

Classe 6 : *Cirsium acaule*, *Deschampsia cespitosa*, *Dryopteris filix-mas*, *Hieracium pilosella*, *Juniperus communis*, *Oxalis acetosella*, *Poa chaixii*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, *Salix*.

Classe 5 : *Ajuga reptans*, *Asperula hirta*, *Dianthus alpinus*, *Dianthus monspessulanus*, *Knautia arvensis*, *Stachys officinalis*, *Veronica officinalis*, *Vicia sepium*.

Rares

Classe 4 : *Carex lachenalii*, *Cerastium vulgare*, *Juncus conglomeratus*, *Lathyrus pratensis*.

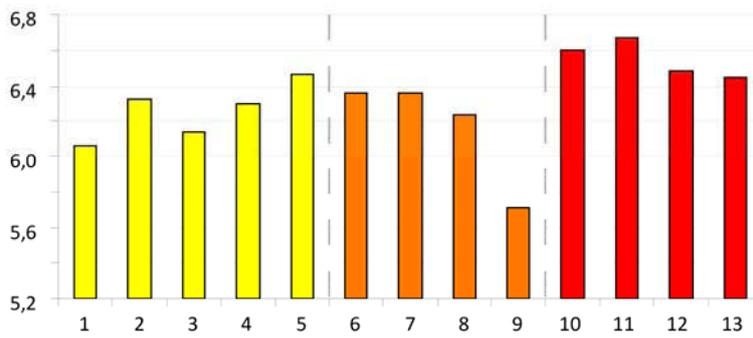
Classe 3 : *Brachypodium sylvaticum*, *Caltha palustris*, *Carex vesicaria*, *Galium saxatile*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Lemna minor*, *Lolium perenne*, *Luzula sylvatica*, *Milium effusum*, *Veronica chamaedrys*.

Classe 2 : *Acer platanoides*, *Acer pseudo-platanus*, *Achillea distans*, *Astragalus*, *Bromus erectus*, *Carex*, *Cruciata laeviceps*, *Cynosurus cristatus*, *Cystopteris fragilis*, *Euphorbia hyberna*, *Euphrasia nemorosa*, *Fraxinus excelsior*, *Galium aparine*, *Galium odoratum*, *Ilex aquifolium*, *Juncus effusus*, *Juncus tenuis*, *Lamium purpureum*, *Leontodon autumnalis*, *Lolium multiflorum*, *Melica nutans*, *Myosotis scopioides*, *Paris quadrifolia*, *Plantago major*, *Primula elatior*, *Prunella vulgaris*, *Quercus*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus flammula*, *Rhinanthus minor*, *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium uliginosum*.

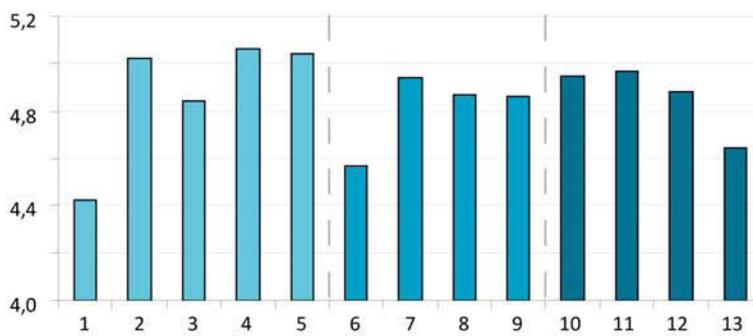
Classe 1 : *Alchemilla monticola*, *Alopecurus pratensis*, *Apera spica-venti*, *Aquilegia vulgaris*, *Astrantia major*, *Briza minor*, *Bromus mollis*, *Campanula glomerata*, *Carex ericetorum*, *Carex extensa*, *Centaurea nigra*, *Cerastium arvense*, *Cerastium diffusum*, *Dactylorhiza maculata*, *Danthonia decumbens*, *Dianthus carthusianorum*, *Digitalis purpurea*, *Genista hispanica*, *Genista sagittalis*, *Gentiana lutea*, *Goodyera repens*, *Hedera helix*, *Hordeum murinum*, *Hypericum montanum*, *Jasione montana*, *Koeleria cristata*, *Lamium album*, *Leucanthemum vulgare*, *Lilium martagon*, *Linaria repens*, *Lychnis flos-cuculi*, *Malva*, *Myosotis arvensis*, *Myosotis nemorosa*, *Myosotis sylvatica*, *Orobanche rapum-genistae*, *Phleum pratense*, *Planthera bifolia*, *Poa annua*, *Polygala serpyllifolia*, *Polygonum bistorta*, *Prunus*, *Pulmonaria officinalis*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa canina*, *Rumex acetosella*, *Saxifraga granulata*, *Scabiosa columbaria*, *Sedum acre*, *Senecio jacobaea*, *Silene dioica*, *Silene vulgaris*, *Sorbus*, *Tragopogon pratensis*, *Ulmus glabra*, *Vicia cracca*, *Viola reichenbachiana*.

Figure 36 : Répartition de l'ensemble des espèces répertoriées selon leur contribution spécifique et leur taux de recouvrement.

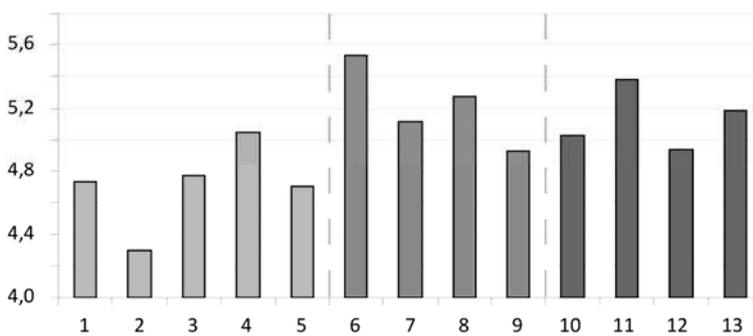
LUMINOSITE



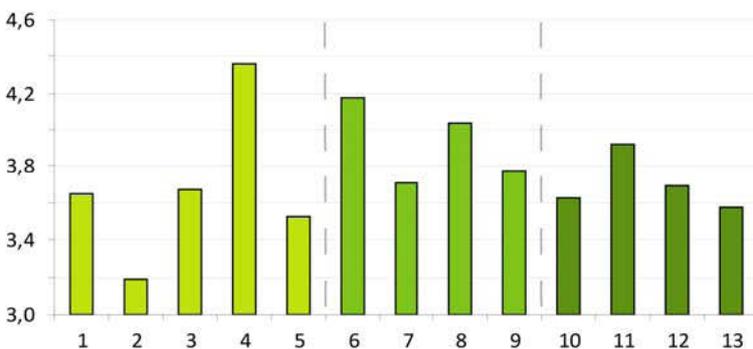
HUMIDITE



ACIDITE



NITROPHILIE



MANSON	
1	Fontaine Saint-Aubin
2	Monges nord
3	Monges sud
4	Puy de Manson
5	Roche Merle
ORCINES	
6	Fontaine du berger
7	Parc des Collières
8	Parc du péage
9	Parc principal
RECOLEINE	
10	Parc Lassolas
11	La Moulerir
12	Puy de Mongy
13	Puy de Pourcharet

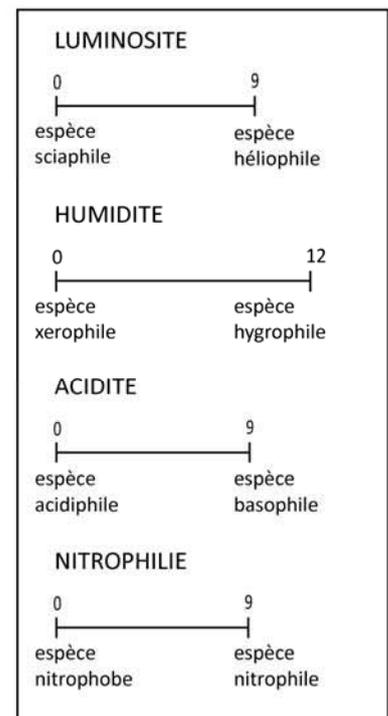


Figure 37 : Caractérisation des valeurs d'Ellenberg

On remarque que 62 % des espèces sont de fréquence inférieure à 5 % et donc rares sur la zone d'étude. Parmi celles-ci, les espèces rares et très peu couvrantes (classe 1 : moins de 5 % de

recouvrement par relevé) représentent 36 % de l'ensemble des espèces, comme par exemple : *Campanula glomerata*, *Dactylorhiza maculata*, *Gentiana lutea* ou *Silene dioica*. Tandis que 24 espèces n'ont été relevées qu'une seule fois (14 % des espèces totales), comme *Pulmonaria officinalis*, *Myosotis nemorosa* ou *Caltha palustris*. Certaines espèces sont rares mais très couvrantes dans les relevés observés (classe 4), c'est le cas de *Juncus conglomeratus*, *Lathyrus pratensis* et *Cerastium vulgare*.

Les espèces communes sont identifiables dans 5 à 25 % des relevés avec des taux de recouvrement variables, elles regroupent 46 espèces soit 27 % des espèces relevées. On compte parmi celles-ci des espèces peu couvrantes comme : *Dactylis glomerata* et *Achillea millefolium* ou au contraire très couvrantes comme *Pteridium aquilinum*, *Cytisus scoparius* ou *Calluna vulgaris*. Cette catégorie commune est caractérisée à 37 % par des Poaceae (13 %), Rosaceae (13 %) et Asteraceae (9 %).

Enfin, les espèces majeures, présentes dans plus de 25 % des relevés regroupent 19 espèces (11 % des espèces). Parmi celles-ci, 42 % sont des Poaceae présentes dans 35 % des relevés en moyenne, comme *Brachypodium pinnatum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa pratensis* ou *Nardus stricta*. *Corylus avellana* apparaît comme l'espèce conjointement la plus fréquente et la plus couvrante. Il est à noter qu'aucune espèce n'est majeure et très peu couvrante et seulement deux sont peu couvrantes, il s'agit de *Ranunculus bulbosus* et *Plantago lanceolata*.

Des variations sont notables en fonction des estives et au sein même des parcs les composants (annexe II, p.331). Très succinctement, l'analyse générale des relevés est influencée par le nombre de relevés de l'estive d'Orcines, ce qui influence les moyennes. Ainsi la classe d'espèces très fréquentes et couvrantes (classe 16) sur Manson correspond à des herbacées : *Agrostis canina*, *Nardus stricta* ou *Deschampsia flexuosa* ou Fabaceae avec *Cytisus scoparius*. Sur Recoleine, il s'agit aussi de Fabaceae ou Plantaginaceae comme *Trifolium repens*, *Anthoxanthum odoratum* ou *Plantago lanceolata*. Enfin sur Orcines, on retrouve *Corylus avellana* mais aussi *Brachypodium pinnatum* et *Calluna vulgaris*.

I.2.2. Analyse de la biodiversité

La richesse spécifique mesurée par relevé, ou richesse ponctuelle par relevé, rend compte du nombre d'espèces présentes dans ceux-ci. Cette richesse varie de 1 espèce, dans les relevés au sein de fronts de *Corylus avellana* extrêmement denses ne laissant passer aucune lumière (sur Orcines principalement), ou au sein des placettes de *Picea abies* de Recoleine, à 34 espèces⁷² dans les zones ouvertes. La richesse ponctuelle moyenne sur l'ensemble des estives est de 13 avec des variations notables par estive.

- **Manson** : 17 espèces en moyenne par relevé, et 121 espèces au total ;
- **Orcines** : 13 espèces (beaucoup de relevés < 5 espèces), et 123 espèces au total ;
- **Recoleine** est l'estive la plus riche en moyenne : 20 espèces par relevé, mais plus pauvre au total avec 84 espèces en ovin et seulement 76 espèces en bovin (sur une seule parcelle).

Notons également que parmi l'ensemble des espèces répertoriées, une seule espèce est protégée par le livre rouge de la flore menacée en France et par une protection régionale, *Lilium martagon*⁷³.

Les indices d'Ellenberg sont également souvent retenus dans la caractérisation de la biodiversité des milieux, en effet : *Les couverts herbacés riches en espèces ne peuvent se maintenir sur des sols trop riches en azote ou en phosphore. Les teneurs de ces éléments dans les sols peuvent bien entendu être analysées par les méthodes classiques. Mais une analyse de ces teneurs dans la végétation pourrait aussi remplacer ces analyses de sols.* (Janssens, 2001). Un inventaire floristique peut donc, dans une certaine mesure, remplacer ces analyses et permettre une estimation de la diversité botanique potentielle d'un site. Ellenberg a estimé l'optimum écologique des espèces végétales concernant la

⁷² Les mousses, lichens et champignons ne sont pas pris en compte dans nos relevés

⁷³ Voir fiche des espèces en annexe

lumière (L), l'humidité (F), l'acidité (R), la nitrophilie (teneur en azote, N), et la salinité⁷⁴ ; chaque espèce étant dotée d'un coefficient de 0 à 9 en général et 0 à 12 pour l'humidité. La somme des recouvrements selon Braun-Blanquet de chaque espèce multipliée par son coefficient X d'Ellenberg permet de calculer l'indice X d'Ellenberg pour un relevé puis pour l'ensemble des relevés, et donc d'approcher la nature des milieux à l'échelle du parc, puis de l'estive. Ces indices permettent donc de classer les parcs sur une échelle reflétant leur niveau trophique (fig.37).

On peut constater une **relative similarité entre les parcs concernant ces indices, les variations n'étant pas significatives** (au maximum 1,5 point de valeur). D'une manière générale, les milieux sont caractérisés par des plantes de luminosité relativement importante et par une humidité, une acidité et un niveau trophique moyens à faibles.

L'indice de luminosité (0-9) est le plus élevé avec des valeurs moyennes allant de 6 à 7. Les espèces de coefficient 7 représentent 40 à 70 % des espèces selon les parcs. La végétation du parc principal d'Orcines se distingue, car plus sciaphile en moyenne que les autres parcs, du fait de la plus forte présence de strates arbustives et arborées. A l'inverse, les parcs de Recoleine sont marqués par des espèces plus héliophiles en moyenne que celles des deux autres estives.

Pour **l'indice d'humidité (0-12)**, les valeurs sont inférieures à la moyenne, avec 35 à 50 % des espèces de coefficient 5. Les espèces plus hygrophiles sont sur l'estive de Manson (seule estive avec des espèces de coefficients supérieurs à 7) : *Carex vesicaria*, *Myosotis scorpioides*, *Ranunculus flammula*, *Caltha palustris*, *Lemna minor*. Les parcs les plus humides sont Monges nord et Roche merle, parcourus de drains ou cours d'eau intermittents, de petites zones humides et d'un petit étang.

L'indice d'acidité (0-9) est caractérisé par des espèces acidiphiles à basophiles. L'estive de Manson est clairement déterminée par des espèces acidiphiles (comme *Nardus stricta*, coef.3), surtout le parc de Monges nord, ce qui correspond clairement à un faciès de pâture. L'ancien usage de ces sols auparavant allotis et cultivés jusque dans les années 50 ne ressort pas ici, l'effet de la pâture et l'acidification des sols ayant pris l'avantage. Le risque d'une telle acidification est que ces terrains deviennent impropres au pâturage, avec la présence trop forte d'une flore de faible valeur pastorale (Koerner *et al.*, 1999). Orcines et Recoleine sont caractérisées par des espèces plus basophiles, comme *Urtica dioica* (coef.7), *Brachypodium pinnatum* (coef.8), ou *Trifolium pratense* (coef.7).

Enfin, en ce qui concerne **la nitrophilie (0-9)**, les valeurs sont assez faibles en général, les estives étant caractérisées par des espèces de milieux oligotrophes, pauvres en éléments nutritifs. Ceci correspond aux observations faites par Koerner (1999) sur l'impact des pratiques agricoles sur la végétation : les pâtures ont des taux d'azote faibles, en comparaison des terres cultivées et des jardins. Les parcs de milieux plus mésotrophes : puy de Manson et Fontaine du Berger s'expliquent par la présence de zones de couchage et parc de tri, avec une plus forte proportion d'excréments. Les espèces les plus nitrophiles sont *Urtica dioica*, *Galium aparine* et *Lamium album* (coef. 8). De manière générale, les sols pauvres contribuent à la diversité des milieux, avec une plus forte proportion d'orchidées comme *Dactylorhiza maculata* (coeff.2).

En conclusion, on peut noter que les indices d'Ellenberg permettent de hiérarchiser entre-elles des zones de forts contrastes. Dans notre étude, les gammes de conditions sont plus réduites. Des analyses de sol et des pratiques révéleraient de plus amples informations.

1.2.3. Analyse agronomique des relevés

L'étude multicritères et pluridisciplinaire que nous menons s'enrichi d'une analyse des relevés selon leur qualité agronomique et pastorale. La méthode généralement utilisée vise à regrouper les espèces selon leur indice spécifique de valeur pastorale. Cette méthode est décrite depuis une vingtaine d'années (Loiseau, 1988 ; Vanpeene-Bruhier, 1998). Le défaut majeur de ce classement

⁷⁴ NB : La salinité ne correspond pas aux types d'espèces en présence donc aux types de milieux associés.

réside en ce qu'il ne prend pas en compte la qualité fourragère des espèces arbustives et arborées. De plus, son calcul s'effectue à partir de pourcentages en volume de végétation et non en nombre d'espèces comme nous l'avons effectué sur le terrain. Une méthode simplifiée d'appréciation de la valeur fourragère des types de végétation, proposée par Vanpeene Bruher (1998), permet d'envisager les spectres pastoraux par la répartition des espèces selon les classes suivantes (fig. 38) :

- les **espèces de bonne qualité fourragère** : Poaceae (1) et Fabaceae (2) ;
- les **espèces à moindre qualité fourragère** : autres dicotylédones (3), autres monocotylédones (4), arbres et arbustes : (5) feuillus et (6) conifères.

Ce classement renseigne notamment la part de feuillus (la plupart du temps accessibles) et de dicotylédones qui peuvent être fourragères, et permet donc de relativiser voire d'améliorer la notion de qualité fourragère des parcs.

Deux grandes tendances se dégagent de ces spectres, les bonnes valeurs pastorales de Manson et de Recoleine au contraire d'Orcines qui se singularise. De manière générale, ce sont les **dicotylédones** qui sont **majoritaires** avec 45 à 50 % des espèces relevées. Puis les Poaceae avec 25 à 35 %, les Fabaceae 5 à 12 %, les feuillus 1 à 13 %, les conifères 1 à 5 %, les fougères et les monocotylédones à moins de 3 %.

Au sein de l'estive de **Manson**, la valeur de bonne qualité fourragère (46 % des espèces) peut être améliorée par la prise en compte des feuillus disponibles sur Monges sud et le Puy de Manson (respectivement 6 et 8 %). Les Poaceae sont plus importantes que les Fabaceae ce qui peut apparaître comme un point négatif, d'autant que *Nardus stricta* est prépondérante sur cette estive et que sa valeur fourragère n'est intéressante qu'en début de saison.

Sur **Recoleine**, la bonne qualité fourragère (46 % des espèces) est influencée par les Fabaceae avec *Trifolium pratense* et *T.repens*, mais la plus forte présence de conifères limite les possibilités d'amélioration du pâturage par les arbustes et arbres.

Enfin sur **Orcines**, les espèces de bonne qualité fourragère sont nettement inférieures aux autres espèces, représentant seulement 31 % des espèces relevées. Les parcs en contrebas des puys (Fontaine du Berger, Collières et du Péage) sont de meilleure qualité en légumineuses que le parc principal qui présente la plus faible proportion de l'ensemble des estives (seulement 3,5 %). Cependant, la forte concentration de feuillus peut permettre une amélioration du domaine de pâturage, surtout en ce qui concerne les corylaies. La présence de fougères (jusqu'à 6,5 % dans le parc du Péage) est en revanche contraignante : *Pteridium aquilinum*, par son port élevé, limite les possibilités de déplacement du troupeau qui évite ces zones, et s'avère toxique pour les herbivores⁷⁵ (Dumas, 2002). La faible appétence de cette espèce contribue d'autant plus à son développement rapide.

I.3. ORGANISATION FLORISTIQUE EN FONCTION DES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

Des **ACP** ont été réalisées avec prise en compte de toutes les espèces dans un premier temps puis seulement des espèces communes et majeures, comme le préconisent Khater (2004), Vanpeene Bruher (1998) et Brau-Nogué (1996), afin de déterminer si les espèces rares ont une influence quelconque sur l'analyse. Le croisement des données s'est effectué à partir d'un tableau dynamique croisé entre les espèces et les parcs auxquels ont été ajoutées les moyennes par estive. Ces deux types d'analyse ont abouti à des résultats semblables avec quelques variations.

⁷⁵ La présence de thiaminase, une enzyme capable d'hydrolyser la vitamine B1, dans les rhizomes et les jeunes crosses peut provoquer la cécité chez les ovins (dégénérescence rétinienne), l'avitaminose chez les équins et porcins, voire des formes de cancer (Dumas, 2002).

GLOBAL

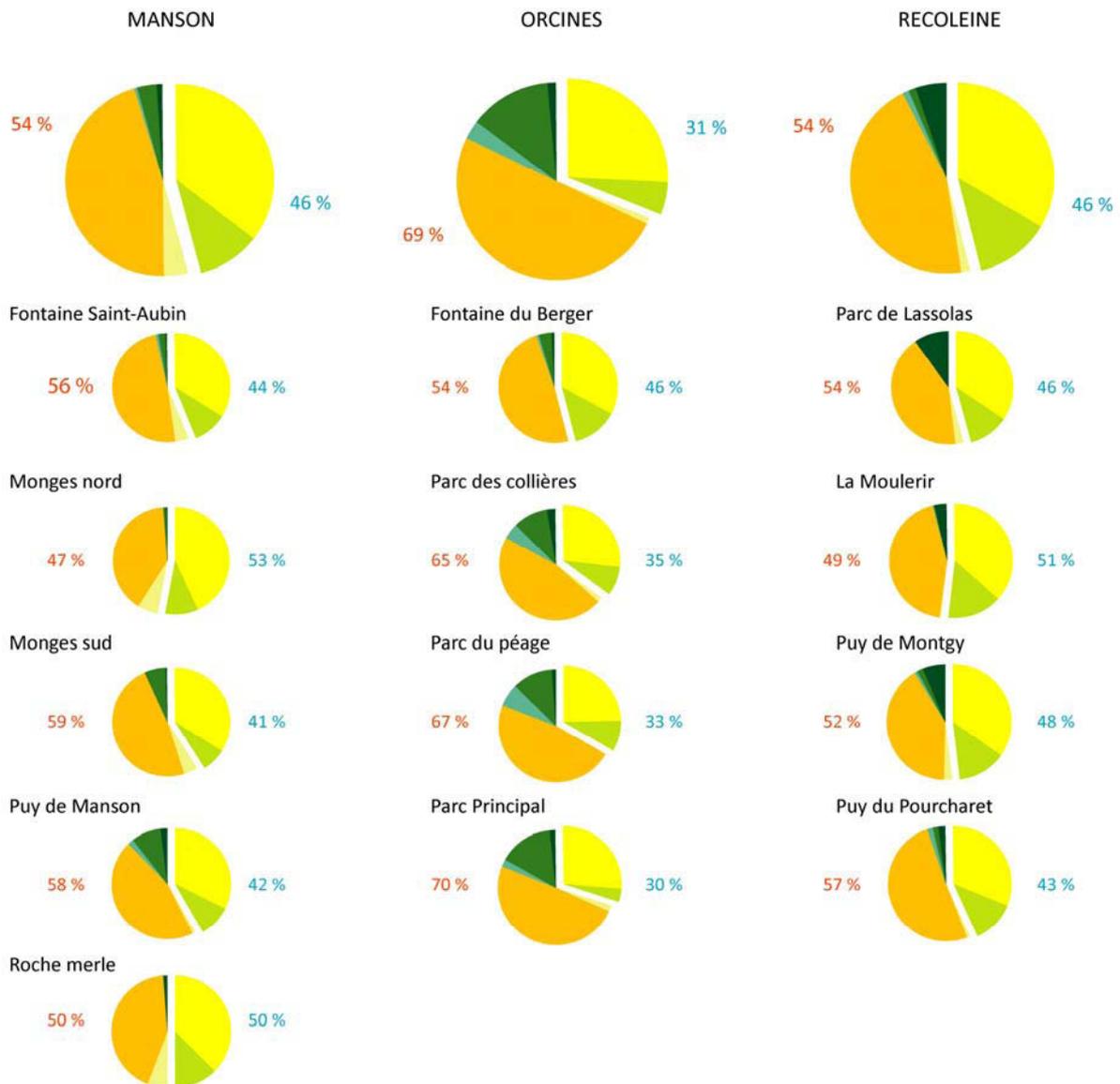
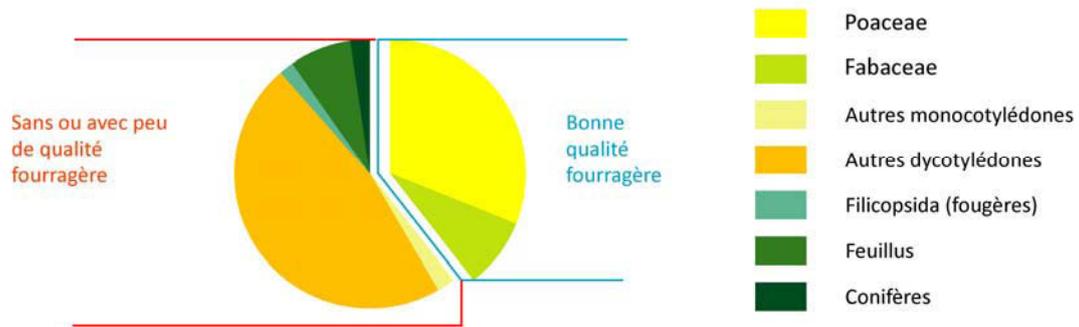


Figure 38 : Spectres agronomiques du secteur

I.3.1. Caractérisation des grandes tendances des groupements floristiques

Par souci de lisibilité du graphique (fig.39), nous n'avons pas affiché la projection de l'ensemble des espèces, et seulement celle des parcs. De manière générale, la projection factorielle sur les axes F1 et F2 révèle une tendance à la séparation des parcs le long de la variable F1.

L'information portée par cet axe (22 à 26 % de variabilité selon les analyses) met en valeur la **disposition des parcs et des espèces associées selon un gradient ouvert-fermé**. Les parcs sont bien regroupés par estive, hormis le parc principal d'Orcines (OPPr) qui se dissocie nettement. Sa surface étant nettement supérieure aux autres parcs, il influence la moyenne de l'estive. Il est caractérisé par des espèces comme *Corylus avellana* et *Fagus sylvatica* (corrélation de 0,971 entre ces deux espèces selon la matrice de Pearson), clairement typiques des espaces fermés ou en cours de fermeture, avec des espèces de sous-bois comme *Ilex aquifolium*, *Galium saxatile*, *Dryopteris filix-mas*, *Luzula sylvatica* et *Geum urbanum*. Cette association d'espèces se retrouve généralement dans les *Calluna vulgaris* acidiphiles à sous-bois de *Ilex* : *Ilici-fagenion* du cahier d'habitat 9120 (Natura 2000, 2000a). Le type de lande associé est la lande acidiphile montagnarde, typique du Massif central (Natura 2000, 2000b), avec *Vaccinium myrtillus*, *M. uliginosum*, et *Salix caprea*. On peut noter qu'aucune graminée ne se trouve associée à ce parc ; en revanche l'ACP avec l'ensemble des espèces révèle la présence de *Lilium martagon* et *Gentiana lutea*.

ACP comprenant toutes les espèces des parcs et estives

ACP comprenant les espèces communes et majeures des parcs et estives

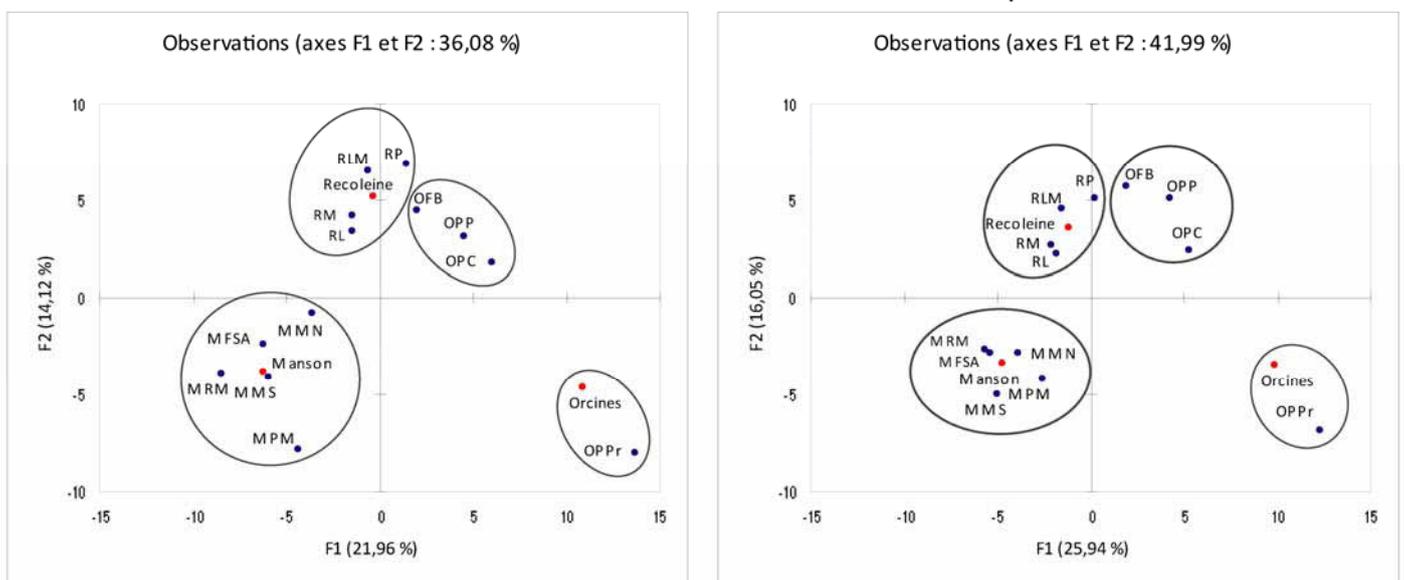


Figure 39 : Représentations factorielles de l'ensemble des espèces (à gauche) ainsi que des espèces communes et majeures (à droite) des parcs et estives échantillonnés. Tous les axes horizontaux correspondent à l'axe F1 et verticaux à F2. Par souci de lisibilité, les espèces n'ont pas été affichées.

Les parcs de l'estive de **Manson** se dégagent nettement des autres, avec un léger décalage en ce qui concerne le puy de Manson (MPM) lorsque l'on prend en compte toutes les espèces. Ceci s'explique par sa nature différente des autres parcs de l'estive : plus enrichie et plus arborée mais aussi très utilisée dans ses parties hautes (lieux de « chôme »⁷⁶). Les espèces associées à l'estive sont principalement des Poaceae comme *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Avenula pubescens* et *Deschampsia flexuosa* mais l'on retrouve également *Cytisus scoparius*, historiquement associé à ce secteur de la Chaîne, et *Crataegus monogyna*, les deux espèces colonisatrices des lieux ainsi que les *Carex*, associés aux milieux humides de la zone.

Les parcs de l'estive de **Recoleine** ont une caractérisation proche des parcs les plus ouverts d'Orcines. On retrouve dans la partie haute des graphiques des Fabaceae comme *Trifolium repens* et *pratense*, *Lotus corniculatus*, ou de bonnes Poaceae fourragères comme *Arrhenatherum eliatum* et *Dactylis glomerata* typiques d'espaces à forte valeur ajoutée pour les troupeaux. A ce titre, c'est ici également que l'on retrouve *Plantago lanceolata*, espèce nitrophile liée à la présence du troupeau et

⁸ Lieu de repos du bétail

à ses déplacements (sentes). Les deux espèces de Pinaceae, *Picea abies* et *Pinus sylvestris* sont également présentes dans ce secteur du graphique associées à *Juniperus communis* (corrélation de 0,718 entre *Picea abies* et *Juniperus communis*) et typiques de l'estive de Recoleine. *Juniperus communis*, est généralement situé en front de colonisation des massifs résineux.

Ce qui distingue les parcs **d'Orcines** de ceux de Recoleine est la présence de *Brachypodium pinnatum*, *Betula pendula* et *Pteridium aquilinum* (avec une corrélation de 0,898 entre ces deux espèces) à droite de l'axe F1 ; ces espèces sont quasi inexistantes sur Recoleine alors qu'elles sont typiques d'Orcines. Les parcs autres d'Orcines sont caractérisés par des espèces comme *Pteridium aquilinum*, *Bromus erectus* et *Poa chaixii*.

I.3.2. Caractérisation des regroupements par strates

On peut associer aux données précédentes une analyse des parcs selon l'appartenance de leurs espèces aux différentes strates observées : herbacées, landes, arbustives et arborées.

Les premiers éléments dégagés dans l'analyse précédente sont ici confirmés et précisés. **Le gradient régissant l'axe F1 est clairement du plus arbustif-arboré à l'herbacé** (fig.40). On peut distinguer trois groupes par leurs similarités. Le groupe des parcs marqués par la strate arbustive, principalement *Corylus avellana* (les parcs d'Orcines et le Puy de Manson) présente des variantes :

- **vers la lande arbustive** : Parc du Péage d'Orcines (OPP) avec *Pteridium aquilinum* et plus modérément le Puy de Manson (MPM) avec *Cytisus scoparius* ;
- **vers l'arborescent et l'arboré** avec le parc principal d'Orcines et *Fagus sylvatica*.

L'apport de cette analyse est intéressant d'un point de vue gestionnaire : ces parcs sont plus sensibles à la colonisation arbustive et par conséquent à une fermeture plus rapide de l'espace.

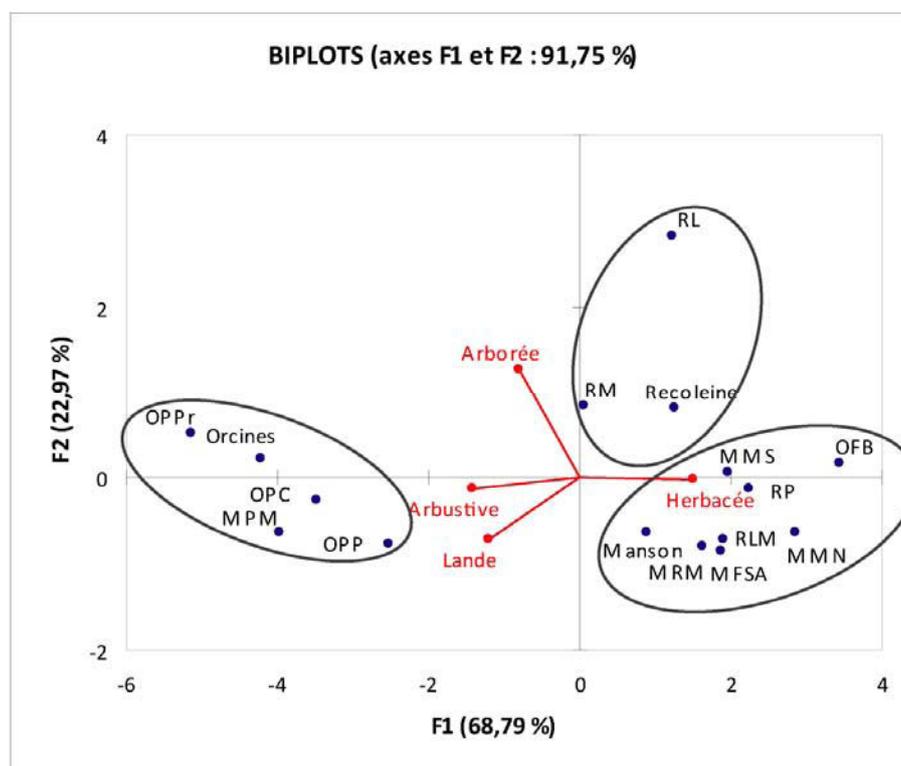


Figure 40 : Représentation factorielle de l'ACP combinant les parcs et le type de strate des espèces indicatrices

Le **second groupe**, correspondant à Recoleine avec le puy de Montgy (RM) et celui de Lassolas (RL), est caractérisé par une **forte présence arborée et herbacée** mais avec des strates arbustive et de lande plus minoritaires. Ces parcs sont marqués par la présence de *Picea abies* et *Pinus sylvestris* au stade arboré permettant le sylvopastoralisme par la présence de sous-bois clairs (c'est surtout le cas du parc de Lassolas).

Enfin le **dernier groupe** est fortement caractérisé par la **strate herbacée**. Il s'agit des parcs de plateau de Manson : Roche Merle, Fontaine Saint-Aubin, Monges nord et sud, des deux parcs les plus ouverts de Recoleine : Pourcharet et La Moulerir, ainsi que du parc de tri d'Orcines : la Fontaine du Berger. Une variante est à noter vers la lande en ce qui concerne Roche Merle, la Fontaine Saint-Aubin et l'estive de Manson en général, avec une plus forte proportion de *Cytisus scoparius* dans l'espace.

II. ETAT ACTUEL DE L'ENFRICHEMENT

Les analyses précédentes ont apporté des informations sur la composition floristique et le taux de recouvrement de la flore échantillonnée dans les trois estives étudiées, à partir des techniques phytosociologiques. L'analyse s'est enrichie de la composition agronomique des relevés par une méthode simple et qualitative. La nature des espèces nous a également permis, par le calcul des indices d'Ellenberg, de mieux cerner les types de milieux associés. Enfin, l'analyse statistique en composantes principales a permis de comparer la flore échantillonnée des différents parcs et estives et de les regrouper par similarités. Nous avons ainsi, dans un premier temps, pu représenter ces unités selon un gradient de fermeture. Le regroupement des espèces selon le type de strate associée a renforcé cette analyse et permis de classer les parcs de manière plus fine.

Afin de compléter ces analyses qui relèvent d'une structuration ponctuelle (même aléatoires et systématiques, les points d'échantillonnage peuvent ne pas tenir compte de l'état général de l'embroussaillage), le **diagnostic d'embroussaillage** proposé par Picard et Fleury (2001) nous renseigne sur un autre volet d'interprétation de la végétation par le biais d'un autre type d'analyse. Cette interprétation qualitative, que l'on peut par la suite quantifier, est intéressante en ce qu'elle renseigne sur les patrons et les causes de la propagation ligneuse, mais surtout, par leur rattachement à des pratiques. L'attribution d'une note à chaque parcelle aboutit à un nouveau classement des parcs à visée gestionnaire.

II.1. DESCRIPTION DES PATRONS DE PROPAGATION DES LIGNEUX

La mise en place de cette méthode s'est heurtée à un obstacle majeur : la taille des parcelles au sein des estives. En effet, Camacho (2004), dans sa thèse, relevait déjà cet inconvénient et a choisi de n'étudier que les parcelles inférieures à 10 ha. En comparaison, les surfaces que nous avons étudiées s'échelonnent entre 6 et 498 ha, mais la plupart des parcs ont une taille moyenne entre 30 et 50 ha (tab.11).

Le **diagnostic porte sur une analyse globale, puis sur une analyse plus précise des lisières et des centres de parcelles**. L'analyse globale ne pose en soi que peu de problèmes quant à la taille des parcs, la contrainte majeure étant le temps nécessaire à les parcourir. En revanche, les analyses plus précises des lisières et des centres de parcelles se sont trouvées confrontées à la diversité des tendances. En ce qui concerne les lisières, sur un parc de 50 ha, elles sont à la fois nombreuses et diverses ; et en ce qui concerne les centres de parcelles, ils sont souvent difficiles à distinguer et multiples. Seule l'utilisation des photographies aériennes sur le terrain puis des SIG en laboratoire a donc permis d'effectuer ce diagnostic de manière précise.

II.2. CARACTERISATION DE L'ETAT GENERAL D'EMBROUSSAILLEMENT DES PARCELLES

L'évaluation de l'état général d'embroussaillage des parcelles porte sur deux axes : une **estimation visuelle du taux de recouvrement des ligneux** et la **caractérisation des espèces ligneuses**

dominantes (mode de reproduction et de colonisation). L'estimation visuelle du taux de recouvrement sur le terrain nous semblant trop approximative, étant donné la taille des unités, nous avons donc enrichi le protocole par l'utilisation de photographies aériennes du site et d'une grille d'un pas de 150 m (correspondant à la grille du plan d'échantillonnage). Dans chaque carré de la grille nous avons estimé le taux de recouvrement ligneux puis avons fait la moyenne de ceux-ci pour estimer le recouvrement moyen en ligneux d'un parc. Les estimations sont à comparer au milieu et à la couverture végétale. En effet, dans le cadre de l'étude menée par Picart et Fleury (2001), une parcelle est considérée comme très embroussaillée lorsque le taux de recouvrement dépasse les 15 %. Dans notre cas, il devient nécessaire de réévaluer ce seuil, car la majorité des parcs le dépasse :

- **< à 10 %** peu enrichie : état stable ou peu dynamique,
- **10 à 30 %** embroussaillage moyen, risque d'extension rapide des ligneux,
- **30 à 50 %** embroussaillage fort, gestion sylvopastorale nécessaire, actions régulières d'entretien ou de remise en état à envisager,
- **supérieur à 50 %** embroussaillage très fort, zones forestières, nécessité de maintenir les zones ouvertes.

Estive	Parc	Surface (ha)	Recouvrement de la végétation ligneuse %
Manson	Fontaine St Aubin (MFSA)	55,8	6 %
	Monges nord (MMN)	33,5	4 %
	Monges sud (MMS)	35,7	10 %
	Puy de Manson (MPM)	31,2	12 %
	Roche merle (MRM)	56,1	6 %
Orcines	Fontaine du Berger (OFB)	10,5	13 %
	Les Collières (OPC)	67,3	31 %
	Parc du Péage (OPP)	37,1	35 %
	Parc principal (OPPr)	497,9	55 %
Recoleine	Parc Lassolas (RL)	33,8	63 %
	La Moulerir (RLM)	5,9	2 %
	Puy de Montgy (RM)	51,5	36 %
	Puy de Pourcharet (RP)	44,6	8 %

Tableau 11 : Caractérisation des parcelles étudiées

La limite majeure de cette méthode d'estimation par photographies aériennes réside dans l'interprétation de la végétation arbustive et arborée par sa canopée. Or, la réalité du terrain peut varier : une canopée continue peut cacher un sous-bois clair, une canopée discontinue peut, elle, cacher un sous-bois dense. Ce n'est que par la combinaison de cette interprétation avec les observations sur le terrain, et ses caractéristiques physiques, que cette approche globale trouve son sens.

Tous les parcs étudiés sont touchés par un **embroussaillage plus ou moins fort** (tab. 11 et 12). La moyenne d'enrichissement du domaine pastoral ainsi étudié est de 22 % ($\pm 19,6$ %)⁷⁷, avec 8 % ($\pm 2,97$ %) à Manson, 34 % ($\pm 11,5$ %) à Orcines et 27 % ($\pm 24,3$ %) à Recoleine. Les disparités entre les parcs sont également importantes avec un minimum de 2 % (parc de La Moulerir) et un maximum de 63 % (Parc de Lassolas) sur Recoleine. En ce qui concerne la végétation, le type d'espèces de classe 1, qui correspond au potentiel d'invasion le plus important, est présent sur tous les parcs.

Des distinctions sont à noter dans la nature de la végétation entre la partie centrale de la Chaîne des puys, où se trouve l'estive de Manson et celle d'Orcines, et la partie sud où se trouve celle de

⁷⁷ L'importance de l'écart-type (σ) nous renseigne sur la variabilité des résultats, plus l'écart type est élevé plus les parcs sont différents entre eux.

Recoleine. En effet, cette dernière est caractérisée par des peuplements de résineux et la quasi-absence de feuillus⁷⁸, alors qu'ils prédominent sur Manson et Orcines. Ces observations figuraient dans les thèses de Coquillard (1993) puis de Prévosto (1999). Le contexte morphopédologique implique également des variations entre le plateau où se trouve Manson et les parcs en contrebas d'Orcines, et les zones plus élevées des puys (Pariou, Dôme, Suchet, Montgy).

Type d'espèce Mode régénération / dissémination	Description	Espèces	Parcs
Classe 1 : Fruits charnus Ornithochore et / ou à multiplication végétative	Espèces très envahissantes, surtout en zones centrales. Rameaux tombants, gêne au passage des animaux	<i>Rosa canina</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Sorbus aria</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Genista pilosa</i> , <i>Rubus sp.</i>	MMN, MMS, MFSA, MPM, MRM, OFB, OPC, OPP, OPPr, RL, RLM, RM, RP
Classe 2 : Drageonnantes Multiplication végétative et zoochorie	Espèces envahissantes sur toute la parcelle, épaissement rapide	<i>Corylus avellana</i>	MFSA, MPM, OFB, OPC, OPP, OPPr, RP
Classe 3 : Résineuses à petites graines Anémochore	Dissémination à grande distance, croissance en hauteur	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i> .	MMN, MFSA, MRM, MPM, OFB, OPC, OPPr, RL, RLM, RM, RP
Classe 4 : Petites graines Anémochores et/ou multiplication végétative Anémochores non drageonnantes	Héliophiles, stations centrales, propagation forts	<i>Betula pendula</i> , <i>Alnus</i> <i>Acer</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Salix sp.</i> , <i>Ulmus sp.</i>	MMS, MFSA, OFB, OPC, OPP, OPPr MMS, MFSA, MPM, OPP
Classe 5 : Grosses graines Zoochores	Pas de multiplication végétative, sciaphiles en lisière	<i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fagus sylvatica</i>	OPC, OPP, OPPr, RP

Tableau 12 : Espèces ligneuses majoritaires, capacité de propagation des ligneux adapté aux espèces présentes dans la Chaîne des Puys et présence sur les parcs des estives représentatives (d'après Picart et Fleury, 2001)

A nouveau l'estive de **Manson**, sur le plateau, apparaît comme **la moins embroussaillée** avec des recouvrements moyens variant entre 4 et 12 % pour une moyenne de l'estive à 8 %. Les espèces en présence sont pourtant parmi les plus envahissantes, avec une forte prépondérance des classes 1 (*Crataegus monogyna*, *Rubus sp.*, *Cytisus scoparius*) et 3. Deux parcs sur cinq sont davantage embroussaillés, Monges sud et le Puy de Manson, ils sont respectivement plus éloignés et plus difficiles d'accès que les autres parcs. Seule l'utilisation régulière et homogène de l'espace parvient à maintenir les espèces envahissantes et à éviter une densification de l'embroussaillage.

L'estive de **Recoleine a la plus grande variabilité d'embroussaillage entre ses parcs** ($\pm 24,3\%$). Ainsi, deux parcs sont dans la classe de recouvrement faible : La Moulerir (2 %) et le parc du Puy de Pourcharet (8 %), le seul parc bovin étudié. Même si tous les parcs sont marqués par la présence d'espèces de classe 1, leur nature est différente de celles de Manson : *Juniperus communis* principalement, et *Rosa canina*. Les espèces des classes 2, 4 et 5, plus adaptées à la zone centrale de la Chaîne sont absentes des parcs ovins de cette estive. La classe 3 est fortement représentée et la prépondérance de *Picea abies* est issue de la dissémination des plantations en lisières de parcs. Cependant, le parc de Lassolas semble le plus embroussaillé, alors qu'il s'agit de *Picea* et de *Pinus* de taille supérieure à 10 m, et que son sous-bois est relativement clair, permettant largement au troupeau de se déplacer ; le pourcentage de recouvrement de ce parc est donc à relativiser. Le parc du Puy Pourcharet se distingue par la présence de *Fagus sylvatica* et de milieux plus favorables à

⁷⁸ Seul *Fagus sylvatica* est présent sur le parc du puy Pourcharet, il correspond à un très vieux peuplement planté en 1845, les arbres sont d'ailleurs appelés « Chouradous » par les habitants du village, de chore (grec ancien : place, emplacement) pour leur utilité en tant que lieu de chôme des troupeaux.

l'extension de *Corylus avellana*. Le type de pratiques lié au type de cheptel (bovin) diffère des autres parcs. En effet, de vastes zones sont girobroyées annuellement sur les flancs du puy recouverts de *Cytisus scoparius* et *Pteridium aquilinum*. Les observations sur le terrain conduisent à penser que les bovins restent dans la zone ouverte en contrebas et évitent les flancs et le haut du puy (absence de fèces) qui sont les plus embroussaillées et donc maintenues en état de manière mécanique. A l'inverse, le Puy de Montgy, de taille équivalente, est arboré sur 36 % de sa surface, malgré un pâturage clos par des clôtures légères en permanence. On peut donc remarquer ici le clivage des pratiques et le résultat de celles-ci sur des zones similaires. La dynamique d'enrichissement semble plus rapide sur Pourcharet, mais est systématiquement régulée par un entretien mécanique ; Montgy est boisé et des fronts de colonisation sont visibles, mais uniquement contenus par l'action animale.

Enfin **l'estive d'Orcines est de loin la plus embroussaillée**, de vastes zones forestières en couvrent la surface à hauteur de 34 % en moyenne. Seul le parc de la Fontaine du Berger, où se trouve le parc de tri, est situé dans la classe de recouvrement moyen, tous les autres parcs sont en classe de recouvrement fort à très fort. Ce parc est du même type que le parc de Lassolas avec des arbres de taille supérieure à 10 m, résineux en grande partie, qui ne gênent absolument pas le passage des animaux. Les parcs des Collières et du Péage sont d'embroussaillage équivalent, mais avec des espèces et des tailles variables. Le parc du Péage est marqué par la présence d'une Bétulaie de très haute taille : 20 à 25 m, et un sous-bois arbustif relativement clair. En revanche, la forte présence de *Pteridium aquilinum* limite les déplacements du troupeau. Le parc des Collières offre un faciès plus embroussaillé, avec la présence d'espèces comme *Crataegus monogyna*, *Rubus sp.*, *Cytisus scoparius*, *Corylus avellana*, *Betula pendula*, *Pinus* et *Picea*. Malgré son recouvrement moindre, sa situation est plus critique que celle du parc du Péage, les bosquets étant impénétrables pour le troupeau. Le parc principal d'Orcines, quant à lui, se trouve dans une situation unique. Sa taille d'abord, est nettement plus vaste que celle des autres parcs (environ 500 ha), et le type de conduite au pâturage, ensuite, qui est en gestion libre. La colonisation arbustive est essentiellement le fait de *Corylus avellana*, avec de vastes fronts colonisant les flancs des puys. Les zones ouvertes sont donc restreintes aux sommets des puys, et aux zones plus basses avec une végétation de lande à *Calluna vulgaris* et à *Vaccinium*.

II.3. LES PARTICULARITES DES LISIERES DE PARCELLES

La taille des parcs est à nouveau une contrainte à la mise en place du protocole originel. Avec l'appui des SIG, nous avons cependant pu retracer les dynamiques en cours. En ce qui concerne les lisières, le calcul automatique du périmètre de chaque parc a été effectué sur MapInfo, puis, le long de ce linéaire, le pourcentage de périmètre boisé a été calculé. La classification de l'embroussaillage (en pourcentage) établie pour les parcs a été reprise pour analyser les lisières, et les mêmes espèces ont été repérées sur le terrain. Pour les centres de parcelles, nous avons été confrontés plus significativement à la morphologie et la taille des parcs : souvent plusieurs bosquets de natures et de tailles variables sont relevés au centre, parfois l'ensemble du parc est embroussaillé (cas de Lassolas, du parc du Péage). Nous avons donc pris le parti d'une distinction des classes d'espèces en jeu mais pas de leur recouvrement en pourcentage, ceci afin de distinguer la sensibilité à l'embroussaillage. Ces premières analyses des lisières et des centres ont été complétées par l'utilisation des indicateurs physiologiques développés par Picart et Fleury (2001) et présentés dans la méthodologie (tab.8, P.82). En effet, des distinctions dans l'analyse de la végétation ligneuse sont à noter : dans les Alpes, les espèces relevées sont arborées en lisière (*Faxinus*, *Fagus*...) et buissonnantes en position centrale, alors qu'ici, elles n'ont pas de localisation préférentielle. Ainsi nous avons adapté la méthode en traduisant la dynamique des ligneux et les difficultés de maîtrise par le biais des espèces en jeu et non par des types physiologiques.

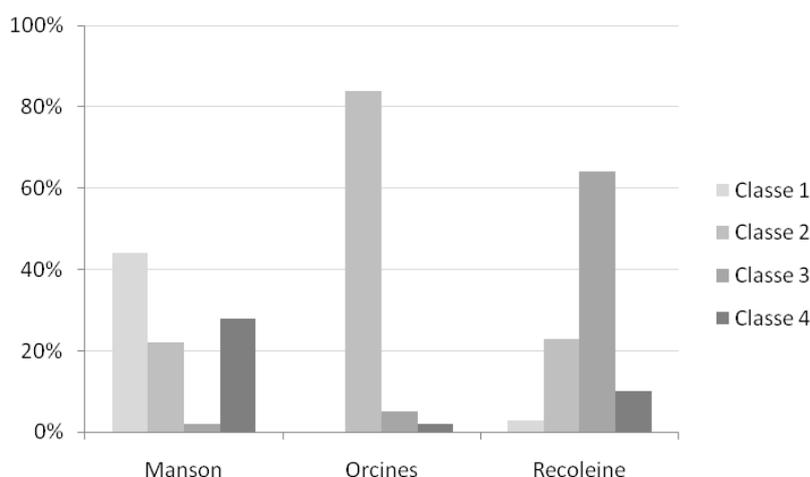
En ce qui concerne les **lisières** (tab. 13 et 14, fig. 41), la **moyenne d'embroussaillage sur l'ensemble des estives est de 33 %** ($\pm 19,5$ %), avec 24 % (± 16 %) à Manson, 47 % ($\pm 21,2$ %) à Orcines et 31 % ($\pm 12,9$ %) à Recoleine. On peut remarquer que le seuil des 10 % ne dégage que le

parc de Monges nord sur Manson. Avec une moyenne de 33 % contre 22 % en recouvrement global, la tendance à l'embroussaillage par les lisières est donc prononcée.

On peut remarquer également une corrélation positive entre la longueur du périmètre du parc et l'embroussaillage : plus le parc est grand plus la tendance à l'embroussaillage est forte. La plus grande difficulté à guider un troupeau ou à le laisser pâturer sur de vastes zones engendre probablement cette dynamique.

Estive	Parcs	Périmètre	% de lisières embroussaillées
Manson	Fontaine St Aubin (MFSA)	3 196 m	26 %
	Monges nord (MMN)	2 493 m	9 %
	Monges sud (MMS)	2 936 m	10 %
	Puy de Manson (MPM)	2 581 m	53 %
	Roche merle (MRM)	3 438 m	21 %
Orcines	Fontaine du Berger (OFB)	1 381 m	13 %
	Les Collières (OPC)	5 187 m	61 %
	Parc du Péage (OPP)	2 643 m	45 %
	Parc principal (OPPr)	13 920 m	68 %
Recoleine	Parc Lassolas (RL)	3 036 m	48 %
	La Moulerir (RLM)	1 135 m	12 %
	Puy de Montgy (RM)	4 685 m	34 %
	Puy de Pourcharet (RP)	3 855 m	30 %

Tableau 13 : Périmètres des parcs et embroussaillage des lisières

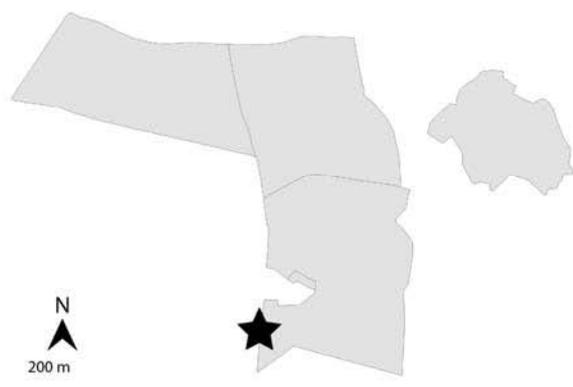


Estive	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Mixte 3 - 4	Mixte 2 - 5	brachypodiaie
Manson	44 %	22 %	2 %	28 %	4 %	-	-
Orcines	-	84 %	5 %	2 %	4 %	2 %	3 %
Recoleine	3 %	23 %	64 %	10 %	-	-	-

Tableau 14 : Répartition des classes d'espèces ligneuses sur les lisières embroussaillées des estives. Classe 1 : fruits charnus, classe 2 : espèces drageonnantes, classe 3 : résineuses à petites graines, classe 4 : petites graines, classe 5 : grosses graines (voir tab. 12).

Les classes d'espèces ligneuses majoritaires de Picart et Fleury (2001) permettent de relativiser ces pourcentages d'embroussaillage des lisières et d'en préciser la nature. Nous avons ajouté *Pteridium aquilinum* à la classe 2 en raison de son type de multiplication végétative (à partir de rhizomes) et de son recouvrement spatial important. Elle n'est présente qu'en lisières ou en sous-bois de Bétulaies. Les lisières étant parfois composées de plusieurs classes mêlées, nous avons également ajouté deux classes mixtes ainsi qu'une classe concernant *Brachypodium pinnatum*, souvent retrouvée en lisière d'Orcines (comme Camacho, 2004).

ESTIVE DE MANSON



ESTIVE D'ORCINES



ESTIVE DE RECOLEINE

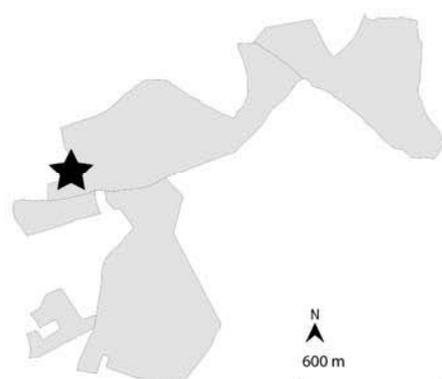


Figure 41 : Types de lisières présentes dans les estives de la Chaîne des puy. Sur Monges sud à Manson, bétulaie de la classe 4, la hauteur des arbres permet ici au troupeau de pâturer sans difficultés de passage. Nord du puy Pariou sur Orcines avec un taillis de *Corylus avellana* dense et déjà colonisé par *Fagus sylvatica* rendant difficile la circulation du troupeau. Est du parc bovin de Recoleine, en contrebas du puy Pourcharet une ptéridaie dense empêche la libre circulation du troupeau (ML. 2009)

L'information majeure à retenir de ces analyses est à nouveau une distinction inter-estives. La végétation ligneuse des lisières de **Manson** est assez variée avec une **classe 1 prépondérante** (44 %) correspondant à des cytisiaies, et deux classes importantes, les 2 et 4 correspondant respectivement à des ptéridaies, corylaies et des bétulaies. Les lisières de cytisiaies sont généralement peu impactées par le troupeau en lisières et forment des auréoles qui s'étendent vers le centre des parcelles avec une nette progression de l'impact du troupeau. Cette espèce est donc fortement présente sur toute l'estive, plus ou moins impactée mais relativement bien maîtrisée dans l'ensemble. Les corylaies, qui restent en lisière, ne sont pas impactées par le troupeau mais les arbustes ne sont pas envahissants et l'on ne décèle pas de développement latéral ni de rejets. Quant aux Bétulaies, elles sont de taille supérieure à 10 m et peu de resemis ou rejets gênent le passage des animaux. Seul le parc du puy de Manson se distingue, comme précisé précédemment, avec des lisières plus larges, plus variées, généralement composées de bétulaies-corylaies et d'un sous-bois de *Rubus* et *Crataegus* le long des clôtures et de cytisiaies en front. Ainsi, l'on peut conclure que les lisières de l'estive, malgré un taux de recouvrement ligneux de 24 % sont globalement peu dynamiques et ne représentent pas une grande difficulté de maîtrise. Seul le puy de Manson nécessite une gestion particulière.

Orcines, avec 47 % d'embroussaillage des lisières, est **caractérisée à 84 % par des espèces de classe 2** et essentiellement par *Corylus avellana*. Les fronts de *Corylus avellana* couvrant souvent l'ensemble des puys, de la lisière vers les sommets, on peut considérer ces lisières comme clairement boisées (avec la présence de *Fagus*). Celles situées dans les parcs en contrebas des puys sont plus variées mais ont tendance à se rejoindre sans discontinuité d'une clôture à l'autre. Elles sont majoritairement composées d'arbres (Bétulaies) avec parfois un sous-bois de corylaies, la présence de Ptéridaies restant l'obstacle majeur au déplacement du troupeau. Majoritairement, on peut conclure que les lisières embroussaillées sont ici boisées, à un stade arboré avancé, ne permettant autre chose qu'une gestion sylvopastorale.

Enfin **Recoleine** offre des lisières marquées par la **classe 3** avec *Picea abies* et *Pinus sylvestris* présentes dans 64 % du linéaire, on y retrouve également la **classe 2** avec ici des Ptéridaies étendues sur Pourcharet (bovin). Les lisières de classe 3 offrent la même physionomie que sur Orcines, avec un stade arboré avancé qui pourrait être géré par sylvopastoralisme. Le parc de Lassolas, ainsi géré, offre des sous-bois clair avec une nette présence d'herbacées. A l'inverse, le massif résineux du Montgy n'est pas exploité et les herbacées sont nettement moins nombreuses (5 espèces présentes au maximum).

II.4. LES CENTRES DE PARCELLES

Compte tenu de la difficulté à déterminer un centre de parc, dans des espaces aussi vastes et variés, l'analyse s'est cantonnée aux espèces ligneuses en présence et aux physionomies observées.

Sur **Manson**, les parcs de Monges nord (fig. 42), Saint-Aubin et Roche Merle se ressemblent en leur centre par la présence d'espèces de **classe 3** (*Picea abies*, *Pinus sylvestris*), au stade arboré, qui permettent au troupeau de chômer. On peut aussi noter sur Monges nord et Saint-Aubin des bosquets d'aubépines (*Crataegus monogyna*) de petite superficie, bien maîtrisés. Monges sud est plus embroussaillée en son centre avec des bosquets d'aubépines infranchissables parfois mêlés de *Cytisus*, et de *Betula pendula* au stade arboré à sous bois de *Crataegus monogyna* et *Picea abies*. Le quart sud-ouest du parc est ainsi constitué de plusieurs bosquets mal maîtrisés par le troupeau, mais permettant encore quelques déplacements (présence de sentes). Quant au puy de Manson, son centre est relativement peu embroussaillé au regard de ses lisières (lieu de chôme), *Cytisus* est la principale espèce envahissante et quelques pins au stade arboré ne sont pas dynamiques.

Sur l'estive **d'Orcines**, on peut dénombrer **plusieurs situations**. Celle des parcs du Péage et de tri avec des centres arborés de **classe 3 et 4** ne posant pas de difficulté de maîtrise, avec une nuance pour le parc du Péage dont le sous-bois est parfois composé de Ptéridaies (fig. 43). Ce parc n'est plus utilisé actuellement (péage du train à crémaillère montant au Puy de Dôme).

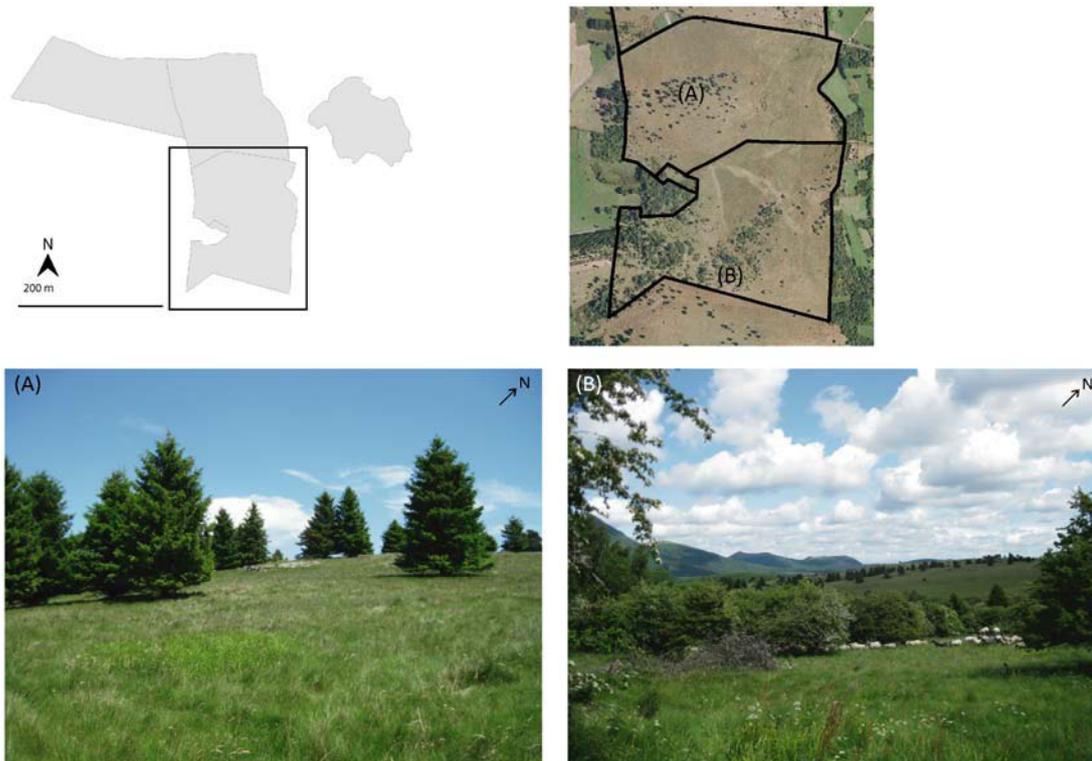


Figure 42 : Comparaison des centres de parcelles sur Monges nord et sud (ML, 06/2009). (A) *Picea abies* disséminés sur Monges nord. (B) Bosquets de *Crataegus monogyna* sur Monges sud.

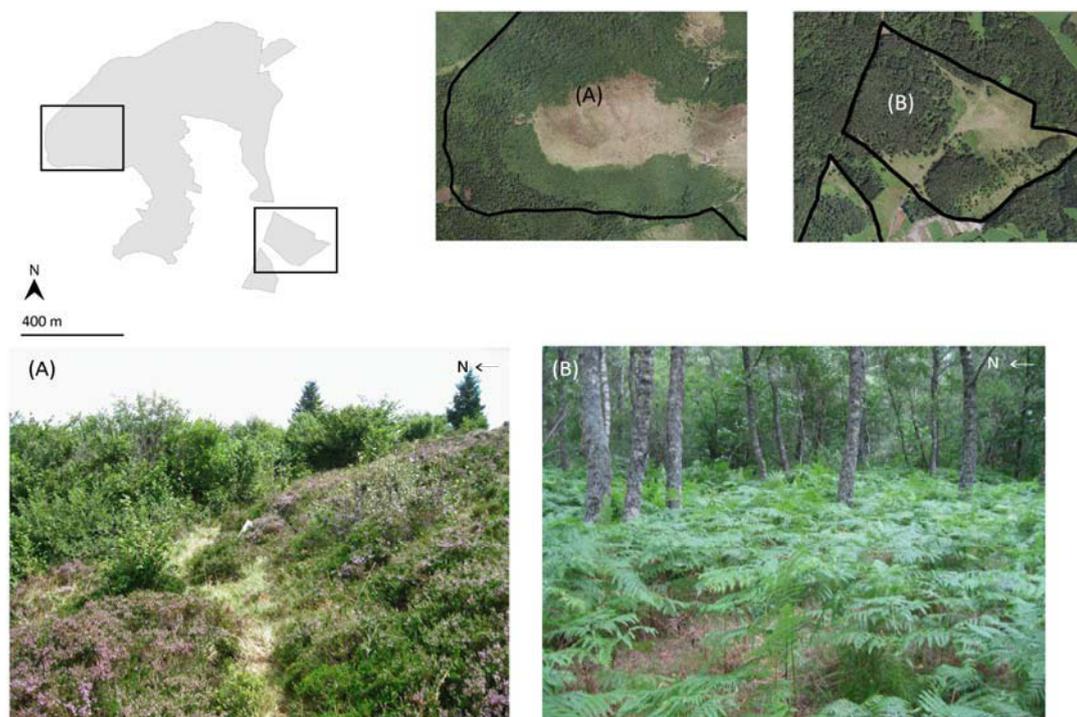
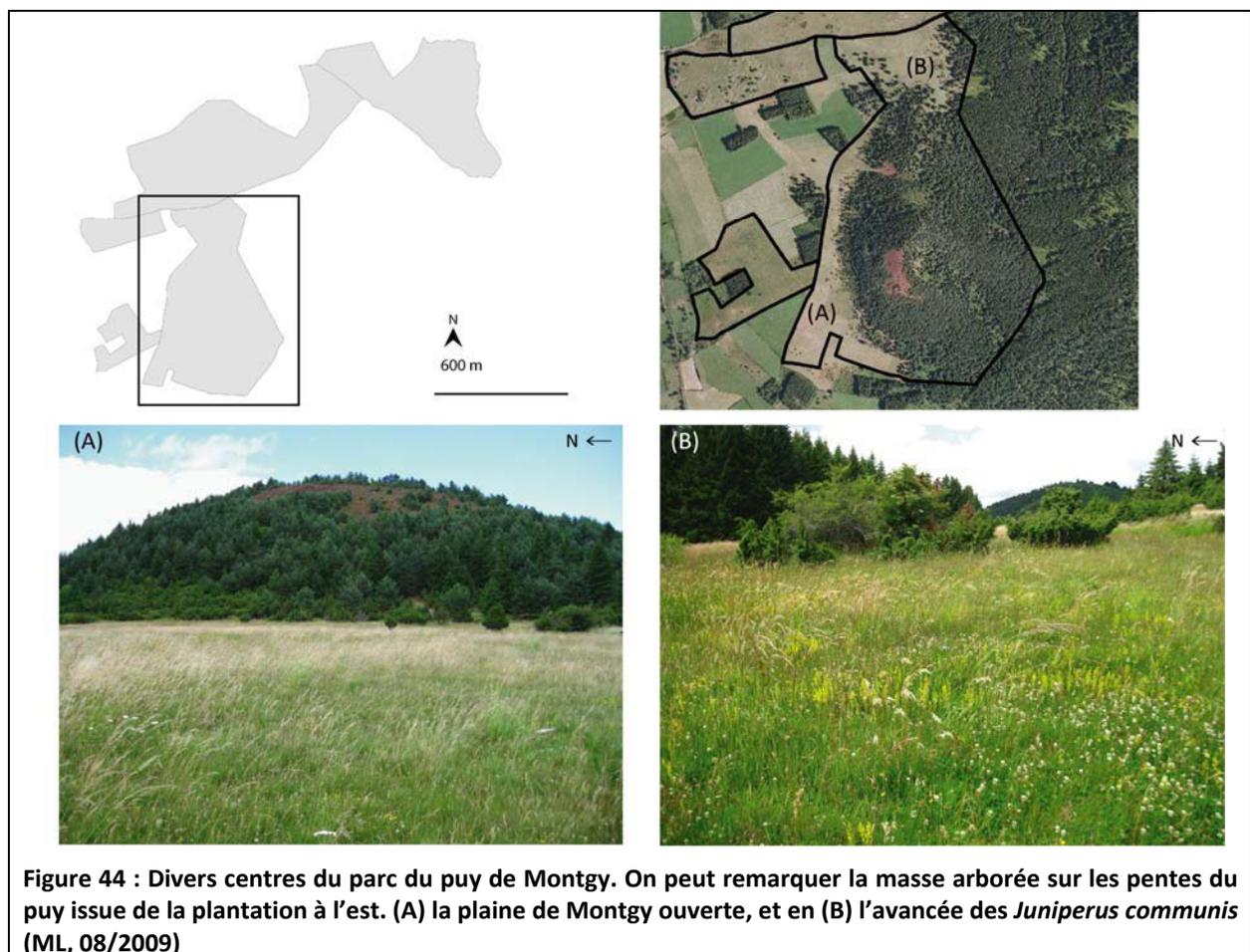


Figure 43 : Comparaison des centres de parcelles sur l'estive d'Orcines (ML, 07/2009). (A) Front de *Corylus avellana* et saules gagnant sur *Calluna vulgaris* au sommet du grand Suchet. (B) Bétulaie à sous-bois de Ptéridaie sur le parc du Péage (ML, 07/2009)

Le parc des Collières est le plus embroussaillé en son centre, avec peu d'espaces ouverts et composé de Ptéridaies. Enfin, le parc principal, de 500 ha, est ouvert en son centre, si l'on considère que les

puy sont en lisière. Le sommet des puy est encore dégagé, et malgré des fronts de *Corylus avellana* et de saules composés d'arbustes et de buissons normalement à développement rapide, la forte présence du troupeau dans ces zones limite la dynamique végétale ainsi que celle de *Calluna vulgaris*, à effet inhibiteur (fig. 43).

Les centres de parcs de **Recoleine sont plus variés** (fig.44). Pour la Moulerir, nous avons pu noter la présence de quelques pins disséminés sans colonisation arbustive. Le puy de Montgy est envahi sans discontinuité de sa lisière est jusqu'à son centre, le front de colonisation étant constitué principalement de *Juniperus* et *Picea abies* issu de la plantation à *Picea abies* proche, impactés par le troupeau mais constituant une barrière quasi infranchissable. Le troupeau ne peut pas atteindre la zone arborée. Les pratiques pastorales sont ici capitales dans le maintien de ce front, comme nous le préciserons dans le chapitre suivant. Lassolas est, comme annoncé dans l'analyse globale, entièrement recouvert d'espèces de classe 3 au stade arboré avec un sous bois clair. Quant à Pourcharet, son centre étant constitué par le puy, celui-ci est recouvert d'une vaste Ptéridaie et d'une cytisaie que le troupeau bovin n'impacte pas (chapitre 5). Les ligneux hauts sont constitués de *Fagus* très anciens constituant des lieux de chôme.



III. SYNTHÈSE DES RESULTATS

L'ensemble des résultats obtenus sur la qualification et la quantification de la couverture végétale actuelle dans le secteur peut être envisagé de manière synoptique. Nous présenterons d'abord un bilan reprenant l'ensemble des résultats issus de la méthode de Picart et Fleury (2001), pour ensuite les percevoir en fonction des données botaniques et des strates présentes sur les estives.

III.1. BILAN DE L'ENFRICHEMENT DANS LE SECTEUR

Le diagnostic d'enfrichement dans le secteur pastoral des dômes offre une réalité à plusieurs facettes. D'abord, le modèle établi par Picart et Fleury (fig. 25, chap3), et adapté ici, révèle une situation assez critique. Tous les parcs sont concernés par une dynamique végétale ligneuse, avec cependant des variations (tab.15, fig. 45) :

Stade	Parcs
Stade de départ : absence de ligneux au centre et en lisière	Aucun
Stade L1 : peu de ligneux dynamiques au centre et strate arbustive en lisière	Saint-Aubin (M) ⁷⁹
Stade C1 : centre piqueté, lisières quasiment nettes	Monges nord (M), Roche merle (M), Fontaine du Berger (O), la Moulerir (R)
Stade L2 : centre piqueté, strate arbustive haute en lisière	Puy de Manson, parc principal d'Orcines
Stade C2 : bosquets au centre, lisières piquetées	Monges sud (M), Parc du Péage (O), Pourcharet (R)
Stade final : centre et lisières de la parcelle enfrichée	Parc des Collières (O), Montgy (R), Lassolas (R)

Tableau 15 : Bilan de l'enfrichement des parcs

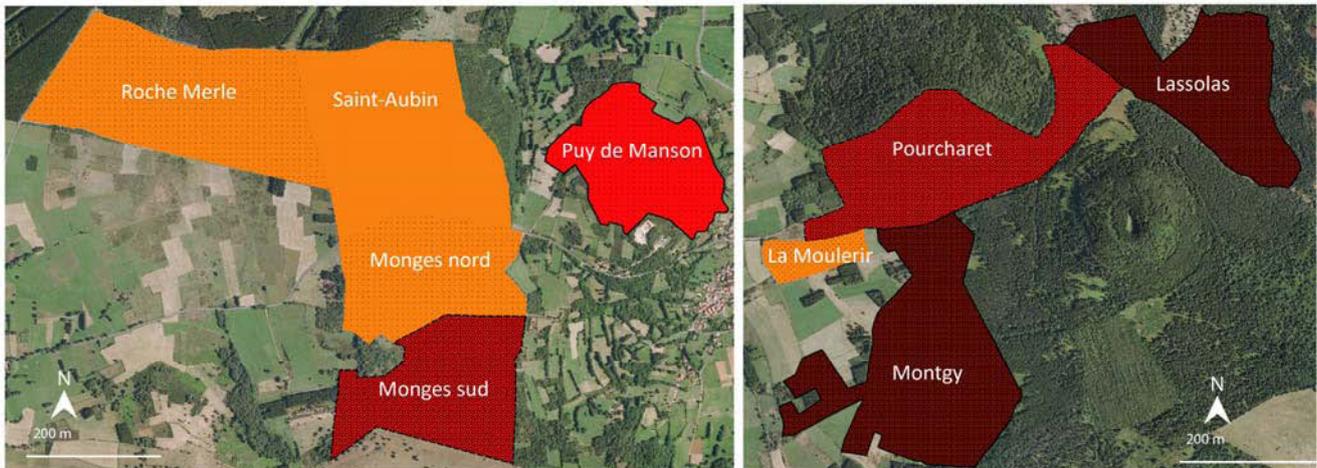
On peut observer que, selon la trame mise en place par les deux auteurs, **aucun parc ne correspond à un stade de départ, sans aucun ligneux**. Les **dynamiques moyennes** (orange) concernent **38 %** des parcs, qui sont surtout impactés en leur centre. Les **dynamiques plus fortes** concernent également **38 %** des parcs alors que les **dynamiques intenses 24 %**. Ainsi les parcs les plus touchés sont ceux de Recoleine : parcs de Montgy et Lassolas et sur Orcines le parc des Collières.

Les facteurs de risque jouant sur la dynamique des ligneux peuvent aggraver le bilan. En effet, le secteur de la Chaîne des Puys est fortement boisé par des accrues spontanées ou des plantations, ce qui place les estives dans une position d'enclave, de clairière, au contact avec ces zones fermées. Ceci est à nuancer sur le plateau où se trouve l'estive de Manson. Les pratiques sont également à connaître pour pondérer l'embroussaillage futur, on est ici en présence de zones utilisées de manière extensive qui sont donc plus enclines à s'embroussailler. Mais l'on note également une utilisation sylvopastorale sur Lassolas, le parc est donc facile d'accès, contrairement au parc des Collières ou de Montgy où les zones boisées sont impénétrables.

La végétation ligneuse est donc, certes, prépondérante dans le secteur, mais les pratiques de gestion de l'espace permettront de nuancer cet état des lieux. Nous sommes en présence de vastes espaces de plusieurs dizaines voire centaines d'hectares et ne pouvons rester sur une approche purement parcellaire et statique. Un état des lieux sur l'actuel apporte un bilan utile aux gestionnaires, mais une réelle connaissance des stratégies végétales et humaines passées est nécessaire à la mise en place d'un plan de gestion adapté. La connaissance des pratiques, ainsi que l'évolution de la végétation sur le long terme, sont nécessaires pour appréhender le phénomène d'enfrichement. D'autant que de nombreuses zones sont boisées, constituées de strates arborées plus qu'arbustives, cette colonisation ligneuse a donc eu lieu sur le long terme. Les analyses menées par la suite serviront donc à appréhender la dynamique végétale de manière plus globale et spatio-temporelle.

⁷⁹ M : Manson, O : Orcines, R : Recoleine

SYNTHESE DE L'ENFRICHEMENT SUR MANSON ET RECOLEINE



SYNTHESE DE L'ENFRICHEMENT SUR ORCINES

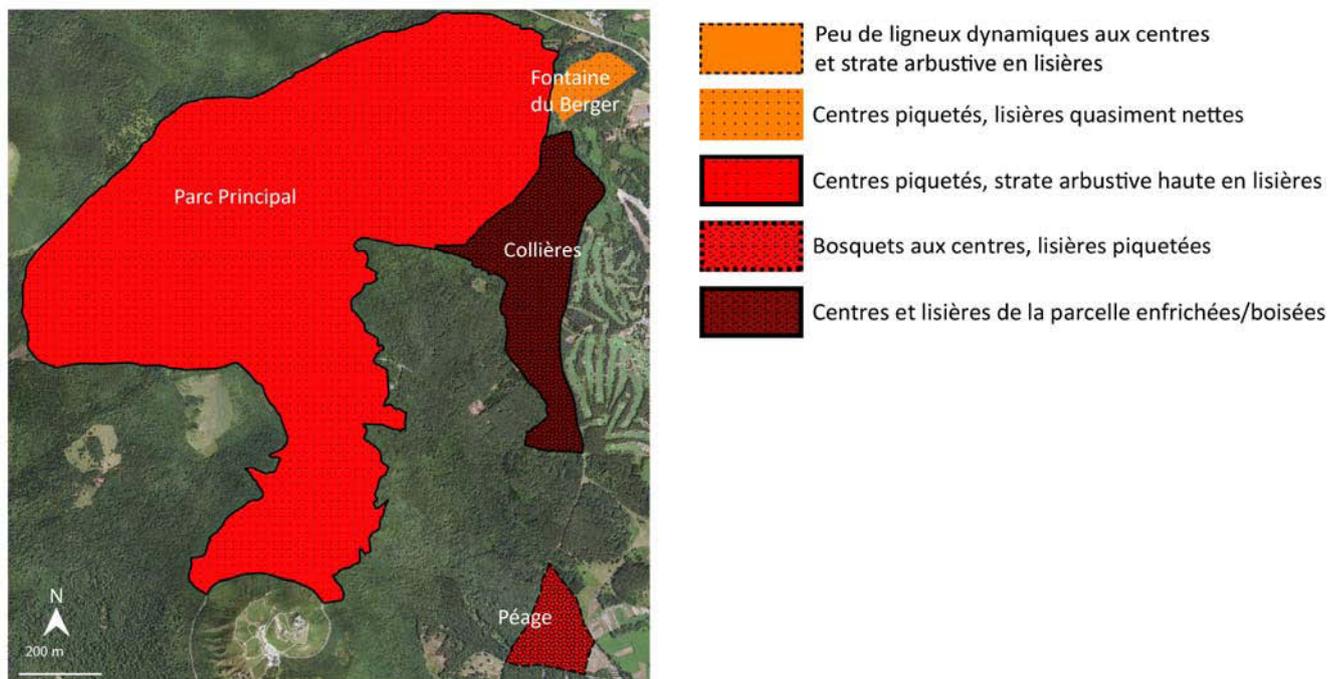


Figure 45 : Bilan de l'enfrichement dans le secteur étudié

III.2. APPORT DES ANALYSES DE TERRAIN

Nous avons trié les relevés selon leur appartenance à une ou plusieurs strates en fonction des espèces présentes (tab.16) et comptabilisé le nombre d'espèces total dans chacun d'entre eux. Ainsi, ont été revus ensemble (tab.17), au sein d'une même estive, les relevés contenant des arbres, ceux qui contiennent des arbustes, de la lande⁸⁰, et enfin ceux ne contenant que des herbacées. Cette distinction a permis de discriminer les relevés uniquement herbacés, afin de déterminer leur

⁸⁰ Ces trois types de relevés ne contiennent pas uniquement des arbres, des arbustes ou de la lande, ils sont juste marqués par la présence d'arbres, arbustes ou landes au sein du relevé. Les relevés uniquement arborés ou arbustifs ou de landes étant très peu nombreux. En revanche, concernant les relevés herbacés, seule cette strate est présente dans le relevé en question.

diversité. Pour le total d'espèces/relevé/parc, on a repris l'ensemble des relevés pour en faire la moyenne et non la moyenne de chaque strate, certains relevés étant présents plusieurs fois dans le calcul par strate (notamment ceux contenant des arbustes et des arbres ou de la lande et des arbustes).

	Herbacé	Lande	OUVERT	Arbustif	Arboré	FERME	TOTAL esp/ relevé/parc	Tx embrous- saillement
MANSON								
Monges nord	13,4	16,3	15,2	17,5	13	16	14,6	4 %
Monges sud	15	18,4	17	22	21	21,7	17,4	10 %
Roche merle	19,3	20	19,7	22,6	22	22,3	18,4	6 %
Saint-Aubin	15	22,1	18,8	23	15	22,6	21,6	6 %
Puy de Manson	aucun	13,7	13,7	14	16,2	14,7	12,9	12 %
Total	15,4	18	17,4	18,7	19	18,6	17	7,6 %
ORCINES								
Ft. du Berger	19	15	17,2	19	11	17	17,6	13 %
Collières	aucun	15,4	15,4	10,8	10,6	10,7	13,9	31 %
Péage	aucun	13,2	13,2	11,3	13,3	11,6	12,8	35 %
Principal	17,9	12,7	13,1	5,8	4,5	5,4	8,6	55 %
Total	18,2	11,6	13,6	7,6	5,6	6,6	13	33,5 %
RECOLEINE								
Lassolas	19,2	23	21,1	18,9	19,4	19,1	19,5	63 %
La Moulerir	19	24	22,6	25,3	26	25,4	22,6	2 %
Montgy	21,7	14,2	15,9	13,9	11,2	12,5	19,2	36 %
Pourcharet	23,5	19,4	20,9	13,8	16,25	14,5	20,7	8 %
Total	21,7	18,1	19,3	16,4	15,2	15,7	20	27,25
TOTAL Global	19	14	15,7	10,7	8,5	9,8	13,9	21,6

Tableau 16 : Nombre moyen d'espèces par relevé floristique selon le type de strate, compilation des relevés en ouvert/fermé et rappel des taux d'embroussaillage (méthode de Picart et Fleury, 2001).

	Relevés herbacés	R. incluant de la lande	R. incluant des arbustes	R. incluant des arbres	Nombre de relevés
MANSON	11,5 %	74,6 %	48,4 %	11,5 %	122
ORCINES	4 %	58,9 %	71,8 %	30,7 %	319
RECOLEINE	27,4 %	57,1 %	52,4 %	44 %	84
TOTAL Global	9,5 %	62,3 %	63,2 %	32,4 %	525

Tableau 17 : Part des relevés par strate dans le nombre total de relevés de l'estive.

Sur **Manson**, l'étude des relevés selon qu'ils présentent les strates herbacées, landes, arbustives et arborées apporte des précisions (tab.16-17). **L'estive se distingue nettement des deux autres par la diversité floristique des relevés contenant des espèces arbustives et arborées.** Elle est effectivement plus importante que celle ne contenant que des espèces herbacées et de lande. Cet état confirme nos précédentes observations selon lesquelles les **zones arborées sont accessibles au troupeau et composées de sous-bois clairs.** Ici, la présence d'espèces ligneuses ne fait qu'augmenter le nombre d'espèces total. En outre, les relevés contenant des espèces de lande sont majoritaires, voire prépondérants, les cytisiaies étant très développées. Pourtant, cet état ne tient pas compte de l'impact du troupeau sur celles-ci, la plupart des plantules de *Cytisus scoparius* observées sur la zone étant très impactées. Ainsi, le parc de Monges nord est le plus faiblement diversifié de tout l'espace pastoral étudié. Cet état est probablement dû à la forte présence inhibitrice de *Nardus stricta* (dérivé des landes à *Calluna vulgaris* par surpâturage) et à une surexploitation sans réelle restitution.

L'analyse par ACP a confirmé ces observations, en regroupant des espèces herbacées avec l'ensemble des parcs de Manson, excepté le puy de Manson, plus enrichi et boisé. La caractérisation de l'embroussaillage/ boisement des parcelles selon la méthode de Picart et Fleury (2001) a également confirmé ces analyses avec un enrichissement moyen inférieur à 10 % sur Manson (16,5 % des lisières), excepté le puy de Manson à 12 % (53 % des lisières). Pourtant, les espèces caractéristiques de l'embroussaillage sont parmi les plus envahissantes : *Crataegus monogyna*, *Rubus sp.*, et *Cytisus scoparius*. Ces **espèces sont donc fortement contraintes par l'action du troupeau** qui limite leur extension. Sur le parc de Monges nord, le relevé contenant des arbres est unique et peu diversifié, ce qui correspond à la présence ici d'affleurements rocheux en grand nombre et de résineux acidifiant le sol peu épais. Seul le parc du puy de Manson a une situation différente (taux d'enrichissement de 12 %) avec une diversité au sein des relevés plus faible et un seul relevé composé uniquement d'herbacées. Il est donc dans une situation intermédiaire entre les autres parcs de Manson et les parcs les plus enrichis et boisés d'Orcines (Les Collières et le Péage). Les plantules de *Cytisus scoparius* sont ici plus nombreuses et moins impactées par le troupeau, qui se concentre dans la partie élevée du parc, et y a établi un lieu de chôme. Les sous-bois sont peu, voire pas, utilisés, et difficiles d'accès car présentant une lisière de *Cytisus* dense.

Sur **Recoleine**, les relevés terrain ont révélé un schéma différent avec un **petit nombre d'espèces au total** : 84 espèces en ovin et 76 en bovin, **mais une diversité par relevé plus importante** avec 20 espèces en moyenne, les plus courantes étant de bonne qualité fourragère : *Trifolium repens*, *Anthoxanthum odoratum* et *Plantago lanceolata*. Cet état est courant dans des prairies relativement bien enrichies et productives qui provoquent une homogénéisation de la végétation (Gibon, 2005 ; Fleury *et al.*, 1994). **Cette estive comptabilise le plus grand nombre de relevés composés uniquement d'herbacées** (alors que c'est la plus petite) : 23 relevés (24 % des relevés) contre 13 pour Manson (12 % des relevés) et 14 pour Orcines (4 % des relevés). Le recouvrement arboré, en parcs ovins, est de 33,7 %, mais les disparités sont les plus importantes de la zone d'étude : le parc de Lassolas cumule le plus fort taux de la zone avec 63 % (48 % des lisières) et celui de La Moulirir, le plus faible, avec 2 % seulement (12 % des lisières). Le parc bovin est du même type avec 8 % d'enrichissement, mais 30 % des lisières. Les espèces sont ici de la classe 3, résineuses, confirmant les observations effectuées par Prévosto sur la présence de résineux en zone sud de la Chaîne, issus principalement des plantations avoisinantes, et de feuillus en zone nord et centrale. Le puy de Montgy a des espaces ouverts moins diversifiés que les autres parcs (15 espèces/relevés). C'est surtout le type de lande associé à ce parc (Genévroie), et sa situation en lisière de boisements à *Picea abies*, qui provoque une acidité des sols convenant à peu d'espèces. Les zones uniquement herbacées, quant à elles, sont de bonne qualité. Le parc de La Moulirir ne contient en réalité que quelques arbres et arbustes isolés ne gênant en rien la circulation du troupeau et lui permettant même de s'abriter. La présence d'arbres ne fait en réalité qu'augmenter le nombre d'espèces par parc (comme c'est le cas sur Manson). Le parc de Lassolas est très boisé, mais sa gestion de manière sylvopastorale (avec des clairières, des sous-bois clairs facilitant la circulation) a donné naissance à une plus forte diversité floristique et une faible proportion de plantules. Les parcs de Montgy et Pourcharet ne suivent pas le même schéma. Sur Montgy, le front dense que forment *Juniperus communis* et *Picea abies* limite l'accès au massif forestier. La nature des boisements, résineuse, acidifie le sol et limite l'implantation des espèces. Pourtant, le nombre d'espèces par relevé est plus important que celui du parc principal d'Orcines. L'emplacement des relevés en est l'unique cause : de nombreux relevés sur Montgy contiennent des arbres isolés (comme sur La Moulirir) où la flore herbacée est plus importante (avec 20 à 36 espèces par relevés), contrairement à ceux situés dans le massif forestier résineux (avec 4 à 10 espèces/relevé). Sur l'estive bovine de Pourcharet, la plus faible diversité est due aux sous-bois composés de Ptéridaies, l'écart moyen entre les relevés associés à des espaces ouverts et ceux associés à des espaces fermés est le plus fort de l'estive (6,4 espèces en moins en milieu fermé). La plupart des essences sont résineuses et seul un relevé, sur les quatre contenant des arbres, est associé aux vieux hêtres de l'estive et comptabilise 30 espèces. Il fait nettement augmenter la moyenne spécifique des relevés arborés qui s'établirait sinon à 11,7. Cet

espace, historiquement associé à la chôme du troupeau (les hêtres y sont appelés chouradous) est plus utilisé, et donc plus fertilisé par le troupeau.

Aujourd'hui, la **pauvreté spécifique moyenne des relevés de l'estive d'Orcines** est principalement due au **recouvrement important des fronts de colonisation** (les relevés au sein des corylaies étant très pauvres et nombreux) : avec 13 espèces en moyenne par relevé (123 espèces au total) et comme espèces majoritaires : *Corylus avellana*, *Brachypodium pinnatum* et *Calluna vulgaris*. L'analyse par ACP a cependant regroupé les parcs plus ouverts d'Orcines avec ceux de Recoleine et des Poaceae et Fabaceae de bonne qualité fourragère : *Trifolium repens* et *T. pratense*, *Lotus corniculatus*, *Arrhenatherum eliatum*, et *Dactylis glomerata*. Les parcs plus boisés se distinguent par la présence de *Brachypodium pinnatum*, *Betula pendula* et *Pteridium aquilinum*. Le recouvrement arboré moyen sur l'estive est de 34 % avec un pic à 55 % sur le parc principal et un parc sensiblement proche de ceux de Manson : la Fontaine du Berger (parc de tri), avec 13 % du parc et 13 % des lisières. L'analyse plus précise des relevés permet donc de confirmer notre hypothèse selon laquelle les reliquats d'espaces ouverts dans cette estive en cours de fermeture, sont toujours bien diversifiés, voire plus qu'ils n'ont pu l'être. Ainsi, le nombre moyen d'espèces par relevé herbacé est supérieur à celui de Manson et inférieur à celui de Recoleine. L'importance de considérer l'ensemble de l'espace pastoral, et non pas seulement les zones en cours de fermeture, est cruciale dans cette analyse. Ainsi, les relevés composés uniquement d'herbacées du parc de la Fontaine du Berger, très utilisé car contenant un parc de tri (arrivée des bêtes à l'estive, soins, présence des béliers sur une longue durée), ressemblent à ceux de Recoleine et Manson quant à leur diversité et leur composition floristique. Les relevés de milieux ouverts et ceux de milieux fermés y sont de même diversité floristique. Cependant, seul un relevé contient des arbres, qui sont résineux, et il est peu diversifié au regard des relevés contenant des arbustes. Le parc des Collières est très proche en taux d'embroussaillage de celui du Péage⁸¹ (respectivement 33 et 35 %, 61 et 45 % des lisières), pourtant leur situation est très différente. Si le parc du Péage est caractérisé par une Bétulaie de haute taille (plus de 10 m) et un sous-bois relativement clair (hormis Ptéridaies à certains endroits), le parc des Collières est quant à lui caractérisé par des espèces de classe 1 : *Crataegus monogyna*, *Rubus sp.*, *Cytisus scoparius* mais aussi de classes 2, 3 et 4 : *Corylus avellana*, *Betula pendula*, *Pinus* et *Picea*. Leur implantation massive rend impossibles les déplacements du troupeau en de nombreux endroits. Ainsi, ces deux parcs ne contiennent aucun relevé uniquement herbacé. Enfin le parc principal, seul reliquat des grands espaces pastoraux traditionnels, avec 500 ha non clôturés, est marqué par des boisements installés (55 % du parc, 68 % des lisières) avec présence de *Fagus sylvatica*. Malgré cette extension ligneuse, ce parc contient encore de nombreuses zones ouvertes, faciles d'accès pour le troupeau. Ce parc est le plus surprenant, on y constate que les **relevés composés uniquement d'herbacées sont bien diversifiés** (17,9 espèces/relevé en moyenne) contrairement à ce que pourrait stipuler la littérature avec baisse de la diversité. En revanche, les relevés contenant de la lande sont les plus faiblement diversifiés de la zone pastorale. Rappelons que le système traditionnel, très perturbateur, était à l'origine de vastes zones de landes à *Calluna vulgaris*. Des espaces ouverts, certes, mais donc peu diversifiés, à l'image des landes actuelles. La situation présente est donc réellement plus avantageuse sur ce point. En ce qui concerne les relevés contenant des arbustes et des arbres, leur diversité est nettement moindre sur cette estive. On note donc un **appauvrissement majeur en sous-bois de corylaies lorsqu'elles deviennent denses** et peu ou pas pâturées. Les espaces plus accessibles au sein des corylaies, où le pâturage peut s'exercer, sont plus majoritairement diversifiés (5 espèces en moyenne dans les corylaies denses, contre 13 dans les plus claires). Une valorisation sylvopastorale pourrait donc améliorer cet état.

81 Rappelons qu'il s'agit ici uniquement du parc du Péage nord, le parc sud était déjà en cours de travaux pour le train à crémaillère lors de notre campagne de terrain.

CONCLUSION

Ainsi que l'avaient décrit Picart et Fleury (2001) et Camacho (2004) dans leurs travaux, la plupart des zones extensives caractéristiques des estives sont sous-exploitées, d'où un déséquilibre répété (d'année en année) entre la pression de pâturage et la production des prairies. Le protocole méthodologique mis en place a déterminé un embroussaillage important, avec une moyenne d'enrichissement des estives de 22 % et une forte variabilité selon les secteurs et selon l'usage pastoral des parcs.

Ainsi, Manson, Orcines et Recoleine ont une situation actuelle bien différenciée. L'analyse des résultats phytosociologiques et agronomiques (caractéristiques de la flore, représentativité des espèces, analyse de la biodiversité, patrons d'embroussaillage) montre des variations dans la composition floristique des estives. Malgré un usage encore présent de ces espaces, la fermeture est un paramètre récurrent. Ainsi, tous les parcs sont touchés par la présence de l'arbre et nombreux sont les parcs où cette dynamique est à la fois présente en lisières et en centres de parcelles. L'analyse des relevés et des espèces permet cependant d'envisager une richesse spécifique variable au sein des placettes arborées. En effet, la différence de richesse spécifique entre milieux ouverts et fermés est à l'avantage des milieux ouverts lorsque les boisements sont denses mais la tendance s'inverse lorsque les zones boisées sont claires. La pénétration du rayonnement lumineux sous les strates arborées et arbustives contribue donc à augmenter la diversité. Cette richesse semble également dépendre du type de pratique mis en place, et de la fréquentation de ces zones par le troupeau. Nous avons émis l'hypothèse que, notamment sur Orcines, la fermeture de l'espace ne correspondait pas forcément à une baisse de la diversité des milieux ouverts. Cette autre analyse des relevés botaniques par strates nous a permis d'étayer notre propos sur ce point, les milieux herbacés étant encore bien diversifiés, peut-être plus même que dans le système agropastoral traditionnel. La nécessaire vision du domaine pastoral dans son ensemble, et non seulement par l'analyse des dynamiques de fermeture, permet donc d'envisager l'état écologique de ces espaces de manière différenciée. L'analyse des modes d'exploitation des parcelles est donc cruciale, et la trame végétation-milieu-pratiques sur l'actuel sera ainsi renforcée, comme le montrent les résultats présentés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 5. LES ENJEUX ACTUELS DE L'ELEVAGE ET DES PRATIQUES PASTORALES

I. LES EXPLOITATIONS UTILISATRICES DES ESTIVES

II. LES PRATIQUES ACTUELLES EN ESTIVE, DIFFICULTES ET ENJEUX



La caractérisation des pratiques actuelles d'exploitation dans le secteur s'est faite par recueil d'informations directement auprès des éleveurs et des bergers. **L'enquête effectuée en 2009** a permis de dresser un état des lieux de l'activité des exploitations utilisatrices, mais aussi de retracer les pratiques mises en œuvre sur les estives.

I. LES EXPLOITATIONS UTILISATRICES DES ESTIVES

Les estives ovines et bovines seraient inexistantes sans les exploitations agricoles qui les utilisent et les gèrent au quotidien. Comprendre la couverture végétale de ces espaces sans prendre en compte l'activité pastorale et plus généralement l'activité agricole et le fonctionnement des terroirs, serait se priver d'un des facteurs fondamentaux l'expliquant. De plus, les zones de moyenne montagne, souvent caractérisées comme en déprise, sont cependant encore exploitées et des questions persistent quant à cette exploitation, ses objectifs, ses difficultés et l'avenir semblant en découler.

I.1. CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS ENQUETÉES

Le protocole d'enquête mis en œuvre a visé l'ensemble des éleveurs et bergers des sept estives collectives de la Chaîne des puys. Le questionnaire est composé de trois parties concernant l'exploitation, l'utilisation de l'estive et son histoire, et enfin l'avenir perçu de la zone. Les questions de formes ouvertes et fermées ont permis l'établissement de données qualitatives et quantitatives, ces dernières permettant une analyse statistique. Nous avons ainsi pu retracer l'état actuel et le fonctionnement des exploitations du secteur et définir les pratiques inhérentes à chaque estive et leur impact sur la végétation (questionnaire visible en annexe I).

I.1.1. Généralités

L'ensemble des exploitations utilisatrices des sept estives de la zone a été enquêté⁸². Leur répartition géographique est très peu diversifiée : la grande majorité des producteurs est issue du secteur des Dômes, et secondairement des Combrailles et du Massif du Sancy qui sont des territoires avoisinants. Lors du recensement effectué par le PNR dans le cadre du programme de gestion de la flore des estives en 1997, 76 agriculteurs exploitaient les estives. Ils ne sont plus aujourd'hui qu'une quarantaine dont 30 % sont extérieurs au territoire communal de l'estive⁸³.

Les exploitations ont **trois types d'orientations** de production majeurs :

- ovins viande : 55 %,
- bovins allaitants : 17 %,
- bovins laitiers : 28 %.

La catégorie des ovins viande domine mais avec des variations notables. En effet, 20 % des éleveurs sont double-actifs et ne perpétuent l'activité agricole que par tradition familiale. La mise à l'estive pendant 5 mois est alors nécessaire au fonctionnement de leur petite exploitation (qui peut être aussi diversifiée avec quelques bovins). Ces ayant droits des sectionaux, de moins en moins nombreux, sont souvent en opposition avec les plus gros producteurs sur des questions sanitaires et d'ouverture de la coopérative à des éleveurs extérieurs (Bordessoule, 2001). D'autres (15 %) sont également éleveurs bovin laitiers ou allaitants, la plupart ayant diversifié leur activité pour survivre face aux crises ovines successives.

Aucune exploitation bovine laitière ne s'est spécialisée dans la production fromagère pourtant beaucoup se situent dans la zone de production de l'AOP Saint-Nectaire.

Un type de production plus minime est constitué par **l'élevage équin** que pratiquent deux exploitants, dont un seul met ses bêtes à l'estive de Beaune-le-Chaud.

L'agriculture biologique n'est effective que dans 8 % des exploitations, mais 15 % s'estiment dans un type d'exploitation raisonné. A l'issue des entretiens, au moins 50 % pourraient être classés dans cette catégorie (pas d'utilisation d'intrants, prairies naturelles, etc.).

La **population agricole est vieillissante**, d'une moyenne d'âge de 50 ans avec 72 % des éleveurs nés entre 1950 et 1970 alors que les moyennes régionales et nationales s'établissent autour de 65 %. Cependant, une distinction s'instaure entre les estives ovines et bovines. En effet, les estives bovines, fortes de producteurs locaux plus jeunes et nombreux⁸⁴, ont pu rester sur le système traditionnel vouant les communaux et sectionaux à une utilisation locale. A l'inverse, les estives ovines souffrent d'un manque d'éleveurs locaux suffisant pour fonctionner, elles doivent donc faire appel à des producteurs extérieurs. Sur ces estives, les éleveurs extérieurs sont parmi les plus jeunes ; la pérennité du système d'estive ne pourra donc être effective que par leur présence dans la durée.

En ce qui concerne les statuts des **exploitations**, la plupart sont de **type individuel** (61 %), ce qui est inférieur à la moyenne régionale (69 %) mais supérieur à la moyenne nationale (58 %) selon AGRESTE Auvergne en 2010. Les autres formes de statuts sont principalement des GAEC⁸⁵ et en proportion moindre des EARL⁸⁶. Les exploitations sont à 87 % des reprises de fermes familiales.

⁸² Sous réserve de la coopération des éleveurs, 3 sur 39 ayant refusé de participer à l'enquête.

⁸³ Traditionnellement les zones d'estives étant situées sur les communaux et les sectionaux, seuls les éleveurs des villages ou communes utilisaient ces terres. Depuis une trentaine d'années, le nombre d'éleveurs s'amenuisant, les groupements pastoraux font appel à des éleveurs extérieurs.

⁸⁴ Dans le secteur de la Chaîne des puys, la brucellose des années 1970 a engendré une reconversion massive de l'élevage ovin en bovin, les exploitations bovines sont donc plus nombreuses actuellement.

⁸⁵ GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun.

⁸⁶ EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée.

I.1.2. Structures agricoles

La **taille moyenne des exploitations** rencontrées est de **58 ha de Surface Agricole Utile (SAU)**. Elle est plus faible que la moyenne régionale qui s'élève à 79 ha, et nationale à 74 ha (DRAF Auvergne SRISE, 2007). Cette moyenne recouvre une grande variabilité : de moins de 20 à plus de 120 ha. Ceci correspond aussi aux types d'orientations : les petites exploitations ovines des agriculteurs doubles actifs sont confrontées aux plus grandes exploitations des éleveurs bovins laitiers et allaitants.

La **composition des SAU est à 70 % de prairies naturelles**, les prairies temporaires et artificielles ne représentant que 20 %, et les surfaces en céréales que 10 % (70 % des exploitants combinant une production céréalière à leur production première y allouent moins de 10 ha). Cette petite polyculture (essentiellement triticales, maïs et blé) n'a qu'une finalité nourricière pour le troupeau, les terrains de moyenne montagne n'étant pas adaptés à la culture céréalière de plus hauts rendements du fait de difficultés d'accessibilité et d'altitude (Paegelow *et al.*, 2003).

Notons également que la **structure des SAU est très éclatée**. En effet, malgré le remembrement des années 1970, les terrains agricoles se sont à nouveau divisés, et nombreux sont les éleveurs ayant des terrains de quelques ares, voire quelques m², souvent distants. Pourtant, les parcelles en friche ne représentent que 5 % de leur SAU totale. Les communes proches de Clermont-Ferrand (Orcines, Aydat, Saint-Genès-Champanelle) subissent, de plus, un étalement urbain important. La mise en place du SCOT⁸⁷ et les réunions qui l'ont précédée ont permis d'améliorer la situation (Clermont Métropole - Agence d'Urbanisme et de développement - Pôle planification, 2007).

I.2. FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS

A ces généralités concernant la composition des exploitations dans le secteur, doivent se greffer des analyses concernant le type de cheptel, les systèmes d'exploitation et leur capacité d'extension.

I.2.1. Type de cheptel

En ce qui concerne les **exploitations ovines**, toutes produisent la **race Rava**. Cette race est principalement exploitée *au nord du Massif central, dans la Chaîne des Dômes avec une extension aux zones limitrophes de la Haute Loire, de la Loire et de la Corrèze*⁸⁸ ; elle est adaptée aux climats et aux terrains difficiles. Ces brebis se contentent d'une alimentation maigre (*Calluna vulgaris*, *Nardus stricta* et *Brachypodium pinnatum*, en jeunes talles) et produisent en général 3 agneaux tous les deux ans. Des croisements sont effectués avec la Blanche du Massif central (race rustique du Massif central sud) et les races à viande ovine Berrichonne, Charolaise et Limousine pour la production d'agneaux de boucherie⁸⁹. La production labellisée représente 40 % de l'élevage avec les labels Terre d'agneau et Adret. Les troupeaux sont en moyenne composés de 270 têtes avec un minimum de 20 et un maximum de 650.

La **production laitière** est spécialisée et entièrement fournie par des **cheptels Prim'Holstein**. Les troupeaux sont en moyenne composés de 40 têtes (comme la moyenne régionale) avec un minimum de deux têtes pour un éleveur double actif et producteur ovin, et un maximum de 70 têtes.

La production **bovine allaitante** est **plus diversifiée** avec les races Charolaise, Montbéliarde et Limousine (35 % chacune), Ferrandaise, Normande et Salers (10 % chacune), et Aubrac (5 %).

Les deux producteurs d'équins Franc-Comtois ont des troupeaux de 5 et 7 têtes.

⁸⁷ Document d'urbanisme et de cohérence de l'ensemble des politiques sectorielles en matière d'urbanisme, d'habitat, de déplacements et d'équipements commerciaux, ils remplacent les PLU.

⁸⁸ <http://www.agroparistech.fr/svs/genere/especes/ovins/rava.htm>

⁸⁹ Les tendances actuelles en boucherie portent sur des gigots d'agneaux courts et ronds alors de la brebis Rava les produit longs. Les éleveurs ont donc dû s'adapter en pratiquant des croisements, pour éviter de voir leur production non-écoulée.

I.2.2. Système de production

En système ovin, l'automne est la principale **période d'agnelage**, pour 35 % des exploitations (suite à la fécondation en estive). Mais il est également effectué au printemps pour 23 % des exploitations, en hiver pour 16 %, sur trois périodes pour 15 % et étalé pour 11 %. La mise à l'estive de béliers apparaît pour la plupart des double-actifs comme nécessaire au fonctionnement de l'agnelage. Mais pour les plus grosses exploitations, il paraît trop incertain. Il émane de l'ensemble une forte demande de parcs spécifiques à cet égard.

En système allaitant, le **vêlage** est étalé pour 41 % des exploitations, automnal pour 25 %, printanier pour 20 %, estival pour 10 % et hivernal pour 4 %. Les estives n'ont pas dans ce cas de vocation à la fécondation, la plupart des éleveurs font appel à des inséminateurs privés en dehors de la période d'estivage.

En ce qui concerne la **production fourragère**, tous les éleveurs sont également producteurs d'en moyenne 25 ha de foin. La technique de l'enrubannage⁹⁰ est plus développée que celle de l'ensilage⁹¹ avec une surface enrubannée moyenne de 11 ha contre 7 ha ensilée. Tous les éleveurs rencontrés se sont dit satisfaits de leur production de fourrage, l'estive leur permettant de dégager des bénéfices et de produire plus de foin.

Au sein des systèmes de production actuels, les **quotas européens** sont primordiaux. En quotas laitier, la moyenne s'établit autour de 250 000 L avec un minimum de 27 000 L et un maximum de 480 000 L, la production moyenne nationale s'établissant autour de 280 000 L (2008/2009). Les Primes au Maintien des Troupeaux de Vache Allaitante (PMTVA) s'établissent autour d'une moyenne de 31 têtes avec un minimum à 6 et un maximum à 84. Quant à la PMTBC (Brebis et Chèvres), elle est de 260 têtes en moyenne avec un minimum de 20 et un maximum de 650.

I.2.3. Durabilité et capacité d'extension des exploitations

Près de 50 % des éleveurs considèrent le **matériel et les bâtiments** de leur exploitation comme **récents et fonctionnels**, mais, 36 % avouent détenir également des bâtiments anciens et peu fonctionnels et 33 % des bâtiments anciens aménagés. A titre d'exemple, plus de 60 % des éleveurs ovins ne disposent pas de tunnels⁹² et utilisent encore des bergeries anciennes. Le manque de réserve financière des éleveurs a un impact direct sur le manque d'investissement. Les capacités d'extension sont elles aussi révélatrices, 80 % des éleveurs ne disposent d'aucune place disponible pour agrandir leur cheptel et 60 % n'ont pas de projet de bâtiment en cours.

Les questions sur la **situation financière** actuelle des exploitations démontrent de **réelles difficultés**. Si près de 60 % des exploitants qualifient leur régime d'exploitation comme stable, seulement 27 % s'estiment en développement et 9 % en cessation progressive⁹³. Quant au bilan économique des 5 années précédant l'enquête (2004-2009), 45 % l'estiment nul voire en baisse, 31 % en perte réelle et seulement 22 % en profit (tous producteurs bovins)⁹⁴. A nouveau une distinction s'instaure entre les éleveurs bovins, relativement plus confiants que les éleveurs ovins qui semblent pour la plupart désabusés. Malgré cette distinction, la période la plus difficile a été 2007-2009 pour tous les éleveurs, en dépit des sécheresses de 2003 et 1976, pour les plus anciens. Les raisons majeures étant la baisse des prix de vente (du lait et de la viande) et la hausse des prix du gasoil et des charges, ainsi que les maladies (fièvre catarrhale pour les ovins, brucellose, avortements répétés).

⁹⁰ Stockage du fourrage en balles cylindriques enroulées dans un ruban en film plastique.

⁹¹ Stockage de végétaux frais par fermentation lactique dans des silos ou en tas après les avoir hachés.

⁹² Les tunnels d'élevage sont une solution pratique et économique en comparaison des constructions « en dur ». En revanche, leur durabilité face aux aléas que sont la neige et le vent est moindre.

⁹³ 2 éleveurs n'ont pas souhaité répondre à la question.

⁹⁴ Un éleveur n'a pas souhaité répondre.

Nous avons essayé d'évaluer le **dynamisme potentiel** des exploitations par des questions portant sur diverses formes d'agrandissement. La plupart des éleveurs sont actuellement bloqués dans les limites de leurs exploitations. En effet, si 45 % souhaitent augmenter leur SAU, 65 % savent que c'est impossible, compte tenu du coût, mais aussi principalement du manque de vente de terrains agricoles. Malgré la tendance actuelle allant vers une diversification des activités, 75 % des exploitants enquêtés ne souhaitent ni diversification, ni changement de production ; 61 % espèrent pouvoir maintenir leurs quotas et leur cheptel en l'état, compte tenu des difficultés actuelles, et 15 % craignent d'avoir à trouver une double activité pour y parvenir.

La **situation actuelle des exploitations utilisatrices est donc difficile**, on peut observer le cours des prix de vente sur le tableau suivant (tab.18). L'utilisation de l'estive est à la fois perçue comme nécessaire au fonctionnement de l'exploitation, car elle permet de libérer les terres pendant 5 mois mais aussi comme une contrainte. En effet, les terres libérées du bétail produisent la quantité de foin nécessaire à nourrir les bêtes pendant l'hiver, ce qui constitue une grosse économie sur un achat potentiel de foin ou de terres supplémentaires. Cependant, le fonctionnement de l'estive a aussi un coût, différent selon le type d'estive, mais à prendre en compte dans le système global de l'exploitation.

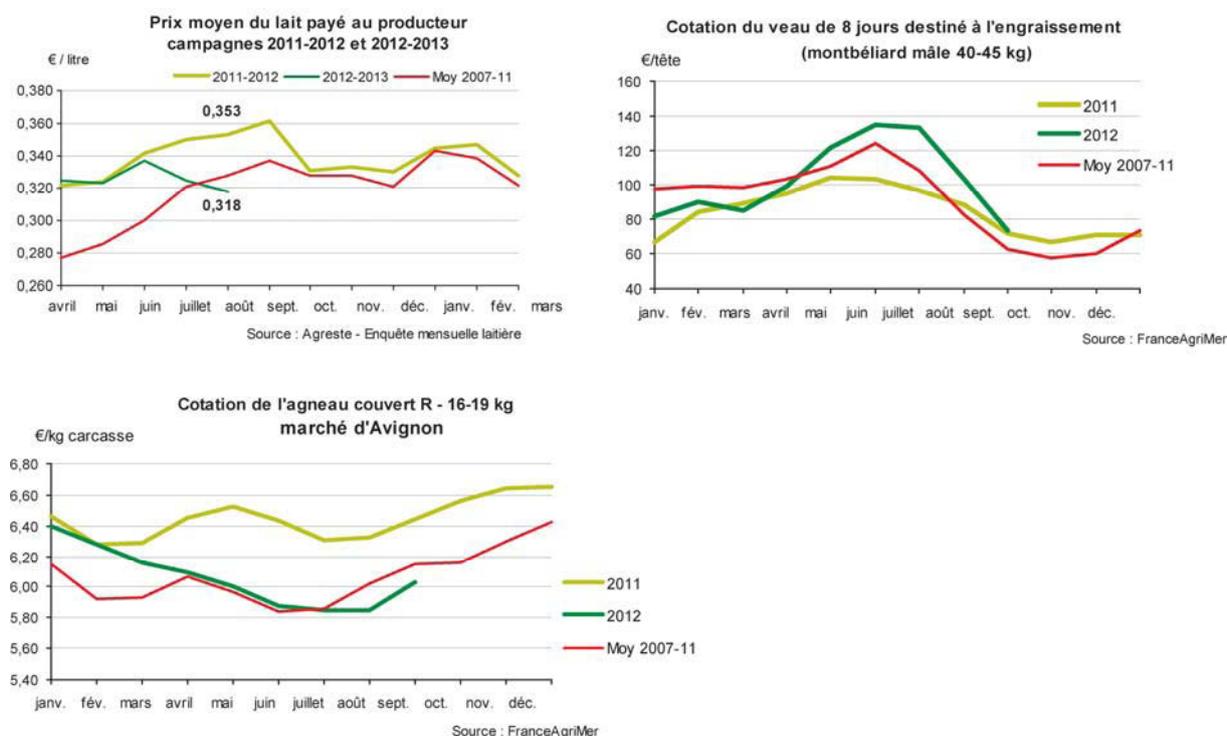


Tableau 18 : Prix de vente des différentes productions (AGRESTE Auvergne, 2012)

II. LES PRATIQUES ACTUELLES EN ESTIVE, DIFFICULTES ET ENJEUX

La distinction majeure du fonctionnement entre les exploitations comme entre les estives et les pratiques effectuées est fondée sur le type de cheptel. En effet, les milieux peuvent différer, de même que les facteurs physiques (pente, exposition, altitude), mais la dynamique végétale est également contrainte par les pratiques exercées. C'est pourquoi nous avons choisi de distinguer les systèmes ovin et bovin pour en révéler les particularités.

II.1. LES PRATIQUES SPECIFIQUES AU SYSTEME OVIN

Le système ovin en estive est multiple et différents types de gardiennage du bétail sont à distinguer.

II.1.1. Conditions des estives ovines

Rappelons que les estives ovines du secteur sont Les Fontêtes, Manson, Orcines, Recoleine et Beaune-le-Chaud (voir fiches d'identification, p.67-68). La distinction primordiale en système ovin est que ce type de mise à l'estive est traditionnellement lié à la **présence d'un berger** qui guide le troupeau vers les différentes zones de l'estive. Le nombre de têtes composant les troupeaux (de 600 aux Fontêtes jusqu'à 2000 parfois sur Orcines) constitue un frein majeur à tout autre type de garde, et le poids des traditions est peut-être aussi à noter. Ceci implique donc une participation financière des éleveurs pour financer la paye du berger (et les charges patronales), voire son logement (Manson, Orcines). La collecte des fonds nécessaires au fonctionnement du groupement pastoral est donc, dans sa grande majorité, allouée à cet effet. Il ne reste par conséquent que très peu de fonds pour l'entretien de l'estive : rénovation des clôtures, débroussaillage, achat de matériel.

Comme nous l'avons observé précédemment, lors de la création des groupements pastoraux dans les années 1980-90, diverses aides publiques étaient disponibles : les OGAF Estive et Environnement, puis les CTE⁹⁵, ont constitué une grande réserve financière au fonctionnement de ce type d'estive et la contribution des éleveurs était alors moindre⁹⁶. Depuis la fin des CTE en 2007, les éleveurs ont dû faire face à une augmentation drastique de leur cotisation compte tenu du non-renouvellement des fonds alloués passant de 5 à 8 € par tête de bétail à 10 voire 15 € selon les estives. Cette situation est d'autant plus critique que la conjoncture générale de l'élevage ovin est en crise.

Lors des entretiens en 2009, la plupart des éleveurs considéraient la situation à venir des estives comme incertaine voire fortement remise en question. Depuis, dans le cadre du projet d'inscription de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne au patrimoine mondial de l'UNESCO, le Conseil Général (porteur du projet) s'est engagé à prendre en charge une partie de la paye des bergers (en mai 2011). La dynamique engendrée par ce projet apporte un réel « plus » à la gestion de cette partie du Parc Naturel Régional et une prise de conscience effective des instances de décisions quant à la nécessité du travail des éleveurs (et de leurs troupeaux). Ceux-ci sont enfin reconnus comme agents d'entretien de l'espace et de la qualité des paysages, et aidés à un niveau local.

II.1.2. Types de pratiques

L'utilisation des troupeaux apparaît aujourd'hui dans la littérature et dans les faits comme un outil de gestion des milieux nécessaire voire primordial et à valoriser. Cependant, son impact sur la végétation est variable selon les types de pratiques exercées, leur durée, et leur récurrence. Parmi les pratiques tirées de la littérature (dans le Massif central mais aussi dans les Alpes et les Pyrénées) et celles observées sur le terrain, nous avons pu distinguer trois catégories principales :

- Le **chargement**, en UGB/ha⁹⁷ ;
- le **type de garde et de pâturage** : libre, conduit, contrôlé, type de parc, parc de nuit ;
- le **type d'entretien** (girobroyage annuel / ponctuel, laisser-faire, écobuage).

La fertilisation est une pratique pastorale relevée dans les Alpes (Brau-Nogué, 1996 ; Gaucherand, 2005) et dans les Pyrénées (Di Pietro *et al.*, 1997), mais absente des estives de notre secteur. Les pratiques d'entretien de l'espace (nettoyage des lisières, coupe de branches, et rejets, maintien des clôtures en état) ou le débroussaillage massif (en plein) par girobroyage, déjà difficiles à mettre en place au sein d'une exploitation, se trouvent ici confrontés à la gestion collective. Le coût du matériel et le temps nécessaire à cet entretien s'ajoutent au travail de l'exploitation et par conséquent la

⁹⁵ CTE : Contrats territoriaux d'exploitation

⁹⁶ La présence de ces fonds pendant une quinzaine d'années a laissé croire aux éleveurs qu'ils seraient pérennes, aucune réserve financière n'a été constituée en cas d'arrêt de cette manne.

⁹⁷ UGB : Unité de Gros bétail, unité permettant de comparer les effectifs d'animaux d'espèce ou de catégorie différente : une vache de 600 kg produisant 3000 L de lait est égale à 1 UGB, une brebis à 0,18 UGB (source : http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/fr/lex_fr/report.htm).

gestion des parcs est souvent mise de côté ou reléguée au berger. Les pratiques traditionnelles d'écobuage (brûlis des refus de pâturage) sont aujourd'hui très réglementées (arrêté préfectoral nécessaire, demande auprès des pompiers) voire interdites selon la saison du fait de la situation au sein du PNR. L'aide du PNR en moyens humains et financiers a permis le girobroyage de quelques zones sur Orcines, mais cette pratique récente (2010-11) n'a pas encore été développée sur les autres estives ovines du secteur.

Ainsi, nous avons caractérisé trois estives représentatives sur les cinq estives ovines du secteur. Elles se ressemblent par leur durée d'estivage, de 5 mois, et leur type de cheptel, mais diffèrent sur plusieurs points :

- **Orcines**, la plus vaste, est caractérisée par un pâturage libre sur sa plus grande partie, un entretien par girobroyage très récent, et une amplitude altitudinale de 500 m ;
- **Manson** : parcs fixes et situation géographique sur le plateau (très peu de variation altitudinale), aucun débroussaillage depuis 10 ans sauf sur Roche Merle en 2010 après un abandon de quelques années ;
- **Recoleine** : cheptel ovin et bovin, usage depuis une vingtaine d'années de parcs à clôtures légère en ovin, aucun recours au débroussaillage en ovin et des unités morphopédologiques distinctes : puys et plateau.

L'estive **d'Orcines**, avec son parc majeur de 500 ha (sur les 630 ha), est caractérisée par un **pâturage en gestion libre**, et semi-dirigé. Deux obstacles sont à noter quant à la bonne gestion de cette estive. D'abord, le chargement n'est que de **0,53 UGB/ha** (en comprenant l'ensemble de l'estive dont les massifs forestiers où les bêtes ne vont que rarement). Ensuite, les bergers ne restent souvent qu'une à deux saisons de pâturage maximum⁹⁸. Par conséquent, leur connaissance des lieux est souvent limitée. Les plus anciens adhérents du groupement ont évidemment des connaissances sur les zones dynamiques, mais l'expérience de terrain du berger reste essentielle. Rappelons que cette estive contient également une zone Natura 2000. Les objectifs de gestion de la végétation sont donc plus marqués que pour les estives de Manson et de Recoleine. La forte fréquentation touristique a également rendu nécessaire la présence de gardes nature du PNR en continu sur la période estivale. Ceux-ci ont contribué non seulement à faciliter la coexistence des usages sur le site (principalement activité touristique et pâturage) en renseignant les randonneurs, mais aussi à porter diverses actions de gestion de la dynamique végétale (mise en place de parcs nocturnes ces deux dernières années).

Le fonctionnement généralement admis jusqu'en 2008 consistait à rassembler les bêtes dans le parc de tri (Fontaine du Berger) au fur et à mesure de leur arrivée, puis à leur faire pâturer les zones basses (à végétation plus précoce) : parcs des Collières, et parcs du Péage jusqu'au 10 juin. Ce n'est qu'une fois ce premier passage effectué que les bêtes étaient dirigées dans la zone la plus vaste et la plus élevée de l'estive, les parcs les plus bas servant ensuite d'abri en cas d'orage ou de mauvais temps. Avec la création par le Conseil Général d'un train à Crémaillère pour accéder au Puy de Dôme, les deux parcs dit « du Péage » ont été annexés pour la création de parkings. Lors de notre campagne de relevés botaniques en 2009, l'un des parcs était déjà en travaux de débroussaillage et dessouchage. Depuis, l'autre parc a ensuite été annexé. Le fonctionnement du calendrier de pâturage a donc été modifié. Les bêtes montent plus tôt dans les parties hautes et auront ainsi peut-être plus de temps pour minimiser l'avancée des fronts de *Corylus avellana*. Seule une analyse sur le plus long terme pourra révéler l'impact de ce changement.

Les **travaux de débroussaillage** engagés par le PNR avaient pour objectif de dégager des zones de passage du troupeau vers les sommets des puys. Cette pratique a été mise en œuvre selon les normes préconisées actuellement avec un débroussaillage en auréoles (ou par layonnage) et non par

⁹⁸ En effet, la plupart des bergers viennent des Alpes et des Pyrénées, dans des zones beaucoup plus vastes et moins touristiques. L'estive d'Orcines étant située dans la zone centrale de la Chaîne, la plus touristique (Puy de Dôme, Puy de Pariou), de nombreux conflits d'usage apparaissent (chiens en liberté essentiellement) et découragent les bergers (habitué à une plus grande tranquillité).

vastes zones « en plein » (coupes rases), afin de ne pas dénaturer le site tout en offrant au troupeau la capacité de gérer ces zones (fig.46).

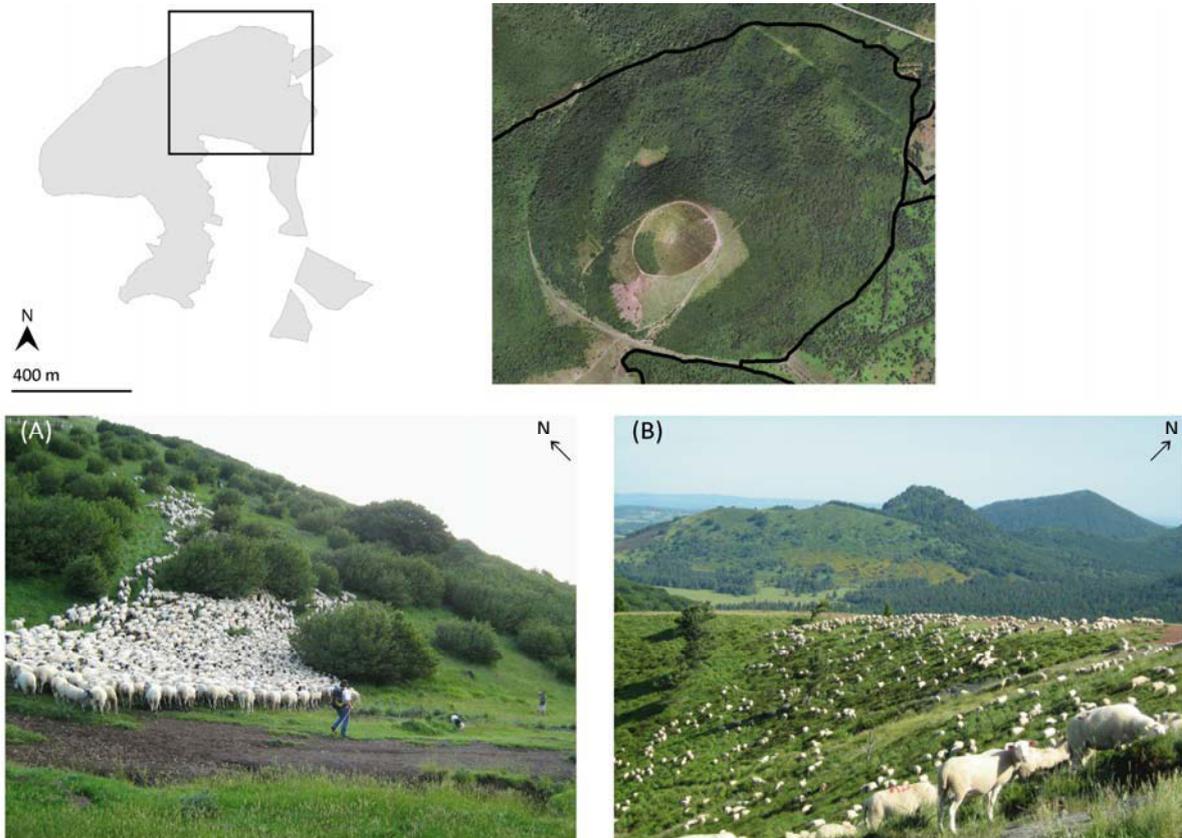


Figure 46 : Troupeau sur le puy Pariou. (A) Passage conduit du troupeau dans une zone débroussaillée l'année précédente. Ici, le débroussaillage a été pratiqué en auréoles, facilitant l'accès au troupeau et son action sur les *Corylus avellana*. (B) L'accès au sommet est ainsi facilité (Photos du PNR, 2010).

En effet, il a été démontré par les travaux de Loiseau (1985, 1986, 1987) dans le secteur, que le **débroussaillage systématique** de vastes zones sans retour du troupeau engendrait une **colonisation plus rapide encore des espèces envahissantes** (*Cytisus scoparius*, *Corylus avellana*). On parlera aujourd'hui de forte capacité de résilience des milieux (à partir de la banque de graines) suite à cette perturbation mécanique. Les études menées par Michalet (2003) dans le massif de Belledonne rejoignent d'ailleurs ces conclusions. Le débroussaillage en plein a permis, selon ses travaux, d'augmenter la biomasse de Poaceae et bien sûr de limiter la biomasse ligneuse l'année suivante, mais sans pâturage, dès la seconde année, cette biomasse ligneuse est revenue à l'identique.

En **2010, des parcs de nuit** ont été mis en place dans les zones à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus* / *V. uliginosum* du flanc nord du Puy de Dôme et sur le petit Puy de Dôme afin d'améliorer la valeur pastorale de ces zones. Cette pratique traditionnelle du secteur semble avoir de bons effets sur la végétation. Michallet (2003) l'avait également testée dans le Massif de Belledonne et ses résultats ont montré un changement radical de la flore dès l'automne succédant la saison d'estive, avec une forte diminution de *Nardus stricta* et *Vaccinium* au profit de Poaceae comme *Festuca rubra*. Une augmentation significative de la biomasse a également été perçue et les effets de la fertilisation produite ont perduré deux ans.

Manson est divisée en cinq parcs délimités par des clôtures fixes. Quatre parcs sont caractérisés par des conditions de milieux similaires (humidité, acidité et nitrophilie semblables) et le parc du Puy de Manson se singularise par son type de substrat et son altitude un peu plus élevée. Ici le chargement est de **0,85 UGB/ha**, le plus fort pratiqué en ovin dans le secteur. Le travail du berger consiste à

changer le troupeau de parcs, à soigner les bêtes (piétin principalement)⁹⁹ et à réparer les clôtures. Suite à la campagne d'enquête, nous avons noté de grosses difficultés financières dans ce groupement pastoral. L'absence d'aides matérielles et humaines, compte tenu de la moins forte fréquentation touristique, accentue la morosité et le sentiment d'abandon chez les éleveurs. Ainsi en 2009, deux d'entre-eux ont abandonné l'usage de l'estive suite à l'augmentation du prix de pension. La prise en charge en 2010 d'une partie de la paye du berger par le Conseil Général a donc été perçue comme un soulagement et un regain d'attractivité nécessaire.

En ce qui concerne la gestion de la végétation, la difficulté majeure de cette estive est **l'absence de variations altitudinales**. Ainsi, la phénologie est identique sur les parcs (avec un léger décalage sur le Puy de Manson) et il est difficile de mener un plan de pâturage efficace. La présence journalière du berger aux alentours du parc de tri (pour les soins) engendre une préférence pour les parcs proximaux. Ainsi, la végétation des parcs de Monges nord et de la Fontaine Saint-Aubin est systématiquement surpâturée (forte présence de *Nardus stricta*) alors que les parcs plus éloignés de Monges sud, Roche merle et Puy de Manson ont tendance à s'embroussailler (fig.47).

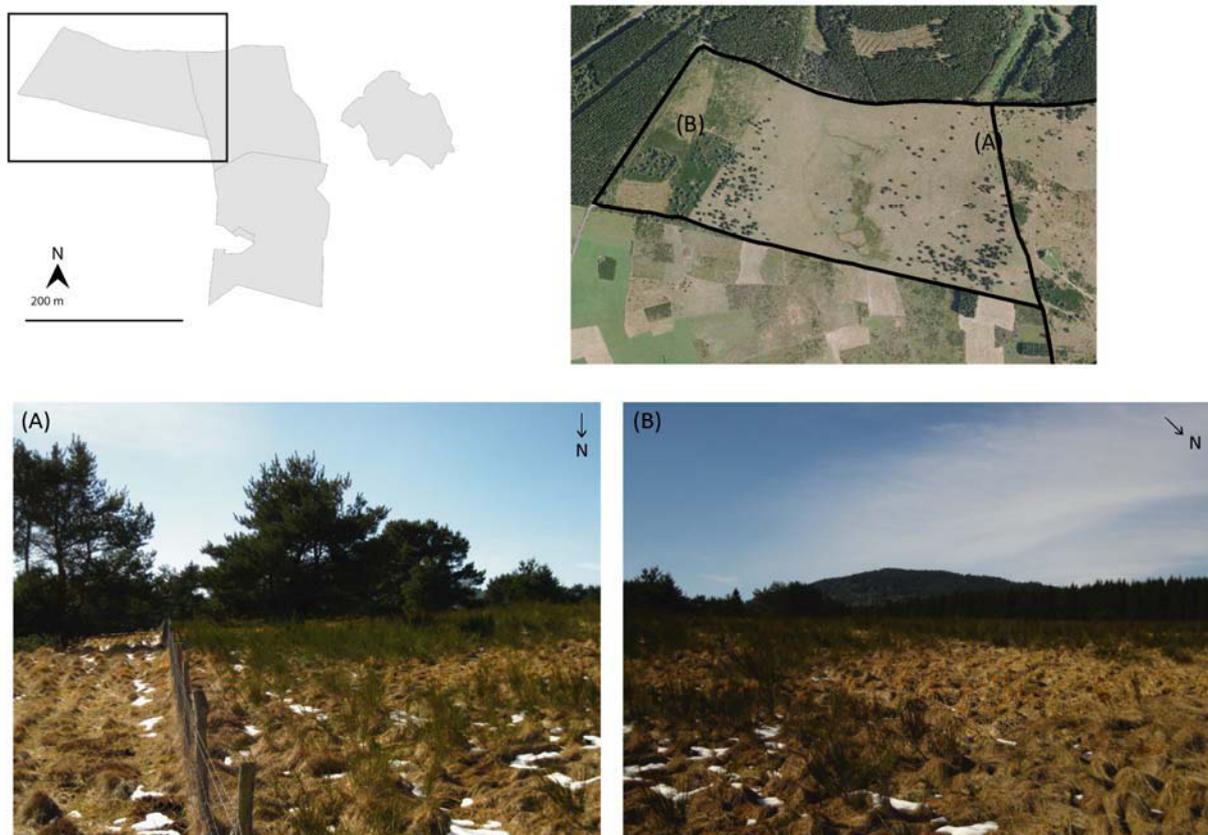


Figure 47 : Impact des pratiques et végétation sur l'estive de Manson. (A) Limite entre le parc de la Fontaine Saint-Aubin (à gauche) et le parc de Roche merle (à droite). On peut observer ici la présence de *Cytisus scoparius* sur Roche merle, cette espèce étant absente à Saint-Aubin. (B) Dissémination de *Cytisus scoparius* sur Roche Merle (M.L. 02/2009)

Cette estive reste très peu embroussaillée, mais le contrôle des espèces envahissantes est délicat, les espèces de classe 1 étant prépondérantes, notamment en lisière. La partie la plus à l'ouest de Roche merle, que le berger a choisi de ne pas exploiter suite à une baisse du cheptel entre 2007 et 2009, est caractéristique de cette dynamique. Immédiatement, *Cytisus scoparius*, s'est étendu rapidement et

⁹⁹ Le piétin est une maladie infectieuse très contagieuse liée à la présence de zones humides. Il provoque une boiterie de l'animal et les mesures de traitement et prévention sont principalement des bains en pédiluve et le parage des onglons (taille).

lors de la campagne en 2009, la zone était envahie de *Cytisus scoparius* d'environ 1,80 m de hauteur. En 2010, exceptionnellement, les éleveurs se sont regroupés pour débroussailler ce parc en layons.

Sur **Recoleine**, les pratiques sont vraiment différentes des deux estives précédentes. C'est d'abord une **estive mixte ovins-bovins**. Nous ne verrons ici que le secteur ovin, avec un chargement de **1,1 UGB / ha**. La bergère est éleveuse du village depuis la création du groupement pastoral en 1987. Les frais liés à son activité sont donc moindres pour le reste du groupement (pas de logement, gratuité pour la pâture de ses bêtes et contrepartie salariale) et les pratiques pérennes. Depuis son arrivée, elle utilise des **parcs à clôtures légères** et y concentre le troupeau pendant deux à trois jours.

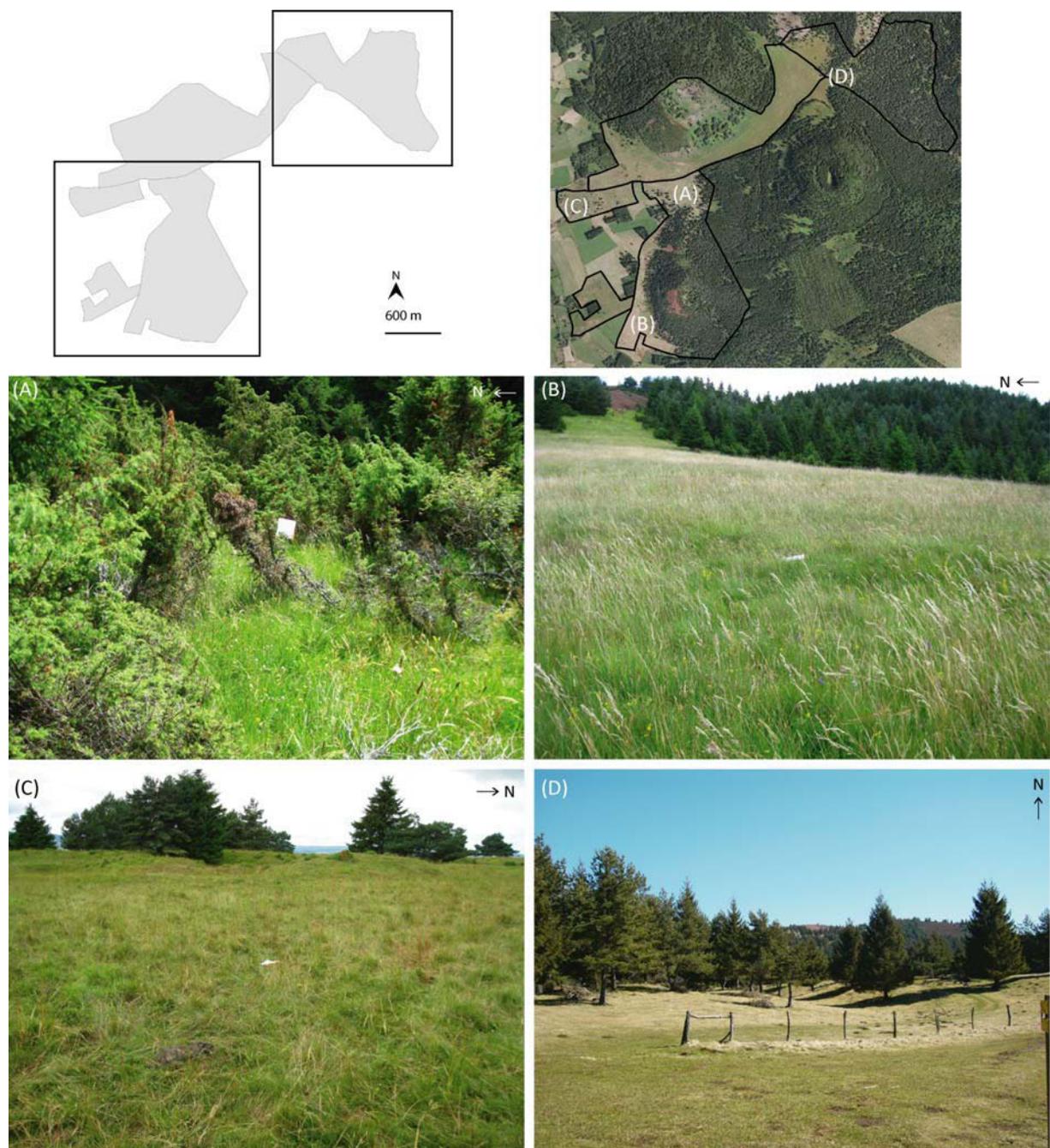


Figure 48 : Impact des pratiques et végétation sur l'estive ovine de Recoleine. (A) Junipéraie en contrebas du Puy de Montgy. On peut remarquer sur l'avant du front quelques arbustes impactés par le pâturage, mais très vite une barrière quasi-infranchissable se distingue (M.L. 07/2009). (B) Plaine de Montgy très utilisée, à *Festuca rubra* (M.L. 07/2009). (C) Parc de la Moulerie également très pâturé mais clôturé (espace moins contraint). (D) Parc de Lassolas en utilisation sylvopastorale (M.L. 03/2007).

Cette pratique a, selon la bergère, peu à peu fait disparaître la bruyère (*Calluna vulgaris*) au profit d'espèces plus appétentes et de meilleure valeur fourragère. Ceci est renforcé par des analyses publiées dans la littérature, la concentration plus importante d'urines et de fèces permettant une augmentation et une amélioration de la biomasse (Michallet *et al.*, 2003). Selon Dorée *et al.* (2003), cette méthode de pâturage *permet une exploitation très complète mais non pénalisante pour la repousse de l'herbe l'année suivante*, elle limite également l'extension des plantules. En revanche, elle provoque une homogénéisation de la végétation et la diversité spécifique s'en ressent (Fleury *et al.*, 1994).

La forte présence du genévrier (*Juniperus communis*) n'a cependant pas été enrayerée par cette pratique, ni celle, sur le puy de Montgy, de jeunes plants de pins sylvestres et de *Picea abies* issus des plantations avoisinantes (fig.48). Seul le parc du puy de Montgy est dans cette situation, le parc de Lassolas lui, est en gestion sylvopastorale et les bêtes y profitent de sous-bois clairs. Le parc de La Moulerir, le plus petit de ceux étudiés, n'est pratiquement pas embroussaillé comme cela a été décelé dans le diagnostic d'embroussaillage. Globalement, cet usage de parcs en clôtures légères apparaît donc comme un outil de gestion de la dynamique végétale efficace. Sa mise en place plus contraignante (changement tous les 2-3 jours) a des effets non négligeables sur la dynamique ligneuse. Il semblerait donc que cette pratique soit la plus efficace pour lutter contre l'embroussaillage et le développement rapide des espèces ligneuses résineuses très répandues dans le secteur sud de la Chaîne. Les espaces proches, abandonnés par le pâturage, comme les puys de La vache et Lassolas, étaient d'ailleurs boisés à plus de 70 % en 1999 (Lefevre, 2007).

II.2. LES PRATIQUES SPECIFIQUES AU SYSTEME BOVIN

Ainsi que les types d'exploitations, les pratiques exercées en bovin diffèrent de celles utilisées en ovin. L'utilisation récurrente du girobroyage est la distinction majeure des deux systèmes d'exploitation provoquant des couvertures végétales variées.

II.2.1. Conditions des estives bovines

Les estives bovines du secteur sont **Montmeyre, Ternant, Recoleine et Beaune-le-Chaud** (voir p.67-68), les deux dernières étant mixtes ovine-bovine et ovine-bovine-équine. **L'absence de berger** distingue donc les pratiques du système bovin de celles du système ovin. En effet, dans ce système, les **éleveurs se relaient** pour garder le troupeau (vérification des abreuvoirs, changement de parcs) tous les trois-quatre jours et ceci pendant toute la saison de pâturage. La participation financière des éleveurs au groupement pastoral est donc moindre, et une réserve financière est disponible pour d'autres usages. Ainsi, la situation économique des exploitations bovines est globalement moins difficile¹⁰⁰, et les exploitants, plus jeunes, ont une vision plus optimiste de l'avenir et peuvent plus facilement obtenir des crédits.

II.2.2. Types de pratiques

Les estives bovines pratiquant un **girobroyages annuel**, il est plus difficile d'y distinguer une dynamique végétale spontanée. L'analyse a donc porté sur une comparaison des estives bovines entre elles, associé à un aperçu du système bovin dans des conditions environnementales similaires à l'ovine (Recoleine). Une distinction s'opère entre ces estives quant au type de pâturage :

- **Recoleine** est composée d'un seul parc de 44 ha.
- **Ternant, Beaune-le-Chaud et Montmeyre** sont composées de parcs de tailles variant entre 1,5 et 29 ha entre lesquels est pratiqué un pâturage tournant.

¹⁰⁰ Même si de nombreuses crises se sont succédées ces dernières années, notamment pour les producteurs laitiers. Certains exploitants questionnés participaient d'ailleurs à la « grève du lait » de 2009.

Le type d'entretien est le même dans toutes les estives : girobroyage systématique des refus de pâturage en fin de saison voire même après chaque rotation pour Montmeyre, de manière à maintenir une surface « propre », sans broussailles.¹⁰¹ L'ensemble de ces travaux est effectué par une entreprise rémunérée avec les fonds trésoriers des groupements pastoraux.

L'estive bovine de Recoleine se singularise donc par la taille de son unique parc et par conséquent par l'absence de pâturage tournant. La présence du puy de Pourcharet la distingue également des autres estives bovines situées sur le plateau, par de plus fortes variations altitudinales.

Les bovins, peu adaptés aux substrats scoriacés du puy, ne montent au sommet qu'avec une conduite humaine (rare). Ainsi se développent des ptéridaies et cytisaies, réduites systématiquement par un broyage annuel (fig.49). Le troupeau, avec un chargement de 0,9 UGB/ha, ne contribue donc pas à maintenir la dynamique végétale. Cependant, de nombreuses Poaceae et Fabaceae sont présentes, et le bas du puy, parcouru par le bétail, constitue un espace pastoral de bonne qualité.

Les estives bovines à **rotation entre les parcs** sont situées sur le plateau (fig. 50). Les cheptels laitiers et allaitants ne sont pas mélangés et se succèdent dans la rotation. Chaque parc est pâturé 2 à 3 fois pendant la durée d'estivage et les éleveurs eux-mêmes pratiquent ces rotations. Le cas de l'estive de **Beaune-le-Chaud** est un peu à part, en effet, les éleveurs étant peu nombreux, une partie de l'estive (la zone sud) est réservée à l'usage privé. Chacun des deux éleveurs utilise une parcelle pour son usage propre, en mixte laitier-allaitant, surtout l'hiver. La partie nord de l'estive est donc réservée aux équins l'hiver et au pâturage bovin tournant l'été, avec un chargement de 1,1 UGB/ha. Ce fonctionnement assez atypique engendre deux conséquences : les parcelles « privatisées » ont tendance à s'enfricher car elles sont moins prioritaires dans le système d'exploitation des utilisateurs (girobroyage très irrégulier) ; les parcelles collectives bovines-équinnes sont plus stables au niveau de la dynamique végétale du fait du pâturage équin hivernal et d'un girobroyage plus systématique. Cette estive est donc marquée par la faiblesse du lien collectif concernant le pâturage et les éleveurs préfèrent l'utiliser en individuel, le mélange des troupeaux ayant souvent été à l'origine de transmission de maladies. En revanche, de nombreuses coupes d'arbres y ont été réalisées depuis la création du groupement pastoral, limitant l'extension ligneuse.

Ternant est une estive qui a fait l'objet de nombreuses études effectuées par Vetagro-Sup et l'INRA et des chercheurs comme Orth et Carrère en agronomie et en gestion pastorale. Les études sur la dynamique végétale ont également montré que la combinaison mixte bovin-équin était propice à l'éradication des jeunes pousses de ligneux par piétinement et brisement des branches lors des passages (Orth *et al.*, 1998a ; Carrère *et al.*, 1999). Elle n'est actuellement plus que bovine et n'est pas girobroyée. Le chargement pratiqué est de 1,18 UGB/ha, le plus fort de toute la zone pastorale.

Quand à **Montmeyre**, c'est probablement le groupement pastoral le plus dynamique étudié, du fait de la jeunesse des éleveurs et de leur engagement pour l'avenir de l'estive. Les pratiques s'établissent autour de la rotation et du girobroyage annuel. Les espèces envahissantes *Pteridium aquilinum* et *Cytisus scoparius* auraient tendance à se développer, mais le girobroyage systématique et pluriannuel les maintient amplement. Le chargement est moyen avec 0,88 UGB/ha. Un nouveau projet illustre le dynamisme des éleveurs locaux, avec une volonté de création d'une nouvelle estive sur la section (ou d'extension de l'actuelle) en élevage biologique. Ceci impliquerait un regroupement des productions bio, avec collecte commune du lait et de la viande, voire même une implantation ou une intensification (selon les exploitations) de production céréalière (type triticales).

¹⁰¹ Rappelons qu'en région Auvergne les incendies sont très rares et l'embroussaillage ne nécessite pas de mesures de prévention dans ce domaine.

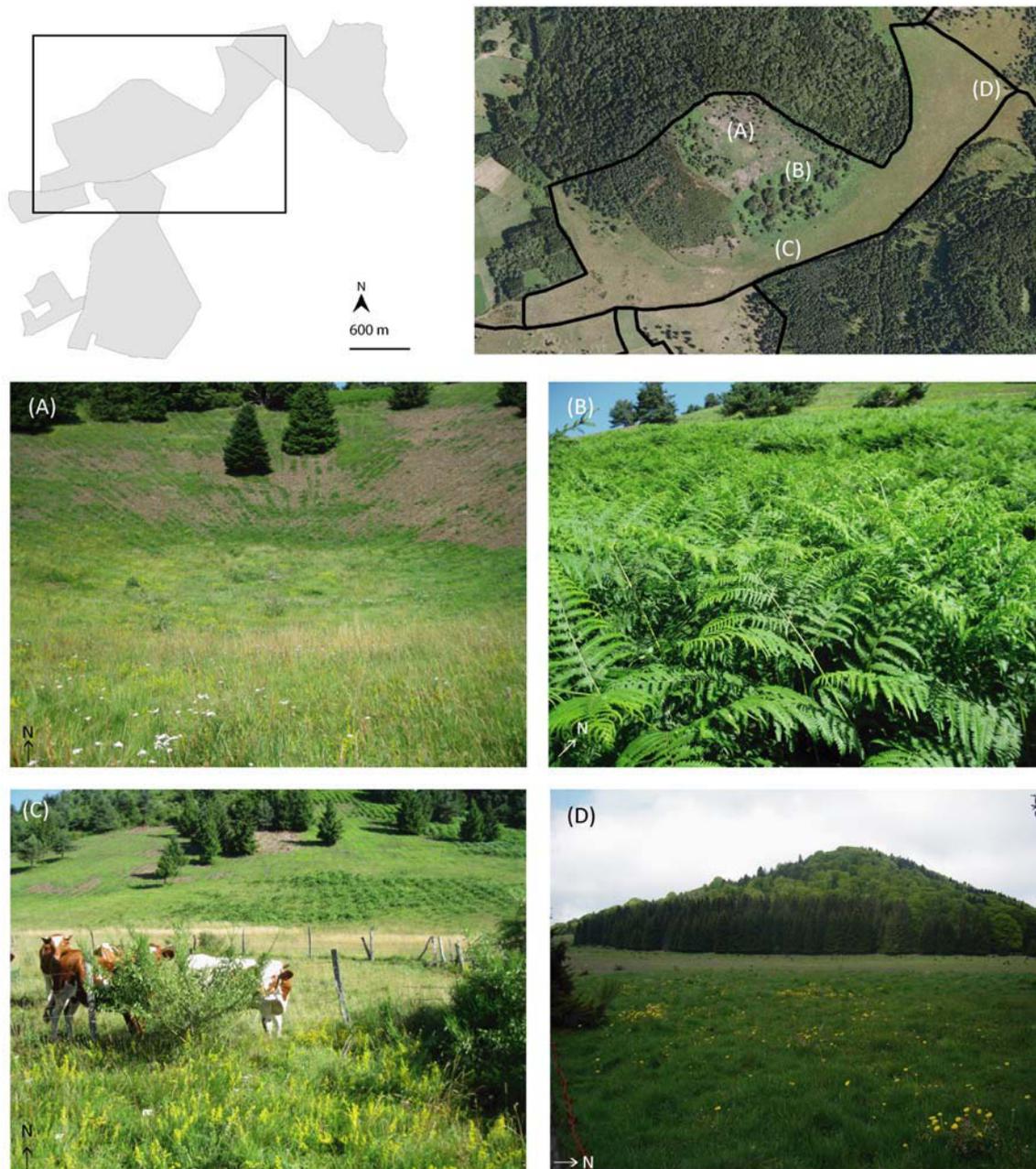


Figure 49 : Pratiques et végétation de l'estive bovine de Recoleine. (A) Sommet du puy et traces de girobroyage (M.L. 08/2009) ; (B) Ptéridaie sur les flancs du puy (M.L. 07/2009) ; (C) Contrebas sud du puy et traces de girobroyage en bas de pentes (M.L. 08/2009) ; (D) Partie dégagée du parc à l'ouest du puy de Pourcharet, absence d'espèces envahissantes (M.L. 05/2008).

ESTIVE DE BEAUNE-LE-CHAUD



ESTIVE DE TERNANT



ESTIVE DE MONTMEYRE



Figure 50 : Pratiques et végétation des estives bovines avec rotation. (A) Nord de l'estive de Beaune-le-Chaud réservée aux équins l'hiver. (B) Zone sud et privatisée, piquetée de *Picea abies* (M.L. 02/2009). (C) Centre de Ternant piqueté de *Betula pendula* et *Cytisus scoparius*. (D) Zone est à *Ulex europaeus* (M.L. 02/2009). (E) Centre de Montmeyre, très peu embroussaillé. (F) Zone nord, *Cytisus scoparius* à l'extérieur et absence au sein du parc (M.L. 03/2009).

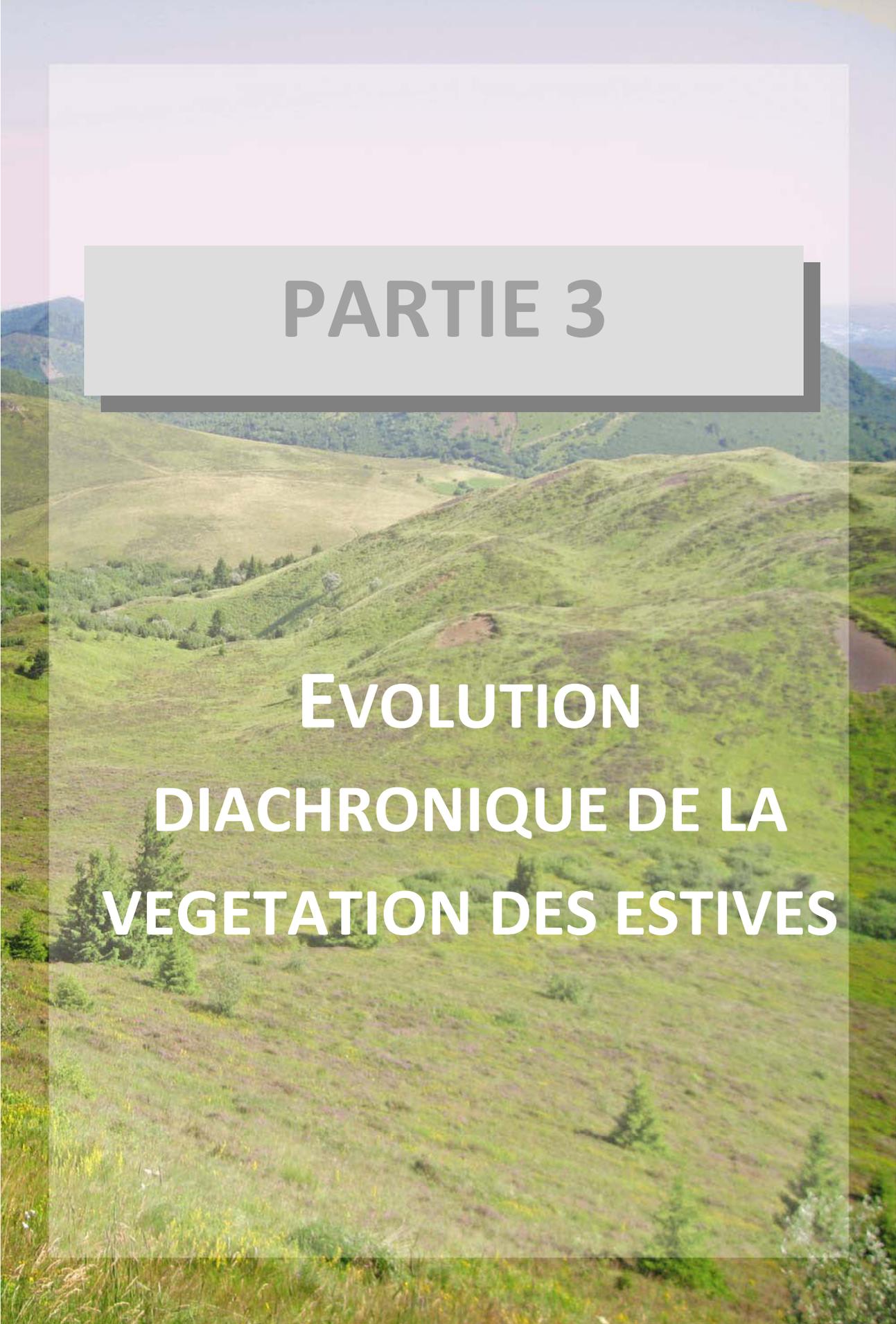
CONCLUSION

Les enquêtes agricoles et pastorales ont fourni des informations sur le faible potentiel dynamique des exploitations ovines en comparaison des exploitations bovines, et donné lieu à une typologie des pratiques pastorales mises en place dans le secteur.

Les estives ovines sont principalement caractérisées par une conduite traditionnelle du troupeau avec présence d'un berger sur l'estive. Selon les cas, la tradition est plus ou moins modernisée, avec la construction de clôtures voir même l'utilisation de clôtures légères. Les bergers non exploitants doivent être rémunérés ce qui pèse sur le budget des groupements. Le coût de mise à l'estive est donc variable et peut constituer un frein au développement.

Les estives bovines sont, quant à elles, organisées selon un pâturage tournant entre les parcs (sauf Recoleine qui n'a qu'un seul parc bovin). Les exploitants s'organisent pour s'occuper régulièrement du bétail, ce qui ne nécessite pas de berger. A l'inverse du système ovin, ici les finances sont excédentaires et permettent un girobroyage annuel voire pluriannuel.

Nous sommes ici en présence de deux systèmes productifs qui, malgré le type de pratiques exercées, leur récurrence, et l'investissement financier et technique mis en place, sont instables. En effet, malgré les meilleures techniques utilisées en ovin avec les clôtures légères sur Recoleine, et la mise en place d'un pâturage tournant en bovin, la dynamique végétale ligneuse et les espèces envahissantes ne cessent de se développer. Il apparaît donc que seule une adaptation construite et raisonnée de la conduite du troupeau au pâturage puisse contenir l'extension des ligneux de manière pérenne.



PARTIE 3

EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA VEGETATION DES ESTIVES

INTRODUCTION

L'état des lieux de la flore et des pratiques agropastorales de la zone d'étude a permis de dégager les tendances de la dynamique végétale actuelle et les difficultés rencontrées par les éleveurs tant dans leurs exploitations que pour l'utilisation des estives. Ces informations, utiles aux gestionnaires pour appréhender la situation actuelle, nécessitent cependant une vision temporelle plus large. En effet, une meilleure connaissance des dynamiques et des successions végétales en jeu, leur vitesse et leurs caractéristiques sont nécessaires. Deux types d'analyse sont utilisés en écologie pour retracer ces évolutions végétales : la synchronie et la diachronie. La synchronie¹⁰² permet, par une connaissance *a priori* des successions, d'observer et d'analyser différents stades dynamiques présents dans l'espace à un instant T. Cette méthode caractérise de manière fine les espèces en jeu et les variables environnementales présentes sur le terrain. La diachronie s'intéresse à la connaissance *a posteriori* des successions : l'observation d'un même objet dans le temps permet de retracer les trajectoires et les vitesses de passage d'un stade à un autre. Notre objet d'étude est caractérisé par un usage ancien, traditionnel, ayant subi des transformations significatives. Ces terres n'ont jamais été totalement abandonnées mais ont été sous-exploitées et surexploitées, et les pratiques pastorales ont évolué. L'analyse synchronique paraissait donc inappropriée dans ce cas, les trajectoires évolutives étant trop multiples. Nous avons donc opté pour une analyse diachronique. Le protocole analyse les trajectoires de la végétation et des pratiques selon deux échelles :

- l'étude **cartographique de l'ensemble des sept estives** de la zone et des **dynamiques globales** en lien avec les **facteurs morphopédologiques** et **agropastoraux** généraux (chapitre 6) ;
- l'étude **plus fine de trois estives**, des **successions végétales** en jeu, de l'**implication des variables environnementales** et des **pratiques internes** (chapitre 7).

Ces résultats sont à nouveau analysés selon le triptyque « végétation-milieus-pratiques ». La nécessité d'une analyse spatio-temporelle globale est en effet cruciale dans le cadre de notre approche pluridisciplinaire des dynamiques végétales (Marty *et al.*, 2007).

CHAPITRE 6. DYNAMIQUES VEGETALES REGIONALES DEPUIS 1974

I. VERS UN CLOISONNEMENT FORESTIER HETEROGENE

II. ROLE DU CONTEXTE MORPHOPEDOLOGIQUE DANS LES EVOLUTIONS VEGETALES

III. IMPLICATIONS DES PRATIQUES PASTORALES GENERALES

Aujourd'hui, **l'Auvergne** comptabilise **700 000 ha de forêts, soit 27 % du territoire régional**. A l'échelle du département du **Puy de Dôme (63)**, elles en couvrent **32 %¹⁰³**, la moyenne nationale étant de **22 %¹⁰⁴**. Cette proportion est en hausse régulière suite aux deux guerres mondiales, à l'abandon des terres par l'activité agricole et à la mutation du système d'élevage (ovin à bovin laitier).

¹⁰² Synchronie du grec syn. / συν : avec, et chronos / χρόνος : temps ; Diachronie du grec dia / δια : à travers

¹⁰³ <http://www.puy-de-dome.equipement.gouv.fr/la-foret-dans-le-puy-de-dome-r593.html>

¹⁰⁴ <http://www.crpauvergne.fr>

A l'échelle des dynamiques régionales dans le secteur pastoral des Dômes, le triptyque végétation-milieu-pratiques s'établit autour l'analyse du cloisonnement forestier (pression forestière spontanée plus ou moins intense selon les estives), de l'influence de la morphopédologie et de l'implication des pratiques pastorales. C'est l'imbrication de ces trois facteurs qui nous permet d'expliquer les dynamiques régionales des quarante dernières années. On observe ainsi diverses trajectoires qui s'expliquent à travers ces trois volets.

I. VERS UN CLOISONNEMENT FORESTIER HETEROGENE

Les **sectionaux et communaux de la région des Dômes ont subi en priorité la colonisation forestière** du fait du recentrage des exploitations sur un modèle plus individualiste que collectif. La brucellose des années 1970 a, en outre, accentué le phénomène de mutation du système d'élevage, et les terroirs pastoraux les plus difficiles d'accès sont utilisés sporadiquement. La mise en place des groupements pastoraux sous l'impulsion des éleveurs et avec l'aide du PNR dans les années 1980-90, a engendré une nouvelle dynamique. Mais la déstabilisation des écosystèmes pendant 10 à 20 ans a entraîné des conséquences irréversibles sur la végétation ligneuse. A nouveau, des distinctions s'instaurent entre les systèmes ovins et bovins, avec des effets visibles sur la dynamique végétale des zones concernées.

I.1. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

La nomenclature des cartes produites a été établie en fonction de l'échelle de travail et des objectifs de l'étude, ici **l'analyse de la fermeture paysagère en milieu pâturé**. Cette fermeture est visible par la **progression de strates hautes**, ligneuses, sur des zones, au préalable, ouvertes. Mais d'autres indices comme le **sous-pâturage**, sont quantifiables au travers de **l'évolution des landes**, et des **séquences érosives sur les fortes pentes** avec la sénescence de la lande à *Calluna vulgaris* (Coquillard *et al.*, 1988a ; 1988b). Afin de prendre en compte l'ensemble des dynamiques évolutives ayant eu lieu sur la zone à la même échelle de digitalisation, malgré l'ancienneté des photographies et donc leur lisibilité variable, nous avons déterminé :

- **le stade herbacé** : pelouses et prairies ;
- **le stade lande** : *Calluna vulgaris*, *Cytisus scoparius*, *Pteridium aquilinum* (ces espèces sont différenciables sur les photographies récentes en couleur mais souvent indiscernables en noir et blanc en 1954). La présence de landes est généralement considérée comme un indicateur de sous-pâturage ou surpâturage (appauvrissement des sols) ;
- **le stade sous-arbustif et arbustif** : *Corylus avellana*, *Betula pendula*, *Juniperus communis*, *Pinus sylvestris*. Ce stade est un indicateur de progression ligneuse, donc de fermeture en cours ;
- **le stade arboré, forestier** : *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*. Ce stade définit les zones dites « fermées ».

En plus de ces classes d'occupation végétale du sol, nous avons également cartographié :

- les **zones de sol nu** : traduisant une forte érosion due en partie aux activités humaines (randonnée, VTT, Quad...) et aux sentes du troupeau, ainsi qu'au sous-pâturage qui provoque une sénescence de la lande à *Calluna vulgaris* qui, en se disloquant, donne naissance à de vastes cicatrices d'érosion : cas notamment du puy Pariou (Coquillard *et al.*, 1988a ; 1988b) ;
- deux classes liées à la **présence d'eau** : zones humides (hélrophytes, hygrophytes), étendue d'eau, drains ;
- une **classe agraire** : cultures et prés de fauche ;
- une **classe de bâti** : parcs de tri et édifice religieux (cas de la Fontaine St Aubin sur l'estive de Manson), infrastructures.

La **digitalisation** des photographies aériennes de 1974 et 2004 au 1/2500^e, puis la **superposition** des cartes (*overlay* sur MapInfo) et les données surfaciques qui en sont issues, permettent une analyse comparative de l'état de la végétation. L'année 1974 est postérieure à l'épidémie de brucellose et antérieure à la reprise des terres par les groupements pastoraux.

L'année 2004 correspond à l'état actuel de la végétation¹⁰⁵. Nous distinguerons les espaces bovins des espaces ovins qui ne suivent pas les mêmes trajectoires végétales du fait de pratiques agropastorales différentes.

I.2. DES ESPACES PASTORAUX BOVINS PEU IMPACTES

Nous avons analysé les estives bovines en 2004, mais certaines d'entre-elles étaient ovines avant la mise en place des groupements pastoraux. C'est le cas du parc du puy Pourcharet sur Recoleine jusqu'en 1987 ou de l'estive de Ternant jusqu'en 1986. D'autres estives étaient encore alloties (depuis le XIXe siècle) et chaque exploitant utilisait sa part individuellement, c'est le cas de Montmeyre (labours, seigle et orge). Enfin, les limites de parcs n'existaient pas en 1974, les clôtures ayant été construites lors de la création des groupements pastoraux dans les années 1980-90 (le plus souvent par des accords avec la **SOMIVAL** : plantations sur certains sectionaux contre financement des clôtures). Pour un souci de lisibilité et afin de comparer des surfaces égales, nous avons choisi de garder les limites de parcs de 2004.

D'une manière générale (tab.19), on note une **amélioration du pâturage liée au retrait de la lande**. Ainsi, 62,5 % des landes de 1974 sont herbacées en 2004. En conséquence, sur l'ensemble des parcs, la part moyenne des pelouses/prairies est passée de 61,5 % à 72 % et celle de landes de 30 à 12,4 %. Cette tendance à l'augmentation des pelouses est particulièrement significative sur Montmeyre (tab.19, fig.54) et Beaune-le-Chaud (tab.19, fig.52), relativement stable sur Recoleine (tab.18, fig.55) alors que sur Ternant (fig.53), elle est inversée. Ceci s'explique par les campagnes de girobroyage annuelles depuis les années 1995-2000 sur les deux premières estives. Ternant a fait l'objet de recherches particulières (Orth *et al.*, 1998c ; Carrère *et al.*, 2003) avec un chargement limité volontairement au seuil d'extension ligneuse, mais correspondant à un sous-chargement pour l'évolution naturelle de la lande. Les diverses campagnes de girobroyage « en plein »¹⁰⁶ dans les années 1990 ont démontré qu'elles devaient être combinées à une pression de pâturage plus importante et variée (bovin/équidé) pour limiter l'extension. Les recolonisations successives des cytisiaies, maintenues seulement par girobroyage (chargement trop faible) ont engendré la création d'une banque de graines plus importante qu'au début des recherches. A l'issue de celles-ci, l'estive a subi consécutivement le retrait des équidés et une pression mécanique moins forte qui ont provoqué les proportions de lande actuelle (cytisiaies et ptéridaies). Ce constat sur Ternant est opposé sur Beaune-le-Chaud où la diversification vers les équidés (l'hiver) et les girobroyages annuels ont inversé la tendance.

Année	1974						2004				
	SN	P	L	a	A	C	SN	P	L	a	A
Type											
Mo	0	43	48	3	3	3	0	81	1,5	0,5	17
Te	0,4	80	18	1,2	0,2	0	0,8	66	22,6	0,5	10
BLC	0	59	23	12	6	0	0	77	5,5	2,5	15
Re	2,5	64	30	0,5	3	0	1	64	20	3	12

Tableau 19 : Part des surfaces (en pourcentage) entre 1974 et 2004 pour les estives et parcs bovins.

SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.

Mo : estive de Montmeyre ; Te : Ternant, BLC : Beaune-le-Chaud ; Re : Recoleine

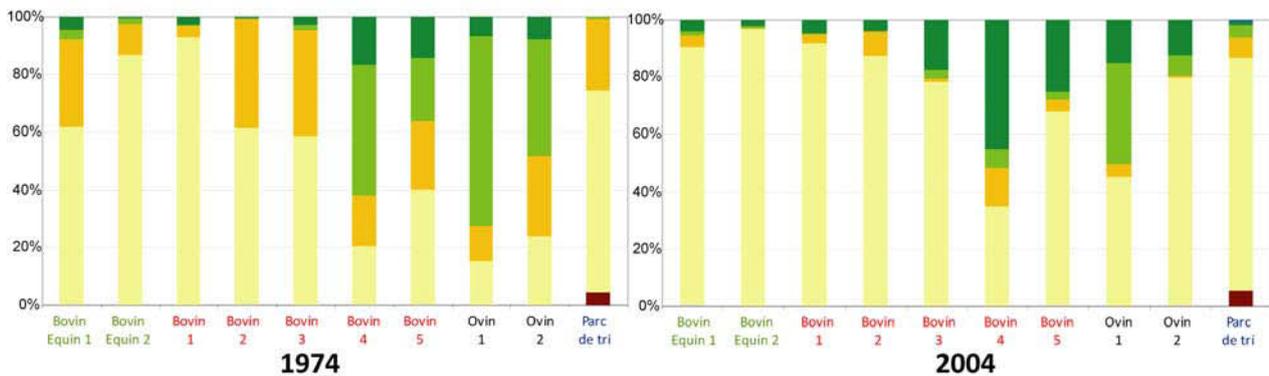
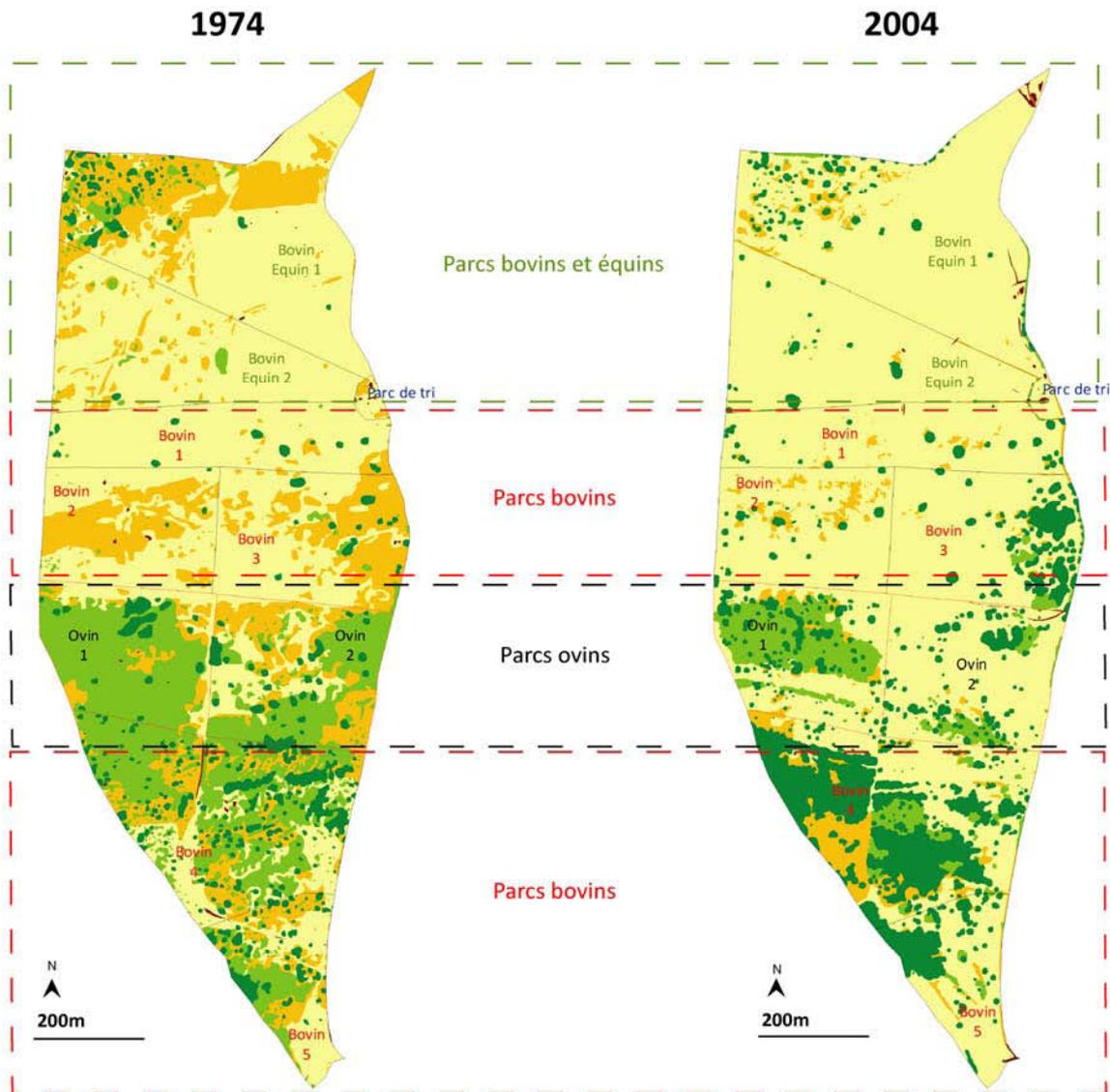
La seconde orientation significative concerne **l'extension ligneuse avec une augmentation moyenne de 10 %** sur l'ensemble des parcs. Deux tendances sont à noter, le cas des estives plus impactées : Montmeyre et Beaune-le-Chaud et une tendance plus modérée : Ternant et Recoleine.



Figure 51 : Légende des cartes d'occupation du sol suivantes

¹⁰⁵ La BD ortho-photographique de l'IGN de 2009 n'était pas encore disponible au moment de la création des cartes.

¹⁰⁶ Contrairement aux girobroyages par layonnage ce type de girobroyage concerne de vastes surfaces planes



	1974	SN	P	L	a	A
2004 SN	2,78	0,27	0,33	0,00	0,00	
P	55,06	90,72	68,75	39,42	49,84	
L	14,32	3,64	6,99	9,40	7,54	
a	6,12	1,04	2,42	6,46	5,16	
A	21,71	4,33	21,52	44,73	37,45	
Surf tot 1974	100	100	100	100	100	100

Tableau de contingence parcs bovins (Overlay)

	1974	SN	P	L	a	A
2004 SN	0,00	0,13	0,18	0,15	1,10	
P	32,69	85,03	79,59	49,86	54,42	
L	0,00	4,08	0,92	2,55	3,31	
a	47,82	2,22	7,54	32,19	18,97	
A	19,49	8,53	11,77	15,25	22,21	
Surf tot 1974	100	100	100	100	100	100

Tableau de contingence parcs ovins (Overlay)

Figure 52 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Beaune-le-Chaud entre 1974 et 2004.

Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

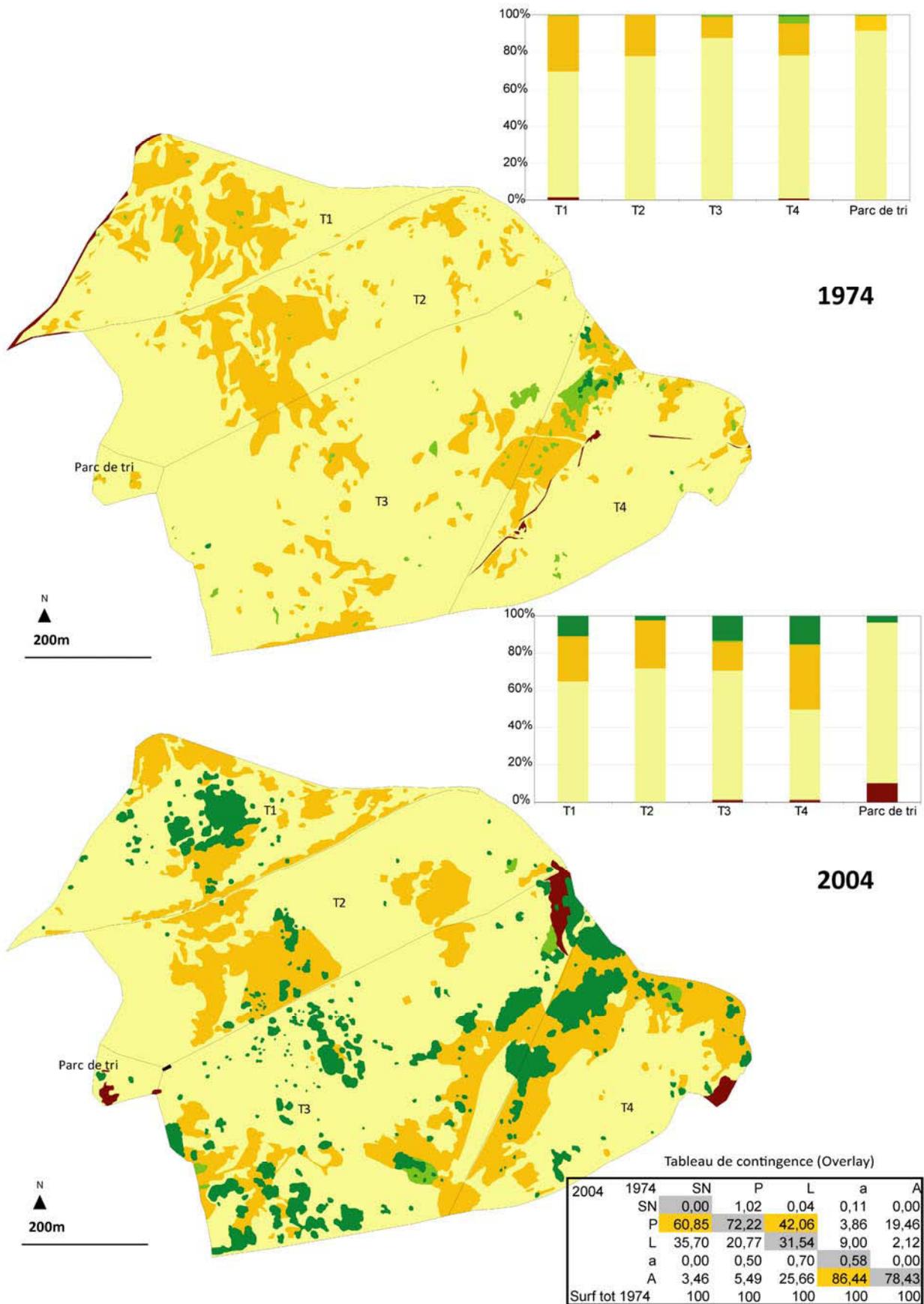


Figure 53 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Ternant entre 1974 et 2004.

Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

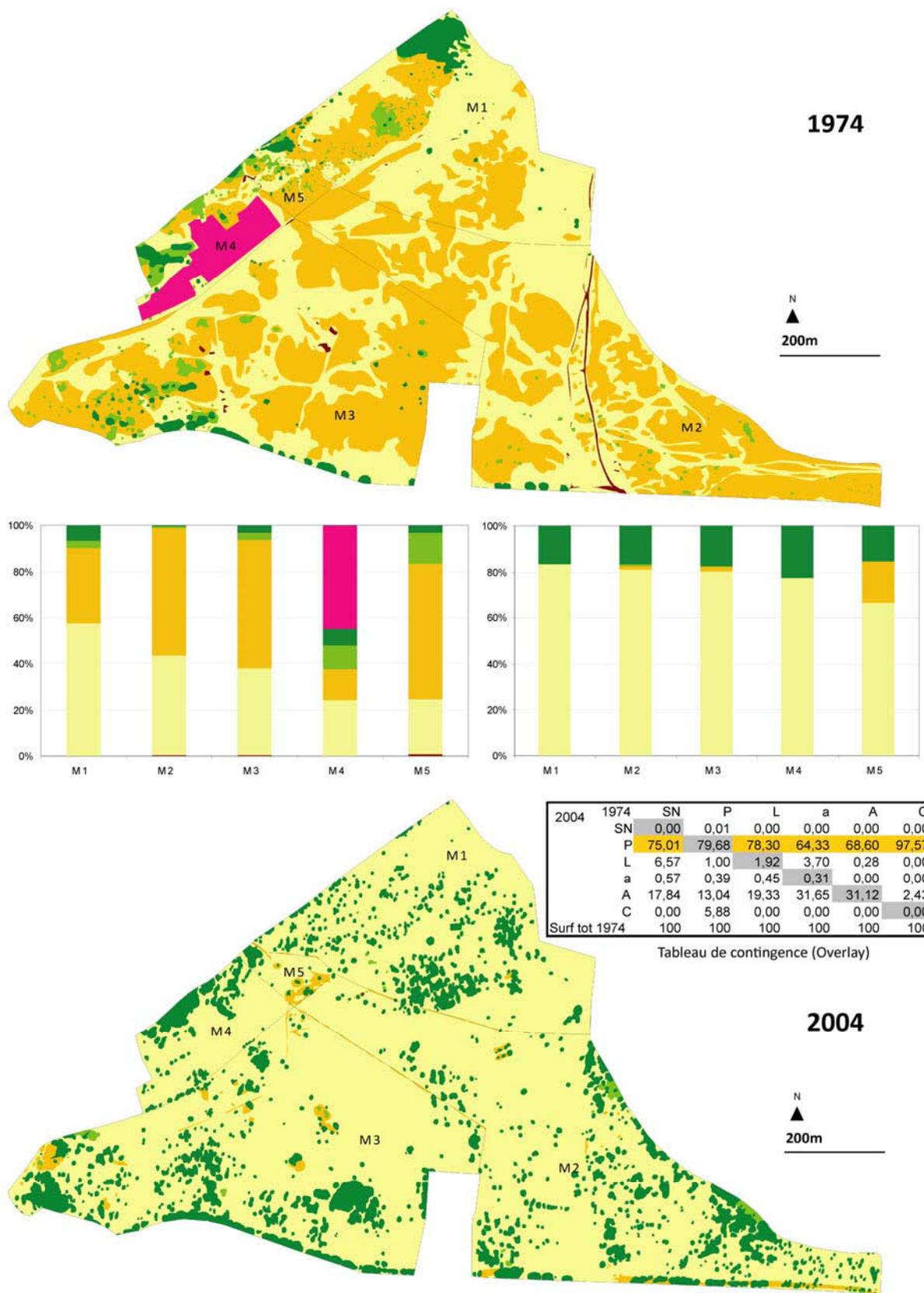


Figure 54 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Montmeyre entre 1974 et 2004.

Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.

Ainsi, **Montmeyre** est marquée par une **extension plus importante** : 17 % de la zone sont arborés en 2004 alors que 64 % des arbustes et 69 % des arbres présents en 1974 ont été coupés¹⁰⁷. La dynamique a donc été forte, avec 31 % des arbres issus de l'évolution naturelle de la strate arbustive et 32 % issus d'herbacées et de landes. Cette dernière catégorie est significative d'une dynamique très rapide avec présence arborée en 30 ans. Ceci s'explique par la proximité de plantations à *Picea abies* proches qui disséminent et s'installent directement dans les strates basses sans s'inscrire dans une succession passant par un stade arbustif.

La tendance est la même pour les parcs bovins de **Beaune-le-Chaud**, car malgré de nombreuses coupes d'arbustes et d'arbres (respectivement - 40 et - 50 %), l'évolution naturelle vers la strate arborée est cependant de 45 %. Sans ces coupes, la proportion de zones fermées sur ces deux estives serait donc significativement supérieure.

Sur **Ternant**, la **strate arborée** est restée **stable** à presque 80 % entre les deux dates et est issue de l'évolution naturelle d'arbustes (à 86 %), les 20 % restant correspondant à des coupes de bois.

Enfin sur **Recoleine**, 50 % des arbres proviennent de l'évolution naturelle de la strate arbustive et 20 % des strates basses, les coupes s'élèvent ici à 26 % des arbres présents en 1974.

Globalement, les **estives bovines sont donc stables aujourd'hui**, avec une strate arborée dominant clairement sur les accrues arbustives (< 2 %) et des landes en net recul au profit des herbacées. L'espace pastoral est bien entretenu, offrant des zones arborées pour le troupeau, mais peu diversifié. La dynamique végétale de ces estives est maintenue au stade herbacé par action mécanique principalement, alors que les recherches actuelles en agronomie démontrent que la diversité des troupeaux et une pression pastorale plus forte ou mieux conduite pourraient l'éviter. La mise en place d'un **girobroyage annuel en plein** afin de « rendre propres » ces espaces (expression agricole courante) ne semble adaptée ni au terrain, ni à la diversité végétale potentielle de ces zones. Pour autant, c'est la seule technique de maintien de la dynamique des landes et des ligneux hauts qui est à la fois efficace et économe en temps de travail alloué.

I.3. DES ESTIVES OVINES EN COURS DE FERMETURE

Les **estives ovines suivent des trajectoires variables** avec des espaces fermés (strates arbustive et arborée) couvrant de 10 % sur Manson à 57 % sur Orcines et Recoleine. Les vitesses **d'évolution de la strate ligneuse** sont donc beaucoup **plus rapides qu'en espace bovin** (tab.20) et fortement liées à une strate arbustive plus développée en 1974. Ainsi, en moyenne, les estives ovines étaient déjà recouvertes de 19 % d'arbustes (de 0,5 % sur Manson à 52 % sur Beaune-le-Chaud) en 1974 contre 4 % en système bovin. La tendance au **recul de la lande** est pourtant bien présente (sauf pour les Fontêtes) et les parts de zones herbacées augmentent mais dans des proportions moindres (de 40 à 49 % en moyenne). Chaque estive semble suivre une trajectoire propre.

La dynamique végétale sur **Manson** entre les deux dates (tab.20, fig.56) s'apparente à celle des estives bovines, par une **nette amélioration du pâturage** liée au recul de la lande (77 % des landes en 1974 sont herbacées en 2004) et une proportion d'arbustes inférieure à celle d'arbres, significative d'une **stabilisation de la colonisation ligneuse**. Les aménagements de drains sur cette estive ont également permis un recul des zones humides au profit de la pelouse (60 % des zones humides sont en pelouse en 2004). Par ailleurs, on peut observer, sur la carte de 1974, la présence de deux layons de girobroyage sur le parc de la Fontaine Saint-Aubin. Cette technique plus légère de girobroyage est mise en place en soutien à l'action du troupeau qui ainsi impacte la lande (ici des cytisiaies) et gère la surface à son rythme.

¹⁰⁷ Les coupes volontaires sont fréquentes dans les années 1970-80, avec la création des groupements et l'utilisation du bois pour clôturer les parcs. Cependant, il peut s'agir également d'erreurs dans la digitalisation ou de calage entre les différentes photographies aériennes. La méthode d'orthorectification, malgré les 50 points de calage peut avoir des limites...

Année	1974							2004					
	SN	P	L	a	A	ZH	C	SN	P	L	a	A	ZH
M	0	67	31	0,5	0,5	1	0	0	83	6	2	8	1
O	3	32	21	35	8	0	1	1	26	16	29	28	0
F	1	52	29	7	11	0	0	0	38	35	0	27	0
BLC	0	20	20	52	8	0	0	0	63	3	20	14	0
Re	4	31	63	2	0	0	0	2	36	5	20	37	0

Tableau 20 : Part des surfaces (en pourcentage) des estives et parcs ovins en 1974 et 2004.

SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures. ZH : zone humide. M : Manson ; O : Orcines ; F : Fontêtes ; Re : Recoleine

Orcines (fig.57-58) suit une évolution toute particulière avec une **perte d'espaces ouverts** de 10 % au profit de la strate arbustive pour 31 % et de la strate arborée pour 30 % (on note plus d'implantations d'arbres sur les landes, 17 %, que sur les pelouses, 13 %). A titre comparatif, la moyenne des zones herbacées dans les autres estives ovines s'élève à 55 % (avec 83 % à Manson) contre 26 % pour Orcines. En ce qui concerne la lande, on remarque une régression importante en zone centrale au profit des herbacées (fig.55). Ce secteur, où se trouvent un second parc de tri, la cabane du berger mais également une zone d'abri arbustive, est donc fortement pâturé et marqué par la présence de *Nardus stricta*. La **surface en forêt** est, quant à elle, passée de **50 à 180 ha en 30 ans**, ce qui fait une moyenne de déploiement de 4 ha/an, elle est majoritairement issue de l'évolution naturelle des taillis arbustifs (43 %). Cette **strate arbustive** recouvre actuellement **180 ha contre 224 ha en 1974**, la **dynamique semble donc en cours de régulation** même si les proportions restent importantes.



Figure 55 : Au premier plan, touffes de *Nardus stricta* à proximité du parc de tri et de la cabane de berger sur le parc principal d'Orcines, en arrière plan taillis de *Corylus avellana* sur le contrebas du petit puy de Dôme (ML, 07/09).

L'estive des **Fontêtes** (fig.59) est caractérisée par une **dynamique ligneuse moyenne** avec une progression naturelle de la strate arborée à partir de la strate arbustive (90 % des arbustes en 1974 sont des arbres en 2004). L'implantation arborée s'est également produite aux dépens des zones ouvertes, avec une **diminution des espaces ouverts de 24 %** (12,5 % de pelouses et 11,5 % de landes). Ce phénomène est dû à une **colonisation par dispersion** provenant des plantations à *Picea abies* proches. L'évolution de la lande est également particulière avec une amélioration du pâturage dans la plaine du puy des Gouttes aux dépens des flancs du volcan, et dans les parcs nommés *Bruyères rouges* au nord, une inversion de la qualité fourragère. Ces deux parcs sont actuellement envahis de cytisiaies qui évoluent sans contrainte mécanique.

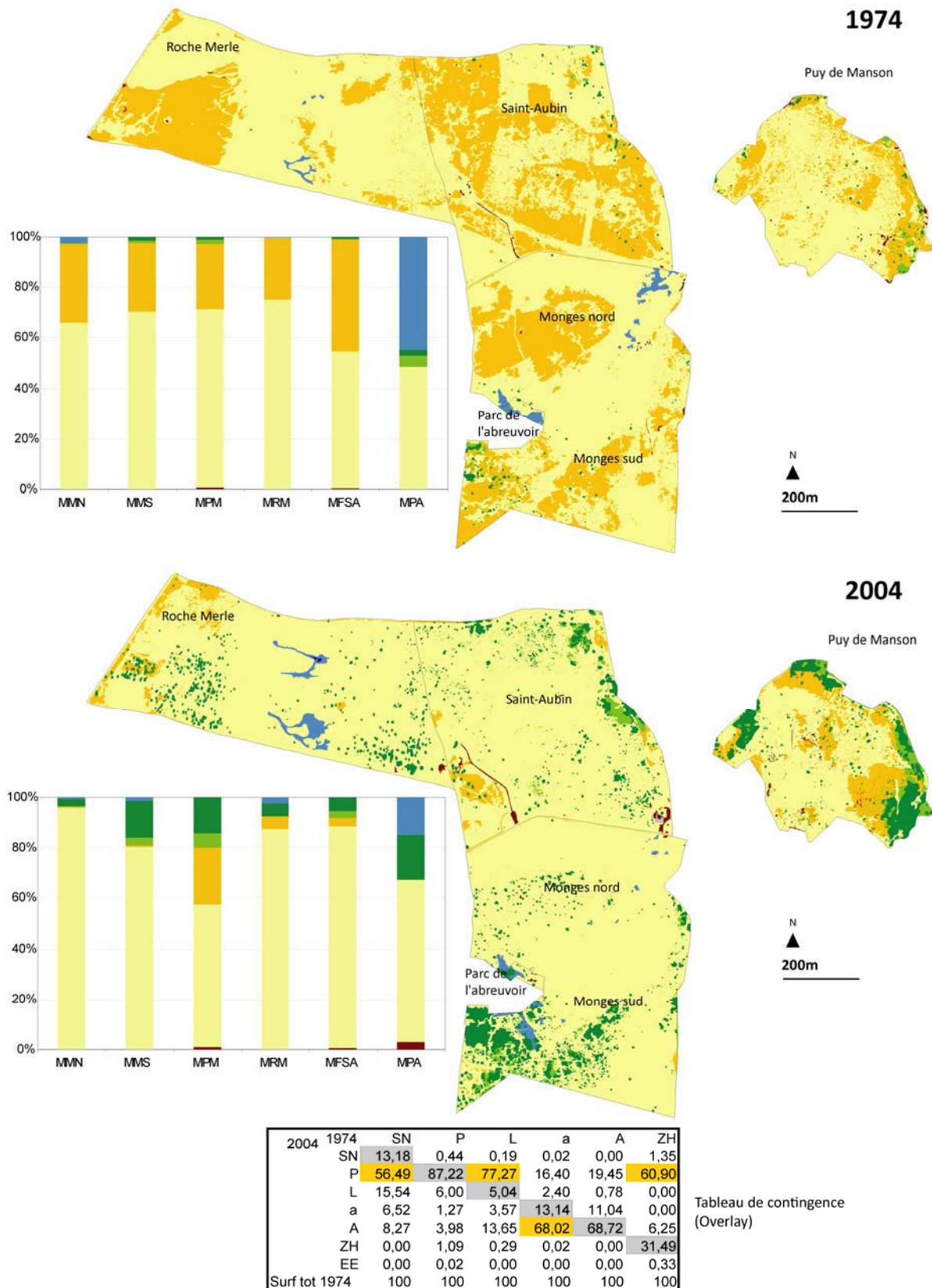
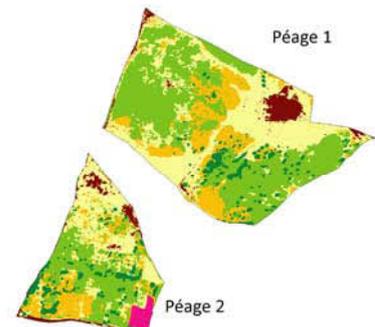
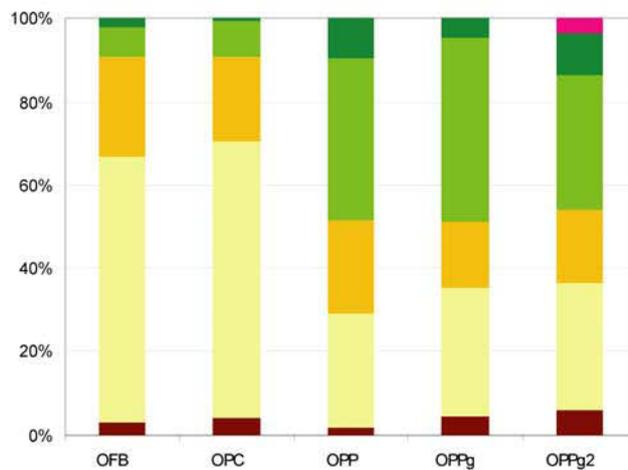
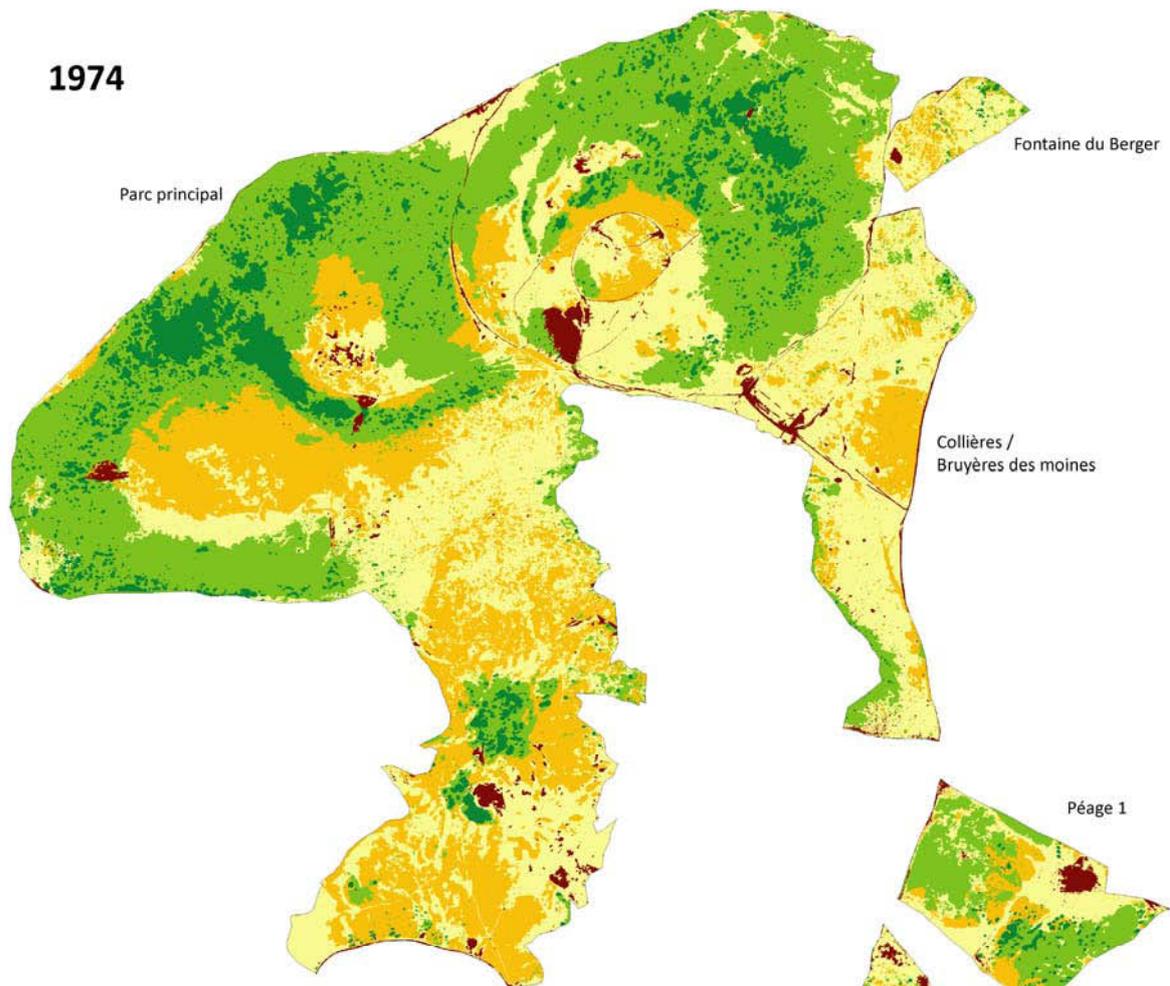


Figure 56 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Manson entre 1974 et 2004.

Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : culture ; ZH : zone humide ; EE : étendue d'eau. MMN : Monges nord ; MMS : Monges sud ; MPM : Puy de Manson ; MFSA : Fontaine Saint-Aubin ; MPA : parc de l'abreuvoir.

1974



2004	1974	SN	P	L	a	A	C
SN	22,46	1,08	0,58	0,38	1,66	0,00	
P	51,00	47,96	34,34	2,54	1,34	97,94	
L	14,67	21,73	33,06	2,21	0,96	0,00	
a	11,52	16,26	14,53	51,88	16,60	0,00	
A	0,09	12,80	17,49	42,98	79,43	2,06	
C	0,25	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Surf tot 1974	100	100	100	100	100	100	100

Tableau de contingence (Overlay)

Figure 57 : Occupation du sol sur l'estive d'Orcines en 1974. Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.

OFB : Fontaine du Berger ; OPC : Parc des Collières ; OPP : Parc Principal ; OPPg : Parc du Péage ; OPPg2 : Parc du Péage 2.

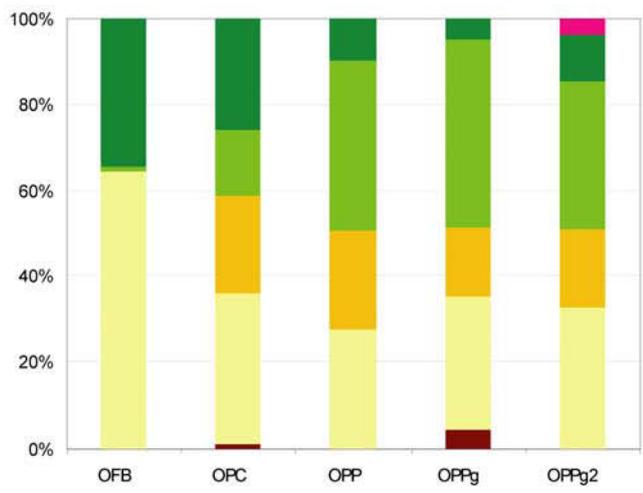
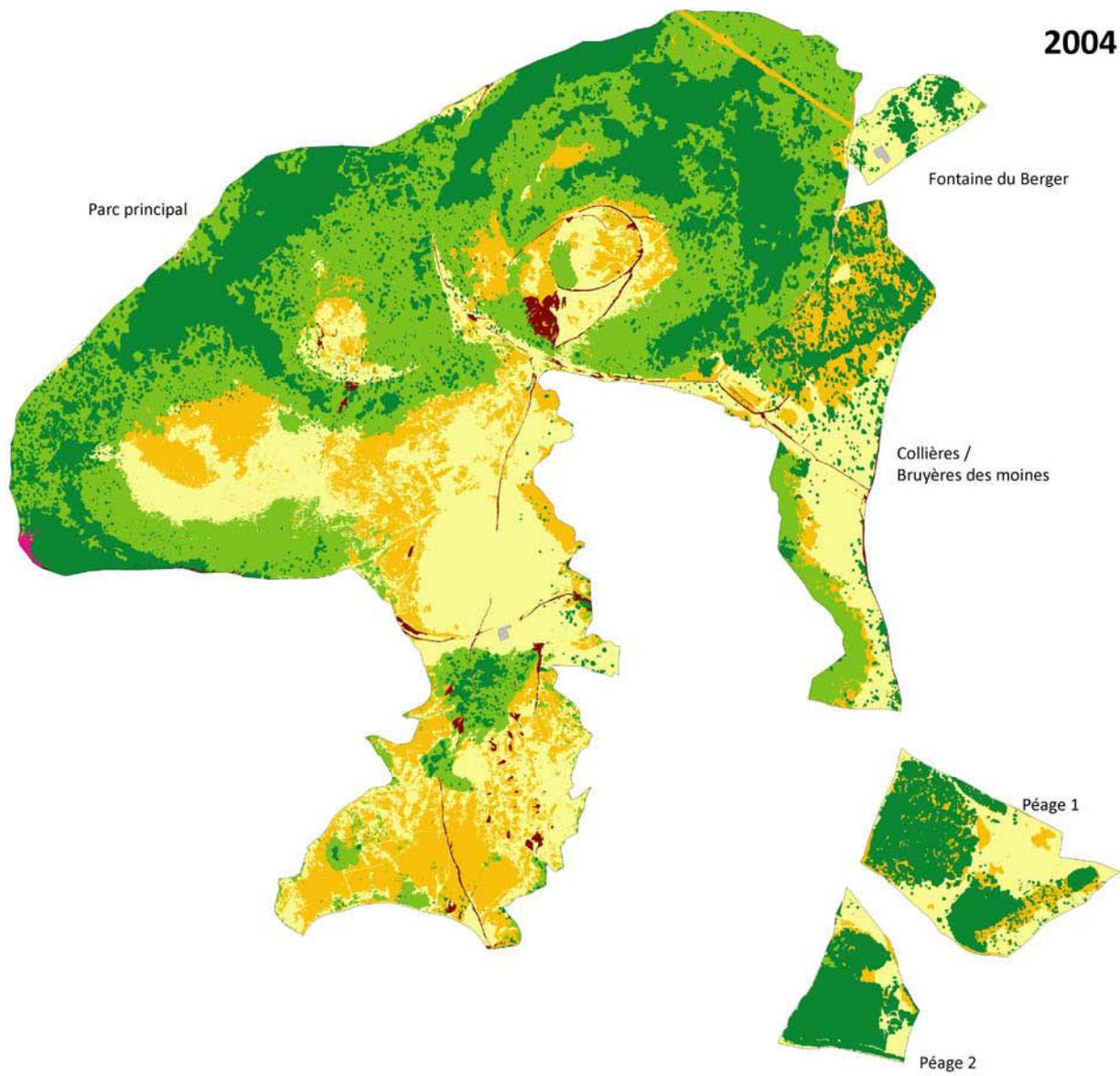


Figure 58 : Occupation du sol sur l'estive d'Orcines en 2004. Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures. OFB : Fontaine du Berger ; OPC : Parc des Collières ; OPP : Parc Principal ; OPPg : Parc du Péage ; OPPg2 : Parc du Péage 2.

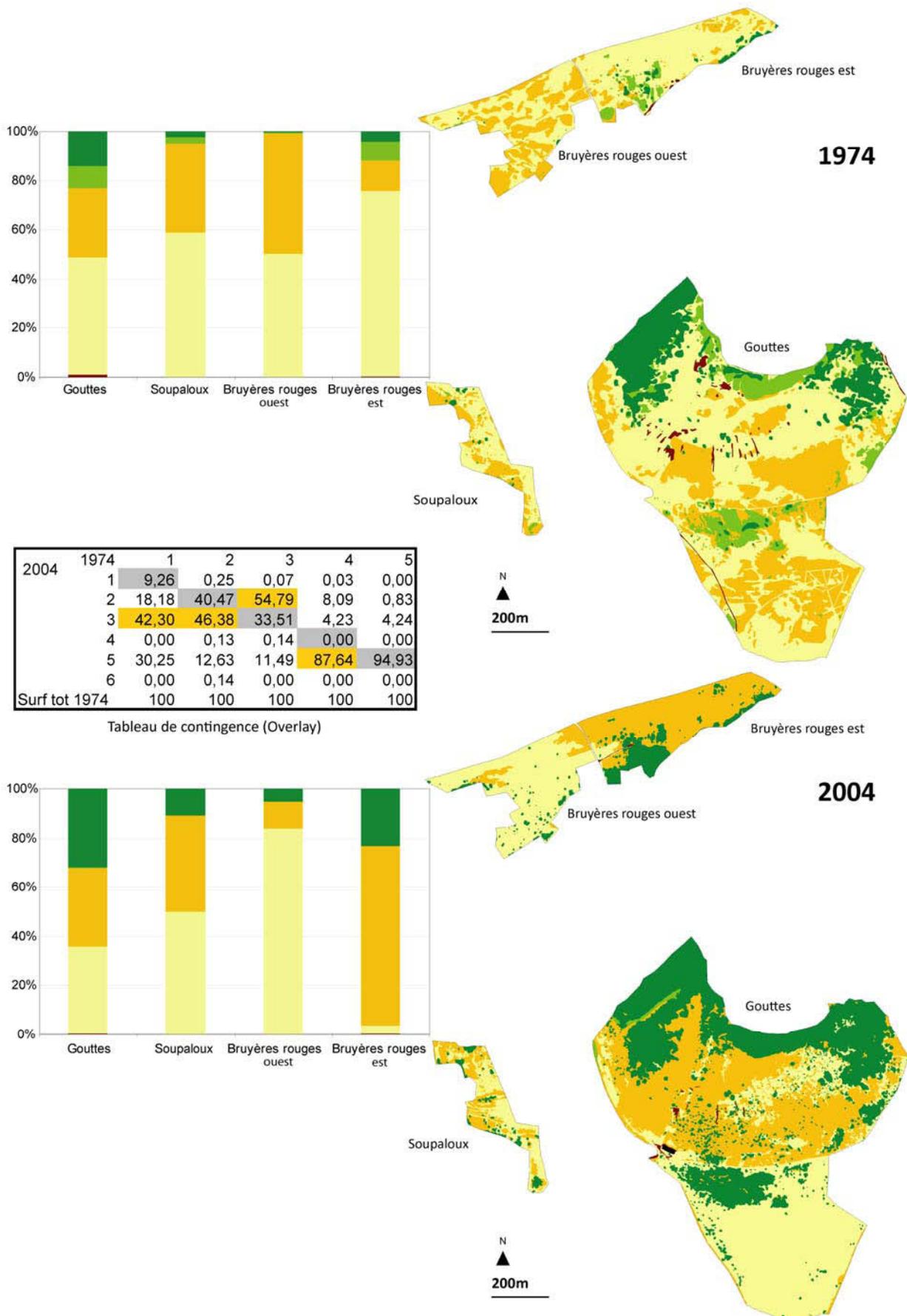


Figure 59 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive des Fontêtes entre 1974 et 2004.

Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

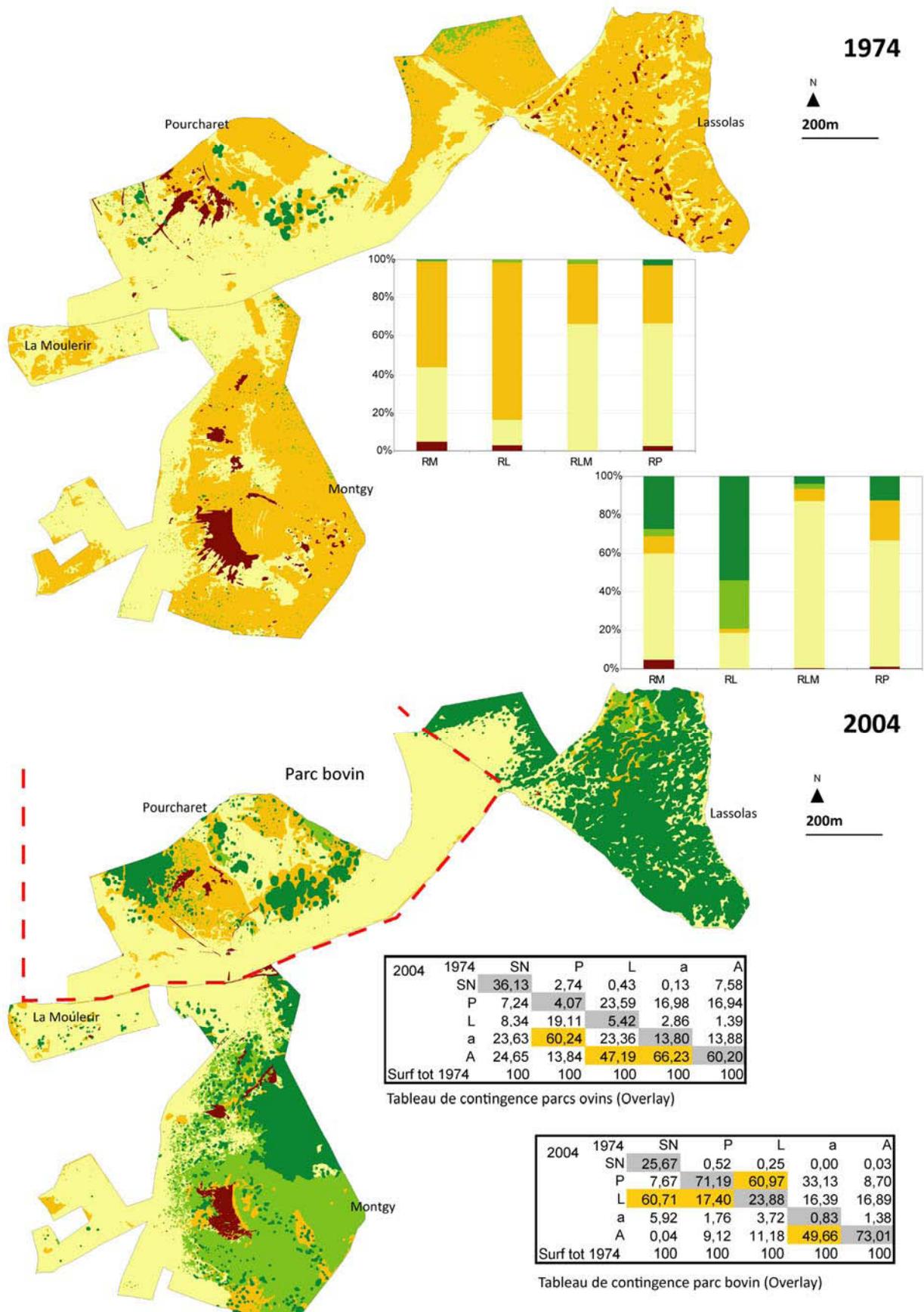


Figure 60 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Recoleine entre 1974 et 2004.
 Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.
 RM : parc Montgy ; RL : parc Lassolas ; RLM : parc La Moulerir ; RP : parc Pourcharet.

Les parcs ovins de **Beaune-le-Chaud** (fig.52) ont vu une nette **amélioration de leur pâturage** avec le recul de la lande (80 % des landes sont herbacées en 2004). Les taillis arbustifs des années 1970 ont évolué naturellement vers la forêt (à 15 %) mais ont également été majoritairement coupés (50 %) ainsi que les arbres (54 %) comme dans les parcs bovins. Aujourd'hui la strate arbustive est toujours plus couvrante que la strate arborée, la **dynamique de fermeture** est donc **encore active**.

Les parcs ovins de **Recoleine** (fig.60) ont subi la **plus forte dynamique de colonisation ligneuse du secteur**, avec l'évolution de leur taux de fermeture de 2 à 57 % entre 1974 et 2004. Comme pour les Fontêtes, la proximité de **plantations à *Picea abies*** a provoqué un **essaimage galopant**, 60 % des pelouses, 47 % des landes et 66 % des arbustes de 1974 sont ainsi maintenant recouverts d'arbres. La proportion d'arbustes actuelle, couvrant encore 20 % du territoire, implique une dynamique végétale toujours forte. La disparition de la lande (baisse de 58 %) au profit d'arbustes et d'arbres à 70 % est aussi significative d'une **amélioration du pâturage** (vers des herbacées), en contrebas des puys, à hauteur de 23 %. Ainsi, on assiste sur cette estive à une **dichotomie entre espaces ouverts de bonne qualité fourragère et espaces fermés encore dynamiques**.

Bilan

La situation des estives à l'heure actuelle, caractérisée dans le chapitre précédent, se trouve ici mieux expliquée du fait de l'analyse diachronique. On observe des **trajectoires variées**, et des situations beaucoup plus complexes que ne laissent prévoir les séries évolutives généralement admises dans la bibliographie. Les dynamiques sont parfois beaucoup plus rapides, concernant notamment l'installation de *Picea abies*, et parfois beaucoup plus lentes du fait des pratiques (girobroyage, clôtures légères notamment) et des abandons ou reprises successifs. On observe ainsi des allers-retours de strates basses à hautes et inversement. Les variables nécessaires à la compréhension de ces dynamiques ne sont donc pas uniquement écologiques, elles sont également morphopédologiques et liées à l'évolution temporelle des pratiques et leur impact. On peut d'ores et déjà signaler que **les estives ovines ont suivi une dynamique ligneuse beaucoup plus agressive que les estives bovines**, et que cet état est clairement le **fait des types de pratiques plus que du type de bétail**. On peut également apercevoir, au sein de ces unités, des variations selon le type morphopédologique (puy/plateau). La partie suivante s'attache à montrer ces inégalités.

II. ROLE DU CONTEXTE MORPHOPEDOLOGIQUE DANS LES EVOLUTIONS VEGETALES

Ainsi que nous avons pu l'entrevoir précédemment, les estives bovines sont beaucoup moins impactées par la fermeture paysagère que les estives ovines. Mais, sont-ce le type de bétail et les pratiques associées qui jouent un rôle prépondérant dans le forçage de la dynamique végétale ou les facteurs physiques jouent-ils également un rôle ? **La plupart des estives bovines sont situées sur le plateau des Dômes**, sauf le parc bovin de Recoleine qui contient le puy Pourcharet. A l'inverse, la **plupart des estives ovines sont situées sur des puys**, sauf Manson, qui est sur le plateau. Or, Manson voit sa dynamique végétale significativement identique à celle des estives bovines (hormis le parc du puy de Manson), et le parc bovin de Recoleine subit une colonisation végétale sur les flancs du puy Pourcharet alors que la zone basse est très ouverte. Nous avons donc choisi d'éliminer la distinction ovin-bovin dans l'analyse suivante, afin de distinguer seulement la **dichotomie puys/plaine**¹⁰⁸. Sur le terrain, comme sur les cartes (fig.61, 62, 64, 65), les **puys apparaissent beaucoup plus boisés et embroussaillés que les zones planes** des estives. L'estive d'Orcines est assez caractéristique de cette dichotomie, mais elle se retrouve également sur celle des Fontêtes et de Recoleine que nous avons choisi de présenter ici plus en détails.

¹⁰⁸ L'analyse pourrait être enrichie des distinctions morphopédologiques plus précises émises dans la présentation de la zone d'étude, mais l'acquisition de ces données était trop chronophage pour être développée dans le cadre de la thèse.

II.1. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

A partir des courbes de niveau et de la carte volcanologique de la Chaîne des puys, nous avons pu dissocier les entités puys/fortes pentes et zones planes pour chaque estive concernée. La localisation et les distinctions géologiques de ces entités sont visible en figure 61. Puis, les cartes de végétation établies au préalable ont été découpées selon cette trame et analysées séparément. Ensuite, nous avons analysé et quantifié la répartition de la couverture végétale dans le secteur en 1974 et en 2004.

II.2. EVOLUTION DE LA VEGETATION DES ZONES PLANES

Les zones planes sont particulièrement ouvertes (tab.21 et 22), avec des taux de recouvrement moyens de la strate herbacée de 60 % et de 12 % pour les landes en 2004 (72 % du secteur sont donc composés de strates basses). La strate arborée couvre 20 % du secteur et dépasse la strate arbustive qui en cumule seulement 8 %. La dynamique ligneuse de colonisation de l'espace est donc peu active et ces zones semblent en majorité stables. Depuis 1974, on remarque une amélioration du pâturage avec un recul de la lande de 20 % et une augmentation des zones herbacées de 10 %.

Année	1974							2004						
	SN	P	L	a	A	ZH	C	SN	P	L	a	A	ZH	
Type														
M	0	66	32,5	0,3	0,5	0,7	0	0	88	3	1	7	1	
O	3	43	22	28	4	0	0	1	34	19	19	27	0	
F	0	55	36	7	2	0	0	0	61	24	0	15	0	
Re	1	47	50	2	0	0	0	0	56	6	8	30	0	
BLC	0	51	23	20	6	0	0	0	74	5	6	15	0	
Te	0,4	80	18	1,2	0,2	0	0	0,8	66	22,6	0,5	10	0	
Mo	0	43	48	3	3	0	3	0	81	1,5	0,5	17	0	

Tableau 21 : Part des surfaces (en pourcentage) des zones planes des estives en 1974 et 2004.

SN : sol-nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures. ZH : zone humide
M : Manson (sauf puy de Manson) ; O : zones planes d'Orcines ; F : zones planes des Fontêtes ; Re : zones planes de Recoleine ; BLC : Beaune-le-Chaud ; Te : Ternant ; Mo : Montmeyre.

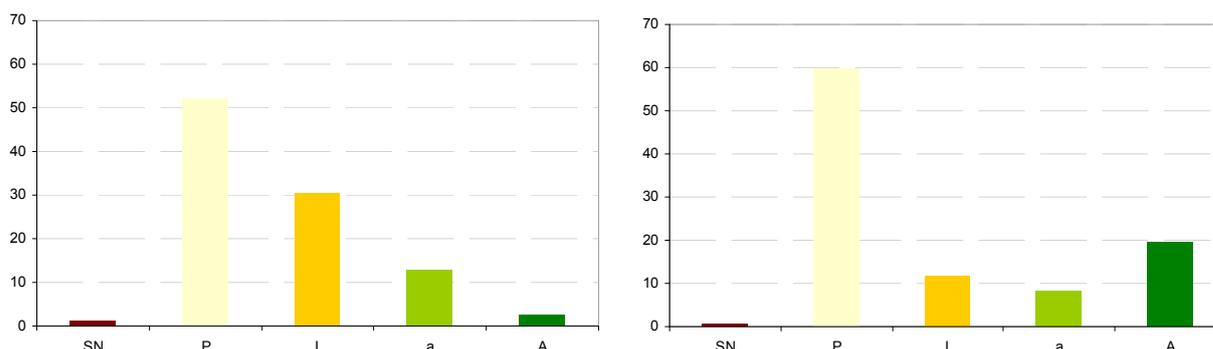
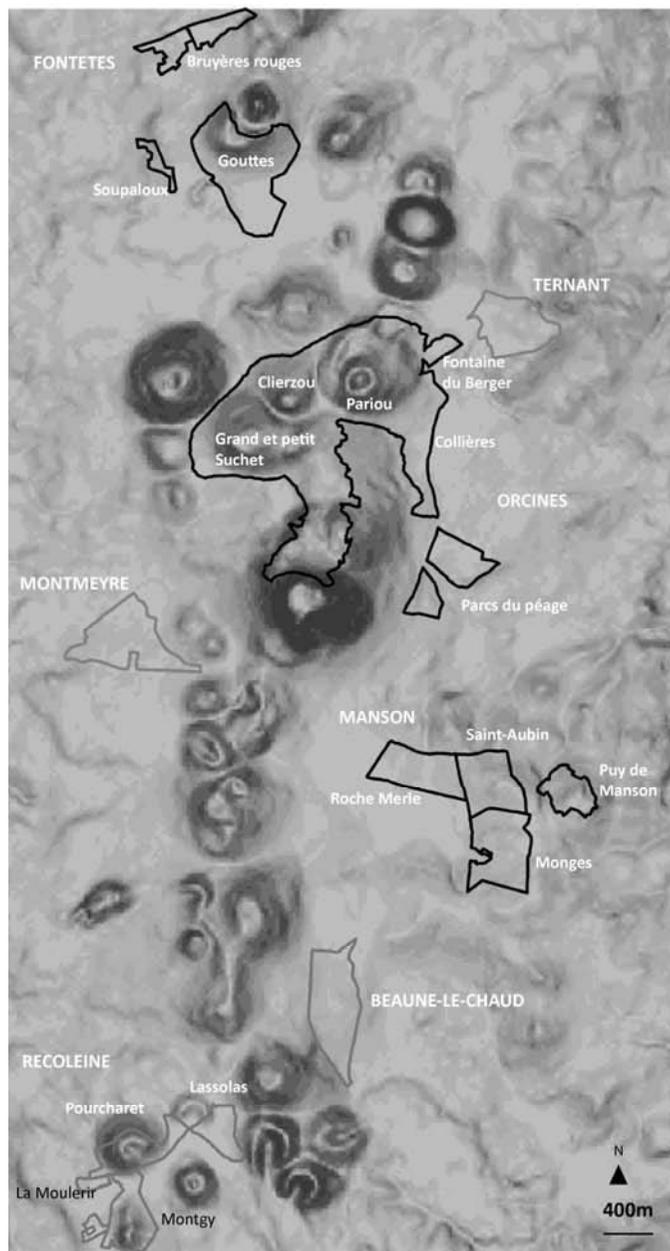


Tableau 22 : Part des surfaces en zones planes du secteur en 1974 (à gauche) et 2004 (à droite)

SN : sol-nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures. ZH : zone humide.



ZONES PLANES

Type	Dénomination	Géologie
Estive entière	Beaune-le-Chaud	Substrat de coulées trachy-basaltiques et trachy-andésitiques à recouvrements trachy-basaltiques et trachy-andésitiques
	Montmeyre	Coulées trachy-basaltique à faibles recouvrements trachy-basaltiques
	Ternant	
Parc entier	Roche Merle Saint-Aubin Monges nord Monges sud	Manson Substrat à arène granitique mélangée à des projections trachytiques et trachy-andésitiques
	Fontaine du Berger Collières Parcs du péage Bruyères rouges Soupaloux Lassolas (Recoleine)	Orcines Fontêtes Coulées trachy-basaltique à faibles recouvrements trachy-basaltiques
Section de parc	Plaines des puy Pourcharet et Montgy (Recoleine)	Substrat de coulées trachy-basaltiques et trachy-andésitiques à recouvrements trachy-basaltiques et trachy-andésitiques
	Plaine des Gouttes (Fontêtes)	Saupoudrages et recouvrements trachy-basaltiques
	Traversin (Orcines)	Cône basaltique
	Replat du petit Puy de Dôme (Orc.)	Cône trachy-basaltique

PUY ET FORTES PENTES

Type	Dénomination	Géologie
Parc entier	Puy de Manson	Arène granitique faiblement mélangée à des projections trachytiques et trachy-andésitiques
Entité au sein des parcs	Puy des Gouttes (Fontêtes)	Cônes trachy-basaltiques à colluvionnement
	Puy Pariou	Orcines Cône trachy-andésitique à anneaux pyroclastiques et coulée trachy-andésitique
	Grand Suchet	
	Petit Suchet	Cône basaltique
	Clierzou	Dômes trachytiques à recouvrements trachy-andésitiques à brèches de nuées ardentes
Puy de Dôme	Dôme trachytique	
Puy de Montgy	Recoleine Cônes trachy-basaltiques à recouvrements trachy-basaltiques et trachy-andésitiques	
Pourcharet		



Figure 61 : Présentation des zones planes (tableau supérieur) et puy (tableau inférieur) du secteur.

Les zones ayant subi l'amélioration du pâturage la plus nette sont les zones basses des Fontêtes avec 76 % de recul de la lande (en proportion des données spatialisées de 1974), Manson avec 82 %, Montmeyre avec 78 % et Beaune-le-Chaud à 70 %, le type de substrat et le type de cheptel n'ont donc pas joué un rôle prépondérant dans cette évolution. En réalité, deux variables sont à l'origine de ces résultats, **les pratiques** (actuelles et historiques) et l'**accessibilité**. Dans les estives bovines sur le plateau (Montmeyre, Beaune-le-Chaud), il s'agit principalement du girobroyage régulier donc des pratiques, qui limitent fortement l'extension ligneuse. Dans les estives ovines, la situation est plus contrastée car la végétation n'est girobroyée qu'en de rares exceptions et l'on peut ici discerner des difficultés d'accessibilité et de gardiennage. Les pratiques historiques, avec l'utilisation antérieure de ces espaces plats à des fins de culture (allotissement) a également introduit une nette dichotomie dans la donne de départ des estives. La fertilisation des zones planes de cultures s'est ainsi faite au détriment des zones pâturées sur les puys. L'appauvrissement des sols peu profonds des puys a entraîné l'extension de la lande à *Calluna vulgaris*, espèce moins appétente et donc produit des zones moins intéressantes pour le troupeau.

Ces observations globales se vérifient parfaitement sur l'estive ovine des Fontêtes avec une nette distinction entre la plaine des Gouttes (fig. 62) qui cumule 80 % des pelouses et 2 % des landes, pour 17 % de strate arborée et aucune strate arbustive, **et le puy**. En effet, la fertilisation de la zone plane lors de la création de l'estive en 1982 a favorisé l'apparition d'espèces appétentes, plus intéressantes pour le troupeau. Alors que le puy des Gouttes est arboré à hauteur de 39 % avec une proportion de landes atteignant 46 % et seulement 14 % de pelouses.

Les zones planes de Recoleine se trouvent dans une situation particulière avec une dichotomie de l'espace entre strate herbacée (56 %) et strate arborée (30 %). Cependant, le recouvrement à 70 % d'arbres du parc au pied de Lassolas influence la moyenne générale, le reste des parties planes étant boisé à hauteur de 5 % seulement. La forte concentration de plantations dans ce secteur et le sous-pâturage important dans les années 1970 ont engendré une forte dynamique ligneuse. Notons également que le pied de Pourcharet et les parcs près de Montgy (dont la Moulerir) étaient cultivés jusque dans les années 1950. Leur utilisation en parcage nuit et jour depuis 1987 (création du groupement) a également favorisé la disparition des landes au profit de prairies de bonne qualité fourragère. En ce qui concerne le parc de Montgy (fig.62) ce sont également les taux de fermeture arbustive et arborée qui l'emportent sur les strates basses (80 % contre seulement 15 %) sur le puy, alors que les zones planes de ce parc sont plutôt ouvertes et très herbacées (70 % contre 30 %).

On note cependant des exceptions à ces tendances majoritaires sur Orcines. En effet, les zones planes de l'estive se distinguent des autres avec ici un recul des strates basses au profit des strates hautes sur la période. Ainsi en 2004 seulement 53 % de l'espace sont composés de strates basses contre 65 % en 1974. Les strates arbustives et arborées cumulent alors les plus forts taux de boisement des zones planes avec 46 % contre 28 % en moyenne en 2004.

D'une manière générale, on observe donc des zones planes nettement plus herbacées, avec un recul de la lande au profit d'espèces plus appétentes. Les estives bovines, majoritairement en zone de plateau, donc planes, sont difficiles à intégrer au sein de cette dichotomie. En effet, l'évolution de la végétation de ces estives est fortement contrainte par des girobroyages réguliers depuis les années 1980-90 (création des groupements pastoraux). Seul le parc bovin de Recoleine se trouve sur un puy (Pourcharet) et l'on remarque ici une dichotomie puy/plaine avec des taux de boisements nettement plus importants sur les pentes, malgré, ici aussi, un girobroyage régulier (fig.63). Les estives ovines, quant à elles, sont le résultat des pratiques anciennes avec des puys appauvris car pâturés sans restitution et des zones planes généralement cultivées. La difficulté d'accès de ces espaces à fortes pentes à l'inverse des zones planes plus praticables a probablement généré une utilisation plus pérenne notamment pendant les périodes de crise comme dans les années 1970.

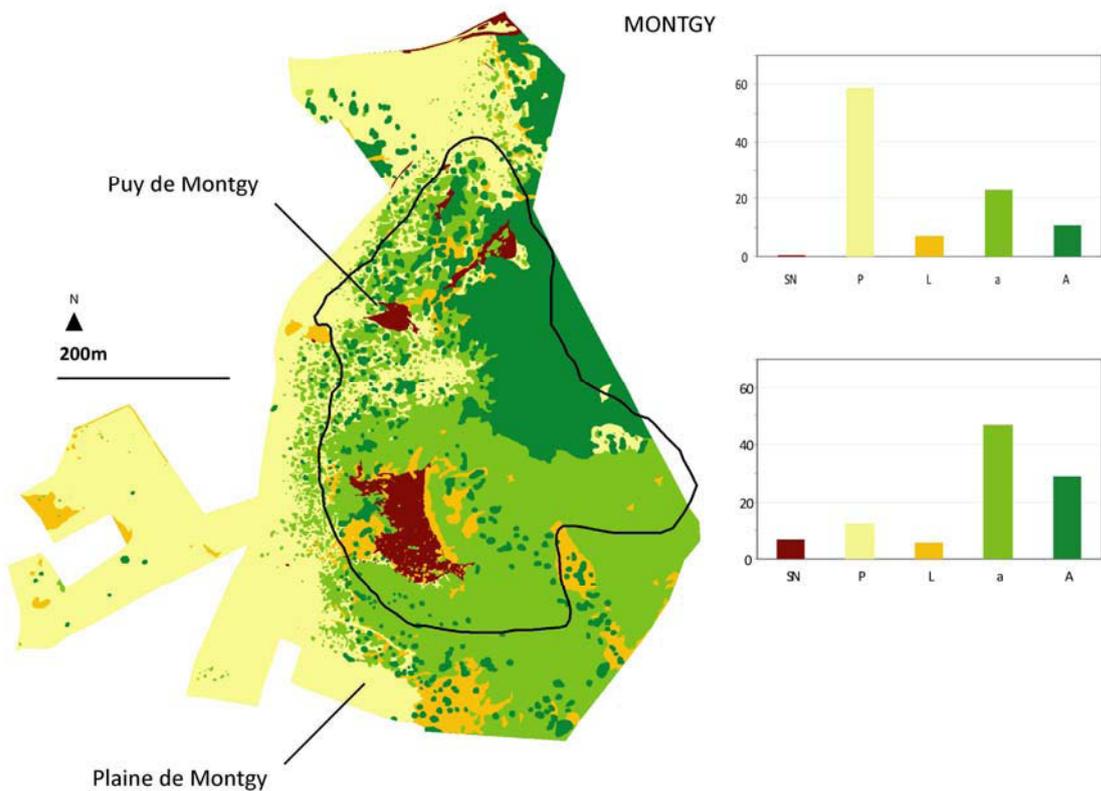
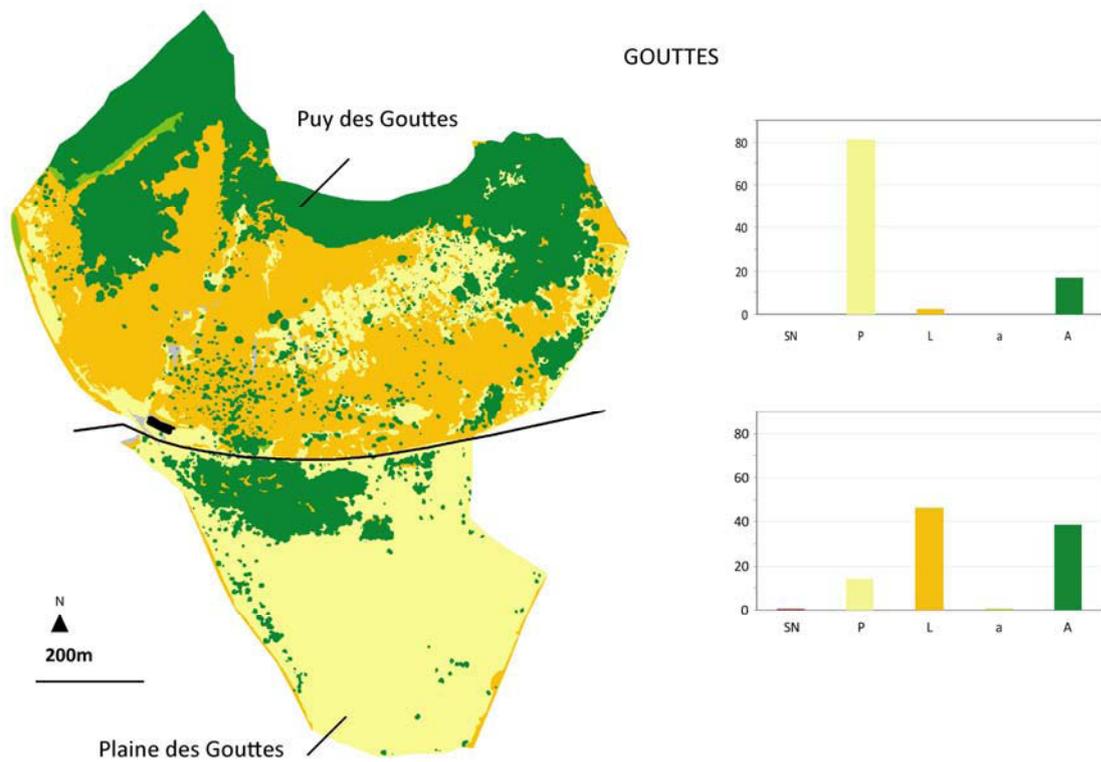


Figure 62 : Comparaison puy/plaine des Gouttes (Fontêtes) et de Montgy (Recoleine) en 2004, part des surfaces des zones planes (histogramme du haut) et puy (histogramme du bas), SN : sol-nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

II.3. EVOLUTION DE LA VEGETATION DES PUY ET FORTES PENTES

A l'inverse des zones planes, ces espaces sont significativement plus fermés (tab.23-24, fig.62-63-64), avec des taux de boisement moyens arborés et arbustifs égaux à 29 %. La strate herbacée, contrairement aux zones planes, n'est donc pas la classe dominante et se trouve même inférieure à la lande avec seulement 19 % de recouvrement moyen contre 22 % de landes. Ces espaces cumulent donc de faibles valeurs pastorales et sont actuellement difficiles d'accès aux troupeaux compte tenu de l'extension des zones boisées. La strate arborée a gagné 21 % sur la période soit 95 ha et une moyenne de colonisation ligneuse de 3,2 ha/an. Si l'on tient compte également de la strate arbustive, **les zones fermées qui recouvraient 39 % de la zone en 1974 en couvrent actuellement presque 60 %.**

Année	1974					2004				
	SN	P	L	a	A	SN	P	L	a	A
Type										
O	2	21	21	44	12	1	16	14	40	29
Re	8	29	59	1	3	5	20	21	29	25
F	1	49	21	8	21	0	14	46	1	39
M	1	71	26	2	1	1	57	22	6	14

Tableau 23 : Part des surfaces (en pourcentage) des puy et zones de fortes pentes des estives en 1974 et 2004.

SN : sol-nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.

O : puy d'Orcines ; Re : puy de Recoleine ; F : puy des Gouttes sur les Fontêtes ; M : Puy de Manson.

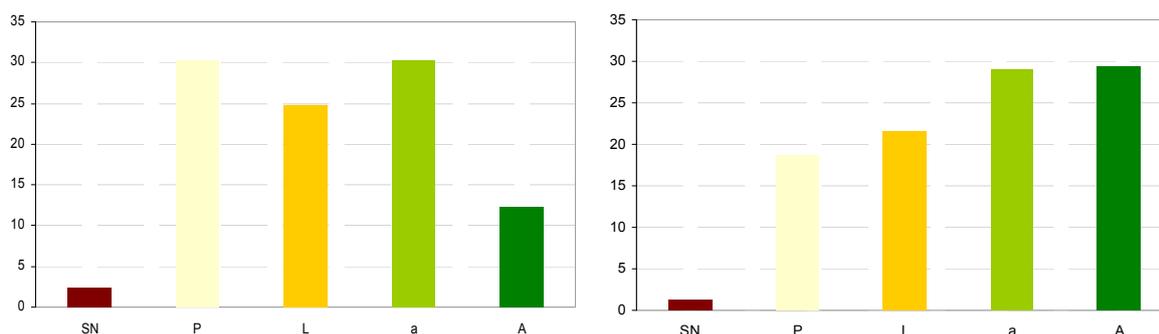


Tableau 24 : Part des surfaces (en pourcentage) des puy et zones de fortes pentes du secteur en 1974 (à gauche) et 2004 (à droite).

Sur les Fontêtes, le puy des Gouttes était le puy le plus arboré du secteur dans les années 1970 avec déjà 21 % de recouvrement arboré et une strate arbustive relativement faible de 8 % (tab.23 et fig.63). Comparativement, la lande était moins importante que la pelouse et recouvre aujourd'hui beaucoup plus d'espace (61 % des pelouses en 1974 sont en landes actuellement). C'est la strate majoritaire avec 46 %, la tendance est donc inversée sur ce puy. Enfin, comme nous l'avions observé précédemment, la strate arborée a rapidement colonisé l'espace avec une augmentation de 18 % sur la période. Les difficultés d'accessibilité du troupeau dues à une colonisation arborée plus précoce que sur les autres puy sont à l'origine de cet état actuel. Le gardiennage consiste à mener le troupeau dans un parc, sans le conduire réellement vers des zones en cours de colonisation¹⁰⁹ et sans clôtures légères, le choix de cette pratique plus « légère » a donc un impact sur la dynamique végétale. C'est donc probablement le manque important de pression pastorale qui engendre de tels écarts (aucun girobroyage n'étant effectué actuellement sur cette estive). L'arrêt de l'écobuage auparavant fréquent sur ce puy est sans doute aussi à l'origine de la recrudescence des landes (Guinamard *et al.*, 2006)

¹⁰⁹ L'instinct grégaire du troupeau le mène à vouloir se regrouper ou pour le moins à pouvoir s'observer en permanence, ce qui devient difficile dans des zones en cours de colonisation ligneuse.

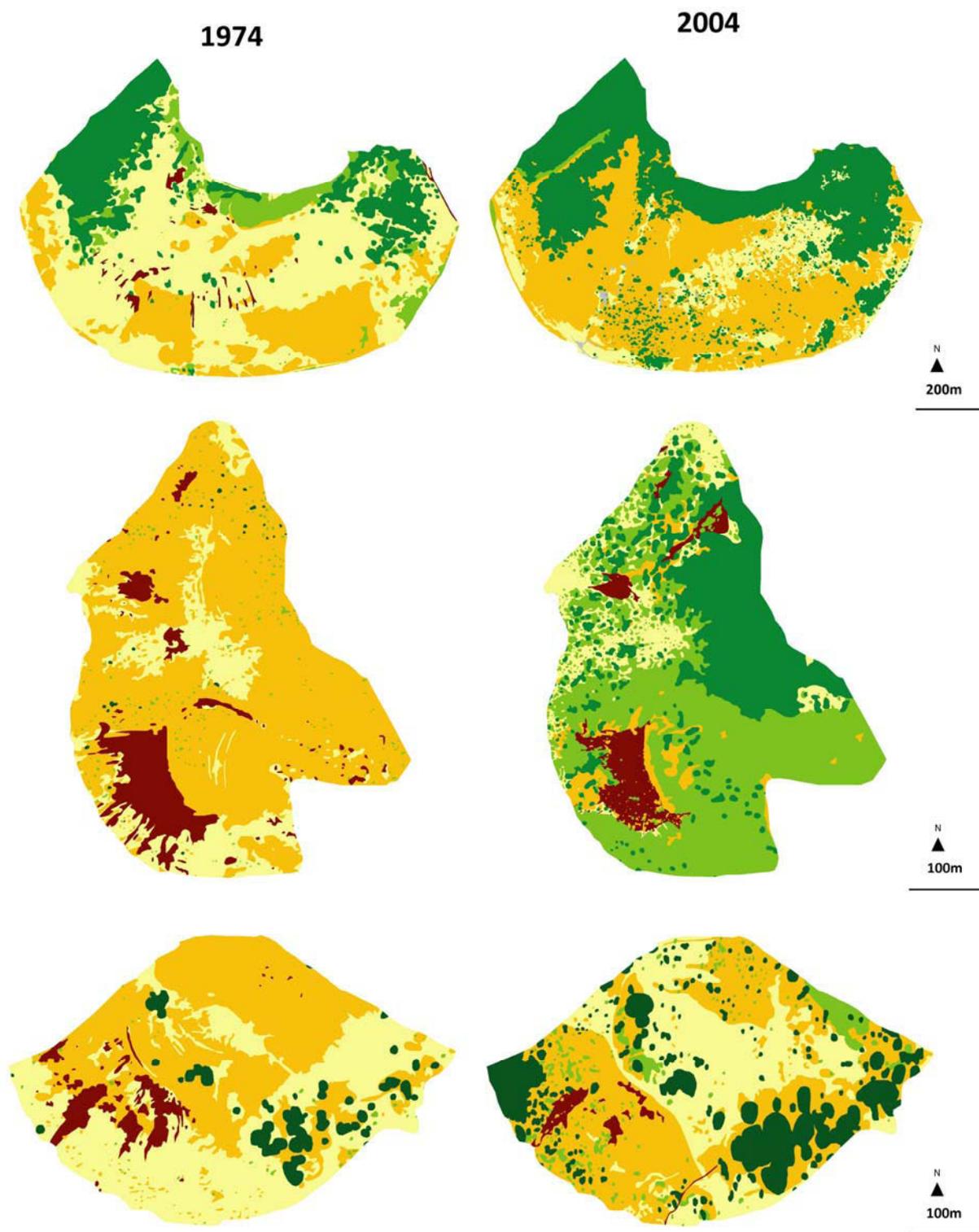


Figure 63 : Evolutions comparées des puys des Gouttes, de Montgy et de Pourcharet (de haut en bas) entre 1974 et 2004.

Sur Recoleine, la dynamique végétale a été la plus rapide du secteur (tab.23, fig.63). La distinction entre les puys de Montgy et Pourcharet est très importante. Le puy Pourcharet (bovin) reste majoritairement ouvert avec actuellement 71 % de strates basses contre 89 % en 1974. C'est cependant la lande qui prime et gagne de l'espace entre les deux dates avec une transition de 44 % des pelouses vers cette classe. Les strates hautes sont passées de 6 % (essentiellement de vieux hêtres), sans strate arbustive, à 27 % avec peu d'arbustes, la dynamique semble donc stagner même si elle a été forte sur la période (+ 15 % d'arbres). Le fait ici qu'il s'agisse d'un troupeau bovin a son importance. En effet, ce type de cheptel recherche moins les points hauts pour chômeur que les ovins et ne trouve donc aucun intérêt à pâturer les pentes moins appétentes du puy. Un girobroyage régulier limite l'extension des landes, mais sans impact du troupeau sur ces zones, elles subissent une recolonisation immédiate des espèces à fort pouvoir colonisateur que sont les fougères (*Pteridium aquilinum*) et genets (*Cytisus scoparius*).

Année	1974					2004				
	SN	P	L	a	A	SN	P	L	a	A
Pourcharet	1	43	46	0	6	2	31	40	6	21
Montgy	11	18	70	1	0	7	12	6	47	29

Tableau 25 : Part des surfaces (en pourcentage) des puys de Pourcharet et Montgy sur Recoleine en 1974 et 2004.

Le puy Montgy a subi la dynamique ligneuse la plus importante de l'ensemble des puys (tab.23-25, fig. 63), avec un recul des strates basses de 70 %, au profit des strates hautes qui passent de 1 % à 76 %. Le boisement de ce puy entre 1974 et 2004 a donc été très intense avec des vitesses de colonisation très rapides : 53 % des pelouses et 48 % des landes ont été colonisées par des taillis, et 45 % de ces deux strates se sont boisées sur la période. Plus de 70 % des zones ouvertes se sont donc fermées sur le puy à raison de 0,5 ha/an sur la période. Actuellement la strate arbustive est encore majoritaire avec presque 50 % de recouvrement, la dynamique est donc encore très active. Rappelons que, sur cette estive, le mode de garde du troupeau est en pâturage clos (clôtures légères). C'est donc le type d'espèce en jeu, clairement peu appétant puisqu'il s'agit de *Juniperus communis* et de *Picea abies*, qui engendre une telle dynamique. La proximité d'un semencier (plantation à *Picea abies* à l'est du puy) est assurément la cause principale de cette dissémination rapide (comme sur les Gouttes). Une explication complémentaire à cette évolution très rapide réside justement dans le mode de gestion du troupeau : le pâturage clos a cet intérêt qu'il permet le recul de la lande à *Calluna vulgaris*, prépondérante dans le secteur dans les années 70. Mais en cas de dynamique agressive d'espèces peu appétentes, il a permis l'extension plus rapide de celles-ci par perte du pouvoir inhibiteur de *Calluna vulgaris*. La banque de graines existante ou de jeunes pousses contraintes par la lande ont pu alors se développer à grande vitesse. La pose des clôtures en lisière de front est également à l'origine d'un manque d'impact sur les résineux.

Enfin, le puy de Manson (qui n'est pas un volcan, tab.23) détonne ici par sa faible proportion de strates hautes, avec seulement 20 % de zones fermées contre une moyenne de presque 60 % dans les autres cas. Si ce parc se distingue du reste de l'estive, encore moins boisée, il ne ressemble pas pour autant aux autres puys. Avec encore 79 % de zones ouvertes et une strate arbustive faible (6 %), la dynamique ligneuse est donc à relativiser. Cependant, la proportion de cytisiaies en front de zones boisées gêne le passage du troupeau et peut favoriser le développement d'arbustes.

Au-delà de ces tendances majoritaires, des exceptions sont à noter, notamment sur Orcines (tab.26) avec des variations inter-édifices volcaniques que nous avons choisi de distinguer. Les fronts de colonisation sont ici des corylaies avec une dynamique végétale naturelle évoluant vers la hêtraie ou la hêtraie-sapinière. La colonisation par dispersion des plantations d'épicéas (*Picea abies*) engendre également des forêts mixtes. Dans l'ensemble, ces puys sont caractérisés par un boisement précoce, antérieur aux années 1970.

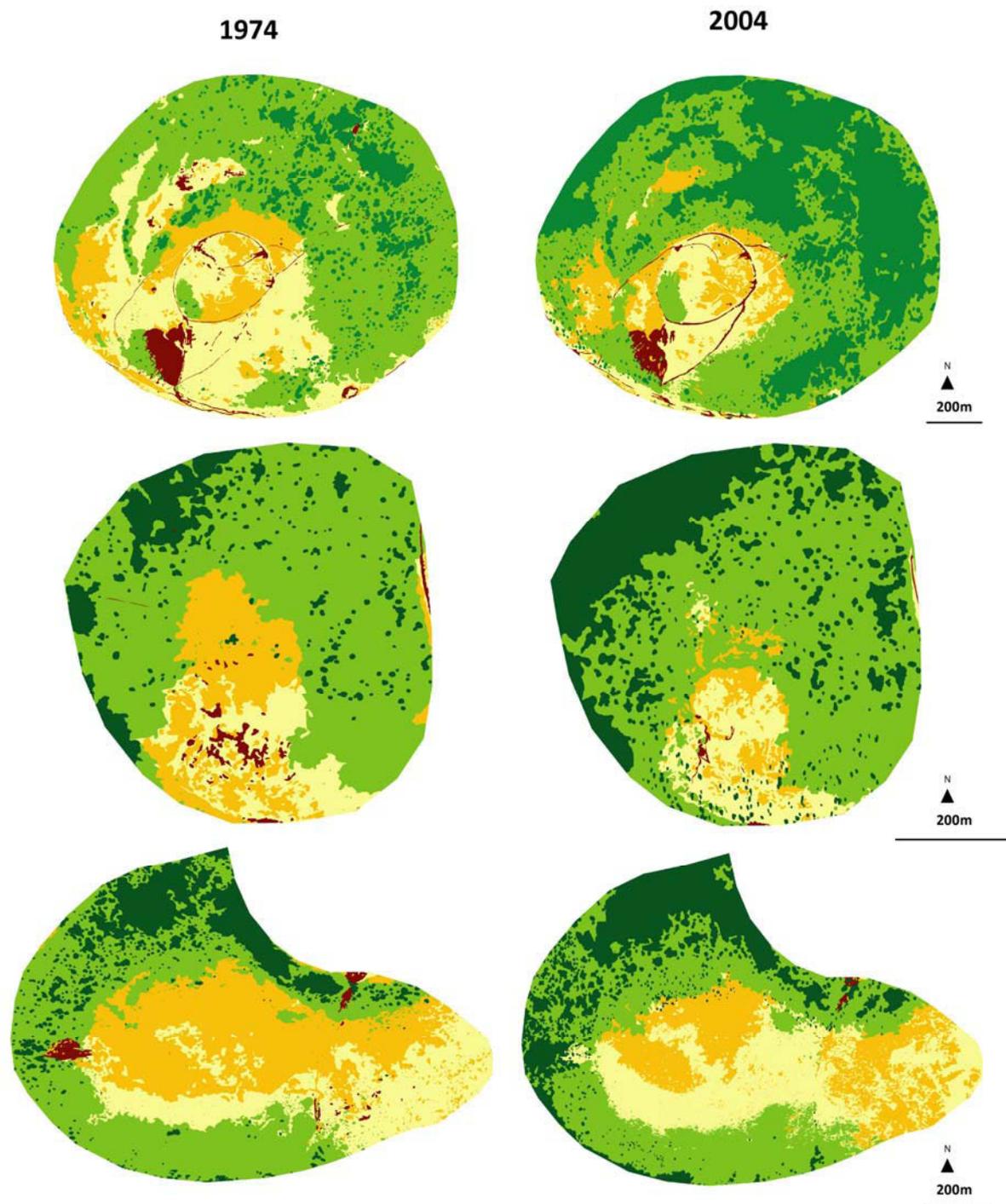


Figure 64 : Evolution comparée des puy Pariou, Clierzou et Suchet sur Orcines (de haut en bas) entre 1974 et 2004.

Ainsi que l'on peut l'observer sur les cartes (fig.64) et dans le tableau (tab.26) pour le **puy Pariou**, la colonisation des strates ligneuses était déjà effective dans les années 70, couvrant 60 % du puy. Les strates basses (37 %), étaient surtout composées de pelouses. Elles ont nettement régressé, avec seulement 20 % aujourd'hui, au profit des **strates hautes qui couvrent presque 80 % du puy**. Les strates basses se sont ainsi boisées à hauteur de 85 % sur la période soit une vitesse de fermeture de 0,6 ha/an. L'intérieur et le haut du cratère sont encore dégagés, mais les flancs nord et est sont

totalemment boisés. Notons que la partie sud du puy est actuellement plus ouverte qu'en 2004 compte tenu de la campagne de girobroyage de 2010.

Année	1974					2004				
	SN	P	L	a	A	SN	P	L	a	A
Type										
Pariou	3	26	11	49	11	2	11	9	40	39
Clierzou	2	10	16	60	12	0	10	5	56	29
Pt-gd Suchet	1	19	28	37	15	0	25	18	36	21
pPDD	2	7	42	31	18	5	7	24	45	19
PDD	4	27	64	3	2	2	23	62	11	2

Tableau 26 : Part des surfaces (en pourcentage) des puys et zones de fortes pentes d'Orcines en 1974 et 2004.

**SN : sol-nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.
pPDD : pentes du petit Puy de Dôme ; PDD : pentes du puy de Dôme.**

En 1974, Le Clierzou, était déjà recouvert de ligneux à plus de 70 % et majoritairement de corylaies. La dynamique végétale est plus précoce que sur les autres puys, avec des recouvrements arbustifs déjà de 60 % en 1974. La strate arborée a augmenté de 17 %, donc moins que la tendance générale et le Pariou en particulier. On peut donc constater une nette stabilité de la strate arbustive qui a pu limiter l'extension arborée sur la période. La colonisation des fronts de *Corylus avellana* s'est effectuée vers le sommet du puy sur les landes qui sont par conséquent en net recul.

Les petit et grand Suchet restent peu colonisés par les espèces ligneuses au regard du Pariou ou du Clierzou proches, avec une progression de 7 % sur la période et un recouvrement de 57 %. On note ici une amélioration du pâturage avec une régression de 38 % des landes au profit des pelouses. Les sommets des deux puys sont en réalité très dégagés par rapport à leurs pentes ; l'utilisation de cette zone, notamment la nuit pour la chôme des troupeaux est sans doute à l'origine d'une évolution moins rapide : 10 % des pelouses et 15 % des landes évoluent vers des strates ligneuses. La strate arbustive évolue naturellement vers l'arboré à hauteur de 75 %.

Les pentes du petit puy de Dôme ont une évolution différente avec une augmentation de la surface érodée due à l'extension de la ravine du petit puy de Dôme, 16 % des pelouses sont ainsi touchées par ce phénomène. Le boisement est assez important ici avec 28 % des pelouses et 35 % des landes colonisées par la strate arbustive. La strate arborée est essentiellement composée ici de vieux *Fagus sylvatica* centenaires et a peu progressé sur la période, pourtant cette strate figurait comme la plus couvrante de l'ensemble des puys du domaine pastoral en 1974.

Enfin, les pentes du puy de Dôme sont quant à elles caractérisées par un des plus forts taux de landes en 1974 comme en 2004, avec encore plus de la moitié des surfaces couvertes par cette strate. Ce type de couverture végétale peut certes être lié au type d'édifice, mais les plus fortes pentes, l'accès ininterrompu des troupeaux pendant toute la période et l'altitude peuvent également être des facteurs de taille. La forte proportion de landes inhibitrices composée ici de *Vaccinium* et *Calluna* est également un facteur de blocage non négligeable dans la dynamique végétale. Cette inhibition a fortement limité la fermeture de ces pentes et au regard des autres puys, le recouvrement ligneux haut n'est que de 13 % contre 71 % en moyenne sur cette zone.

Notons également ici le recul des zones érodées dans toutes les zones de fortes pentes (sauf le petit puy de Dôme), avec une perte de 5 ha sur l'ensemble des puys. Les édifices volcaniques étant relativement jeunes, les pentes dépassent parfois le seuil de stabilité des 33 %. Les plus fortes pressions de pâturage du début du XXe siècle appauvrissaient les sols, mais la lande à *Calluna vulgaris* avait pour effet de stabiliser de ces zones érodées. Le sous-pâturage, combiné à la sénescence naturelle de la lande à *Calluna vulgaris* ont provoqué des décollements en plaques du

couvert végétal et une remise à nu des cônes. Aujourd'hui, les zones érodées sont les reliques de ces pentes instables et se diversifient avec l'impact du tourisme et l'érosion des chemins de randonnée. On peut l'observer sur la carte du puy Pariou de 2004 (fig.64) avec le dégagement du cratère et du chemin d'accès. Aujourd'hui, un escalier a été construit à l'initiative du PNR pour limiter cette érosion. On retrouve également ces aménagements sur les pentes du puy de Dôme et sur le puy de Sancy.

CONCLUSION

D'une manière générale, les zones de plaine en ovins sont donc nettement plus ouvertes que les zones de pente. Il s'agit là probablement de l'effet de **plusieurs facteurs**. D'abord d'un facteur humain, celui des pratiques antérieures, les plaines en bas de cônes étaient utilisées à des fins de cultures. Ces zones ont donc été fertilisées au détriment des puys, historiquement de pâture, qui se sont appauvris peu à peu. Cet appauvrissement a provoqué l'extension de la lande à *Calluna vulgaris* qui, de plus, se trouve peu appétente pour les troupeaux. Cette donnée de départ de la majorité des groupements pastoraux de la zone, a d'emblée instauré une différence dans l'appétence de la végétation des plaines avec plus de graminées et légumineuses à l'envers des puys qui se trouvent recouverts de landes puis peu à peu boisés.

Malgré la tendance des troupeaux ovins à rechercher des points hauts pour chômeur, l'utilisation antérieure des sectionaux (culture des zones planes et pâtures sur les pentes) a donc indirectement favorisé l'extension ligneuse des pentes des puys. Un abandon de quelques années ou une sous-fréquentation du troupeau comme cela a été le cas dans les années 1970 (suite à l'épidémie de brucellose) a souvent entraîné une dislocation de la lande à *Calluna vulgaris* et favorisé l'implantation ligneuse. Le processus est rapide et au moment de la reprise, les zones déjà boisées ou en cours de boisement deviennent moins intéressantes pour le troupeau qui va les éviter. La connaissance de l'histoire de ces zones est donc prépondérante dans l'explication de cette dichotomie. Les pratiques ont ensuite un rôle prépondérant dans le maintien de certaines zones ouvertes comme sur le puy de Pourcharet à Recoleine, où le girobroyage régulier du flanc sud limite l'extension ligneuse, mais où l'absence de pression pastorale ne reporte l'extension des landes qu'à l'année suivante. Le type d'espèce colonisatrice et son appétence joue également un rôle primordial, comme sur le puy de Montgy où *Picea abies* a pu coloniser rapidement de vastes zones à l'est puis le puy entier. Le troupeau en tant que tel, et ses habitudes, instaurent des différences comme sur les puys du grand et du petit Suchet où il a l'habitude de chômeur et de passer la nuit, fertilisant les zones, faisant ainsi reculer la lande et en ayant un impact sur les fronts de colonisation des corylaies. La proximité du parc de tri et de la cabane du berger, donc des chiens de protection et de garde, sont également des paramètres à prendre en compte dans le choix de ces zones.

Alors que dans certaines zones la dynamique végétale semble vraiment limitée compte tenu de la faiblesse arbustive, dans d'autres, cette dynamique est encore très forte. Les puys sont majoritairement plus boisés que les zones planes et la morphologie des lieux semble donc avoir un impact sur l'évolution de la végétation. Cependant, est-ce ce facteur morphopédologique qui influence directement le développement ligneux ? Ou bien est-ce la contrainte qu'il engendre sur les déplacements du troupeau et les pratiques pastorales qui facilite cette dynamique ? Quelques précisions s'imposent.

III. IMPLICATION DES PRATIQUES PASTORALES

Les pratiques agricoles et pastorales sont au cœur des problématiques de gestion de la biodiversité en France et en Europe (Farruggia *et al.*, 2006). Le choix des pratiques mises en place sur les estives est donc primordial, tant d'un point de vue agronomique, qu'écologique ou du système d'élevage et du bien être de l'animal. Un des avantages des prairies diversifiées et des pâturages d'altitude réside dans une plus grande stabilité de la valeur azotée et de la digestibilité de l'herbe au cours de la saison

de pâturage que dans les prairies très productives et peu diversifiées (Gibon *et al*, 1997 in Farrugia *et al.*, 2006). La gestion de ces espaces aura donc un impact prépondérant sur la végétation, sa diversité, et son évolution au cours du temps, mais aussi sur la qualité de la viande produite.

Certes, le **relief** engendre une dichotomie entre la pression de pâture, donc la fréquentation, des zones planes et celles à plus forte pente. Cependant, en période de crise ovine suite à la brucellose et l'abattage de l'ensemble des troupeaux ovins du secteur dans les années 1970, les zones planes ont aussi été favorisées, car plus faciles d'accès, le temps de reconstituer les troupeaux. Certaines estives ont même été abandonnées pendant quelques années, contrairement à d'autres qui ont perduré mais souvent en sous-exploitation. Sans réel impact sur la végétation dans des zones qui auparavant étaient régulièrement exploitées (comme l'estive d'Orcines), la banque de graines présente dans le sol a alors engendré un potentiel de semis important. Si à ces facilités, la lande à *Calluna vulgaris* se trouvait sénescence, la dynamique ligneuse a pu être très rapide.

Nous distinguerons dans cette partie les pratiques effectives dans les estives de la Chaîne des puys par type de cheptel.

III.1. EVOLUTION DES PRATIQUES EN SYSTEME BOVIN

L'utilisation des sectionaux par des troupeaux bovins dans la Chaîne des puys est relativement récente puisqu'elle date de la mise en place des groupements pastoraux dans les années 1980-90¹¹⁰. En effet, depuis le XIXe siècle, les paysans étaient propriétaires de petits troupeaux d'ovins (30 têtes environ) et les plus riches d'entre eux possédaient également quelques vaches pour le lait (rarement plus de 10). Ainsi, malgré la présence de quelques vachers sur ce secteur dans les années 1950 (sur Manson et Montmeyre notamment), le pâturage de bovins n'est pas prépondérant sur le siècle dernier. La mutation du système traditionnel, combinée à l'avènement de la mécanisation et aux incitations financières de la PAC à la production bovine (allaitante et laitière), puis la brucellose ovine et la perte de cheptels entiers dans les années 1970, ont favorisé l'essor de ce type de production. Beaucoup d'éleveurs ayant perdu leur troupeaux ovins deviennent ouvriers ou se convertissent en bovins et continuent cependant à vouloir utiliser les sectionaux. La création des groupements pastoraux dans les années 1980 a donc permis de concrétiser cette volonté et de créer des estives bovines sur le secteur. Depuis, la création de Natura 2000 et la validation du Document d'Objectifs en 2011 ont valorisé et protégé plusieurs estives dont l'estive bovine de Recoleine. Des recherches et relevés botaniques sont également prévus sur Beaune-le-Chaud dans le cadre d'une extension du Docob.

Ainsi que nous l'avons précisé auparavant, les pratiques dans le système bovin sont assez similaires. L'altitude moyenne de ces estives se situe à environ 1000 m, elles sont, pour la majeure partie, sur le plateau (sauf Recoleine) et leurs utilisateurs sont peu nombreux (5 à 8), avec des troupeaux de taille moyenne (entre 40 et 90 bêtes par estive). Ces estives sont cloisonnées en parcs fixes et les éleveurs (à tour de rôle) pratiquent un pâturage tournant entre les parcs tout au long de la saison d'estive. A chaque fin de saison un girobroyage systématique est pratiqué, voire après chaque passage de parc comme à Montmeyre. L'évolution des chargements entre la création des estives et aujourd'hui est présentée tableau 27.

Le chargement moyen actuel sur les estives bovines est de 1,015 UGB/ha, alors qu'il était de 0,45 à la création des estives, il a donc plus que doublé. L'estive de Ternant, avec une surface de 68 ha, a vu son chargement passer de 0,44 UGB/ha en 1982 à 1,32 aujourd'hui, il a donc été multiplié par trois. L'estive de Montmeyre, avec une surface de 80 ha, a vu son chargement passer de 0,75 UGB/ha en 1986 à 1,25 aujourd'hui, soit 1,7 fois plus. Les cheptels de Beaune-le-Chaud à la création de l'estive en 1982 n'ont pas été communiqués, nous avons donc pris comme référence les travaux de

¹¹⁰ Même si elle s'est déjà produite par le passé, au XVIIe siècle notamment (Michelin, 1996b), et ponctuellement jusqu'au XIXe (Recoleine).

Bordessoule (2001) qui comptabilisaient 30 bovins pour une surface de 34,4 ha, soit un chargement de 0,87 UGB/ha en 1993, contre 1,25 UGB/ha avec bovins et équins pour 68ha aujourd'hui. Le parc bovin de Recoleine, correspondant au puy de Pourcharet et sa plaine, recouvre 44,6 ha. Son chargement très faible de départ avec seulement 0,18 UGB/ha a augmenté à 0,9 aujourd'hui, il a donc été multiplié par 5.

	UGB ¹¹¹ Création estive	UGB/ha	UGB Aujourd'hui	UGB/ha
Ternant	30	0,44	80	1,18
Montmeyre	60	0,75	70	0,88
Beaune-le-Chaud	30 (en 1993)	0,87	70 + 5 (équins)	1,10
Recoleine	8	0,18	40	0,9

Tableau 27 : Comparaison des Unités de Gros Bétail des estives bovines entre leur création et l'actuel (données issues des enquêtes et de Bordessoule (2001) pour Beaune-le-Chaud.

On a pu remarquer précédemment que la végétation des estives bovines a peu évolué depuis les années 1970, au regard des estives ovines. Cette relative stabilité est probablement due à leur position sur le plateau, puisqu'à titre de comparaison, Manson, la seule estive ovine de plateau est la moins embroussaillée et arborée à l'heure actuelle. Mais les pratiques jouent également un rôle moteur, le girobroyage répété est un signe marquant de la faible pression de pâturage. Selon Lionel Vilain (2008), *la valorisation optimale de l'espace par des herbivores (bovins, ovins, caprins...) ou des granivores (porcs et volailles) suppose un chargement animal par hectare compatible avec les ressources du milieu et, pour cette raison, les seuils de 0,5 à 1,4 UGB/ha n'ont pas les mêmes significations selon que l'on est situé dans la garrigue provençale, dans les alpages du Dauphiné ou dans le bocage breton. Une pondération liée au type de milieu est donc indispensable.* Le recours annuel au **girobroyage** dans les estives bovines montre cependant que l'ensemble de la végétation n'est pas suffisamment pâturée, donc que le **prélèvement est incomplet** (Guerin, 2002), par conséquent que le chargement ne suffit pas à exploiter ces zones d'estives (pression insuffisante), que la conduite du troupeau peut-être améliorée ou que la taille des parcs est trop élevée.

Effectivement, ainsi que l'avait démontré Loiseau en 1988, *l'augmentation du chargement est fréquemment bénéfique pour la qualité du pâturage.* Il a cependant démontré qu'une charge moyenne très élevée et pratiquée régulièrement pendant toute la période de pâturage ne permet pas d'alimenter suffisamment le troupeau, mais que cette même charge pratiquée sur de très brèves périodes sur de petites surfaces laisse la possibilité au troupeau de s'alimenter correctement. Deux leviers sont donc à la disposition des éleveurs pour améliorer la qualité du pâturage et par conséquent limiter le girobroyage répété : augmenter le troupeau, ou diminuer la taille des parcs (en limitant les temps de séjour), voire les deux. La fertilisation ainsi plus concentrée sur de faibles surfaces améliore la qualité de l'estive et du pâturage, et le troupeau est alors considéré comme un moyen agronomique d'intervention. Les chargements plus élevés qu'il a utilisé dans son protocole de recherche montent à 2 UGB/ha dans le cadre d'un pâturage libre intensif (soit presque le double des chargements actuels en bovins dans les estives étudiées), sur une durée de 3 jours avec 3 passages au long de la saison de pâturage. Cette étude menée sur une lande à *Vaccinium myrtillus* à 1450 m d'altitude (donc plus élevée de 450 m au regard de la moyenne des altitudes des estives bovines) a favorisé d'un point de vue botanique la diminution des espèces ligneuses basses (*Vaccinium*) et celle des graminées de la lande (*Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina*), et l'augmentation des diverses indésirables (*Galium* et *Carex*) ainsi que celle des graminées fourragères (*Festuca rubra*, *Agrostis tenuis*). Sur les différents chargements étudiés, qui varient de 0,5 UGB/ha à 2,2 UGB/ha, le plus fort

¹¹¹ UGB : Unité de Gros Bétail (une vache adulte = 1 UGB), n'ayant pas toujours le détail du nombre de génisses (génisse d'1 à 2 ans = 0,7 UGB) nous avons considéré l'ensemble comme adulte, de même pour les ovins, les effectifs sont donc surestimés.

chargement génère la plus nette amélioration du pâturage avec un recul de la lande de 35 % et une augmentation des graminées fourragères de 38 %.

La position sur le plateau, donc avec des zones faciles d'accès aux troupeaux, favorise un impact généralisé des troupeaux sur l'ensemble des estives. Cependant, la gestion du pâturage tournant est conditionnée par la phénologie identique de la végétation, contrairement aux estives ovines où l'on retrouve un décalage phénologique altitudinal. Malgré une physionomie relativement ouverte, les estives bovines ne sont pas pour autant gérées au mieux, le recours au girobroyage pouvant être réduit. Mais ces prérogatives doivent s'adapter à la situation des exploitations et des groupements, l'augmentation du chargement peut être issue d'un agrandissement des exploitations ou de l'ouverture du groupement vers des troupeaux extérieurs. Ceci nécessite donc une organisation différente, avec un risque de contamination des troupeaux et dans ce contexte, le girobroyage semble plus pratique...

III.2. EVOLUTION DES PRATIQUES EN SYSTEME OVIN

Contrairement à la récente pratique bovine, le pâturage ovin en estive est coutumier sur la zone. Suite à la chute du système traditionnel (guerres mondiales, brucellose, mécanisation, mort des bergers de village), le nombre de troupeaux a fortement diminué dans les années 1970. La mise en place des groupements pastoraux a permis de restaurer le système défaillant afin de lui fournir de meilleures bases dans le contexte agricole européen « moderne ». Les aides apportées dans ce contexte (OGAF environnement, estive, CTE, CAD...), ont été primordiales pour le maintien de cette production dans le secteur. En 2007, date de début de cette étude, la crise ovine, conjuguée à la fin des CTE, a généré des pertes considérables pour les exploitations et le secteur ovin pastoral (baisse des effectifs, baisse de l'intérêt des éleveurs car hausse du prix par tête de bétail estivé). La période 2007-09 a d'ailleurs été considérée par les éleveurs enquêtés comme l'une des plus dures de leur carrière. Pourtant, avec la ténacité et la forte volonté des présidents de groupements pastoraux, les estives ont survécu. La coopérative d'estive de Manson, par exemple, a dû faire face à un manque de membres et une perte de cheptel et a par conséquent fait appel à un éleveur des Pyrénées pendant quelques saisons pour compléter le cheptel. Par ailleurs, aujourd'hui, la situation semble s'améliorer (tab.18), mais tout est en attente de la nouvelle PAC 2013.

Du point de vue des pratiques, les estives ovines sont beaucoup plus variées qu'en bovin. Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la conduite des troupeaux diffère, la plupart ayant un berger (Orcines, Manson, Recoleine, Fontêtes) alors que Beaune-le-Chaud, qui n'a que deux parcs ovins de taille réduite, n'en a pas l'usage. Les pratiques sont également différentes, Manson effectue un pâturage tournant entre des parcs à clôtures fixes, Recoleine est en clôtures légères alors que Orcines est divisée en parcs en contrebas des puys et possède un très grand espace d'altitude, comme les Fontêtes dans de moindres proportions. En ce qui concerne les taux de chargements en ovin on peut remarquer une nette infériorité numérique (tab.28) :

	UGB ¹¹² Création estive	UGB/ha	UGB Aujourd'hui	UGB/ha
Manson	180	0,85	180	0,85
Orcines	288	0,46	333	0,53
Recoleine	180	1,07	126	0,75
Fontêtes	82,6	0,46	108	0,61
Beaune-le-Chaud	36 (en 1993)	0,72	10,8	0,69

Tableau 28 : Comparaison des Unités de Gros Bétail des estives ovines entre la création des estives et l'actuel.

¹¹² UGB : Unité de Gros Bétail (une brebis adulte = 0,18 UGB)

Le chargement moyen actuel est de 0,69 UGB/ha, soit presque moitié moins qu'en bovin. A la création des estives il était de 0,71 UGB/ha, il a donc faiblement baissé en moyenne entre les deux dates. Cette baisse laisse envisager que la dynamique végétale est moins bien contenue par la pression pastorale. Pourtant, ces moyennes cachent des réalités diverses et en réalité seule l'estive de Recoleine a subi une forte baisse de son cheptel.

Manson est la seule estive qui semble être restée stable sur la période, mais le nombre de têtes de bétail en 1997 est monté à 1450, soit 261 UGB. Actuellement cette estive compte le plus fort chargement du domaine ovin, et c'est également l'estive la moins embroussaillée, rappelons qu'elle est également positionnée sur le plateau. On peut donc dire que le chargement est suffisant pour maintenir la végétation, même si *Cytisus scoparius* colonise les espaces les plus éloignés du parc de tri. Le chargement sur l'estive d'Orcines a augmenté mais il reste encore le plus faible de toute la zone pastorale, et parallèlement, cette estive est la plus boisée à l'heure actuelle. Cependant, l'espace ouvert étant restreint du fait de la forte proportion de zones boisées, la prise en compte de la totalité de la surface dans les calculs pèse sur les résultats. Le troupeau, de 1850 têtes en 2011, se rend dans les corylaies et hêtraies mais de manière anecdotique. Le nombre de têtes de bétail, la vaste surface et la forte fréquentation touristique de cette zone centrale de la Chaîne nécessitent deux bergers. Or, cette organisation est compliquée, pour des raisons financières essentiellement (nécessite deux salaires et charges associées), mais aussi du manque de bergers volontaires du fait de la contrainte touristique et des risques qui s'ensuivent : chiens, non respect de la zone de travail. Récemment, avec le projet d'inscription au patrimoine mondial de l'Unesco, le Conseil général finance une partie de la paye du berger, ce qui a permis la création d'un second poste et donc l'extension du troupeau (plus de 2000 bêtes en 2012 ; 0,57 UGB/ha). La situation va donc probablement s'améliorer dans les années à venir, si les financements se pérennisent. Recoleine a vu son chargement baisser d'un quart entre la création de l'estive et aujourd'hui, la végétation arborée s'est développée, mais du fait des pratiques cette extension est finalement limitée. La mise en place du pâturage tournant en clôtures légères est un atout essentiel dans cette contrainte sur la végétation. Le chargement de l'estive des Fontêtes a augmenté sur la période mais il reste limité au regard de la surface. Les parcs clôturés de petite taille (les deux parcs des Bruyères et Soupalloux) sont enrichis à des degrés divers, mais celui contenant le puy des Gouttes l'est nettement plus. La présence d'un puy et d'un taux de boisement précocement élevé sur un parc relativement grand ont conduit à la situation actuelle. Quand à Beaune-le-Chaud, la surface ovine a été divisée par trois (49,61 ha en 1997 contre 15,75 aujourd'hui) comme son cheptel, produisant un chargement relativement stable. La mésentente entre les agriculteurs ovins et bovins est l'une des principales causes de cette restriction de surface, les parcs retirés aux ovins étant aujourd'hui exploités à titre privé. La végétation des deux parcs ovins restant est marquée par la présence de corylaies qui ont cependant diminué sur la période du fait de coupes successives.

Plusieurs **actions humaines sont à l'origine de l'embroussaillage** et du boisement plus important des estives ovines. D'abord, la **taille des parcelles** induit plusieurs faciès différents et donc des zones de pâturage de plus ou moins bonne qualité fourragère. La parcelle principale d'Orcines souffre de cette taille trop importante, c'est certes la résultante du système traditionnel, mais elle n'a pas été divisée ultérieurement. Or, traditionnellement, les zones étaient vastes et non-clôturées, mais les troupeaux étaient aussi plus nombreux et surtout menés par les bergers à travers les sectionaux. Le système traditionnel pèse également sur l'état actuel des estives par son fondement même. Les **pratiques ancestrales** visant à enrichir les cultures privées par pacage nocturne ont fortement appauvri les puys et ont provoqué l'extension de la lande à *Calluna vulgaris*. Progressivement, ces zones sont devenues moins intéressantes pour le troupeau alors que les zones en contrebas des puys, cultivées, sont de meilleure qualité. Les traces de cet ancien système sont donc encore présentes dans le paysage actuel, mais un enrichissement des sols pourrait y remédier. Sur Recoleine, la mise en place d'un **pâturage tournant** a fait disparaître la lande à *Calluna vulgaris*, les plus forts chargements sur Manson également. Avec l'essor économique d'après guerre et la chute du système traditionnel, les estives ont successivement subi des phases d'abandon ou de sous

exploitation qui ont favorisé la rapidité du dynamisme végétal. Une connaissance fine de cette période de transition apparaît donc comme nécessaire dans l'analyse des successions en jeu sur les cinquante dernières années.

CONCLUSION

On retrouve à nouveau l'importance du triptyque végétation-milieu-pratiques et la nécessité d'analyser les dynamiques végétales en fonction de ces trois modalités, la discrimination d'un seul facteur étant souvent très difficile dans l'analyse globale que nous effectuons. On parlera donc de modalités facilitant ou contraignant la dynamique végétale plutôt que de facteurs explicatifs uniques. L'intérêt de cette approche réside dans le fait que quel que soit le milieu, le type de végétation en place ou les pratiques exercées, la combinaison des trois permet souvent de trouver assez de réponses pour analyser la dynamique végétale (en milieu pâturé) et ses modalités.

Nous avons pu retracer ici l'évolution globale des estives ovines et bovines de la zone à partir de deux dates d'analyse cartographique, 1974 et 2004. Les éléments explicatifs qui en ressortent sont nombreux et divers. D'abord, la nature des espèces en jeu et la proximité des plantations (*Picea abies*) induisent des dynamiques arborées plus ou moins rapides. De manière générale, on note une régression massive de la lande au profit des pelouses en bovin et moins forte en ovin. Ensuite, d'un point de vue morphopédologique, les puys sont, au regard des plaines et plateaux, beaucoup plus boisés. Cette dichotomie naturelle fondamentale, rendant les puys plus difficiles d'accès, a permis la mise en place de pratiques ancestrales qui ont favorisé les cultures en zones planes. L'estive de Manson, la seule estive ovine de plateau, est également la moins embroussaillée. La facilité d'accès prime donc sur le type de cheptel. Enfin, les pratiques exercées sur les estives sont fortement génératrices de variations dans les dynamiques, on a pu le remarquer sur toutes les estives pour des raisons diverses. Ainsi, la nature des cheptels et surtout les pratiques associées, provoquent des différences dans la dynamique végétale. Les estives bovines, fortement utilisatrices du girobroyage, sont nettement moins embroussaillées et boisées que les estives ovines. Et au sein de ces dernières, les types de gardiennage et de clôture provoquent également des variations dans la végétation actuelle. La faiblesse du chargement en ovin comparativement au bovin est aussi une explication de la plus forte colonisation ligneuse.

Cette analyse globale nécessite cependant des précisions. L'étude conduite dans le chapitre suivant s'attache à une meilleure connaissance de l'historique des estives (phases d'abandon, de sous-exploitation, girobroyage...) afin de retracer de manière plus fine l'évolution de la végétation sur les cinquante dernières années. Les successions végétales seront abordées en parallèle de cette connaissance fine et nous observerons des séquences plus complexes que ne le laissait supposer la littérature.

CHAPITRE 7. EVOLUTIONS SPATIO - TEMPORELLES A FINE ECHELLE DEPUIS 1954

I. EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL

II. TYPOLOGIE DES SUCCESSIONS

III. IMPLICATIONS DES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

IV. IMPLICATIONS DES PRATIQUES AGRONOMIQUES INTERNES A L'ESTIVE

Dans la continuité d'une analyse à trois modalités : végétation – milieux – pratiques, ce chapitre s'attache à une échelle d'observation plus fine. En effet, le chapitre précédent envisageait les tendances de l'évolution ligneuse globale sur l'ensemble des estives de la Chaîne des Puys selon ce triptyque en tenant compte des évolutions végétales (tendance au boisement plus ou moins prononcé selon les estives), de la morphopédologie des sites (dichotomie puy/plaine) et en fonction de pratiques variées (ovin/bovin, girobroyage, type de conduite du troupeau). **Ce chapitre visera une analyse écologique des séquences évolutives, des types de succession en jeu et des variables environnementales plus fines que sont les facteurs physiques (pente, exposition, altitude).** Il se conclura sur le croisement de ces données avec une analyse fine des pratiques et de l'organisation agronomique. Cette dernière partie de l'étude a été conduite sur trois estives représentatives du secteur, celles de Recoleine, Manson et Orcines.

I. EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL

Les trois estives choisies ont des tendances évolutives variées sur la période d'analyse. **Les traditions de chaque village ainsi que l'usage de leurs terres collectives sur le siècle dernier ont une influence majeure sur les pratiques actuelles et l'évolution de la végétation** (Deffontaines, 1995; Maigrot *et al.*, 2004 ; Meuret, 2006). A nouveau, nous retrouvons le triptyque d'analyse : les pratiques traditionnelles étaient adaptées au milieu et la végétation répondait à la fois aux pratiques et au milieu. Les évolutions variées de ces modalités ont donc provoqué des tendances différentes sur la couverture végétale.

I.1. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

L'étude diachronique des dynamiques végétales a été effectuée avec le SIG MapInfo. Elle s'est basée sur l'analyse de six jeux de photographies aériennes noir & blanc et couleurs couvrant les années 1954, 1964, 1974, 1985, 1996 et 2004. La digitalisation a été effectuée au 1/1000e afin de discerner le plus précisément possible l'état de l'occupation du sol à ces différentes dates. La nomenclature choisie est toujours la même que précédemment décrite (pelouses-prairies, landes, arbustes, arbres). L'analyse des évolutions de la végétation est ici présentée conjointement avec les connaissances

acquises dans la littérature et auprès des éleveurs et habitants des villages étudiés. On remarquera que dans la majorité des cas ces informations sont nécessaires à l'analyse.

I.2. ESTIVE DE MANSON

Historiquement, les terres collectives de Manson ont été alloties dans la seconde partie du XIXe siècle (fig.67). Il s'agit des sectionaux de Chabannat (Nord de Saint-Aubin), St Aubin, Monges et Saumur¹¹³ (maintenant appelé Monges sud), ainsi qu'une partie des versants du puy de Manson (soit 48 % des sectionaux du village). L'organisation des zones de parcours privilégiait les moutons guidés par un berger de village (fig.65) au détriment des bovins qui étaient plutôt dirigés par les vachers vers les sous-bois de Saumur. Le parcage nocturne des terres privées nécessitait effectivement une proximité du troupeau ovin qui était donc privilégié.

A la fin du XIXe siècle, des claies en bois sont aussi utilisées sur les lots pour les fertiliser. Les lots étaient utilisés en culture biennale seigle/jachère, et les zones excentrées nommées *buges* ou *buiges* étaient mises en culture seulement tous les 8/10 ans ; elles étaient par conséquent pauvres et composées de landes (travaux de Loiseau). Ces espaces sont aujourd'hui nettement plus boisés que les entrées de parcs (Saumur principalement). Des bovins étaient présents en grand nombre (10-15 bêtes par foyers) jusque dans les années 1930, date à laquelle la fièvre aphteuse les a décimés. Cette section était donc particulièrement riche au regard des normes de l'époque (généralement 1 à 2 vaches par foyer). La culture de *Cytisus scoparius* était également intégrée au système de production et sa vente auprès des boulangeries de Clermont était un apport financier supplémentaire (Dousse, 1933), mais son utilisation est également vouée à la lessive (cendres) et au paillage. La proximité de la métropole régionale, et sa localisation sur le plateau, sont donc des raisons de son essor économique du début du siècle. Le sectional nommé « Monge » provient d'ailleurs de ces anciennes traditions, « La Monge » désignant le bois de *Cytisus scoparius* dans le patois local (Loiseau, 1979). Les fortes proportions actuelles sont donc intimement liées à une banque de graines « historique ».

Suite à l'extinction de la pratique bovine et de l'allotissement dans les années 1950 (encore visible en 1946, fig.66) le troupeau collectif ovin se redéploie sur l'ensemble du sectional et les landes à *Calluna vulgaris* alloties sont surpâturées, favorisant l'apparition de *Nardus stricta*.

Cette estive semble très stable avec des milieux ouverts majoritaires du début à la fin de la période. Mais ici, la végétation évolue principalement selon des cycles pelouse/lande qui se répètent tout au long de la période analysée. A partir des données acquises dans la littérature (travaux de Loiseau et Merle) et des témoignages recueillis auprès des agriculteurs et anciens du village, nous avons retracé l'évolution du cheptel sur les deux siècles qui viennent de s'écouler (fig.68). Ces données : nombre de têtes de bétail et surface de l'estive (qui a évolué entre 213 et 266 ha) ont été converties en UGB/ha afin d'avoir une unité comparable de mesure.

On peut observer la forte évolution du chargement durant cette période (fig.69), avec un pic à 1,76 UGB/ha à la fin du XIXe et au début XXe, puis des changements contrastés à la fin du XXe. Les données, plus nombreuses à partir des années 1950, nous permettent d'avoir une analyse assez fine des modifications de la taille du troupeau et de leurs conséquences sur l'évolution de la végétation. Sur cette période, le chargement a parfois doublé, mais l'on remarque une certaine tendance autour de 0,80 UGB/ha, ce qui est bien plus que dans d'autres estives ovines du secteur.

¹¹³ Le toponyme Saumur provient probablement du latin « *sal* » désignant des zones humides, terrains marécageux et de « *murus* » au sens mur infranchissable (Cherpillod, 1986). Cette zone est encore humide.



Figure 65 : Carte postale ancienne, début 1900, du berger de Manson revenant au village (P. Loiseau).

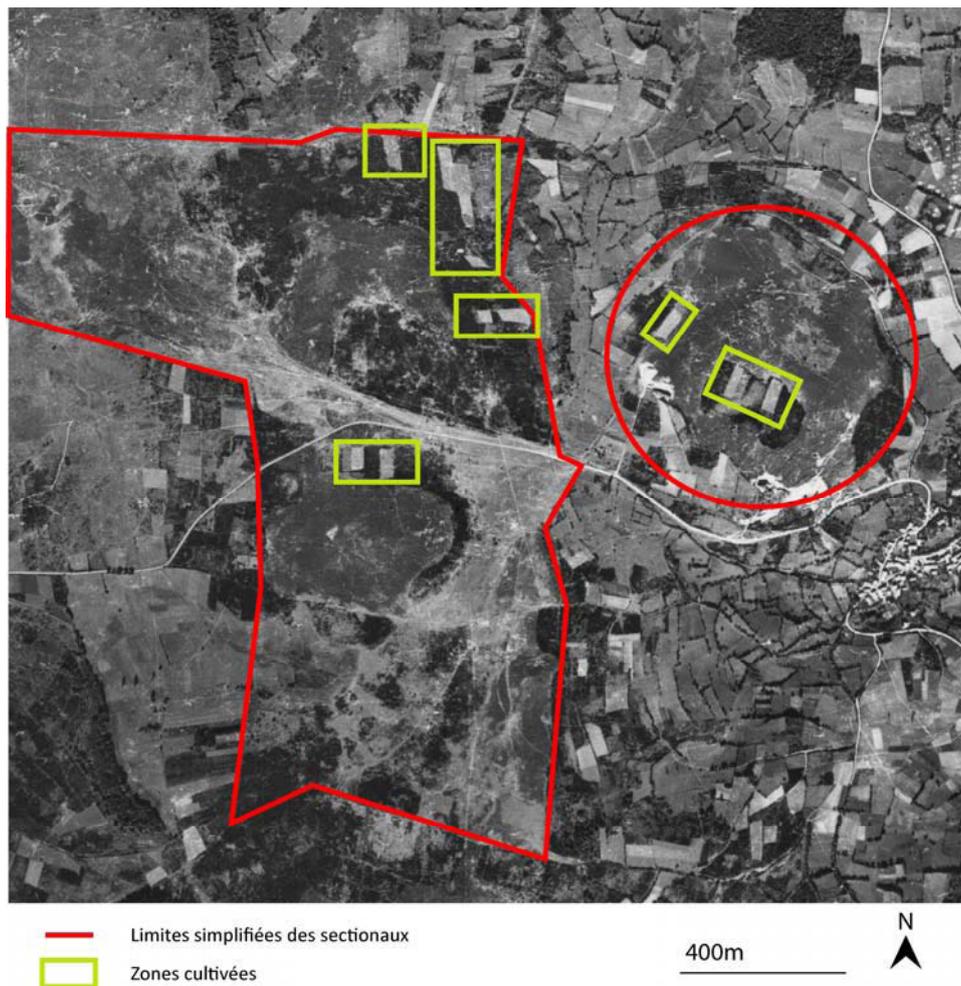


Figure 66 : Photographie aérienne de l'estive de Manson en 1946. On peut remarquer des zones cultivées ou fauchées sur Monges, Saint-Aubin et Chabannat ainsi que sur le Puy de Manson.

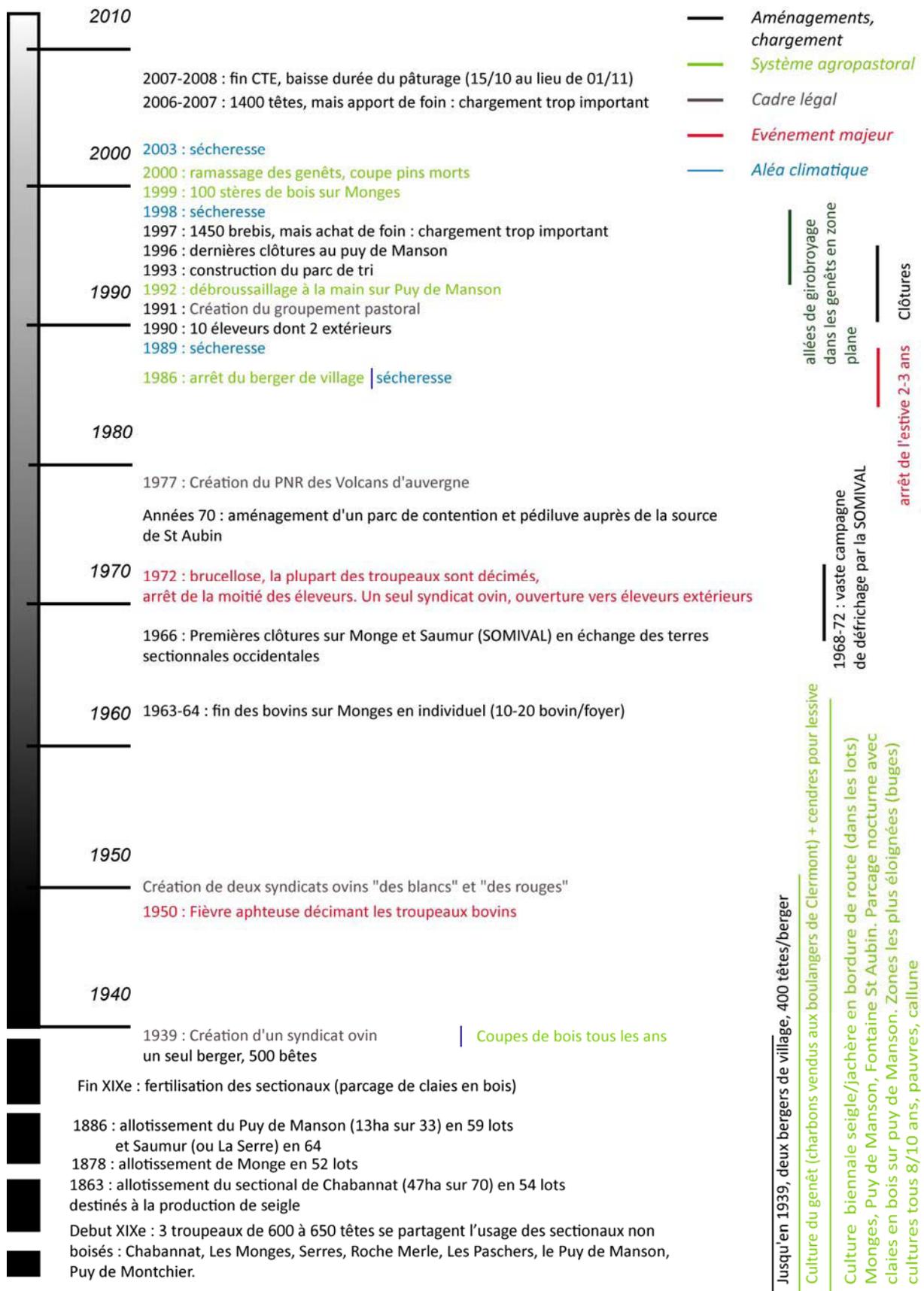
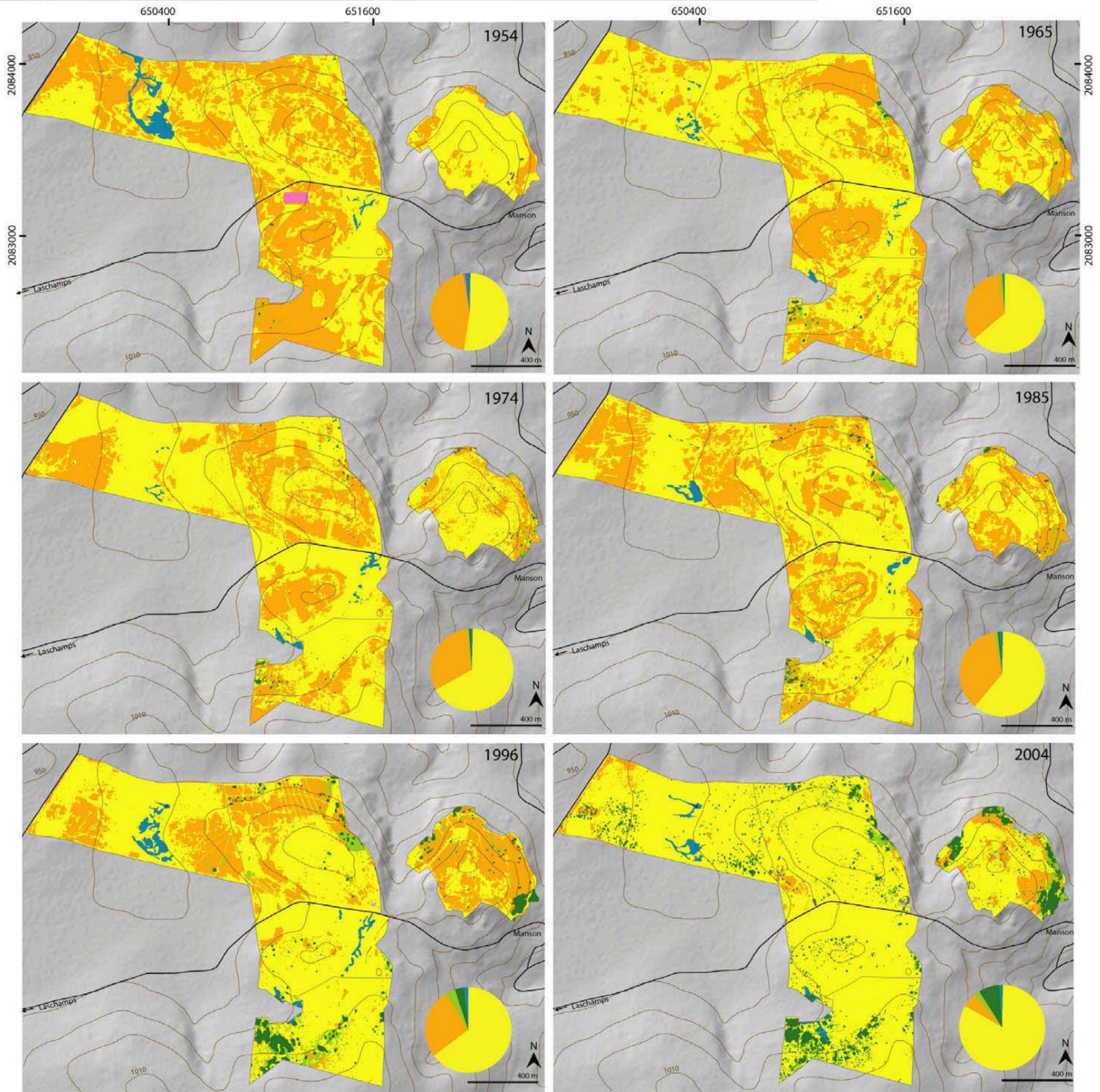


Figure 67 : Chronique des événements majeurs de l'estive de Manson de 1800 à nos jours.

1) Evolution diachronique de l'occupation du sol sur l'estive de Manson (1950-2010)



2) Part des classes de végétation sur la période

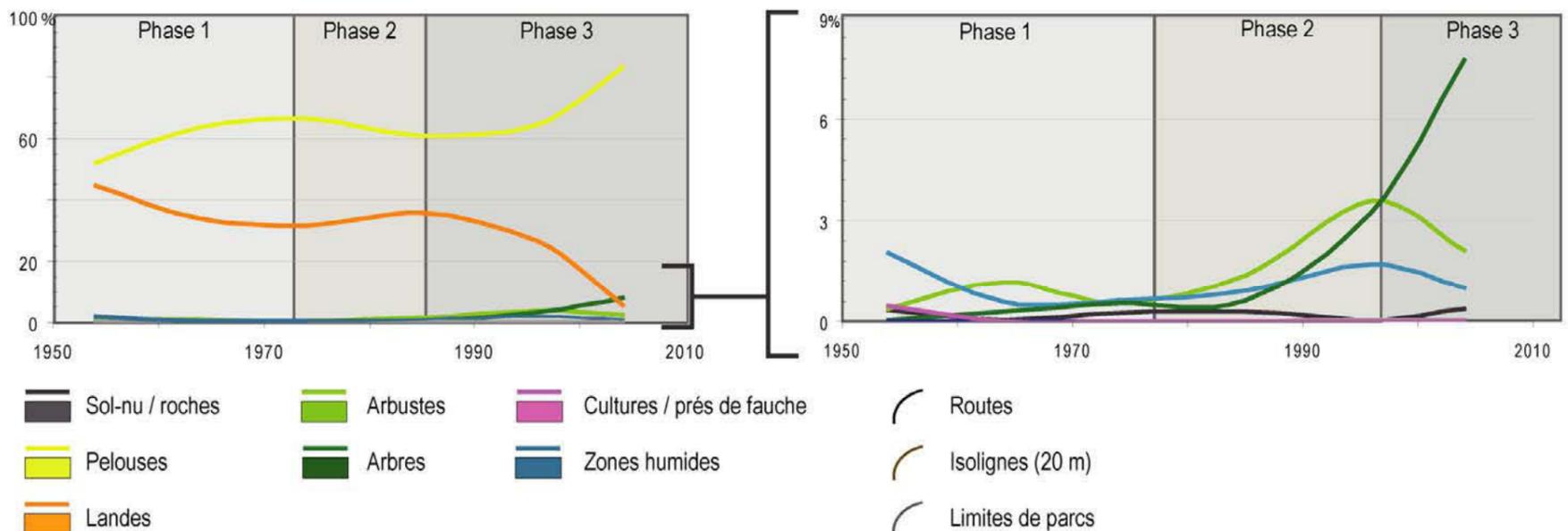


Figure 68 : Evolution diachronique de l'occupation du sol sur Manson (1950-2010).

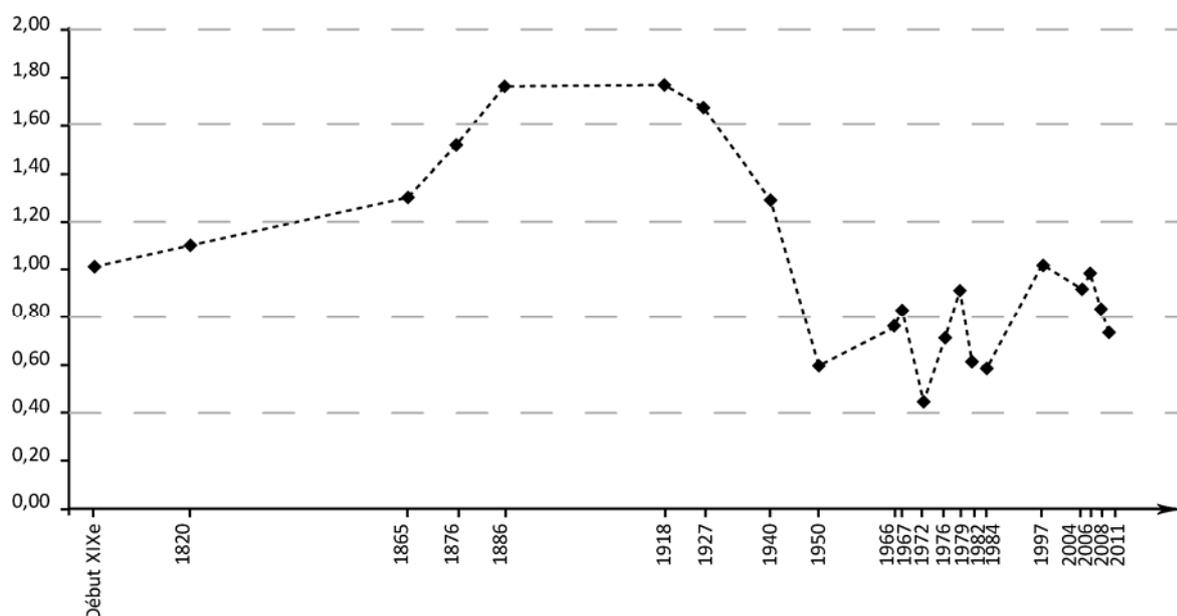


Figure 69 : Evolution du chargement (UGB/ha) sur l'estive de Manson du début du XIXe siècle à nos jours.

Les résultats issus de l'analyse cartographique (fig.68) montrent trois phases distinctes qui s'expliquent par une exploitation agro-pastorale plus ou moins intense :

- **1950-75** : mutation du système agropastoral traditionnel,
- **1975-86** : phase de transition et d'instabilité, colonisation de l'espace par des cytisiaies,
- **1990 - aujourd'hui** : création du groupement pastoral et mise en place d'un nouveau système d'exploitation.

I.2.1. La fin du système traditionnel 1950-75

Cette période est représentative de la **mutation du système agro-pastoral**. En effet, au début de la période, le fonctionnement est encore très traditionnel : on remarque encore des zones de culture et de fauche sur les reliques des terrains allotis en 1946 (fig.66), et en proportion moindre en 1954 (fig.68 et tab.29). Deux troupeaux de village d'environ 500 têtes chacun se partagent le sectional. Les herbacées sont majoritaires dès 1950, et la **couverture des strates basse est alors de 97 %**.

Type	SN	P	L	a	A	C	ZH
1954	0,32	52,11	44,67	0,37	0,05	0,44	2,03
1964	0,04	63,94	33,98	1,16	0,30	0	0,58
1974	0,23	66,61	31,42	0,55	0,54	0	0,64

Tableau 29 : Part des surfaces de l'occupation du sol de Manson sur la période 1950-70.

SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures ; ZH : zones humides.

Des financements de la SOMIVAL¹¹⁴, au milieu des années 1960 (en contrepartie de plantations sur les sectionaux les plus à l'ouest), permettent plusieurs aménagements qui accélèrent cette mutation. Avec la disparition des champs et prés de fauche et la mise en place de clôtures, le pâturage, plus contraint, a fertilisé les parcs et favorisé la disparition de la *Calluna vulgaris* au profit des espèces herbacées de meilleure qualité fourragère. Ainsi, la proportion de landes à *Calluna vulgaris* et à *Cytisus scoparius* est encore très forte dans les années 1950, couvrant 45 % de l'espace pour ne plus couvrir que 31 % en 1974 (perte de 29 ha). La superposition des cartes de 1954 et 1964 montre qu'en

¹¹⁴ SOMIVAL : Société pour la Mise en Valeur de la Région Auvergne Limousin

moyenne 51 % de ces landes évoluent vers des pelouses, cette proportion est de 62 % entre 1964 et 1974. Le parc où le changement est le plus fort est celui de Roche Merle avec une perte de 73 % en moyenne sur les deux séquences. On peut noter qu'en parallèle à cette amélioration naturelle du pâturage, le système favorisant *Cytisus scoparius* périlite, sa vente sous forme de charbon de bois devenant anecdotique.

Le financement de drains par la SOMIVAL a également provoqué un assèchement des zones humides entre 1954 et 1964, surtout sur Roche Merle, et 74 % de ces zones évoluent vers de la pelouse. Parallèlement, en 1953, la Chapelle Saint-Aubin est construite et l'eau est disponible sur l'estive (sur Orcines une tonne à eau est n'apportée à la fin des années 1970 et sur Recoleine en 1987).

Enfin, sur cette période, la proportion de ligneux est quasiment nulle (< 1,5 %) car les coupes sont alors fréquentes (bois de chauffe). Avant la crise des années 1970, l'estive était donc déjà bien structurée (clôtures, drains) et même un pédiluve était présent en 1970.

I.2.2. La période charnière 1975-86

Cette période est marquée par l'augmentation de la lande avec un gain d'une dizaine d'hectares (fig.68 et tab.30) qui s'explique par l'arrêt de plus de la moitié des éleveurs du village suite à la brucellose en 1972. La présence du pédiluve a cependant limité l'extension de la maladie, qui s'est avérée moins forte ici que sur les autres sectionaux. Cette évolution s'explique également par le fait que la SOMIVAL ait engagé un **défrichage massif** de vastes zones de landes à *Cytisus scoparius* puis de layonnages (deux layons sont visibles sur Saint-Aubin en 1974) dans les années 1968-75. Or, en contexte de sous-pâturage, les *Cytisus scoparius* ont repoussé en peuplements denses et d'âges équivalents. On peut l'observer sur la carte de 1985 : à l'est de la parcelle de Roche Merle et au nord de Saint-Aubin. L'effet escompté par un défrichage en plein (mise à nu de la végétation) se trouve donc n'être pérenne que quelques années et s'avère fortement néfaste d'un point de vue agronomique.

Type	SN	P	L	a	A	ZH
1974	0,23	66,61	31,42	0,55	0,54	0,64
1985	0,28	60,83	35,98	1,36	0,61	0,93

Tableau 30 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Manson sur la période 1975-86. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; ZH : zones humides.

La création du PNR en 1977 favorise à son tour de vastes campagnes de défrichage dans les années 1980 mais seulement par **layonnage** (fig.70), cette technique permettant au troupeau d'ouvrir par lui-même l'espace (par impact direct sur les bordures des allées) et ainsi de contenir la dynamique (Guinamard *et al.*, 2006). Elle a notamment été conseillée et impulsée par des chercheurs de l'INRA



(comme P. Loiseau). Les ligneux hauts, moins coupés dans cette période d'instabilité couvrent une surface plus importante qui reste cependant très limitée (< 2 %).

Du point de vue des pratiques, le système traditionnel évolue encore avec l'arrêt du dernier berger de village en 1986, les éleveurs du village sont alors au nombre de dix.

Figure 70 : Layonnage sur l'estive de Manson (Photo. P. Loiseau, 1978).

I.2.3. Des années 1990 à aujourd'hui

Suite à l'arrêt du berger, une certaine **instabilité du système** s'instaure pendant quelques années. Certains éleveurs continuent de monter leurs bêtes à l'estive individuellement mais beaucoup arrêtent. Seule la création du groupement pastoral en 1992 marque la reprise collective de ces sectionaux. Plusieurs dynamiques sont alors impulsées :

- l'estive est ouverte à des éleveurs extérieurs (Cournols, 25 km) ;
- un parc de tri est construit en 1993, et de nouvelles clôtures sont mises en place avec des financements OGAF.

Type	SN	P	L	a	A	ZH
1996	0,04	64,70	26,69	3,59	3,23	1,70
2004	0,39	83,05	5,64	2,11	7,75	1,01

Tableau 31 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Manson pour la période 1990-2005. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; ZH : zones humides.

Les témoignages confirment les observations faites sur photographies aériennes quant à la présence **d'allées de girobroyage mécanique dans les années 1993-97**. On peut les observer sur la carte de 1996 sur les parcs de la Fontaine Saint-Aubin et de Roche Merle. Ces actions sont effectuées sous l'impulsion du président du groupement pastoral de l'époque, M. Pailleux, technicien de recherche à l'INRA, qui développe les méthodes préconisées en cas d'extension des landes à *Cytisus scoparius*. S'ensuit une forte régression de la lande sur la période la plus récente avec 5,6 ha de pertes annuelles (tab.31). Le puy de Manson, peu mécanisable, a été fortement défriché manuellement (en plein) en 1998.

Du point de vue de l'évolution des ligneux, les **coupes de bois fréquentes** sur la période 1950-80 ont limité les recouvrements. On peut cependant observer que sur la période 1980-95 l'évolution des deux strates est conjointe et linéaire (+ 0,4 ha/an d'arbustes et + 0,5 ha/an d'arbres). L'absence d'impact par coupe ou girobroyage pendant les années 1980 explique cette évolution linéaire d'un stade à un autre. La reprise de l'estive par les éleveurs, donc de l'impact du troupeau et des coupes, provoque une forte contrainte sur l'extension des arbustes qui passent au stade arboré (+ 1,2 ha/an sur 1996-2004). On peut en conclure que la colonisation arbustive est fortement contrainte et par conséquent que **le phénomène de fermeture paysagère est endigué**. Une comparaison des données cartographiques (2004) avec celles de terrain (2009) est proposée en annexe III (p.335).

Sur la dernière période de cette étude, de 2004 à aujourd'hui, nous n'avons pas de données cartographiques¹¹⁵, mais les observations sur le terrain et les entretiens fréquents avec les éleveurs nous permettent d'ajouter certains éléments. D'abord, **avec la fin des CTE en 2007, le groupement pastoral a perdu tous ses financements**. Pour remédier à cette perte financière, l'indemnité par tête de bétail demandée aux éleveurs a fortement augmenté passant de 8 à 15 euros, et deux éleveurs ont alors choisi d'abandonner leur pratique en estive. Parallèlement, **2007-2009 a été une période de crise ovine particulièrement rude pour la filière**. Le groupement, qui grâce au financement des CTE prodiguait un salaire convenable au berger et un logement, a dû revoir ces avantages à la baisse et le berger (présent depuis 5 ans) a alors abandonné. Le nouveau berger, compte tenu de la faiblesse du cheptel, a décidé de ne pas exploiter la partie ouest de Roche Merle qui s'est alors fortement enfrichée (cytisiaie). Pour remédier à cette situation, le président du groupement a fait appel à un éleveur Pyrénéen en 2009, dont le cheptel a comblé le manque. En 2010, une campagne de girobroyage en layons a eu lieu sur Roche Merle et le troupeau, suffisant, a été reconduit sur la zone qui est stable pour le moment. Actuellement, la crise semble être résolue avec le **nouvel apport financier du Conseil général** (pour la paye de berger) dans le cadre du projet d'inscription de la Chaîne des Puys au Patrimoine mondial de l'Unesco. La crise ovine semble elle aussi résorbée et impacte donc moins les exploitations utilisatrices.

¹¹⁵ La BD ortho de 2009 n'était pas à notre disposition lors de la cartographie de la végétation des estives.

I.3. ESTIVE DE RECOLEINE

Les recherches historiques sur ces sectionaux (Dupuy, 1977 ; Loiseau, 1977 ; François, 1979) montrent qu'un allotissement a également eu lieu à la fin du XIXe. Celui-ci aurait été le fait d'une régularisation administrative d'une réalité déjà effective depuis le début siècle. Cette usurpation concernait les terres les plus proches du village : la cheire de Randanne (au pied des volcans de La Vache et Lassolas), les zones planes du Pourcharet et de Montgy, et La Moulerir. **La présence de bovins sur le secteur est effective dès le début du XIXe**, mais se trouve être le fait de gros propriétaires fonciers. Les petits paysans n'en possèdent qu'un à deux comme dans la plupart des villages avoisinants. A cette époque, le **Pourcharet était « la montagne aux vaches »** 50 têtes environ sont conduites par un vacher (Dupuy, 1977 ; François, 1979). La structure démographique comporte alors trois classes sociales : paysans pauvres, paysans propriétaires, et paysans aisés, la population du village s'élevant à 200 personnes en 1870. A cette époque, le système agropastoral est composé de trois troupeaux ovins collectifs de village et d'un gros propriétaire qui cumulent 1500 à 1800 têtes (soit 20 à 30 bêtes par foyer et 500 pour le gros propriétaire, environ 2,9 à 3,6 UGB/ha, fig.71). **Les lots sont cultivés** en seigle, avoine et pommes de terre et mis en jachère selon un assolement triennal ; la plupart se trouvent le long du chemin séparant les estives ovines et bovines actuelles : plaines de Montgy et Pourcharet, terres de la Moulerir¹¹⁶. Les puys de Montgy et Lassolas sont alors parcourus par les ovins. A la fin du XIXe, avec l'exode rural et la baisse de population agricole, un troupeau collectif disparaît (il reste 1200 à 1500 bêtes), mais la population s'enrichit et le nombre de bovins augmente pour atteindre environ 70 têtes. Les troupeaux ovins pâturent les sectionaux et les jachères dès le mois d'avril jusqu'en 1930 et la culture du blé augmente significativement sur les lots. Malgré une épidémie de fièvre aphteuse et la disparition du vacher en 1920, le nombre de bovins augmente et une spécialisation bovine précoce pour le secteur se met en place. Ainsi, en 1930, il ne reste qu'un troupeau ovin de 1000 têtes et les éleveurs s'organisent en syndicat pour résister aux propriétaires laitiers, et affirmer leurs droits de pâture sur le sectional. Au début du XXe siècle, les puys sont brûlés (écobuage) tous les dix ans environ, et plus fréquemment sur celui de Pourcharet. Cette indication peut signifier que le pâturage bovin était insuffisant pour contenir la dynamique végétale naturelle.

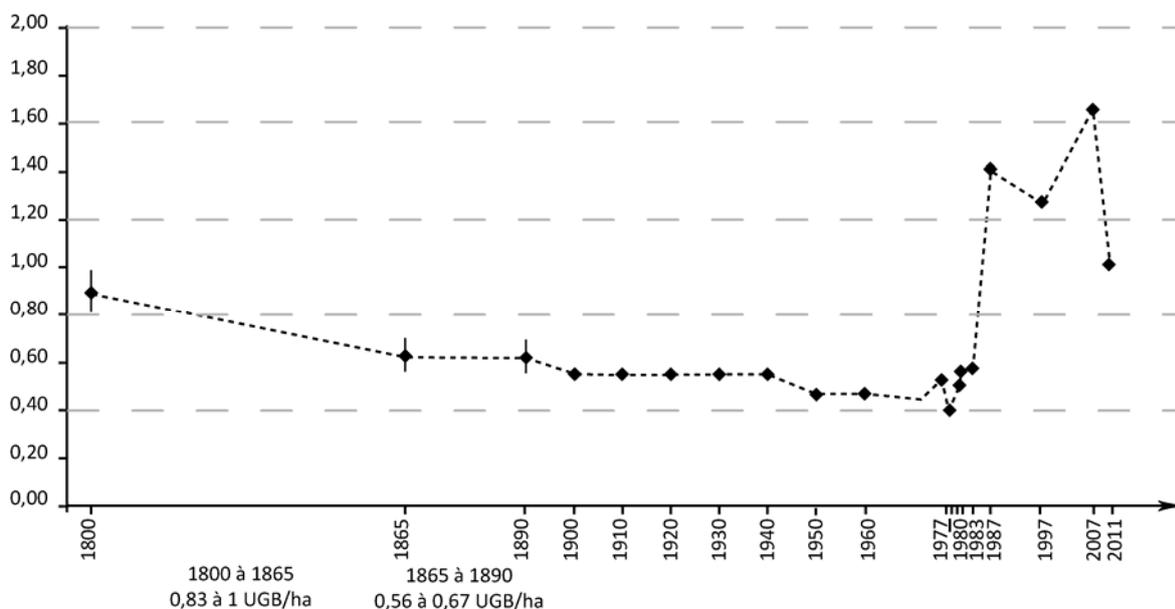


Figure 71 : Evolution du chargement (UGB/ha) sur l'estive de Recoleine du début du XIXe siècle à nos jours.

¹¹⁶ Selon les villageois, l'aspect chaotique de ce sectional est dû à son utilisation comme carrière de pierres lors de la construction de la basilique d'Orcival. La roche trachy-andésitique sous-jacente correspond à celle de l'édifice, mais aucune archive n'a été trouvée sur ce sujet. « Mouleri » signifie, en outre, la carrière de pierre d'où sont issues les meules (<http://archive.org/stream/dictionnaireanal02boucouft#page/934/mode/2up>)

D'un point de vue technique, le troupeau passe régulièrement sur le parcours entier qui couvre 273 ha avec les puy de La Vache, Lassolas, la cheire de Randanne, le puy Montgy et le Pourcharet. Des passages occasionnels sont effectués sur Monteillet et les pourtours de Lassolas qui sont de qualité médiocre (cheire). Comme pour l'estive de Manson, trois périodes se distinguent pour qualifier et quantifier l'évolution de la végétation (fig.72-74) :

- 1950-65 : fin du système agropastoral traditionnel,
- 1965-95 : début de la colonisation arbustive, instabilité,
- 1995 - aujourd'hui : extension ligneuse prononcée, dichotomie pelouses/arbres.

Les limites ne sont pas pour autant les mêmes. En effet, si pour Manson les périodes étaient essentiellement liées à l'évolution conjointe de la lande et de la pelouse, pour Recoleine les strates ligneuses jouent également un grand rôle.

I.3.1. La fin du système traditionnel 1950-65

La première période est à nouveau caractérisée par la **persistance des derniers vestiges du système agropastoral traditionnel** (tab.32, fig.72, 73, 74). En effet, on peut observer la présence de champs et de prés de fauche sur La Moulerir et au pied de Montgy sur la carte de 1954 (fig.74).

Type	SN	P	L	a	A
1954	1,95	56,92	39,22	0,36	0,20
1962	2,26	33,05	63,07	0,74	0,88

Tableau 32 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Recoleine pour la période 1950-60.
SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

La principale évolution de cette période est un **embroussaillage très important** avec une augmentation de presque 24 % des landes : 50 % des pelouses de 1954 deviennent des landes en 1962 (9 ha). Cette extension des callunaies concerne surtout le pied de Lassolas et l'est de Pourcharet, au pied du puy Monteillet ; le puy Montgy était déjà couvert en 1954. Cette évolution des landes s'explique par la présence historique et sans restitution d'ovins sur ce sectional, qui a provoqué l'appauvrissement des sols, et le développement de la *Calluna vulgaris*. Les zones basses des puy alloties précédemment sont donc plus riches (car cultivées, amendées, et fertilisées par les ovins après les récoltes) et couvertes d'herbacées.

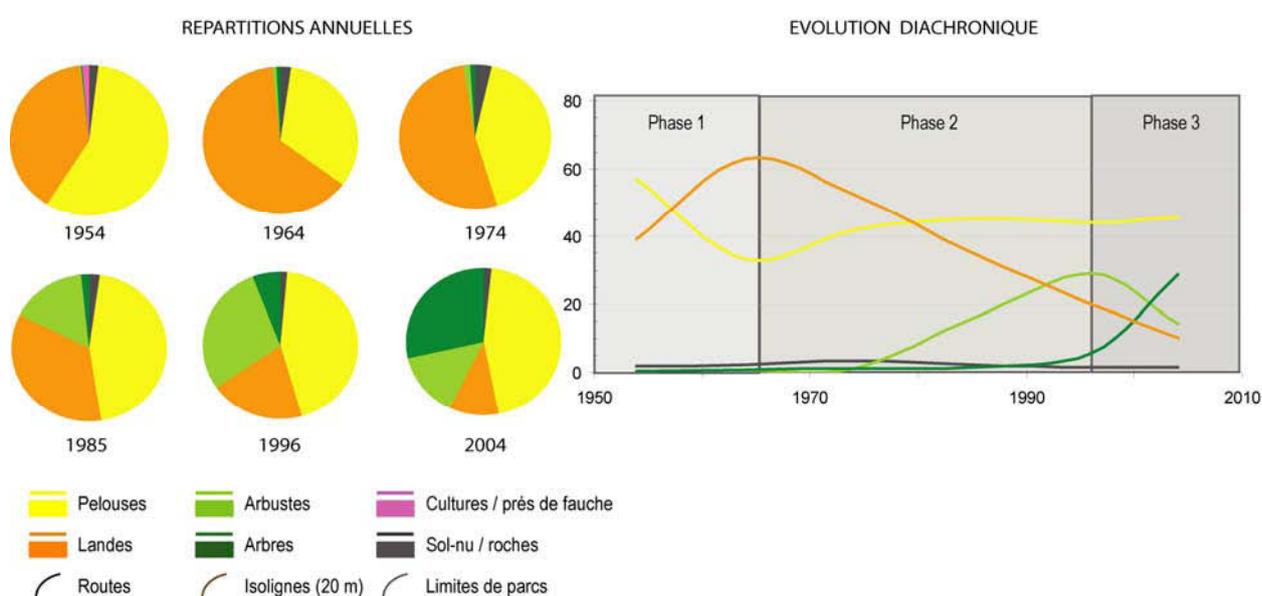


Figure 72 : Légende des cartes d'évolution de l'occupation du sol de Recoleine, part des surfaces correspondantes et évolutions sur la période 1950-2010.

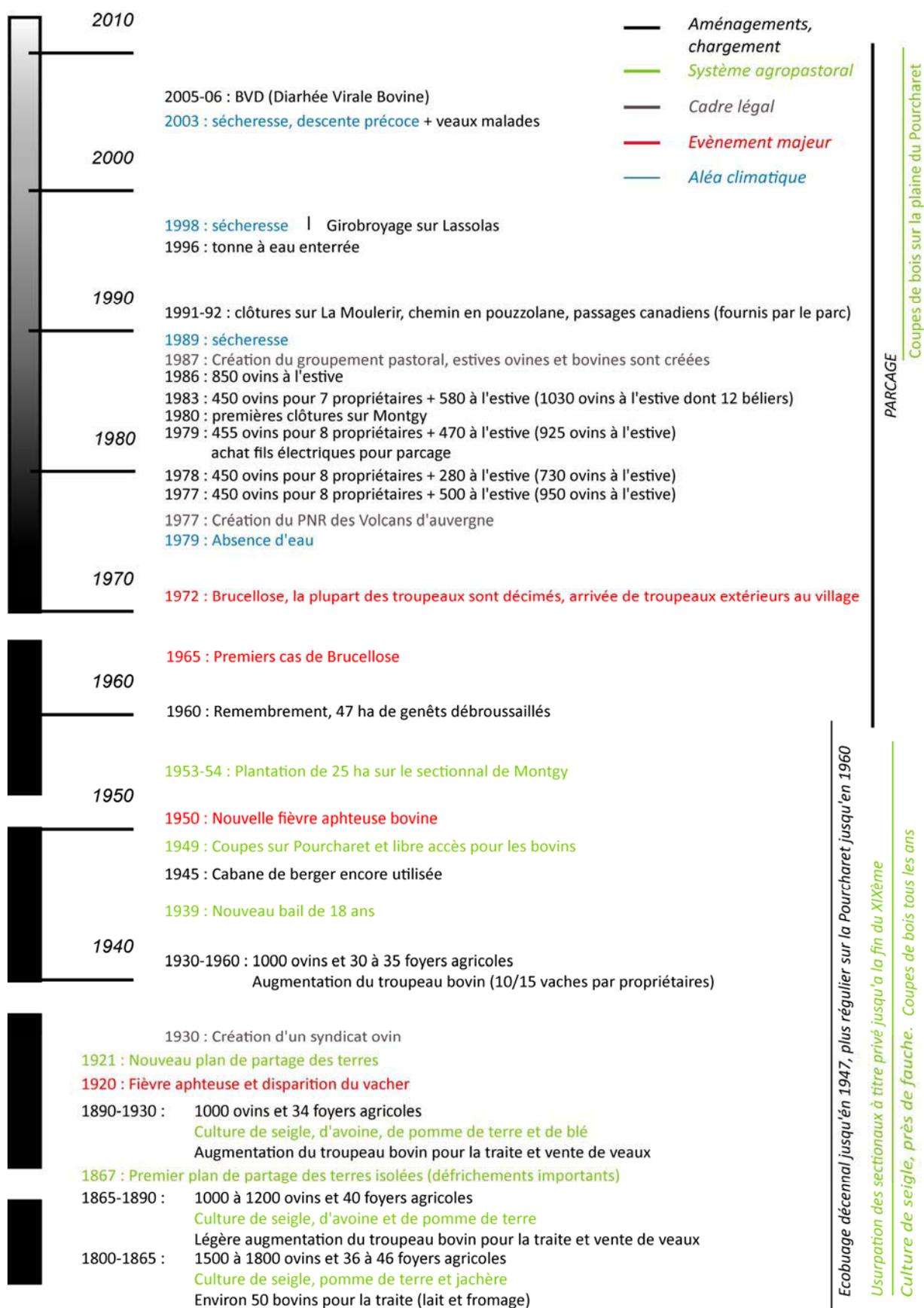


Figure 73 : Chronique des événements majeurs sur Recoleine de 1800 à nos jours.

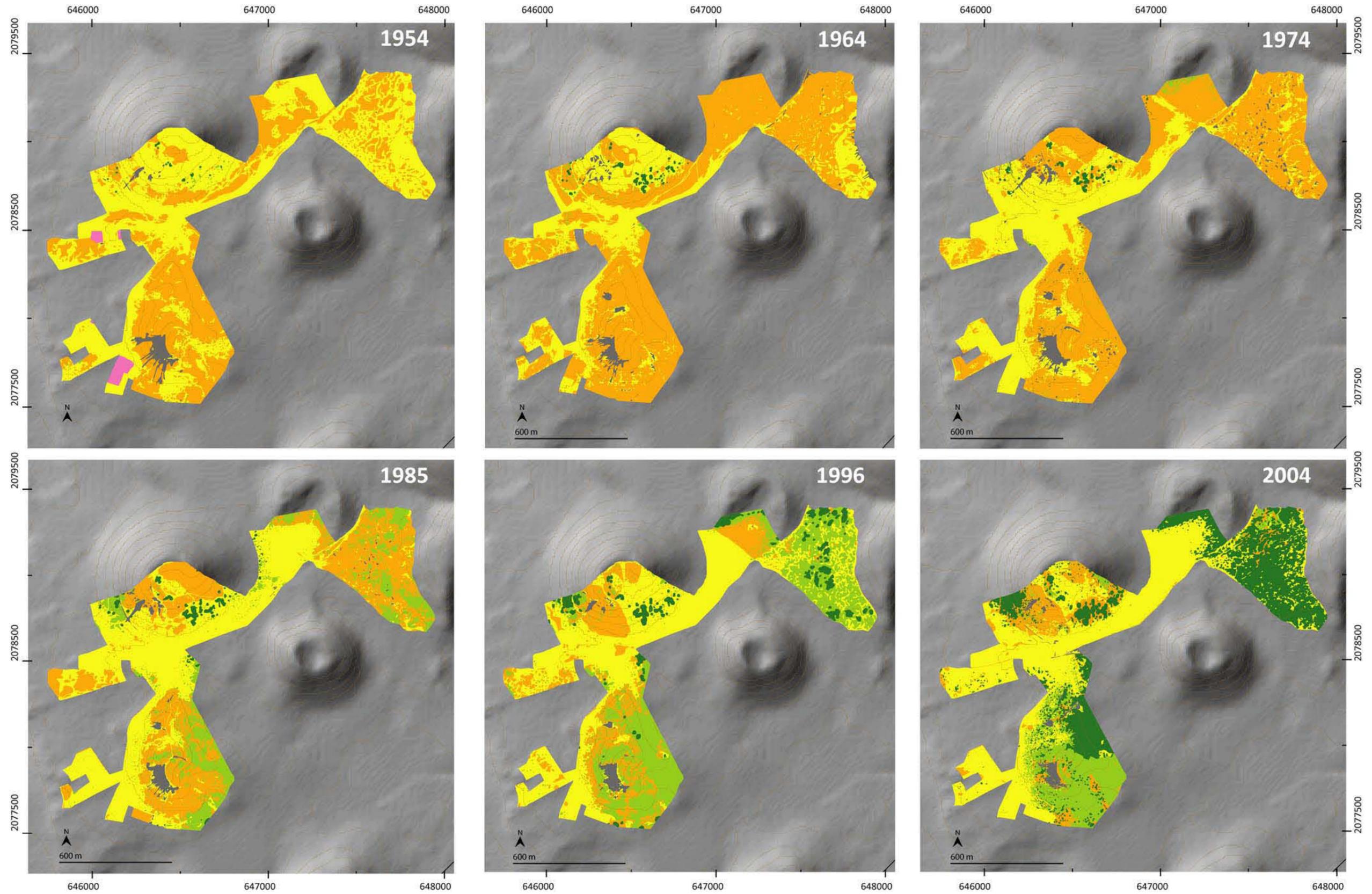


Figure 74 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Recoleine de 1950 à nos jours.

Par ailleurs, les ligneux triplent (0,5 % à 1,6 %) même s'ils restent très minoritaires. Les recherches historiques (Loiseau, 1977) ont révélé que **25 ha d'épicéas ont été plantés par la SOMIVAL** en 1953-54 (presque 10 ans avant Manson). Cette plantation, située à l'est du puy Montgy et sur le puy de Montjager, agira comme semencier principal dans la colonisation résineuse ultérieure (dissémination visible sur la fig.74 à l'est de Montgy). Elle n'a pas donné lieu, semble-t-il, à la pose de clôtures. D'autres plantations sont effectuées autour de Lassolas à cette période, mais nous n'avons ni les dates précises ni la surface.

Sur cette estive, les taux de sol nu correspondent essentiellement à la cicatrice d'érosion du puy Montgy ainsi qu'aux petites ravines sur Pourcharet. On peut associer cette cicatrice d'érosion à l'instabilité des pentes du puy, mais également à la présence de lande à *Calluna vulgaris* qui, lors de ses cycles de sénescence, se disloque et laisse le substrat scoriacé à nu (Coquillard *et al.*, 1991).

Pendant les années 1960, probablement en réaction à l'avancée des landes, des parages nocturnes sont effectués sur les plaines des volcans (Montgy et Pourcharet), à proximité du chemin d'accès (terres alloties) et dans la partie ouest, proche du village (La Moulerir). Il semblerait que l'estive bovine cesse à cette période et deviennent ovine (suite à la brucellose bovine de 1950 ?).

I.3.2. La période charnière 1965-95

Les résultats du parage sur la lande sont probants sur les bas de cônes du Pourcharet et de Montgy ainsi que La Moulerir, ainsi, on remarque entre 1962 et 1974 une **perte de 10 % des landes** au profit des herbacées (tab.33). En 1976, avec le début du boisement dans les zones de *Calluna vulgaris* sénescence (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*) du parc de Lassolas, le parage est étendu pour le contraindre. D'un point de vue technique, le parc de claires en bois couvre 10 ares, il est théoriquement déplacé toutes les deux nuits ; ainsi 6 ha sont parqués par an.

Type	SN	P	L	a	A
1974	3,50	41,71	52,38	1,32	1,09
1985	2,12	45,29	35,20	15,83	1,56

Tableau 33 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Recoleine pour la période 1965-90.
SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

Cette tendance à la rétraction des landes se poursuit sur 1974-85 avec une nouvelle perte de 23 ha (25 % des landes). La baisse des effectifs liée à la brucellose en 1972 n'a pas sur les mêmes effets sur la végétation que sur Manson. En effet, le parage semble contrecarrer les effets néfastes de cette baisse dans un premier temps. C'est probablement là que se situe la faille principale dans l'avancée ligneuse de la zone. A raison de seulement 6 ha de parage par an, cette pratique ne pouvait prendre en compte toute l'estive. Des secteurs ont dû être définis d'années en années et le retour du troupeau parqué sur une même zone pouvait prendre des années. Il est probable, de plus, que les zones les plus proches aient été favorisées, donc que le retour du troupeau sur Lassolas et le sud de Montgy (zones les plus éloignées) ait été encore plus faible. En disloquant la lande, très inhibitrice, le parage trop irrégulier a donc favorisé l'extension des résineux, dont la banque de graines devait déjà être importante (20 ans après les plantations). **La strate arbustive gagne ainsi 2 ha/an sur la période 1975-85 passant de 1 à 15 % de recouvrement.** La strate arborée est encore très peu développée à cette période avec seulement 1,6 % de recouvrement de l'espace.

La perte des troupeaux ovins incite beaucoup d'éleveurs à se convertir vers l'élevage bovin (bassin d'emploi de Clermont éloigné) alors que le puy Pourcharet n'est plus qu'ovin à cette période. Une mésentente s'instaure donc entre les éleveurs du village. Pour faire perdurer l'estive, l'effectif local étant trop faible, plus de la moitié du troupeau ovin est issue de villages avoisinants.

En 1977, avec la création du PNR, des subventions sont utilisées pour clôturer et débroussailler La Moulerir. La création du groupement pastoral en 1987 voit l'instauration officielle d'une estive

bovine sur Pourcharet, qui est à son tour clôturée. La bergère actuelle commence son activité dès la création de l'estive (un reliquat du système traditionnel) et met en place un système tournant à clôtures légères (diurne et nocturne), avec des parcs de 20 ares déplacé tous les 2-3 jours (2 fois plus que le parcage uniquement nocturne traditionnel de 10 ares).

Sur les photographies suivantes, on peut observer un puy Montgy relativement ouvert mais piqueté en 1978, la campagne de terrain en 2009 l'ayant révélé beaucoup plus boisé (fig.75 et 76).

I.3.3. Des années 1995 à aujourd'hui

La dernière période est marquée par l'extension ligneuse avec une fermeture de 42 % de l'espace en 2004 contre 34 % en 1996 et 17 % en 1985 (tab.33 et 34). Comme nous l'avons observé précédemment, la nature de ces ligneux étant résineuse et peu appétente, l'impact du troupeau reste limité (même en situation de pâturage contraint).

Type	SN	P	L	a	A
1996	1,48	44,06	19,82	28,90	5,74
2004	1,58	45,49	10,06	14,24	28,61

Tableau 34 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Recoleine pour la période 1965-90. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

La strate arbustive s'étend encore largement avec une augmentation de 13 % (17,75 ha), soit une vitesse de progression de 1,6 ha/an sur la période 1985-96. En parallèle, avec l'évolution naturelle de la végétation, **la strate arborée fait son apparition et gagne 5,7 ha (soit 0,5 ha/an).** Une distinction s'instaure entre les parcs à forte dynamique ligneuse comme Lassolas et ceux qui ne sont pas touchés, comme la Moulerir. Lassolas est couvert d'arbustes sur 51 % de sa surface ainsi que d'arbres sur 12,5 % en 1996. La dynamique ligneuse arbustive est issue de 58,6 % des landes et alimente la strate arborée à hauteur de 29 %. La lande disparaît également au profit de la pelouse à hauteur de 28 % et de la strate arborée pour 8 % (donc une dynamique très forte). Le parc de Montgy connaît quant à lui un recouvrement arbustif de 40 % pour seulement 1,6 % d'arbres. La dynamique arbustive est donc dominante et affecte 59 % des landes et 10 % des pelouses. La strate arborée est encore peu développée, et seulement 3 % des arbustes évoluent naturellement vers l'arbre. La faible épaisseur des sols sur les pentes du puy a pu jouer un rôle dans cette évolution. Des semenciers sont proches dans les deux cas et ces zones sont de faible valeur agronomique et de plus en plus difficiles d'accès pour le troupeau. A l'opposé, le parc de Pourcharet cumule à peine 10 % de recouvrement ligneux et celui de la Moulerir 4,6 %.

Entre 1996 et 2004 (tab.34), la dynamique arbustive se stabilise et la dynamique arborée s'intensifie. Ainsi actuellement, les arbustes ne couvrent plus que 14 % de l'espace sur l'estive alors que les arbres en recouvrent presque 30 %. **La dynamique arborée a donc gagné 31 ha soit 3,9 ha/an en moyenne sur l'ensemble de l'estive.** Mais les différences inter-parcs sont ici encore importantes.

Sur Lassolas, les arbres couvrent 70 % de l'espace, la dynamique est issue de 88 % des arbustes, de 23 % des landes et de 47 % des pelouses de 1996, soit une dynamique très forte qui a concerné 2,3 ha/an sur la période. Sur ce parc, comme nous l'avons observé précédemment, les taux de lande sont minoritaires (3 %) ainsi que ceux d'arbustes (2,8 %) ; la pelouse couvre donc 24 % de l'espace. La faiblesse de la strate arbustive et le recouvrement déjà majoritaire de la strate arborée signifie que la dynamique ligneuse est actuellement stabilisée. Ces facilités (prépondérance des pelouses et des arbres) permettent donc actuellement un pâturage de sous-bois. Pour autant, les coupes de bois sont quasi-inexistantes à l'heure actuelle et l'on ne peut parler de sylvopastoralisme.



Figure 75 : Puy de Montgy en 1978 (photo P. Loiseau).



Figure 76 : Puy de Montgy en 2009 (photo ML).

Sur Montgy, les arbres couvrent 18,7 % de l'espace et les arbustes encore 33 %, la dynamique de colonisation de l'espace a donc encore un fort potentiel. On peut le constater sur la carte de 2004 avec des fronts bien visibles en bas de pente. La strate arbustive est majoritairement issue de landes (43 % des landes de 1996), et les pelouses sont stables à 90 % sur la période. Cet indicateur montre que le mode de conduite du troupeau permet la conservation des zones de pelouses, l'impact sur les landes étant difficile compte tenu de l'espèce majoritaire : *Juniperus communis*.

Enfin sur Pourcharet, les strates ligneuses couvrent à peine 15 % avec une classe arbustive de 2,5 %. Si les ligneux sont bien contenus, la lande constitue un souci de gestion plus important, avec 20 % de recouvrement de l'espace (le plus fort taux de l'estive), et son évolution est aujourd'hui régulée mécaniquement (tous les ans ou tous les deux ans selon les finances du groupement).

D'un point de vue technique, une tonne à eau enterrée en 1996 permet enfin la disponibilité en eau sur l'estive, les troupeaux étant auparavant obligés de descendre au village.

L'analyse cartographique comparative de 1954 à 2004 montre donc clairement une fermeture de l'espace, **les strates ligneuses qui couvraient à peine 1 % de l'espace en 1954 en couvrent 43 % aujourd'hui.** Les différences entre les parcs sont cependant encore bien marquées. Les observations sur le terrain et les informations collectées auprès des éleveurs n'ont pas révélé de changements particuliers entre 2004 et aujourd'hui. Une comparaison des données cartographiques de 2004 avec celles de terrain en 2009 est proposée en annexe III (p.336).

I.4. ESTIVE D'ORCINES

Cette estive est la plus emblématique et par conséquent la plus fréquentée du secteur. Sa situation centrale et son positionnement sur les puy très touristiques du Pariou et du Dôme induisent des enjeux de gestion particulièrement forts. C'est souvent dans l'imaginaire collectif la colonisation ligneuse la plus frappante de la Chaîne, et c'est aussi une réalité scientifique.

Le fonctionnement des sectionaux d'Orcines a évolué comme dans les deux communes précédentes avec un allotissement au XIXe des parties basses du sectional (parcs du Péage, Collières, Fontaine du Berger). Nous n'avons pas d'informations précises sur sa mise en place ni sur son abolition, mais la cartographie révèle que les terres du parc du Péage étant encore cultivées dans les années 1970 (carte fig.80). **Historiquement, cinq troupeaux collectifs de 1000 têtes chacun (fig.77) parcouraient la zone d'estive actuelle, ainsi que le puy de Côme, soit environ 1000 ha** (les limites de l'estive actuelle sont de 630 ha). Ces troupeaux étaient issus des villages de la commune d'Orcines : le village d'Orcines, la Fontaine du Berger, La Font de l'Arbre, Fontanas et Le Gressigny¹¹⁷. Cette zone était par conséquent très exploitée et fortement marquée par la présence de lande à *Calluna vulgaris*. La description du Pariou par Lecoq évoquait également la présence de Valériane sauvage et de fougères sur son flanc nord alors que de la pelouse (œillets, pensées, polygale, jasione) en tapissait le cratère (Lecoq, 1833). Ou encore, comme le relatait Philippe Arbos en 1932 : *Lorsque de la plaine on s'élève à l'ouest vers les montagnes volcaniques, on cherche en vain les vastes forêts qu'on s'attendrait à voir paraître avec l'altitude. Ce n'est plus qu'espaces découverts.*

Les puy étaient donc fortement exploités par le pâturage, et en contrebas, les paysans cultivaient principalement du seigle, ou fauchaient. Tous les soirs, le berger rentrait le troupeau au village, et ce, jusqu'à la fin des années 1970. En effet, aucun point d'eau n'est disponible sur la zone et les troupeaux sont parqués la nuit sur les terres privées

Les périodes distinguées ici sont les suivantes :

- 1950-70 : fin du système traditionnel,
- 1970-85 : période de transition,
- 1985 - aujourd'hui : reprise de l'estive

¹¹⁷ On remarquera que trois des villages sont construits sur le préfixe latin *-font*, source.

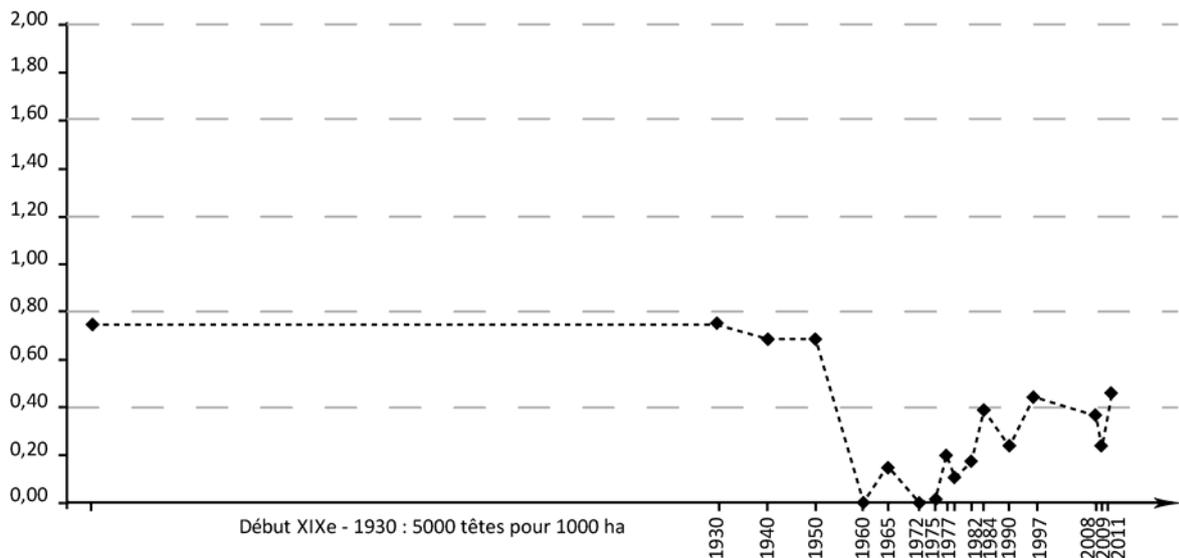


Figure 77 : Evolution du chargement (UGB/ha) sur l'estive d'Orcines du début du XIXe siècle à nos jours.

I.4.1. La fin du système traditionnel 1950-70

Cette période est marquée par la régression progressive des landes et pelouses et l'augmentation de la strate arbustive. On peut observer sur la carte de 1954 (fig.80) un espace ouvert, relictuel des vastes espaces de landes caractéristiques de la zone centrale au XIXe et début du XXe. A cette période, le troupeau s'élève à 4000-4500 bêtes pour les 5 villages, et l'on remarque déjà les effets de la proximité de Clermont. En effet, de nombreux éleveurs deviennent ouvriers à l'usine Michelin et un service de transport spécial est mis en place. Sur l'estive, la pelouse couvre alors 55 %, les landes 37 % et les arbustes 6,3 % (tab.35), mais l'on remarque déjà une distinction entre les parcs.

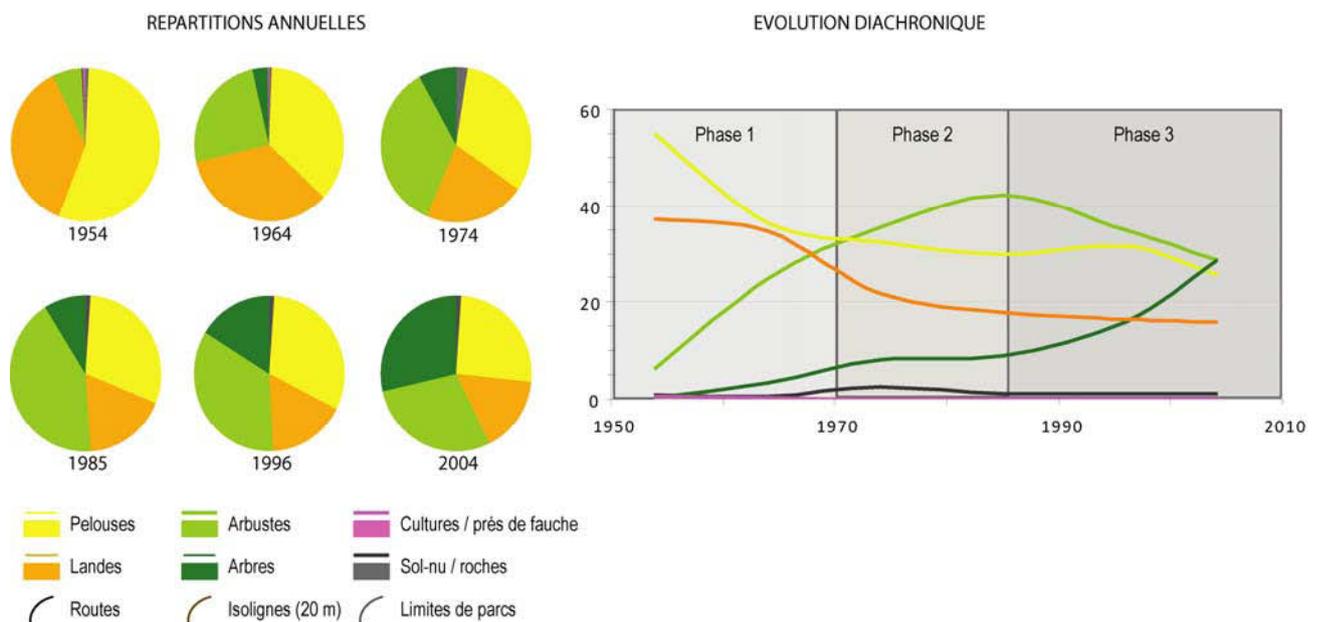


Figure 78 : Légende des cartes d'évolution de l'occupation du sol d'Orcines, part des surfaces correspondantes et évolutions sur la période 1950-2010.

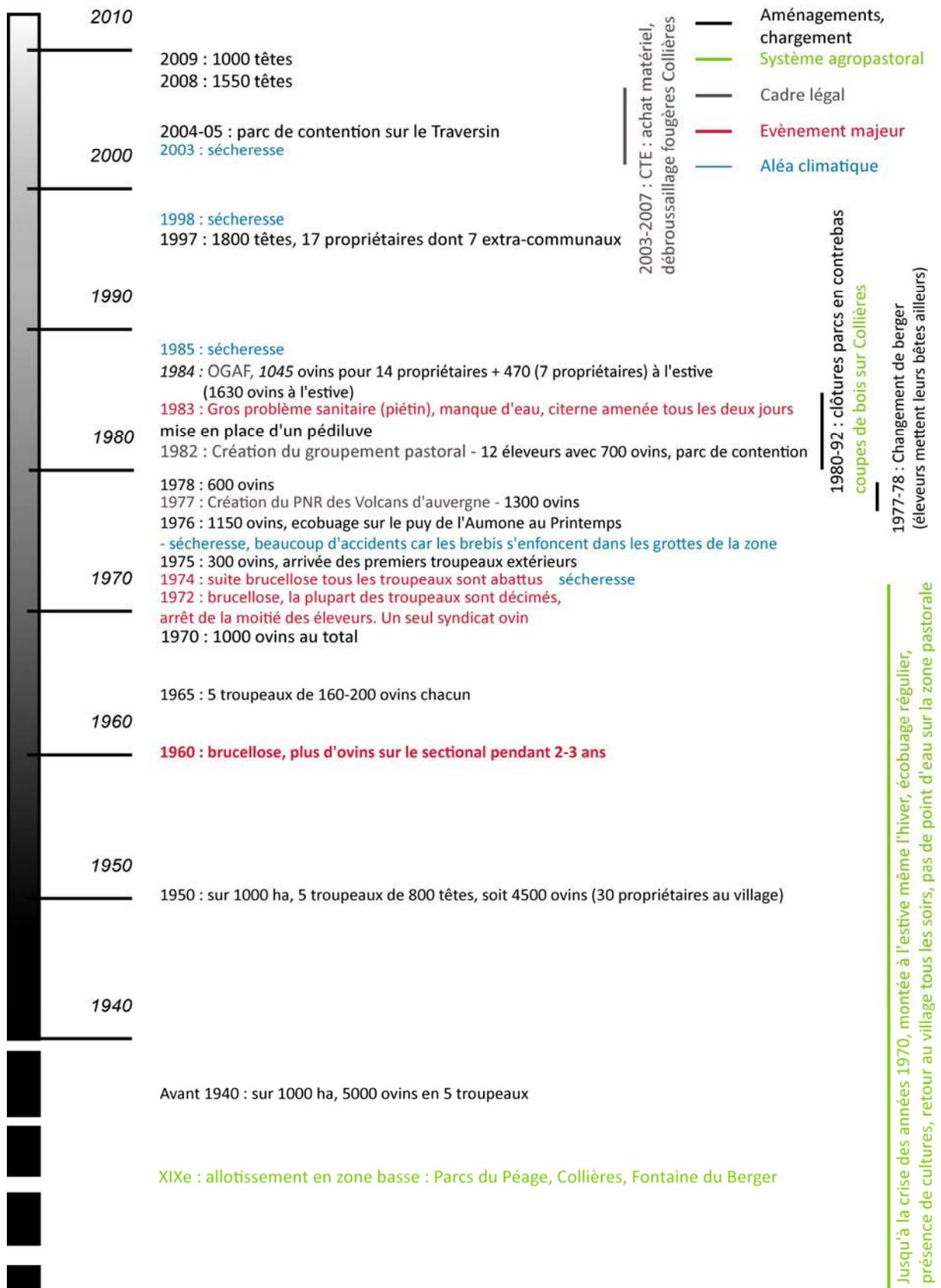


Figure 79 : Chronique des événements majeurs sur Orcines du XIXe siècle à nos jours.

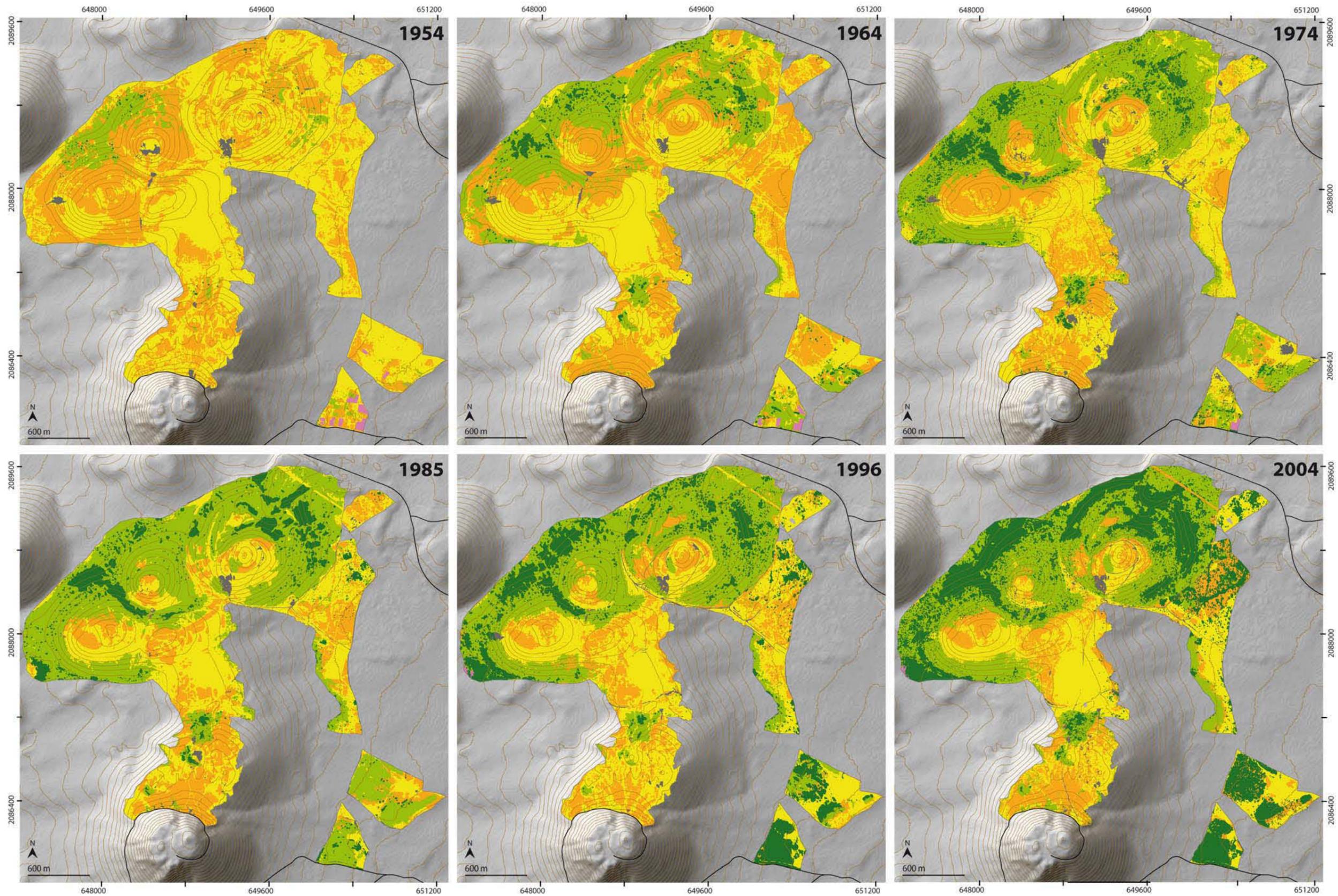


Figure 80 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive d'Orcines de 1950 à nos jours.

Type	SN	P	L	a	A	C
1954	0,88	54,83	37,16	6,32	0,28	0,53
1964	0,61	36,21	34,70	24,94	3,28	0,27

Tableau 35 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol d'Orcines pour la période 1950-70. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.

Les parcs de la Fontaine du Berger et des Collières ont la même structure physiologique avec 70 % de pelouses et 30 % de landes. Les parcs du Péage, les plus proches des zones habitées, sont encore cultivés ou fauchés à hauteur de 2 % pour le parc septentrional (OPPg) et 17 % pour le parc méridional (OPPg2) ; des bosquets arbustifs se développent également sur 2 à 12 % de l'espace, issus des haies.

Le parc principal cumule 40 % de landes, 51 % de pelouses et déjà 7 % d'arbustes (36 ha). Les taillis arbustifs sont positionnés sur les flancs nord et ouest du Clierzou et du grand Suchet, ces zones étant les plus éloignées des villages de la commune, situés à l'est et au sud-est de la zone. Cette situation éloignée pourrait être à l'origine de leur apparition, compte tenu de l'absence d'eau sur le sectionnel et de la baisse du troupeau. Des anciens du village de Ceyssat (à l'ouest de la zone d'estive) racontent que ces zones étaient pâturées par des bovins avant guerre, la zone au pied du Côme l'était quant à elle de manière sûre (avec déjà des prémices au XVIIe siècle). Cet amendement plus important des troupeaux bovins aurait-il également favorisé l'apparition des ligneux ? Les *Fagus sylvatica* déjà présents en 1954 étaient des chouradous, utilisés pour la chôme des troupeaux.

Entre 1954 et 1964, la dynamique de la végétation ligneuse arbustive est exacerbée : + 19 % en 10 ans, soit 117 ha (11,7 ha/an). Une première épidémie de brucellose en 1960 touche de nombreux troupeaux individuels et pendant 2-3 ans, les bêtes ne sont plus menées sur le sectionnel. A titre indicatif, en 1965, le troupeau collectif de la Font de l'Arbre ne regroupe plus que 200 brebis. Si la tendance était équivalente dans les autres villages, il n'y aurait plus eu que 1000 bêtes parcourant la zone contre les 5000 des décennies précédentes (voire du siècle précédent). L'impact sur la végétation d'une telle sous-exploitation est généralement néfaste : le troupeau non contraint se dirige vers les espèces appétentes (herbacées et légumineuses) et délaisse les espèces envahissantes. Ainsi **un double effet se produit : non seulement le pâturage n'est pas suffisant pour contenir ces espèces envahissantes, mais leur potentiel d'agressivité est double, compte tenu de l'impact du troupeau sur les espèces appétentes.**

Les parcs en contrebas des puys, la Fontaine du Berger et les Collières sont marqués par l'extension de la lande, avec respectivement 50 et 58 % de l'espace au détriment de la pelouse. On peut aussi observer l'apparition d'un front de *Corylus avellana* sur les lisières ouest de Collières : 4,6 % de l'espace. Sur les deux parcs du Péage, les taillis arbustif se développent et couvrent 15 % au nord et 40 % au sud, ils sont, pour la plupart, issus des landes de 1954. On remarque encore quelques prés de fauche sur le parc méridional.

Sur le parc principal, un double phénomène s'organise. D'abord, 32 % des pelouses sont colonisés par la lande. C'est le cas des pentes du puy de Dôme, du traversin et du Pariou en avant des fronts. Ensuite, les zones arbustives colonisent 105 ha (soit 10,5 ha/an) avec un taux de recouvrement de 28,4 % ; cette extension affecte 33,6 % des landes et 17,9 % des pelouses de 1954. Quant à la strate arborée, elle s'étend naturellement à partir des zones arbustives et couvre 3,5 % de l'espace. Les zones les plus touchées sont les flancs nord des puys, milieux frais et humides favorables à la série du hêtre.

I.4.2. La période charnière 1970-85

La période 1964-74 est marquée par la prépondérance de la strate arbustive, qui dépasse les taux de pelouses et de landes pour couvrir plus de 35 % de l'estive en 1974 (tab.36). Cette extension

correspond à une augmentation de 66 ha (6,6 ha/an) et une dynamique par conséquent moins agressive que durant la période précédente.

Type	SN	P	L	a	A
1974	2,43	32,25	21,68	35,47	8,06
1985	1,14	29,85	17,89	42,28	8,85

Tableau 36 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol d'Orcines pour la période 1970-90.
SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

Du point de vue des troupeaux et des pratiques, c'est aussi une période très contrastée, avec de nombreuses difficultés. Tout d'abord, avec l'apogée de la brucellose en 1972 et l'abattage de l'ensemble des troupeaux de villages, beaucoup de paysans choisissent la voie ouvrière. L'écobuage, encore utilisé durant la période précédente pour brûler les refus de pâturage, est dorénavant très ponctuel, on a pu en recenser sur le traversin et sur le petit Suchet en 1976 (données personnelles P. Loiseau). En 1975, seulement 300 bêtes montent à l'estive. Mais en 1977, plusieurs éleveurs ont reconstitué leurs troupeaux et déjà 1300 bêtes sont montées. On est cependant loin des proportions précédentes. L'année suivante, le changement de berger inspire un manque de confiance aux éleveurs et très peu de bêtes montent à l'estive (nous n'avons pas les données exactes). La conduite du troupeau à l'époque est également modifiée compte tenu de l'agrandissement de la route nationale qui coupe les villages des sectionaux. Il est alors trop dangereux de descendre les bêtes pour les abreuver. Le troupeau reste ainsi six mois sur les puys et des paysans s'organisent pour apporter une citerne tous les deux jours vers la Fontaine du Berger. En 1982, le groupement pastoral est créé, il est constitué d'éleveurs intra- et extra-communaux qui manquent d'espace pour leur troupeaux et désirent voir les traditions pastorales perdurer¹¹⁸. La colonisation ligneuse des puys est alors un vif sujet d'inquiétude. Cette année là, 12 éleveurs montent leurs bêtes à l'estive avec un total de 700 animaux. En 1983, de gros problèmes sanitaires apparaissent avec le piétin et le manque d'eau en période de sécheresse. Pourtant, en 1984, 1630 bêtes sont montées à l'estive et plus de la moitié viennent de communes extérieures. Progressivement, avec la création du groupement pastoral, les financements arrivent (surtout OGAF estive et environnement) et les parcs du bas sont clôturés. L'ensemble des perturbations du système traditionnel dans les années 1970, la sous-exploitation de la zone d'estive tant par le troupeau que par l'activité agricole en général (fonctionnement plus individualiste, moins de coupes de bois, d'écobuage) est donc à l'origine de la dynamique ligneuse arbustive et arborée.

Ainsi, entre 1965 et 1974, environ 60 % des landes des parcs de la Fontaine du Berger et des Collières deviennent des pelouses. Il semblerait que la diminution du troupeau ait favorisé le pâturage sur ces espaces plus proches des villages (et de la citerne d'eau) au détriment des zones hautes et plus difficiles d'accès. L'extension des zones de sol nu, par érosion des chemins d'accès sur ces parcs, est un argument supplémentaire pour valider cette hypothèse. Les parcs du Péage suivent des dynamiques contrastées : si le parc septentrional est encore sous l'influence d'une dynamique arbustive forte de plus de 11 ha (24 % de recouvrement supplémentaire), pour la plupart issus de landes, le parc méridional est colonisé seulement à hauteur de 12 %. Rappelons que ce parc était précédemment cultivé ou en prés de fauche jusqu'en 1964. Sur le parc principal, la strate arbustive couvre 40 % de la zone, dépassant la pelouse (27 %) et la lande (22 %), la strate arborée en couvre, quant à elle, 9 %. **Les vitesses de colonisation s'élèvent à 5,3 ha/an sur la période (53 ha) et la fermeture de l'espace atteint alors 43,5 %.** Les zones de prédilections de l'arbre se trouvent à l'ouest des puys et au nord, en extension des boisements de la période précédente.

¹¹⁸ C'est notamment le cas de M. Thourreix habitant de la commune de Gelles, à 20 km, qui pratique l'estive et la transhumance de ses bêtes à pied. Président de la section ovine d'Orcines pendant près de 25 ans et président de la section rava au sein de « Race ovine des massifs ».

Entre 1974 et 1985, les taux de recouvrement des pelouses et landes continuent de régresser pour ne plus atteindre que 48 % de l'espace, les strates hautes en occupant plus de 50 % en 1985. Les parcs de la Fontaine du Berger et des Collières sont toujours peu touchés, avec respectivement 94 % et 80 % d'espaces ouverts ; des bosquets arborés apparaissent cependant au nord des Collières. Les parcs du Péage sont de plus en plus fermés avec 56 et 58 % de recouvrement arbustif et 2,3 à 9,7 % d'arbres. Enfin, le parc principal voit un recul de la lande au profit de la pelouse, et des fronts arbustifs de *Corylus avellana* qui recouvrent alors 226 ha soit 45 % de l'espace, le taux de fermeture étant de 55 %. **Il est probable que la reprise de l'estive de manière plus régulière avec la création du groupement et le retour à un nombre de bêtes plus conséquent ait favorisé le recul de la lande. La croissance arbustive s'élevant à 2,85 ha/an sur cette période est réduite de moitié par rapport à la séquence précédente.**

I.4.3. Des années 1985 à aujourd'hui

Cette dernière période est caractérisée par un recul spatial de la strate arbustive et une évolution naturelle vers la forêt de hêtres. **Les strates hautes couvrent plus d'espace que les strates basses à l'heure actuelle avec presque 60 % contre 50 % en 1996** (tab.37). Les différentes strates couvrent l'espace de manière relativement homogène et égale. Le cheptel évolue pour atteindre 1800 bêtes en 1997 puis varie d'année en année entre 1500 et 2000 bêtes. Le seuil des 2000 est problématique pour le berger (il nécessiterait le recrutement d'un second berger), et le mode de garde libre voit ses limites : la fréquentation touristique, la présence de chiens et la taille de l'estive ne sont pas adaptées. Avec le CTE en 2002, de nouveaux aménagements sont effectués :

- achat d'un second parc de contention mis en place au pied du petit puy de Dôme,
- paie du berger facilitée,
- débroussaillage des fougères sur le parc des Collières,
- achat d'un 4 X 4.

Type	SN	P	L	a	A
1996	1,13	31,45	16,54	34,91	15,87
2004	1,00	25,79	15,98	28,75	28,36

Tableau 37 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol d'Orcines pour la période 1990-aujourd'hui. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

De 1985 à 1996, sur le parc principal, la dynamique arbustive ligneuse se stabilise avec une proportion de landes et de pelouses colonisées de seulement 3,5 % et 9,4 %. Proportionnellement, cette strate couvre moins d'espace car elle est gagnée par les strates arborées : 16 % des zones arbustives en 1985 sont arborées en 1996. Les parcs d'abri en contrebas sont en revanche beaucoup plus dynamiques. Ainsi sur le parc des Collières, le front de *Corylus avellana* à l'ouest progresse et s'arbore tandis que les bosquets déjà présents dans la partie nord s'étendent. La Fontaine du Berger se boise également et les strates hautes atteignent 19 %, mais 60 % des landes reculent au profit des pelouses. Enfin, les deux parcs du Péage voient les zones arbustives passer au stade arboré à hauteur de 43 % au nord et de 94 % au sud.

Enfin, de 1996 à 2004, **la dynamique naturelle accroît le recouvrement arboré : augmentation de 12,5 % (78 ha) soit 9,75 ha/an.** Les différences inter-parcs sont encore importantes surtout sur le parc des Collières dont 13 % des pelouses, 22 % des arbustes et 32 % des landes sont colonisés par des arbres, soit une augmentation de 10 ha (15 % de l'espace). Le taux de fermeture du parc passe ainsi de 24 % à 41 %. L'augmentation de la lande est également significative au sein des zones boisées, alors qu'elle recule dans la partie sud du parc. Les girobroyages successifs des ptéridaies ont donc eu un effet bénéfique. Les autres parcs du bas sont tout aussi dynamiques, la Fontaine du Berger passe d'un taux de fermeture de 19 % à 33 % et ceux du Péage de 49 à 72 % (en moyenne sur

les deux parcs). La couverture végétale du parc principal reste stable à 64 %. Les évolutions majeures sont celles du passage de la strate arbustive vers la strate arborée : 31 %. La partie centrale (Traversin) est clairement ouverte et recouverte de pelouses à *Nardus stricta* (avec des zones de landes relictuelles), alors que les pentes du puy de Dôme sont beaucoup plus couvertes de landes (à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus*).



Figure 81 : Comparaison de carte postale et photographie du Puy de Dôme prises du sectional de la Bruyère des moines (Collières) au début du XXe (en haut) et en 2009 (en bas).



Au total, l'espace ouvert à plus de 90 % dans les années 1950 est actuellement fermé à hauteur de 57 %. La comparaison des images précédentes (fig.81) est d'ailleurs très parlante, tout comme les cartes élaborées. Une comparaison des données cartographiques 2004 avec celles de terrain 2009 est d'ailleurs proposée en annexe III (p.326). Pourtant, d'un milieu pauvre, composé de landes à *Calluna vulgaris* et très homogène au milieu du XXe siècle, la végétation est aujourd'hui beaucoup plus diversifiée. Elle offre une gamme de milieux variés permettant l'installation de nombreuses espèces faunistiques et floristiques. Du point de vue de la biodiversité des milieux, la situation donc est beaucoup plus enviable actuellement. La stabilisation du phénomène de fermeture par la régression de la proportion d'arbustes et donc du dynamisme des fronts de colonisation, permet d'envisager l'avenir plus sereinement. L'importance des pratiques pastorales est ici encore clairement mise en avant. Depuis 2010, avec l'apport des financements du Conseil général, l'estive est dotée de deux bergers, ayant permis d'augmenter le troupeau à 2000 têtes. Ce nouvel élan aura probablement ses effets sur la colonisation arbustive encore importante à l'heure actuelle....

I.5. BILAN GENERAL DES EVOLUTIONS

Nous l'avons remarqué, les trois estives étudiées sont dissemblables en terme de rythme des évolutions, avec tout de même une charnière dans les années 1970 liée à l'évolution des pratiques, à l'impact de la brucellose et à leurs effets sur la végétation. Ainsi, la dynamique végétale ne réagit pas de la même manière :

- **Manson est colonisée par les cytisiaies ;**
- **Recoleine subit une dynamique ligneuse résineuse difficilement maîtrisable** malgré les techniques utilisées ;
- **Orcines était déjà en cours de colonisation ligneuse et le phénomène n'a fait que s'amplifier** avec les nouveaux déséquilibres.

Afin d'observer conjointement ces évolutions et d'en faire le bilan, nous avons regroupé en deux graphiques l'évolution des strates basses et des strates hautes des trois estives.

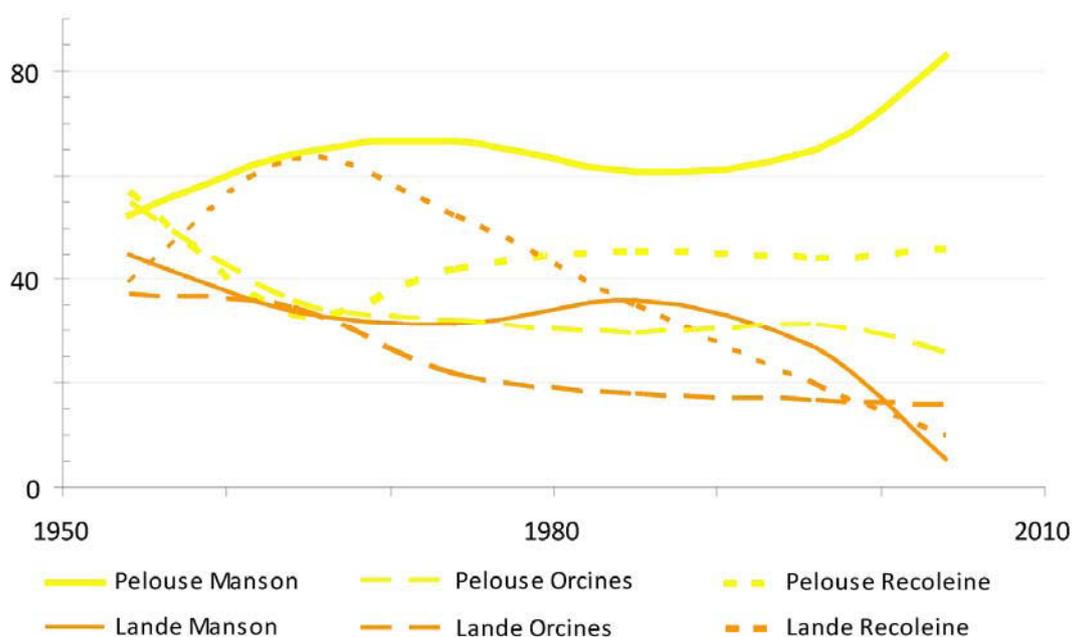


Figure 82 : Parts de l'évolution des strates basses des estives de Manson, Recoleine et Orcines sur la période 1950-2010.

Au début de la période étudiée (fig.82), les taux de pelouse et de landes des trois estives sont presque identiques. Ils correspondent aux reliquats du système traditionnel (qui devait probablement contenir plus de landes) et caractérisent le paysage pastoral de l'époque : très ouvert.

Mais l'on peut observer à quel point les évolutions ont varié selon les estives avec des pratiques différentes. La principale tendance de ces évolutions est la disparition progressive de la lande tout au long de la période. Les taux de recouvrement sont aujourd'hui inférieurs à 20 % alors qu'en début de période ils avoisinaient les 40 %. On peut cependant remarquer, que malgré des évolutions variées, le résultat est assez similaire quant au recouvrement actuel. Les seuils de régression ne sont pas les mêmes pour les trois estives :

- pour **Manson, cette disparition devient importante à partir de 1985**, après un regain dans les années 1980,
- pour **Recoleine, elle est effective dès le milieu des années 1960**,
- pour **Orcines, elle est en lente diminution depuis le début de la période analysée**.

Nous qualifions cette régression de la lande au profit de la pelouse d'amélioration du pâturage, car les zones de pelouses/prairie sont composées d'espèces plus appétentes et plus intéressantes pour le troupeau. En ce qui concerne les herbacées, des différences apparaissent :

- sur **Manson, elles sont en augmentation depuis 1985** (et conjointes à la régression de la lande) ;
- sur **Recoleine, les taux sont stables depuis les années 1980** ;
- et sur **Orcines la tendance est à la baisse depuis les années 1990**.

On peut remarquer la symétrie des courbes sur Manson entre la pelouse et la lande qui montre bien ici la dichotomie pelouse/lande sur cette estive, et leur évolution simultanée. Recoleine était sur le même type de schéma jusque dans les années 1980, à partir desquelles les taux de pelouse se sont stabilisés alors que la lande a continué de baisser. Sur Orcines les courbes ne sont pas corrélées et les deux strates ont tendance à baisser sur toute la période.

Les tendances sont plus différenciées en ce qui concerne l'évolution de la strate arbustive (fig.83). On peut cependant corréler le recul de ces strates aux dates de reprise des zones d'estive par les groupements pastoraux :

- pour **Orcines, création du groupement pastoral en 1982 et recul immédiat de la strate arbustive** ;
- pour **Recoleine, création du groupement pastoral en 1987 et recul à partir du milieu des années 1990** ;
- pour **Manson, création du groupement en 1992 et ralentissement rapide d'une dynamique toutefois faible**.

Les strates arborées (fig. 83) suivent toutes une tendance à la hausse sur la dernière période, ce qui correspond à une stabilisation de la dynamique ligneuse arbustive et une évolution naturelle des taillis vers l'arboré. **On remarque ainsi, dans les trois cas, une symétrie des courbes arbustives et arborées (donc une évolution conjointe) à partir de la création du groupement.**

D'un point de vue global, la dynamique ligneuse a été très forte sur Orcines, moindre sur Recoleine et quasiment nulle sur Manson, mais dans les trois cas elle tend vers une stabilisation des milieux.

Certes, sur Orcines, les arbustes constituent encore 30 % de l'espace et les fronts existants sont donc encore potentiellement actifs mais beaucoup moins agressifs que dans les années 1980-90. L'utilisation pastorale des terres doit absolument persister pour maintenir ces fronts. Sur Recoleine, une gestion sylvopastorale semble adaptée, notamment sur le parc de Lassolas. La difficulté ne vient pas ici du mode de gestion du troupeau mais de la nature majoritairement résineuse des ligneux. En effet, leur faible appétence induit des difficultés de gestion par le troupeau. Enfin, Manson est une estive encore très ouverte, les zones les plus ligneuses étant les plus éloignées des entrées de parcs. Ces quelques bosquets et zones boisées participent à la diversité des milieux et favorisent la chôme du troupeau.

Un zoom a également été effectué sur l'évolution des zones de sol nu et affleurements rocheux (scories), qui correspondent à des cicatrices ou ravines d'érosion et des chemins (fig.84).

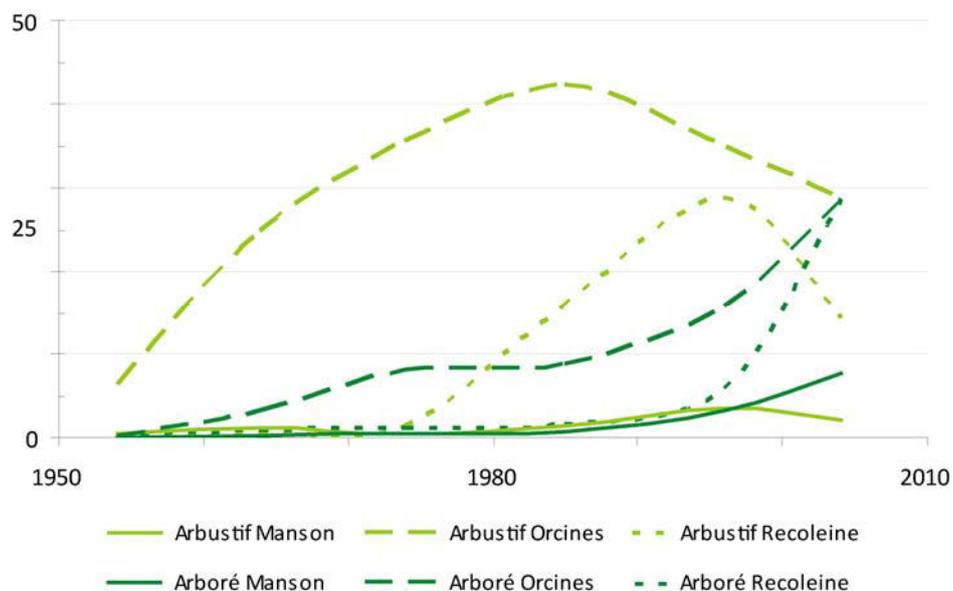


Figure 83 : Taux d'évolution des strates hautes des estives de Manson, Orcines et Recoleine sur la période 1950-2010.

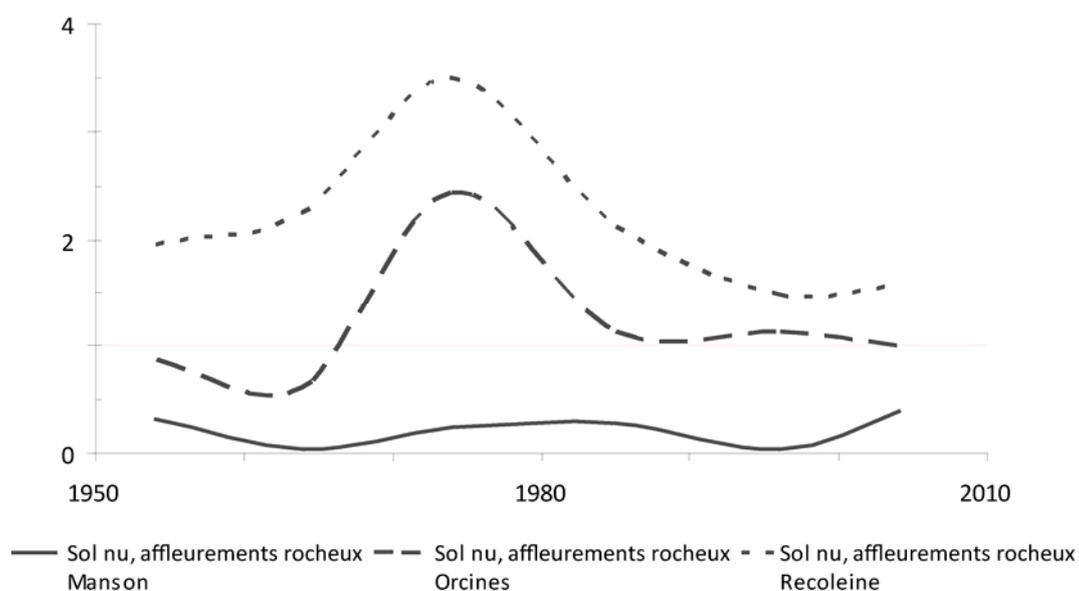


Figure 84 : Taux d'évolution des zones de sol nu des estives de Manson, Recoleine et Orcines sur la période 1950-2010.

Les taux de recouvrement sur Manson sont très faibles (inférieurs à 1 %), compte tenu de son positionnement sur le plateau ; ces zones sont essentiellement des chemins érodés (autour de la fontaine Saint-Aubin) et des entrées de parcs. Orcines et Recoleine suivent la même évolution avec un pic au milieu des années 1970 puis un retour à des proportions inférieures à 2 % aujourd'hui. Ce pic peut probablement s'expliquer par l'abandon, même très ponctuel, de ces terres par le pâturage, et le recul subséquent de la lande. Le cycle habituel de la lande en situation de pâturage sans restitution a tendance à la favoriser par un impact sur les espèces plus appétentes et l'appauvrissement des milieux. Avec l'abandon, et lors des phases sénescentes, *Calluna vulgaris* perd son système racinaire. Lorsque ce phénomène a lieu dans des zones de fortes pentes sur des cônes de scories (cas du Pariou et du puy Montgy), des plaques entières de landes se détachent et laissent la pente à nu (Coquillard *et al.*, 1991).

II. TYPOLOGIE DES SUCCESSIONS

L'ensemble des cartes d'occupation du sol nous ont permis de dégager une typologie des successions sur les 60 dernières années, et ce, sur les trois estives. Nous cherchons par ce moyen à caractériser, quantifier et analyser la mise en place de la mosaïque paysagère actuelle de ces espaces pastoraux. En effet, comme nous l'avons observé, d'espaces homogènes et ouverts composés de pelouses et de landes en grande majorité, la dynamique végétale s'est traduite par la mise en place d'une véritable mosaïque de milieux. Cet état actuel a été facilité par l'action variable de l'homme et des troupeaux dans l'espace et par la diversité physique du terrain (pentes, expositions, altitudes).

II.1. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

L'ensemble des couches de couverture végétale ont été codifiées¹¹⁹ et superposées dans le logiciel ArcMap (1954 à 1964 à 1974... etc.), ensemble et non deux à deux comme c'est le cas généralement dans les analyses spatiales des vitesses d'évolution (et comme nous l'avons fait dans la partie précédente pour quantifier les évolutions surfaciques). Le résultat final est donc un ensemble de polygones nommés par la combinaison des codifications annuelles sur toute la période. **L'objectif de ce multi-overlay est d'observer des séquences évolutives, leur superficie, leur localisation et d'identifier ainsi les successions temporellement dominantes.** Cette méthode permet donc de qualifier et de quantifier la dynamique végétale en fonction de la connaissance des espèces en jeu et des milieux, mais également d'observer les modèles dominants en fonction de leur localisation.

Par la suite, l'ensemble des polygones ont donc été regroupés par thématiques :

Ex : 3-3-3-2-2-2

3 est le code de la lande et 2 celui des pelouses, chaque chiffre correspond à une année (de manière chronologique). Sur les trois premières années (1954-74), cet espace (ce polygone) était couvert de landes puis s'est transformé en pelouses à partir de 1985 pour le rester.

Ce multi-overlay a produit 23617 polygones, et par conséquent autant de combinaisons possibles d'évolutions sur la période 1950-2010. Le protocole mis en place pour réduire (drastiquement) ce nombre beaucoup trop important pour l'analyse a donc été le suivant, avec la **suppression** :

- **des séquences correspondant aux overlay interannuel** (comme 1954-1964, 1974-1985), pour ne garder que les séquences à 6 dates/stade : restent 21646 polygones ;
- **des erreurs : moins de 6 stades dans la séquence** (généralement en marge des limites d'estives, erreurs d'orthorectification) : restent 17578 polygones ;
- **des polygones < à 1m²** : restent 9873 polygones ;
- **des polygones identiques** (même séquence mais sur des estives différentes) : restent 6034 polygones.

A l'issue de ces suppressions, nous avons **regroupé les successions restantes par une analyse thématique** :

- **amélioration du pâturage** : toutes les successions vers la pelouse (tous les codes vers 2) ;
- **embroussaillage / enfrichement** : de pelouses à landes (code 2 vers 3) ;
- **successions végétales vers l'arbustif et l'arboré** : tous les codes vers 4 et 5 ;
- **érosion** (zones de taille inférieure à l'hectare) : successions vers le sol nu (codes vers 1) ;
- **disparition des cultures / pré de fauche** (taille inférieure à l'hectare) : successions ayant pour origine des cultures (ancien code 7 vers un autre code).

Des distinctions temporelles sont ajoutées à tous ces thèmes en fonction de la crise des années 1970-90, avec l'état de la végétation avant 1980, entre 1980 et 2000 et après 2000. On recense également les zones instables (avec beaucoup de changements). Le cas des cultures est particulier,

¹¹⁹ 1 : sol nu ; 2 : pelouses ; 3 : landes ; 4 : arbustif ; 5 : arboré ; 6 : aménagements ; 7 : cultures.

du fait de la disparition de ces zones après 1985, nous avons donc distingué les changements entre 1954 et 1964, 1964-74 et 1974-85.

II.2. DYNAMIQUE SPATIALE DES EVOLUTIONS

La classification proposée par Yengué (2003) est une approche de qualité en ce qui concerne la dynamique globale des espaces et leur spatialisation. Son protocole a été adapté pour notre étude étant donné le nombre de dates sensiblement supérieur (3 dates pour son étude, 6 dans notre cas). Il distingue, au sein de croisement de couches, les espaces stables (sans aucun changement), les espaces modifiés (1 à 2 changements) et les espaces fortement modifiés (3 à 5 changements). Les cartes et le tableau suivants illustrent cette dynamique (fig.85, 86 et 87, tab.38).

	Stable		Modifié		Fortement modifié	
Manson	33 ha	15 %	93 ha	44 %	87 ha	41 %
Orcines	59 ha	9 %	367 ha	56 %	224 ha	35 %
Recoleine	17 ha	13 %	70 ha	52 %	48 ha	35 %
Total	109 ha	11 %	530 ha	53 %	359 ha	36 %

Tableau 38 : Caractérisation de la dynamique des espaces.

II.2.1. Localisation des zones stables

Pour l'ensemble des estives, les espaces stables sur toute la durée ne représentent que 11 % du domaine pastoral. Leur localisation sur Manson (15 % de la surface de l'estive) est majoritairement proche des sentes du troupeau, donc des zones de passage. On peut le remarquer sur la marge sud de Roche Merle, le long du chemin menant à la Fontaine Saint-Aubin et le long de la route entre Saint-Aubin et Monges. Un vaste secteur entre Monges nord et sud est également visible, qui détourne précisément la zone plus élevée de Monges nord à l'ouest du parc. Sur Recoleine (13 %), cette stabilité se retrouve également le long des chemins et zones de passage, qui sont aussi les bas de cônes de Montgy et Pourcharet. La cicatrice d'érosion sur le puy Montgy est également clairement visible. Enfin, sur Orcines (9 %), ces espaces stables sont plus difficiles à caractériser et relativement éclatés ; il s'agit dans la plupart des cas des sommets des volcans (Grand Suchet, Pariou) et cicatrice d'érosion (Pariou). Mais ils peuvent également être associés à des zones de passage au pied du petit puy de Dôme ou sur le parc des Collières. Le Traversin, espace central, est la plus grande zone stable de cette estive (fig.88).

La végétation de ces espaces stables est essentiellement caractérisée par des pelouses, à 79 %, ce qui s'explique par leur situation, proche des zones des zones de passage (qui ont peu changé au cours des années). Suivent parmi les zones stables :

- les landes avec 13 % de recouvrement : essentiellement situées sur le flanc nord du Puy de Dôme ;
- les zones arbustives avec 6 % : flanc nord du Grand Suchet et du Clerzou ;
- le sol nu avec 1,5 % : cicatrices d'érosion Montgy et Pariou ;
- les zones arborées avec 0,5 % : flancs nord du Grand Suchet et du Pariou.

II.2.2. Localisation des espaces légèrement modifiés

Les zones marquées par une à deux modifications sont majoritaires et recouvrent 53 % de l'espace. Elles ne regroupent pourtant que 12 % de l'ensemble des séquences. L'analyse spatiale de ces espaces est plus difficile et plus complexe que pour les zones stables étant donné le nombre de combinaisons qu'ils recouvrent. Cependant, nous pouvons dégager de grandes tendances.

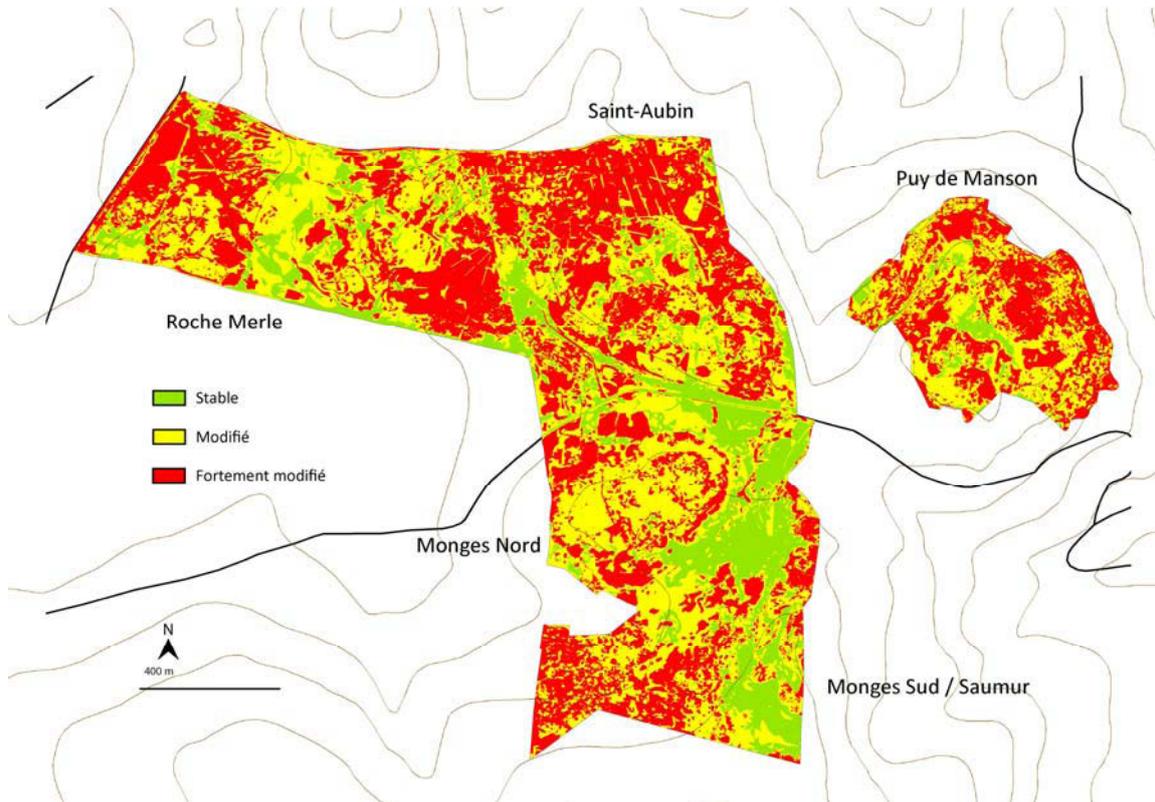


Figure 85 : Cartographie des dynamiques spatiales de l'estive de Manson.

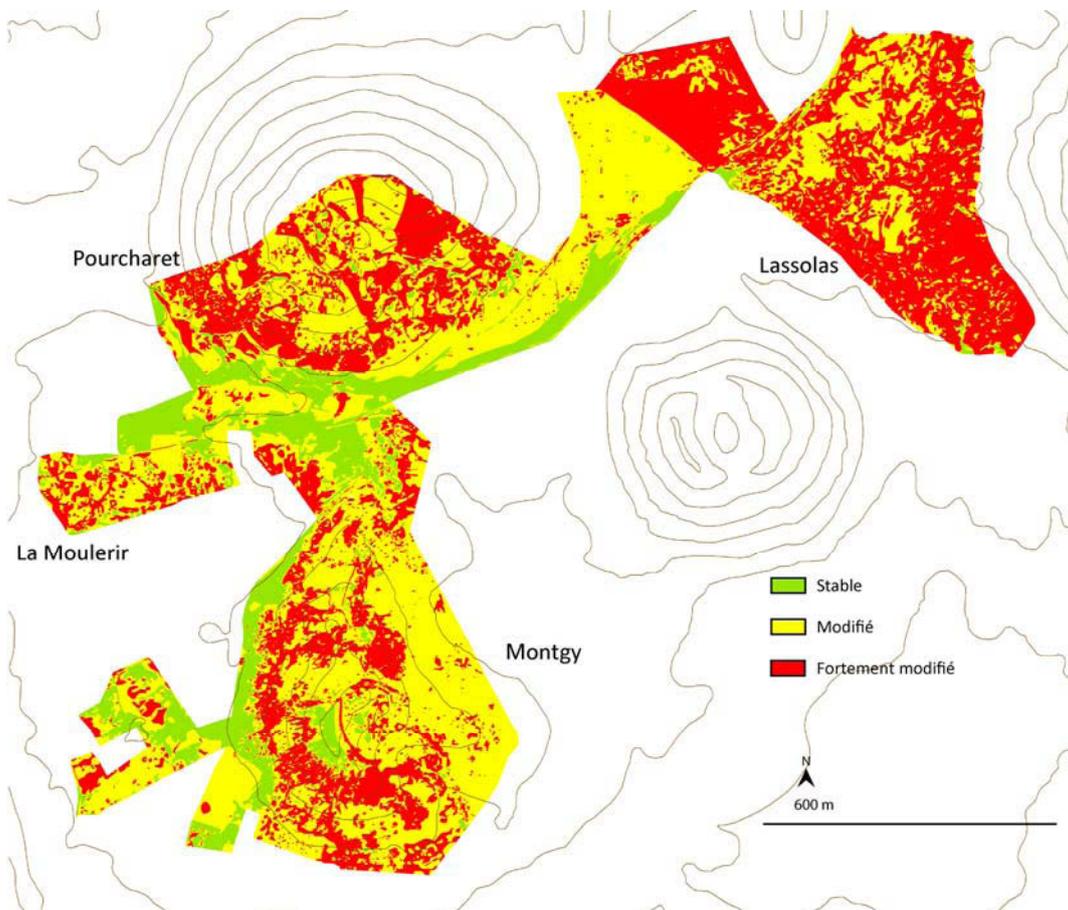


Figure 86 : Cartographie des dynamiques spatiales de l'estive de Recoleine.

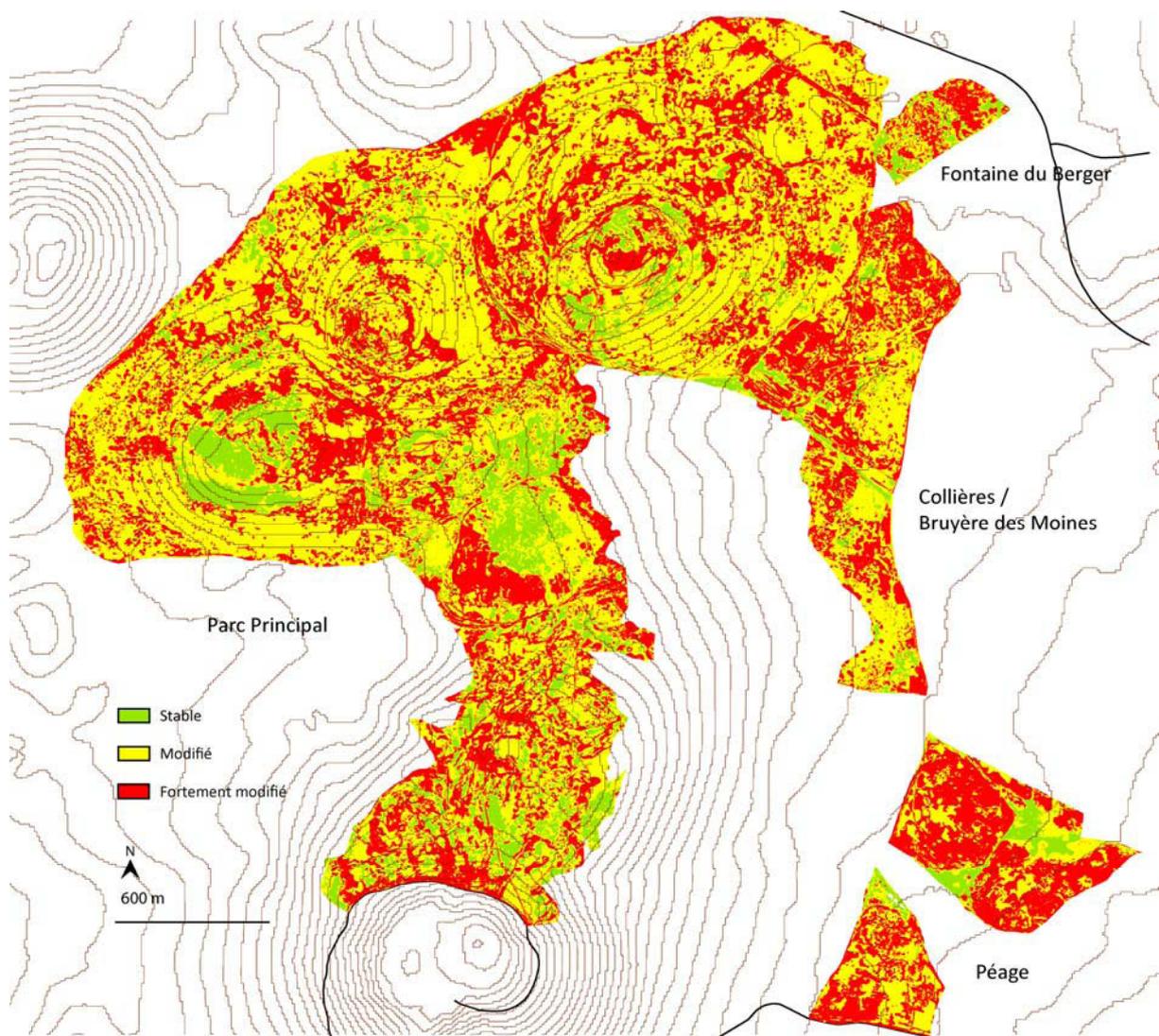


Figure 87 : Cartographie des dynamiques spatiales de l'estive d'Orcines.



Figure 88 : Vaste zone ouverte du Traversin couverte de pelouses à *Nardus stricta* et marquée par la présence discontinue de lande à *Calluna vulgaris*, avec de nombreuses sentes du troupeau (ML 2009).

Sur Manson (44 %, plus faible taux), ces espaces peu modifiés sont relativement peu nombreux et reliés aux zones stables : dans la majorité des cas ils se trouvent en lisière de ces zones. L'impact des pratiques est donc ici encore réaffirmé : par le passage du bétail, des zones stables (de pelouses majoritairement) sont dégagées sur toute la période et même au-delà de ces zones, l'espace est peu modifié. Ce qui signifie que l'entretien régulier de cette estive tout au long de la période, malgré les troubles interprétés précédemment, permet une certaine inertie de l'espace et le maintien d'une certaine ouverture. Au-delà de cette évolution synchrone espaces stables/espaces légèrement modifiés, nous pouvons également noter que ces derniers sont situés sur les points hauts comme sur la butte du parc de Monges nord et sur le puy de Manson. Cette localisation est à relier à l'impact du troupeau et à la localisation de ses lieux de chôme, qui se trouvent préférentiellement sur des points hauts (observations validées sur le terrain).

Sur Recoleine (52 %) en revanche, leur recouvrement est plus important. Leur répartition spatiale est ici aussi à rattacher aux zones stables, mais pas seulement. En effet, si toute la plaine du Pourcharet et une partie de celle de Montgy sont caractérisées par ce type d'espace, proche des zones stables, ce qui s'explique par les pratiques et la plus grande facilité de mise en place de passages et pacage sur des zones planes. En revanche, le cône du puy de Montgy, également peu modifié, n'est pas caractérisé par les mêmes espèces, il s'agit ici de l'effet de la **colonisation rapide (sur pelouses) de *Picea abies***, nous l'observerons par l'analyse thématique qui suit.

Enfin, sur Orcines (56 %, le plus fort taux), ce type de dynamique est prépondérant. Malgré la forte impression de fermeture dégagée par les analyses précédentes, on peut ici confirmer nos observations quant à une évolution lente des strates ligneuses hautes sur le long terme. L'aire de répartition de ces espaces est vaste, on peut cependant dégager une certaine prépondérance sur les flancs des volcans qui sont massivement recouverts d'arbustes (corylaie dense). Ils sont aussi significativement moins présents dans les parcs en contrebas des puys, où l'on peut en revanche les corrélés aux espaces stables, de passage et donc plus à des pratiques qu'à un contexte morphopédologique (même si les deux sont souvent corrélés).

II.2.3. Localisation des espaces à fortes mutations

Ces espaces sont marqués par plus de trois changements sur les six dates d'analyse. Ils couvrent une très large gamme de situations : des espaces ouverts instables (cycles landes/pelouses) et des espaces à forte dynamique (successions vers l'arbustif ou l'arboré). **Ils concernent 36 % de l'ensemble du territoire pastoral étudié** pour 88 % des séquences (soit 5318 séquences différentes), et recouvrent donc beaucoup de possibilités d'évolution différentes pour un recouvrement spatial comparativement limité.

Sur Manson, ce type d'espace est très représentatif (41 % le plus fort taux), la faible proportion d'arbres et d'arbustes (en dehors des lisières du puy de Manson) établit plutôt des **cycles répétés herbacées/landes**. Ce système est caractéristique des pâturages du Massif central entretenus par l'action de l'homme et du bétail. Cette classe recouvre cependant d'autres dynamiques, vers l'arboré, dont nous distinguerons les particularités dans la partie suivante.

Sur Recoleine, ces espaces sont moins nombreux (35 %) et typiques des évolutions vers l'arboré. Ils sont localisés sur les pentes des puys de Pourcharet et Montgy et en grande partie sur le parc au pied du puy de Lassolas. Les caractéristiques morphopédologiques et l'éloignement du village de Recoleine sont probablement les raisons principales de cet état (difficultés pour la mise en pâture). Le parc de La Moulerir, peu boisé, est aussi marqué par cette forte dynamique et ressemble en ce sens aux parcs de Manson avec des cycles landes-pelouses.

Enfin, sur Orcines (35 %), ces espaces sont assez éclatés et ubiquistes comme le type précédent. On les retrouve cependant avec une densité plus importante dans les parcs de la zone basse, où ils correspondent à l'évolution vers l'arboré, comme sur les flancs des puys. Le Traversin et les flancs du

puy de Dôme correspondent quant à eux aux cycles landes/pelouses, caractéristiques des zones plus exploitées marquées par des périodes de sous-exploitation.

S'il est difficile de séparer l'analyse de la spatialisation de la dynamique des espaces de leur caractérisation (type de succession, séquences), ce biais permet cependant de bien spatialiser les dynamiques en cours. Les modalités qui sont rassemblées dans une même classe sont très variées (sauf pour les zones stables bien sûr) mais leur spatialisation permet précisément de dégager, une fois encore, que pratiques agropastorales et contexte morphopédologique sont bien les variables principales dans l'évolution de la végétation.

II.3. CARACTERISATION DES SEQUENCES EVOLUTIVES

Globalement, **la succession qui couvre le plus d'espace dans le secteur est celle correspondant à une stabilité de la pelouse sur toute la période (2-2-2-2-2) avec 86,7 ha, soit environ 10 % du domaine pastoral global (930 ha). La seconde succession majoritaire est constituée des améliorations du pâturage avant les années 1970 (3-2-2-2-2 : 27 ha et 2-3-2-2-2 : 20 ha) qui concernent 47 ha soit 5 % de la zone. Le troisième type de transition majoritaire correspond aux landes colonisées par la strate arbustive dès 1964 (3-4-4-4-4), des zones (19 ha) qui sont donc restées arbustives pendant 40 ans, sans évolution vers l'arboré, malgré les modèles théoriques dominants.**

Contrairement aux idées reçues d'une fermeture massive des paysages véhiculées par de nombreux travaux, ce type d'analyse apporte donc des précisions et permet de tempérer les conclusions hâtives. Certes, on peut observer un cloisonnement, une fermeture paysagère, mais la majorité des zones d'estives est encore ouverte. La situation est donc plus compliquée qu'une « simple » fermeture qui ne décrit pas la réalité de la variabilité et de la stochasticité des trajectoires.

Une analyse théorique des séquences évolutives s'impose, et nous chercherons donc à distinguer les thématiques et leur évolution temporelle en discriminant les années antérieures à 1980, la période de transition 1980-2000 et les années postérieures à 2000. Par le biais de cette méthode, nous pourrions à la fois spatialiser et temporaliser les dynamiques.

II.3.1. Des espaces pâturés de meilleure qualité

L'amélioration du pâturage et son extension spatiale se traduisent par différents types de séquences issues des pratiques au cours de la période :

- séquences passant de la lande à la pelouse (code 3 à 2), qui sont majoritaires ;
- coupes de bois, recul des strates arborées et arbustives au profit des pâtures (codes 4-5 à 2) ;
- drainage, assèchement, sur Manson (code 8 à 2) ;
- stabilisation et reconquête végétale de zones précédemment érodées (code 1 vers 2) ;
- arrêt des cultures/prés de fauche et mise au pâturage (code 7 à 2).

Ainsi ces séquences recouvrent 24 % de l'ensemble des séquences révélées par l'analyse (1436 sur 6034) ; cf. fig.89, 90 et 91.

Tout au long de la période, **les espaces composés de landes qui ont évolué vers des pelouses recouvrent 268 ha soit 27 % de la surface totale des estives. Ces séquences sont très majoritaires sur l'estive de Manson (tab.39, fig.89) où elles concernent 62 % de la couverture végétale globale.** La prépondérance de *Cytisus scoparius* sur cette estive explique les phases d'extension rapide de la lande et le retour à la pelouse est dû en grande partie aux actions humaines (coupe, ramassage, girobroyage selon l'évolution temporelle des pratiques). L'importante banque de graines du sol lui permet donc à la fois de s'étendre rapidement, mais aussi de former des peuplements assez denses pour bloquer les successions vers l'arbustif et l'arboré, ceci dans un contexte d'abandon ou de sous-exploitation peu durable. On peut remarquer que la période 1980-2000 est cruciale pour la disparition de la lande sur les parcs de Saint-Aubin et Monges nord et sud. Ceci est lié sans conteste à

la reprise de l'estive par le groupement pastoral en 1992, et aux diverses campagnes de girobroyage en layon avec retour du troupeau en nombre suffisant. Les landes du puy de Manson et de Roche Merle (zones plus excentrées) ont, quant à elles, disparues plus tardivement, à partir des années 2000.

Pelouses	Manson			Orcines			Recoleine		
	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total
Issues de landes	131 ha	90 %	62 %	98 ha	79 %	15 %	39 ha	83 %	29 %
Issues des coupes	7 ha	5 %	3 %	15 ha	12 %	2 %	5 ha	11 %	3,5 %
Issues d'assèchement	6 ha	4 %	3 %	0	0	0	0	0	0
Issues du sol nu	1 ha	0,5 %	0,5 %	10 ha	8 %	1,5 %	1 ha	2 %	0,5 %
Issues de cultures	1 ha	0,5 %	0,5 %	1 ha	1 %	0,5 %	2 ha	4 %	1,5 %

Tableau 39 : Bilan de l'amélioration du pâturage sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers la pelouse sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.

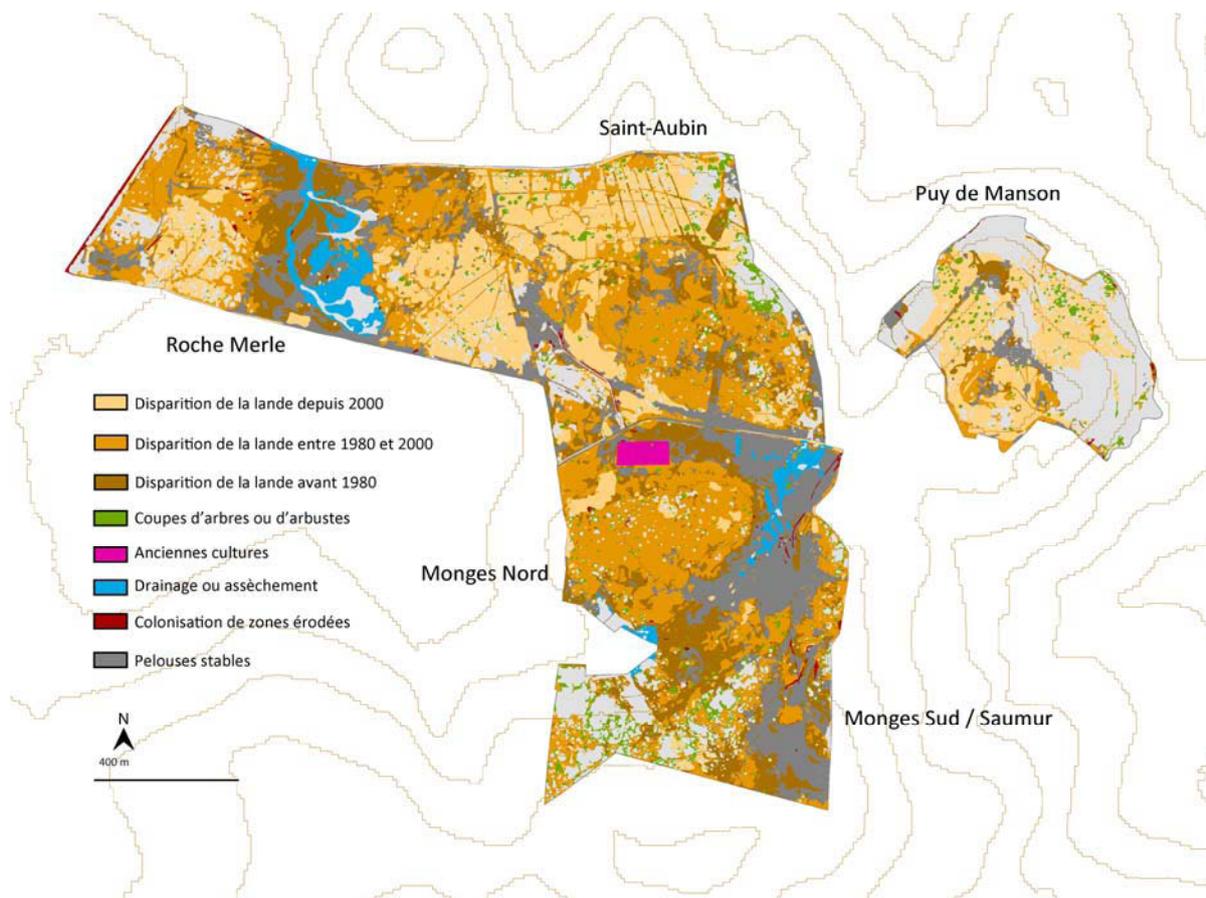


Figure 89 : Carte de l'amélioration des zones de pâturage sur la période 1950-2010 de l'estive de Manson.

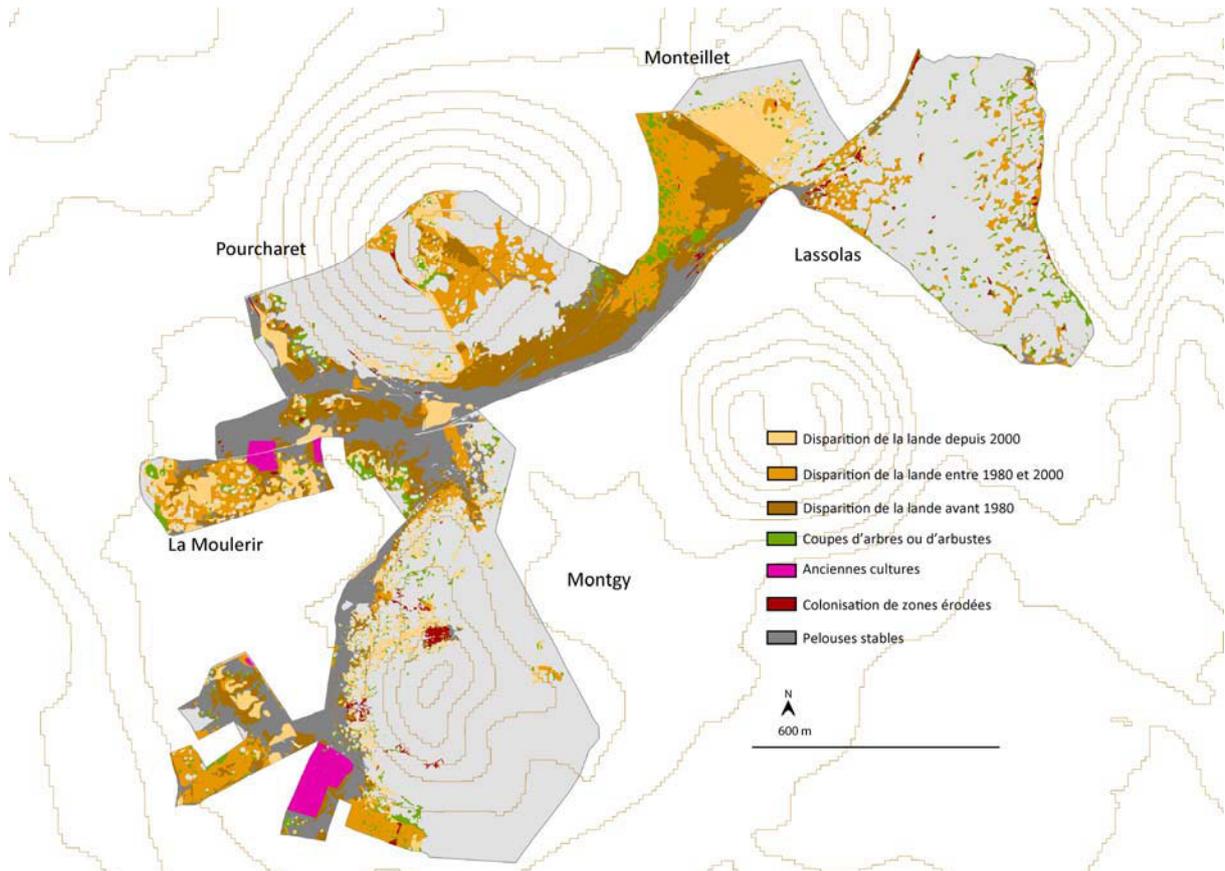


Figure 90 : Carte de l'amélioration des zones de pâturage sur la période 1950-2010 de l'estive de Recoleine.

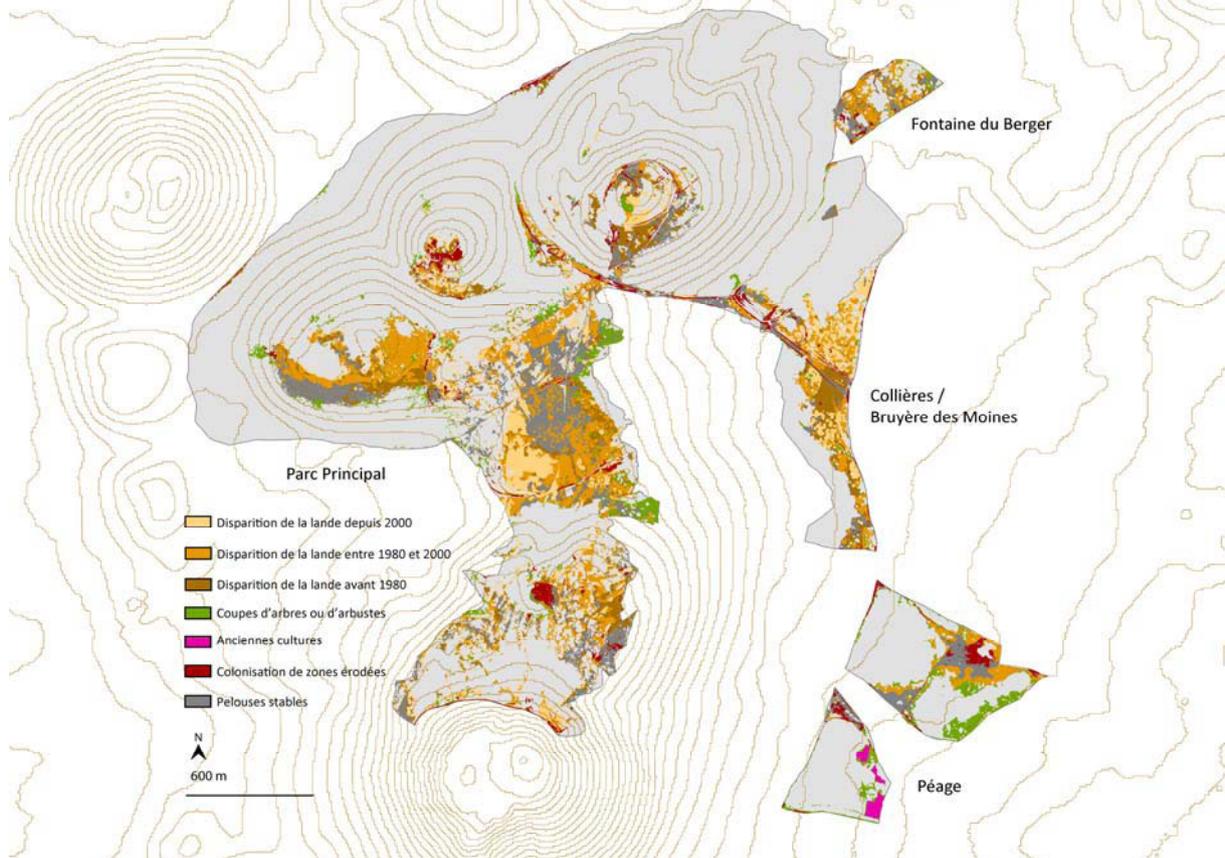


Figure 91 : Carte de l'amélioration des zones de pâturage sur la période 1950-2010 de l'estive d'Orcines.

Sur Recoleine (tab.39, fig.90), ce type de succession couvre 29 % de l'espace. Il est clairement localisé en bas de cône (plaine du Pourcharet, de Montgy et de Monteillet) et sur le parc de La Moulerir. Sur cette estive, la pratique pastorale de parcage du bétail est la cause première de la présence de ce type évolutif, lié au recul de la lande à *Calluna vulgaris* par une meilleure fertilisation. A noter que le parc de la Moulerir est souvent caractérisé par les mêmes tendances évolutives que les parcs de Manson : faiblesse de l'embroussaillage actuel, dynamique ligneuse très limitée sur la période et cycles répétés lande/pelouse, avec amélioration du pâturage. Sa situation, à proximité du village, et son accès aisé en bordure de chemin sont sans doute la cause de telles évolutions.

Enfin, sur Orcines (tab.39, fig.91), ces séquences couvrent 15 % de l'espace et sont très représentatives des zones préférentielles du troupeau. Ainsi en contrebas des puys, on les retrouve sur les parcs de Collières et de la Fontaine du Berger ; la plus grande facilité d'accès en est probablement la cause. Dans la zone centrale, on les retrouve majoritairement sur les sommets des puys, espaces de chôme du bétail. Le Traversin est très marqué par ces séquences et peut même être caractérisé uniquement par celles-ci ainsi que par une forte stabilité de la pelouse. Une partie du flanc nord du puy de Dôme et du petit puy de Dôme est aussi marquée par cette amélioration, il s'agit ici essentiellement du recul de la lande à *Calluna vulgaris* et à *Vaccinium myrtillus*.

Les arbustes et arbres coupés tout au long de la période au profit de pelouses en 2004 couvrent un espace total de 27 ha (2,75 % de la surface totale). Ces séquences couvrent 1050 possibilités et n'ont donc chacune qu'un faible recouvrement spatial. Les coupes sont majoritaires à partir des années 1975, 20 ha sont postérieurs à cette date. La plus forte proportion des strates arbustives et arborées à partir des années 1980 permet des coupes plus drastiques, et les financements OGAF ont permis de les pratiquer. Leur localisation est prépondérante dans les zones accessibles sur Orcines et Recoleine, alors que sur Manson, elles sont plutôt disséminées.

Les espaces drainés sur la période sont uniquement présents sur l'estive de Manson. Ils ne représentent que 6 ha soit 0,57 % du domaine pastoral global. On peut cependant signaler qu'une séquence recouvre plus de 30 % de ces espaces, elle correspond aux zones humides drainées entre 1954 et 1964 (financées par la SOMIVAL). Les autres séquences sont donc beaucoup plus minoritaires.

Les zones de sol nu colonisées par la pelouse sont très minoritaires d'un point de vue spatial. Elles ne représentent que 12 ha (dont 10 ha sur Orcines), soit 1,3 % de l'espace total sur toute la période. Parmi les séquences représentées au sein de cette catégorie, l'une d'elles est particulièrement importante, et couvre 23 % de ce type d'espace : il s'agit des zones de sol nu apparues en 1974 et recolonisées par la suite¹²⁰. Mais, d'une manière générale, ces séquences, en lisières de cicatrices d'érosion et de l'élargissement des chemins, dus à une surfréquentation locale et touristique, sont assez fluctuantes dans le temps.

La disparition des cultures au profit de la pelouse sur toute la période est également peu représentative dans l'espace, ces zones ayant été rapidement colonisées par des essences ligneuses (et peu présentes dans les années 1950). Elles ne couvrent que 3 ha sur les trois estives (0,4 % de l'espace). Au sein de cette catégorie, 68 % des cultures ont disparu entre 1954 et 1964, ce qui correspond aux analyses effectuées précédemment.

II.3.2. Embroussaillage de l'espace pâturé

L'extension de la lande sur l'espace pastoral est également d'origine variée (fig.92, 93 et 94). Elle est issue de pelouses, de coupes de bois et d'anciennes cultures. Les zones humides colonisées par des landes ne représentant qu'à peine 100 m², nous avons décidé de ne pas les décrire ici.

¹²⁰ Séquence : 22122

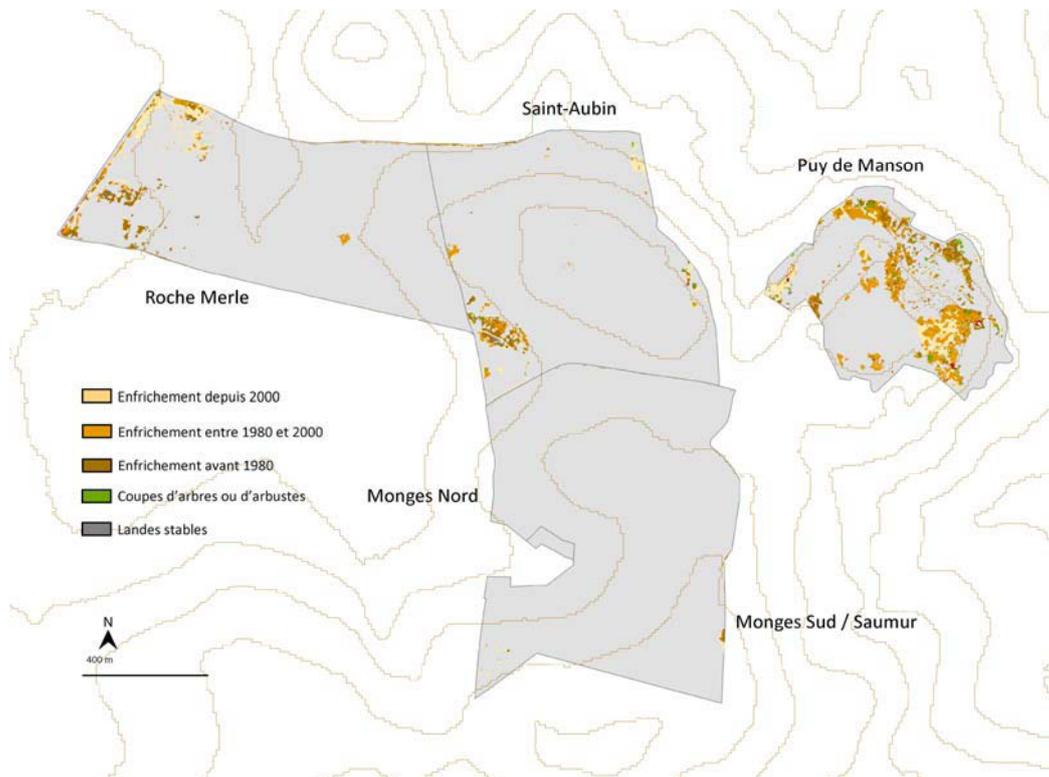


Figure 92 : Carte des zones d'enrichement sur la période 1950-2010 de l'estive de Manson.

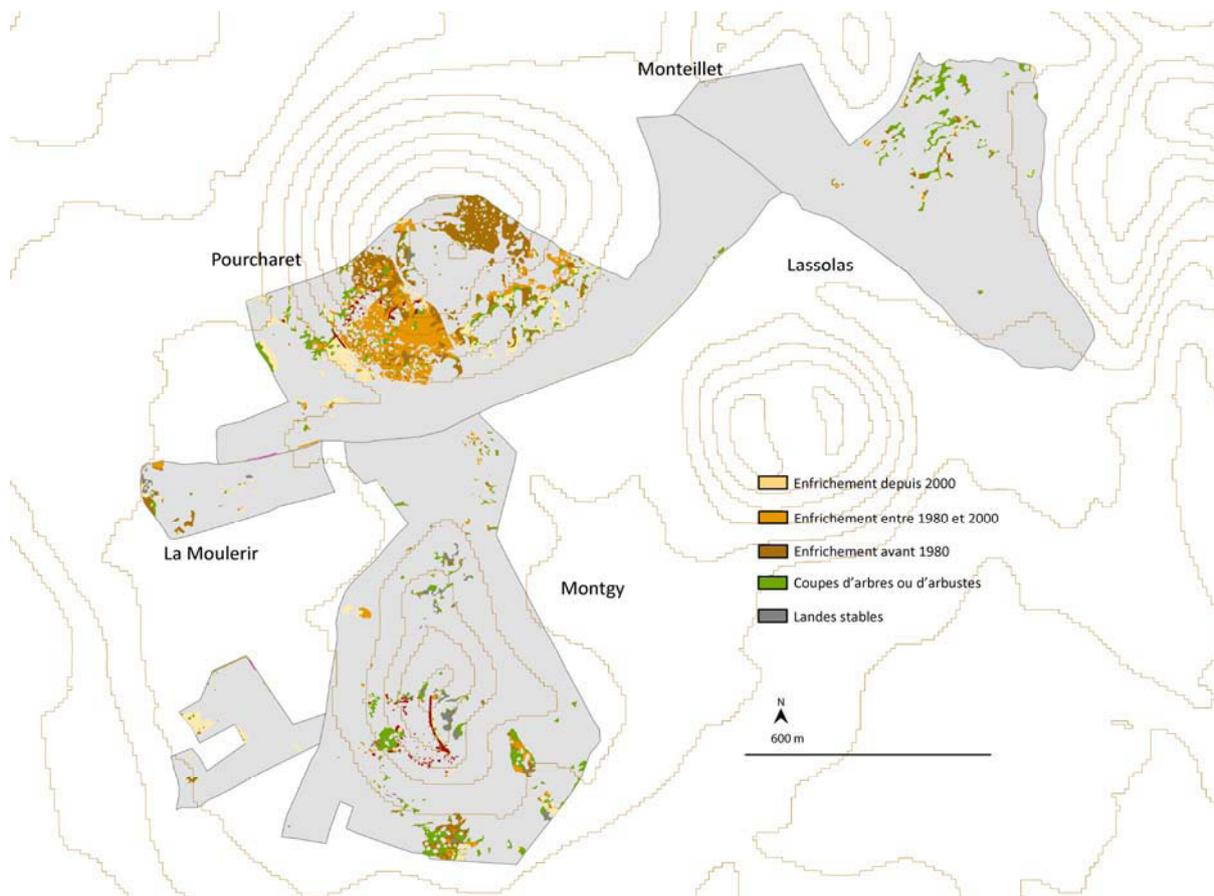


Figure 93 : Carte des zones d'enrichement sur la période 1950-2010 de l'estive de Recoleine.

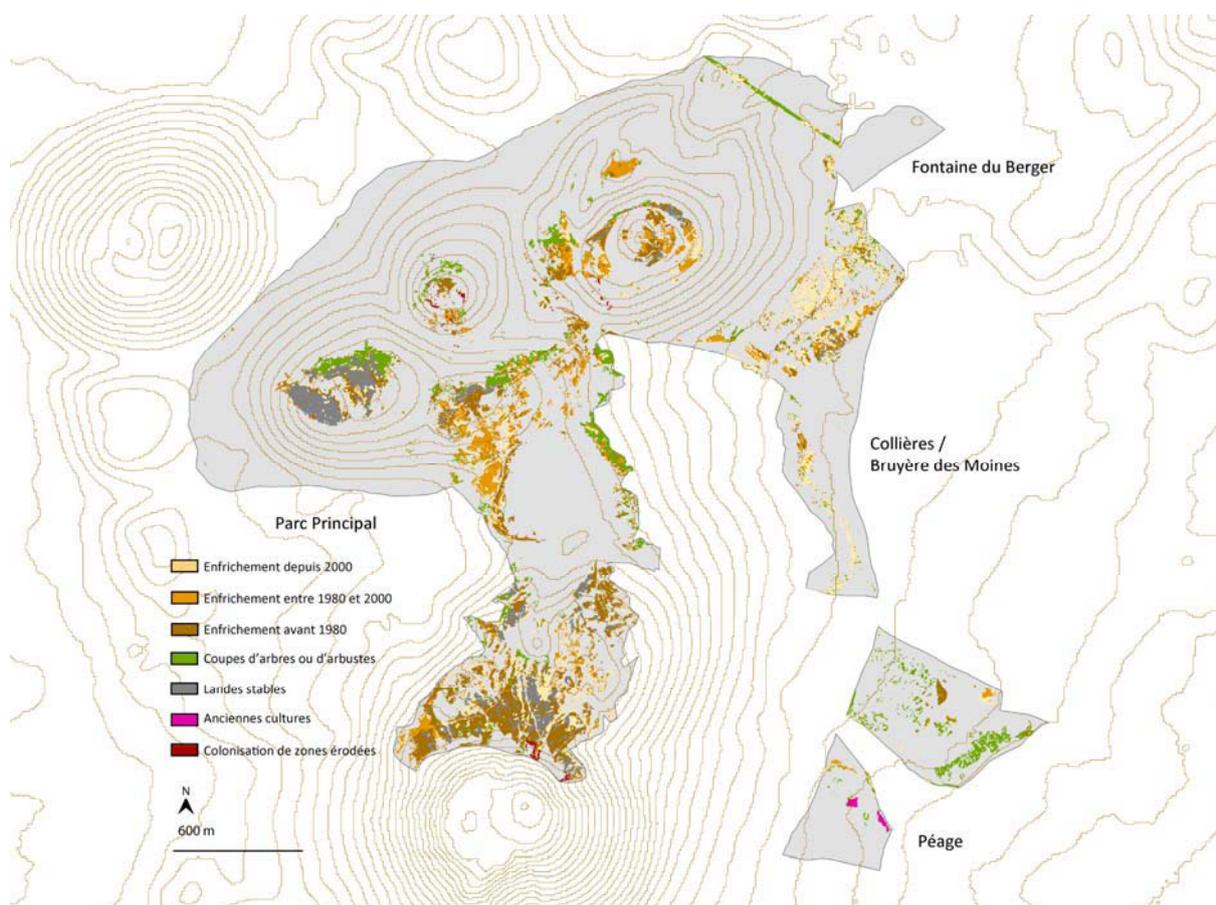


Figure 94 : Carte des zones d'enrichissement sur la période 1950-2010 de l'estive d'Orcines.

Landes	Manson			Orcines			Recoleine		
	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total
Issues d'herbacées	11 ha	96 %	5 %	70 ha	81 %	11 %	8 ha	70 %	6 %
Issues de coupes	0,5 ha	4 %	0,2 %	16 ha	18 %	2,5 %	3 ha	26 %	2 %
Issues du sol nu	0 ha	0 %	0 %	0,6 ha	0,7 %	0,1 %	0,4 ha	4 %	0,3 %
Issues de cultures	0 ha	0 %	0 %	0,3 ha	0,3 %	0 %	0 ha	0 %	0 %

Tableau 40 : Bilan de l'enrichissement sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers la lande sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.

L'espace couvert par des landes issues d'anciennes pelouses/prairies est le plus important au sein de cette catégorie avec 89 ha (soit 8,9 % de la surface totale des estives, tab.40). Cette dynamique est très présente sur le puy Pourcharet avec des ptéridaies et des cytisaies (Recoleine, fig.93), et celui de Manson (en lisière des bosquets et zones forestières, cytisaies, fig.92) mais surtout sur l'estive d'Orcines (fig.94). En effet, cette dynamique est typique du flanc nord du puy de Dôme, des sommets de cônes (Pariou, Grand Suchet, Clierzou), et du Petit Suchet ; il s'agit ici essentiellement ici de landes à *Calluna vulgaris* et à *Vaccinium myrtillus*. On la retrouve également sur le Parc des Collières, principalement en lisière du front de *Corylus avellana* à l'ouest du parc, avec des ptéridaies.

Les coupes de bois ayant entraîné l'installation de landes sont moins importantes que celles ayant favorisé la pelouse, avec 20 ha de recouvrement total, soit 2 % de l'espace. Elles ont eu lieu majoritairement après les années 1980, donc une fois les groupements pastoraux mis en place. On peut déduire de leur recouvrement moindre une assez bonne gestion de l'espace après les coupes (le troupeau est amené sur les zones éclaircies) aboutissant ainsi à un enrichissement limité. En témoignent surtout les estives de Manson et Recoleine, où cette catégorie est quasi inexistante. En revanche, on la retrouve beaucoup plus sur Orcines qui, en raison de sa taille, est plus difficile à

gérer. Ces zones de coupes sont situées au pied du puy Pariou, au sommet du Grand Suchet, et en lisière est du parc du Péage nord.

Les zones de sol nu colonisées par des landes sont également beaucoup moins nombreuses que celles colonisées par des pelouses, puisqu'elles recouvrent seulement 1 ha. On les trouve principalement sur Orcines, sur le flanc nord du puy de Dôme, le long de la route d'accès au sommet, mais également au sein de la cicatrice d'érosion du Pariou et de celle de Montgy sur Recoleine.

Enfin les anciennes cultures colonisées par les landes ne représentent que 0,3 ha et ne sont présentes que sur Orcines.

II.3.3. Des colonisations arbustives et arborées variées

L'analyse des séquences associées à la colonisation de l'espace pâturé par des essences forestières montre une forte variabilité des résultats. Les modèles théoriques prépondérants dans la Chaîne des puys, et couramment décrits dans la littérature, laissaient présager des successions assez linéaires avec quatre stades : pelouse, lande, sous-arbustif et arbustif et enfin arborescent, en une trentaine voire une quarantaine d'années (tab.42, fig.97). Ces modèles sont, comme nous l'avons décrit précédemment, issus pour la plupart d'études traduisant un abandon de parcelle daté et définitif. Notre analyse se situe dans une gamme de situations plus complexes, avec abandon et/ ou sous-exploitations et reprises assez aléatoires, liées aux contraintes socio-économiques et sanitaires de la période. Ces espaces pastoraux sont, de plus, encore pâturés de nos jours.

La superposition des cartes de couverture végétale annuelles a donc permis de dégager plusieurs types de séquences évolutives :

- les successions végétales vers l'arbustif, issues de pelouses et de landes,
- les successions végétales vers l'arboré, issues de l'arbustif mais aussi directement sur pelouses et landes.

Les zones colonisées par des arbustes et encore arbustives de nos jours couvrent 24 % de la surface des estives de Recoleine et Orcines (Manson n'est pas concernée par ces successions, la plupart étant déjà au stade arboré, tab.41).

Arbustes	Manson			Orcines			Recoleine		
	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total
Issus d'herbacées	1 ha	25 %	0,5 %	89 ha	50 %	14 %	5 ha	25 %	4 %
Issus de landes	1 ha	25 %	0,5 %	71 ha	40 %	11 %	10 ha	50 %	9 %
Issus herb.landés	2 ha	50 %	1 %	19 ha	10 %	2,9 %	5 ha	25 %	4 %

Tableau 41 : Bilan de la colonisation arbustive sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers l'arbustif sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.

Parmi ces espaces, les plus courants sont les plus anciennement colonisés, ils sont prépondérants sur Orcines (qui cumule la plus forte proportion de boisement) alors que sur Recoleine ce sont les stades postérieurs à 1980 qui dominent (Manson est très peu concernée). On ne peut donc que constater une **forte inertie dans les successions sur l'estive d'Orcines**. Les espèces n'étant pas les mêmes sur ces deux estives, avec des résineux (*Picea*, *Pinus*) sur Recoleine et des feuillus sur Orcines, on peut relier cet état à un type d'espèce particulier, les résineux (*Picea* et *Pinus*) de Recoleine étant probablement plus prompts à une extension et une croissance rapide alors que les feuillus (*Corylus* puis *Fagus*) sur Orcines sont plus lents. Au sein de cette classe, nous pouvons distinguer différentes séquences avec passage ou non par les stades de pelouse et de lande, et des vitesses de passage d'un stade à un autre différentes.

Sur Recoleine, deux types de séquence sont présents sur Montgy à 95 % (fig.95).

Les séquences classiques (en lien avec les modèles théoriques), issues de pelouses et avec passage par un stade lande, sont situées sur les pentes du puy Montgy, en exposition sud, sud-est principalement et sont postérieures, pour la plupart, aux années 1980. Les espèces en présence sont sur ce puy essentiellement *Juniperus communis* et de jeunes *Picea abies*. Ce front de colonisation récent est issu principalement de la plantation voisine, sur les sectionaux situés à l'est du puy de Montgy et sur le puy de Montjager. La nature de ces espèces, résineuses et peu appétentes, provoque des difficultés de gestion du front qui s'étend significativement vers les flancs ouest et nord du puy. On retrouve également sur Montgy les séquences issues de landes (majoritaires avec 50 % de ce type de séquence) en 1954 et évoluant vers des arbustes majoritairement après les années 1980, notamment aux expositions sud/sud-est, mais beaucoup moins aux expositions nord. Les séquences issues d'herbacées sont majoritaires sur le Pourcharet.



Figure 95 : Successions végétales caractérisant l'évolution des strates de landes et de pelouses vers le stade arbustif sur le puy Montgy (Recoleine).

Sur Orcines, les séquences sont plus nombreuses et diversifiées. La colonisation des pelouses par des espèces arbustives couvre 50 % de ce type de séquence (fig.96, D). Il s'agit principalement de fronts de *Corylus avellana*, et 32 % ont eu lieu avant les années 1980. La stratégie spatiale est ici clairement de type frontal et aréolaire (nucléation à partir de bosquets), du bas des puys vers leur sommet. Le puy Pariou est typique de ce type de succession, mais il se retrouve également sur le front de *Corylus avellana* du parc des Collières. On peut noter que ces espaces marqués par la précocité de la

colonisation arbustive sont encore au stade arbustif aujourd'hui, soit 40 à 50 ans plus tard, ce qui est contradictoire avec les modèles prédominants.

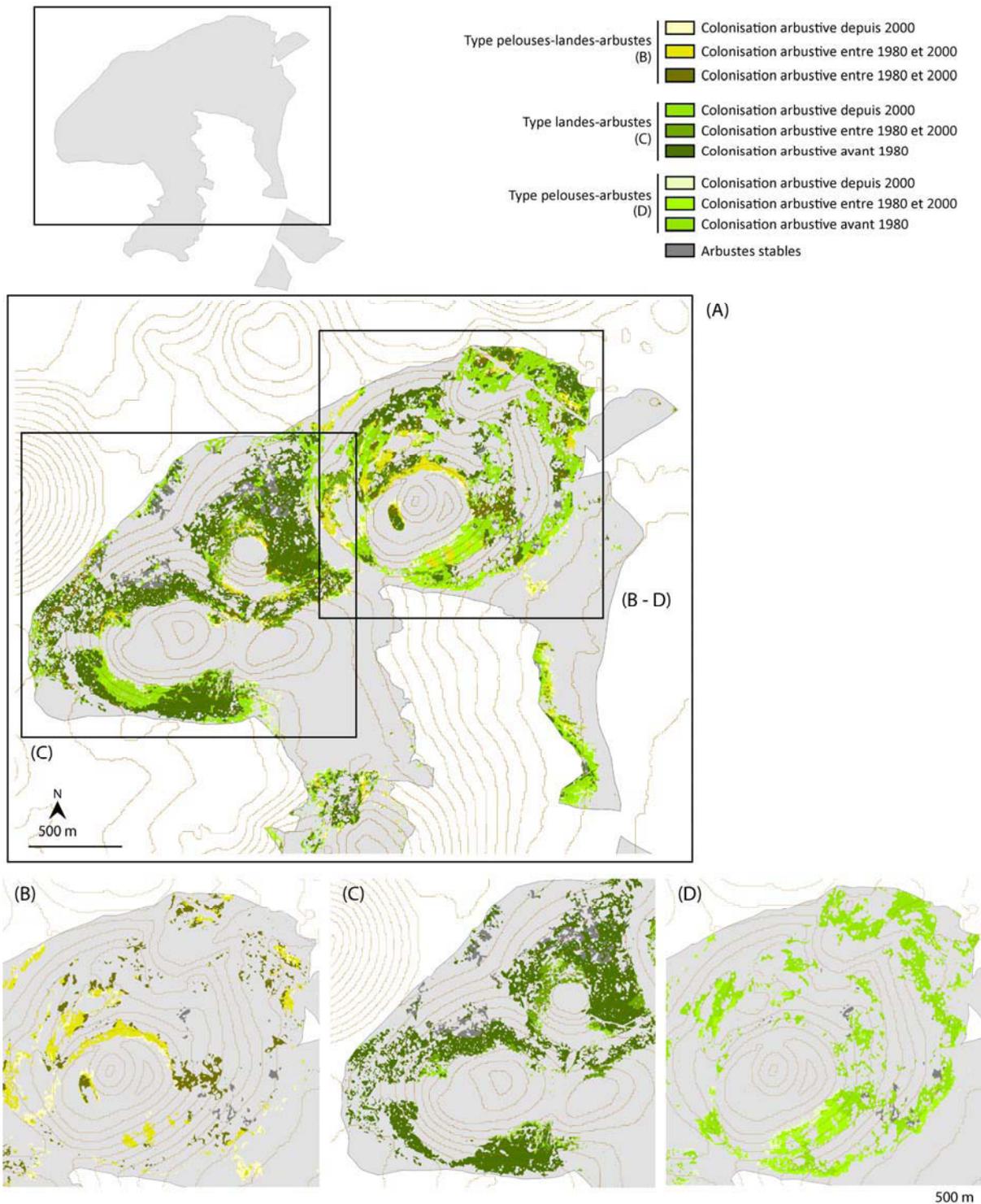


Figure 96 : Successions végétales caractérisant l'évolution des landes et pelouses vers un taillis arbustif sur Orcines. (A) représente l'ensemble des successions vers le stade arbustif. (B) indique les successions de type pelouse-lande-arbustif sur le Pariou. (C) indique les successions de landes à arbustes sur le Clerzou et le Grand Suchet et (D) celles des pelouses vers les arbustes sur le Pariou; ceci sur l'ensemble de la période analysée.

Le type de colonisation prépondérant sur le Clerzou et le Grand Suchet, issu de landes (fig.96, C), est lié à l'installation arbustive la plus ancienne (dès 1964). Il s'observe en exposition nord, en bas de cônes, et remonte progressivement et frontalement vers les sommets. En 1974, ce type de séquence se développe aussi massivement sur les flancs sud des puys (surtout le Grand Suchet).

Enfin, les séquences avec passage par le stade de pelouse puis de lande (fig.96, B) sont les moins importantes (10 %), contrairement à la littérature qui les désignait comme typiques. Elles sont circonscrites à une localisation particulière, principalement au sommet des puys, comme ceux du Pariou et du Clerzou.

Les successions plus complètes, jusqu'au stade arborescent/arboré, couvrent 227 ha, soit 23 % du domaine pastoral total. Nous avons pu dégager sept types différents, définis ci-dessous :

- **type a** : 2-3-4-5 : succession classique ;
- **type b** : 2-4-5 : colonisation arbustive sans passage par le stade lande ;
- **type c** : 3-4-5 : succession sans pelouse ou commencée avant la période d'étude ;
- **type d** : 2-3-5 : succession rapide sans transition visible par le stade arbustif ;
- **type e** : 2-5 : succession très rapide avec stade arboré présent en 10 ans ;
- **type f** : 3-5 : succession très rapide avec stade arboré présent en 10 ans ;
- **type g** : 4-5 : successions lentes ou précoces.

Arbres	Manson			Orcines			Recoleine		
	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total	hectares	% séqu	% total
Type a	1 ha	6 %	0,5 %	21 ha	12,5 %	3 %	14 ha	38 %	10 %
Type b	0,4 ha	3 %	0,2 %	37 ha	21,5 %	5,7 %	0,7 ha	2 %	1,5 %
Type c	3 ha	18 %	1,4 %	65 ha	37,5 %	10 %	12,3 ha	33 %	9 %
Type d	4 ha	24 %	1,9 %	9 ha	5 %	1,4 %	4 ha	10,8 %	8 %
Type e	1 ha	6 %	0,5 %	2 ha	1 %	0,3 %	3 ha	8 %	2 %
Type f	7 ha	43 %	3,3 %	11 ha	6 %	1,7 %	3 ha	8 %	2 %
Type g	0 ha	0 %	0 %	29 ha	16,5 %	4,5 %	0,1 ha	0,2 %	0 %

Tableau 42 : Bilan de la colonisation arborée sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers l'arboré sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.

Le type a (tab.42, fig.97), **représentatif des successions cohérentes avec les modèles théoriques**, recouvre donc tous les stades successionnels de la pelouse vers l'arboré. Ces successions **ne représentent que 16 % de l'ensemble des successions vers l'arboré**, soit 36 ha, elles ne sont donc pas majoritaires (3,6 % du domaine pastoral total). On les retrouve principalement sur le parc de Lassolas (Recoleine) et sur le parc du Péage septentrional, mais également au pied du Pariou et sur Collières (Orcines). Elles sont donc caractéristiques des zones planes à peu pentues. Au sein de ce type de séquence, on peut distinguer des variations dans les vitesses de passage d'un stade à un autre. Les plus rapides, avec 10 ans entre chaque stade¹²¹, sont localisées sur le parc des Collières et surtout sur Lassolas : elles couvrent 2,5 ha (6 % du type séquentiel) et on retrouve des résineux (*Pinus sylvestris* et *Picea abies*) sur ces deux parcs. Les séquences représentatives d'un blocage au stade de lande puis d'une installation rapide des stades arbustifs et arborés¹²² sont typiques de Lassolas, ce qui s'explique par la présence de callunaies, reconnues pour leur pouvoir inhibiteur. Elles couvrent 14 ha soit 39 % du type a. Les séquences ayant été bloquées ou plus lentes au stade arbustif¹²³ couvrent quant à elles 18 ha, 50 % du type a, on les retrouve plus majoritairement sur Orcines, en bas de cônes (vers la hêtraie) et sur le parc du Péage septentrional (bétulaie).

¹²¹ Successions : 222345, 223455, 234555

¹²² Successions : 233345, 223345, 233455

¹²³ Successions : 234445, 223445, 233445

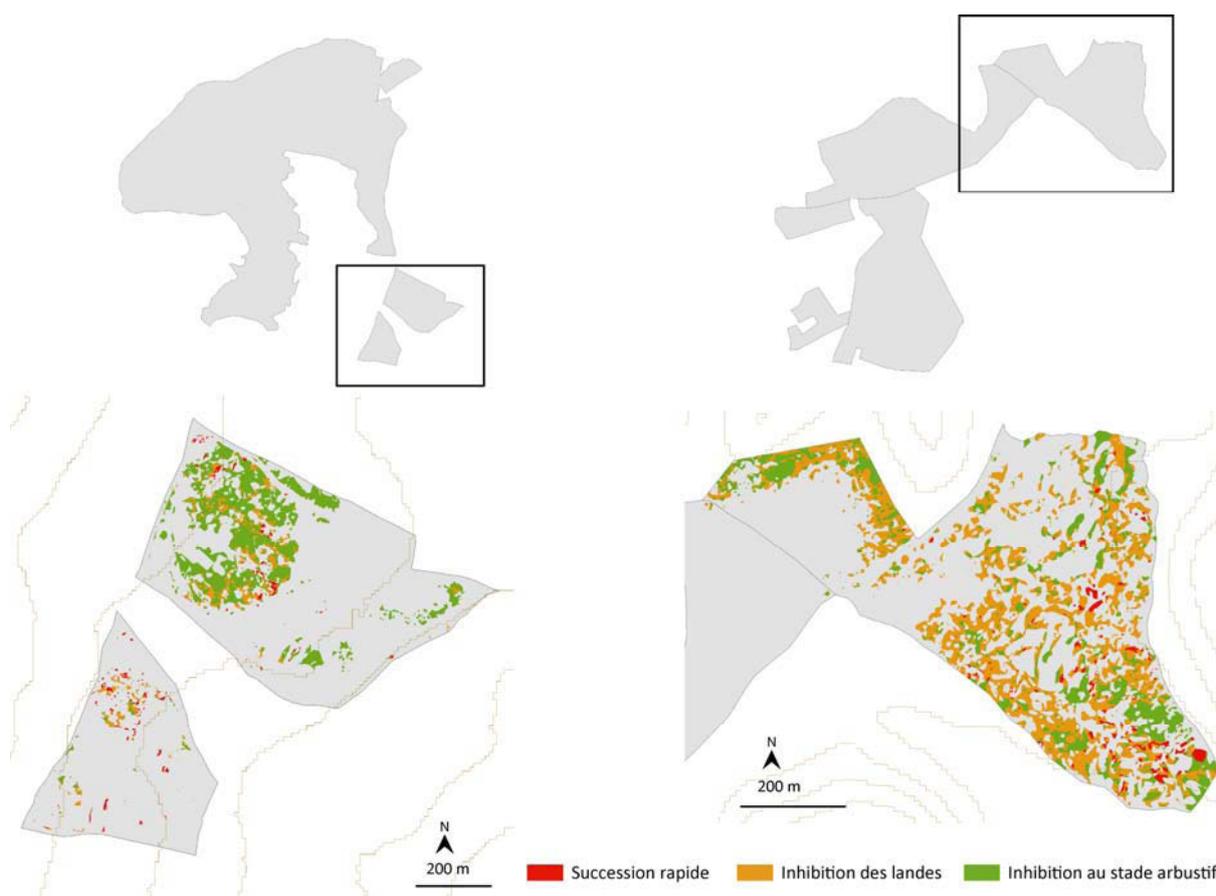


Figure 97 : Caractérisation et localisation des successions de type a (pelouse-lande-arbustif-arboré) sur les estives d'Orcines (parcs du Péage) et Recoleine (parc de Lassolas).

Les types b, c, d, e, f et g ont été regroupés dans les mêmes cartes par estive afin de simplifier la représentation graphique (fig. 98, 99 et 100).

Le type b, représentatif des **successions sans passage par le stade de lande** (ou très rapide, moins de 10 ans) est **typique de l'estive d'Orcines**. Il couvre 38 ha, soit 16 % de l'ensemble des successions vers l'arboré, est concentré en bas de cônes du Pariou et du Clerzou, mais se retrouve également sur les deux parcs du Péage et sur le cône du Pariou. La distinction par date d'installation (avant 1980 ; entre 1980 et 2000 ; après 2000) permet de dégager les semenciers, sources d'extension arborée et principalement des *Fagus sylvatica*. On retrouve ainsi les plus anciennes transitions en exposition nord-est sur le puy Pariou, en exposition nord du Grand Suchet et du petit puy de Dôme, qui sont des zones préférentielles d'installation de l'espèce, fraîches et humides. Cependant, avant 1980, elles sont peu représentées, avec seulement 5 ha soit 13 % de la séquence. L'apparition du stade arboré est en général plus tardif avec 15 ha apparus entre 1980 et 2000 (41 %) autour des semenciers existants, et de nouvelles implantations en exposition nord-ouest sur le Pariou, et sur les parcs du Péage. Enfin, la dernière séquence, postérieure à 2000, couvre 17 ha (46 %). Elle est majoritaire et caractéristique des pourtours de semenciers du puy Pariou, et s'établit donc par nucléation et par dispersion.

Le type c, avec une **colonisation sans démarrage ni passage par le stade pelouse** au sein de la période étudiée (il est peut-être antérieur) s'établit directement à partir de la lande. **C'est le type séquentiel majeur au sein des successions vers l'arboré avec 80 ha, soit 35 % de l'espace arboré actuel (8 % du domaine pastoral)**. Il est très représenté sur les pentes des volcans d'Orcines et Recoleine (Pariou, Clerzou, Grand Suchet et Montgy) mais aussi sur l'estive de Manson (parc de

Monges sud principalement et plus disséminé sur les autres parcs) et dans les zones de faibles pentes comme le parc de Lassolas (Recoleine), ou les parcs du Péage.

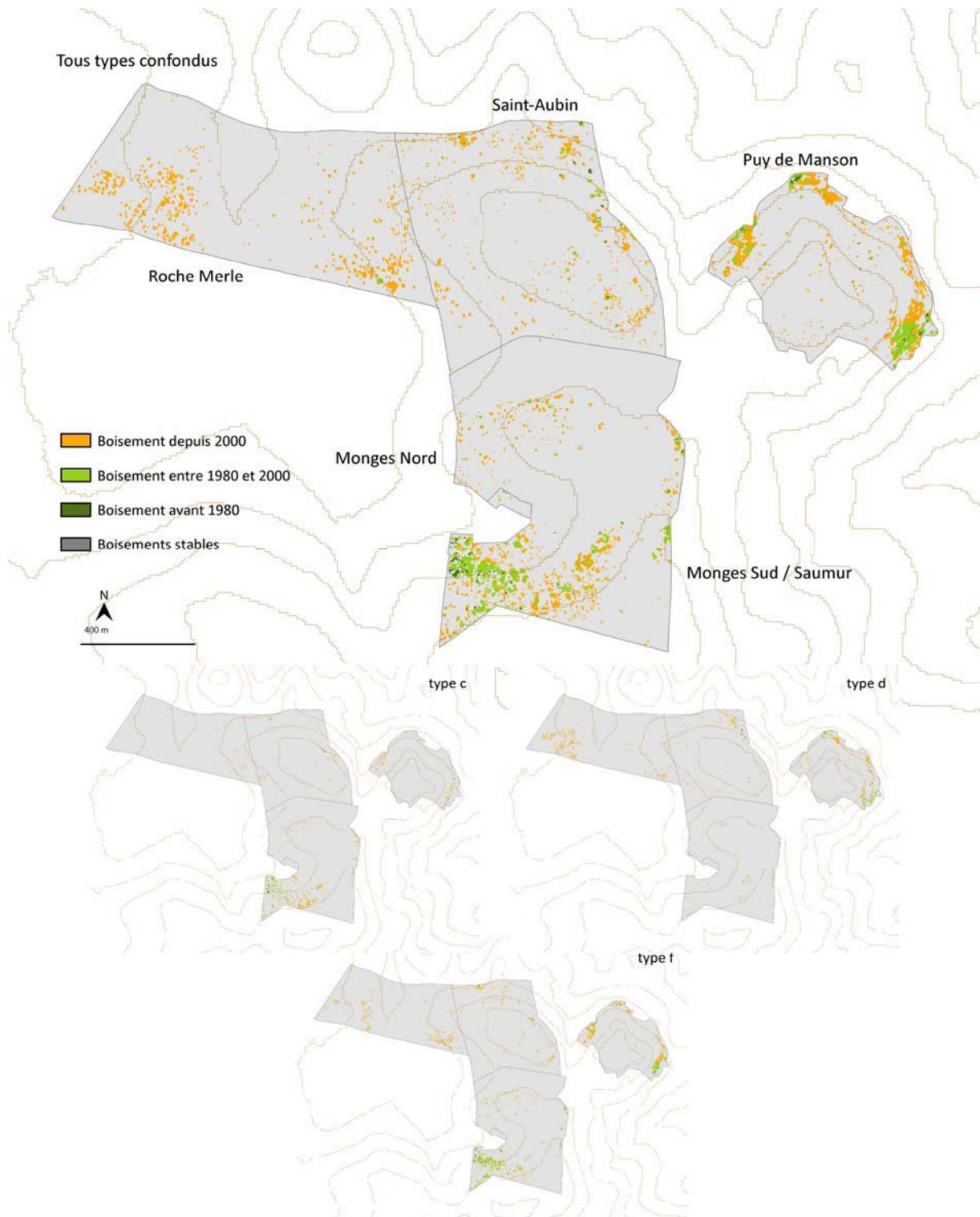


Figure 98 : Caractérisation et localisation des successions vers l'arboré sur l'estive de Manson ; type c : landes-arbustif-arboré ; type d : pelouses-landes-arboré ; type f : landes-arboré.

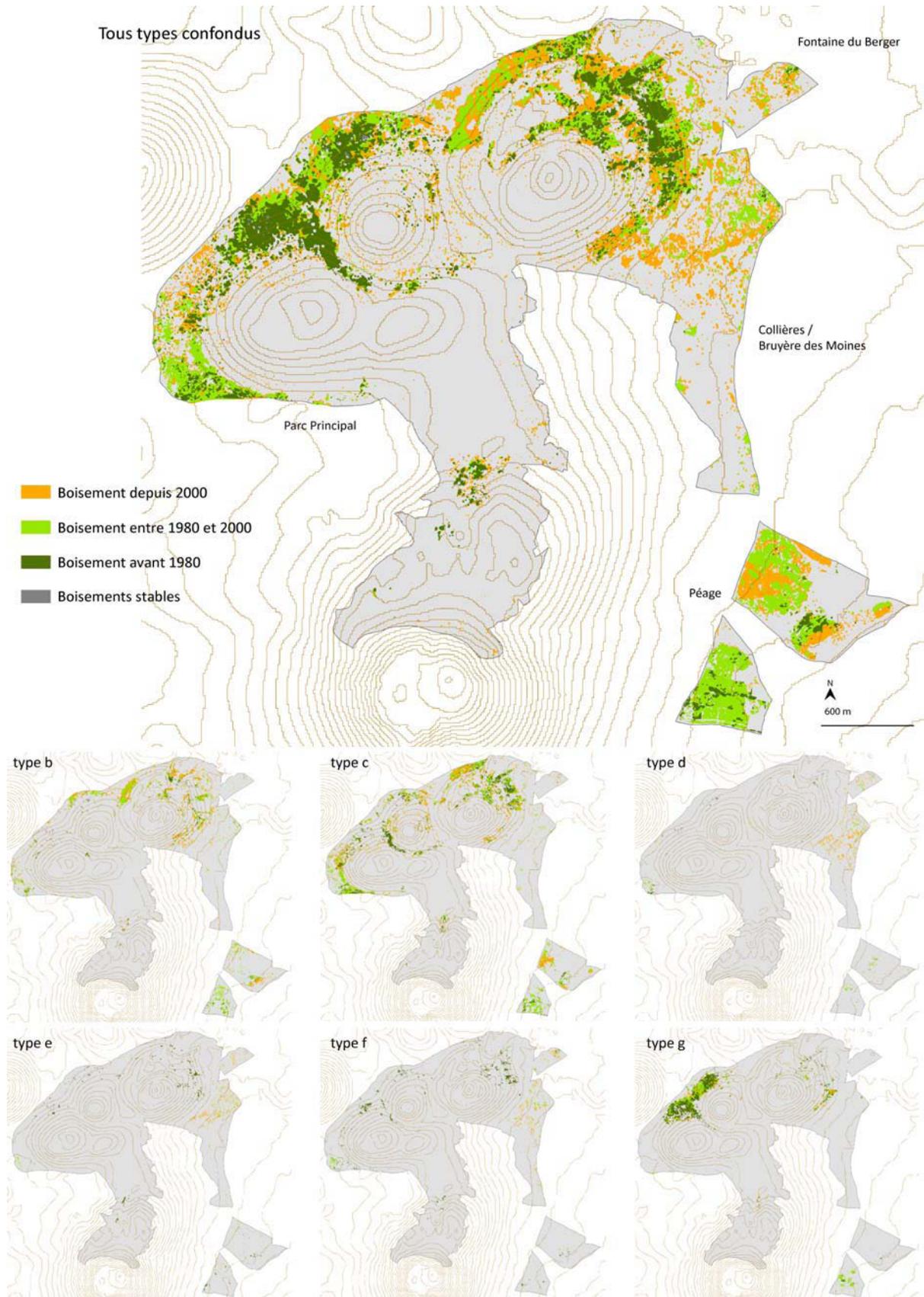


Figure 99 : Caractérisation et localisation des successions vers l'arboré sur l'estive d'Orcines. ; type b : pelouse-arbustif-arboré ; type c : landes-arbustif-arboré ; type d : pelouses-landes-arboré ; type e : pelouses-arboré ; type f : landes-arboré et type g : arbustif-arboré.

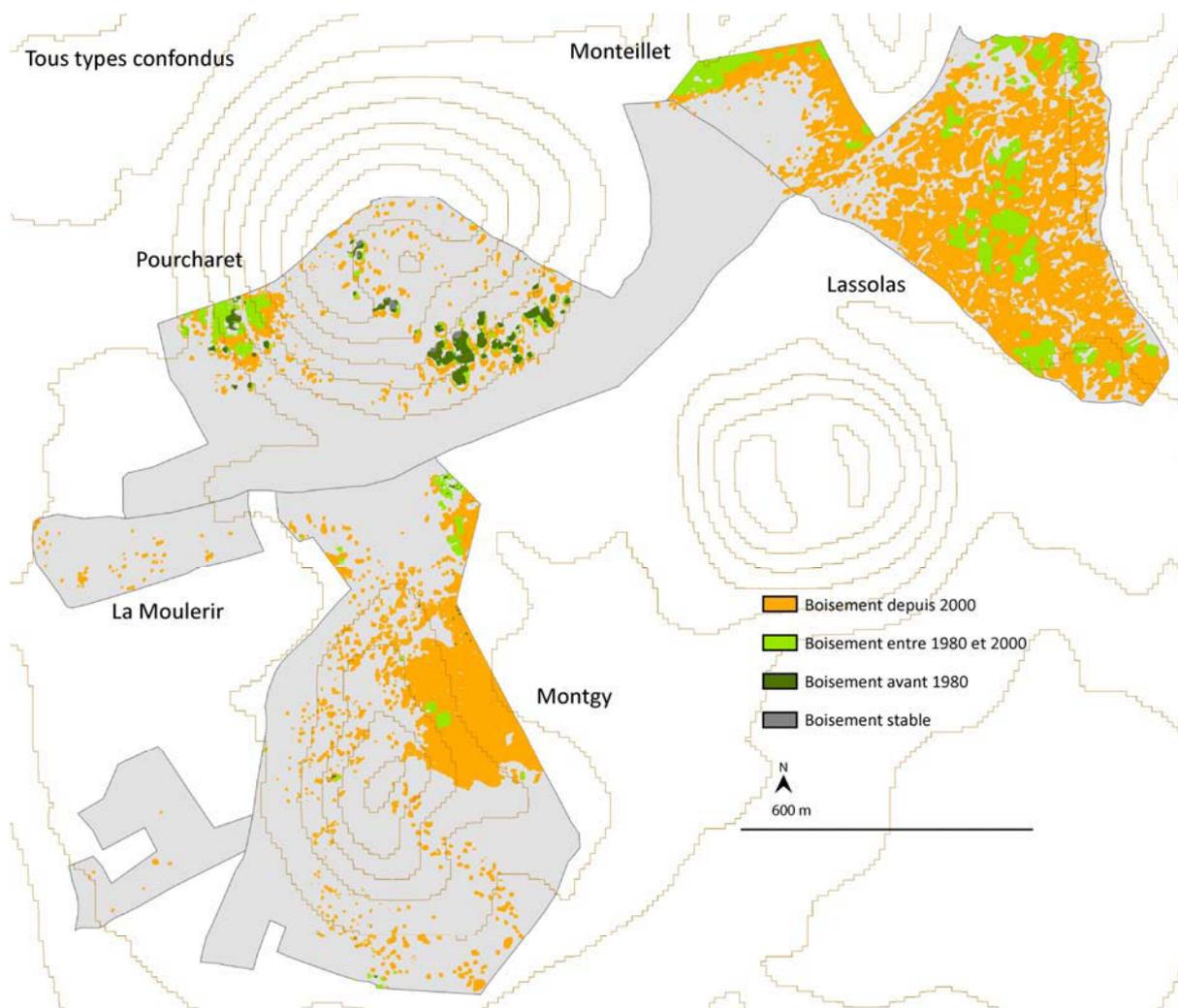


Figure 100 : Caractérisation et localisation des successions vers l'arboré sur l'estive d'Orcines. ; type b : pelouse-arbustif-arboré ; type c : landes-arbustif-arboré ; type d : pelouses-landes-arboré ; type e : pelouses-arboré ; type f : landes-arboré et type g : arbustif-arboré.

Nous avons scindé les successions de ce type selon les trois mêmes classes temporelles que pour le type b. Ainsi, avant les années 1980, on retrouve ces successions principalement au nord du Pariou, au sud du Clierzou et du Grand Suchet et sur les parcs du Péage. Elles sont absentes de Manson et Recoleine et leur recouvrement est de 16 ha soit 20 % du type c. Dans les années 1980-2000, on observe une extension de l'arbre autour des secteurs précédents sur Orcines, dans le bosquet à l'ouest du Pourcharet et au sein du parc de Lassolas ; ce type couvre 24 ha soit 30 %. Enfin, les séquences récentes, avec une apparition de l'arbre postérieure aux années 2000, couvrent 40 ha, soit 50 % du type c, elles sont donc majoritaires au sein du type et au sein de toutes les séquences vers l'arboré soit 17,6 % de l'ensemble de ces séquences (4 % du domaine pastoral). On les retrouve en grande concentration sur Montgy et Lassolas (Recoleine), plus disséminées sur Manson (Monges sud) et autour des semenciers existant sur Orcines.

Le type d correspond à des **successions rapides sans passage visible par le stade arbustif**. Elles couvrent 17 ha, soit 7,5 % de l'espace arboré actuel, et sont assez disséminées. On les retrouve principalement sur le parc des Collières et de la Fontaine du Berger (Orcines), à l'ouest de Roche Merle et à l'est du puy de Manson (Manson), sur Lassolas et Pourcharet (Recoleine). Les séquences qui sont antérieures à 1980 (6 %) sont majoritairement situées dans ces secteurs et disséminées sur les flancs du Pariou. Les séquences avec apparition de l'arbre entre 1980 et 2000 en représentent 24 %, on les retrouve sur les parcs du Péage et à l'ouest du Grand Suchet principalement. Enfin, les séquences postérieures à 2000 sont surreprésentées : elles regroupent 70 % du type.

Le type e représente les **successions très rapides avec apparition du stade arboré en une dizaine d'années sur des pelouses**. Il couvre 6 ha soit 2,7 % de l'ensemble des séquences vers l'arboré. On le trouve sur le parc des Collières et principalement sur le flanc sud de Pourcharet (Recoleine) autour des vieux chouradous (très vieux *Fagus sylvatica* valorisés pour leur fonction d'abri du bétail). Leur installation est récente sur Collières et ancienne sur Pourcharet, le type intermédiaire (apparition du stade arboré entre 1980 et 2000) étant peu représenté.

Le type f, qui correspond à **l'installation rapide de l'arbre sur des landes**, couvre 21 ha, soit 9 % des successions vers l'arboré. Il est assez disséminé spatialement, même si on le trouve beaucoup sur **Manson, où il constitue le type principal** (7 ha). Sa répartition dans l'espace révèle la même temporalité que pour le stade précédent avec une installation ancienne plus forte sur les puy d'Orcines et plus récente sur Manson, les Collières et Montgy.

Enfin, **le type g**, caractérisé par des **stades arbustifs longs et une apparition de l'arboré précoce**, recouvre 29 ha, soit 12,7 % de l'ensemble des successions vers l'arboré, et elles sont **typiques d'Orcines**. En effet, les installations arborées antérieures à 1980 (précoces) sont prépondérantes (56 %) et localisées sur les flancs nord du Clierzou et du Grand Suchet où elles forment un massif dense de *Fagus sylvatica*. Les successions avec apparition du stade arboré entre 1980 et 2000 (32 %) sont présentes sur le parc du Péage méridional et en exposition ouest du Clierzou ; elles sont issues de l'installation des arbres à la période précédente. Les successions caractérisées par des stades arbustifs longs sont peu courantes et un essor arboré tardif, postérieur à 2000 (14 %), on les retrouve en exposition sud-est au pied du Pariou.

II.3.4. Autres successions

Parmi l'ensemble des séquences analysées, celles correspondant à une érosion des sols sont faiblement représentées dans l'espace et couvrent seulement 8 ha. Elles sont issues de pelouses (65 %) et de landes (35%). **Les zones érodées sont apparues à 65 % à partir des années 2000**, elles correspondent principalement au ravinement des chemins de randonnée (autour du Pariou, accès au puy de Dôme), mais aussi autour des parcs de tri (Manson). Les érosions plus anciennes sont moins liées aux impacts anthropiques contemporains ; elles se situent autour des cicatrices d'érosion (Montgy, Pourcharet, Pariou) et correspondent aux ravines comme celle du petit puy de Dôme (période 1980-2000).

Il est également possible de distinguer **l'évolution des anciennes cultures et prés de fauche** (fig.101). Sur Manson et Releine, celles que l'on pouvait distinguer en 1954 ont disparu dans les années 1960, elles sont toutes herbacées depuis les années 1980. En revanche, sur Orcines, on peut dégager des phases successives dans leur abandon qui suivent un gradient de distance aux villages (Fontanas et la Font de l'Arbre sur la commune d'Orcines, au sud-est de la zone d'estive) : les plus anciens abandons étant les parcelles les plus éloignées. Leur évolution montre que plus de la moitié d'entre-elles sont aujourd'hui arborées (1,4 ha).



Figure 101 : Localisation des retraits agricoles sur les sectionaux d'Orcines, selon un gradient d'éloignement aux villages situés au sud-est de la zone.

Cette analyse plus précise des types de succession issus de la cartographie nous permet donc de montrer la diversité des évolutions au sein des estives. **Les modèles théoriques linéaires ne sont donc pas applicables ici dans leur totalité.** On les retrouve effectivement au sein de la diversité des trajectoires, mais ils ne sont pas majoritaires. **On peut donc dire qu'en milieu pâturé, avec la stochasticité des évolutions tant végétales qu'humaines, seule une analyse prenant en compte tant les facteurs physiques qu'humain (et historiques), peut donner des résultats proches de la réalité.** L'avantage de cette méthode de superposition des cartes nous a permis de dégager les successions en cours dans le secteur, mais aussi de les localiser et de les quantifier.

III. IMPLICATION DES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

Nous avons choisi d'analyser la couverture végétale en fonction des variables environnementales que sont la pente, l'exposition et l'altitude (cartes visibles en Annexe IV, p.337).

III.1. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

Deux types de données sont utilisés pour effectuer cette analyse :

- les **cartes annuelles de couverture végétale** de chaque estive,
- les **cartes de facteurs** (altitudes, pentes, expositions) élaborées à partir du modèle numérique de terrain (MNT) issu de la Base de Données Altimétrie, 2009.

Les deux types de carte ont été superposés (*overlay*) dans ArcMap afin d'obtenir une moyenne de chaque variable pour chaque type de couverture végétale. L'objectif est ici d'analyser les types de couverture végétale en fonction des variables environnementales et ainsi de mieux cerner à la fois

leur localisation dans l'espace et l'évolution temporelle de cette localisation. La lecture des graphiques d'altitudes et de pentes se fait de la manière suivante :

- **la courbe correspond à la moyenne pondérée de la distribution des altitudes ou des pentes** calculée en fonction des moyennes respectives de toutes les classes de couverture végétale pour chaque année ;
- **les points correspondent à la moyenne des altitudes (ou pentes) pour un type de couverture végétale sur une année ;**
- **les bornes correspondent à l'écart type** : plus l'amplitude est grande, plus la variabilité des données est forte donc plus la dispersion de ce type de couverture végétale est importante : c'est un type ubiquiste ;
- **les losanges correspondent à la moyenne des expositions** pour un type de couverture végétale pour les années concernées (stipulées dans les légendes).

III.2. SPATIALISATION DES STRATES BASSES

Nous cherchons à caractériser l'évolution spatio-temporelle des strates basses : pelouses, landes et zones humides auxquelles sont ajoutées les zones de sols nus, pour les trois estives. Sur Manson, la gamme des altitudes est très faible compte tenu de sa position sur le plateau. Nous avons donc choisi de ne pas les présenter pour la pelouse et le sol nu. La répartition de la pelouse est essentiellement située dans la moyenne pondérée des altitudes, pentes et expositions tout au long de la période, ce qui ne paraît pas très significatif (la pelouse étant très ubiquiste sur le secteur). Le sol nu y est également tellement peu représenté que sa répartition en fonction de tous les facteurs n'a que peu d'importance, il s'agit essentiellement des chemins d'accès à la fontaine Saint-Aubin, aux alentours du parc de tri et entrées de parc. Cette répartition est donc essentiellement due aux activités humaines pastorales, touristiques et religieuses, non pas à des variables physiques. La répartition des landes paraît cependant plus contrainte par ces facteurs, nous présenterons donc les résultats la concernant, de même que pour les strates arbustives et arborées.

III.2.1. Répartition des zones de sol nu

Pour Orcines et Recoleine (fig.102), le sol nu est caractéristique des altitudes élevées, donc principalement sur les puys (ravines et cicatrices d'érosion). En 1974, ces zones sont en moyenne à plus basse altitude sur Orcines avec une variabilité dans l'espace plus importante (écart type important). La moyenne pondérée est ici tirée vers des altitudes plus faibles compte tenu de l'extension de la cicatrice d'érosion du Pariou vers le bas de pente et l'apparition de zones de sol nu sur le parc des Collières (sentes du troupeau plus concentrées dues à une utilisation plus intense en période de crise). Les oscillations altitudinales des zones de sol nu sur Recoleine sont moins importantes, mais l'on retrouve cette tendance vers une localisation à plus basse altitude dans les années 1970 et un plus fort écart type.

La répartition du sol nu en fonction de la pente montre une réalité assez similaire. En effet ce type de couverture végétale est naturellement réparti sur les zones de plus fortes pentes, relatives à la morphopédologie du secteur (puys). L'évolution temporelle sur Recoleine montre une distribution sur des pentes plus faibles, la moyenne pondérée étant influencée par l'extension des chemins de randonnées sur les zones plus planes au cours des années 1970. Sur la dernière période, on remarque une remontée de la moyenne pondérée correspondant à la reprise d'érosion sur les cicatrices de Montgy et Pourcharet. Sur Orcines, l'occupation naturelle des zones de sol nu est également à rattacher à la morphologie des puys, et se trouve nettement au dessus de la moyenne pondérée de toutes les classes d'occupation du sol. On retrouve également une baisse altitudinale dans les années 1970 à la suite de la surexploitation des parcs en contrebas, en période de crise. Les années 2000 sont marquées ici par une érosion des chemins d'accès liés à l'activité pastorale et au tourisme.

Enfin, l'analyse des expositions révèle une répartition des zones de sol nu préférentiellement en exposition sud-ouest tant pour l'estive d'Orcines que pour celle de Recoleine pour toute la période. Seule les années 1974 et 1985 sont différentes sur Orcines, et correspondent à l'influence sur la moyenne pondérée de la mise en place de la ravine d'érosion sur le petit Puy de Dôme (en exposition nord). Cette répartition majoritairement en exposition sud est assez courante dans la chaîne, où elle correspond généralement aux cicatrices d'érosion. Il s'agit aussi de secteurs privilégiés pour le bétail (car ensoleillés) qui entretient peut-être l'instabilité des versants depuis plusieurs décennies. La relation entre l'évolution de la lande en fonction des contraintes du troupeau (ou du manque d'entretien) et l'émergence ou la propagation des zones de sols nu est à faire ici.

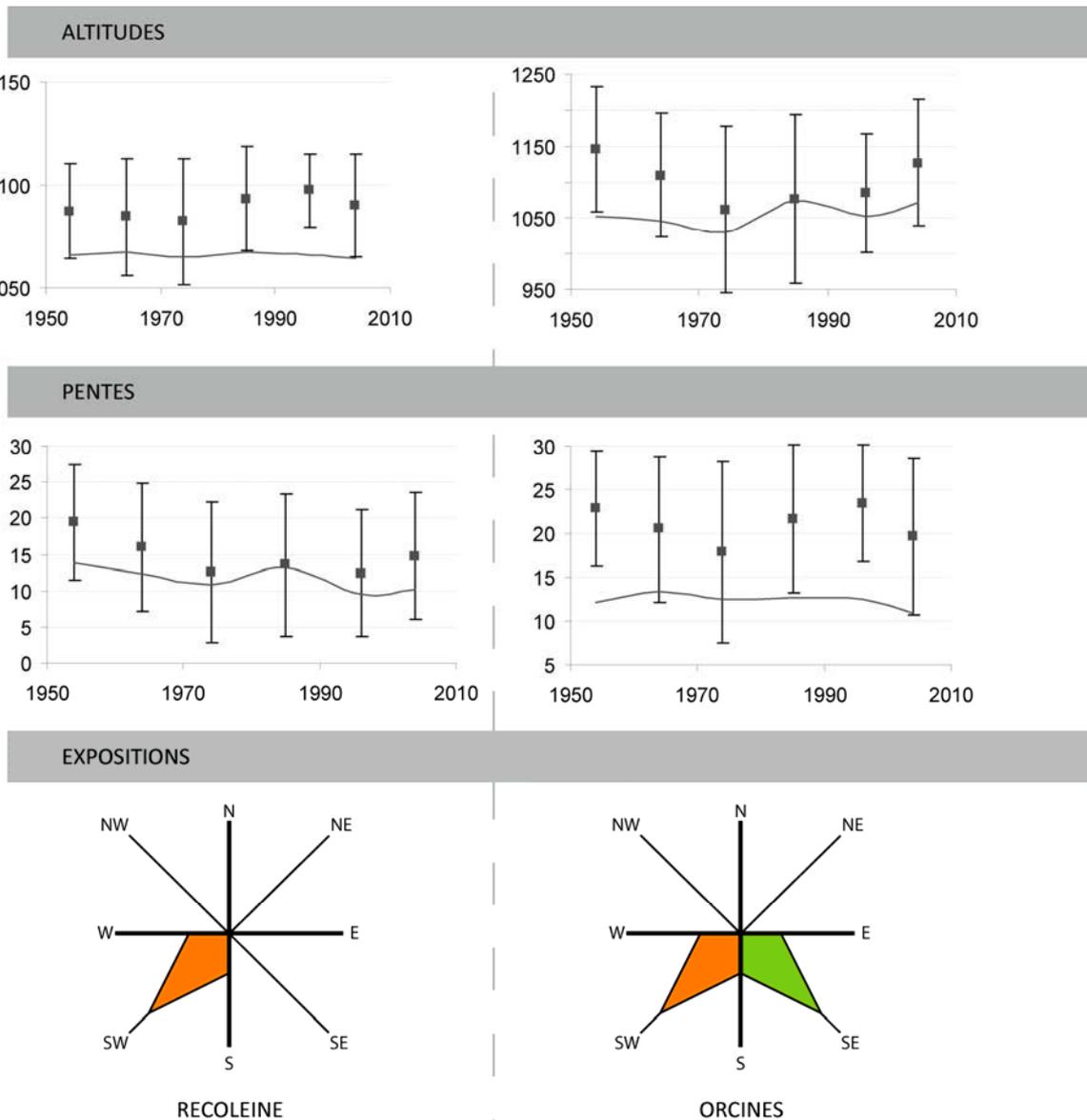


Figure 102 : Caractérisation des zones de sol nu de Recoleine et d'Orcines en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (SW toutes les dates, SE seulement 1974 et 1985).

III.2.2. Répartition des pelouses

Pour les pelouses, on peut observer deux trajectoires différentes (fig.103). La première, sur Orcines, est caractérisée par une localisation supérieure à la moyenne pondérée et une légère remontée altitudinale au cours du temps. On peut constater que la variable de contrôle est ici principalement

morphopédologique avec des pelouses plus courantes aux sommets des puys et sur le Traversin que dans les parties basses (hormis parc de tri, Fontaine du Berger). Cependant, les écarts à la moyenne pondérée sont tellement importants que la pelouse a ici une localisation altitudinale relativement ubiquiste. Sur Recoleine, on peut observer un autre type de trajectoire. Les pelouses sont concentrées dans les zones basses de l'estive, inférieures à la moyenne pondérée, et la tendance sur la période tend vers un abaissement altitudinal de cette classe. Les écarts types sont relativement faibles et donc la moyenne est assez représentative de l'ensemble des pelouses. La variable-clé semble donc ici plus anthropique, davantage liée aux pratiques de pâturage qu'à la morphologie de l'estive. Comme nous l'avons précisé, les bas de cônes sont ici utilisés en pacage tournant en ovin ou par des bovins en zones basses et les puys sont majoritairement enfrichés et boisés.

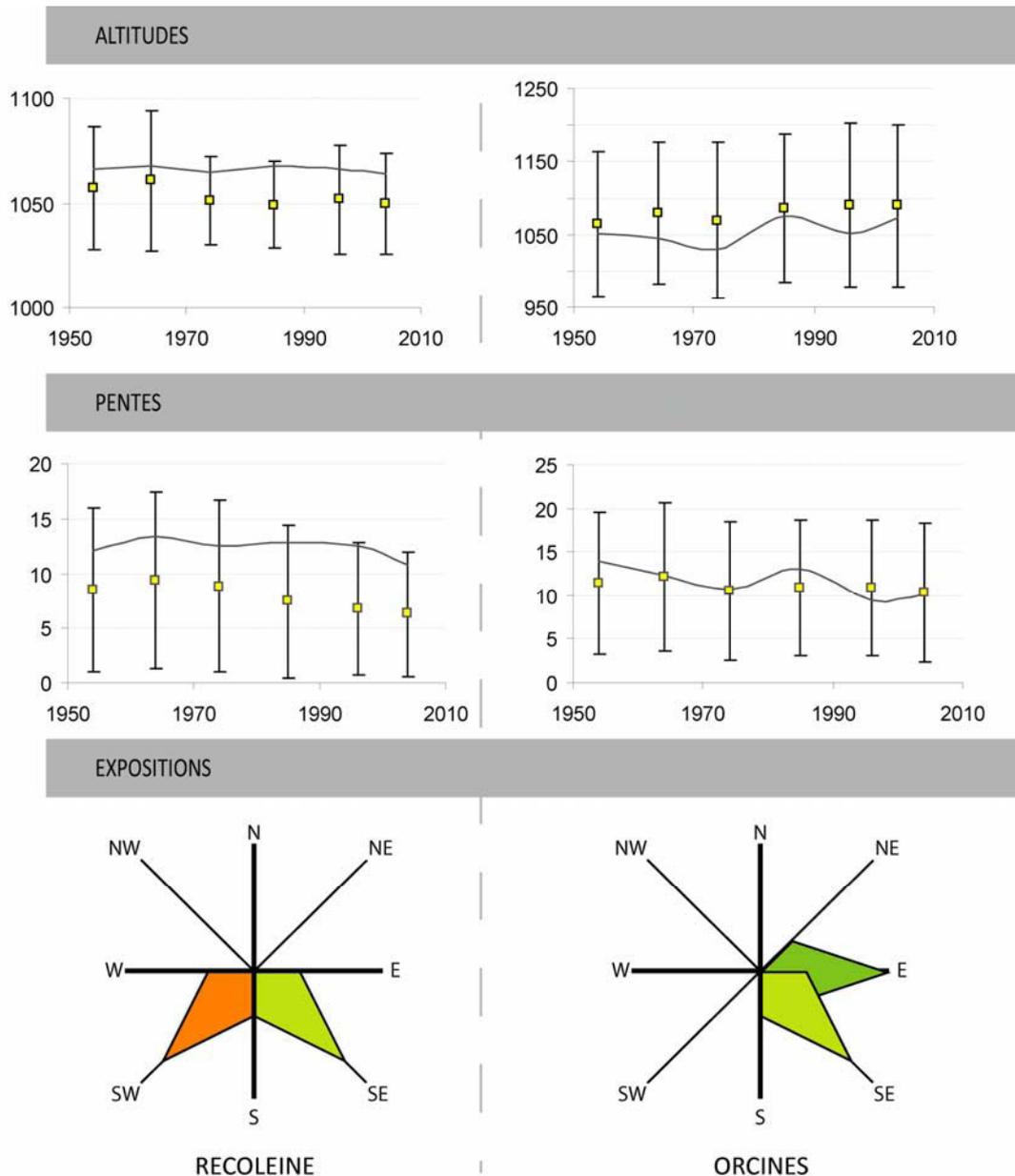


Figure 103 : Caractérisation des pelouses sur Recoleine et Orcines en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine, SW toute la période sauf 1996 au SE ; Orcines : SE toute la période sauf 2004 à l'est).

La répartition des pelouses en fonction des pentes est sensiblement identique à celle des altitudes avec, sur Orcines, des pelouses situées dans la moyenne pondérée des pentes de l'estive alors que sur Recoleine la répartition est clairement située dans les zones planes.

Enfin, les expositions révèlent une moyenne principalement sud-est pour Orcines et sud-ouest pour Recoleine sur toute la période. Mais les écarts à la moyenne pondérée sont trop importants pour déterminer un impact réel des expositions. Les pelouses ne sont donc pas déterminées par une exposition particulière et semblent donc ubiquistes en ce sens.

III.2.3. Répartition des landes

Les landes sont très nettement localisées au-dessus de la moyenne pondérée des altitudes sur Orcines, mais toujours avec des écarts types importants (fig.104). On peut remarquer que depuis les années 1970, leur répartition est plus élevée et stable. Elles semblent suivre en ceci la trajectoire des pelouses, avec une remontée altitudinale due à l'extension de la forêt et des espèces ligneuses. La plus forte proportion de landes sur les flancs du puy de Dôme (*Calluna* et *Vaccinium*) influence les moyennes d'autant plus.

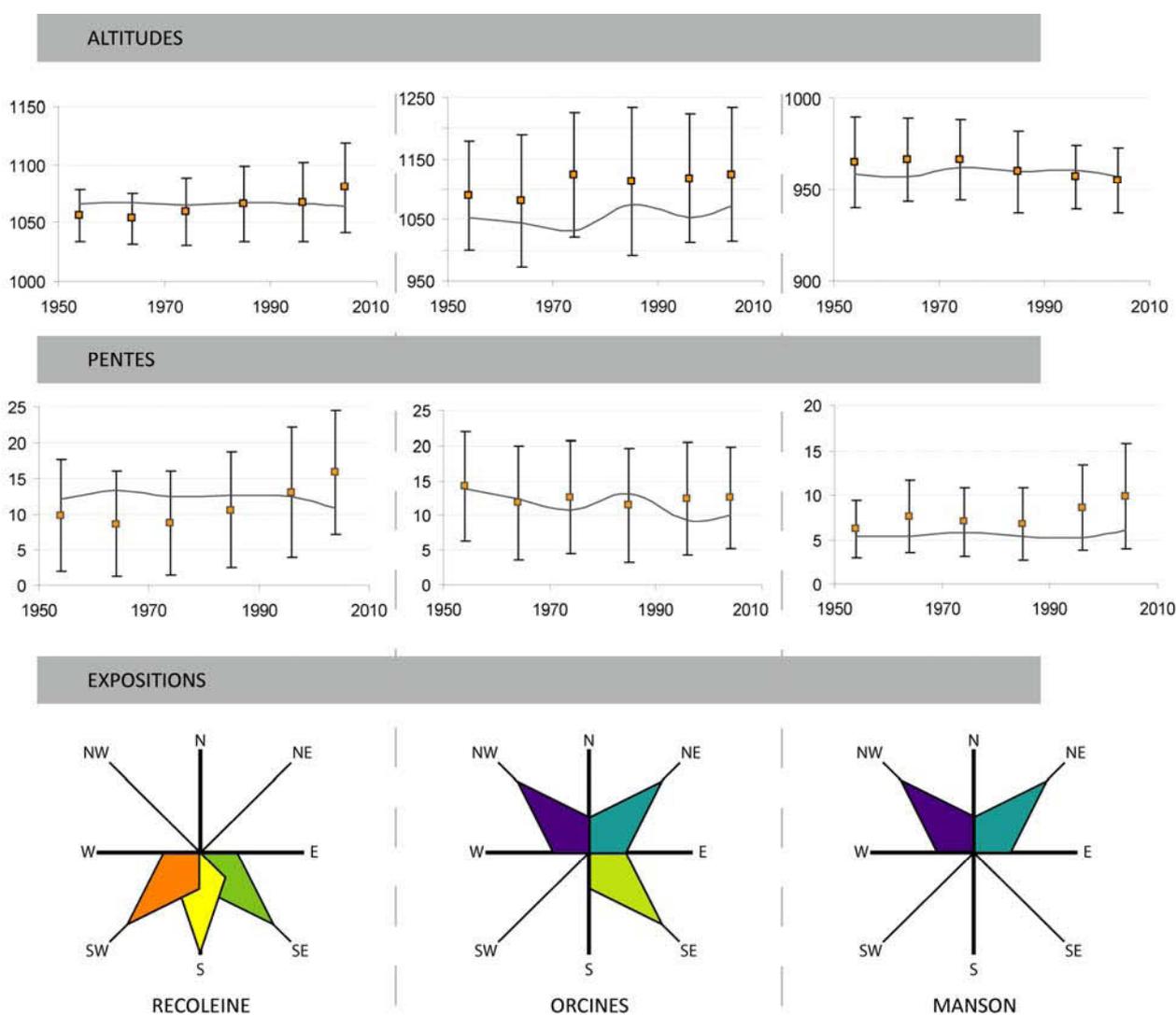


Figure 104 : Caractérisation des landes de Recoleine, d'Orcines et de Manson en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine : 1954 (SE), 1996 (S), reste de la période (SW) ; Orcines : 1954 et 1996 (NW), 1964 et 2004 (SE), 1974 et 1985 (NE) ; Manson 1954-1985 (NW), 1996-2004 (NE).

Sur Recoleine, les landes sont situées autour de la moyenne pondérée générale, toujours avec de faibles écarts type. Leur répartition suit une remontée altitudinale au cours du temps, ce qui correspond aussi à l'usage de ces terres. Les zones basses étant plus exploitées que les pentes des puys, on y retrouve par conséquent davantage ce type de couverture végétale. Enfin sur Manson, la répartition des landes se situe autour de la moyenne pondérée et n'a pas ici une grande signification (peu de gamme altitudinale).

La répartition de ce type de couverture végétale en fonction des pentes permet de distinguer plusieurs éléments. Les landes d'Orcines sont proches de la moyenne pondérée des pentes de l'estive, ce qui signifie que leur répartition n'est pas vraiment affectée par ce facteur. Sur Recoleine, les landes sont bien réparties sur l'ensemble de l'estive en début de période, notamment en zones planes (parc de Lassolas) ; leur localisation est au-dessous de la moyenne globale. Mais avec l'exploitation plus importante des zones basses et planes, elles sont au fur et à mesure reléguées aux pentes des puys. Sur Manson, les landes sont assez significativement réparties sur les zones plus pentues notamment sur le puy de Manson (dont l'enfrichement influence la moyenne pondérée), mais ces pentes sont à relativiser au regard des deux autres estives.

Enfin, les expositions sur Orcines semblent également peu affecter la répartition des landes avec des variations interannuelles très fortes. Sur Recoleine, elles semblent plutôt réparties en exposition sud, mais c'est probablement dû au fait de la situation des puys sur l'estive et de leur plus forte installation sur ces derniers qu'en zone plane, ce facteur ne semble donc pas prédominant dans l'installation. Enfin, sur Manson la lande semble rattachée à l'exposition nord, mais avec des écarts types importants ce qui ne donne pas grande valeur à l'analyse.

III.3. SPATIALISATION DES STRATES HAUTES

Les analyses précédentes nous ont permis d'envisager un plus fort impact des variables environnementales sur les strates hautes (du fait de leur forte présence sur les puys) que sur les strates basses (hors sol nu). L'analyse suivante confirme ces analyses tout en les tempérant.

III.3.1. Répartition des strates arbustives

Les moyennes altitudinales de la localisation des arbustes (fig.105) au cours du temps sur Orcines semblent assez proches de la moyenne pondérée de l'estive, mais les écarts types sont encore assez importants. Ces valeurs moyennes correspondent aux flancs des volcans, et la remontée altitudinale est expliquée par l'avancée des fronts de colonisation vers leurs sommets. Sur Recoleine en revanche, les strates arbustives sont réparties dans des zones plus basses que la moyenne pondérée, ce qui s'explique par leur prépondérance sur le parc de Lassolas et au pied des puys dans les années 1975, la remontée altitudinale sur les dernières décennies correspondant, ici aussi, à l'avancée des fronts vers les sommets. Enfin, sur Manson, malgré les faibles écarts altitudinaux, les arbustes sont plus majoritairement situés sur les points hauts comme sur la butte de Monge et le puy de Manson.

L'analyse de la répartition en fonction des pentes confirme ces hypothèses. Sur Orcines, on note une répartition sur les zones de fortes pentes (les volcans) tout au long de la période. Alors que sur Recoleine, on note une répartition d'abord en zones relativement planes, fortement influencée par la prépondérance sur Lassolas, et une ascension vers des pentes plus fortes sur la dernière période. Les arbustes en 2004 sont essentiellement localisés sur les pentes des puys. Enfin sur Manson, le système de pentes n'est pas très développé mais l'on remarque clairement que les arbustes s'installent dans les zones les plus pentues, qui sont aussi les lisières de parcs, et le puy de Manson.

Enfin, les expositions révèlent sur Manson une installation clairement au nord/ nord-est/nord-ouest. Il en va de même pour Orcines (nord-ouest), ces expositions étant plus propices à l'installation naturelle des feuillus. D'autres explications doivent cependant être considérées. Les villages étant traditionnellement situés au sud/sud-est de l'estive d'Orcines, les expositions nord/nord-ouest correspondent aux zones les plus éloignées des villages, au-delà des puys. Elles sont donc d'un accès

plus difficile pour le troupeau (qui devait rentrer tous les soirs pour s'abreuver et être parqué) mais constituent aussi un frein aux coupes de bois compte tenu de la difficulté de rapporter les grumes aux foyers. Ainsi, dès les années 1950, on peut remarquer un bosquet important sur les pentes exposées nord/nord-ouest du Clerzou et du Grand Suchet, puis l'extension s'organise aux alentours. Pour Manson, la strate arbustive n'est que peu développée, mais une analyse liée à la morphologie des parcs peut s'ajouter à l'analyse physique, du fait de la localisation en lisière de ces expositions ; en réalité, les deux sont combinées. Pour Recoleine, l'installation des arbustes s'effectue essentiellement en exposition sud, ce qui correspond à la majeure partie des expositions sur l'estive, comme nous l'avons précisé plus haut. Il s'agit également des zones préférentielles d'installation des résineux qui sont héliophiles (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*), et prépondérants sur l'estive. Les semenciers issus des plantations voisines sont situés au sud de l'estive ce qui ajoute un facteur d'installation.

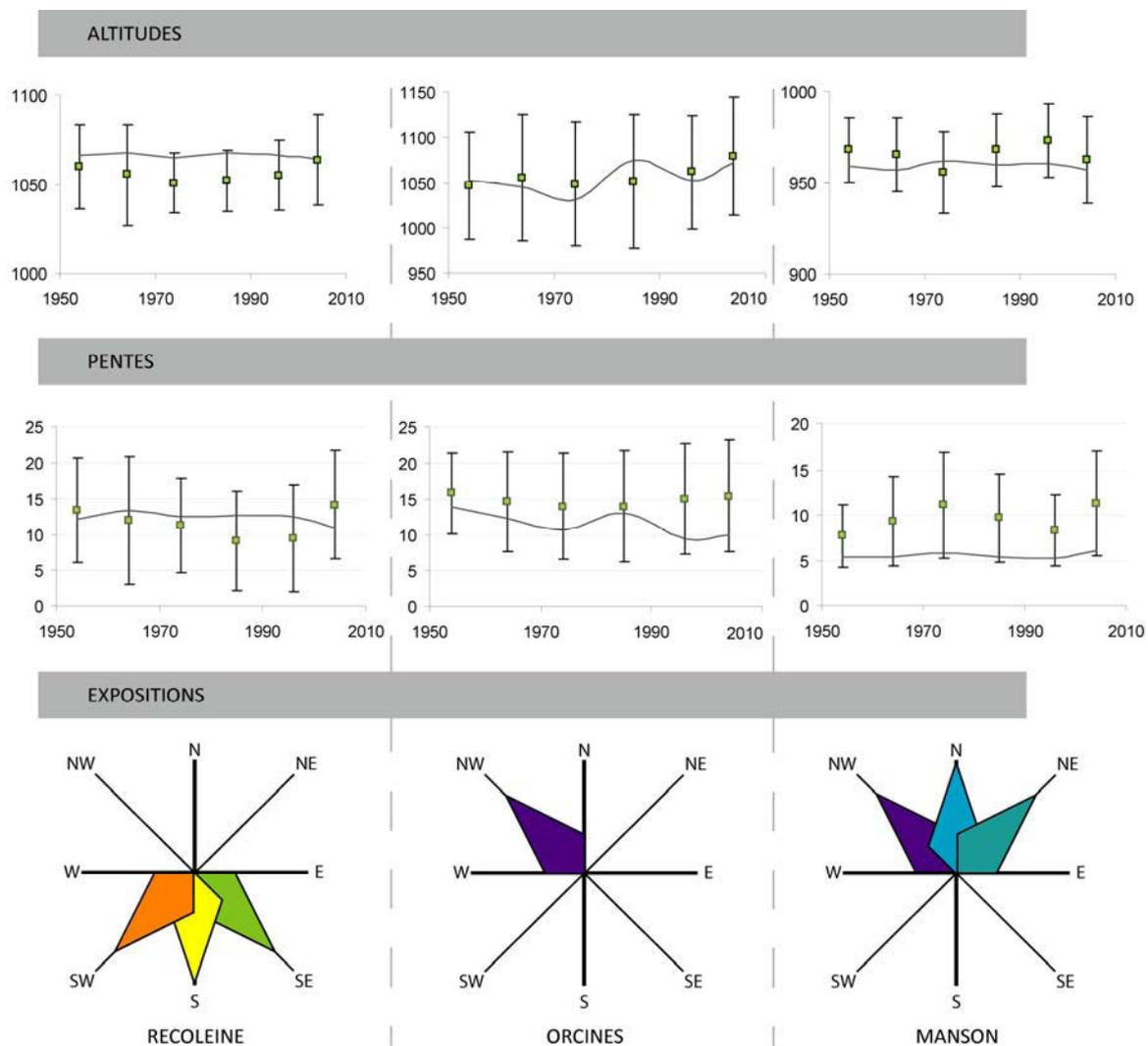


Figure 105 : Caractérisation des zones arbustives de Recoleine, d'Orcines et de Manson en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine : 1954 et 1974 (SE), 1964, 1974-1985 (SW), 2004 (S) ; Manson : 1954 et 1974 (N), 1964, 1985 et 2004 (NE), 1996 (NW)).

III.3.2. Répartition des stades arborescents et arborés

La répartition des arbres au cours du temps suit une trajectoire assez similaire sur Orcines et Recoleine avec un abaissement altitudinal tout au long de la période (fig.106). Sur Orcines, les arbres sont situés en bas de cônes jusque dans les années 1960. Puis dans les années 1970, avec l'avancée des fronts arbustifs vers les sommets, l'arbre a tendance à suivre la même trajectoire. La moyenne est aussi tirée vers le haut par l'installation des *Fagus sylvatica* sur le petit puy de Dôme. A partir des années 1980, l'abaissement altitudinal est dû à l'extension des strates arborées sur les parcs situés en contrebas (Collières, parcs du Péage). L'année 2004 est caractérisée par une légère hausse due à l'extension sur les puys. Pour Recoleine, la strate arborée est essentiellement composée des vieux *Fagus sylvatica* (chouradou) sur les pentes du puy Pourcharet en début de période, d'où une moyenne altitudinale élevée. Puis progressivement, ce sont les zones basses des parcs de Lassolas et de Montgy qui sont colonisées, ce qui fait baisser la moyenne. Sur Manson, comme pour les arbustes, les arbres sont en position légèrement haute.

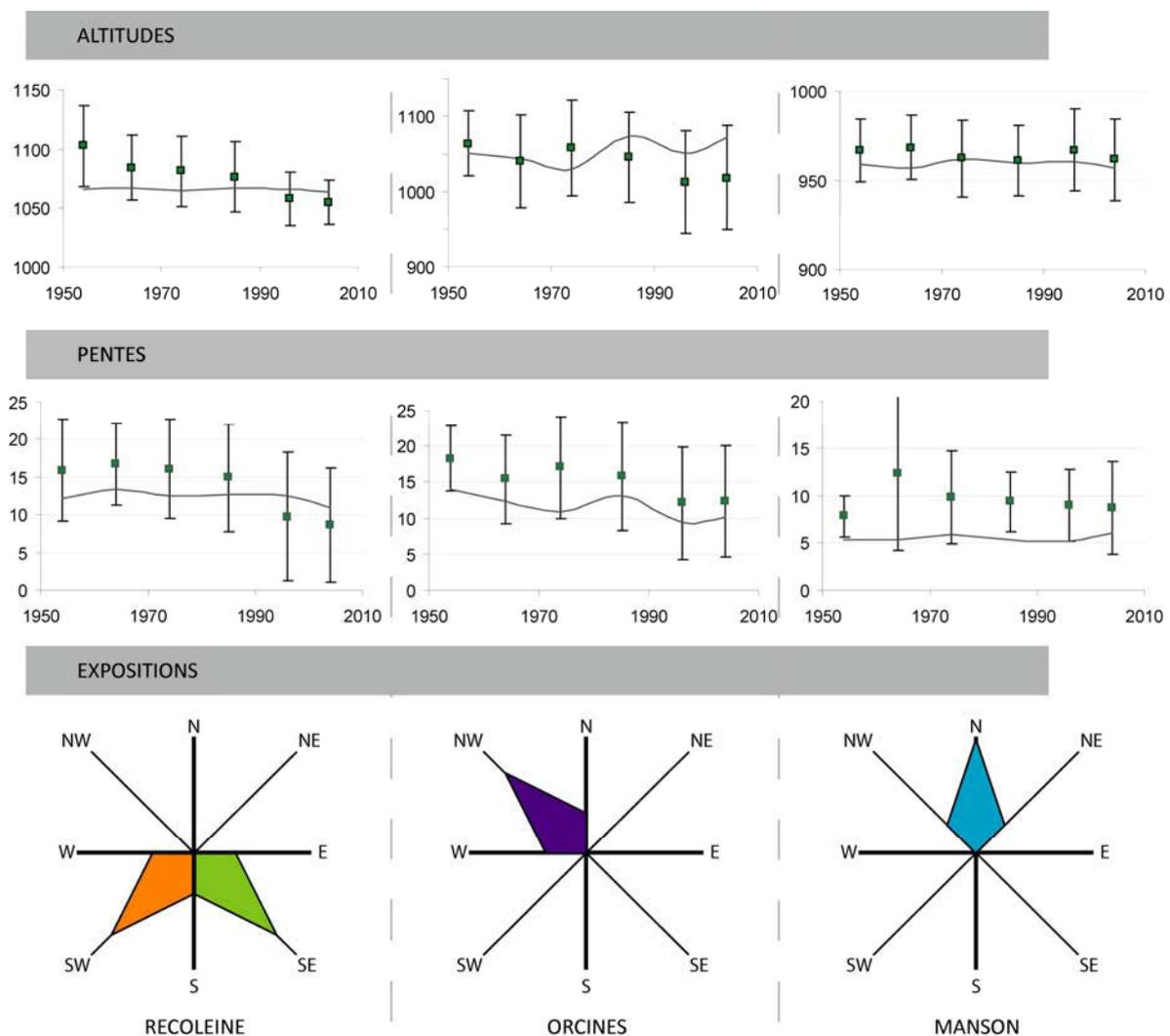


Figure 106 : Caractérisation des zones arborées de Recoleine, d'Orcines et de Manson en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine : 1954-1996 (SE), 2004 (SW)).

L'analyse de la répartition des arbres en fonction des pentes sur Orcines confirme l'analyse effectuée pour la strate arbustive, avec une localisation première sur des zones relativement pentues des puys, puis une extension vers les espaces plats des parcs en contrebas, et enfin une légère remontée due à

une nouvelle extension sur les puys. Sur Recoleine, jusque dans les années 1985, la strate arborée est contenue sur le puy Pourcharet, puis l'on observe une extension dans les zones planes de Lassolas et Montgy. Enfin pour Manson, l'arbre est aussi localisé sur des zones plus pentues qui correspondent au puy de Manson et aux lisières des parcs, comme les arbustes.

Pour les expositions, les arbres sur Manson et Orcines suivent la même trajectoire que les arbustes avec une exposition nord prépondérante (feuillus). Sur Recoleine, l'arbre est clairement en exposition sud-est sur toute la période, ce qui correspond, comme pour les arbustes, à des zones préférentielles d'installation des résineux et à la proximité des semenciers.

III.4. ANALYSE FACTORIELLE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Nous avons ensuite effectué une **analyse factorielle de ces données physiques, par ACM** (analyse en composantes multiples), compte tenu du fait que les données de base étaient en classe (classes de couverture végétale : sol nu, pelouse, lande, arbustif, arboré) et non en continu. L'objectif de cette analyse est de déterminer si statistiquement les types de couverture végétale sont influencés par les variables environnementales.

III.4.1. Considérations méthodologiques

Les variables utilisées pour cette analyse sont les variables environnementales observées précédemment : pente, exposition et altitude, auxquelles a été ajoutée une variable correspondant au type de couverture végétale. **Les observations correspondent à l'ensemble des classes de couverture végétale des trois estives sur les six dates digitalisées, soit 115 valeurs.**

Nous avons reclassé les données physiques issues du MNT que nous avons en continu : les pentes en 6 classes et les altitudes en 3 classes (les expositions étaient déjà en classes : nord, sud...), selon les seuils visibles de la distribution des données. Ces classes sont représentées dans le tableau suivant (tab.43) :

Classes d'expositions	Expositions	Classes de pentes	Bornes	Classes d'altitudes	Bornes
E1	Plat	P1	0 – 5,21	A1	895,77 – 978,35
E2	Nord	P2	5,22 – 7,77	A2	978,36 – 1068,65
E3	Nord-est	P3	7,78 – 9,87	A3	1068,66 – 1145,67
E4	Est	P4	9,88 – 12,53		
E5	Sud-est	P5	12,54 – 16,07		
E6	Sud	P6	16,08 – 23,41		
E7	Sud-ouest				
E8	Ouest				
E9	Nord-ouest				
E10	Nord				

Tableau 43 : Classification des données physiques selon les seuils visibles de la distribution.

Les classes de couverture végétale ont également été codifiées à nouveau pour distinguer chaque type d'occupation en fonction de l'estive de référence et de la date. Par exemple :

1M1 = sol nu de Manson en 1954 :

1 : sol nu

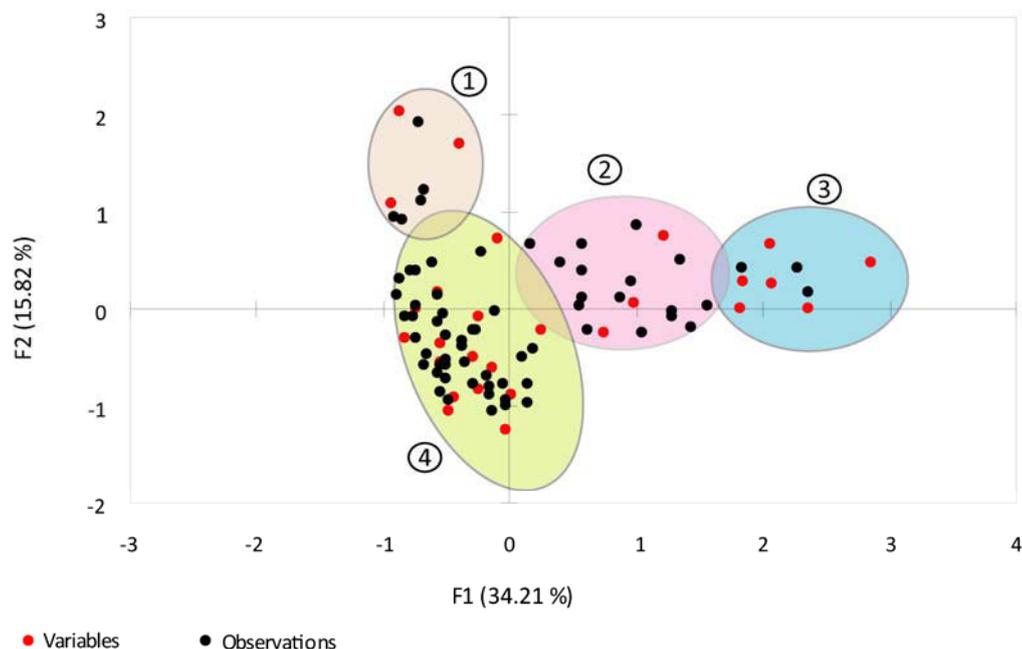
M : Manson

1 : première année digitalisée : 1954.

III.4.2. Résultats de l'Analyse en Composantes Multiples

La première interprétation que l'on peut faire du graphique (fig.107) est la représentativité des valeurs en fonction des axes F1 et F2. Avec 34 % des données expliqués par l'axe F1 et 16 % expliqués par l'axe F2, la corrélation des deux axes explique 50 % de la dispersion des données entre elles, ce

qui permet de valider l'analyse. Nous avons ensuite regroupé les données selon 4 tendances, en fonction de leur disposition sur le graphique.



- ① Variables : P6 (fortes pentes), ID1 (sol nu) et A3 (grandes altitudes)
Observations : toutes les zones de sol nu de Recoleine et d'Orcines à toutes les dates (1R1,1R2,1R3,1R4,1R5,1R6 - 1O1, 1O2, 1O3, 1O4, 1O5, 1O6)
- ② Variables : P1 et P2 (pentes faibles), ID6 et ID7 (bâti et cultures/prés de fauche), E1, E4, E7 (plat, est et sud-ouest) et A1 (faibles altitudes)
Observations : toutes les zones de sol nu de Manson, tout le bâti des trois estives, toutes les cultures (1M1,1M2,1M3,1M4,1M5,1M6 - 6M1,6M2,6M3,6M4,6M5,6M6 - 6O5,6O6 - 6R6 - 7O1,7O2,7O3,7O4,7O5,7O6 - 7M1 - 7M2)
- ③ Variables : E8 (ouest) et ID8-ID9 (zones humides et étendues d'eau)
Observations : toutes les zones humides et l'étendue d'eau de Manson (8M1,8M2,8M3,8M4,8M4,8M5,8M6 - 9M5,9M6)
- ④ Variables : P3,4,5 (pentes moyennes à fortes), E3,5,6,9,10 (nord-est, sud-est, nord-ouest, nord), A2 (altitudes moyennes) ID2,3,4,5 (pelouses, landes, arbustif et arboré)
Observations : toutes les pelouses, landes, arbustes et arbres des trois estives

Figure 107 : Représentation graphique des variables environnementales et des classes de couverture végétale, selon les axes F1 et F2 (50 %).

La **première catégorie** (fig.107-1) regroupe les plus fortes pentes avec la classe de couverture végétale correspondant au sol nu, et les plus fortes altitudes, ce qui est cohérent avec Recoleine et Orcines sur toute la durée. Ce résultat confirme l'influence de la géomorphologie sur l'implantation des zones de sol nu qui sont, pour la plupart, des cicatrices et des ravines d'érosion, des chemins de randonnée ou de passage des troupeaux. On peut préciser qu'au sein de cette catégorie, les hautes altitudes se situent en bas du cercle et qu'autour de celles-ci sont regroupées les observations d'Orcines. En effet, sur cette estive, les zones de sol nu sont corrélées aux plus fortes altitudes du fait de leur localisation sur les puys, notamment sur le petit puy de Dôme et le puy de Dôme qui sont les zones les plus élevées du secteur.

La **seconde catégorie** (fig.107-2) regroupe les faibles pentes, les expositions planes, à l'est et au sud-ouest, la classe des plus faibles altitudes ainsi que les classes du bâti (fontaine Saint-Aubin sur Manson, parcs de tri sur les trois estives en période récente), des cultures et prés de fauche et du sol nu de Manson. Ce regroupement semble cohérent du fait de la plus grande facilité pour l'homme d'implanter des bâtiments et des cultures en zones planes, peu accidentées et peu élevées.

La **troisième catégorie** (fig.107-3) regroupe les expositions ouest avec les zones humides de Manson et la petite étendue d'eau située sur Roche Merle depuis 1995. Nous n'avions pas repéré cette influence au préalable mais il semble cohérent que les zones humides se trouvent en exposition ouest, sous les influences atlantiques. Cependant, ces influences sont limitées sur Manson du fait sa situation sur le plateau oriental, et de l'effet de foehn provoquant une diminution des précipitations, cette hypothèse n'est donc pas certaine. Les propriétés du sol et l'hydrographie sont donc à prendre en considération également dans cette répartition.

Enfin, la **quatrième catégorie** (fig.107-4) regroupe beaucoup de données que l'on peut difficilement scinder en plusieurs catégories. Nous les décrivons donc selon leur situation de haut en bas.

Le premier groupe couvre les expositions sud-est, auxquelles sont rattachées les pelouses d'Orcines et les landes de Recoleine et d'Orcines en 2004. Nous avons déjà observé cet état dans l'analyse précédente et la grande variance des données (écarts types importants), l'avait relativisé.

On retrouve ensuite, au sein des pentes moyennes (P4), les arbres des estives de Recoleine et d'Orcines en début de période (1950-75), ce qui confirme l'analyse effectuée précédemment, mais aussi la plupart des zones de landes d'Orcines, qui sont aussi caractéristiques des pentes des puys, notamment celles du puy de Dôme. Les points sont très proches, cependant, on peut tout de même distinguer que les arbres et les landes (ID 5 et 3) sont très proches des expositions nord ouest (E9), des altitudes moyennes (A2) et des pentes fortes (P5), surtout ceux d'Orcines et Recoleine sur la fin de période.

Les arbustes (ID4), sont eux très proches des expositions nord et nord est (E3 et 10) ainsi que sud (E6) et des pentes plus faibles (P3), c'est surtout le cas des arbustes d'Orcines en début de période (jusqu'en 1996). L'ensemble des arbustes et arbres de Recoleine sont fixés autour des expositions sud (E6).

On y retrouve donc toutes les données correspondant aux strates arbustives et arborées des trois estives, ainsi que les landes de Manson et de Recoleine. Les analyses précédentes relatives à l'installation des strates arbustives et arborées en exposition nord sur Manson et Orcines sont ici confirmées, et la présence de l'exposition sud également proche peut être à rattacher aux strates ligneuses héliophiles et résineuses de Recoleine.

D'une manière générale, les analyses précédentes sont ici confirmées par l'analyse statistique. Les variables environnementales ont donc une influence certaine sur l'implantation générale de la végétation et des zones de sol nu (première catégorie). Cette influence est à l'origine des grandes tendances de la végétation (quatrième catégorie). Une analyse des sols et des microclimats apporterait probablement des précisions complémentaires à ces différentes observations.

IV. IMPLICATION DES PRATIQUES AGRONOMIQUES INTERNES AUX ESTIVES

L'objectif de cette analyse est de spatialiser l'impact des pratiques agronomiques sur le territoire. En effet, la mise en place d'outils reproductibles de spatialisation de cet impact est assez peu répandue (hormis celles de Balent qui constituent une référence en la matière). **Nous avons donc cherché à ajouter aux connaissances agronomiques une dimension spatiale.** Les SIG nous ont permis de développer différents outils d'analyse qui, combinés aux connaissances de terrain, fournissent des informations complémentaires sur la réponse de la végétation aux contraintes

agronomiques de gestion de l'espace. Par ce biais, il devient possible de quantifier l'impact du troupeau et des pratiques agropastorales. Cette analyse ajoute donc au triptyque végétation-milieu-pratique une dimension supplémentaire. L'objectif est ici de mettre en place des outils et de vérifier leur validité, non de quantifier l'impact des pratiques sur l'ensemble de l'espace. Nous les appliquerons donc seulement à certaines zones-test.

IV.1. LES DIFFICULTES DE GESTION DES LISIERES

Nous avons pu observer, par la caractérisation de l'état actuel de la végétation des estives et plus particulièrement par le diagnostic d'embroussaillage des parcelles, que **les lisières sont souvent des zones plus enrichies, où l'on observe une dynamique des ligneux plus importante** (jeunes plans, drageonnement). Une analyse de la distance séparant ces lisières des entrées de parcs permet de renforcer cette première analyse et de lui ajouter une entrée agronomique. Nous chercherons également à déterminer comment ces espaces particuliers ont évolué au cours du temps. Mais, comme nous avons pu l'observer, l'embroussaillage ou la colonisation ligneuse (en découlant ou pas) n'est que rarement le fruit d'un seul facteur.

Ainsi, sur l'estive de Manson, la lisière est du parc de la fontaine Saint-Aubin est boisée (fig. 108). On peut remarquer qu'elle est en exposition nord/nord-est, zones propices à l'installation des feuillus comme nous l'avons vu précédemment. Mais il s'agit également d'une partie de l'estive ayant été allotie au début du siècle et mise en culture (notamment de seigle).

Généralement, ces petites parcelles étaient fertilisées par le troupeau du village après les récoltes ou pendant la période de jachère (parcage du troupeau avec claies en bois et/ou semis de *Cytisus scoparius*), ce qui favorise une colonisation ligneuse plus rapide et plus intense en cas d'abandon, en raison de la présence plus importante de phosphore et de nitrates (Koerner *et al.*, 1999 ; Paegelow *et al.*, 2003 ; Gellrich *et al.*, 2007). La parcelle n'a pas été abandonnée, mais les taux de nitrates et de phosphore, combinés à la banque de graines de *Cytisus scoparius* dus aux anciens usages, expliquent de plus fortes proportions de landes dans les années 1960 que dans le reste du parc. Les arbustes s'installent également précocement à cette période, mais, avec l'implication de la SOMIVAL, beaucoup sont coupés dans les années 1970 (notamment pour faire les clôtures), et la lande est girobroyée. C'est aussi à cette période (1972) que beaucoup d'éleveurs cessent leur activité suite à l'épidémie de brucellose.

Ainsi lorsque le groupement pastoral est créé en 1992, cette zone est caractérisée par des proportions égales de landes et de pelouses, un taux de recouvrement arbustif supérieur à la moyenne du parc et de l'estive, et par la présence d'arbres. La reprise plus intensive de l'estive par le troupeau, les campagnes de girobroyage et l'installation d'espèces plus pérennes ont permis peu à peu le recul des strates arbustives. Ainsi en 2004, comme dans l'ensemble du parc, la strate arborée est plus importante que la strate arbustive, la propagation ligneuse semble stoppée, et les landes sont marginales au regard de l'emprise spatiale des pelouses. Cette lisière semble stable et, malgré sa plus forte proportion d'espèces ligneuses, est aussi un atout dans le fonctionnement de la parcelle en raison de l'abri qu'elle offre au troupeau. Sont donc ici combinés une exposition et un contexte historique favorables liés aux anciens usages, une position en lisière, et une distance de 400 m à l'entrée du parc, ce qui est bien inférieur au reste du parc (éloignement maximal axe sud-est/nord-ouest représenté sur la carte : 1,2 km).

En comparaison, nous analysons la lisière sud-ouest de la parcelle Monges sud (ou Saumur, fig.109, voir aussi photographie fig.41). Celle-ci combine des expositions nord/nord-ouest et planes, favorables à l'installation de feuillus. Elle n'a été cultivée que tous les 8/10 ans au XIXe (buges ou buiges excentrées) et parcourue par des bovins guidés par le vacher. Du point de vue de l'extension de la lande, on remarque une forte prépondérance dès le début de période. Il s'agit alors callunaies et cytisiaies très couvrantes. Un bosquet d'arbres et arbustes est déjà présent en 1954 et une plantation située au sud de la zone est déjà visible en 1946. Le recul de la lande dans les années 1960

est probablement dû à l'installation des premières clôtures de l'estive mises en place par la SOMIVAL et favorisant le pacage des bêtes. Les campagnes de girobroyage du *Cytisus scoparius* n'ayant pas eu lieu dans cette partie de l'estive, on remarque cependant un retour de la lande durant les périodes d'instabilité des années 1970-80.

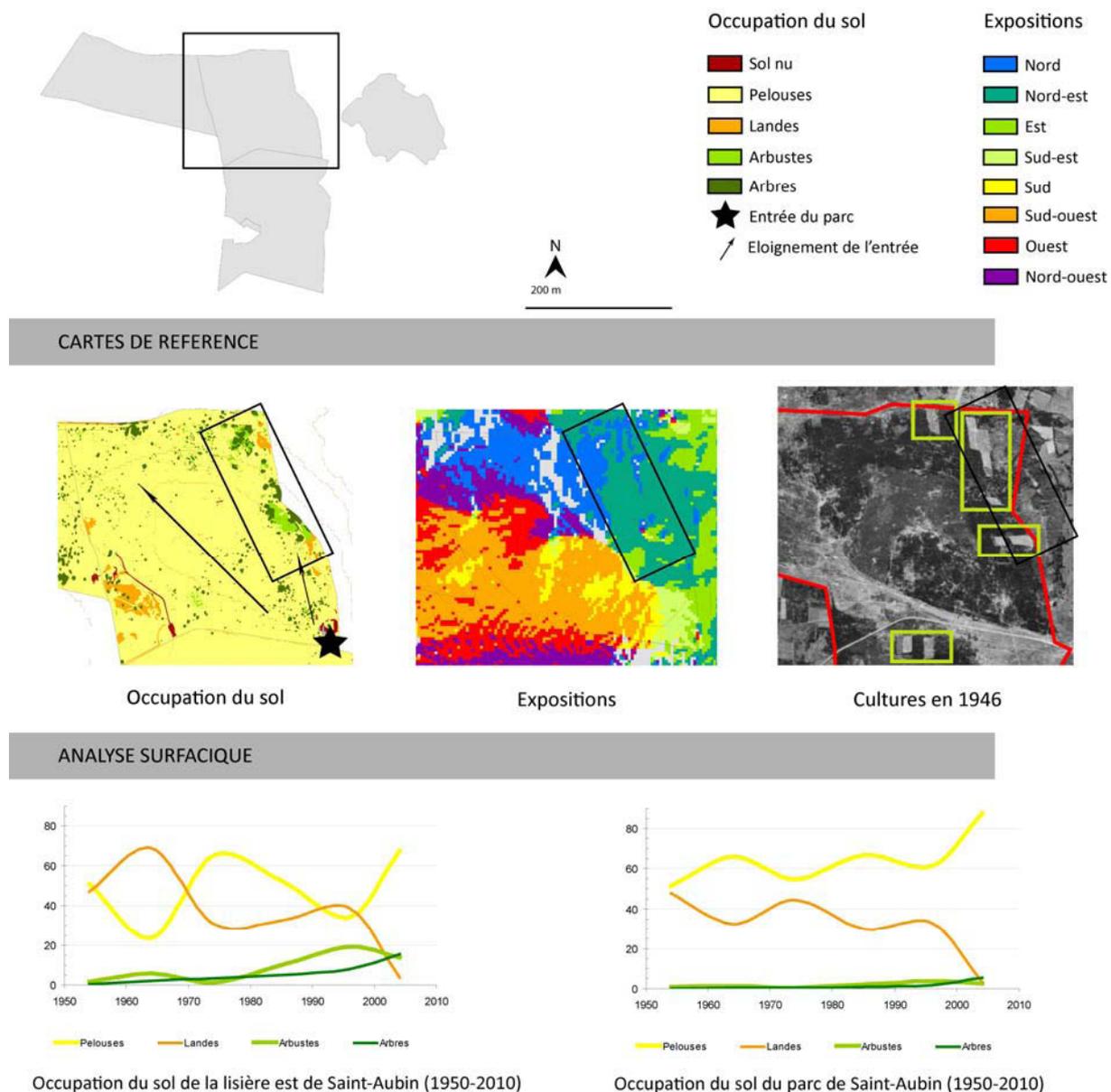


Figure 108 : Caractérisation de la lisière du parc Saint-Aubin sur Manson en fonction de l'occupation du sol, de l'ancien usage des sols et de l'exposition sur la période 1950-2010.

La zone humide à l'est de la zone empêche également les troupeaux d'aller au-delà (contrainte physique). Les années 1990, marquées par la reprise de l'estive, entraînent également dans cette zone un recul net de la lande, mais les strates arborées, déjà présentes depuis des décennies, ne cessent de se développer. **Les conditions abiotiques de la zone, combinées à un éloignement de l'entrée du parc, et la difficulté d'accès du troupeau du fait de la zone humide et des semenciers proches, ont donc été ici à l'origine du boisement de cette lisière.**

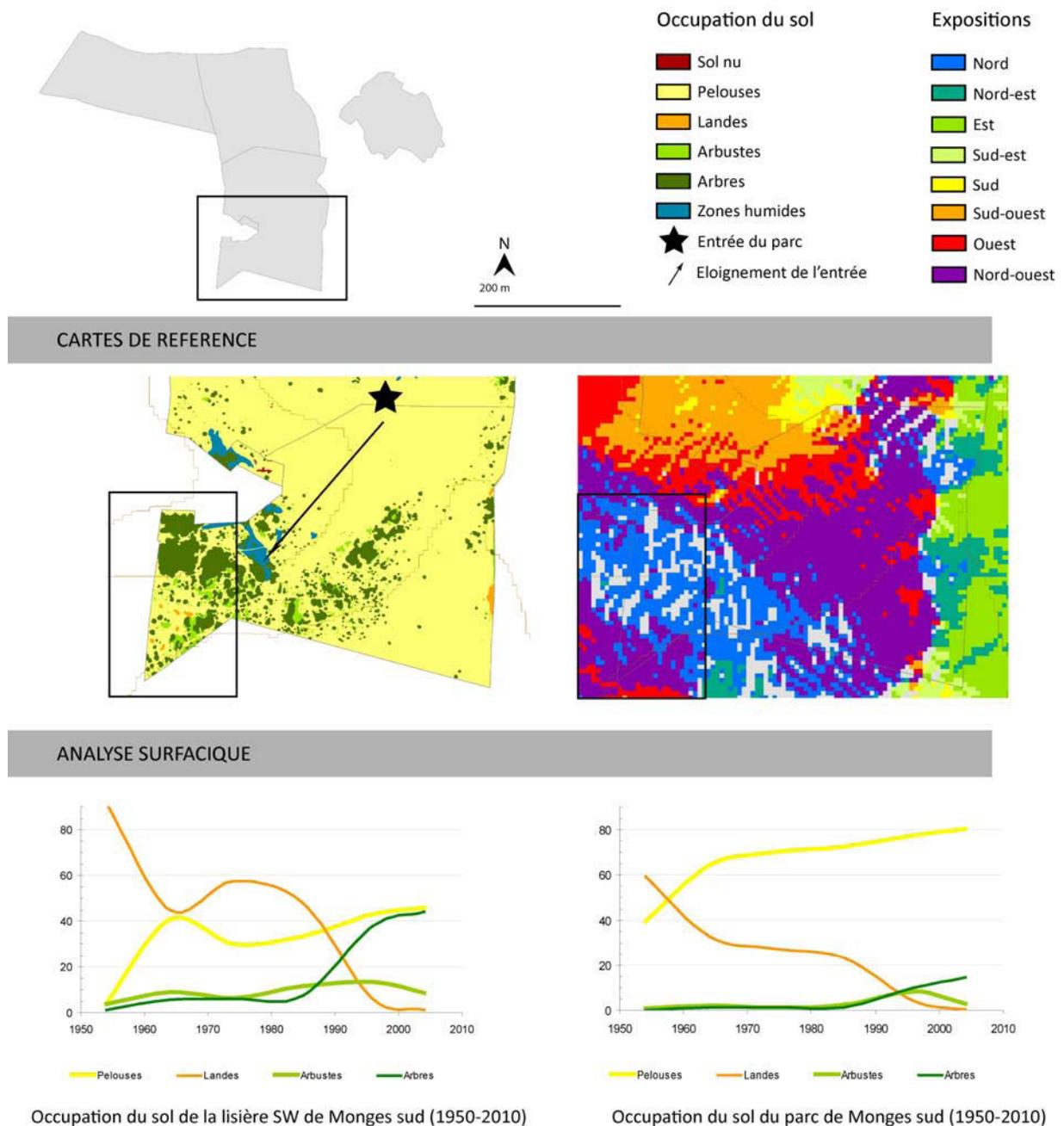


Figure 109 : Caractérisation de la lisière du parc de Monges sud (Saumur) sur Manson en fonction de l'occupation du sol, de l'ancien usage des sols et de l'exposition sur la période 1950-2010.

L'estive de Manson est peu impactée par le boisement d'une manière générale (au regard des autres estives). Cependant, les conditions biotiques (semenciers), abiotiques (expositions), combinées à l'ancien usage des sols (cultures, bovins), aux caractéristiques physiologiques des parcelles (éloignement de l'entrée du parc) et au comportement du troupeau (lieux de chôme, etc.) favorisent son apparition. Seules une bonne connaissance de l'historique des parcelles et des pratiques agronomiques ainsi que la prise en compte des facteurs physiques, permettent une analyse au plus proche de la réalité du terrain et des évolutions qui le modifient. Nous avons tenu à prendre en exemple les dynamiques de cette estive afin de montrer que la prise en compte d'un seul facteur est rarement suffisante pour expliquer les évolutions de la végétation.

Sur Recoleine et Orcines, comme nous avons pu l'observer précédemment, les strates arbustives et arborées sont aussi souvent situées en lisière avec des expositions favorables (nord pour Orcines, sud pour Recoleine). Ce sont généralement les zones les plus éloignées des villages et qui n'ont pas d'intérêt particulier pour les troupeaux gérés en mode libre. Les semenciers jouent également un rôle primordial dans ce type de colonisation tout comme les espèces en jeu selon qu'elles soient résineuses ou feuillus.

IV.2. L'IMPACT DES ZONES DE COUCHAGE SUR LES TYPES DE COUVERTURE VEGETALE

Des points fixes structurent les conduites au pâturage dans les estives et peuvent en constituer le support organisationnel. Ces points sont subis (selon la morphopédologie des sites : points d'eau naturels, passages obligés) **ou imposés** (pierre à sel, abreuvoir, entrées de parcs, parcs de tri) **aux troupeaux. Mais d'autres sont choisis par le troupeau, il s'agit des lieux de chôme diurne et nocturne, ou couchade** (Lapeyronie, 2003).

Les zones ou aires de couchage sont beaucoup plus ouvertes que le reste de l'espace pastoral et sont relativement stables du point de vue des évolutions végétales du fait de la présence quotidienne des animaux en leur sein. L'impact du troupeau sur ces zones est donc incontestable. Mais leurs caractéristiques physiques sont également à l'origine de leur adoption par le bétail : il s'agit de zones surélevées, avec une bonne ventilation (ces zones cumulant beaucoup de fèces), à partir desquelles le troupeau peut s'assurer une bonne visibilité des potentiels dangers avoisinants. Le comportement grégaire du troupeau, visant à s'assurer d'un contact visuel permanent, est aussi déterminant dans le choix de ces zones qui se doivent donc d'être peu embroussaillées (Mountport, 1984). Seul un repérage sur le terrain permet de valider ces zones ; il ne s'agit pas de tous les points hauts d'une parcelle. On les reconnaît notamment par la quantité de fèces les recouvrant.

Nous avons déjà présenté le cas de Manson pour les lisières. Cependant, l'impact des zones de couchage et de passage est aussi important sur cette estive. Le couchage est ainsi localisé sur le parc du puy de Manson en position haute, zone où les arbres sont peu développés malgré des fronts actifs en lisière. Sur Monges, il s'agit également du point haut de la parcelle et les quelques arbres présents sont source d'ombre et n'entraînent pas une perte de visibilité pour le troupeau. Sur Recoleine, en revanche, la pratique du pacage constant en ovin ne permet pas de déterminer des zones de couchage particulières. Les troupeaux bovins, quant à eux, ne se regroupent pas dans des zones préférentielles.¹²⁴

Nous présenterons donc une des zones de couchage du troupeau sur Orcines (fig.111, mais voir aussi fig.43) qui sont situées sur les Grand et Petit Suchet. Le sommet du Grand Suchet offre une dynamique végétale particulière au regard des autres sommets de puys. En effet, si l'on observe l'évolution générale de la végétation sur Orcines (fig.80), on peut distinguer que les sommets des puys sont assez dégagés, et peu impactés par la colonisation ligneuse. Cependant, une observation plus fine montre des différences au sein de cette entité (sommets de puys). Si les puys de Clierzou (dôme) et du Pariou (cône) n'offrent réellement que leur sommet aux pelouses et landes, l'espace ouvert sur le Grand Suchet (comme sur le petit Suchet d'ailleurs) est beaucoup plus vaste. Il ne peut s'agir d'une dynamique ligneuse plus récente n'ayant pu conquérir le sommet du puy, car comme nous l'avons observé, un des premiers bosquets arbustifs et arborés de l'estive se trouve justement en exposition nord de ce puy. D'un point de vue morphopédologique, il s'agit d'un cône, comme le Pariou, et les expositions sont, comme pour tous les sommets de puys, très diverses. Seules les altitudes diffèrent un peu, elles sont plus élevées sur ce puy (1220 m) que sur les puys du Clierzou (1180 m) et du Pariou (1207 m). Le vent y est donc probablement plus fort, empêchant, dans une certaine mesure l'avancée des fronts, on a d'ailleurs observé des traces d'anémomorphisme sur tous

¹²⁴ Les bovins ont tendance à préférer les zones de hautes herbes, peu humides, par conséquent loin des points d'abreuvement pour passer la nuit.

les fronts¹²⁵. Cette position plus élevée est un atout préférentiel pour le troupeau (ventilation, visibilité).

La carte suivante (fig. 110) montre une très grande stabilité des zones de pelouse et de lande sur toute la période analysée. Cette stabilité est assez remarquable pour l'estive d'Orcines qui a subi de fortes mutations. Elle n'est présente sur les autres sommets de puy que de manière anecdotique et la seule autre zone où elle se retrouve en grandes surfaces est le Traversin (dont on voit une partie à l'est de la carte, voir aussi la photographie, fig.88). On peut également observer une forte amélioration du pâturage dans la zone avec une disparition marquée de la lande. La quantité de fèces et d'urines cumulées dans les zones de couchage est sans doute à l'origine de cette disparition de la lande à *Calluna vulgaris*, très sensible à ces apports en nitrates. On peut également remarquer que les activités humaines ont facilité le dégagement de la zone par des coupes de bois.

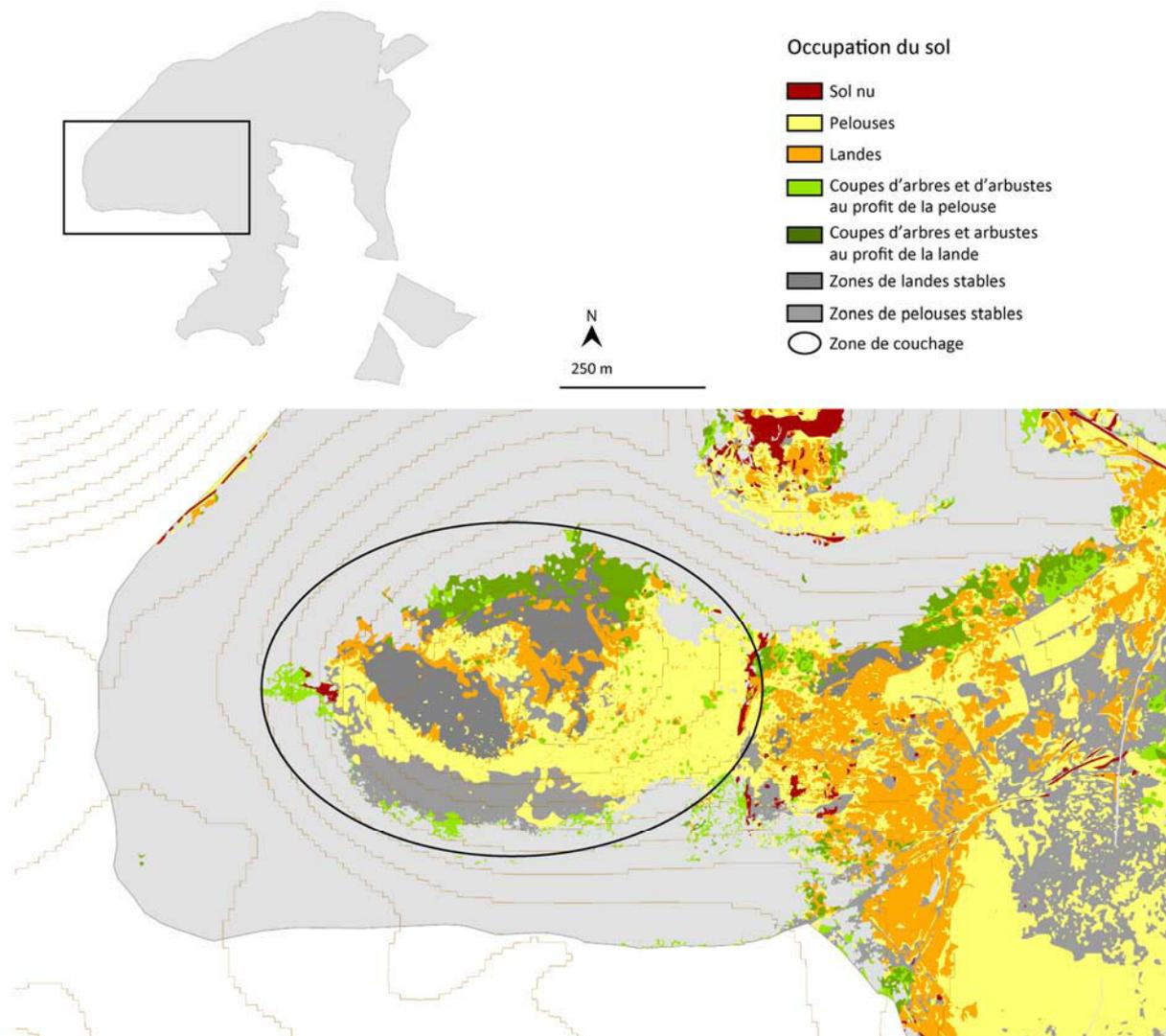


Figure 110 : Caractérisation de la zone de couchage du Grand Suchet sur Orcines sur la période 1950-2010. En couleur : les classes de couverture végétale actuelles ; en gris foncé : les zones de landes et pelouses stables sur la période ; en vert les coupes d'arbres et d'arbustes.

¹²⁵ Des analyses par anémomètre pourraient être effectuées pour préciser ces observations sur le terrain.

Ainsi, cette zone de couchage présente une certaine inertie dans l'évolution de la végétation, provoquée par l'action directe du troupeau. Le maintien des fronts de colonisation proches est aussi lié à cette action directe, mais les coupes de bois et l'action du vent ont renforcé cet impact au cours du temps. La somme des facteurs entrant en jeu est moins importante que dans le cas des lisières, et l'action du troupeau semble ici prépondérante. Cependant on ne peut ignorer l'impact des facteurs physiques (altitude, vent) et humains (coupes de bois) dans le maintien de ces espaces.

IV.3. INCIDENCE DE L'ÉLOIGNEMENT AUX ENTRÉES DE PARCS ET DE PARCS DE TRI

Les analyses de cartes et de terrain montrent qu'au sein des vastes entités qui composent les estives, la répartition des boisements peut aussi être proportionnelle à l'éloignement de l'entrée des parcs et des parcs de tri. La partie ovine de Recoleine est gérée en pacage (tournant et clôture légères) et cette influence de l'entrée de parc n'existe pas. Le parc bovin est régi par des facteurs de pente, d'accessibilité aux bovins, plus que par une entrée ou un parc de tri (le troupeau ne dispose que d'un seul parc).

Sur Orcines en revanche, l'estive est scindée en parcs, et elle dispose de deux parcs de tri. Mais la végétation des parcs en contrebas des puys ne semble pas être régie par cette incidence technique. La Fontaine du Berger, où se trouve le parc de tri bas, est ponctuée de résineux de haute taille qui ne gênent en rien la circulation du troupeau, et l'on ne peut pas distinguer de logique de répartition en fonction de l'éloignement à l'entrée du parc. Il en va de même pour les deux parcs du Péage. Sur Collières, ce sont les ptéridaies qui gênent le passage du troupeau au centre de la parcelle et l'on ne peut, ici non plus, distinguer l'influence de l'éloignement. En revanche, le parc principal d'Orcines, en position plus élevée, beaucoup plus vaste et en gestion libre, peut être analysé en fonction de ce facteur. L'accès à ce parc s'effectue par un chemin au sud du Pariou. Comme nous l'avons observé précédemment, l'éloignement des villages (donc de l'entrée des troupeaux sur la zone d'estive) est probablement à l'origine de l'extension des premiers bosquets en partie nord/nord-ouest des puys dans les années 1950. De plus, ces expositions sont favorables à l'installation de *Fagus sylvatica*. Aujourd'hui, la zone centrale de l'estive, le Traversin, semble être le point de départ des déplacements du troupeau. C'est ici aussi que se situent le parc de tri haut de l'estive et les abreuvoirs (voir fig.111-B.). Le bosquet composé de *Corylus avellana* et de *Fagus sylvatica* est un refuge pour le bétail en cas de fortes chaleurs.

Le parc de tri haut a été construit dans les années 1990. On ne peut donc observer l'influence de sa situation dans l'espace sur le long terme. Les observations sur le terrain montrent cependant à l'heure actuelle une répartition de la végétation en fonction de l'éloignement à celui-ci. On trouve dans la zone proche une forte concentration de *Nardus stricta* et beaucoup de fèces (fig. 111-B). Cette zone était plutôt recouverte de lande à *Calluna vulgaris* au préalable, et la plus forte nitrification due à ces déjections a peu à peu fait disparaître cette espèce. On la retrouve dans la couronne plus éloignée du parc (fig.111-C) en mosaïque avec *Nardus stricta*, mais elle est très disloquée et l'on observe de nombreuses sentes de passage du troupeau. Puis, dans une dernière couronne, plus éloignée (fig.111-D), on observe une densification des zones de lande, et sur les marges est et ouest, deux séquences d'enfrichement différentes. A l'ouest (fig.111-D1), en exposition ouest-sud-ouest, on peut constater l'avancée d'un front de *Corylus avellana* et saules, alors qu'à l'est, en exposition est-nord-est c'est une vaste ptéridaie qui recouvre l'espace.

Sur Manson, les analyses de cartes et du terrain ont démontré une répartition de la végétation en fonction de l'éloignement aux entrées de parcs et du parc de tri (qui se trouve en entrée de parc). On remarque une première couronne surpâturée, composée de nardaies essentiellement, suivie d'une proportion de *Cytisus scoparius* (*Cytisus scoparius*) qui augmente avec la distance et des zones à accrus et boisements sur les marges.

L'influence de la localisation des entrées de parc et des parcs de tri est donc significative sur la répartition de la végétation, mais elle est également combinée à d'autres facteurs : positionnement des lisières, bas de pente, obstacle au déplacement.

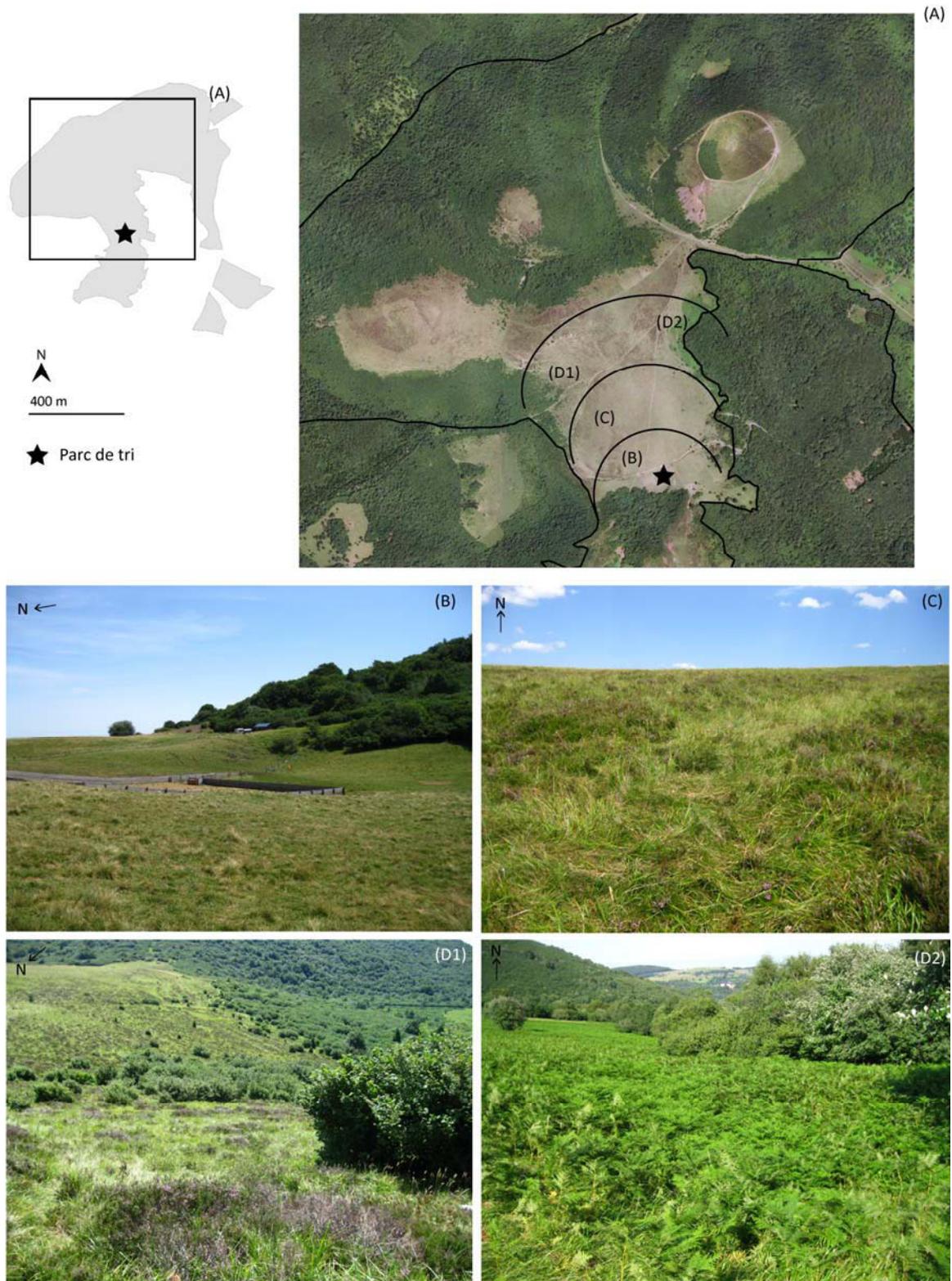


Figure 111 : Impact de la localisation du parc de tri et des abreuvoirs du parc principal d'Orcines au sud du Traversin sur l'établissement et les évolutions végétales récentes. On peut observer (B) les touffes de *Nardus stricta* au premier plan, (C) la mosaïque de *Nardus stricta* et de lande à *Calluna vulgaris*, (D1) le front arbustif (corylaie) et (D2) une ptéridaie.

CONCLUSION

Ce chapitre combine le triptyque végétation-milieu-pratiques appliqué à une échelle d'analyse plus fine (cartographie au 1000^e, facteurs physiques, morphologie des parcs). La combinaison de frises chronologiques compilant l'ensemble des données acquises sur les 50 dernières années avec la lecture des cartes produites sur les estives de Manson, Orcines et Recoleine apporte des réponses intéressantes quant aux évolutions végétales en cours et à leur recadrage temporel en fonction des crises ou embellies qu'ont pu subir ces estives. On peut ainsi affirmer que le ralentissement de la dynamique arbustive sur les estives est à relier à la reprise de ces terres par les groupements pastoraux. La pérennité des pratiques est un facteur principal de maintien de la mosaïque végétale.

L'analyse des dynamiques et des séquences en cours est également source d'enrichissement. D'abord, on peut remarquer que sur Manson les cycles landes/herbacées sont prépondérants. Ici, le manque d'emprise de l'homme est immédiatement ensuivi d'une reconquête des landes. Cette reconquête est si rapide qu'elle a probablement limité l'extension ligneuse par inhibition, faisant de cette estive une des plus ouvertes du secteur pastoral. Sur Orcines et Recoleine, la situation est plus contrastée et l'on remarque une fermeture importante de l'espace. Certaines zones ne sont plus exploitées au profit du maintien des autres.

D'une manière générale, les séquences ne suivent pas celles observées dans la littérature, la séquence typique pelouse-lande-arbustif-arboré ne couvre ainsi que 16 % de l'ensemble des séquences vers l'arboré, les séquences majoritaires étant celles qui sont issues de landes (35 %). On note également de fort taux d'amélioration de la zone pastorale avec un essor des herbacées et un net recul des landes.

L'analyse des facteurs physiques (exposition, altitude, pente) renforce cette analyse en spatialisant les évolutions. On retrouve ainsi, par exemple, les strates hautes (hêtres) en exposition nord sur Orcines.

Enfin, la configuration spatiale des parcs, instaurée par les sociétés, décide des zones plus ou moins fréquentées que seule une gestion homogène et volontariste de l'espace peut contrecarrer. Lorsque cette gestion est défailante, que le bétail est trop insuffisant, ou qu'il n'est pas dirigé vers les zones à risque, les facteurs physiques prennent alors le dessus dans la répartition et la dynamique plus ou moins rapide de la végétation. Cependant, la nature même du terrain et des espèces présentes en amont introduisent une contrainte et sont à l'origine des choix de configuration spatiale instaurés par les sociétés au cours du temps. Il s'agit donc d'un système interactif entre l'homme et son milieu.

C'est cette interaction permanente entre l'espace et l'homme qui est à l'origine d'une mosaïque de milieux, d'une instabilité dans les vitesses et les formes de la dynamique végétale et d'une stochasticité pouvant paralyser l'analyse. Comme nous avons pu l'observer, par une connaissance approfondie de l'historique des espaces et des sociétés, par la prise en compte conjointe du temps et de l'espace ainsi que par les informations issues des contraintes physiques régissant cet espace, nous pouvons retracer les dynamiques végétales et en analyser profondément leurs différences. Les possibilités de gestion de ces espaces n'en seront que renforcées.

PARTIE 4



DISCUSSION DES RESULTATS ET IMPLICATIONS EN MATIERE DE GESTION

INTRODUCTION

La crise du système traditionnel montagnard et son impact sur la végétation ont été solidement analysés (Veyret *et al.*, 1976 ; Doche, 1976 ; Brossier *et al.*, 1977 ; Loiseau *et al.*, 1979 ; De Beaulieu *et al.*, 1988 ; Michelin, 1991). Ces études ont considéré les successions en cours (Bazzaz, 1975 ; Doche, 1983 ; Coquillard *et al.*, 1985 ; Bozon *et al.*, 1991 ; Hester *et al.*, 1991 ; Mesléard *et al.*, 1991 ; Collins *et al.*, 1993 ; Di Pietro *et al.*, 1997 ; Rameau, 1999) et leurs vitesses (André, 1995 ; Brau-Nogué, 1996 ; Vanpeene Bruhier, 1998). Des facteurs explicatifs physiques et anthropiques sont mis en exergue (Wieser *et al.*, 2003 ; Coll *et al.*, 2004 ; Burel *et al.*, 2005 ; Picon-Cochard *et al.*, 2006 ; Hoechstetter *et al.*, 2008), ainsi que les effets du pâturage et des pratiques sur ces dynamiques (Loiseau *et al.*, 1976 ; Bernard-Brunet *et al.*, 1979 ; Bourbouze, 1979 ; Cristofini *et al.*, 1979 ; Dorée *et al.*, 1979 ; Bazin *et al.*, 1983 ; Mountport, 1984 ; Koerner *et al.*, 1997). Ce n'est qu'à partir des années 1990, avec un recul temporel sur les premières crises paysagères, que la fragmentation des écosystèmes et le fonctionnement des structures mosaïquées devient un sujet d'analyse conséquent (Saunders *et al.*, 1991 ; Coquillard, 1995 ; Pickett *et al.*, 1995 ; Gustafson *et al.*, 1996 ; Kent *et al.*, 1997 ; Smit *et al.*, 1998 ; Olsson *et al.*, 2000 ; Schmiegelow *et al.*, 2002 ; Waldhardt *et al.*, 2004 ; Martin M.J.R. *et al.*, 2006). L'essor informatique et les nouveaux outils de modélisation permettent d'envisager différents scénarii d'évolution de la végétation pour l'avenir et donner ainsi des perspectives aux gestionnaires de l'espace (Garguet-Duport *et al.*, 1995 ; Paegelow, 1995 ; Etlicher *et al.*, 1996 ; Gao *et al.*, 1996 ; Joliveau, 1996 ; Lardon *et al.*, 1996 ; Michelin *et al.*, 1996 ; Tanner *et al.*, 1996 ; Martin Y. *et al.*, 1997 ; Prévosto *et al.*, 1997 ; Mitchell *et al.*, 1998 ; Balandier *et al.*, 2004 ; Olmedo *et al.*, 2007 ; Verburburg *et al.*, 2010). Cependant, la création de modèles est complexe et limite le nombre de facteurs à prendre en compte, on observe donc fréquemment une simplification des phénomènes analysés au regard de la réalité des espaces. Ces modèles ne sont pas à négliger, leur apport scientifique est considérable dans l'analyse des grandes tendances. Mais en parallèle, il devient aussi nécessaire de réaffirmer la complexité des évolutions paysagères.

L'objectif des travaux réalisés dans cette thèse vise l'étude des interactions hommes-milieu et leurs conséquences sur la dynamique de la végétation au sein de la Chaîne des puys. Une mosaïque paysagère et ses divers stades de transition ont été analysés (chapitre 7). Généralement admise en écologie sous l'angle des relations entre habitats (fragmentation, hétérogénéité, hiérarchie) affectés par des facteurs externes (Pickett *et al.*, 1995 ; Gustafson, 1998 ; Burel *et al.*, 2000 ; Wu *et al.*, 2002), nous l'avons envisagée selon un triptyque combinant des critères spatiaux et agronomiques, en tenant compte du milieu, et en nous appuyant sur une approche de la diversité des interactions entre ces éléments dans le temps et dans l'espace. Les résultats ont révélé des processus nettement plus complexes et inattendus que ne le laissaient présager les études menées post-abandon (Falinska, 1988 ; Baudry, 1991 ; Senn *et al.*, 1999 ; MacDonald *et al.*, 2000 ; Poyatos *et al.*, 2003 ; Prévosto *et al.*, 2003 ; Mottet, 2005 ; Picon-Cochard *et al.*, 2006 ; Prévosto *et al.*, 2006 ; Gellrich *et al.*, 2007). En effet, comme l'ont rapporté Baumont *et al.* (2002), à tous les niveaux d'échelle, l'écosystème pâturé est considéré comme un système complexe. Il est très difficile de quantifier, au sein des deux grandes classes de facteurs que sont les pratiques et le milieu (Balent, 1993), l'impact direct chaque facteur sur l'évolution de la végétation (cet impact pouvant, de plus, être variable dans le temps). La multitude de facteurs en jeu est donc à envisager de manière globale comme composante du système. Cependant, ce contexte physique et humain peut être décrit de manière assez fine, avec une bonne connaissance de l'historique et une analyse spatiale de la zone. Par ce biais, peuvent être dégagés un contexte favorable ou défavorable au maintien des usages, et les conséquences de ces contextes sur la végétation, une même crise n'ayant pas des conséquences analogues sur des territoires différents.

CHAPITRE 8 - UNE ANALYSE SINGULIERE POUR DES EVOLUTIONS MULTIPLES

Deux cultures se juxtaposent, deux groupes, deux collectivités parlent deux familles de langues. Ceux qui furent formés aux sciences dès leur enfance ont coutume d'exclure de leur pensée, de leur vie, de leurs actions communes, ce qui peut ressembler à l'histoire et aux arts, aux œuvres de langues, aux œuvres de temps. Instruits incultes, ils sont formés à oublier les hommes, leurs rapports, leurs douleurs, leur mortalité. Ceux qui furent formés aux lettres dès leur enfance sont jetés dans ce qu'on est convenu de nommer les sciences humaines, où ils perdent à jamais le monde : œuvres sans arbre ni mer, sans nuage ni terre, sauf dans les rêves ou les dictionnaires. Cultivés ignorants, ils se consacrent aux chamailleries sans objet, ils n'ont jamais connu que des enjeux, des fétiches ou des marchandises. Je crains que ces deux groupes ne se livrent combat que pour des possessions depuis longtemps raflées par un troisième, parasite, ignorant et inculte à la fois, qui les ordonne et qui les administre, qui jouit de leur division et qui la nourrit.

Serres, 1980 in Larrère, 1988

- I. TYPOLOGIE DES ESPACES PASTORAUX
- II. COMPLEXITE DES PRATIQUES ET IMPACTS SUR LA VEGETATION
- III. UNE TRIPLE DIMENSION SPATIALE DES EVOLUTIONS VEGETALES
- IV. DIVERSITE DES FORMES ET MOSAIQUE PAYSAGERE
- V. PERSPECTIVES ET APPROFONDISSEMENTS

Malgré les distinctions de langage et les registres de temps différents entre processus biologiques et sociaux (Larrère, 1988), l'intégration des sciences sociales et environnementales autour d'une problématique commune de recherche est réalisable. Si Serres semble en douter au début des années 1980, la construction d'un langage et de méthodes communs au cours des années 1990 a favorisé une analyse plus approfondie des systèmes d'interactions entre milieux naturels et anthropisés. La géographie, dans sa capacité à associer sciences et cultures, ne peut que s'enrichir et apporter connaissances et outils aux disciplines proches dont elle se nourrit également. **Ainsi, les notions d'espace et de temps, primordiales dans l'analyse systémique des interactions de l'homme avec son environnement, sont à valoriser comme substrat à toute réflexion et campagne de gestion.**

I. TYPOLOGIE DES ESPACES PASTORAUX

Dans l'imaginaire collectif et dans certaines études scientifiques, on note une sorte d'image d'Epinal du XIXe siècle, avec une relation idéale, harmonieuse, entre l'Homme et la Nature (Eychenne, 2008). En accord avec Lepart (1994), une nouvelle mutation *semble découler de la mise en cause d'états d'équilibre anciens, parfois considérés comme des états de nature ou, plus généralement, comme résultant d'une utilisation harmonieuse, par les communautés humaines, des ressources du milieu où elles vivaient*. Or, dans le cas du système agropastoral traditionnel de la Chaîne des puys, cette image a tendance à s'effriter en considérant les conséquences écologiques des prélèvements sans restitution effectués par les troupeaux sur les sectionaux, au profit des terres arables. Cette harmonie affichée dans les textes peut aussi être appréhendée comme un système perturbateur pour les écosystèmes prairiaux, menant à une dégradation importante des sols et, d'un point de vue écologique, à une uniformité de landes pauvres. Au regard de cette époque, la situation actuelle de mosaïque diversifiée de milieux, fréquemment présentée comme une situation de crise, de déprise, présente pourtant un certain nombre d'avantages. **La colonisation des milieux ouverts et uniformes par les strates arbustives et arborées est à l'origine d'une diversité spécifique non négligeable et produit de nouveaux habitats pour la faune**. D'un point de vue social et sociétal, le système traditionnel visait à nourrir une population locale importante, mais dans la pauvreté et la misère. Aujourd'hui la population a diminué, et le petit nombre d'agriculteurs restants vise un niveau de vie correct et plus seulement la survie. On a donc assisté à un changement de paradigme, et la désacralisation de « l'âge d'or » du XIXe siècle devrait être intégrée par tous, y compris en matière de paysage. Pourtant, ce paysage idyllique, car ouvert, est encore très présent dans l'imagerie collective de la plupart des espaces affectés par la déprise. La recherche, elle-même, s'est longtemps attachée à décrire la déprise et ses conséquences écologiques de manière négative. Or, fréquemment, des espaces ouverts et leurs espèces associées subsistent, grâce à la persistance d'activités agricoles et pastorales, et l'on assiste plutôt à la mise en place d'une nouvelle mosaïque paysagère. **L'objectif de cette étude a donc été, pour une large part, la mise en exergue de cette nouvelle approche des paysages dits en cours de fermeture, et l'établissement d'un arsenal méthodologique visant à les décrire, à les analyser, et à en tirer des conséquences opérationnelles en termes de gestion**. En définitive, ainsi que Lepart et Marty (2007), nous cherchons à **réenvisager la « fermeture des paysages » comme l'une des dimensions de la dynamique de l'espace, et non la seule**.

I.1. TRENTE ANS D'ÉVOLUTIONS SYNOPTIQUES

Les études de Michelin et des palynologues sur le long terme (fig.21 ; De Beaulieu *et al.*, 1987 ; De Beaulieu *et al.*, 1988 ; Guiter *et al.*, 2003) ont démontré que les séries d'emprise et de déprise se sont succédées du Néolithique à aujourd'hui, produisant des configurations paysagères variées. Cependant, ces fluctuations s'observent également sur des périodes courtes, et produisent des instabilités sur les écosystèmes et leur dynamique. Ainsi, la pratique du pâturage collectif est traditionnelle dans la Chaîne des puys, mais se trouve affectée par des mutations profondes. Ces évolutions sont éminemment liées à l'évolution de l'agriculture : mécanisation, intensification, concentration des exploitations et recentrage sur des terres plus productives, normes sanitaires, quotas, essor du bovin laitier (Freléchoux *et al.*, 2007 ; Lepart *et al.*, 2007) ; et des sociétés dites occidentales : exode rural, baisse de main d'œuvre, extension du tissu urbain, pression sur le foncier, etc. Cependant, encore aujourd'hui, on ne peut analyser le pastoralisme collectif sans considérer les exploitations associées et leurs difficultés. Les crises successives des dernières décennies en systèmes ovin et bovin ont ainsi provoqué une instabilité de la pratique pastorale. Des troupeaux ovins guidés par des bergers de village sur de vastes espaces, à la situation actuelle, les pratiques et la configuration paysagère se sont diversifiées. Aujourd'hui, le secteur bovin semble plus dynamique et dans une meilleure situation financière. A l'inverse, le secteur ovin subit encore des crises diverses et de nombreux adhérents des groupements pastoraux ovins sont double-actifs, ne perpétuant leur

activité agricole que par tradition. **De ces pratiques, et de l'usage historique des terres, résulte un état varié de la végétation.**

Ainsi, l'espace pastoral s'est fortement boisé depuis les années 1970 (tab.44, fig.112), mais la diminution de la strate arbustive sur la période récente est significative d'une stabilisation du phénomène. Parallèlement, la lande a fortement régressé et ce recul est au principal avantage des zones herbacées, produisant des espaces de meilleure qualité fourragère. L'augmentation des chargements moyens depuis la création des groupements pastoraux dans les années 1980-90 a contribué à cet état avec une augmentation de 0,31 UGB/ha en moyenne.

I.2. DES EVOLUTIONS VARIEES SELON LE TYPE DE CHEPTEL

L'espace pastoral du XIXe et du début XXe était principalement construit autour d'une exploitation ovine, assurée par le gardiennage des bergers. Suite à la seconde guerre mondiale, l'agriculture s'est transformée pour répondre aux attentes européennes en termes de production et d'autonomie alimentaire. L'instauration de subventions puis de quotas a donc incité les agriculteurs à modifier leur système d'exploitation. Ceci a provoqué une transformation des paysages ruraux. Les régions productives ont été affectées par la constitution d'un paysage d'openfield fertilisé ; et les régions à topographie plus complexe se sont essentiellement tournées vers une exploitation bovine (Delcros, 1999). Le foncier traditionnel, organisé autour des terres privées de cultures et de fauche et de terres collectives, essentiellement de pâtures, a donc été transformé en conséquence. Ainsi, pour répondre à la pression des nouveaux exploitants bovins, et lors de la création des groupements pastoraux dans les années 1980-90, deux types d'estives ont été mis en place :

- des **estives ovines** principalement dans les sectionaux à **topographie complexe** (puys),
- et des **estives bovines** principalement sur le **plateau**.

Ces différents types d'exploitation collective ont produit des trajectoires végétales variées entre 1974 et 2004 (fig.113, tab.44). En système bovin, malgré l'extension arborée, les zones ouvertes sont principalement herbacées, avec un net recul des landes. Les espaces fermés sont deux fois moins couvrants que dans les secteurs ovins, et la faible proportion de la strate arbustive est significative d'une stabilisation du phénomène de fermeture. En système ovin, les zones ouvertes sont encore majoritaires mais ont diminué de 15 %, le recul des landes étant ici associé à l'avancée herbacée et ligneuse. Mais l'état en 1974 diffère déjà, puisque les ligneux couvraient 7 fois plus de surface qu'en bovin, et que la strate arbustive atteignait déjà 1/5^e de l'espace. La période récente est marquée par l'essor arboré mais la strate arbustive a diminué et le phénomène de fermeture est donc moins fort.

L'évolution de la couverture végétale de ces deux systèmes d'exploitation est donc principalement définie par une régression des landes de moitié. A cette régression, deux évolutions sont pourtant à distinguer. En système bovin, elle est principalement due à une augmentation du chargement moyen (qui a presque doublé) et à un girobroyage répété annuellement qui limite également l'extension ligneuse haute. En système ovin, avec une baisse du chargement moyen et sans girobroyage, ce recul est dû aux pratiques et une meilleure gestion du troupeau. Son impact reste cependant insuffisant sur la dynamique des ligneux, qui sont par conséquent plus majoritaires dans l'espace.

Année	1974						2004				
	SN	P	L	a	A	C	SN	P	L	a	A
Bovin	0,7	61,5	29,8	4,2	3,1	0,8	0,5	72	12,4	1,6	13,5
Ovin	1,6	40,4	32,2	19,3	5,5	0,2	0,6	49,2	13	14,2	22,8
Total	1,2	51	31	11,8	4,3	0,5	0,6	60,6	12,7	7,9	18,2

Tableau 44 : Evolution de la couverture végétale des estives ovines et bovines entre 1974 et 2004.
SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré, C : cultures.

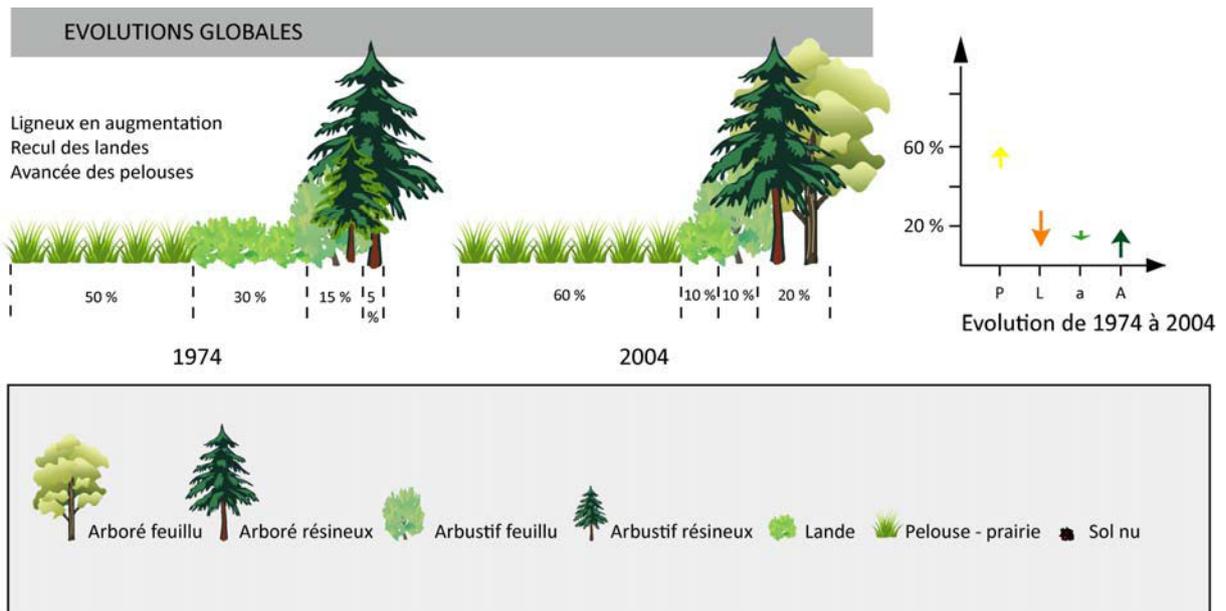


Figure 112 : Typologie et évolutions générales du secteur pastoral (1974-2004).

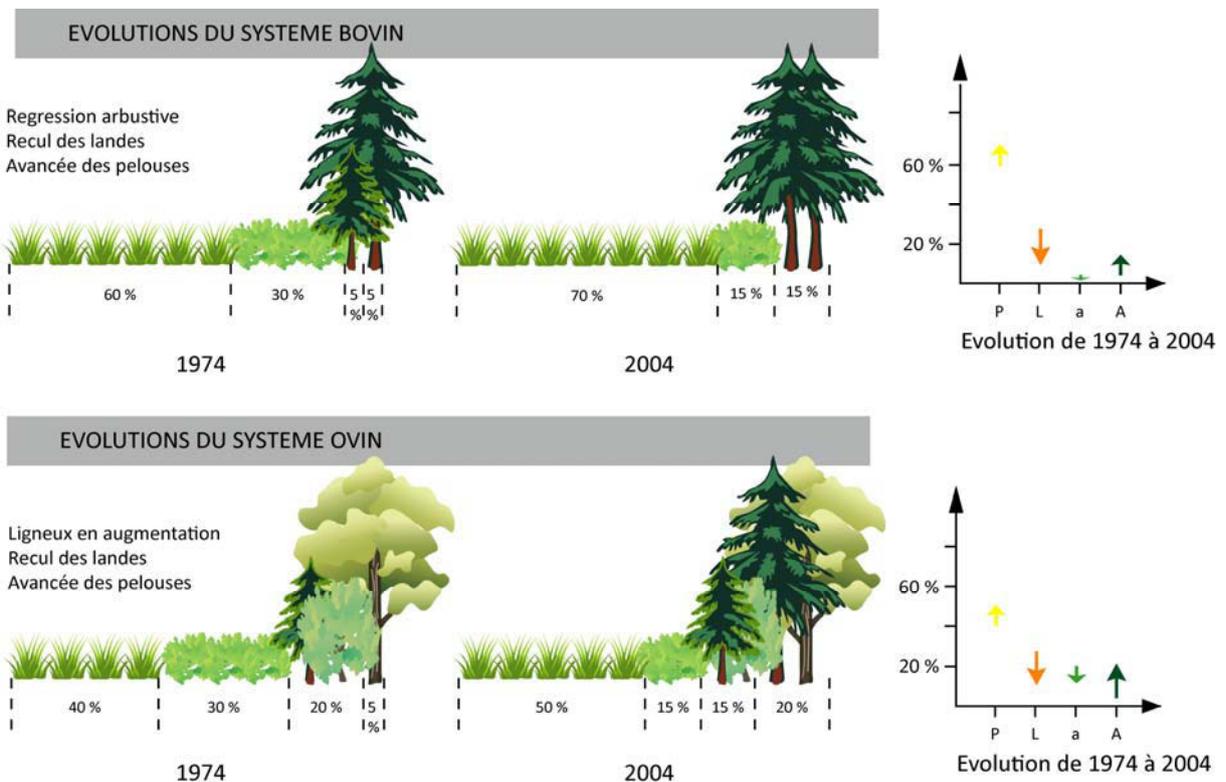


Figure 113 : Typologie et évolutions comparées des estives ovines et bovines (1974-2004)

I.3. DE MULTIPLES TRAJECTOIRES DANS LA DYNAMIQUE DE LA VEGETATION

L'ensemble des résultats obtenus sur la dynamique diachronique et spatiale des évolutions végétales a été combiné pour construire une typologie basée sur les critères suivants :

- les **taux d'espaces ouverts et fermés et leur évolution dans le temps**,
- **l'évolution de chaque strate** selon que sa couverture baisse ou augmente (avec codification P : pelouses-prairies, L : landes, a : arbustes, A : arbres) :

ex : P ↗ L ↘ a ↗ A ↗

- **l'état initial** (1974) et **final** (2004) de la composition végétale (même codification) :
ex : PLAa = Pelouses > Landes > Arboré > arbustif,
- **l'évolution du chargement.**

Ainsi, trois grands modèles paysagers de la dynamique végétale peuvent être discernés :

- un paysage à **fermeture intense**,
- un paysage **ouvert marqué par la dynamique ligneuse**,
- et un paysage **en cours d'ouverture**.

Dans ce contexte de restructuration des pratiques agricoles, la fermeture généralisée des espaces n'est pas la seule réponse de la végétation. En effet, au sein des trois modèles, on peut dénombrer 9 types différents, selon les critères retenus. Chaque estive constitue donc un type particulier de dynamique, ce qui indique des évolutions multiples du domaine pastoral. Notre approche s'apparente donc à celle de Goreaud *et al.* (2005b), avec l'analyse d'une structure spatiale initiale ayant un impact majeur sur les dynamiques végétales, mais aussi à celle Balent *et al.* (1993) en considérant les paramètres anthropiques et liés au troupeau dans un contexte spatio-temporel.

I.3.1. Modèle de paysage à fermeture ligneuse intense

Ce modèle est scindé en deux types d'exploitation ovine (fig.114, tab.45), selon la précocité du phénomène de fermeture, les types d'espèces ligneuses colonisatrices, et la diversité des pratiques.

Année	1974							2004				
	Type	SN	P	L	a	A	C	SN	P	L	a	A
1	4	31	63	2	0	0	2	36	5	20	37	
2	3	32	21	35	8	1	1	26	16	29	28	
Total modèle 1	3,5	31,5	42	18,5	4	0,5	1,5	31	10,5	24,5	32,5	

Tableau 45 : Evolution de la couverture végétale des paysages à fermeture intense entre 1974 et 2004.
SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré, C : cultures.

Le type 1 (estive ovine de Recoleine) est qualifié par **la plus forte vitesse d'extension forestière** de la zone (1 ha/an) avec l'apparition d'un stade arboré en trente ans. Les stades arbustifs ont une extension spatiale moindre, mais sont encore très dynamiques. Cette fermeture intense est due en grande partie à la nature des ligneux, des *Picea abies*, issus, par dispersion, des plantations proches. Ce type d'espèce est héliophile, même à l'état juvénile, contrairement aux feuillus comme *Fagus sylvatica*, qui est sciaphile puis héliophile. Cette nature favorise une extension rapide et forte, car l'espèce ne nécessite pas de strate arbustive pour s'étendre, elle s'implante directement dans les espaces ouverts, selon une stratégie de développement « r »¹²⁶ (Pardé, 1984 ; Curt *et al.*, 2004).

Ainsi, 2/3 des arbustes de 1974 sont actuellement des arbres, mais c'est également le cas de 2/3 des pelouses, et de la moitié des landes. Pourtant, la nature des landes (*Calluna vulgaris*), est très inhibitrice, contrairement aux pelouses, et limite normalement l'extension ligneuse. Les pratiques jouent ici un rôle primordial. Ainsi, 3/5^e de l'espace est couvert de landes en 1974, et pour en limiter l'extension, malgré un chargement faible, les éleveurs instaurent un parcage nocturne sur l'estive. La banque de graines de *Picea abies*, s'est alors développée sur les ouvertures créées par le parcage¹²⁷. A l'inverse, l'augmentation du chargement à la création de l'estive (1987) en parcage continu (nuit et jour), a permis de produire des espaces de bonne qualité fourragère.

¹²⁶ Deux catégories de ligneux (Curt *et al.*, 2004) : stratégie de développement r (héliophile, forte production de graines, dissémination anémochore, plasticité édaphique) avec aptitude à coloniser les milieux perturbés, premier stades forestiers (modèle de facilitation) et résineux ; et stratégie K (fort développement aérien et souterrain, longévité importante, production de graines limitée, tolérance à l'ombrage dans jeune âge) rencontrés en fin de succession, stades forestiers les plus mûrs et évolués.

¹²⁷ Plus le chargement est faible, plus les animaux sont en capacité de trier les espèces (Roguet *et al.*, 1998).

MODELE	TYPE, 1974	PRATIQUES	CHARGEMENT	EVOLUTION, OBSERVATIONS	ETAT ACTUEL	
FERMETURE INTENSE	1	Ovin, parcage nocturne sur landes, puis parcage continu en clôtures mobiles	↗	Parcage nocturne ↗ Sous-chargement ↗ Plantation 1950 ↗ Banque de graines importante	Fermeture intense et rapide, dichotomie puy/plaine, et pelouses/ligneux. Disparition des landes.	Recul des landes et augmentation arborée
	2	Ovin, gestion libre sur vaste surface + parcs, nombreuses crises	Sous chargement continu	Boisements feuillus précoces ↗ Sous-chargement ↗ Mâtrise difficile	Fermeture lente, strates à couverture équivalente, dichotomie puy/plaine	Régression arbustive
OUVERT MAIS ARBORE	3	Ovin, clôtures précoces, girobroyage ponctuel en layons, exploitation régulière	Important et constant	Plantation ↗ Chargement suffisant et constant ↗ Dissemination ponctuelle ↗ Disparition des landes, + de pelouses	Boisements très limités, amélioration du pâturage	Recul des landes
	4	Usages multiples puis bovin, girobroyage en sortie de parc	↗	Plantation ↗ Girobroyage et coupes ↗ Dissemination précoce ↗ Disparition des landes très peu d'arbustes	Boisements limités, dichotomie pelouses/arbres	Boisement précoce
	5	Ovin puis bovin, girobroyage fin de saison	Chargement faible	Boisements feuillus précoces ↗ Sous-chargement ↗ Mâtrise difficile	Extension faible	Augmentation arbustive
	6	Ovin puis bovin, équin dans les années 1990, arrêt girobroyage	↗	Plantation ↗ Troupeau seul sans girobroyage ↗ Dissemination ponctuelle ↗ Limite extension arborée, ne suffit pas à limiter les landes	Boisements très limités, landes sur les pentes du puy, zones planes de bonne qualité fourragère	Augmentation des landes
	7	Ovin, vaste parc en gestion libre + parcs petite taille	Chargement faible	Boisements feuillus précoces ↗ Plantation ↗ Parcs éloignés	Extension faible ↗ Dissemination forte sur puy ↗ Recouvrement de landes fort	Boisement précoce
	8	Ovin, coupes fréquentes et girobroyage	↗	Boisements feuillus très couvrants ↗ Girobroyage ↗ Régression due aux coupes ↗ Regression des landes	Recul arbustif par coupes fréquentes, mais chargement insuffisant pour contenir la dynamique	Strates ligneuses précoces mais en recul
	9	Ovin puis bovin, coupes et girobroyage fréquentes	Fort et ↗	Boisements résineux précoces ↗ Girobroyage ↗ Régression due aux coupes ↗ Regression des landes	Recul arbustif par coupes fréquentes, et chargement suffisant pour contenir la dynamique	
Notice explicative						

Figure 114 : Modèles et types d'évolution de la couverture végétale entre 1974 et 2004.

Avec des taux d'ouverture et de fermeture actuels quasiment identiques, le **type 2** (Orcines) diffère du précédent par **l'antériorité de son extension ligneuse**. En effet, arbustes et arbres couvraient près de la moitié du domaine en 1974, et le phénomène de fermeture était donc déjà amorcé. On observe entre les deux dates une nette augmentation des arbres. L'augmentation des ligneux hauts sur la période est deux fois moins intense que dans le type précédent, mais les strates arbustives restent les plus couvrantes du domaine pastoral (1/3 de l'espace). **La principale distinction des deux types au sein du modèle à fermeture intense est de l'ordre des formations végétales**. En effet, dans le **type 2, les ligneux sont essentiellement feuillus** (*Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Salix sp.*) et ne comptent que quelques résineux (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*), contrairement au **type 1 où les résineux priment**. Ces espèces feuillues sont les composantes de la hêtraie neutrophile montagnarde typique de la zone (Sulmont *et al.*, 2000). L'installation de la hêtraie nécessite un certain nombre de stades arbustifs intermédiaires (*Corylus avellana*, *Salix sp.*, *Betula pendula*), qui s'implantent majoritairement par fronts de colonisation (stratégie K). En parallèle, on observe également, dans le type 2, un recouvrement moindre des landes et des pelouses au regard du type 1 et une baisse de ces deux strates sur la durée. La sénescence cyclique des landes à *Calluna vulgaris* s'est trouvée confrontée à l'extension ligneuse et le sous chargement répété n'a pu préserver l'ensemble des herbacées. Leur disparition n'est cependant pas totale et s'est stabilisée avec l'augmentation du chargement et une pratique plus pérenne de l'espace depuis la création du groupement (1982).

Au sein du premier modèle, les deux types ont une situation actuelle similaire, mais les pratiques associées diffèrent ainsi que l'état initial de leur végétation. Le **type 1** est affecté par un **développement récent et rapide**, alors que le **type 2** se distingue par un **développement de l'arbre antérieur et relativement lent**. Ce dernier compte un parc de plus de 500 ha utilisé en gestion libre, alors que sur l'autre, des clôtures légères et des parcs changés tous les 2-3 jours en font l'estive la plus riche du secteur pastoral en termes agronomiques. Les pratiques d'exploitation ne suffisent cependant pas à stopper l'extension ligneuse, caractérisée par une strate arbustive très présente, mais l'ont cependant fortement limitée. **Cette mosaïque paysagère est donc variée, mais sa stabilité est incertaine**.

I.3.2. Modèle de paysage ouvert affecté par l'extension ligneuse

Les espaces encore majoritairement ouverts suivent également des trajectoires diverses selon la précocité de l'essor ligneux, et un recul ou non des landes en fonction de l'évolution du chargement. Contrairement aux deux types précédents, la strate arbustive est ici très faible à inexistante, et la dynamique de colonisation ligneuse semble donc stoppée (tab.46, fig.114).

Année	1974						2004					
	Type	SN	P	L	a	A	C	SN	P	L	a	A
	3	0	67	31	0,5	0,5	0	0	83	6	2	8
	4	0	43	48	3	3	3	0	81	1,5	0,5	17
	5	2,5	64	30	0,5	3	0	1	64	20	3	12
	6	0,4	80	18	1,2	0,2	0	0,8	66	22,6	0,5	10
	7	1	52	29	7	11	0	0	38	35	0	27
	Total modèle 2	0,5	61	31	2,5	3,5	0,5	0,5	66	17	1,5	15

Tableau 46 : Evolution de la couverture végétale des paysages ouverts mais partiellement arborés entre 1974 et 2004. SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré, C : cultures.

A état final similaire, avec une structure paysagère dichotomique herbacé/arboré, deux types sur plateau, se distinguent par leur état initial et leur pratiques.

Le type 3, d'exploitation ovine (Manson), est défini par le **maintien d'un chargement constant** (0,85 UGB/ha) parmi les plus forts pratiqués en ovin sur le secteur. L'installation précoce de clôtures

a structuré le sectional dès les années 1965, et facilité le gardiennage du troupeau. La SOMIVAL, qui l'a financée, est aussi à l'origine de plantations à *Picea abies* qui longent l'estive sur toute sa partie nord. Malgré cette présence précoce de semenciers, ce type est actuellement couvert aux 9/10^e d'espaces ouverts (le plus fort taux de tout le secteur pastoral), pour 1/10^e de boisements (10 fois plus qu'en 1974). Parallèlement, les landes ont fortement reculé à la faveur des herbacées. En situation de chargement constant, avec structuration en parcs et girobroyage en layon dans les années 1990, le recul des landes (*Calluna vulgaris* et *Cytisus scoparius*) n'a pas été synchrone à l'extension ligneuse.

Le type 4, en exploitation actuelle bovine (Montmeyre) est affecté par une **extension résineuse précoce** (1/10^e en 1974), issue des plantations proches. Elle s'est d'abord établie en lisière de parcs, et dans les zones les plus éloignées du village, pour ensuite s'étendre, ponctuellement et par dispersion, à l'ensemble de l'espace. L'état initial diffère du type précédent par des usages plus différenciés notamment non-agricole (utilisation militaire) et une proportion de landes supérieure aux herbacées, une configuration alors unique sur le plateau. A l'inverse, actuellement, malgré un chargement faible au regard des autres estives bovines (0,88 UGB/ha), ce type est majoritairement constitué d'herbacées (8/10^e, le plus fort taux en bovin). Les arbustes sont inexistantes et les arbres couvrent 1/5^e du domaine pastoral. Malgré un essor précoce de *Picea abies*, et un recul considérable des landes, la dynamique colonisatrice a donc été contenue et l'espace n'est finalement que peu boisé au regard du type 1. La raison principale de cet état est mécanique, le girobroyeur étant passé à chaque sortie de parc, et des coupes constantes ayant été effectuées sur la période.

Le type 5 (Recoleine bovin) est aussi caractérisé par une **baisse des landes et un recouvrement feuillu précoce**. Si la strate arborée couvre actuellement autant d'espace que dans le type 4, la couverture de la strate arbustive est plus proche du type 3. L'exploitation était ovine en début de période, les landes couvraient alors 1/3 de l'espace, les pelouses 2/3, et les arbres 5 %. Malgré des plantations aussi proches qu'en ovin (type 1), les arbres en début de période sont des feuillus (chouradous). Le changement d'exploitation, lors de la création de l'estive en 1987, a favorisé l'instauration du girobroyage, même sur les pentes du puy (auparavant, l'écobuage était fréquent pour limiter l'extension des landes). Cette pratique a favorisé le recul des landes, mais, dans un contexte de sous-chargement, n'a pas limité l'extension résineuse. Au regard du type 1 (configuration morphopédologique identique), cette extension est cependant **très maîtrisée**.

Le type 6 (Ternant), était très ouvert en **1974** avec des **taux d'herbacés les plus forts du domaine pastoral**. Des plantations de *Picea abies* sont aussi présentes dans les parcelles adjacentes. Ce type était ovin en 1974 et devenu bovin à la création du groupement pastoral en 1982. Il est construit sur l'arrêt du girobroyage et un chargement fort (le plus élevé de la zone pastorale avec 1,18 UGB/ha)¹²⁸. Ces pratiques ont provoqué deux trajectoires : la recrudescence des landes, et un recouvrement ligneux faible. La pression pastorale plus élevée a un impact direct sur les plantules ligneuses, mais l'arrêt du girobroyage, pratiqué auparavant en plein, a provoqué un retour des cytisiaies. Cette augmentation des landes est cependant à relativiser car elle ne concerne que 5 % de l'espace.

Le type 7 (Fontêtes) est caractérisé par une **extension ligneuse précoce**, mais plus couvrante et surtout déjà marquée par la **colonisation arbustive résineuse**. L'exploitation est ovine, et les arbres sont d'anciens chouradous. Actuellement, l'arbre couvre 1/3 de l'espace, mais l'absence de strate arbustive indique une fermeture régulée. En revanche, dans un contexte topographique de puy et de zones planes, sans girobroyage, la lande (cytisiaies, ptéridaies) a augmenté sur la période pour atteindre 1/3 de l'espace : la plus forte proportion de tout le domaine pastoral. Les herbacées ont ainsi régressé, diminuant les espaces ouverts d'1/10^e entre 1974 et 2004. Pourtant, le chargement a augmenté de 0,46 à 0,61 UGB/ha (plus faible chargement après le type 2). Ces distinctions générales cachent une réalité différente selon les parcs, les plus éloignés étant nettement moins utilisés et couverts de landes, ils augmentent les moyennes générales.

¹²⁸ Estive expérimentale de VetAgroSup (travaux d'Orth), ce qui induit des pratiques particulières.

Ces cinq types sont dans une **situation actuelle identique en ce qui concerne la couverture ligneuse, qui ne dépasse pas 25 %**, leurs distinctions se basent sur l'évolution des landes, des pratiques, et de l'état initial. Le type 3 est caractérisé par une amélioration agronomique, facilitée par un girobroyage ponctuel dans le temps et dans l'espace (layon), en soutien à l'action du troupeau. Alors que le type 4, avec un girobroyage systématique (en plein) et répété, montre une défaillance dans le système et une pression de pâturage trop faible pour contenir l'extension des landes. Le type 5 suit aussi une diminution des landes par girobroyage, mais la strate arbustive est plus couvrante, le chargement étant plus faible. Quant aux types 6 et 7, caractérisés par une augmentation des landes, le girobroyage n'y est pas pratiqué et le chargement est deux fois plus élevé dans le 6 que dans le 7, qui est 5 fois plus boisé. **Ces pratiques et évolutions diverses ont donc conduit à une mosaïque de milieux mieux contrôlée, par broyage ou avec une charge animale élevée ou stable.**

I.3.3. Modèles de paysages en cours d'ouverture

Malgré les transformations du système agricole, **la typologie a révélé des paysages marqués par une ouverture de l'espace**. Les types 8 et 9 (tab.47, fig.114) sont issus de l'estive de plateau de Beaune-le-Chaud et sont **caractérisés par le plus fort essor résineux précoce**. Malgré cet état initial critique, actuellement, les pelouses sont en progression, les landes en voie de disparition et les strates ligneuses ont diminué.

Année	1974						2004					
	Type	SN	P	L	a	A	C	SN	P	L	a	A
	8	0	20	20	52	8	0	0	63	3	20	14
	9	0	59	23	12	6	0	0	77	5,5	2,5	15
	Total modèle 3	0	39,5	21,5	32	7	0	0	70	4	11	15

Tableau 47 : Evolution de la couverture végétale des paysages en dynamique d'ouverture entre 1974 et 2004. SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré, C : cultures.

Le type 8, ovin, est composé de deux parcs (contre 4 auparavant) couverts aux 3/5^e par des résineux majoritairement arbustifs en 1974. Il est caractérisé par des **coupes très fréquentes** et un **girobroyage régulier** (tous les 2-3 ans), ainsi qu'une baisse drastique de son chargement suite à la diminution du nombre de parcs (1,45 contre 0,69 UGB/ha aujourd'hui). Ces pratiques ont fait fortement régresser les arbustes, et les landes ont disparues du secteur à la faveur des herbacées. Cependant, malgré une régression de 32 % d'arbustes sans augmentation majeure des arbres, près d'1/3 de l'espace est encore couvert par les strates ligneuses, nettement plus donc que dans les types précédents (3 à 7).

Le type 9, bovin, est **caractérisé en 1974 par la plus faible proportion d'espace ouvert du système bovin**, et affecté par un essor résineux précoce. En réaction à cet état, les éleveurs ont également pratiqué des coupes importantes, et des campagnes de girobroyage annuelles en plein. Aujourd'hui, le taux de fermeture est identique au type 5, mais la part d'arbustes est plus importante, le phénomène de fermeture est donc moins bien régulé, malgré des chargements en augmentation : 0,87 à 1,1 UGB/ha. Ces moyennes cachent une réalité diverse selon les parcs. Certains, en exploitation mixte bovin-équin, sont dans la même situation paysagère que le type 4, avec absence d'arbuste. A l'inverse, les autres sont exploités privativement par deux adhérents, qui les utilisent comme surfaces supplémentaires dans leur système d'exploitation. Les coupes y sont moins nombreuses et les arbustes s'y développent plus.

Ces deux modèles sortent du commun du fait des **coupes fréquentes** effectuées par la section selon une stratégie traditionnelle (sylvopastorale). Ce ne sont donc pas les troupeaux qui ont favorisé cette amélioration, même si la mixité avec les équins a amélioré la situation de certains parcs. Sans ces coupes, la fermeture résineuse serait plus importante et voisine du type 2 (à état initial proche).

I.4. BILAN

La prise en compte de l'état initial, des types d'évolution, des pratiques d'exploitation, du chargement, et de l'état actuel ont permis de dégager une typologie des espaces pastoraux du secteur. Malgré un regroupement possible sur l'état actuel des estives en trois modèles, chaque estive constitue un type de dynamique. La déprise n'implique donc pas une fermeture généralisée de l'espace comme le laissent sous-entendre certaines études effectuées sur le sujet (Brossard *et al.*, 1993 ; Delcros, 1999 ; Luginbühl, 1999 ; Rameau, 1999), mais plutôt une diversité d'adaptations végétales et agricoles. **Le paysage pastoral de la Chaîne des puys est marqué par l'instauration d'une nouvelle mosaïque paysagère, plus variée qu'avant la déprise.** Elle est caractérisée par des évolutions diverses, qui ne suivent pas les mêmes vitesses et s'établissent sur un schéma d'évolution non-linéaire (Gellrich *et al.*, 2007b). Ces évolutions montrent l'importance du triptyque végétation-milieu-pratiques dans l'analyse de ces paysages en transition et la compréhension des phénomènes. Nous avons également pu dégager l'importance cruciale des semenciers résineux, à colonisation et extension rapide sur les milieux ouverts. Ainsi, sur les 9 types analysés, 8 sont principalement colonisés par *Picea abies*.

II. COMPLEXITE DES PRATIQUES ET IMPACTS SUR LA VEGETATION

L'analyse des tendances évolutives a révélé l'importance des pratiques et de leurs évolutions sur la dynamique végétale. Nous les avons abordées de manière synoptique, mais leur analyse plus approfondie montre des distinctions bien précises, notamment dans la structure spatiale qu'elles induisent. Dans la même optique que Marage dans sa thèse (2004), nous considérons que *la clé pour comprendre et interpréter le déterminisme et la dynamique de la végétation et sa richesse spécifique, réside dans la connaissance des activités anthropiques anciennes.* En accord avec Balent *et al.* (1993a), nous considérons les **pratiques de gestion comme des facteurs de l'environnement des milieux**, agissant sur leur fonctionnement. Dans cette approche, les pratiques sont considérées comme des perturbations¹²⁹, dont on peut définir la nature, l'intensité et la fréquence. Conjointement, les crises économiques et sanitaires, qui transforment le système, sont également considérées comme des perturbations. On considère donc **un régime de perturbations d'ordre anthropique**, l'objectif étant de caractériser ses conséquences sur la végétation en termes écologiques et évolutifs (Bazzaz, 1975 ; Marage, 2004), au sein d'une approche spatio-temporelle. Tout en étant en accord avec Lepart (1994) : *il n'y a presque pas de système dont le fonctionnement soit entièrement explicable par le jeu des facteurs naturels. Mais à l'inverse, il n'y a presque pas de système dans le fonctionnement et la dynamique duquel les processus naturels ne jouent pas un rôle déterminant.* Ces aspects fédérateurs sont, depuis une décennie, pris en compte dans les programmes de recherche, notamment celui de l'INRA intitulé : *biodiversité et gestion forestière, importance spatiale et mécanismes de maintien des variations de biodiversité forestière résultant des pratiques agricoles passées* (Dupouey *et al.*, 2001).

II.1. DIVERSITE ET EVOLUTION DES PRATIQUES SUR LA ZONE PASTORALE

Le domaine pastoral est une surface complémentaire collective dans des systèmes d'exploitation privés. Ce qui signifie qu'en plus de la gestion de leur propre exploitation, les éleveurs doivent faire face à une contrainte de temps de travail supplémentaire pour établir des pratiques sur la zone. La facilité de mise en œuvre et l'efficacité des techniques utilisées sont donc des critères primordiaux dans la gestion de ces zones.

¹²⁹ « Définie comme un changement au niveau d'un facteur de l'environnement d'un système biologique qui interfère avec son fonctionnement initial » (Rykiel, 1985 et Van Andel *et al.*, 1987, in Balent, 1993a)

II.1.1. Evolution des pratiques traditionnelles

Le système agrosylvopastoral traditionnel est structuré sur une utilisation concentrique de l'espace. Autour des villages, la première couronne accueille les champs cultivés (orge, seigle), la seconde les prés de fauche, et la dernière l'espace pastoral collectif. Au-delà d'une configuration traditionnelle courante de l'espace, cette organisation répond également à des contraintes topographiques. Les deux premières sont installées sur le plateau, le travail de la terre y étant plus aisé ; tandis que les zones de fortes pentes, les puys et les coulées, sont utilisés pastoralement. Au sein de cette structure spatiale, le système agrosylvopastoral est avant tout construit sur l'avantage donné aux terres privées. Ainsi, les troupeaux sont guidés à travers le domaine pastoral par un berger pendant la journée, pour être ensuite répartis en parcs de nuit sur les terres en jachère ou déjà récoltées. Cette activité pastorale est pratiquée tout au long de l'année et appauvrit fortement les sols qui se couvrent de landes. Les arbres résistant à cette exploitation intensive sont utilisés à double titre : pour la chôme du troupeau (chouradou) et comme bois de chauffage. Parallèlement, la culture de *Cytisus scoparius* est également présente sur le domaine pastoral, avec une triple vocation : le paillage, la lessive (cendres), et la vente de charbon de bois aux boulangeries. Cependant, au-delà de cet apport financier¹³⁰, l'espèce constitue alors une banque de graines considérable.

Le XIXe siècle est marqué par une croissance démographique et un morcellement des terres privées, liés à une pauvreté croissante. L'espace pastoral collectif constitue alors une soupape de sécurité et son utilisation se diversifie. Les zones les plus planes sont alloties (sur le plateau ou en contrebas des puys) afin de permettre la culture et la fauche privée. L'accroissement des surfaces cultivées et fauchées apporte un regain de fertilisation (parcage nocturne), mais appauvrit d'autant plus les puys et coulées. Parallèlement, les politiques nationales, conscientes de cet appauvrissement et de l'érosion massive des sols, incitent au boisement (RTM), et une partie des terres privées et collectives (fréquemment les plus éloignés du village et sur coulées) est alors plantée en *Picea abies*. Cette espèce avait été primo-implantée par le Comte de Montlosier au XVIIIe, sur les sectionaux. On peut donc la considérer comme introduite (voire invasive, comme Bartoli, 2003, dans les Pyrénées), car absente naturellement dans la zone, et nuisible aux écosystèmes dans lesquels elle s'implante. La question d'échelle spatio-temporelle d'implantation de Simon (2006)¹³¹ se pose donc ici aussi : *Picea abies* est ici dans son aire chorologique « naturelle », pourtant aucun relevé palynologique ne la repère avant le XIXe, siècle auquel l'espèce a été massivement plantée, et en voie d'expansion spontanée depuis. Peut-on alors la considérer comme autochtone, puisque présente depuis seulement deux siècles ?

Puis, les deux guerres mondiales successives, la perte de population agricole et la transformation des systèmes d'exploitation, entraînent un recentrage sur les terres les plus faciles d'accès, à proximité des villages. Les reliquats du système traditionnel persistent jusque dans les années 1960-70 qui verront, la disparition progressive des bergers et des terres alloties. Une période d'instabilité s'ensuit dans les années 1970-80, suite aux diverses crises agricoles et sanitaires. La forêt, jusqu'à présent relativement minoritaire, se développe en conséquence. Parallèlement, une réorganisation du foncier se met en place, et les agriculteurs restant augmentent leur SAU. L'utilisation du domaine pastoral devient moins prioritaire dans leur système d'exploitation, et l'on assiste à un recentrage sur les terres privées.

¹³⁰ Son utilité est telle que certains villages n'hésitent pas à acheter des graines pour l'implanter directement sur les domaines pastoraux. A ce titre, des anecdotes racontées par les anciens des villages, révèlent que des erreurs ont été commises dans l'achat de ces graines, notamment avec le genévrier (*Juniperus communis*) sur l'estive de Releine (où l'espèce est présente, alors que peu courante dans la Chaîne des puys) et l'ajonc (*Ulex sp.*) sur les estives de Ternant et des Fontêtes (alors que pratiquement absente du reste de la Chaîne des puys). Nous n'avons pas pu vérifier la véracité de ces dires...

¹³¹ Question posée sur *Pinus sylvestris* à Fontainebleau et *Cedrus atlantica* dans le Lubéron.

II.1.2. Pratiques actuelles sur le domaine pastoral

La création du Parc naturel régional en 1977, dans un contexte de déprise et de transformation agricole, a relancé l'usage des sectionaux par la création de groupements pastoraux et de coopératives d'estives (Bordessoule, 2001). Ces projets se sont construits avec les éleveurs locaux, conscients de l'importance des pratiques sur ces espaces pour limiter la colonisation arbustive « galopante » les affectant. Il s'agit également pour certains jeunes d'une nécessité cruciale pour leur implantation et la création de leur exploitation. Le poids des traditions agraires est aussi à évoquer, dans ce contexte d'incertitudes diverses, et malgré des SAU plus vastes, le système collectif reste ancré. La nouvelle orientation agricole du secteur a cependant modifié l'exploitation du domaine pastoral avec la création d'estives ovines et bovines. Ainsi, les 7 groupements créés sont divisés en 9 estives, si l'on distingue les exploitations mixtes qui ont des surfaces et des pratiques distinctes. Ce système implique des fonctionnements variés et la participation financière des adhérents est vouée à des objectifs divers.

Les estives bovines sont clôturées en parcs et les éleveurs, à tour de rôle, effectuent la rotation du cheptel (génisses laitières et bovins viande) entre les parcs. Par ailleurs, De Montard (1991b) rapporte que la pose de clôtures et le pâturage tournant permettent *de réaliser un meilleur taux de consommation de l'herbe*. Certaines de ces estives se diversifient vers l'exploitation mixte bovin-équin (types 6 et 9), les équins pâturant le domaine pastoral l'hiver et en début de printemps. Les stratégies d'adaptation des éleveurs bovins pour faire face à l'extension des landes et des résineux, se sont focalisées sur l'utilisation du girobroyage en plein, facilité par un positionnement sur le plateau. Cette technique, donne de bons résultats, puisqu'elle permet de contenir la dynamique végétale.

Les estives ovines sont organisées sur plusieurs types de gardiennage du troupeau. Dans certains cas, c'est un des adhérents qui s'occupe du troupeau (Recoleine, Fontêtes) ou plusieurs (Beaune-le-Chaud). Les autres estives (Orcines, Manson) sont sur un système de gardiennage plus traditionnel, et payent un berger, ce qui implique des charges patronales. La trésorerie des estives ne suit donc pas les mêmes objectifs. Les estives à bergers sont fréquemment déficitaires, alors que les autres ont une meilleure situation budgétaire. Les estives de Recoleine et des Fontêtes sont essentiellement constituées d'éleveurs doubles-actifs qui ne mettent à l'estive que quelques bêtes (entre 5 et 30). Le gardien constitue l'apport principal du cheptel estivé, avec son troupeau entier (500 à 600 bêtes). Beaune-le-Chaud, sur le plateau, est la seule estive ovine où le girobroyage est pratiqué régulièrement et en plein, son fonctionnement est donc similaire au système bovin. En revanche, les exploitations ovines sur puys, tant par difficultés financières que topographiques, ne pratiquent pas le girobroyage. Pour pallier au sous-chargement, le secteur ovin accepte des troupeaux extra-communaux, voire extra-départementaux.

De nouveaux usages non-agricoles sont également en plein essor à l'aube des années 1990. La population urbaine proche, en mal de « Nature », s'approprie ces espaces. Par ailleurs, **la Chaîne des puys est le seul massif du parc des Volcans d'Auvergne en expansion démographique avec + 1,3 % sur la période 1999-2005** (INSEE Auvergne, 2009). Ainsi, diverses activités se multiplient : randonnée, VTT, quad, parapente, etc. Cette multiplicité, liée à une méconnaissance de l'activité pastorale et de ses pratiques, complexifie l'usage de ces zones. La présence de chiens non tenus en laisse peut également provoquer des incidents sur le troupeau (pattes cassées, avortements, mises bas prématurées) et sur les chiens de bergers (PNR des Volcans d'Auvergne, 2006). La forte fréquentation de la zone centrale des Dômes (Orcines), reconnue pour la qualité de ses paysages, est source de conflit avec les bergers, habitués aux vastes étendues des Alpes et des Pyrénées. Ceux-ci restent rarement plus de deux saisons, et les exploitants doivent alors en former un nouveau. Ces nouveaux usages sont donc à l'origine d'une perte de pérennité dans la pratique de l'espace (par turnover constant), et dans la connaissance du troupeau conduit et de ses habitudes.

II.1.3. Diversité des pratiques d'aménagement et d'entretien de l'espace

Rappelons que trois types d'aménagement sont à distinguer :

- les **estives entièrement clôturées**, de plateau, avec rotation entre les parcs et girobroyage : toutes les estives bovines, et deux estives ovines (Manson et Beaune-le-Chaud) ;
- les **estives mixtes clôtures et vaste étendue**, avec rotation et gardiennage libre (Orcines, Fontêtes) : certaines parcelles sont clôturées, mais une grande parcelle nécessite un gardiennage libre ;
- une **estive clôtures fixes et clôtures légères** (Recoleine ovin) : au sein d'une vaste étendue, pratique du parcage tournant sur 2-3 jours.

De ces aménagements découlent des pratiques diverses dans la conduite alimentaire des troupeaux (Lardon *et al.*, 2002). **Les estives entièrement clôturées sont situées sur le plateau, à même altitude, ce qui induit une phénologie de la végétation identique.** Pour y faire face, et utiliser au mieux la biomasse produite, le troupeau effectue des passages en parcs relativement courts et répétés. Cependant, le sous-chargement a des effets notoires sur la végétation. Sur ce point, Meuret (1993) rapporte que le sous-pâturage favorise le tri des animaux sur les espèces appétentes et provoque une compétition intra-spécifique favorisant la propagation des envahissantes délaissées par le troupeau. Ainsi, ces estives ont recours au girobroyage en plein et annuel (toutes les estives bovines), ou biennal (Beaune-le-Chaud), ou ponctuel en layon (Manson, années 1990 et 2009).

Les estives à topographie plus complexe disposent, à l'inverse, d'une phénologie décalée dans le temps et peuvent s'organiser en conséquence (Savini *et al.*, 1993). Le troupeau est mené dans les parcs les plus bas en début de saison et dirigé vers les puys l'été (Orcines). La présence de sous-bois clairs permet également un décalage dans l'évolution de la phénologie des espèces, et une exploitation plus tardive (Recoleine et Orcines). Toutefois, un vaste parc en gestion libre complexifie la conduite du troupeau, certaines surfaces sont surexploitées (autour des points d'eau, des parcs de tri, cabane de berger) alors que d'autres sont délaissées (plus éloignées et forêts les plus denses).

Enfin, **la pratique de parcage en clôtures mobiles permet un entretien plus complet de la ressource pastorale**, notamment sur un vaste espace. La fertilisation ainsi concentrée est l'atout principal de cette technique, mais le piétinement est aussi générateur d'impact sur les espèces les moins appétentes (notamment les résineuses). Cependant, la fertilisation provoque aussi une homogénéisation de la végétation, et la diversité spécifique est donc significativement moindre sur ces espaces, comme l'ont démontré les analyses de terrain.

L'écobuage, une pratique traditionnelle d'entretien de la zone qui permet de limiter l'extension des landes, est en voie d'extinction. Les bergers de village l'utilisaient en fin de saison sur les pentes. Aujourd'hui, cette pratique est très restreinte et nécessite des arrêtés préfectoraux. Cette lourdeur administrative décourage les exploitants, mais son arrêt a des effets sur la rapidité de colonisation des taillis (De Montard, 1991b). Pourtant, le brulage dirigé, lorsqu'il est bien maîtrisé et effectué par taches, surtout sur les landes à *Calluna vulgaris*, favorise le développement du tapis herbacé (Guinamard *et al.*, 2006). Cette technique ancestrale, dans une zone relativement humide comme la Chaîne des puys, contrairement aux espaces pastoraux méditerranéens, pourrait donc être réenvisagée.

Pour les mêmes raisons (PNR, Natura 2000), **la pratique d'exploitation des ligneux par coupes est fortement décriée.** En effet, **les coupes franches provoquent un impact paysager direct et un apport de luminosité qui favorise l'extension des ptéridaies**, lorsque le troupeau n'est pas incité à retourner sur ces surfaces. On peut cependant envisager qu'une pratique raisonnée des coupes, favorisant la constitution de sous-bois clairs, soit également à revoir dans le cadre d'une amélioration de la gestion du pâturage. Des études ont par ailleurs montré que le retour du pâturage en sous-bois clair favorise l'enherbement et la production d'une végétation prairiale productive (De Montard, 1991b).

II.2. DES AIDES ET DES CONTRAINTES EXTERNES

Le système autarcique du XIXe siècle est révolu et les pratiques pastorales doivent s'organiser en fonction d'aides ou de contraintes externes au système. Ainsi, ces zones de moyenne montagne sont structurées spatialement et financièrement par des directives émergeant de divers échelons : locaux, nationaux et européens. Comme l'on rapporté Lardon et Osty (2002) : *les politiques agricoles, forestières, d'environnement et d'aménagement du territoire ont un impact sur les paysages de montagne, [...] par leur effet indirect sur les activités humaines*. En contrepartie des aides reçues, les gestionnaires doivent se soumettre à certaines contraintes de préservation environnementale. L'analyse de ces aspects fait partie intégrante du programme de recherches « Politique publique et paysages » (Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 2002 ; 2005 ; Candau *et al.*, 2003).

II.2.1. Législation et diversité des aides et financements extérieurs

Les premières lois concernant les territoires de montagne (RTM) ont d'abord visé la reforestation (Brugnot *et al.*, 2002). **La SOMIVAL a localement œuvré à l'implantation forestière en proposant en contrepartie le financement des clôtures sur certains sectionaux dans les années 1950-70** (Manson, Montmeyre, Ternant et Beaune-le-chaud ovin et bovin). Cependant, ces plantations ont un impact direct sur le paysage (morcellement, timbre poste), et sur la végétation des espaces proches, par dispersion. A partir des années 1970, les politiques établissent de nouvelles directives à visée environnementales (ONU, 1972a ; 1972b ; République Française, 1976 ; Conseil Européen, 1979 ; ONU, 1982 ; République Française, 1985 ; Ministère de l'agriculture *et al.*, 2004 ; *Institute for European Environmental Policy et al.*, 2005). Dans ce courant, l'intérêt des surfaces pastorales est mis en avant, et **la loi pastorale est appliquée à un échelon national en 1972** (Association française de pastoralisme *et al.*, 2012). Cette loi a encadré la création des groupements pastoraux et des associations foncières pastorales (Bossy, 1985). L'Union européenne, consciente des difficultés d'instauration d'une logique de production de masse sur ces zones à topographie complexe, a également revu ses ambitions à la baisse et proposé des **mesures de rattrapage budgétaire**. Ainsi dans les années 1990, les financements **OGAF estive et environnement** attribués aux groupements pastoraux de la zone, ont permis la construction de clôtures, parcs de tri, et points d'eau qui ont structuré et facilité la gestion du domaine. Le surplus budgétaire a également permis de prendre en charge la paye des bergers (et les charges patronales), ainsi que leur logement (Orcines et Manson). Puis, ces financements ont été remplacés par des Contrats Territoriaux d'Exploitation, favorisant la durabilité de ces objectifs. Cependant, la fin de ces aides en 2007-09 s'est avérée dramatique pour la situation budgétaire des groupements. Afin de faire face aux multiples dépenses, le prix de pension par tête de bétail a doublé dans les groupements à berger. C'est également à cette période que commence une crise ovine sévère qui déstabilise les exploitations. De nombreux éleveurs se retirent afin de limiter leurs dépenses, malgré la pérennité de la prime à l'herbe, créée en 1992 (Brau-Nogué *et al.*, 2001), et reversée aux groupements pastoraux (minorant le prix de pension).

II.2.1. Diversité des mesures de classement

La qualité paysagère et environnementale de la Chaîne des puys est considérée et valorisée depuis la **création du Parc en 1977**, et les mesures de classement se sont succédées et multipliées au cours du temps. La **loi de paysage de 1993**, suivie localement par le plan de paysage de la Chaîne des puys, définit les grandes entités paysagères et établit les principaux thèmes d'action (Brunet *et al.*, 1993). Déjà les estives y sont considérées comme des clairières, des zones ouvertes qui mettent en évidence la forme des puys au sein d'un massif forestier dense. Le soutien nécessaire à leur pérennité (leur création est alors récente) y est qualifié de primordial. Puis, **en 2000, la Chaîne des puys devient site classé et inscrit**, l'objectif étant de préserver les zones ouvertes et les activités agricoles de la pression forestière (PNR des Volcans d'Auvergne, 2000). Par ailleurs, la **Convention Européenne du paysage** entre en vigueur en 2006, avec pour objectif de *préservé durablement la diversité des paysages français* (Ministère de l'écologie et du développement durable, 2007). En **2007, un agenda**

21 est mis en place dans tous les PNR de France. Puis en 2008 c'est le volcan du puy de Dôme qui est classé **Grand Site de France**¹³². Enfin en 2011, suite à de nombreux relevés, certains secteurs des Dômes, notamment sur les estives, sont classés **Natura 2000** et doivent respecter de nouveaux cahiers des charges. Parallèlement, depuis 2007, un **projet d'inscription de la Chaîne des puys au Patrimoine mondial de l'UNESCO** est porté par le Conseil général. L'intérêt de cette reconnaissance multiple s'avère nécessaire au maintien d'une qualité environnementale et paysagère. Cependant, toutes ces mesures, et les restrictions qu'elles engendrent : diminution des coupes de bois, de l'écobuage, non-fertilisation des habitats pauvres (nardaies), etc., doivent être composées avec l'activité pastorale. Les éleveurs portent la lourde responsabilité de maintenir leur activité, ils sont conscients de sa nécessité pour le maintien de ces diverses formes paysagères, mais se sentent oubliés d'un point de vue budgétaire (d'autant plus en contexte de crise). Cette diversité des classements provoque également un enchevêtrement de mesures, et les exploitants ont du mal à savoir ce qu'ils peuvent ou doivent faire, ce qui complexifie d'autant plus leur activité.

Plusieurs paradigmes s'appliquent à un même espace, les attentes de chacun ne sont pas les mêmes et l'on assiste à une incompréhension entre les acteurs, alors qu'une concertation durable mènerait à de bons résultats. Les études menées sur ce sujet ne sont, par ailleurs, toujours pas réellement considérées (Michelin *et al.*, 1998 ; Beuret *et al.*, 2001 ; Fleury *et al.*, 2004 ; Lardon *et al.*, 2004 ; Orth *et al.*, 2005).

II.3. IMPACT DES PRATIQUES ET CONSEQUENCES DES CRISES SUR LA DYNAMIQUE VEGETALE

On ne peut envisager les surfaces pastorales sans les différents niveaux d'échelle qui les structurent et les gèrent. Le domaine pastoral a été, et est encore aujourd'hui, un des composants d'un système d'exploitation agricole de terroirs. Les diverses crises et la transformation de ce système ont, par conséquent, un impact certain sur la végétation de ces espaces.

II.3.1. Des crises diverses complexifiant l'usage du domaine pastoral

Au cours du XXe siècle, l'exploitation du domaine pastoral s'est fortement modifiée mais l'on ne peut parler d'abandon total, comme dans la plupart des études menées sur les successions végétales post-abandon (Koerner *et al.*, 2000 ; Métailié *et al.*, 2003 ; Mouillot *et al.*, 2005 ; Picon-Cochard *et al.*, 2006). Il s'agit plutôt un **continuum d'exploitation marqué par des crises** d'ordre divers. Il n'y a donc pas de système d'évolution linéaire dont le point de départ serait un abandon, mais une évolution de la végétation suivant la fréquence temporelle des crises. Elles impactent le domaine pastoral directement ou indirectement, et, comme l'ont rapporté Curt *et al.* (2004) et Schnitzler *et al.* (2011), accentuent l'hétérogénéité des paysages. Ainsi, il est crucial de ne pas dissocier l'usage collectif de l'espace pastoral, de l'usage agricole global de la région et de ses difficultés.

On peut distinguer les crises d'ordre économique et sanitaire. L'instauration des quotas européens de production (et des primes), sur une zone déjà fragilisée par un déclin rural et agricole, est l'un des pivots centraux des transformations observées. On assiste ainsi à la mise en exergue du système d'exploitation bovin (lait et viande), avec des cheptels nettement plus nombreux qu'auparavant (Tirel, 1989). Rappelons que dans le système traditionnel, les paysans étaient propriétaires d'une trentaine de brebis et d'une à deux vaches. La politique européenne de production conditionne des quotas moyens sur le secteur à 30 bovins allaitants, 246500 L de lait et de 265 en ovin¹³³. Pour atteindre ces objectifs, les exploitants s'endettent (matériel et bâtiments agricoles) malgré les aides diverses apportées, et sont dans une situation financière fréquemment stable à déficitaire. Dans ce contexte à flux tendus, la moindre crise provoque de graves conséquences. On peut citer les nombreuses crises bovines (vache folle 1990-2000, 2010-12), du lait (1972, 1984, 2004 et 2009), et

¹³² http://www.puydedome.com/Grand_site_de_France-84323.html?1=1

¹³³ PMTVA, valeurs extrêmes 5 et 84 ; Lait : valeurs extrêmes 27000 L et 480000 L ; PMTBC, valeurs extrêmes 20 et 650.

crises ovines (brucellose 1972, viande 1982-83, 2008 et 2012, fièvre aphteuse 2001), résultantes de productions devenues trop importantes et des fluctuations que subissent les marchés en conséquence. La plus grave crise sanitaire reste celle de la brucellose ovine de 1972, la plupart des troupeaux ayant été décimés. Le rachat d'un troupeau entier nécessite une avancée de fonds considérable pour de petits exploitants et beaucoup renoncent. La proximité du bassin d'emploi de Clermont-Ferrand joue un rôle dans la reprise de l'exploitation agricole et des éleveurs abandonnent pour trouver un emploi plus stable (notamment chez Michelin).

Chaque crise a des conséquences fortes sur les systèmes d'exploitation privés, et donc indirectement sur le chargement animal et le gardiennage des troupeaux collectifs. Or, sur ces vastes zones extensives, une diminution du troupeau a des conséquences rapides sur l'évolution de la végétation (Baudry, 1991 ; Loiseau *et al.*, 1998). L'aménagement en parcs limite ces impacts, puisque les troupeaux, même à titre privé, ont pu être conduits sur ces espaces sécurisés pendant les périodes de crise. Mais les vastes zones en gardiennage libre, les plus éloignées ou difficiles d'accès sont rapidement concernées par la dynamique de colonisation ligneuse.

II.3.2. Dynamique complexe de la végétation en lien avec la complexité des usages et leurs évolutions

La structuration du domaine pastoral est multiple du fait des aménagements construits (et de leur précocité), **du type de cheptel, de chargement, de la pratique ou non du girobroyage, des coupes, de l'écobuage, etc.** Ainsi, la végétation évolue différemment selon la récurrence **des cycles de déprise/reprise**, du **type d'espèce en jeu**, de la **proximité de semenciers résineux**, etc. Dans ce contexte, les successions classiques de la pelouse vers la forêt sont très minoritaires. Les logiques linéaires généralement admises dans le secteur (Doche, Coquillard, Prévosto) ayant pour état initial un abandon et pour finalité une formation climacique attendue (hêtraie-sapinière), ne rendent pas compte de la complexité de ces espaces pastoraux. On aboutit certes à des zones forestières, mais tant dans les vitesses que dans la structuration des successions, la dynamique réelle s'éloigne de ces logiques. Ainsi sont observées des situations de blocage ou, à l'inverse, d'implantation plus rapide. Ces blocages au stade de landes sont, par ailleurs, considérés par Sluiter et De Jong (2007), comme des végétations climaciques ultimes. L'abandon ne peut donc pas être considéré comme LA cause de la progression ligneuse forestière, et malgré une exploitation plus ou moins récurrente, cette progression existe. L'enchevêtrement des facteurs en jeu dans ce système complexe, peut sembler inextricable. Cependant, certains effets des pratiques ou aménagements peuvent être directement reliés à un impact sur une strate et par conséquent à un ou plusieurs types d'évolution de la végétation. **Les pratiques sont donc à considérer avec d'autres facteurs : récurrence et pérennité de la pratique, facilité de mise en œuvre, taille du cheptel, type de topographie, accessibilité du troupeau à la zone, etc.**

Si le cumul des crises a provoqué un essor ligneux massif sur le domaine pastoral, la création des groupements pastoraux a inversé la donne, avec une régression spatiale importante des landes et des arbustes. La pérennité de l'exploitation est donc prioritaire dans la gestion de ces surfaces. Le type d'aménagement joue également un rôle, tant dans la distinction spatiale qu'il entraîne (entre des zones plus ou moins éloignées de ces aménagements), que pour le type de pratique qu'il produit. Cependant, un type d'aménagement n'est pas à l'origine d'un état particulier de la végétation. Ainsi, les estives bovines sont sur le plateau, en rotation entre des parcs, et à proximité de semenciers résineux, or elles nécessitent des rattrapages annuels par girobroyage. A titre de comparaison, Manson, dans une situation identique (rotation, plantations proches), a ponctuellement effectué du girobroyage en layons, afin de redonner au troupeau ovin la capacité de gérer ces surfaces¹³⁴. A

¹³⁴ La fin des CTE en 2007 a provoqué un arrêt de certains éleveurs dans l'usage de la zone, et la baisse de chargement a incité le berger à délaisser un parc pour mieux utiliser les autres. Le retour à une situation de

situation équivalente, le troupeau ovin semble donc plus adapté pour provoquer un impact important sur les cytisiaes. Par ailleurs, les ovins apprécient particulièrement les fleurs de *Cytisus scoparius*, ils diminuent la production de graines en conséquence, contrairement au girobroyage, effectuée en fin de saison, qui favorise l'augmentation de la banque de graines dans le sol. Sur le même principe, les coupes de bois effectuées massivement, diminuent la couverture ligneuse, mais favorisent l'apparition de fougères dont la gestion est très difficile (cas de Beaune-le-Chaud). En revanche, des éclaircies ponctuelles et des coupes plus disparates favorisent des peuplements plus pérennes et une gestion pastorale des sous-bois. Girobroyage et coupes ponctuelles sont cependant des techniques difficiles à mettre en œuvre, et la contrainte du temps de travail est à prendre en compte dans ce cadre (Dedieu, 1993 ; Picart et Fleury, 2001).

Cependant, des embellies économiques ont également eu lieu, et le système d'exploitation local, porté par des éleveurs dynamiques, est prompt à se relever rapidement (résilience du système). Ces successions cycliques de déprises/reprises, se sont révélées d'un impact crucial sur la dynamique végétale, plus intense même qu'un abandon progressif ou complet. En effet, les chargements ne sont jamais suffisants (même en contexte d'embellie) pour contenir à eux seuls la dynamique de la végétation. Une phase de sous-exploitation plus prononcée va donc inciter le troupeau à faire une sélection, donnant indirectement l'avantage aux espèces les moins appétentes (développement et fructification). Alors qu'en contexte d'abandon total, la compétition inter-spécifique est relativement homogène et les vitesses d'embroussaillage sont donc moindres. Cette analyse reste générale, et la configuration paysagère est souvent nettement plus complexe dans la réalité. **La donne spatiale et les aménagements structurels des estives sont autant de facteurs qui provoquent des disparités dans la fermeture des espaces.**

Enfin, la pratique du parage (privilegié pour améliorer la qualité agronomique) donne des résultats contrastés. Cette technique a pour objectif de déstructurer la lande, afin de favoriser les espèces herbacées. Mais, en contexte de sous-chargement, ou de topographie plus complexe, cette pratique ponctuelle sur l'espace global provoque une dislocation des landes à *Calluna vulgaris*, et facilite l'extension arborée (Recoleine, années 1970). Par ailleurs, Delcros (1993) a rapporté que ce type d'espèce monopoliste peut ralentir voire bloquer la fermeture des milieux pendant des décennies, sa présence peut donc être utile en cas de crise. En revanche, avec un chargement plus important et un parage exclusif (jour et nuit) en clôtures mobiles, la qualité fourragère s'améliore nettement, par réduction des landes (Recoleine, depuis 1987).

II.4. BILAN

En définitive, on peut d'ores et déjà observer la **mise en place d'une mosaïque de milieux sous les effets des pratiques et des usages, et de leurs évolutions dans le temps**. Dans un contexte sans abandon réel, on ne peut donc pas considérer la dynamique végétale comme linéaire et les fluctuations au regard du modèle dominant sont nombreuses. Ainsi, l'extension forestière n'est pas la seule dynamique en cours (comme l'ont rapporté Lepart et Marty, 2007), et l'on observe aussi des phénomènes de blocage au sein des strates basses. Ces blocages sont essentiellement dus à la présence du troupeau (consommation, piétinement, chôme, etc.), même s'ils peuvent être liés à l'inhibition des landes. Par ailleurs, il est nécessaire de rappeler que l'objectif premier des utilisateurs agricoles du domaine pastoral est productif : le troupeau doit s'alimenter convenablement et prospérer pendant la saison d'estive. L'objectif second est de faciliter sa mobilité au sein des parcs, l'instinct grégaire du troupeau ordonne une visibilité entre les bêtes. Ainsi, la gestion de la dynamique végétale est nécessaire pour répondre aux objectifs, mais ce n'est pas une priorité directe. Cette configuration complexe peut donc s'expliquer en partie par le type de pratique,

chargement normal en 2009 a nécessité un girobroyage en layon (les genêts avaient atteint des peuplements denses et hauts), afin de donner la capacité au troupeau de circuler et d'impacter les peuplements.

d'exploitation, ou d'aménagement, mais les facteurs physiques et morphologiques sont tout aussi prépondérants.

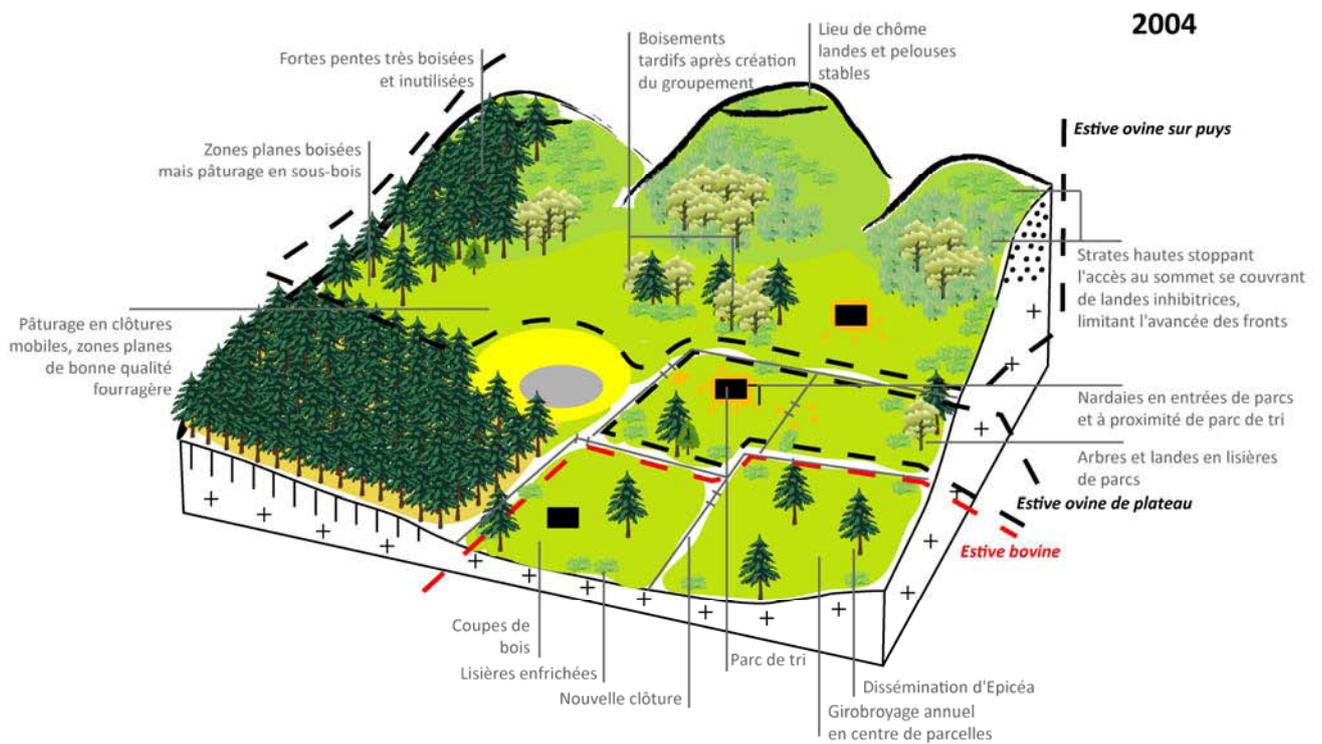
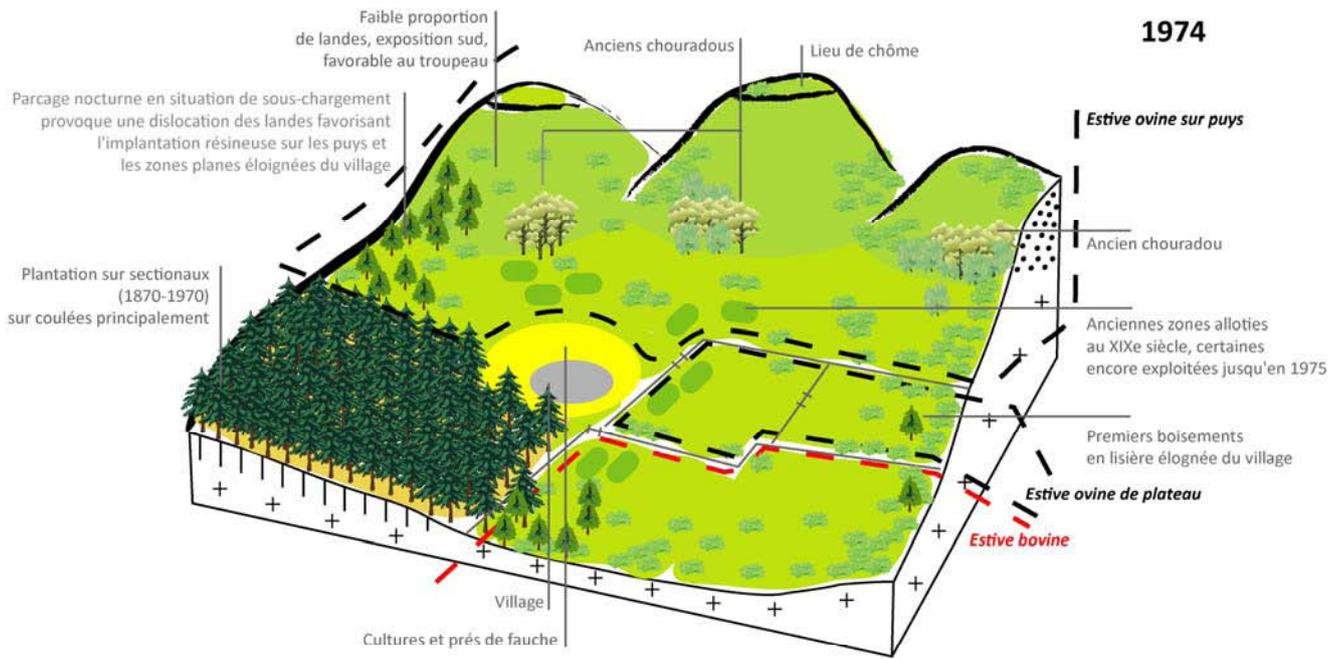
III. UNE TRIPLE DIMENSION SPATIALE DES EVOLUTIONS VEGETALES

En 2001, Guerin, Bellon et Gautier rapportent que *les surfaces pastorales sont occupées par une végétation dont l'état correspond à l'influence d'un ensemble de facteurs complexes : les conditions de milieu (pédoclimatiques) et les interventions humaines (pâturage des animaux)*, ils attestent, par ailleurs, que si les premières déterminent le contexte, les atouts et les contraintes ; les secondes s'apparentent à des marges de manœuvre. Nous avons cherché à quantifier l'impact des facteurs physiques tant sur l'évolution de la végétation que sur le comportement et la circulation du troupeau. Aux conditions de milieux et interventions humaines définies par Guérin *et al.* (2001), nous avons ajouté la structuration de l'espace pastoral et les stratégies d'utilisation spatiale des éleveurs (au sens de Gibon *et al.*, 1999). La distinction morphopédologique, puis l'implication des facteurs physiques (pente, exposition et altitude), apportent des précisions nécessaires à l'analyse et ont l'avantage d'être stables sur la durée. A l'origine, ces facteurs ont joué un rôle prépondérant dans l'instauration du système agropastoral traditionnel, puis les aménagements ont à leur tour induit des évolutions végétales contrastées. On constate l'effet des lisières de parcs, plus éloignées, moins faciles d'accès, mais aussi l'importance de l'emplacement du parc de tri, des entrées de parcs sur la végétation. Ces données topographiques et morphologiques ont des implications sur la circulation et le comportement du troupeau que l'on peut également analyser de manière relativement précise.

III.1. DES FACTEURS PHYSIQUES D'HETEROGENEITE SPATIALE

Les deux grandes structures spatiales que sont les zones planes et celles à fortes pentes ont été valorisées différemment par le système traditionnel, avec des types d'exploitation particuliers (fig.115). Cette distinction morphopédologique est à envisager de manière directe, par la contrainte exercée sur la végétation, comme de manière indirecte, par les contraintes qu'elle impose sur les structures agraires.

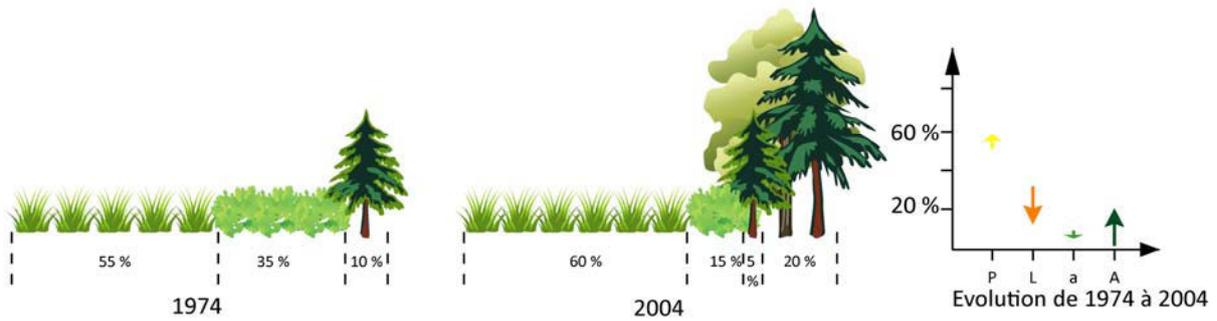
La végétation des zones planes (types 1, 2, 3 et 7), proches des fortes pentes est assez singulière (fig.115-116 et tab.48). Ces sectionaux ont été, pour la plupart, allotis et utilisés pour la fauche et la culture du seigle du XIXe siècle aux années 1970. L'analyse ACP a, par ailleurs, corrélé toutes ces zones cultivées aux zones planes ou de très faibles pentes. Leurs sols sont plus riches, du fait du parcage nocturne qui y a été pratiqué, mais aussi d'une profondeur plus importante au regard des puys. La colonisation ligneuse pourrait profiter de ces avantages, mais la fréquence de pâturage étant élevée (accessibilité), elles sont en majorité très stables sur la période. En 1974, dans les estives ovines, ces zones sont caractérisées par un paysage ouvert aux 9/10^e pour 1/10^e d'arbustes majoritairement résineux. Cet état est sensiblement voisin de celui des estives bovines à la même période (fig.113, tab.44), ce qui indique qu'au-delà de la distinction de cheptel, la morphopédologie induit des trajectoires similaires. L'absence d'arbres en zones planes ovines, contrairement au système bovin, est cependant à noter. La colonisation résineuse y est moins précoce, et ces surfaces sont mieux entretenues par les troupeaux. En effet, leur localisation en contrebas des puys, ou proches des villages, et leur taille réduite facilite leur utilisation. De plus, l'accès aux puys se fait par ces espaces, ce qui induit des passages plus fréquents, même sans pâturage. Les trente dernières années sont marquées par une amélioration du pâturage à la défaveur des landes, et une stabilisation de la dynamique ligneuse. Ces évolutions sont encore similaires aux estives bovines, même si les landes sont plus couvrantes et que la strate arborée est plus développée. La dynamique ligneuse a donc été plus rapide qu'en bovin, mais la proportion mineure d'arbustes indique une stabilisation du phénomène et un entretien constant (sans girobroyage régulier).



Couverture végétale		Aménagements		Géologie
Culture, fauche	Arbustif résineux et feuillu	Village	Entrée de parc	Granite
Pelouse-prairie	Arboré résineux et feuillu	Estive bovine	Parc de tri	Coulée basaltique
Nardaie		Estive ovine	Ancienne parcelle allotie culture ou fauche	Scories
Lande		Limite de parc		Cône de scories

Figure 115 : Modèle d'évolution spatiale de la dynamique végétale en fonction du relief et des pratiques

VEGETATION DES PLAINES



VEGETATION DES PUY ET FORTES PENTES

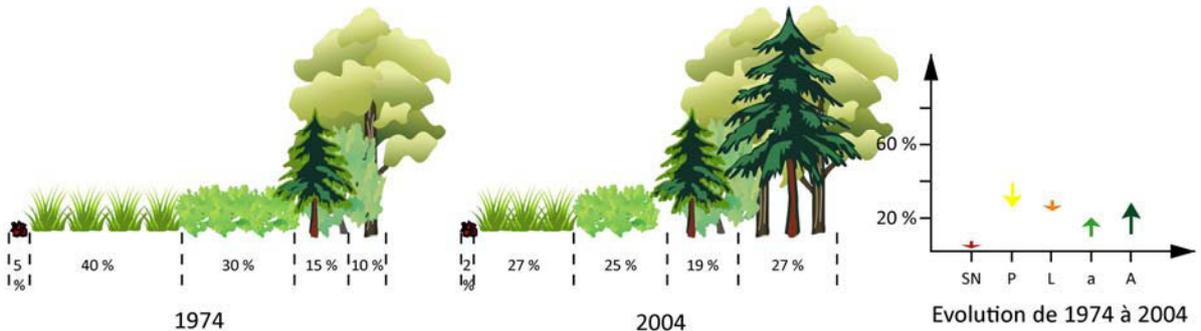


Figure 116 : Comparaison de la végétation des zones planes et des puy sur la période 1975-2004

Année	1974					2004				
	SN	P	L	a	A	SN	P	L	a	A
1	1	47	50	2	0	0	56	6	8	30
2	3	43	22	28	4	1	34	19	19	27
3	0	66	32,5	0,3	0,5	0	88	3	1	7
7	0	55	36	7	2	0	61	24	0	15
Total	1	53	35	9	2	0	60	13	7	20

Tableau 48 : Evolution de la couverture végétale des zones planes entre 1974 et 2004.
SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

Année	1974					2004				
	SN	P	L	a	A	SN	P	L	a	A
1	8	29	59	1	3	5	20	21	29	25
2	2	21	21	44	12	1	16	14	40	29
3	1	71	26	2	1	1	57	22	6	14
4	1	49	21	8	21	0	14	46	1	39
Total	3	42,5	32	13,5	9	1	27	26	19	27

Tableau 49 : Evolution de la couverture végétale des zones de fortes pentes entre 1974 et 2004.
SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.

Les puys et zones de fortes pentes ont un état initial différent des zones planes (fig.115, tab.49). En effet, sur les puys et les pentes, les unités paysagères ouvertes ne couvrent que 7/10^e de l'espace et l'évolution entre les deux dates montre une baisse des herbacées et des landes au profit des strates hautes (1/2 de l'espace). Ce schéma correspond aux modèles de paysages en cours de fermeture, que l'on retrouve ici (types 1 et 2). **La présence précoce de l'arbre, le manque d'accessibilité de ces zones éloignées des villages, la sénescence et la déstabilisation des landes après un abandon de quelques années** (comme l'a décrit Coquillard), **sont des raisons de cette colonisation plus importante**. Le positionnement des puys dans l'estive, fréquemment en lisières de parcelles, les expose d'autant plus à la colonisation résineuse issue des plantations proches. La dynamique arbustive est forte au regard des plaines, et par conséquent l'extension forestière est encore en cours sur l'actuel. La moindre utilisation de ces espaces a favorisé l'extension des ligneux hauts, qui deviennent un obstacle physique à la circulation du troupeau (Guinamard *et al.*, 2006).

Au sein de ces analyses générales, des différences notoires sont à discerner. Les types d'évolutions distingués se précisent en fonction de la contrainte topographique, mais aussi de la présence précoce de l'arbre et de l'accessibilité à ces zones de pentes. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte et les distinctions morphopédologiques ne peuvent être dissociées de l'exploitation instaurée sur la durée. En effet, les plaines, plus accessibles et praticables, sont fréquemment mieux entretenues au regard des puys, notamment en période de crise. Les zones de fortes pentes sont les plus boisées lorsqu'elles sont également les zones les plus éloignées du village (types 1 et 2 respectivement 1,4 à 5 km du village) et en exposition nord favorable à *Fagus sylvatica* (type 2) ou sud favorable aux résineux (type 1). En revanche, les pentes sont de meilleure qualité agronomique lorsqu'elles sont proches du village, mais elles nécessitent une utilisation intense, la moindre sous-exploitation provoquant une recrudescence rapide des landes et des boisements spontanés (type 3). Mais certaines zones planes éloignées sont également très boisées (type 1), le paramètre topographique n'est donc pas suffisant pour en expliquer la cause. Malgré cet éloignement, leur accessibilité leur permet cependant d'être pâturées en sous-bois, contrairement aux corylaies denses sur pentes. La proximité des semenciers résineux est toujours un vecteur intense de colonisation et la moindre utilisation des zones de fortes pentes en fait des zones idéales d'installation. Enfin, les types de gardiennage, d'aménagement du domaine pastoral et de pratiques exercées sont toujours à l'origine de variations dans la dynamique plus ou moins intense de fermeture de l'espace. Ainsi, la pratique récurrente de l'écobuage sur les pentes favorise l'appauvrissement des sols et un retour des callunaies, mais son arrêt total favorise l'implantation résineuse dans les ouvertures préalablement provoquées (perte de l'inhibition des landes). Cette pratique destructrice des landes produit donc les mêmes effets que le parcage nocturne en situation de sous-chargement, avec colonisation résineuse. Ainsi les types 1 (parcage) et 7 (écobuage plus continu) ont subi les plus fortes dynamiques de colonisation.

III.2. MORPHOLOGIE DES PARCS ET ELOIGNEMENT AUX VILLAGES

Dans ce contexte, la structuration de l'espace est un cadre à l'organisation des pratiques mais aussi à la circulation et au comportement du troupeau (Lardon *et al.*, 2002). La précocité de construction des clôtures a facilité l'accès et les modes de garde sur la durée (fig.115). La forme du sectional et son éloignement au village, ont induit, au cours du temps, une exploitation plus ou moins intense des différentes parties qui le compose. Comme l'a remarqué Delcros (1993), une relation significative est observée entre richesse des formations végétales et des sols et distance au village ou inaccessibilité. La première déstabilisation spatiale (puy/plaine) est alors renforcée par les clôtures, qui ajoutent des effets de lisières à chaque nouveau parc. Ainsi, cette construction précoce (type 3, années 1960), a favorisé le boisement spontané dans les lisières des parcs les plus excentrés, contrairement aux centres de parcs qui sont caractérisés par une grande stabilité de la végétation herbacée (aucun changement sur les 50 dernières années). Dans les autres types dynamiques, la construction plus tardive des clôtures, 10 à 20 ans après la crise des années 1970, n'a pas suffi à limiter l'extension

ligneuse, qui s'est ainsi disséminée sur tous les sectionaux selon des trajectoires variées et plus seulement en lisière. De plus, les coupes et le girobroyage sont effectués dans les zones les plus intéressantes pour le troupeau, afin de faciliter ses déplacements, soit les centres de parcelles. **On observe donc un renforcement des dynamiques ligneuses en lisières du fait de l'attention portée aux zones centrales.**

III.3. IMPLICATIONS TOPOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIE DES PARCS SUR LA CIRCULATION ET LE COMPORTEMENT DU TROUPEAU

La question du relief en milieu pastoral a été analysée par Squires (1975) et Arnold (1981), qui ont démontré que les accidents de terrain et la topographie affectent la distribution spatiale des animaux et participent à la scission des troupeaux (*in* Lécivain *et al.*, 1993). Les études menées par Balent (1993a, 1999) sont fondées sur la distinction des facteurs physiques pérennes (topographie, morphologie des parcs), ainsi que sur la présence de plantes indicatrices du niveau d'exploitation des ressources, la densité des pistes d'animaux et la densité des fèces (ainsi que Cook, 1966 ; Anderson et Currier, 1973 ; Mueggler, 1965 ; Lange et Willcocks, 1978). La modélisation apporte en ce sens des renseignements précieux. On peut notamment citer les études menées à l'INRA (Mechoud *et al.*, 2000 ; Baumont *et al.*, 2002 ; Dumont *et al.*, 2004) sur l'effet des caractéristiques comportementales (sélectivité alimentaire, aptitude à se séparer du groupe, capacité mémorielle, etc.) et physiologique des animaux, mais aussi sur les modalités d'exploitation de la parcelle (rythme et durée des passages, taille et forme de la parcelle, utilisation des pôles d'attraction). D'un point de vue spatial, nous avons repris ces facteurs (fig.115) en discernant notamment la présence de *Nardus stricta* et les lieux de chôme (concentration des fèces, observations de terrain). Les entrées de parc et parcs de tri sont ainsi les seules zones où l'on note la présence de *Nardus stricta* (en exploitation ovine uniquement). En bovin, c'est la moindre abondance de *Cytisus scoparius* et surtout de *Pteridium aquilinum* qui caractérise ces lieux (les landes régulièrement girobroyées ne sont pas visibles sur photographie aérienne, mais l'analyse de terrain a révélé une présence moindre de ces espèces sur ces points d'attraction). L'analyse diachronique a rapporté que les zones herbacées les plus stables sont les zones les plus utilisées, en contrebas des puys, en entrées de parcs, et à proximité des parcs de tri. En ce qui concerne les lieux de chôme, la forte concentration de fèces et les observations sur le terrain les situent sur les points hauts, offrant un gain de visibilité au troupeau. Il s'agit principalement des sommets de puys (type 2) et des zones plus élevées au sein du plateau (type 3). Ces zones ne sont pas pour autant qu'herbacées les recouvrements de landes sont également importants et stables. Les fronts de colonisation des corylaies du type 2, sont également très impactés par le troupeau en sommet de puy, cette utilisation a donc freiné leur extension jusqu'en haut des cônes (ainsi que les vents violents, traces d'anémomorphisme). Les chemins d'accès érodés, significatifs de passage intenses du troupeau sont également révélateurs d'une stabilité temporelle de la végétation herbacée proche. Comme l'a rapporté De Montard (1991b) les espèces associées à ce piétinement intense (*Poa annua*, *Plantago sp.*) sont très présentes sur ces zones. A l'inverse, le recouvrement arbustif des fortes pentes est un indicateur d'un moindre pâturage. Les lieux préférentiels du troupeau étant en points hauts, il est probable que ces pentes ne soient qu'une zone de passage, ce qu'atteste la concentration des zones érodées. Dans la pratique, les premiers taillis formant un obstacle physique à la circulation du troupeau, les bergers de village ont dû favoriser un passage à distance de ces zones, limitant par ce fait l'impact du troupeau sur les fronts.

D'autres paramètres sont à considérer dans la circulation du troupeau et son accès à la ressource. Les études de Lécivain *et al.*(1993) ont ainsi prouvé que la rupture de visibilité (fourrés et taillis denses) et les perturbations sonores sont généralement suivies par la mise en mouvement du troupeau et éventuellement l'accélération du déplacement. Ces phénomènes sont d'autant plus importants en gestion libre, et la forte fréquentation touristique (avec des chiens non tenus en laisse) des domaines pastoraux sont donc des facteurs supplémentaires d'un pâturage incomplet.

III.4. BILAN

En définitive, la distinction de critères physiques et d'aménagement permet d'envisager l'installation des pratiques et la configuration paysagère sous un angle différent. Ces critères tiennent compte de la morphopédologie de la zone, des parcs et des installations pastorales (parcs de tri, abreuvoirs). En accord avec Guérin *et al.* (2001), ils sont considérés comme des **socles de base, sur lesquels se greffent des pratiques variées et une utilisation du troupeau particulière.** Ainsi, les dynamiques végétales ne peuvent être reliées directement et limitées à ces socles, car c'est l'ensemble du système d'exploitation qui y est pratiqué qui conduit à des variations notables. L'analyse sur le long terme se doit donc de prendre en compte ces usages divers et les deux grandes catégories de facteurs (physiques et humains) de manière synchrone. L'analyse spatiale a révélé que, d'une manière générale, les zones planes ovines se comportent de la même manière que les estives bovines sur le plateau. Leur gestion est plus équilibrée, sans girobroyage, plus en accord avec la production de biomasse, malgré des chargements généralement plus faibles qu'en bovin. Cependant, cette relativement bonne gestion des zones planes ovines se fait au détriment des puys, ceux-ci étant plus boisés que les estives bovines. Ensuite, les expositions apportent un complément de réponse à ces observations. Ainsi, **les ubacs sont favorables à la croissance de *Fagus sylvatica* et c'est là qu'il s'est majoritairement développé.** Mais, ces expositions correspondent aussi généralement à un éloignement des villages, ce qui a d'autant plus favorisé son extension. Les **résineux sont plus fréquents aux expositions sud** (adret favorable aux troupeaux, qui disloque les landes), et c'est là que l'on retrouve les arbres sur les types 1 et 3. Ensuite, la morphologie des parcs et surtout leur positionnement par rapport aux villages sont également des facteurs spatiaux à considérer. **L'effet de lisière apparaît comme primordial** dans la compréhension de la dynamique des boisements spontanés, qui sont issus, pour la plupart, de ces zones (en début de période). Une fois encore, l'impact des pratiques renforce cet effet physique, avec un girobroyage et des coupes moindres dans ces zones. Enfin, le pâturage et le comportement animal (partition des zones de couchage, d'alimentation et de déjection) favorisent l'hétérogénéité dans la structure et la composition de la végétation, dont résultent des communautés végétales variées (Métailié, 2006b) et par conséquent une mosaïque d'éco-unités (au sens de Schnitzler *et al.*, 2011)¹³⁵.

IV. DIVERSITE DES FORMES ET MOSAIQUE PAYSAGERE

Cette étude a permis de dégager une analyse précise, spatialisée et quantifiée, des successions végétales¹³⁶ ayant eu lieu sur la zone. La cartographie par SIG est un outil nécessaire pour la prise en compte de la notion d'échelle (Yengué *et al.*, 2004). Cependant, la vision qu'elle donne du paysage n'est que celle du paysage objet, composé de différentes unités dont il faut ensuite caractériser les évolutions. Ainsi, la production de cartes tous les dix ans et le multi-*overlay*¹³⁷ est une méthode relativement innovante qui permet, à partir d'outils géographiques, d'obtenir des résultats écologiques. Les enquêtes sociologiques, les relevés de terrain et l'analyse spatiale des variables environnementales apportent des informations tout aussi essentielles dans la caractérisation du paysage et de ses dynamiques. Ensuite, la définition et la spatialisation d'objets ayant trait à l'usage agronomique sont également d'un apport crucial: lisières, parc de tri, points d'eau. La compilation de tous ces éléments permet une analyse plus complète des successions, avec l'observation de résultats divers selon le type de crise et le type de pratique mis en place pour y remédier. C'est à l'issue de cette ligne directrice que l'on remarque des défaillances dans l'analyse généraliste des successions végétales et que l'on apporte des réponses à un système plus chaotique que linéaire.

¹³⁵ La mosaïque englobe un complexe d'éco-unités régies par des conditions écologiques (climat et sol).

¹³⁶ On parle bien sûr ici de successions de type secondaires, issues d'espaces anthropisés (Curt *et al.*, 2004)

¹³⁷ Rappelons que toutes les cartes ont été superposées afin de ne créer qu'un seul fichier, tous les polygones se chevauchant étant découpés, localisés et leur surface analysée. Ces nouveaux polygones sont nommés par la suite des codifications annuelles en fonction de la nomenclature de base, ce qui produit donc des séquences datées localisables et quantifiables.

IV.1. DYNAMISME DES ESPACES ENTRE AMELIORATION PASTORALE ET FERMETURE

Les analyses de la dynamique végétale en milieu pâturé sur les cinquante dernières années révèlent une situation complexe de l'état paysager actuel. Ainsi, **la notion de fermeture ne suffit pas à considérer l'ensemble des formes actuelles et l'évolution de ces formes sur la durée**. Les **vitesse**s et les **types de colonisation ne suivent pas les schémas généralement admis**, avec notamment des **situations de blocage**, mais aussi des **colonisations très rapides** et des **évolutions inverses**. Les facteurs explicatifs sont d'ordre divers, tant physiques, que liés aux pratiques et à l'action du troupeau. La différence notable entre cette étude et les études écologiques sur les successions secondaires est la persistance du troupeau et des activités pastorales. En effet, la majeure partie des études sur les successions s'attachent uniquement à l'évolution « naturelle » des séries végétales, sans impact de l'homme, à partir d'un abandon des terres. Pourtant, les contextes d'abandons immédiats et sans retour des troupeaux ne sont pas la majorité. Une étude comme la nôtre, visant l'analyse d'un contexte de fermeture dans des zones encore utilisées, nécessite la prise en compte de nettement plus de facteurs, notamment ceux d'ordre humain, et des pratiques. Or, ces composants du système sont assez difficiles à analyser car l'on manque de données quantitatives à corréliser avec des données écologiques relativement précises. Nous avons remédié à ces lacunes en proposant une méthode globale et réutilisable d'analyse des évolutions végétales. La trame de fond du triptyque végétation-milieu-pratiques est le fondement de notre analyse. Les recherches aux archives, les enquêtes auprès des éleveurs, les relevés de terrain et le travail de cartographie laborieux ont permis d'analyser conjointement les périodes de crise et les réponses de la végétation, en fonction du contexte environnemental.

IV.1.1. Des espaces très dynamiques ?

Les trois estives représentatives (type 1, 2, 3) sont marquées par une évolution diverse de la mosaïque végétale sur les cinquante dernières années. **D'une manière générale, les espaces stables, avec aucun changement de strate, ne représentent que 11 % de l'espace**. Cette stabilité est le fait **des pelouses en majeure partie (80 %)**, les autres strates étant nettement plus impactées par l'évolution végétale naturelle, notamment vers la forêt. Elles sont localisées en zones planes, proches des villages et de passage plus intense, d'utilisation plus pérenne sur la durée (notamment celles qui ont été alloties), et sur les zones préférentielles du troupeau (chôme, parc de tri).

Les **espaces légèrement modifiés, avec un à deux changements dans la couverture végétale sur la période sont prépondérants et couvrent plus de la moitié du secteur pastoral**. Ils sont principalement en lisières des zones stables, et correspondent à deux grands types de trajectoires végétales à relier aux pratiques. Se sont soit des zones privilégiées par le troupeau, dans une proportion moindre aux espaces stables car plus difficiles d'accès, soit des vitesses de colonisation très rapides, comme l'implantation des résineux ou des corylaies sur des pelouses.

Les **fortes mutations concernent plus d'1/3 de l'espace**, en des situations variées. Elles peuvent correspondre à des **cycles lande-pelouses répétés** en réaction aux troubles dans la pression pastorale (type 3). La présence d'une importante banque de graines de *Cytisus scoparius*, favorise un retour rapide de la lande en un à deux ans seulement. Les cartes étant interprétées tous les 10 ans, le nombre de fluctuations a donc peut être été plus récurrent. Ces fluctuations auraient-elles favorisé un ensemencement résineux moins important ? On peut imaginer que lorsque la pression pastorale baisse, *Cytisus scoparius* colonise très rapidement de vastes espaces et donc peut limiter voire stopper la colonisation des plantules de résineux. Ces fortes mutations sont d'autant plus importantes que le parc est éloigné du village ou en lisière. Dans ce contexte d'éloignement, on retrouve la plupart des **successions vers la forêt**. On peut ainsi observer l'impact spatial des pratiques sur le long terme.

IV.1.2. Des milieux ouverts plus diversifiés

Parmi les évolutions les plus remarquables de cette étude, et en contradiction avec le discours sur la déprise agricole, on a pu observer une dynamique des milieux ouverts particulière. D'une part, certaines zones herbacées sont stables sur la durée, mais quantité d'autres sont de meilleure qualité agronomique actuellement que dans les années 1950, avec un recul intense des landes. Ainsi l'amélioration du pâturage, définie par cet accroissement spatial de la strate herbacée, est provoquée par diverses pratiques comme le pâturage, le girobroyage, les coupes de bois, le drainage des zones humides, la stabilisation des zones érodées et l'arrêt des cultures.

En système bovin, l'amélioration du pâturage est essentiellement issue des girobroyages successifs. En se rapportant aux études menées sur Ternant (Carrère *et al.*, 1999 ; Mechoud *et al.*, 2000 ; Orth *et al.*, 2002), le chargement moyen est trop faible pour contenir l'évolution naturelle des landes. Les observations sur le terrain ont, par ailleurs, montré une plus forte concentration d'espèces de landes que les résultats cartographiques, avec un tapis relativement important qui amoindrit la qualité fourragère. Ainsi, sur le long terme, la nécessité et la récurrence du broyage s'accroît (boucle de rétroaction négative). Cette situation est considérée comme « normale » par la plupart des agriculteurs qui veulent « rendre propres » les surfaces utilisées, et considèrent comme négative l'extension des landes, comme un travail moins bien effectué. En parallèle, d'un point de vue agronomique et pratique, les terres envahies de landes sont difficiles à utiliser, voire impropres à la consommation, comme les ptéridaies. Parallèlement, la situation économique de ces estives permet de telles actions, qui simplifient l'utilisation en collectif.

En système ovin, trois types de pratiques et d'aménagements sont à l'origine de cette amélioration. En système extensif à gestion libre, ce sont les aménagements constitutifs des parcs (parcs de tri) et les zones de passage et préférentielles du troupeau (chôme) qui induisent cette amélioration. Elle est par ailleurs associée à la présence de *Nardus stricta*, significative d'un pâturage sans restitution (sauf sur les lieux de chôme, plus fertilisés). Les aménagements en parcs s'améliorent agronomiquement (malgré la présence de *Nardus stricta*) en leur centre, avec une pérennité des pratiques et une structuration ancienne de l'espace (type 3). Enfin, la pratique la plus intensive de l'espace avec le parcage en clôtures mobiles, génère ce même état mais la fertilisation associée favorise l'installation d'espèces de bonne qualité fourragère (graminées et légumineuses). Cependant, la fertilisation limite la diversité floristique, et provoque donc une homogénéisation de la strate herbacée et une perte de biodiversité (Alard *et al.*, 1998).

IV.2.3. De multiples successions vers les ligneux

Au-delà d'une dynamique forestière certaine des espaces pastoraux, l'évolution de la couverture végétale suit des trajectoires variées. L'ensemble des successions analysées montre, en effet, des blocages à certains stades, une variété de successions vers la forêt mais aussi des tendances inverses et une non-linéarité tant au niveau des vitesses que d'un point de vue spatial et écologique. La littérature scientifique régionale (notamment les travaux de Prévosto, Coquillard et Doche) s'est surtout attachée à l'évolution de la série de la hêtraie et de la hêtraie-sapinière. La plupart des successions analysées sont issues des pelouses et des landes (fig.12, 13, 14, 15 et 29), avec passage par une strate arbustive feuillue (*Betula*, *Corylus*) ou résineuse (*Juniperus*, *Pinus*), et la zone est définie comme en cours de fermeture intense. Pourtant, ces schémas linéaires, sont en réalité nettement plus complexes. D'une manière générale, on a pu constater sur le terrain une forte inertie de la strate arbustive de la hêtraie montagnarde neutrocline (dénomination du Conservatoire Botanique Régional du Massif central, Sulmont *et al.*, 2000). Ainsi, 1/4 de la surface des estives sont couverts d'arbustes présents depuis des décennies, c'est le cas de certaines corylaies présentes depuis 30 à 50 ans en secteur central. Or, les vitesses théoriques en contexte d'abandon observées dans la littérature (Loiseau *et al.* 1981 ; Doche, 1983, 1990 ; Coquillard *et al.*, 1985, 1988 ;

Prévosto, 1999 ; Coll, 2003) donnaient des recouvrements massifs de *Fagus sylvatica* ou de hêtraies-pinèdes en 30 ans. La raison principale de cette inertie est la constitution de peuplements très denses limitant l'extension de *Fagus sylvatica*, même en zones favorables.

L'origine des séquences vers l'arbuste (développement des corylaies) n'est pas non plus en accord avec la littérature régionale (travaux de Prévosto, Coquillard, Coll). On voit ainsi que 56 % de ces séquences ne passent pas par la lande. C'est le cas des premières apparitions des corylaies, dès 1964, en exposition nord (ubac favorable à l'arbre) et en bas de cônes¹³⁸. Les séquences avec passage par de la pelouse puis de la lande sont plus tardives et moins couvrantes ; on les retrouve au sommet des puys (lieux de chôme impactés par le troupeau). Il est probable que l'extension des corylaies soit peu ou pas influencée par le type de végétation d'origine. Leur implantation a cependant, probablement, été facilitée par la sénescence de la *Calluna vulgaris* lors de ses cycles naturels et des trouées qu'ils génèrent.

Les séquences vers l'arboré sont multiples et relativement importantes puisqu'elles couvrent 22 % du territoire pastoral. Leur typologie varie selon le type de série : feuillu ou résineux, et selon les stades évolutifs. **La plus étudiée dans les travaux cités précédemment, avec transition par tous les stades : pelouse, lande, arbustif, arboré ne représente cependant 3,6 % de l'espace** (16 % des séquences vers l'arboré). Cette séquence est composée de sous-types selon le temps de passage entre chaque strate, avec parfois des blocages de 20 ans au stade de lande ou d'arbuste. Cette séquence est typique de deux séries : la série de la hêtraie et celle de la pessière. D'un point de vue géomorphologique, elle évolue sur zones planes et peu pentues. Les sous-types les plus rapides, avec 10 ans entre chaque strate, sont typiques des pinèdes et pessières. La série du hêtre, plus longue, se développe sur les puys lorsqu'elle est issue de corylaies et en zones planes à partir de bétulaies (comme l'avait rapporté Prévosto dans sa thèse, 1999). Quelques successions vers l'arboré ne passent pas par de la lande, elles représentent également 3,7 % de l'espace total et sont très présentes sur Orcines. Le stade arboré apparaît sur la dernière période (postérieure à 2000) en grande majorité. Il a donc fallu au moins 40 ans pour les produire. **Enfin, le type majeur de succession vers l'arboré, couvrant 8 % de l'espace total, ne transite pas par le stade des pelouses**, ce stade pouvant être antérieur à la période analysée (somme toute peu probable compte tenu des forts recouvrements de landes en début de période). Les sous-types sont caractéristiques des puys et des zones excentrées. Parmi ces sous-types, 22 % ont eu lieu avant 1980, avec un stade arboré en 20 ans seulement, plus rapide donc que les successions observées par Doche. La période suivante 1980-2000 qui devrait correspondre avec ses travaux en cumule 33 %, elles sont issues des recouvrements précédents et apparaissent également au sein des peuplements résineux. Enfin, la dernière période (à partir de 2000) en couvre 45 %. **Ces séquences sont donc majoritairement lentes, avec un essor arboré au bout de 50 ans, soit 20 ans de plus que les modèles à état initial d'abandon.**

IV.2. UNE MOSAÏQUE PHYTO-MORPHOLOGIQUE ANTHROPIQUE

Des paysages ouverts des années 1950, à aujourd'hui, l'espace pastoral s'est donc diversifié selon des trajectoires multiples. Ainsi, il y a 60 ans, les unités écologiques du paysage étaient essentiellement constituées d'une matrice dominante constituée d'herbacées et de landes, et les ligneux hauts n'apparaissaient que ponctuellement et isolément, s'apparentant à des « taches d'habitat » (Forman et Godron, 1986). Nous avons envisagé ces évolutions sous l'angle de la mise en place d'une nouvelle mosaïque de milieux, plus diversifiée. Mais peut-on se limiter à qualifier une mosaïque d'unités paysagères, lorsque derrière ces unités se trouvent des pratiques, des modalités spatiale et morphologiques ? **Didier et Brun (1998) déterminent une mosaïque phyto-morphologique issue de**

¹³⁸ On peut se demander si des pelouses étaient présentes avant. Probablement pas étant donné le recouvrement des landes (callunaies) et leur durée de vie (une trentaine d'années), l'action du troupeau et l'appauvrissement des sols induit par celui-ci devait provoquer des cycles répétés. Les descriptions de Lecoq (1833) montraient cependant des zones herbacées sur le Pariou. Il devait donc y en avoir aussi ailleurs...

l'association d'une mosaïque de phytocénoses et de modelés. L'utilisation de cette mosaïque par les hommes, et les pratiques mises en place en fonction des contraintes qu'elle génère, nous permet d'enrichir le terme en mosaïque phyto-morphologique anthropique. De plus, les fluctuations répétées dans le temps au sein des systèmes herbacés/landes ou des successions plus évoluées (du fait coupes) instaurent également une notion de mobilité, qui s'établit donc en fonction des contraintes physiques et les pratiques historiques et actuelles sur l'espace.

IV.2.1. Des trajectoires chaotiques

En théorie, les systèmes sont généralement classés selon trois grands types¹³⁹ :

- les **systèmes déterministes** régis par des lois mathématiques dont on peut prévoir exactement l'évolution dans le temps ;
- les **systèmes stochastiques** (ou aléatoires) évoluent au hasard dans l'espace, ne sont régis par aucune équation, et aucune prévision exacte n'est possible dans le temps ;
- les **systèmes chaotiques** régis par une grande variété de facteurs, dépendant de plusieurs paramètres et dont la caractéristique fondamentale est l'extrême sensibilité aux conditions initiales. Bien que leurs composantes soient gouvernées par des lois déterministes simples, le comportement des systèmes chaotiques est complexe et imprévisible à long terme.

Ainsi que Kunstler (2005), nous considérons que le **concept d'équilibre des systèmes écologiques dits déterministes est trop présent** dans les théories écologiques et que la place des **facteurs humains** (historiques, pratiques), **physiques** (contraintes environnementales), et la **stochasticité interne des systèmes** (avec les diverses perturbations écologiques possibles), **ne sont pas assez prises en compte**. Kunstler (2005) a ainsi défini une théorie des systèmes dynamique, l'évolution des composants de ce système pouvant être linéaire ou stochastique. Notre approche, à l'échelle du paysage socio-économique et végétal, s'oriente vers la théorie du chaos (fig.117). Selon Manneville (2005), *le chaos résulte d'une instabilité congénitale des trajectoires dynamiques du système considéré dans son espace, ce qui se traduit par une imprédictibilité à long terme de son état en dépit du déterminisme qui garantit la prédictibilité à court terme*. En effet, on peut comprendre les évolutions passées du système par la connaissance précise des événements qui ont eu lieu et leur impact sur la végétation, mais l'on ne peut envisager les crises futures, leur nombre et leur impact (Etchecopar *et al.*, 2002). Les variables d'état du système pâturé étudié sont principalement le milieu, la végétation et les pratiques. En ce qui concerne le milieu, sa dynamique est faible et ce paramètre est souvent défini comme stable (ou régi par des lois déterministes). La végétation est, quant à elle, contrainte par le milieu et les pratiques. Ce sont donc ces dernières qui, malgré un continuum certain sur la durée, ont évolué selon **une logique non-linéaire** puisque **traversées par des crises diverses et selon des boucles de rétroaction emprise/déprise**, si bien qu'elles infléchissent des **paramètres stochastiques voire chaotiques**. En effet, même si l'on peut observer une certaine capacité de résilience des pratiques, dans le sens où elles se sont adaptées aux mutations sociétales et à l'évolution de la végétation, ces adaptations sont si multiples qu'elles ne permettent pas d'envisager un avenir prévisible. Ainsi, malgré la démarche empirique d'analyse des crises passées, permettant d'avoir suffisamment de données pour envisager l'impact théorique de plusieurs crises sur des terrains différents à pratiques variées, il est impossible de quantifier l'impact des crises futures. A leur tour, **les dynamiques végétales réagissent à la tendance chaotique des pratiques selon des trajectoires non-linéaires qui se caractérisent par des boucles de rétroaction herbacées/landes, des blocages à certains stades dynamiques ou encore des vitesses contraires aux modèles admis des successions végétales post-abandon**. Au regard de ces dernières, dont l'évolution linéaire est possible du fait de l'absence de perturbations anthropiques, le système pâturé d'estive semble donc chaotique. Mais ces perturbations peuvent également être d'ordre naturel (tempêtes, sécheresses répétées, inondations, changement climatique) voire d'ordre spécifique avec la dissémination de

¹³⁹ <http://utime.unblog.fr/2007/04/08/notions-introductives-a-la-theorie-du-chaos/>

Picea abies ou autre espèce invasive au détriment des successions climatiques attendues. Cette notion de linéarité des systèmes végétaux est donc, d'une manière plus générale, fort belle en théorie, mais s'avère plus difficile à observer sur le terrain. Cette dynamique chaotique, définie comme imprévisible, ne peut donner lieu à une vision précise de l'espace tel qu'il sera dans 20 ou 50 ans, même si l'on peut envisager la réaction de la végétation à diverses crises. **La réponse à ce chaos relatif serait donc une démarche empirique fondée sur l'expérience que l'on a de l'évolution des systèmes dans le temps et de faits sociaux et spatiaux concrets.** Par ailleurs, une analyse mathématique selon les *exposants de Lyapunov* permettrait de définir les taux d'instabilité du système (Manneville, 2005).

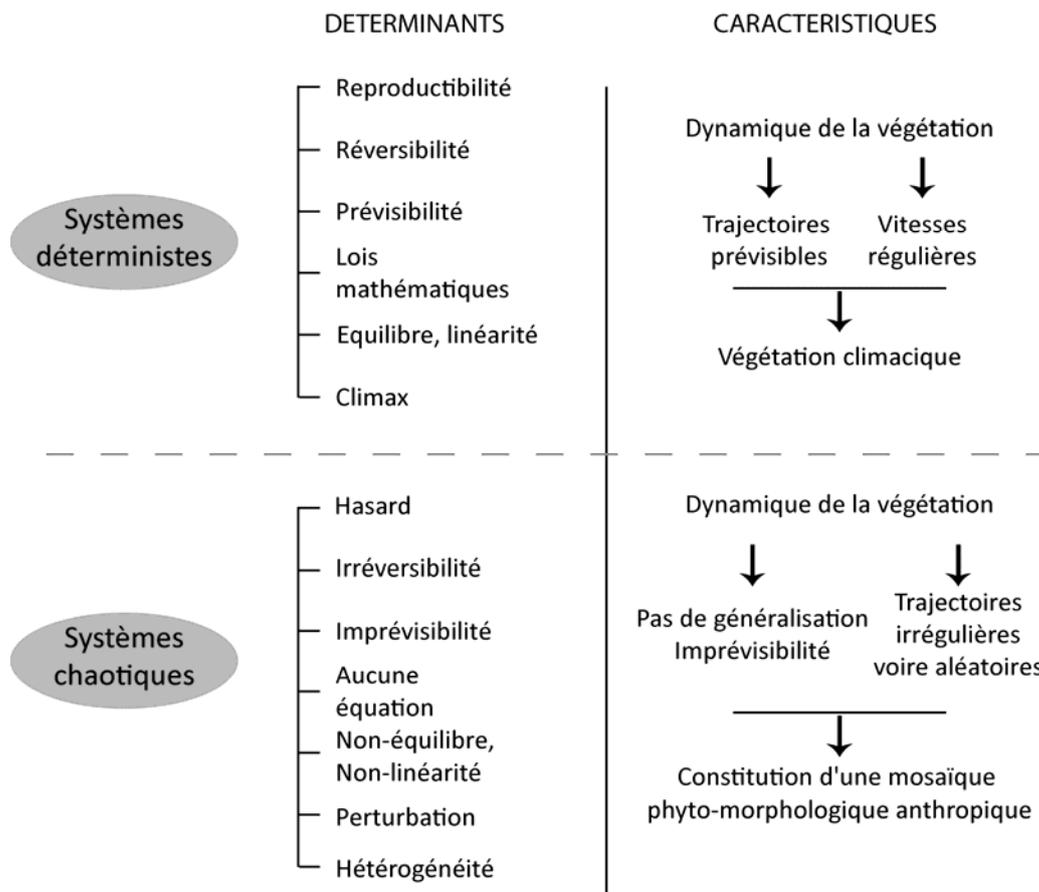


Figure 117 : Comparaison des déterminants et caractéristiques des systèmes déterministe et chaotique.

De ce chaos relatif, découlent des formes et des vitesses constitutives de la mosaïque phyto-morphologique anthropique qui diffèrent des études menées post-abandon. Ainsi, dans un contexte de déprise, certaines activités persistent et les terres encore exploitées sont peu stables du point de vue de la dynamique de la végétation. On observe certes une tendance à la fermeture de certains espaces, mais l'homogénéisation forestière attendue, si l'on se réfère aux études précédentes, n'est pas avérée. En réalité, **l'homogénéisation de l'espace est plutôt à relier au modèle paysager du début de siècle avec une matrice de strates basses et principalement de landes.** On observe donc une **augmentation de la fragmentation de l'espace au sens écologique du terme** (Saunders *et al.*, 1991 ; Schmiegelow *et al.*, 2002 ; Alados *et al.*, 2004): donc **la mise en place et les transformations d'une mosaïque plus que d'une fermeture paysagère homogène** (Waldhardt *et al.*, 2004 ; Martin M.J.R. *et al.*, 2006). Notre raisonnement se fonde sur une échelle plus vaste que l'évolution d'une station ou d'une parcelle, nous ne prenons pas en compte seulement l'évolution d'un point vers la forêt, mais l'espace dans son ensemble. Les pratiques : coupes d'arbres, campagnes de girobroyage, et l'action du troupeau, provoquent des crises dans les successions écologiques vers l'arbre et l'on

assiste à des fluctuations entre différents stades. Contrairement aux analyses post-abandon, il apparaît donc que les pratiques agropastorales, et l'action du troupeau, sont à l'origine de cette structuration mobile de l'espace. Les conditions climatiques étant favorables, les altitudes assez peu élevées pour permettre à l'arbre de s'installer partout, seules la persistance de l'activité peut donc contribuer à stopper la linéarité de la végétation et à imposer un certain chaos.

On peut ainsi observer des contraintes, des facteurs de contrôle pérennes : les facteurs physiques, morphopédologiques, de constitution des parcelles (point d'eau, parc de tri, entrées de parcs/lisière) et les productions (ovin/bovin) ; et des contraintes mouvantes, évolutives : les actions et pratiques humaines (types de pratiques, crises successives, girobroyage, parcage trop irrégulier). Le facteur déclenchant de la dynamique végétale est donc le facteur humain et les facteurs facilitant ou contraignant cette dynamique sont de l'ordre de la morphologie des parcelles et des critères physiques de la zone.

IV.2.2. Hétérogénéité et biodiversité

La fermeture des espaces est fréquemment associée à une perte de biodiversité, or cette dynamique de la mosaïque n'est pas la seule observée (Lepart et Marty, 2007), et des espaces ouverts persistent et s'améliorent. Tout est question d'échelle, temporelle et spatiale, et de méthodes utilisées. En effet, la plupart des études menées en écologie du paysage sont issues d'analyses synchroniques de la végétation. Elles consistent donc à analyser différents stades successionnels issus des pelouses ou des prairies, vers une végétation climacique attendue. On reste donc sur une approche stationnelle et sur une estimation *a priori* des stades évolutifs. Contrairement à notre approche, basée sur une démarque diachronique, ne permettant certes pas ces mesures (sauf sur l'actuel), mais limitant les effets du choix *a priori* des stades et des résultats attendus.

La perception récente de la biodiversité, comme issue de l'histoire des terroirs, des sociétés et des acteurs avec leurs pratiques, se détache du strict concept de la biodiversité des sciences de la vie (dimension génétique et écosystémique). Dans ce cadre, Simon (2006) et Veyret et Simon (2006) replacent ce terme sous l'angle de la **diversité du territoire « naturel » et « social »** et de ses diverses mutations. Lavorel et Sarthou (2008) considèrent le concept plus restrictif mais tout aussi intéressant **d'agrobiodiversité**. Nous avons posé la question du choix de paradigme entre biodiversité des milieux ouverts construits et donc fortement anthropisés, et biodiversité « naturelle » ou spontanée. La réalité de ce paysage est typiquement la résultante des deux paradigmes, avec un maintien des paysages ouverts marqués par l'amélioration pastorale, et des espaces en cours de recolonisation spontanée, à divers stades évolutifs, favorisés par des contraintes topographiques et spatiales. Pour autant, certains des espaces colonisés ne sont pas complètement délaissés, les éleveurs se sont adaptés en les gérant avec un pâturage de sous-bois ou une forme de sylvopastoralisme, peut-on alors parler de successions réellement spontanées ? En d'autres termes, l'homme et ses activités est-il vraiment à l'exclusion de ces évolutions dites « naturelles » ? Ne s'agit-il pas plutôt d'une autre forme de pression anthropique ayant pour effet une autre production et configuration paysagère ? Ainsi, les avantages tant écologiques que pastoraux de milieux diversifiés sont à analyser globalement, à l'échelle du domaine pastoral, et ne peuvent se limiter à une distinction limitée de la biodiversité régressive des zones colonisées par les ligneux.

Les analyses de Balent (1996) indiquent que la richesse spécifique d'un boisement dépend des essences du peuplement en présence, de l'âge des arbres, du mode de gestion pratiqué. Parallèlement, Forman et Godron (1986) rapportent que *la superficie, la forme, l'éclatement, l'organisation des taches conditionnent la présence de certaines espèces qui ont besoin de grands domaines pour survivre, ou peuvent se déplacer d'un habitat à un autre*. La notion de perte de biodiversité en contexte de fermeture des espaces est donc à revoir. Vanpeene-Bruhier (1998) et Anthelme et Brun (1999) révèlent ainsi que les stades intermédiaires de la dynamique (ou

écotones¹⁴⁰) présentent des niveaux élevés de richesse floristique globale s'ils restent peu denses. Les pratiques sont alors cruciales dans le maintien de ces formes.

Parallèlement, on peut observer une stabilité de certaines zones herbacées sur la durée et d'un point de vue écologique, ces espaces restent très diversifiés. A l'inverse, le pâturage à clôtures mobiles, par la fertilisation et l'apport azoté du troupeau, améliore la qualité fourragère, mais en limite la diversité globale. A ce titre, Delcros (1993) a observé une relation significativement négative entre richesse en espèces et niveau de fertilisation des sols. Les espaces ouverts sous-exploités sont donc nettement plus diversifiés, même s'ils sont moins riches d'un point de vue agronomique.

La différence entre un abandon complet des terres menant à une colonisation spontanée des taillis arbustifs, avec perte de biodiversité, et des zones encore pâturées, ayant subi des crises ou une sous-exploitation, est donc cruciale. Dans le premier cas, on observe une perte de biodiversité importante du fait de la disparition complète des prairies et espaces ouverts. Ainsi des parcelles privées ou des indivis sont complètement boisés aujourd'hui à proximité de la zone. Dans le second cas, on observe le maintien de certains espaces ouverts et l'installation d'une mosaïque de milieux (Lepart *et al.*, 2007). Du point de vue de la biodiversité, et à un niveau d'échelle plus vaste, cette utilisation moindre de l'espace est donc bénéfique. On a certes une diminution du nombre d'espaces ouverts, mais une richesse de milieux est apparue. Les composantes de cette mosaïque phyto-morphologique anthropique peuvent donc être qualifiées de la manière suivante :

- des **pelouses et prairies en augmentation**, couvrant en moyenne 60 % du domaine pastoral, les taux pouvant atteindre 90 % en zone plane ;
- des **landes en voie de disparition**, présentes en moyenne sur 10 % de l'espace, cantonnées principalement aux puys, avec des recouvrements pouvant atteindre 45 % sur ces espaces ;
- des **stades intermédiaires arbustifs en diminution**, voire en **stabilisation**, couvrant 10 % en moyenne et cantonnés aux puys et zones de fortes pentes où ils peuvent atteindre 40 % ;
- des **stades arborés en augmentation**, couvrant 20 % de l'espace, ce taux de couverture pouvant atteindre 40 à 70 % sur les puys et zones éloignées des villages.

La déstabilisation du système a cependant des répercussions diverses. On a pu remarquer l'importance de la lande dans cette configuration :

- une **banque de graines et des plantules de *Cytisus scoparius* importants, limitent l'extension ligneuse** ;
- en cas de **destruction de la lande à *Calluna vulgaris* sans retour du troupeau, les ligneux résineux**, facilités par la présence de semenciers dans les plantations voisines, se **développent rapidement** ;
- en cas d'**impact irrégulier du troupeau sur la lande**, les **feuillus se développent**, et les fronts de colonisation arbustifs ont une progression moindre que celle des résineux.

L'accroissement du nombre d'habitats dans le secteur (taillis, broussailles, forêts), a généré l'apparition de douze espèces de chauves-souris¹⁴¹ et d'oiseaux¹⁴² (notamment nocturnes) qui sont maintenant protégées par Natura 2000 (Birard *et al.*, 2011). Ainsi, on ne peut se cantonner à la richesse floristique, le pâturage ayant aussi des effets variés au niveau de la faune, (Guinamard *et al.*, 2006 ; Rolando *et al.*, 2006 ; Le Roux *et al.*, 2008) :

¹⁴⁰ Les écotones sont définis comme des zones de contact, ici entre milieux ouverts et fermés, avec un rapport de forces fondé sur le pouvoir de dissémination des arbres d'un côté et sur la réceptivité du substrat de l'autre (Didier et Brun, 1998).

¹⁴¹ Murin de Daubenton, Murin à moustache, Murin d'Alcathoe, Murin de Natterer, Noctule commune, Noctule de Leisler, Sérotine commune, Sérotine bicolore, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et Oreillard gris.

¹⁴² Alouette lulu, Engoulevent d'Europe, Pic noir, Chouette de Tengmalm, Chevêchette d'Europe, Pigeon colombin, Milan noir et royal, Circaète Jean-le-Blanc, Bondrée apivore et Hibou Grand Duc.

- les **arthropodes** (arachnides, insectes, etc.) sont favorisés par une mosaïque de prairies modérément pâturées imbriquées avec des prairies non pâturées durant quelques années ;
- les **populations de petits mammifères** (rongeurs) sont régulées par une intensité de pâturage modérée ;
- la conservation des **oiseaux prairiaux** est également compatible avec un pâturage modéré, mais la réalité est parfois nettement plus complexe. Le pâturage peut favoriser des structures d'habitat favorables à la reproduction mais est fréquemment incompatible avec la période d'incubation (destruction de nids). C'est donc la période de pâturage qui affecte plus cette communauté que le pâturage en lui-même ;
- les espaces forestiers favorisent voire d'augmentent la diversité des habitats ornithologiques et la nidification.

IV.3. BILAN DES EVOLUTIONS OBSERVEES

L'ensemble des trajectoires composant cette mosaïque phyto-morphologique anthropique a été récapitulé, à l'échelle de chaque strate (herbacées, landes, arbustive et arborée), en tenant compte des pratiques et de l'analyse spatiale (fig.118, 119 et 120). Ce modèle théorique de l'ensemble des successions observées sur le secteur est d'ordre qualitatif, les proportions de recouvrement ayant été analysées précédemment. Il permet, par ailleurs, de faire la synthèse de l'ensemble des résultats obtenus et apporte de nouvelles références quant à l'analyse des évolutions végétales des systèmes pâturés en contexte de crises diverses. On peut ainsi observer la complexité **des types d'évolutions** en fonction des paramètres spatiaux préalablement choisis (éloignement au village, morphopédologie, parc, impact du troupeau), et de l'effet des pratiques (anciennes et actuelles). Une synthèse rapide montre que sur 50 ans, avec pour état initial :

- des herbacées : dix types d'évolution ont été remarqués ;
- des landes : douze types d'évolution ;
- des arbustes : deux types d'évolution, sans compter les coupes ;
- des arbres : une stabilité, sauf si coupes ;
- des cultures et des zones érodées, trois types possibles d'évolution chacun.

Nous sommes bien en présence d'un système complexe qui, à partir de cinq classes d'occupation du sol aboutit à trente types d'évolution possibles sur cinquante ans.

ETAT INITIAL	SPATIALISATION				PRATIQUES		EVOLUTION	ETAT ACTUEL
	VILLAGE	MORPHOPEDOLOGIE	PARC	TROUPEAU	ANCIENNES	ACTUELLES		
PELOUSES 	Proche	Zones planes, sommets de cônes	Centre de parc, parc de tri	Passage, lieu de regroupement lieu de chôme	Anciens lots Parcage	Rotation entre parcs Clôtures mobiles	Stable sur la période Stable sur la période	 Richesse spécifique mais Nardaies  Pauvreté spécifique mais bonnes graminées fourragères, légumineuses
		Zones planes	Partout	Peu de passage	Moindre fréquentation pendant la crise	Pâturage en sous bois	Type pelouse → lande → arbu → arbo Enrichissement précoce, apparition des arbustes et arbres après la crise de 1970	 Bétulaies (20-25 m) à sous bois clair, ptéridaies en lisière
		Bas de cône, zone plane	Lisière	Peu de passage	Fréquentation forte	Fréquentation faible depuis la création du grpmnt	Type pelouse → landes → arbo Apparition tardive de l'arbre, dans les années 2000, inhibition des landes	 Feuillus et résineux, sous bois difficile d'accès, ronciers
		Bas de cône exposition sud	Central	Peu de passage	Fréquentation forte	Fréquentation faible depuis la création du grpmnt	Type : pelouse → arbre implantation arborée dès la sous fréquentation	 Feuillus et résineux, sous bois difficile d'accès, ronciers
	Loin	Zone plane	Partout	Peu de passage	Parcage années 1970	Pâturage en sous bois	Type pelouse → arbre Implantation arborée dès les années 1970	 Pinède et surtout pessière sous-bois clair
		Faibles pentes, sommets et coeurs de cratères, bas de cônes	Lisières	Chôme, passage		Gestion libre	Type pelouses → landes Enrichissement précoce des coeurs de cratères, plus tardif sur sommets et bas de cônes	 Lande à Callune
		Pentes moyennes, ttes expositions	Lisières	Peu de passage		Gestion libre	Type : pelouse → lande → arbuste Enrichissement en 10 ans en bas de cônes, arbustes en 20 ans, colonisation vers les sommets	 Corylaies diversifiées
		Fortes pentes, ttes expositions	Lisières	Peu de passage		Gestion libre	Type : pelouse → arbuste Implantation de Corylaies en 10 ans en bas de cône puis remontée vers les sommets	 Corylaies denses
		Fortes pentes, expositions N et E	Lisières	Peu de passage		Gestion libre	Type : pelouse → arbu → arbo des bas de cônes vers les sommets	 Hêtraie ou hêtraie à sous bois de corylaie

Figure 118 : Modèle d'évolution des herbacées en fonction des facteurs spatiaux et des pratiques.

ETAT INITIAL	SPATIALISATION				PRATIQUES		EVOLUTION	ETAT ACTUEL
	VILLAGE	MORPHOPEDOLOGIE	PARC	TROUPEAU	ANCIENNES	ACTUELLES		
LANDES 	Proche	Zones planes	Centre	Passage modéré	Allotissement, Cultures	Pâturage en sous bois	Type lande - arbu - arbo lisière des anciennes cultures colonisation arbusive dès 1960 apparition de l'arbre en 2000	 Hêtraie - bétulaie
				Difficile d'accès	Gestion libre, fréquentation forte	Fréquentation faible depuis la création du grpmnt	Type : lande - arbre implantation arborée dès la sous fréquentation (années 1990)	 Feuillus et résineux, sous bois difficile d'accès, ronciers
		Zones planes, sommets de cônes	Centre	Accès aux zones planes, aux lieux de chôme	Gestion libre, fréquentation modérée	Zones d'accès, gstion libre	Amélioration du pâturage, disparition des landes	 Richesse spécifique, nardaies sur les zones les plus fréquentées
		Sommets	Centre ou lisière	Lieux de chôme	Gestion libre, fréquentation forte	Chôme	Landes stables	 Lande à Callune
		Bas de cône, exposition sud	Centre	Peu de passage, lisière des zones d'accès (chôme)	Gestion libre, fréquentation modérée	Difficile d'accès	Type lande - arbustif - arboré post 1975	 Hêtraie à sous-bois de corylaie
		Bas de cône vers pentes fortes et sommets					En cours de réouverture, action PNR + troupeau	Type landes - arbustif, bas de cône en début de période, remontée vers les sommets, en lisière du type précédent
		Pentes faibles, exposition nord	Centre	Peu de passage	Gestion libre, fréquentation modérée	Pas de pâturage	Type landes - arbustes récent, en lisière des 2 types suivants	 Arbustes résineux peu denses
		Pentes moyennes, exposition nord					Type lande - arbustif - arboré arboré récent (post 2000)	 Résineux peu denses
	Pentes fortes, exposition nord	Type lande - arboré arboré récent (post 2000)						
	Loin	Zones planes	Lisière	Peu de passage	Gestion libre, fréquentation modérée	Rotation entre parcs	Type lande - arbustif lisières de plantation dès 1970	 Arbustes résineux denses ou feuillus clairs
							Type landes - arboré, dès 1980	 Résineux ou feuillus, à proximité du type précédent
		Pentes moyennes	Lisière	Peu de passage	Gestion libre, fréquentation faible	Type lande - arbustif - arboré résineux dès 1980, feuillus en 2000	 Pessière ou bétulaie claire en lisière des 2 types précédents	
							Type lande - arboré couverture arborée dès 1970, lisière de chouradous	 Hêtraie claire mais sous-exploitée

Figure 119 : Modèle d'évolution des landes en fonction des facteurs spatiaux et des pratiques.

ETAT INITIAL	SPATIALISATION				PRATIQUES		EVOLUTION	ETAT ACTUEL
	VILLAGE	MORPHOPEDOLOGIE	PARC	TROUPEAU	ANCIENNES	ACTUELLES		
ARBUSTIF 	Loin	Pentes faibles sur puits, exposition nord	Lisière	Pas de passage	Lisière de chouradous	Difficile d'accès	Type arbustif arboré très compact, arboré dès 1960, extension concentrique autour des massifs forestiers produits	 Hêtraie claire dans boisements primitifs, sous bois de corylaie pour les plus tardifs
		Pentes fortes sur puits, exposition nord	Lisière	Pas de passage	Gestion libre, fréquentation faible	Difficile d'accès	Arbustif stable sur toute la période	 Corylaie dense
ARBORE 	Loin	Pentes faibles, bas de cônes	Lisière	Pas de passage	Chouradous, chôme utilisation estivale	Difficile d'accès	Arboré stable sur toute la période, semencier du type arbustif arboré, des expositions nord en général (issus de pelouses ou de landes)	 Hêtraie claire
ARBUSTIF et ARBORE 	Proche	Zones planes	Centre	Proximité des zones d'accès, parc de tri	Coupes fréquentes	Coupes moindres Fréquentation forte	Coupes de bois régulières jusque dans les années 1970, moins fréquentes après la création des grpmts	 Pelouses - prairie
			Lisières	Clôtures proches des entrées de parcs	Coupes modérées	Coupes moindre Fréquentation modérée		 Lande
CULTURES ou FAUCHE 	Proche	Zones planes	Entrée	Passage intensif	Cultures, fauche, allortissement	Fréquentation forte	Type culture pelouses	 Pelouses - prairie
			Lisières	Peu de passage	Cultures, bordures de champs	Fréquentation moindre, lisière forestière	Type culture pelouse lande landes dès 1970	 Ptéridaie
ZONES ERODEES 	Proche	Zones planes voire faibles pentes ou sommets	Chemins centraux	Passage	Ancien chemin d'accès très fréquenté	Rotation entre parcs ou gestion libre	Type sol nu pelouses	 Pelouses - prairie
			Loin	Fortes pentes, exposition sud, cicatrice d'érosion	Centre	Exposition sud, préférentielle pour le troupeau	Forte fréquentation	Peu de passage
							Cicatrice stable sur la période	 Scories

Figure 120 : Modèle d'évolution des strates hautes, zones alloties et érodées en fonction des facteurs spatiaux et des pratiques.

V. PERSPECTIVES ET APPROFONDISSEMENTS

Nous avons utilisé des méthodes issues de différentes disciplines. La biogéographie a permis l'analyse spatiale des évolutions végétales. Les données relevant de la géographie humaine, de l'histoire sociétale et de l'agronomie ont favorisé l'analyse des pratiques et des évolutions des sociétés humaines sur le secteur. Les méthodes issues de l'écologie et de la biologie des populations ont permis l'analyse sur le terrain des espèces en présence, leur qualification et leur quantification. La production du modèle global proposé, malgré le nombre important de facteurs pris en compte, souffre cependant de l'absence d'autres facteurs, notamment ceux d'ordre pédoclimatique.

Une analyse des sols serait un atout supplémentaire pour une connaissance plus fine de leurs propriétés sur chaque type de milieu, à corrélérer avec les types de successions observées. Leur analyse montre en général que les différentes classes de sols expliquent une large part des types de végétation ainsi que des vitesses de transition (Fraterrigo *et al.*, 2006 ; Sluiter *et al.*, 2007). Par manque de temps, ces analyses n'ont pas pu être effectuées et pour pallier cette lacune, nous avons utilisé les indices d'Ellenberg qui fournissent des informations intéressantes. Leur limite majeure réside dans l'attribution des valeurs aux différentes espèces selon une méthode empirique, et non selon une analyse chimique des composants (Martin G. *et al.*, 2009). Cependant, certaines études ont montré que les caractéristiques des sols jouent surtout un rôle dans les premiers stades de la succession vers la forêt mais s'effacent aux stades plus avancés (Gilliam *et al.*, 1995).

Des limites peuvent également être apportées quant au type de classe pris en compte dans la cartographie de la végétation. Nous avons choisi la nomenclature en tenant compte de la résolution des photographies anciennes de moins bonne qualité que les récentes. Cependant, avec la meilleure connaissance du terrain acquise au cours de la thèse, des précisions auraient pu être apportées, notamment :

- dans la distinction des résineux et des feuillus dans les catégories arborée et arbustive ;
- dans les différents types de landes : cytisiaies, callunaies et ptéridaies ;
- et au sein des pelouses/prairies : distinction notamment des légumineuses.

Ces précisions ont été fournies dans la discussion des résultats, mais nous n'avons pas de données quantifiées précises. Les erreurs de digitalisation, notamment sur les photographies les plus anciennes, nous ont paru rédhibitoires pour envisager ces distinctions lors de la cartographie. Cependant, dans une étude commençant dans les années 1970, elles pourraient être prises en compte. Une étude a d'ailleurs démontré que la résolution thématique (le degré de détail de la nomenclature) joue un rôle capital dans l'analyse des mosaïques paysagères (Martin M.J.R. *et al.*, 2006). Des précisions dans l'analyse des successions végétales pourraient donc être apportées par cette augmentation du nombre de classes. Afin de faciliter ces analyses cartographiques, et d'obtenir des résultats plus rapidement, des méthodes de classification automatique des pixels, issus des analyses d'images satellitaires, peuvent également être appliquées aux photographies aériennes. Ce domaine, relativement récent, donne des résultats d'assez bonne qualité, mais montre des erreurs semblables à la digitalisation. La reproductibilité et la rapidité d'analyse sont cependant des atouts de taille pour une analyse gestionnaire (Bilodeau *et al.*, 2008).

Une analyse dendrochronologique pourrait également être envisagée pour les séquences antérieures aux photographies aériennes de 1950 (Curt *et al.*, 2001 ; Chauchard, 2007), mais également pour certifier de la qualité des données cartographiques. Des erreurs dans la digitalisation sont assez courantes et récurrentes (comme nous l'avons observé dans les distinctions terrain/cartographie, Annexe IV, p.337). Une analyse de ces erreurs et leur quantification pourrait être produite par comparaison avec les données ainsi récoltés.

Les méthodes issues de l'écologie du paysage apportent également une dimension structurelle à la végétation. Il s'agit notamment de relever la taille et la forme des *patches*, les distances entre chaque *patch*, leur fragmentation et les connexions existantes (Saunders *et al.*, 1991 ; Bellehumeur *et al.*,

1998 ; Burel *et al.*, 2000 ; Hietel *et al.*, 2004 ; Burel *et al.*, 2005). Une analyse en statistiques spatiales des surfaces (par matrice de transition) et des modifications de forme, de proximité des taches de végétation, de leur juxtaposition, agrégation ou cohésion peut être effectuée avec le logiciel FRAGSTATS développé par l'Université du Massachusetts¹⁴³. Ainsi, les données acquises précédemment pourraient être analysées afin de quantifier, à partir d'indices statistiques, les interactions spatiales entre les composants et la mise en place de la mosaïque végétale. Ces indices sont nombreux dans le logiciel, mais ceux qui semblent le plus adapté sont les suivants :

- *Number of patches* : nombre de taches contenues dans la classe spécifiée (herbacées, ligneux, sols nus, etc.) ;
- *PAFRAC* : rapport périmètre-aire, issu des fractales qui analyse la complexité de la tache dans la classe spécifiée. Plus le nombre de taches est important sur la zone étudiée (parcelle, estive entière), plus le périmètre le sera. On peut considérer que dans cette situation, la végétation est en pleine extension, plusieurs noyaux sont installés ;
- *AI* : Agrégation, mesure indirecte de la fragmentation, ajoutant au précédent indice la compacité ou l'éclatement de la forme ;
- *PROX* est un indice de proximité qui permet de qualifier l'isolement des taches les unes par rapport aux autres. À partir d'un rayon préétabli (5, 10, 50, 100 m, etc.), le logiciel comptabilise le nombre de pixels contenus dans ce rayon ;
- *IJI* est un indice d'Interspersion et de juxtaposition qui mesure la contiguïté des taches dans le cas d'un paysage formé par plusieurs classes ;
- *PLAND* calcule la part de chaque classe dans le paysage et permet donc d'évaluer la dominance d'une classe par rapport aux autres.

Des modèles mathématiques prospectifs sont également utilisés pour établir les différentes trajectoires possibles dans l'avenir. Certains modèles théoriques ont été apportés, ils tiennent compte des évolutions et séquences analysées sur les cinquante dernières années et de la connaissance issue des analyses historiques de la zone. Cependant, ces modèles ne sont pas validés mathématiquement.

¹⁴³ <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

CONCLUSION

Les dynamiques végétales ont longtemps été étudiées selon un cadre déterministe et linéaire, en lien avec les concepts de climax, d'équilibre et de réversibilité (Decocq, 2006) voire même de prévisibilité et de reproductibilité. Ainsi, les analyses portant sur les successions végétales sont considérées selon des trajectoires prévisibles et des vitesses régulières jusqu'à une végétation climacique attendue. Les déterminants de la composition et de la structure des communautés végétales sont ici essentiellement écologiques : climat, sol, substrat, topographie, et facteurs biotiques. Toujours selon Decocq (2006), ce paradigme part du postulat qu'une espèce permet l'installation d'une autre en modifiant l'environnement et que cet effet se reproduit à chaque stade dynamique. L'émergence de la théorie du chaos depuis quelques décennies a changé cette vision des lois naturelles. On parle de non-équilibre, d'hétérogénéité, de perturbation et d'irréversibilité. Rappelons que cette théorie prend en considération la place du hasard dans le monde, et considère les phénomènes aléatoires comme difficilement prévisibles sur le long terme (Hastings *et al.*, 1993 ; Etchecopar *et al.*, 2002 ; Decocq, 2006 ; Mazagol, 2007). On envisage ainsi que l'objet étudié ne suit pas forcément les lois admises et que les phénomènes peuvent être irréguliers ou aléatoires. L'évolution des systèmes peut certes répondre à un certain déterminisme, on peut repérer des facteurs explicatifs, mais cela n'implique pas pour autant que l'avenir soit calculable ou que le passé ait suivi les mêmes trajectoires. Pour autant, on peut diminuer les effets de l'incertitude ou du hasard par une connaissance empirique (toujours très relative) de l'ensemble des facteurs qui induisent des trajectoires variées. Selon Decocq (2006), il n'y a pas de théorie générale et toute généralisation est probablement hasardeuse. Une seule et simple théorie ne peut caractériser l'ensemble des successions végétales dans tous les types d'écosystèmes. Cependant, nous avons cherché à décrire la dynamique des écosystèmes pâturés selon l'angle de la mosaïque phytomorphologique de Didier et Brun (1998), à laquelle nous ajoutons une dimension anthropique. Nous avons ainsi remis en question la notion de perte de biodiversité, généralement admise sur les placettes en cours de fermeture, en prenant en compte une échelle spatiale plus vaste. Le pâturage et les crises diverses produisent des milieux plus hétérogènes, et la seule notion de fermeture ne suffit donc pas à l'analyse de ces espaces complexes.

CHAPITRE 9 - DES MODELES DE GESTION A ADAPTER

I. CONSEQUENCES EN TERMES DE GESTION

II. GESTION PAR LE PATURAGE

III. BILAN ET PRECONISATIONS DE GESTION POUR LES ESTIVES DE LA CHAINE DES PUYs

Ce travail de thèse, par la meilleure compréhension des paysages en mutation qu'il apporte, s'espère également opérationnel en termes de gestion. Nous reviendrons ici sur les thèmes actuels d'action émis dans la littérature pour proposer une approche adaptée à ce territoire. Ainsi, **la gestion de la biodiversité, des services écosystémiques, de la rénovation des territoires ruraux en forment le cadre**. Tandis que la **gestion par le pâturage en forme la mise en application réelle**.

I. CONSEQUENCES EN TERMES DE GESTION

Certes, les milieux représentés dans les estives étudiées sont aujourd'hui nettement plus diversifiés qu'au début du XXe siècle. Notre positionnement a bien démontré que nous considérons l'état actuel de la végétation comme une mosaïque de milieux et non comme la manifestation d'une fermeture généralisée. Or, **la gestion d'une mosaïque de milieux est compliquée**. Elle doit rester souple afin de ne pas bloquer les processus écologiques, tout en évitant à l'arbre de prendre toute la place. Le pâturage est, sans conteste, l'outil principal de gestion de ces zones difficiles d'accès. A condition que la force de maîtrise de la végétation effectuée par le troupeau soit convenablement gérée et organisée. Les recherches en agri-action de l'Institut de l'Elevage et de l'INRA sont à prendre en compte dans ce cadre. Mais d'autres outils, notamment économiques, sont nécessaires au fonctionnement général et à la mise en place d'un modèle théorique adapté et opérationnel.

I.1. GESTION DE LA BIODIVERSITE

Depuis la Conférence de Rio (1992), la biodiversité est devenue un objectif politique pour les 182 pays qui l'ont ratifié. Depuis vingt ans, d'autres engagements ont suivi ce premier pas vers la protection de la nature, avec notamment, en Europe, la Directive Oiseaux, la Directive Habitats, le réseau Natura 2000, et la Directive Cadre sur l'eau.

Or, la conception de la biodiversité selon des critères sociaux et sociétaux et non plus seulement d'un point de vue écologique induit une conception différente de sa gestion. En effet, la nécessaire prise en compte des pratiques territoriales influence les mesures de protection et de conservation de la biodiversité. En d'autres termes, pour valoriser et protéger ces espaces qualifiés comme étant à haute valeur environnementale, se sont les pratiques qui doivent, en amont, être privilégiées. Plus largement, les aspects économiques et sociaux d'un territoire doivent être considérés selon leur impact écologique car en corolaire, sans ces pratiques, le paysage et la biodiversité désignée serait inexistante. Considérer et protéger un territoire sans prendre en compte ces volets économiques et sociaux tient alors de l'aberration (Simon, 2006). Nous rejoignons en ce sens l'analyse de Simon

(2006) qui préfère le terme de diversité des espaces et des territoires plutôt que celui de biodiversité dont le pendant est seulement écologique. En ce sens, la mise en réserve d'un territoire, bien fréquemment mise en exergue, comme un but ultime de conservation de la biodiversité, est en totale inadéquation avec la réalité du territoire. La place du géographe dans ce recadrage conceptuel est cruciale puisqu'elle permet de penser les relations hommes-milieu dans une logique spatiale et temporelle. Au-delà d'une perte de biodiversité des espaces ouverts montagnards, il est donc question d'une perte de diversité territoriale ou spatiale et donc de marginalisation de certains territoires.

D'un point de vue écologique, l'importance des perturbations dans le maintien de la biodiversité, de la richesse spécifique et de l'hétérogénéité des milieux est reconnu depuis quelques années (Burel *et al.*, 2000 ; Veyret *et al.*, 2006). Or, ces perturbations étant naturelles comme anthropiques, pourquoi alors mettre sous cloche des espaces qui sont utilisés et produits par les activités humaines ?

Parallèlement, nous avons bien démontré la nature évolutive, dynamique et variée du territoire, par conséquent, considérer une préservation fixe dans le temps n'est pas adapté. **Il devient nécessaire d'intégrer la biodiversité au sein des projets territoriaux, comme atout, voire comme un enjeu économique et social majeur** (Simon, 2006).

I.2. LES APPORTS DE L'ANALYSE ECONOMIQUE DES ECOSYSTEMES DANS UN CADRE GESTIONNAIRE

La nécessité d'une gestion à échelle globale du territoire de la Chaîne des Puys, voire du PNR dans son ensemble, devient primordiale pour passer au-delà des enjeux de chacun (agriculteurs, acteurs du tourisme, politiques publiques). La coordination des actions paysagères à l'échelon intercommunal est ainsi primordiale. La recherche sur les modèles d'évolution spatiotemporels des dynamiques en cours trouve ici toute son importance car seule une connaissance précise de ces dynamiques peut permettre une **planification des actions sur le long terme**. Cependant, il apparaît aujourd'hui que seule une incitation économique puisse mettre en accord ces différents acteurs.

Ainsi, les évolutions des écosystèmes à travers le monde sont observées à travers un nouveau champ d'analyse systémique. En effet, tel que le décrivent Larrère et Vermersch (2000), l'environnement est à présent systémisé selon un angle économique : *or, l'activité propre d'un système peut altérer celle des éléments extérieurs avec lesquels il est en interaction, modifiant ainsi les propriétés de son environnement*. Selon eux, cette théorisation admet deux approches inverses : *ou bien la référence est un système écologique (parcelle, bassin versant, biosphère...) et l'on juge des activités humaines par l'incidence qu'elles ont sur son fonctionnement (démarche écocentrique) [...]. Ou bien la référence est un système social (démarche anthropocentrique) et l'environnement n'a de valeur que par rapport à lui : les perturbations qui l'affectent n'ont d'importance que dans la mesure où elles sont susceptibles de lui imposer des stratégies adaptatives*. Selon cette dernière approche, les liens de cause à effet entre les Hommes et leur habitat, ont été appréhendés à partir de la notion de services écosystémiques, d'abord par les chercheurs, puis par le domaine politique et entrepreneurial. **A l'instar de Lamarque (2011) et Larrère *et al.* (2000), nous considérons ces services écosystémiques comme une appellation fortement réductrice et anthropocentrée**. En effet, le système, tel que nous le concevons, est un système homme-milieu caractérisé par des interactions fortes entre les deux composants. **Cependant, les services écosystémiques constituent un outil, parmi d'autres, pour communiquer et justifier la conservation de la biodiversité territoriale auprès d'un large panel d'acteurs**. Comme tout outil, une bonne compréhension des termes le définissant et des questionnements qu'il engendre est essentielle. Le groupe de recherche du *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA) s'attache à définir ces liens, les apports des écosystèmes, mais également l'impact de l'homme sur ceux-ci (*Millenium Ecosystem Assessment*, 2005). Les questions que le MEA pose quant à la nature et les fonctions des biens et services écosystémiques s'orientent aussi dans une

démarche de temps relativement long. Nous proposons ici une mise en perspective des résultats de nos travaux dans ce cadre (tab.50).

Questions du MEA	Réponse en ce qui concerne le domaine pastoral de la Chaîne des puys
<i>Comment ont changé les écosystèmes ?</i>	Les écosystèmes principalement prairiaux et de landes du début du XXe siècle se sont diversifiés, selon une triple dynamique (fermeture, piquetage arboré, ouverture des espaces par régression des landes) et selon des trajectoires variées contrôlées par les pratiques.
<i>Comment les biens et services écosystémiques ont-ils évolué ?</i>	Ces écosystèmes relativement pauvres étaient la conséquence d'une pratique intensive et sans restitution de l'espace, les populations les utilisant étaient miséreuses, et ces espaces collectifs étaient nécessaires au maintien de la fertilité des terres privées. Aujourd'hui les activités sont multiples, les biens et services rendus se sont donc diversifiés en fonction de cette mutation sociétale et de ses impacts sur la végétation.
<i>Comment les changements des écosystèmes affectent-ils le bien-être humain ?</i>	Ces changements sont souvent perçus comme bénéfiques du point de vue de ces nouveaux utilisateurs, mais comme une perte selon les éleveurs et les gestionnaires de l'espace.
<i>Quel est le facteur principal du changement des écosystèmes ?</i>	Il y a plusieurs facteurs à l'origine de ces changements qui sont à envisager à des échelles diverses : globalement, la mutation des sociétés (plus urbaines) et des systèmes agricoles (essor du bovin, logiques de production, mondialisation des marchés...) ont localement un impact sur l'évolution du système traditionnel autarcique et par conséquent sur l'utilisation de l'espace.
<i>Comment les écosystèmes et leurs services peuvent-ils changer dans le futur, et selon quels scénarii ?</i>	Les changements futurs sont complexes à envisager, du fait des tendances évolutives chaotiques. Cependant ces changements seront fonction du maintien, de la régression ou de l'augmentation de la pression des pratiques et des troupeaux sur ces espaces.
<i>Que connaît-on sur les échelles de temps, l'inertie et le risque de non-linéarité des changements écosystémiques ?</i>	Trois types d'inertie ont été remarqués : celle des herbacées sur les zones les plus exploitées, celle des landes principalement sur les lieux de chômage, et celle du stade arbustif dense des corylaies sur puys. La non-linéarité est caractéristique des pratiques, avec des phases d'embellies/déprises. A l'échelle de l'holocène, la déprise actuelle serait la troisième remarquée (après celles du Xe et du XIVe siècle). Ceci pose la question d'échelle de temps à envisager dans la caractérisation de ces biens et services.
<i>Quelles options existent pour gérer durablement les écosystèmes ?</i>	Elles existent déjà, avec les diverses mesures de classement existantes. Le projet d'inscription au Patrimoine Mondial offrirait une gestion durable, à condition qu'elle soit concertée avec les différents acteurs. La pérennité des pratiques est le moteur principal de gestion de ces espaces, c'est donc en créant un contexte favorable à cette pérennité que ces écosystèmes seront les mieux gérés.
<i>Comment les incertitudes les plus importantes gênent-elles la prise de décisions concernant les écosystèmes ?</i>	Les incertitudes sont à nouveau fonction de l'importance que l'on donnera aux pratiques agricoles et forestières sur le secteur, que seule une volonté politique engagée pourra pérenniser. La prochaine grande question qui va se poser dans ce contexte est l'impact de la mise en place de la nouvelle PAC 2013 sur ces zones.

Tableau 50 : Caractérisation de la nature et des évolutions des écosystèmes de la Chaîne des Puys selon l'approche du MEA (2005)

Cette caractérisation de la nature et des évolutions des écosystèmes de la Chaîne des puys doit se combiner avec une approche qualitative des biens et services rendus par ces écosystèmes. **Ainsi, les travaux de De Groot (2002) et Lavorel et al. (2008) donnent une synthèse des fonctions, des composants et des biens et services que fournissent les écosystèmes et agro-écosystèmes** (tab.51, trois premières colonnes). Les deux grands types d'écosystèmes du secteur sont les **écosystèmes prairiaux** (pâturés) et les **écosystèmes forestiers** (exploités ou pas). Nous avons donc envisagé les apports de chacun de ces écosystèmes dans la typologie proposée par De Groot et Lavorel (tab.51, colonnes 4 et 5, en gris). Cependant, notre approche est basée sur la conception du paysage de manière globale, nous envisageons ici de montrer que les biens et services des écosystèmes sont d'autant plus variés que l'on tient compte de cette mosaïque. Par ailleurs, ces écosystèmes n'étant pas « naturels », nous y ajoutons les pratiques anthropiques de l'espace, qui contribuent, à leur tour, à leur qualité et plus généralement, à l'environnement. Les apports sont donc partagés entre une base végétale et l'usage que l'on en fait, qui n'est pas uniquement destructrice, mais aussi constructrice de diversité.

Fonctions	Composants et processus écosystémiques	Biens et services	Ecosystèmes prairiaux	Ecosystèmes forestiers
Fonctions de régulation : maintien des processus écologiques essentiels et supports à la vie				
<i>Régulation des gaz</i>	Rôle dans les cycles biogéochimiques (CO ₂ /O ₂), maintien de la couche d'ozone	Bonne qualité de l'air, prévention des maladies (cancer de la peau)		Photosynthèse
<i>Régulation du climat</i>	Rôle de la couverture végétale et processus biologiques	Climat favorable (habitat, santé, productivité des cultures, loisirs, activités culturelles)		+ microclimat sous couvert arboré, brise vent
<i>Régulation et approvisionnement en eau</i>	Rôle sur les flux hydrologiques Filtration, rétention, stockage	Drainage et irrigation naturelle, régulation des débits, moyen de transport Approvisionnement (ménages, agriculture, industrie)	Pratiques de drainage	Système racinaire
<i>Prévention des risques</i>	Rôle de la structure des écosystèmes	Sécurité de la vie humaine et des constructions, prévention des inondations, glissements de terrain...	Evapotranspiration, piégeage, lessivage	
<i>Conservation des sols</i>	Structure des écosystèmes et matrice racinaire	Maintien des terres arables, Prévention de l'érosion		Système racinaire
<i>Formation des sols</i>	Altération des roches, accumulation de matière organique	Maintien de la productivité des terres arables, fonctionnement des écosystèmes	Système racinaire et pratiques	Système racinaire
<i>Régulation des nutriments</i>	Rôle de la biocénose dans le stockage et le recyclage	Maintien de sols sains et d'écosystèmes productifs	Minéralisation, décomposition	
<i>Traitement des déchets</i>	Rôle de la végétation dans la répartition et le déplacement des substances nutritives	Contrôle de la pollution, dilution, filtration des particules aériennes, limitation de la pollution sonore	Solubilisation, système extensif, sylvopastoralisme	Photosynthèse, massif forestier
<i>Pollinisation</i>	Production et déplacement des gamètes	Pollinisation des plantes sauvages, des récoltes		
<i>Contrôle biologique</i>	Contrôle des populations par dynamique trophique	Contrôle des bioagresseurs maladies et parasites	Transfert et dispersion du pollen, action du troupeau	
			Habitat et ressources pour les auxiliaires, traitements antiparasitaires	

Fonction d'habitat : fournir des habitats pour la faune et la flore			
<i>Fonction de refuge</i>	Espace vital pour faune et flore	Maintien des espèces pour la commercialisation	Habitats
<i>Fonction pépinière</i>	Habitat pour la reproduction, nidification	Chasse, pêche, cueillette	Habitats
Fonction de reproduction : mise à disposition des ressources naturelles			
<i>Alimentation</i>	Conversion de l'énergie solaire pour la flore (photosynthèse) et la faune	Nourriture, construction et fabrication (bois), carburant et énergie, fourrage et engrais	Qualité des fourrages, produits laitier et carné Bois
<i>Matière première</i>	Conversion de l'énergie solaire en biomasse	Agriculture	Sylvopastoralisme
<i>Fonction génétique</i>	Matériel génétique et évolution de la faune et la flore	Test sur les organismes	
<i>Fonction médicinale</i>	Variété des substances biochimiques	Médicaments et produits pharmaceutiques	Flore associée
<i>Ressource ornementale</i>	Variété des biocénoses dans écosystèmes naturels	Ressources la bijouterie, la décoration, les souvenirs	Flore Flore et bois
Fonction d'information : offrant des possibilités de développement cognitif			
<i>Ressource esthétique</i>	Caractéristiques paysagères attractives	Panoramas	Panoramas, hêtraies...
<i>Récréation</i>	Paysages à usages récréatifs	Ecotourisme, sport de plein air	
<i>Culturelle et artistique</i>	Caractéristiques naturelles avec des valeurs culturelles et artistiques	Inspiration pour le cinéma, la littérature, la peinture, l'architecture	
<i>Spirituelle et historique</i>	Caractéristiques naturelles avec les valeurs spirituelles et historiques	Inspiration religieuse et valeur patrimoniale	
<i>Science et éducation</i>	Caractéristiques naturelles avec des valeurs scientifiques et éducatives	Utilisation de la nature pour des recherches scientifiques et des excursions	

Tableau 51 : Fonctions, biens et services des écosystèmes selon De Groot *et al.*, 2002 et Lavorel *et al.* (2008)

Comment concilier les deux types d'écosystème forestier et pâturé? Nous pensons que l'explication se trouve au sein de la diversité produite par ce changement et, par conséquent, par la mosaïque de végétations qui s'est mise en place sur la période contemporaine. Les hommes pratiquant cet espace doivent à leur tour s'adapter et envisager leur pratique pastorale en tenant compte des espaces boisés. Cette pratique existe, il s'agit du sylvopastoralisme. **Tout dépend en réalité de la capacité de résilience des sociétés face à la résilience des milieux.** L'adaptation est donc la clé du succès d'une bonne gestion. De cette gestion découlera les évolutions futures des écosystèmes en présence.

L'approche écologique des fonctions et services des écosystèmes selon l'*Ecological Society of America* : *les caractéristiques fonctionnelles des espèces influent fortement sur les propriétés des écosystèmes* (Le Roux *et al.*, 2008), montre que la qualité de ces derniers n'est donc pas seulement due au nombre d'espèces les composant mais aussi à leurs caractéristiques fonctionnelles¹⁴⁴ et aux interactions existant entre elles¹⁴⁵ (Hooper *et al.*, 2005). La notion d'échelle est primordiale et devrait être prise en compte dans des études sur le long terme, voire le très long terme, afin de déterminer le rôle réel de la biodiversité dans la stabilité et la capacité de résilience des écosystèmes.

¹⁴⁴ On parle alors d'espèces dominantes, pivots, « ingénieurs ».

¹⁴⁵ Compétition, facilitation, prédation, etc.

I.3. GESTION PAR LA RENOVATION DES TERRITOIRES RURAUX

Les territoires ruraux, et plus encore les territoires reconnus pour leur patrimoine culturel ou paysager, subissent une multiplication des jeux et des enjeux d'acteurs. Les agriculteurs, auparavant seuls utilisateurs et exploitants de ces espaces, doivent aujourd'hui faire face à une multiplication des usages et des pratiques externes au monde rural, qui ne visent pas les mêmes intérêts. Ainsi, on peut noter aujourd'hui une rupture entre les valeurs du monde agricole associées à des types de paysages (élevage, culture, mixte, intensif, extensif...), et les pratiques et fonctions paysagères actuelles (Gravsholt Busck, 2002 ; Fleury, 2007a). Ainsi que l'exprime Fleury (2007a) : *les rôles et fonctions de l'agriculture se définissent dans des champs plus larges prenant en compte l'évolution des relations villes – campagnes et les recompositions des territoires ruraux, du fait des nouvelles affectations résidentielles, récréatives, patrimoniales ou environnementales. Dans le même temps, les politiques publiques font de plus en plus référence à la notion de territoire et cherchent à impulser des dynamiques et des projets locaux associant acteurs associatifs et économiques de différents domaines.* Nous sommes donc en présence d'un système dont les composantes sont nettement plus variées et multiples que le système autarcique traditionnel. L'impact de cette mutation sur la végétation est, comme nous l'avons remarqué, d'autant plus fort.

Afin de répondre aux problématiques agricoles de gestion de l'espace, en tenant compte de l'ensemble des acteurs et gestionnaires de l'espace, de nouvelles initiatives autour de l'agriculture et du développement rural sont aujourd'hui en plein essor. Ces activités, déjà rentables dans l'arc alpin, sont de divers types (Fleury, 2007a) et peuvent ici être réenvisagées :

- **développer la vente directe et l'agritourisme** : visites d'exploitation, hébergement et services d'accueil d'enfants et d'élèves (classes vertes), de personnes handicapées, etc. ;
- **actualiser les modes de production** en incluant des pratiques respectueuses de l'environnement dans les cahiers des charges : agriculture biologique, filières locales de production et de consommation, etc. ;
- **diversifier les produits et services agricoles** : production de bois-énergie (granulés, plaquettes...), défrichement et maintien du paysage, compostage, etc. ;
- **améliorer les conditions de travail** et éventuellement **créer de nouveaux emplois** : structures collectives, collectivités et organisations locales, coopératives de matériel agricole, groupement pastoraux, etc. ;
- **utiliser et mobiliser les acteurs locaux** : partenariats avec le secteur touristique (visites à la ferme, dégustations, événements culturels).

Certaines de ces activités sont déjà mises en place et mériteraient d'être soutenues. Ainsi, la valorisation de la production locale avec une reconnaissance européenne est déjà effective avec les productions AOC/AOP (Saint-Nectaire, viande salers). Ces labels ont non seulement permis de constituer un gage de qualité des productions pour les consommateurs, mais valorisent également, derrière le produit, un type de prairie voire un type de bétail (Quetier *et al.*, 2005). C'est donc un outil économique de gestion des pâtures. Cette valorisation n'est cependant pas seulement économique, puisqu'elle a des conséquences écologiques et agronomiques, et qu'elle pourrait même participer au retour des races locales dans la production fromagère (Salers, Ferrandaise). Les productions respectueuses de l'environnement sont également développées, avec la mise en place de producteurs bovins bio sur Montmeyre et de manière générale une agriculture utilisant peu d'intrants. De nombreuses AMAP (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne) et le nouveau concept de « Ruche qui dit oui ! »¹⁴⁶ sont également en plein essor. La diversification des produits agricoles n'est que très peu présente, elle mériterait d'être développée. La filière du bois-énergie serait par ailleurs une ressource à mettre en œuvre compte tenu du recouvrement forestier dans ce secteur.

¹⁴⁶ <http://www.laruchequiditoui.fr/> / <http://www.cheires-amap.org/>

Le fondement même des PNR vise à protéger le patrimoine tout en favorisant des activités respectueuses de l'environnement et des espaces de détente pour les urbains. Par ailleurs, les mesures agri-environnementales à obligation de résultats *conciliant production et biodiversité* (Plantureux *et al.*, 2011) et les diverses directives européennes (Habitats, Oiseaux, Natura 2000) vont également dans ce sens (Veyret *et al.*, 2006).

De plus, **le tourisme est un des leviers pouvant promouvoir un environnement particulier, et apporter de nouveaux emplois, donc un nouvel essor économique.** Il s'appuie ainsi essentiellement sur les services écosystémiques, et profite de cet apport pour s'étendre. Fréquemment, nous avons pu observer, à l'échelle de la planète, les dérives de cette nouvelle économie tant sur les sociétés, que sur leur environnement. Les raisons, souvent environnementales et/ou patrimoniales, ayant favorisé l'essor du tourisme, s'en trouvent donc endommagées et l'on peut analyser cette industrie comme un pillage de ressources en tout genre. C'est pourquoi, aujourd'hui, **le tourisme durable** semble être une voie nettement plus raisonnée et productrice de retombées positives pour la diversité biologique, ainsi que de bénéfices sociaux et économiques aux communautés locales. Les atouts qu'il offre sont divers (*Secretariat of the Convention on Biological Diversity*, 2010) :

- **augmentation des revenus des communautés locales** : développement du commerce, création d'emplois, stimulation de l'investissement et soutien des services locaux ;
- **éducation/sensibilisation** : aide à la promotion de la conservation par la sensibilisation du public ;
- **gestion durable de la planète** : par l'offre de moyens de substance complémentaires ;
- **renforcement de la richesse culturelle** : maintien des arts et artisanats traditionnels ;
- **incitations économiques pour la protection de l'habitat** ;

Espérons que dans ce cadre, le projet d'inscription de la Chaîne des puys au patrimoine mondial de l'UNESCO réussisse, afin qu'un public plus conséquent mais aussi plus averti, profite aux communautés locales. On assisterait alors à un renforcement des interactions entre agriculteurs, acteurs de la création et de la mise en place paysagère, et visiteurs, moteurs de développement économique et touristique (Friedberg *et al.*, 2000).

Enfin, l'impact de la politique agricole commune sur la dynamique des paysages et la gestion des territoires ruraux est à prendre en compte également comme moteur. Sa réforme pour 2013, tient compte de ces enjeux et devrait valoriser de manière significative les filières locales et une agriculture plus proche de son terroir. Ainsi, l'irréversibilité de la déprise que la PAC a engendré à la fin du XXe siècle est sans doute à remettre en question pour l'avenir (on peut l'espérer). La prégnance des traditions pastorales a heureusement permis la pérennité de certaines pratiques. L'objectif paysager, fréquemment relégué en second plan s'avère aujourd'hui prendre plus d'ampleur dans un contexte de préservation de l'environnement et de la biodiversité des territoires. Le temps de latence avant la prise de conscience de ces enjeux a cependant entraîné des conséquences graves sur les paysages (Lifran *et al.*, 2003). Les enjeux fonciers et le déclin démographique s'ajoutent à la difficulté de maintenir des paysages diversifiés et d'éviter l'homogénéisation forestière.

II. GESTION PAR LE PATURAGE

Selon Le Roux *et al.* (2008), les principaux facteurs de contrôle de la biodiversité dans les prairies sont : la fertilisation, la fauche, le pâturage et les traitements sanitaires des animaux (auxquels on peut ajouter le labour et le désherbage). Au sein des estives de la Chaîne des puys, ces facteurs de contrôle ne peuvent être appliqués partout du fait des contraintes physiques et écologiques (Natura 2000). Nous avons pu remarquer à quel point le pâturage est le levier principal de maintien des espaces ouverts, à condition qu'il soit bien mis en œuvre et que les dynamiques en cours soient bien connues. Il a donc un rôle clé dans la gestion de la biodiversité par le contrôle de la composition et de

la structure des communautés végétales, *fournissant par ce biais les conditions d'habitat et de ressources alimentaires pour les autres espèces d'invertébrés et de vertébrés* (Le Roux *et al.*, 2008). D'un point de vue technique, les processus associés au pâturage sont donc : la défoliation, le piétinement, les déjections, la dissémination des graines et le dérangement. Ces processus peuvent avoir des impacts positifs ou négatifs selon les organismes et les types d'habitat.

La reconstitution historique des pratiques a pu révéler à quel point de mauvaises pratiques ou de mauvaises gestions de ces pratiques (ou une mauvaise connaissance du résultat des pratiques sur le long terme) ont pu favoriser la recolonisation forestière. Sur Recoleine, la pratique trop irrégulière du parage dans les années 1970 a favorisé l'extension des résineux par déstructuration des landes. Sur Orcines, le sous-chargement répété et le nombre de crises cumulées dans le temps a également favorisé une extension ligneuse importante. A l'inverse sur Manson, la pose précoce de clôtures et le maintien d'un chargement relativement élevé et durable ont permis de garder une omniprésence d'espaces ouverts, et ce, malgré des plantations de résineux très proches.

II.1. PRATIQUES

Le pâturage est donc un outil de gestion privilégié pour la préservation des communautés végétales, la réduction des intrants et la reconquête d'espaces délaissés (Guérin *et al.*, 2001 ; Guerin, 2002). Mais l'état de la végétation et son dynamisme sont également intimement liés à l'influence des facteurs complexes : les conditions de milieu (morphopédologie, pédoclimat) et les interventions ou pratiques humaines (pâturage, girobroyage). Un certain nombre de décalages sont ainsi à noter entre la production naturelle de biomasse végétale (dès avril), l'utilisation de la parcelle (à partir du 15 mai), et le découpage des périodes d'utilisation de chaque parcelle. L'objectif d'une gestion adaptée aux espaces, et aux attentes en termes de production, va donc miser sur une certaine stabilité d'un état voulu de la végétation, avec une structure de végétation appropriée. Ainsi que le préconise l'Institut de l'élevage, et à l'issue de nos propres observations, un nouveau regard s'impose sur ces surfaces pastorales. Nous considérons que la maîtrise du couvert végétal passe avant tout par les pressions pastorales que l'on exerce sur la dynamique de la végétation. Divers leviers sont à la disposition des gestionnaires de l'espace dans ce cadre (Guérin *et al.*, 2001 ; Guinamard *et al.*, 2006):

- **maintien de l'équilibre floristique par un prélèvement complet de l'herbe** ou « remise à zéro » par le pâturage (au moins une fois dans l'année), qui agit contre l'évolution de la flore herbacée et favorise, dans la compétition entre espèces, les plantes fourragères qui se comportent mieux au pâturage ;
- **maîtrise de l'embroussaillage par destruction des semis** : le pâturage ras de l'herbe élimine la plupart des semis de ligneux ;
- **limitation de la croissance des broussailles en place.**

Ainsi, sur l'ensemble de la saison de pâturage, l'utilisation de la surface pastorale devrait comporter, en théorie, au moins une phase de gestion avec prélèvement complet de l'herbe. La sortie de parcelle doit ensuite être observée afin de déterminer l'état de la végétation et de mieux la gérer d'années en années (quantité de têtes de bétail nécessaire, temps de passage, récurrence des passages). Ces observations doivent se mener sur :

- **l'absence de refus herbacés,**
- **la destruction des semis ligneux,**
- **la limitation des ligneux en place.**

D'autres solutions existent pour limiter l'extension ligneuse et l'embroussaillage, en favorisant le pâturage des animaux sur parcours embroussaillés (Guinamard *et al.*, 2006). Les études menées sur le comportement d'ingestion des brebis montrent la nécessité d'alterner les prises alimentaires de grande masse (graminées à feuilles larges, feuillus, *Cytisus scoparius*) avec d'autres de plus petite masse (Magda *et al.*, 2001). La première catégorie permet d'accélérer le flux d'ingestion et de

consacrer du temps à la consommation de la seconde. La diversité des types de végétation est donc un avantage du point de vue de l'animal qui permet, par son pâturage, de gérer la ressource. Les arbustes influencent, pas ailleurs, la pousse herbacée et permettent un décalage de la période de pâturage. Ces zones sont donc intéressantes à cibler dans les calendriers de pâturage en fin de saison. Ils forment également des positions d'abri pendant les intempéries (pluie, vent, neige, forte chaleur, etc.). En retour, le troupeau a une action sur les broussailles et taillis en induisant trois types de réaction sur les végétaux (Picart *et al.*, 2001 ; Guinamard *et al.*, 2006) :

- **rabougrissement de l'arbuste** par réduction de la taille des feuilles (*Corylus avellana*, *Rubus sp.*, *Crataegus*) ;
- **fuite en hauteur**, les branches basses étant consommées, simplifiant le passage par la suite (corylaies, bétulaies) ;
- **mortalité en quelques années**, l'arbuste ne parvenant pas à renouveler ses réserves racinaires (légumineuses : cytisiaies).

Par ailleurs, ces différentes techniques doivent être adaptées selon le contexte végétal et la gestation des animaux. En fin de gestation ou de préparation à la gestation, il est ainsi favorable de laisser les bêtes trier afin que leurs besoins, plus riches, soient totalement assurés.

Pour réussir, des conditions doivent être réunies afin de fournir aux animaux la possibilité d'effectuer un prélèvement complet. La **taille des parcs** et les **temps de pâturage** sont les deux conditions prioritaires pour aboutir à ce prélèvement. La contrainte majeure est de ne pas épuiser les bêtes trop longtemps pour atteindre cet objectif, donc de limiter la taille des parcs pour accéder plus rapidement au parc suivant. Les chargements préconisés par l'Institut (Guérin, 2002) s'élèvent à au moins 10 brebis à l'hectare ou 3 vaches pour 2 ha, sur une surface inférieure à 20 ha (pour favoriser la mémorisation du parc et faciliter le rassemblement du troupeau). Nous sommes bien loin de la situation des estives de la Chaîne des puys (chargement plus faible et surface des parcelles généralement plus élevées) et en capacité de poser la question de la possibilité de mettre en œuvre concrètement ces préconisations.

Des mesures de rattrapage peuvent être mises en place ponctuellement pour favoriser cette gestion par le pâturage et entretenir les surfaces. Picart et Fleury (2001) mentionnent l'élimination des branches les plus basses et des troncs morts en lisières pour favoriser la circulation des animaux. Les bosquets centraux seront observés selon la présence ou non de refus herbacés à leur pied, des éléments attractifs peuvent être mis en place pour les limiter (pierre à sel, point d'eau) et en dernier recours un broyage peut être envisagé sur tout ou partie de la parcelle. Enfin, ces mesures doivent être considérées ponctuellement et envisagées de manière plus large en fonction des pratiques qui sont à l'origine de cet embroussaillage. La modification de ces pratiques passe par l'augmentation du chargement, le redécoupage de la parcelle en plusieurs parcs (comme l'indique également Meuret, 1993), et un entretien régulier. A ces conditions peuvent être ajoutées des marges de manœuvre avec un mode d'exploitation pluriannuel (2 années sur trois) ou des rattrapages ponctuels (débroussaillages limités, refends à la clôture mobile).

Le recours au girobroyage est systématique en exploitation bovine dans les estives de la Chaîne des puys. Cette technique est utilisée afin de gérer la mosaïque paysagère et notamment le développement des landes. Or, comme nous l'avons remarqué, le girobroyage en plein n'empêche pas la floraison et l'augmentation de la banque de graines. Cette pratique, sans être complètement abandonnée, pourrait être réenvisagée de manière plus légère, en laissant aux troupeaux la capacité d'endiguer cette dynamique des landes. Dans ce contexte, une augmentation du chargement est nécessaire, mais n'est pas forcément facile à mettre en œuvre. Les ententes entre éleveurs d'une section ne sont pas toujours aisées, et il est nécessaire de prendre en compte ces aspects d'organisation humaine. Le système ovin, plus fragile, a déjà dû faire appel à des éleveurs extérieurs au village depuis plusieurs décennies, mais ce n'est pas encore le cas en bovin (qui reste donc sur un système traditionnel d'utilisation des sectionaux par les éleveurs du village uniquement). On peut

cependant envisager que, pour augmenter les chargements, le système bovin fasse également appel à des éleveurs extérieurs, comme c'est le cas dans les estives des Alpes et des Pyrénées.

La mise au point d'un calendrier de pâturage tenant compte des besoins de l'animal tout en ayant une visée de gestion de la ressource et du maintien de certaines zones à préserver écologiquement, se doit donc d'être concertée. Nous avons proposé ci-dessus plusieurs outils à intégrer à un tel calendrier. Un dernier outil se trouve être en développement actuellement et pourrait être mis en place relativement simplement, il s'agit de la somme des températures (Theau, 2009). Il doit prendre en compte le type de végétation de la parcelle et notamment la précocité de l'épiaison et la qualité des fourrages, mais la mise à l'herbe correspond généralement à une somme de 400°C. La Chambre d'agriculture du Puy de Dôme fournit ainsi un bulletin « INFO-PRAIRIE » qui tient compte de ces avancées et propose ces nouvelles techniques aux agriculteurs¹⁴⁷. Il est bien entendu nécessaire de relativiser l'importance de cette entrée par la pousse de l'herbe. En effet, nos enquêtes auprès des agriculteurs ont montré que la mise à l'herbe des animaux est un événement qui se prépare, s'organise et s'anticipe en gérant un ensemble d'éléments : regroupement des troupeaux individuels, arrivée du berger lorsqu'il y en a un, préparation des estives (réparation des clôtures et parcs de tri, vérification des points d'eau, etc.). Cependant, en 2012, la somme des 400°C a été atteinte en zone de montagne début mai (mi-avril en 2011), la date de début d'estivage étant située généralement autour du 15 voire du 20 mai. Cette date fixe dans le temps pourrait donc être réenvisagée avec les éleveurs, en tenant compte de leurs besoins de bétail sur l'exploitation.

II.2. ZOOTECHNIQUE

Les travaux de l'INRA et de l'Institut de l'Élevage sont des références dans la gestion des parcours (Meuret, 1997). Ils ont prouvé que les pâturages sur parcours embroussaillés peuvent être bien valorisés par les ruminants, et en particulier les petits ruminants. Le **type d'herbivore joue donc un rôle clé dans la richesse spécifique au pâturage tout comme la productivité de la prairie**. En Ecosse (Gordon, 1989 ; Le Roux *et al.*, 2008), la composition des communautés végétales a été analysée en fonction du **comportement alimentaire des animaux** (cerf, bovins, caprins et poneys), et de leur **comportement spatial**. Il en résulte un impact hétérogène des différents animaux en fonction de la variation temporelle de la qualité et de la quantité de la biomasse disponible. Ainsi, le pâturage mixte peut être envisagé car les espèces diffèrent du point de vue de leur taille et de leur mode alimentaire. L'exemple des prairies à *Nardus stricta* en Ecosse (par Bakker *et al.*, 1998 in Le Roux *et al.*, 2008) montre que bovins et caprins sont nettement plus efficaces pour contrôler cette espèce et maintenir une hétérogénéité de la végétation que les ovins. Comme en France dans des prairies humides atlantiques, le pâturage mixte et modéré bovin/équidé est à l'origine de communautés plus riches en espèces et de structures plus diversifiées (Fleurance *et al.*, 2007). On pourrait développer ces pratiques sur d'autres estives de la Chaîne. En bovin, le troupeau pourrait également être augmenté, les espaces pouvant supporter un chargement plus fort, qui limiterait le recours au girobroyage. Des ovins en supplément, avec leur appétence plus affirmée pour *Cytisus scoparius*, pourraient limiter l'extension de ce type de lande.

Sur notre secteur, l'estive de Beaune-le-Chaud est déjà mixte, avec l'utilisation d'équidés. Ceux-ci sont mis en pâture l'hiver et au printemps, avant l'arrivée des bovins en mai. Ainsi, par piétinement, consommation des refus, des crosses de jeunes fougères ou des plantules de *Cytisus scoparius*, ils contribuent à la stabilisation du couvert herbacé et limitent l'extension des indésirables comme *Cytisus scoparius* ou *Pteridium aquilinum*. La mixité des troupeaux semble être une solution dans bien des cas. Cependant, il apparaît fréquemment que les éleveurs refusent de mélanger leur troupeaux et préfèrent séparer les cheptels, comme c'est le cas sur Beaune-le-Chaud, où bovins et équidés se partagent la même zone, mais successivement, et les ovins sont séparés ; ou encore sur Recoleine où les cheptels ovins et bovins ont des parcs bien délimités. L'expérience bovin-équidé avait

¹⁴⁷ http://www.chambre-agri63.com/index.php?option=com_content&view=article&id=117&Itemid=5

également été mise en œuvre sur Ternant, mais malgré des résultats positifs, avec recul des cytisiaies et ptéridaies, elle n'a pas été pérennisée. La contamination parasitaire est fréquemment l'une des raisons qui empêche les éleveurs de mélanger les troupeaux. Or, les espèces de strongles gastro-intestinaux sont différentes et concurrentes sur les ovins et bovins. La douve, en revanche, est constituée d'espèces communes. Il faudrait donc dans la pratique, prévoir des parcelles différentes au printemps et en été, et laisser les ovins pâturer les parcelles des bovins en automne et en hiver (Couédou *et al.*, 2011). En effet, la conduite hivernale et printanière (lorsqu'il n'y a pas de neige) est un atout dans la gestion de la ressource (Guérin *et al.*, 2001). On peut la combiner à une analyse de la somme des températures. Ceci demande, pour une concrétisation pérenne, une campagne d'information auprès des éleveurs et des cheptels en nombre suffisant.

L'éducation des animaux fait également partie des pratiques récemment prises en compte par la recherche. Les agronomes et éco-zootecniciens de l'INRA ont révélé que le savoir-faire empirique des éleveurs et des bergers devait être pris en compte notamment concernant l'usage des fortes pentes par le pâturage bovin (Meuret *et al.*, 2006) ou l'apprentissage à la consommation de ligneux (Guinamard *et al.*, 2006). D'ordinaire, il est considéré que la race conditionne l'aptitude des bovins à pâturer en montagne (Montbéliarde, Tarine). Or, les éleveurs ont démontré qu'il s'agissait en réalité d'un apprentissage acquis. Cet apprentissage est actif dès le plus jeune âge chez les bovins allaitants qui suivent leur mère, mais peut également être favorisé par l'éleveur ou le berger. Il en va de même sur les broussailles et autres taillis. L'apprentissage est le facteur clé d'une bonne utilisation des terres pastorales : *ces questions renvoient au rôle de l'éleveur dans la transmission intergénérationnelle des compétences au sein du troupeau* (Meuret *et al.*, 2006).

Par ailleurs, la pratique d'estive avec des Lamas est également une nouvelle solution pour la gestion de l'embroussaillage. Cette pratique est déjà effective dans des espaces collectifs en Haute Loire, en mixité avec des bovins et des ovins. Son rôle protecteur contre les chiens errants ou les loups et les ours (pas encore présents sur la zone) est reconnu depuis longtemps (Amérique du Nord et du Sud). La mise en œuvre de telles combinaisons d'espèces reste cependant complexe à mettre en œuvre car elle suppose de disposer des différents cheptels, ce qui n'est pas toujours le cas.

II.3. DES PRATIQUES ANCIENNES MAIS MODERNES

La pratique sylvopastorale est à redévelopper dans ce secteur. Si une utilisation de pâturage en sous-bois est déjà effective sur le parc de Lassolas sur Recoleine, et de manière plus diffuse au sein du massif forestier d'Orcines, cette pratique n'est au total que peu utilisée. Pourtant, une présence de bois supérieure à 25 % retarde et conserve la végétation herbacée, même si elle diminue la production d'herbe (Guérin *et al.*, 2001). Beaucoup de secteurs étudiés sont donc dans ce cas. Des coupes de bois pourraient être effectuées pour limiter la densification des massifs et favoriser les effets clairières et les sous-bois clairs. **Le troupeau est capable d'entraîner un impact important sur les branches basses, favorisant également son passage et améliorant la qualité sylvicole.** Le cas des résineux est plus compliqué. Une attention particulière doit être accordée aux semis, seuls consommés. Une aide mécanique peut cependant être apportée. Certaines sections sont encore très actives, comme celle de Beaune-le-Chaud, ou non loin, sur la commune d'Aydat. Une campagne d'information des communes et un soutien pourraient être envisagés pour relancer ces pratiques anciennes. Les nouveaux habitants ne sont souvent pas au courant de l'utilisation collective qu'ils peuvent faire des sectionaux et communaux. En contexte démographique positif avec l'arrivée de nouveaux habitants ces campagnes sont nécessaires. Ces actions pourraient soulager le travail des agriculteurs qui sont fréquemment les seuls utilisateurs de ces espaces.

L'utilisation des parcs de nuit, outil ancestral des bergers et pasteurs, est aussi un moyen de gestion et d'amélioration pastorale adapté par ses multiples fonctions. D'abord, il permet le rassemblement et la contention afin de protéger les troupeaux contre d'éventuels prédateurs. C'est surtout le cas dans les Alpes, avec le loup, mais aussi dans le Massif central, avec les chiens errants (comme cela a été le cas sur Manson à la fin des années 1990). Mais c'est surtout un outil favorisant

la fertilisation des terres par le troupeau. Dans les Alpes, les déjections ainsi concentrées ont d'ailleurs permis, dans le système traditionnel, leur récolte et leur commercialisation (Lapeyronie, 2003)¹⁴⁸. Les clôtures mobiles électrifiées, notamment celles issues de Nouvelle-Zélande (Kiwi tech, Spider...) permettent une mise en place rapide (au regard des claies en bois traditionnelles) et une meilleure efficacité¹⁴⁹. La crainte des attaques de loup dans les Alpes a entraîné une prise de conscience des éleveurs et la mise en place massive de ce type de clôtures pour la protection des animaux. Cette crainte n'existe pas encore en Auvergne, et pourtant les bienfaits de telles pratiques pour la fertilisation des pâtures et la concentration de l'impact des animaux sur des zones en cours de colonisation (front de *Corylus avellana* notamment) sont reconnus. Deux espèces sont particulièrement contraintes par l'augmentation du taux de nitrate avec l'utilisation de parcs de nuit, *Brachypodium pinnatum* et *Nardus stricta*. On les retrouve sur Orcines : le nard est très présent à proximité du parc de tri (Traversin) et *Brachypodium pinnatum* en lisière de fronts de *Corylus avellana* (petit Puy de Dôme, bas de cône du puy Pariou...). Mais *Nardus stricta* est également très présent sur Manson dans les entrées de parcs. Recoleine, où les ovins sont parqués en permanence, ne contient que très peu ces deux espèces et au contraire cumule de plus forts taux de légumineuses, plus appétentes. Cette utilisation serait donc un atout non négligeable pour l'amélioration des parcours de la Chaîne, mais des précautions sont toutefois à prendre en compte. Dans son étude, Lapeyrie (2003) a comptabilisé que pour un parc de nuit dont la densité d'occupation est de 1 brebis/m², les apports azotés par unité de surface correspondent à 130 kg d'azote ou à 520 kg d'azote à l'ha selon que la durée d'utilisation du même parc est de 1 ou 4 nuits. Pour un troupeau moyen de 1600 brebis, le premier cas revient à « traiter » avec 130 unités d'azote environ 15 ha d'alpages sur une saison de trois mois. Ces taux sont considérables et peuvent même en devenir néfastes, avec une perte de biodiversité floristique et faunistique importante. Il faut donc, pour utiliser ce moyen, définir au préalable les zones nécessitant un apport en azote (nardaies, brachypodiaies) et limiter à la fois le nombre de nuits et le chargement. Lapeyrie (2003) préconise également de remettre en œuvre la tradition locale des Alpes et de la zone méditerranéenne visant à ramasser les déjections dans un but lucratif, ou de les épandre. Ces actions nécessitent une main d'œuvre plus importante, ce qui semble peu adapté pour le moment à notre zone. On peut imaginer en revanche que seule une partie du troupeau serait vouée à cette amélioration pastorale, avec des parcs de 200m² pour 100 brebis et une nuit (soit le double de la taille préconisée). Ce parc serait plus facile à mettre en œuvre et à déplacer. Sur Orcines, la pratique est en cours d'utilisation.

Une solution intermédiaire entre les parcs de nuit et les vastes parcs de plus de 30 ha est la technique dite du parc de fin de journée, de quelques hectares pour une durée de 2 à 3 semaines. Le troupeau y achève sa journée de pâturage et y passe la nuit. Ainsi, l'impact est visible sur les arbustes et graminées, la durée de pâturage est prolongée et le temps de gardiennage est réduit. Cela pourrait être intéressant sur Orcines, voire sur Manson.

II.4. APPORTS CHIMIQUES

Un autre outil de gestion et d'amélioration des parcours peut être envisagé : la fertilisation (Fleury *et al.*, 1994). Sous certaines réserves évidemment, car elle n'est pas possible dans les zones Natura 2000, notamment dans les nardaies. Une gestion souple et adaptée de la mosaïque paysagère se doit pourtant de lier biodiversité et bon usage pastoral. On pourrait envisager que certaines nardaies, les plus diversifiées, soient préservées de la fertilisation, tandis que d'autres soient légèrement fertilisées pour en augmenter le rendement. Les apports chimiques (phycides) peuvent également être apportés après un girobroyage ou une coupe de bois en automne, tout en étant couplés au pâturage.

¹⁴⁸ Ce fumier non paillé des troupeaux ovins, dénommé migon (provençal) ou migoun et dit ensuite migou (cévenol) constituait une source de revenus importante pour les éleveurs ovins (Lapeyronie, 2003). Ces termes sont dérivés du latin mica qui signifie miette, qui a donné en français la miette, la mie et le minéral mica (<http://www.etymologie-occitane.fr/2011/09/migon/>)

¹⁴⁹ http://www.alliancepastorale.fr/c_10_10_Fiche_75_1_Kiwi_Tech.html

Leur utilisation et la dose versée devra être réfléchi en fonction des critères économiques et écologiques des milieux et estives concernés (Etienne *et al.*, 2004).

Par ailleurs, les traitements sanitaires utilisés pour lutter contre les parasites internes et externes des herbivores domestiques ont également des effets sur la biodiversité des prairies. Les effets sont assez variables selon les espèces et la durabilité du produit dans le sol. Il advient que les vers de terre et les espèces coprophages sont fréquemment les plus touchés par ces produits, et les populations peuvent mettre plusieurs années avant de se reconstituer (l'impact étant cantonné aux larves). Ces traitements sont, à ce titre, mis en avant dans les mesures de protection telles que Natura 2000 et leur utilisation est réglementée (Birard *et al.*, 2011). D'autant qu'il existe aujourd'hui de nouvelles perspectives à base de plantes ou de champignons. Ces traitements efficaces n'affectent pas pour autant les populations d'arthropodes (Le Roux *et al.*, 2008).

III. BILAN ET PRECONISATIONS DE GESTION POUR LES ESTIVES DE LA CHAINE DES PUY

Les résultats obtenus permettent de mettre en exergue les dysfonctionnements des pratiques qui sont à l'origine d'une dynamique ligneuse plus ou moins intense. Nous proposerons ici quelques solutions spécifiques aux trois estives caractérisées de manière précise, ainsi qu'un plan de gestion qui pourrait fournir les bases d'une concertation entre les différents acteurs.

III.1. GENERALITES

Il n'y a pas une solution miracle permettant de gérer au mieux une mosaïque paysagère et les pâturages sur la durée. De bons objectifs de gestion doivent combiner un ensemble de méthodes en fonction de la surface pastorale et de ses caractéristiques morphopédologiques et écologiques, ainsi que des moyens humains, techniques et financiers à disposition. Ainsi, la gestion concertée est cruciale, elle doit tenir compte des préoccupations environnementales, tout en tenant compte des préconisations des éleveurs et des bergers (Guisepelli et Fleury *in* Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2005). De plus, l'entretien de l'espace par les troupeaux revient moins cher au contribuable qu'un entretien mécanique, les utilisateurs et gestionnaires de la zone doivent en prendre conscience et continuer de soutenir les éleveurs.

Notre analyse a permis de repérer des **décalages importants entre l'offre végétale disponible et la consommation réelle des animaux**. Si, sur une estive comme Manson, l'offre et la demande sont relativement bien gérées, la végétation, en retour, est peu dynamique. Sur Orcines, à l'inverse, des mesures s'imposent pour mieux la gérer. Plusieurs leviers peuvent être activés pour y répondre :

- **augmentation du troupeau**, qui nécessite un second berger permanent ;
- **division de la plus grande parcelle** (avec aménagements du parc comme les échelles déjà présentes sur certaines estives pour passer les clôtures, campagne d'information...) ;
- voire **division du troupeau** en plusieurs afin de répondre à la pousse de la végétation sur les parties les plus hautes.

La rotation déjà mise en place doit être renforcée. Pâture d'abord les zones basses, voire avant le mois de mai, si certains agriculteurs le veulent/peuvent. Puis monter rapidement en altitude et mettre en place des clôtures légères pour deux-trois jours contenant à la fois des strates basses et des fronts afin que l'impact du troupeau soit dirigé sur ces écotones. **Bien définir les zones à risque d'enfrichement chaque année et également les zones trop utilisées et pauvres** (Traversin). Enfin, en fonction des types de végétation de Cruz (2002), l'objectif serait de planifier les surfaces de base et de s'adapter en définissant des surfaces de sécurité (Bellon *et al.*, 1999).

Sur Manson, notamment Monges nord, la mise en place de clôtures légères, au moins en nocturne (ou en parc de fin de journée), pourrait permettre d'améliorer la diversité spécifique et la qualité des

sols (Loiseau *et al.*, 1979). Cependant, les études menées sur les nardaies de la zone par l'équipe de l'INRA de Theix dans les années 1980 montre que la sélection de l'animal impacte les autres graminées et très légèrement cette espèce peu appétente. Ainsi, le milieu n'est vraiment modifié qu'après plusieurs années, voire décennies, avec un chargement moyen de 5 brebis/ha. Pour une modification plus rapide et l'apparition de pelouses à *Festuca rubra* (plus riches et d'une meilleure qualité fourragère), des mesures de fauche des refus et/ou de fertilisation phosphopotassique doivent être mise en place et le chargement augmenté à 8 brebis (10 maximum) à l'hectare (Loiseau *et al.*, 1976). Or, ceci n'est pas possible pour l'instant dans la pratique.

On a pu remarquer l'importance de la présence de landes dans l'inhibition qu'elle provoque et par conséquent le retard dans le développement ligneux. **Garder les zones de landes relictuelles à proximité des plantations, donc en lisières de parcs, pourrait permettre de limiter le pouvoir de colonisation des ligneux.** *Picea abies* serait alors plus contraint sur Recoleine. Par ailleurs, sur cette estive, une attention particulière doit être portée à la pose des clôtures légères en tenant compte des semis ligneux. La pratique actuelle aurait tendance à poser les parcs en dehors des fronts, qui, par conséquent, continuent de prospérer.

De plus, la gestion des ligneux, même si elle est primordiale tant du point de vue du paysage et des enjeux associés que de celui de l'usage des parcelles, ne peut se faire sans prendre en compte l'exploitation dans son ensemble et l'organisation du circuit de pâturage (Picart et Fleury, 2001). Ainsi que le rapportent Picart et Fleury (2001) : *se fixer l'objectif de débroussailler et de revenir à une belle prairie verte est illusoire et incompatible avec les capacités d'entretien des exploitations agricoles, mais aussi incompatible avec les moyens financiers que peut y consacrer la société.* En accord avec Colas et Hébert (2000), ils expriment qu'à ces enjeux s'ajoutent des surcoûts de gestion des parcs extensifs (débroussaillage, pratiques d'entretien, conduite du pâturage) qui sont d'autant plus importants dans notre cas puisqu'il s'agit de zones exploitées collectivement. Les éleveurs doivent donc faire face à ces difficultés sur leur propre exploitation mais également sur les estives. **La question du temps de travail est donc cruciale à prendre en compte, et les préconisations en termes de gestion ne sont pas toujours adaptées.**

Enfin, sans doute faut-il prendre en compte un phénomène récent, dû au changement climatique, à savoir le développement, vers le nord, d'insectes forestiers nuisibles touchant *Picea abies*. Ces scolytes, se développent au printemps lors d'une déficience hydrique de l'arbre, soit une succession de deux à trois journées ensoleillées à plus de 20° (Lévieux *et al.*, 1985 ; ONF *et al.*, 2007). Auparavant cantonnées au bassin méditerranéen, le réchauffement de ces dernières années permet à ces espèces de coloniser plus au nord. Ces insectes sont déjà en grande dispersion en Haute Loire et l'on peut envisager qu'elles remontent sur le Puy de Dôme. Ce serait un remède radical à l'extension de *Picea abies* sur la majeure partie des estives....

III.2. PLAN DE GESTION CONCERTÉE DU DOMAINE PASTORAL

Pour clore ce chapitre sur les modèles de gestion à adapter au secteur pastoral de la Chaîne des Puys, nous proposons un plan de gestion organisé en cinq phases (fig.121), issu et adapté des travaux d'Agreil *et al.*, 2009. La **première phase**, de diagnostic croisé entre les aspects environnementaux et les aspects agricoles et pastoraux est analysée dans cette thèse au sein du triptyque végétation-milieu-pratiques sur l'actuel (partie 2) et selon des trajectoires passées (partie 3). Ces deux aspects peuvent donc être renforcés par la connaissance des contraintes spatiales présentées. Cette phase met donc en avant les enjeux liés à la préservation de la biodiversité (Natura 2000, ZNIEFF), un diagnostic de la végétation des estives et de ses dynamiques, et un diagnostic de l'état des exploitations et de leurs pratiques en estive. La **seconde phase** vise la hiérarchisation et la priorisation des enjeux caractérisant le domaine pastoral en combinant les besoins et attentes des éleveurs et les enjeux environnementaux. Une carte représentant les enjeux pastoraux (surexploitation, sous-exploitation) et environnementaux permettrait de mettre en exergue les zones à risques. La **troisième phase** concerne l'élaboration de propositions de modalités de gestion pour

maintenir et améliorer les qualités agricoles et environnementales du domaine pastoral tout en tenant compte des marges de manœuvre des éleveurs et des moyens financiers externes à disposition. A nouveau, une carte présentant et localisant les actions de gestion, d'entretien ou de rattrapage doit être associée à cette phase. Enfin les phases 4 et 5 sont nécessaires au fonctionnement sur le plus long terme de ce plan de gestion. La **quatrième phase** consiste en des suivis annuels de la végétation dans son ensemble (avec priorité aux zones sensibles) et de la viabilité des groupements pastoraux (surtout d'un point de vue financier). Tandis que la **phase cinq** propose les ajustements nécessaires en cas de dysfonctionnement. Ces deux phases doivent s'attacher à garder une vision d'ensemble du domaine pastoral afin que les dysfonctionnements repérés dans la première phase ne soient pas relayés à d'autres zones, ou que de nouveaux enjeux s'établissent.

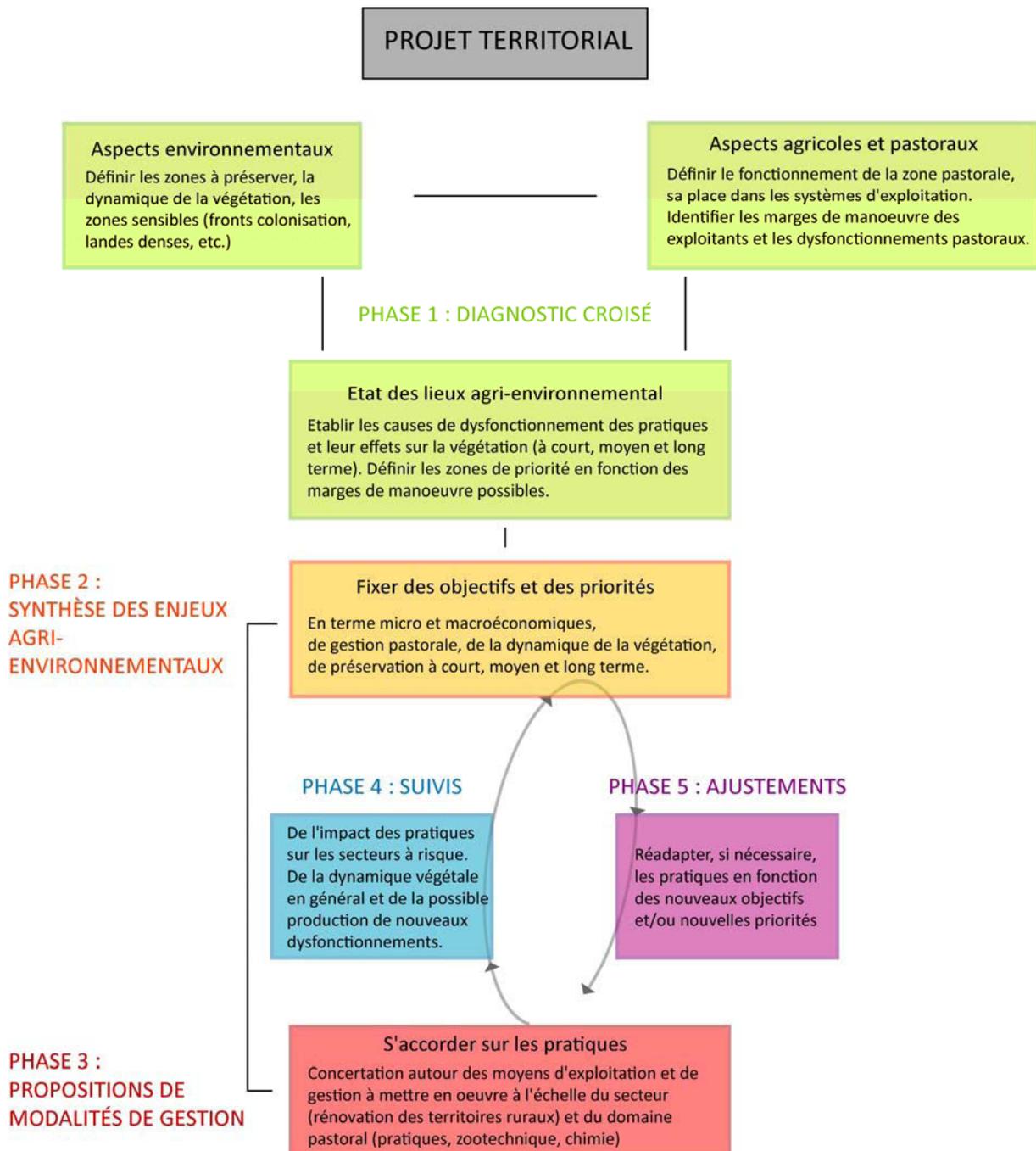


Figure 121 : Proposition de plan de gestion concertée du domaine pastoral (d'après Agreil et al., 2009, modifié)

CONCLUSION

Les préconisations de gestion de ces espaces sont souvent belles dans la théorie mais difficiles à mettre en place dans la pratique. La gestion collective comporte son volet de complications diverses issues notamment de la plus ou moins bonne entente entre les adhérents. Elle doit tenir compte des objectifs de production qui ne sont pas les mêmes pour tous (notamment entre gros exploitants et doubles-actifs), mais également du temps de travail à allouer à la gestion de ces zones. Nous l'avons vu, la priorité des éleveurs est de voir leurs bêtes prospérer pendant la saison d'estive ou pour le moins, ne pas maigrir. Le temps porté aux soins et à l'entretien des parcs est primordial au regard du temps passé à contrôler la dynamique végétale. Toute préconisation technique doit donc être intégrée au sein d'une gestion concertée de ces zones entre tous les gestionnaires et avec des scientifiques. C'est la seule clé du succès !

Les interactions systémiques entre l'homme et son milieu ont été étudiées dans cette thèse au travers de la dynamique de la végétation en milieu pâturé. La problématique de recherche visait la compréhension et l'analyse de ces dynamiques au travers des modalités et des facteurs de contrôle les régissant. La plupart des systèmes étant par définition complexes, il semblait, de prime abord, que le seul indicateur de fermeture des milieux ne puisse répondre à l'ensemble des formes observées de son dynamisme. Les nombreuses perturbations affectant le système pouvant produire des situations diverses, la notion de mosaïque paysagère s'avérait alors plus adaptée. Pour répondre à ces hypothèses, les objectifs fixés visaient la caractérisation, la quantification et l'évaluation des composants du système au sein d'une analyse critique de la linéarité des évolutions (fréquemment mise en avant par la bibliographie). Nous avons répondu à ces objectifs au sein d'un cadre spatial et temporel envisagé à différentes échelles, et au travers d'une analyse du triptyque végétation-milieu-pratiques.

Cette approche a nécessité la mise en place d'une méthodologie issue de disciplines diverses. L'analyse de l'actuel s'est en effet enrichie des méthodes utilisées en biologie des populations, en phytosociologie et en agronomie afin de déterminer les caractéristiques de la flore et du système d'exploitation local. Une base de données a été construite pour analyser ces données selon leur répartition spatiale, en strates, en valeur agronomique et pour en qualifier la biodiversité. Le diagnostic d'embroussaillage des parcelles, issu de la méthode de Picart et Fleury, a permis d'envisager la couverture végétale selon les types d'espèces en jeu dans la dynamique de colonisation et l'impact du troupeau sur celles-ci.

L'analyse diachronique, par photo-interprétation, a permis de qualifier et quantifier le dynamisme de la couverture végétale des années 1950 à aujourd'hui et de constituer une base de données intégrant la morphologie du relief et des parcs, les facteurs physiques d'implantation de la végétation (pente, altitude, exposition) et le comportement spatial du troupeau.

Le traitement et l'analyse de ces deux bases de données ont permis de définir :

1. les **composants de la mosaïque paysagère actuelle**,
2. le **dynamisme de cette mosaïque** et celui de ses composants, les **modalités de mise en place** et les **perturbations** les affectant sur le **long terme**.

1. Une mosaïque phyto-morphologique anthropique

La fermeture paysagère des estives de la Chaîne des puys est un fait. Le diagnostic d'embroussaillage des parcelles a en effet révélé un recouvrement ligneux important sur les trois estives représentatives avec un taux moyen de 22 %. Cependant, cet état général cache des réalités diverses. Selon le type de pratique exercé, le comportement du troupeau et la morphologie des parcs, l'espace n'est pas homogène. La mosaïque phyto-morphologique anthropique est ainsi définie en fonction de l'intensité de l'usage de l'espace. On remarque des zones surexploitées mais sans restitution, favorisant la mise en place de nardaies sur Manson et Orcines qui sont localisées en entrée de parc et à proximité des parcs de tri. Ces estives ont des milieux très diversifiés, mais le nombre d'espèces par relevé est relativement faible. A l'inverse, la pratique du pâturage en clôtures mobiles sur Recoleine concentre les fèces et produit une végétation de bonne qualité agronomique, avec des relevés très diversifiés mais peu d'habitats différents. Les espaces les plus enrichis et boisés sont principalement établis en lisière de parcelles, couvertes à 33 % par des ligneux, et dans les zones les moins faciles d'accès pour le troupeau. Ce taux n'est cependant pas représentatif de

l'usage de ces zones, les lisières claires sur Manson permettent la circulation du troupeau et sont très diversifiées d'un point de vue spécifique (plus que les milieux ouverts), celles de Recoleine sont peu utilisées (puy de Pourcharet, bovin) voire inutilisées (puy de Montgy, ovin) et celles d'Orcines parcourues anecdotiquement, elles sont donc peu diversifiées. En revanche, certains parcs très boisés, sans discontinuité d'une lisière à une autre sont pâturés en sous-bois et offrent des espèces herbacées intéressantes pour le troupeau (notamment en fin de saison de pâturage). Dans ce cadre, les pratiques de conduite mais aussi l'accessibilité sont donc des paramètres primordiaux de la couverture végétale comme de la diversité spécifique des milieux. Non seulement le diagnostic unique d'une fermeture des milieux n'est pas approprié pour qualifier ces espaces, mais il noircit le tableau en cachant la présence de milieux ouverts de bonne qualité spécifique et/ou agronomique.

2. Dynamisme de la mosaïque paysagère sur le dernier demi-siècle

Les années 1950 sont décrites par des milieux ouverts composés en moyenne de 55 % d'herbacées et 37 % de landes. Les analyses comparatives menées sur l'actuel ont cependant montré que les landes impactées sont peu visibles sur photographies aériennes et les taux doivent donc être sous-estimés (Annexe IV, p.337). L'analyse des archives et des autres travaux scientifiques sur le secteur (Lemée, Coquillard, Michelin) ont également montré que ces paysages, issus d'un système d'exploitation perturbateur et appauvrissant étaient principalement composés de landes. Certains secteurs sont déjà marqués par la présence de l'arbre et se localisent principalement dans les zones éloignées des villages. D'autres bosquets, surtout des *Fagus sylvaticas*, sont utilisés pour la chôme du troupeau (chouradous). Dans l'ensemble le paysage est très homogène et la mosaïque est peu diversifiée. Les trajectoires évolutives menant à l'actuel sont pourtant très diverses. Le multi-*overlay* compilant l'ensemble des données cartographiées a ainsi permis deux types d'analyse.

On a d'abord envisagé la dynamique des espaces en fonction du nombre de changements intervenus. Ainsi, des zones stables, principalement herbacées, se dégagent et sont localisées dans les zones préférentielles du troupeau (lieux de chôme) et d'accessibilité aisée (entrées de parc, proximité des sentes du troupeau, et des parcs de tri). Des espaces peu modifiés, avec un à deux changements sur les six dates cartographiées, sont principalement localisés à proximité des zones stables et correspondent à la disparition des landes au profit des pelouses ; mais ils peuvent également être liés à des dynamiques d'implantation ligneuse rapide sur les milieux ouverts. Enfin, les zones les plus dynamiques, avec plus de trois changements, sont caractéristiques des cycles landes/herbacées sur Manson ou une dynamique plus longue avec plus de stades évolutifs.

Ce multi- *overlay* a également permis de dégager un nombre important de séquences évolutives de la mosaïque paysagère. En effet, les crises (sanitaires et systémiques), les pratiques et le bétail provoquent autant de perturbations dont les milieux amplifient les effets. Ainsi, l'éloignement des villages agit sur la dynamique végétale au même titre que les facteurs physiques reconnus que sont la pente, l'altitude et l'exposition. Cette perte d'accessibilité de l'espace en contexte de crise avec des chargements moindres provoque des trajectoires diverses. On peut retrouver une colonisation ligneuse avec tous les stades reconnus dans la littérature : herbacés-landes-arbustes-arbres. Mais, contrairement à toute attente, la majeure partie de ces zones ne correspond pas à la série de la hêtraie-sapinière, mais à celle de la colonisation par *Picea abies*. Ce type de séquence caractérise ainsi 38 % des séquences vers l'arboré sur Recoleine. On peut d'ailleurs y associer une inhibition des landes pendant quelques décennies, ralentissant la dynamique au regard des schémas admis dans la littérature. Seul un autre secteur est caractérisé par cette dynamique, il s'agit du parc du Péage nord sur Orcines, et c'est une vaste bétulaie qui en caractérise le stade actuel. Au regard de l'ensemble de l'espace, ces types de séquence ne correspondent en réalité qu'à 3,6 % et seulement 16 % des séquences vers l'arboré. En comparaison, celle que l'on retrouve le plus est issue directement de landes, elle couvre 35 % des séquences vers l'arboré (8 % du domaine pastoral) et se répartit principalement sur les puys.

Dans ce contexte de déprise, l'espace n'est donc pas majoritairement caractérisé par la recrudescence de l'arbre, mais par le recul des landes, qui concernent 27 % du domaine pastoral. Manson est la plus typique de ces séquences de réduction des landes, qui couvrent 62 % de son espace. Sur Orcines et Recoleine, elles sont situées à proximité des zones herbacées stables et sur les lieux de chôme. On ne peut donc que constater une nette amélioration du domaine pastoral en ce qui concerne la qualité des milieux ouverts.

En réalité, l'ensemble des données cartographiques caractérisant la dynamique végétale sont à relier à la mutation du système agro-pastoral traditionnel, aux contraintes ou atouts morphologiques et morphopédologiques et au comportement animal. Ainsi, diverses phases sont à distinguer dans les évolutions analysées (fig.122). En début de période, le paysage est ouvert, et la mosaïque paysagère est peu diversifiée. Avec la brucellose des années 1970, la faiblesse du chargement profite à l'extension ligneuse à des degrés divers selon les estives. Mais, dans tous les cas, la création du groupement pastoral dans les années 1980-90 et la reprise d'une exploitation plus pérenne sont à l'origine d'une régression spatiale de la strate arbustive et des landes. La strate arborée, typique des successions plus abouties, augmente, et sa couverture spatiale dépasse celle des arbustes. Aujourd'hui, le paysage est donc caractérisé par une dichotomie herbacées/arbres. Mais il ne s'agit que de tendances générales. La combinaison des facteurs humains et physiques est si complexe, les crises ayant eu des effets variés dans le temps et dans l'espace selon des trajectoires si diverses, qu'il faut se garder de généraliser à l'ensemble de ces paysages. Ils sont par définition multiples, divers, et donc caractérisés par une mosaïque de milieux mouvante, qui en fait la richesse.

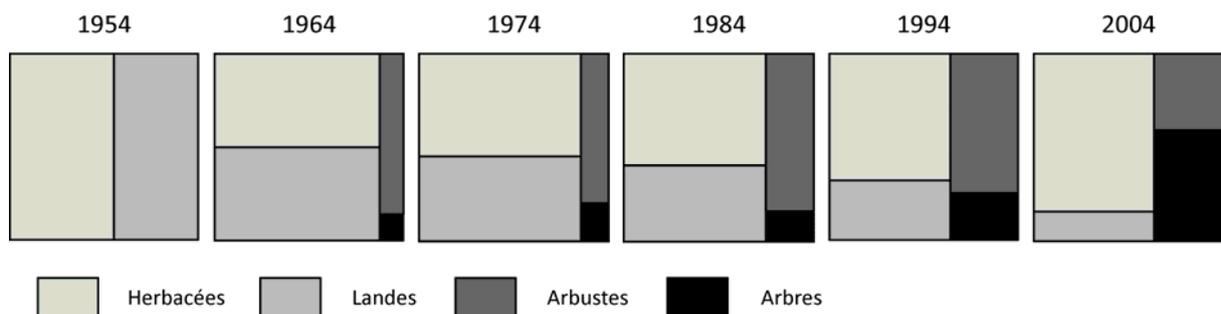


Figure 122 : Evolution de la mosaïque paysagère au cours du temps (1954-2004)

La caractérisation principale de la mosaïque phyto-morphologique anthropique, du fait des nombreuses perturbations qui en définissent le système, est pour le moins stochastique voire chaotique. Nous utilisons ce terme dans le sens de la non-prédictibilité des crises futures pouvant affecter le système mais aussi du fait de la non-prédictibilité des impacts qu'elles peuvent produire. Nous avons pu cependant produire une analyse fine et experte des changements sur le long terme, produisant une palette d'outils d'analyse. Ainsi, une crise peut tout autant être à l'origine d'une baisse du chargement que d'une stabilité (selon la capacité de résilience des groupements pastoraux). Cette baisse du chargement est souvent plus perturbatrice sur les milieux qu'un abandon complet. En effet, l'impact trop faible du troupeau sur les espèces appétentes facilite indirectement l'extension des espèces ligneuses et semi-ligneuses colonisatrices. Mais cette analyse générale ne tient pas compte de l'espace et de la signification qu'il implique dans la gestion des milieux. Ainsi, une baisse des chargements a souvent peu d'impact sur les zones proches et faciles d'accès qui continuent à être exploitées, voire peuvent être surexploitées. Les zones intermédiaires sont caractérisées par un impact moins prononcé qui favorise les ligneux, et les zones les plus éloignées, très peu utilisées, sont caractérisées par des dynamiques « naturelles », et notamment une inhibition des landes, qui peut limiter l'extension ligneuse. Ainsi, l'ensemble de ces informations doivent être envisagées sur le long terme, la répétition des cycles d'emprise/déprise ayant des effets contradictoires sur l'évolution de la mosaïque paysagère. Enfin, au sein de ce système anthropique,

les mesures de rattrapage effectuées par les éleveurs impliquent également des trajectoires végétales variées. Ainsi, le girobroyage et les coupes de bois sont fréquemment utilisés pour faire face à la dynamique d'enfrichement et de boisement. A nouveau, il est difficile d'envisager leur nombre et leur localisation dans l'espace futur. L'objectif de ces mesures vise la réouverture des espaces, mais leurs effets ne sont pas toujours ceux escomptés. Ainsi, les coupes rases des ligneux hauts, sans retour du troupeau, ont souvent provoqué la recrudescence des ptéridaies sur le secteur et ces landes sont moins exploitables par le bétail qu'un boisement clair. De même, le girobroyage répété, en plein, et en fin de saison de pâturage, limite certes la constitution de peuplements de landes denses (qui bloquent la circulation des animaux), mais produit un tapis de landes homogène sur l'ensemble de la surface (qui diminue la qualité agronomique des terres ; cas de toutes les estives bovines). Enfin, le parcage irrégulier sans retour ou trop aléatoire du troupeau en situation de sous-chargement, a favorisé la dislocation des landes, mais est à l'origine d'une colonisation résineuse intense.

Pour autant, ces mesures de gestion de l'espace, surtout le girobroyage, sont les seules ayant permis de contrôler la mosaïque sur le long terme (en système bovin). Les préconisations des zootechniciens et de l'Institut de l'élevage proposent d'autres techniques : girobroyage en layons, augmentation de la charge animale, modification de la durée de la saison de pâture, des temps de passage et de leur nombre sur la parcelle, restriction de la taille des parcs au moyen de clôtures fixes, mise en place de clôtures légères dans les zones de lisière, incitation à la mixité des cheptels : ovin/bovin, bovin/équidé voire ovin/bovin/équidé. Comment déterminer si ces mesures sont réellement applicables dans le secteur, et si leur non-application résulte d'une mauvaise connaissance de ces techniques ou d'une réelle impossibilité ? On peut supposer que les utilisateurs font du mieux qu'il peuvent en fonction des critères qui déterminent l'exploitation de ces surfaces. Ces critères sont liés au temps de travail à allouer aux mesures de contention de la dynamique végétale sur les zones collectives et sur l'exploitation privée, au regard du temps de travail nécessaire à leur gestion (soins du bétail, alimentation de la tonne à eau, etc.). Ainsi, le girobroyage en plein sur les sections bovines est réalisé par une entreprise privée, ce qui allège la tâche des éleveurs. De même, la modification de la rotation sur les parcs induit une présence plus active et une attention plus particulière au pâturage. La diminution de la taille des parcs nécessite un apport financier et/ou de temps de travail pour poser de nouvelles clôtures. L'augmentation du troupeau collectif ne peut se faire sans l'augmentation des troupeaux privés des adhérents ou l'augmentation du nombre d'adhérents. Comment envisager que les éleveurs ovins mettent plus de bêtes à l'estive quand, déjà, ils ont du mal à garder un chargement constant ? Enfin, la mixité des cheptels comporte des risques de contamination des troupeaux entre eux. Alors que faire ?

Toute mesure de gestion de ces espaces ne peut s'envisager sans une réelle concertation répétée et durable dans le temps. Exposer d'abord ce qu'il est possible de faire, pour ensuite envisager différentes mesures de mise en place. La pose de clôture demande certes du temps, et leur suivi également, mais elle s'effectue à un instant T et s'établit dans la durée. Elle peut donc être envisagée ponctuellement. L'augmentation du cheptel et l'ouverture de l'estive à de nouveaux adhérents est à envisager si l'on considère leur impact réel sur les landes et donc sur la diminution de la part financière du girobroyage. Sans abandonner complètement cette technique, un girobroyage en layons peut être envisagé sur quelques saisons de pâturage, afin d'en observer les effets en bovin.

En réalité, les incertitudes les plus importantes sont aujourd'hui principalement financières. Chaque année, le groupement ovin doit pouvoir payer son berger et le groupement bovin de financer l'entreprise qui broie. La continuité des nouveaux financements du Conseil Général (depuis 2009) aurait ici un impact direct sur la gestion durable du domaine pastoral. Si l'inscription de la Chaîne des puys au Patrimoine mondial de l'UNESCO devient effective, pourquoi ne pas envisager également un système de collecte de fonds auprès des organismes et institutions bénéficiaires de cette labellisation ? Fonds qui seraient directement reversés aux groupements pastoraux gestionnaires de ces espaces à forte qualité environnementale et touristique ? Le patrimoine bâti classé est souvent

en accès payant pour le public, pourquoi ne pas envisager un même procédé pour le patrimoine naturel ? Sans fermer l'accès libre à ces espaces, pourquoi ne pas rendre les parkings payants, envisager des taxes sur les groupes de randonnées et guides, les produits locaux valorisés dans le cadre du patrimoine mondial ?

BIBLIOGRAPHIE

Agarwal C., Green G. M., Grove J. M., Evans T. P., Scweik C. M., 2002. A review and assessment of land-use change models. Dynamics of space, time and human choice. *CIPEC Collaborative Series 1* : 67p.

Agreil C., Meuret M., 2004. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. *Small Ruminant Research* 54 : 99-113.

Agreil C., Meuret M., Vincent M., 2004. GRENOUILLE : une méthode pour gérer les ressources alimentaires pour des ovins sur milieux embroussaillés *Fourrages* 180 : 467-481.

Agreil C., Barthel S., Danneels P., Greff N., Guérin G., Meignen R., Mestelan P., 2009. Etude pour l'accompagnement de MAET combinant l'engagement unitaire Herbe_09 « Gestion pastorale ». Propositions méthodologiques à destination des opérateurs pour l'élaboration du plan de gestion pastorale. FCEN, Orléans, 78 p.

http://www4.paca.inra.fr/var/internet_paca_ecodeveloppement/storage/htmlarea/MAE/Etude_MAET_Herbe_09_gestion_pastorale.pdf

AGRESTE Auvergne, 2010. Mémento de la statistique agricole. N°96 : 32p.

Alados C. L., Pueyo Y., Barrantes O., Escos J., Giner L., Robles A. B., 2004. Variations in landscape patterns and vegetation cover between 1957 and 1994 in a semiarid Mediterranean ecosystem. *Landscape Ecology* 19 (543-559).

Alard D., Poudevigne I., Dutoit T., Dacaëns T., 1998. Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation. Le cas des pelouses calcicoles de la basse vallée de Seine. *Acta Oecologica* 19 (3) : 275-284.

Ales R. F., Martin A., Ortega F., Ales E. E., 1992. Recent changes in landscape structure and function in a mediterranean region of SW Spain (1950-1984). *Landscape Ecology* 7 (1) : 3-18.

Allen J. R. M., Huntley B., 1999. Estimating past floristic diversity in montane regions from macrofossil assemblages. *Journal of Biogeography* 26 (1) : 55-73.

Allie L., 2004. *La gestion de l'espace dans des Parcs Naturels Régionaux sous pression touristique et urbaine ou comment les acteurs bricolent du développement et de la préservation dans les massifs de Chartreuse et du Vercors ?* Département de Géographie, Université Joseph Fourier - Grenoble I, Institut de Géographie, Laboratoire Territoires, CEMAGREF Développement des territoires montagnards, Thèse de doctorat, 522p.

Amandier L., 1999. Maîtrise de la dynamique forestière naturelle sur d'anciens terroirs agricoles et pastoraux en région méditerranéenne. *Ingénieries-EAT*. N° Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles en déprise », 67-71.

Ambroise R., 1999. Les prairies dans les paysages. *Fourrages* 160 : 373-384.

Ambroise R., Barnaud M., Manchon O., Vedel G., 1998. Bilan de l'expérience des plans de développement durable du point de vue de la relation agriculture-environnement. *Le courrier de l'Environnement de l'INRA* 34 : 32p.

- Ambroise R., Toublanc M., Bonneaud F., 2009.** Projet d'exploitation agricole et paysage. APPORT, des outils pour les projets de développement durable des territoires. Collection APPORT, Institut Français de la Vigne et du Vin, 27p.
- Ammer C., 2003.** Growth and biomass partitioning of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. seedlings in response to shading and small changes in the R/FR-ratio of radiation. *Annals of Forest Science* 60 : 163-171.
- Amoudry J.-P., 2002.** L'avenir de la montagne : un développement équilibré dans un environnement préservé. Rapport d'information du SENAT n°15 : 408p.
- Andersen E. W., Currier W. F., 1973.** Evaluating zones of utilization. *Journal of range Management* 26 : 87-91.
- André M.-F., 1995.** Vitesses d'enfrichement de la montagne limousine. *Norois* 168 : 629-640.
- André M.-F., 1998.** Depopulation, Land-use Change and Landscape Transformation in the French Massif Central. *Ambio* 27 : 351-353.
- Andrieu E., 2006.** *Impact de la progression forestière sur les espèces rares de milieu ouvert : écologie et dynamique des populations de la Pivoine officinale (Paeonia officinalis L.)*. Biologie des populations et écologie, Univ. Montpellier II, 292p.
- Aradottir A. L., Robertson A., Moore E., 1997.** Circular statistical analysis of birch colonization and the directional growth response of birch and black cottonwood in south Iceland. *Agricultural and Forest Meteorology* 84 : 179-186.
- Aran D., Gury M., Zida M., Jeanroy E., Herbillon A. J., 1998.** Influence de la roche mère et du climat sur les propriétés andiques des sols en région montagnarde tempérée (Vosges, France). *European Journal of Soil Science* 49 : 269-281.
- Arbos P., 1932.** *L'Auvergne*. Colin, Paris, 222p.
- Arnalds O., Bartoli F., Buurman P., Oskarsson H., Stoops G., Garcia-Rodeja E., 2007.** *Soils of volcanic regions in Europe*. Springer, Berlin, 644p.
- Association française de pastoralisme, Assemblée permanente des chambres d'agriculture, 2012.** *Pastoralismes d'Europe : rendez-vous avec la modernité*. Cardère éditeur, Lirac, 176p.
- Aubry P., 1992.** *Le traitement des variables régionalisées en écologie, apport de la géomatique et de la géostatistique*. Université Claude Bernard, Doctorat de géographie, 509p.
- Aznar O., Fargues S.-C., 2004.** Paysage rural, développement local et services environnementaux. In : *Des paysages pour le développement local. Expériences et recherches innovantes dans le Massif Central*. Revue d'Auvergne, Gerbert, 571 : 67-82.
- Bailey D. W., Dumont B., WallisDeVries M. F., 1998.** Utilization of heterogeneous grassland by domestic herbivores : Theory to management. *Ann. Zootech.* 47 : 321-333.
- Balandier P., Bergez J. E., Etienne M., 2003.** Use of the management-oriented silvopastoral model ALWAYS : calibration and evaluation. *Agroforestry Systems* 57 : 159-171.
- Balandier P., Prévosto B., 2004.** Structuration spatio-temporelle des écosystèmes végétaux : exemple de la colonisation par les ligneux dans la Chaîne des Puys. *CEMAGREF*, 64 diapos.
- Balent G., Duru M., Magda D., 1993a.** Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes. Une méthode pour le diagnostic agro-écologique, une application aux prairies de l'Aubrac et de la vallée de l'Aveyron In : *Les pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer*. INRA Etudes et recherches sur le système agraire et le développement, Tours, 27 : 283-301.

Balent G., 1993b. Cartographier des activités de pâturage sur un territoire homogène avec le logiciel CARPAT. In : *Les pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer*. INRA Etudes et recherches sur le système agraire et le développement, Tours, 27 : 265-282.

Balent G., (ed), 1996. *La forêt paysanne dans l'espace rural. Biodiversité, paysages, produits*. Editions Quae, Paris, 29 : 265 p.

http://www.inra.fr/sciences_action_developpement/publications/etudes_recherches/la_foret_paysanne_dans_l'espace_rural_biodiversite_paysages_produits_1.

Balent G., Alard D., Blanfort V., Poudevigne I., 1999. Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies. *Fourrages* 160 : 385-402.

Ballut C., Prat B., Lopez-Saez J. O., Gaby G., Cabanis M., 2008. Evolution environnementale d'une zone humide et de son bassin versant depuis la fin de l'âge du fer : le maar de Montchâtre (Massif Central, France). *Quaternaire* 19 (1) : 69-79.

Barbero M., Bonin G., Loisel R., Quezel P., 1990. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of mediterranean basin. *Vegetatio* 87 : 151-173.

Barjou M.-L., 2002. Pratiques de gestion et paysages. Les mesures agri-environnementales de lutte contre la déprise agricole en Lozère. *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durable"*, CEP Florac (ed.), 20p.

Barjou M.-L., Cognet J.-C., 2002. La biodiversité, un atout pour l'agriculture de moyenne montagne. *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durable"*, CEP Florac (ed.), 5p.

Baron D., Decaix G., Legnard J.-P., 2001. Pâturage ovin sous pin sylvestre en moyenne montagne. *Forêt Méditerranéenne* 22 (1) : 85-86.

Bartoli M., 2003. La dynamique naturelle de l'Épicéa (*Picea abies* (L.) Karts.) dans les Pyrénées françaises. *Acta Botanica Barcelona* 49 : 281-290.

Bartoli M., Tierle G., 1998. Dynamique et usages des espaces forestiers montagnards : l'exemple des Pyrénées françaises. *Revue Forestière Française*. 50 (Spécial Gestion multifonctionnelle des forêts de montagne) : 37-45.

Bartolomé J., Plaixats J., 2004. Perspectives of heathland-pastures in the Montseny Natural Park, Spain. *Cahiers Options Méditerranéennes* 62 : 307-310.

Baudry J., 1988. Approches écologiques des paysages. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 4 : 2p.

Baudry J., 1991. Ecological consequences of grazing extensification and land abandonment : Role of interactions between environment, society and techniques. *Options Méditerranéennes, Série Séminaires* 15 : 13-19.

Baudry J., Asselin A., 1991. Effects of low grazing pressure on some ecological patterns in Normandy, France. *Options méditerranéennes* 15: 103-109.

Baudry J., Burel F., Aviron S., Martin M., Ouin A., Pain G., Thenail C., 2003. Temporal variability of connectivity in agricultural landscape : do farming activities help? *Landscape Ecology* 18 : 303-314.

Baudry J., Deffontaines J.-P., 1988. Réflexions autour de la notion de déprise agricole. *Le Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA* 4 : 4p.

Baumont R., Dumont B., Carrère P., Pérochon L., Mazel C., Force C., Prache S., Louault F., Soussana J. F., Hill D., Petit M., 2002. Développement d'un modèle multi-agents spatialisé d'un troupeau de ruminant pâturant une prairie hétérogène. *Renc. Rech. Ruminant*. 9 : 69-72.

- Bazin G., Larrère G. R., De Montard F.-X., Lafarge M., Loiseau P., 1983.** *Système agraire et pratiques paysannes et dans les Monts Dômes*. INRA, Nancy, 261 p.
- Bazzaz F. A., 1975.** Plant species diversity in old-field successional ecosystems in Southern Illinois. *Ecology* 56 (2) : 485-488.
- Beaufoy G., Jones G., Kazakova Y., McGurn P., Poux X., Stefanova V., 2011.** Permanent pastures and meadows : adapting CAP Pillar 1 to support public goods. European Forum on nature conservation and pastoralism : 34p.
- Beaufoy G., Marsden K., 2010.** CAP reform 2013 - last chance to stop the decline of Europe's high nature value farming ? European Forum on nature conservation and pastoralism : 36p.
- Belingard C., Tessier L., Edouard J.-L., 1998.** Reboisement et dynamique naturelle dans les forêts sub-alpines (Haut-Verdon, Alpes du Sud, France). *Géographie physique et quaternaire* 52 (2) : 1-10.
- Bellehumeur C., Legendre P., 1998.** Multiscale sources of variation in ecological variables : modeling spatial dispersion, elaborating sampling designs. *Landscape Ecology* 13 : 15-25.
- Bellon S., Girard N., Guérin G., 1999.** Caractériser les saisons-pratiques pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage. *Fourrages* 158 : 115-132.
- Benoît M., Deffontaines J.-P., Lardon S., 2006.** *Acteurs et territoires locaux vers une géoagronomie de l'aménagement*. Editions Quae, Paris, 176p.
- Bernard-Brunet J., Bornard A., 2004.** Outils pour les diagnostics pastoraux et la gestion des milieux pâturés d'altitude. *Ingénieries-EAT*. N°spécial "Ingénierie écologique" : 69-80.
- Bernard-Laurent A., Weber F., 2007.** Le brûlage dirigé dans le Mercantour : savoirs pratiques, relations sociales et processus de décision. *Nature Sciences Sociétés* 15 : 233-244.
- Berque A., Conan M., Donadieu P., Lassus B., Roger A., 1994.** *Cinq propositions pour une théorie du paysage*. Champ Vallon, Seyssel, 123 p.
- Bertrand G., 1978.** Le paysage entre la Nature et la Société. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-ouest* 49 (2) : 239-258.
- Bertrand G., 2004.** Evaluer pour évoluer. In : *L'Evaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D. , Honegger A.R. (dir.), Montpellier : 17-26.
- Bertrand G., Dollfus O., 1973.** Le paysage et son concept. *L'espace géographique* 2 (3) : 161-164.
- Beuret J.-E., Trehet C., 2001.** Pour la gestion concertée de l'espace rural : appuyer des médiations territoriales. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 43 : 13.
- Birard C., Soulier A., 2011.** Document d'Objectifs du Site Natura 2000 Chaîne des Puys "FR8301052". *Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne*, 120p.
- Blanchemain A., Martinand P., 1979.** Présentation des parcours méditerranéens. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 335-373.
- Boivin P., Besson J.-C., Briot D., Gourgaud A., Labazuy P., De Larouzière F.-D., Livet M., Mergoïl J., Miallier D., Morel J.-M., Vernet G., Vincens P., 2004.** Volcanologie de la Chaîne des Puys. *Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne*. Notice d'information de la carte volcanologique, 180 p.
- Bonfils P., Moinereau J., 1971.** Propriétés physiques des andosols et des sols bruns andiques au sud du Massif central. *Cahier ORSTOM, série pédologie* 9 (3) : 345-363.
- Bordessoule E., 2001.** *Les "montagnes" du Massif central*. CERAMAC, 371p
http://books.google.fr/books?id=qZEtUPGLNDQC&pg=PA351&lpg=PA351&dq=coquillard+colloque+phytosociologique&source=bl&ots=f5SjVcJZvy&sig=i_PsAEJUilhvO9iB8EGb6MKTp-U&hl=fr&sa=X&ei=Gcl_UMzrJYzMsgba0ICgDw&ved=0CEcQ6AEwBQ#v=onepage&q=estive&f=true.

- Bordessoule E., 2004.** Un outil pour une meilleure connaissance des dynamiques et de la gestion des pâturages d'altitude. L'exemple de l'enquête pastorale conduite en 1999 dans le Cantal (contexte d'élaboration, méthodologie, principaux enseignements). *In : L'Evaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D. , Honegger A.R. (dir.), Montpellier : 175-190.
- Bossuyt B., Hermy M., 2001.** Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems : a review. *Ecography* 24 : 225-238.
- Bossy S., 1985.** Associations foncières pastorales et groupements pastoraux : bilan d'une décennie. *Revue de Géographie alpine* 73 (4) : 439-463.
- Bourbouze A., 1979.** Utilisation de l'espace montagnard par les éleveurs du Haut-Atlas occidental. *In : Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens.* INRA, Beaumont : 443-453.
- Bousquet F., Le Page C., 2004.** Multi-agent simulation and ecosystem management: a review. *Ecological Modelling* 176 : 313-332.
- Bozon N., Grossi J.-L., 1991.** Processus d'enrichissement en successions végétales post-culturelles en zone de montagne. Approche pluridisciplinaire et pluriscalaire. *XXe Colloque phytosociologique : phytodynamique et biogéographie des forêts*, Bailleux, 175-188.
- Brau-Nogué C., 1996.** *Dynamique des pelouses d'alpages laitiers des Alpes du Nord.* Biologie, Université Joseph Fourier, Grenoble I, CEMAGREF études rurales montagnardes, CNRS Biologie des populations d'altitude, Thèse de doctorat, 222p.
- Brau-Nogué C., Dobremez L., Cozic P., Thiébaud F., Emoult C., 2001.** Impact de la prime au maintien des systèmes d'élevage extensifs sur les exploitations et leurs pratiques fourragères. *Fourrages* 165 : 23-43.
- Brisebarre A.-M., Fabre P., Lebaudy G., 2009.** *Sciences sociales : Regards sur le pastoralisme contemporain en France*, Laudun, 144p.
- Brossard T., Joly D., Pierret P., 1993.** Déprise agricole et fermeture des paysages. *Mappemonde* 3 : 17-21.
- Brossard T., Wieber J.-C., 1984.** Le paysage, trois définitions, un mode d'analyse et de cartographie. *L'espace géographique* 13 (1) : 5-12.
- Brossier J., Bonnemaire J., Roux M., Brun A., Teissier J.-H., 1977.** *Pays, paysans, paysages dans les Vosges du Sud.* INRA, ENSSAA, Paris, 192p.
- Brown D. G., 2003.** Land use and forest cover on private parcels in the Upper Midwest USA, 1970 to 1990. *Landscape Ecology* 18 : 777-790.
- Brugnot G., Cassayre Y., 2002.** De la politique française de restauration des terrains en montagne à la prévention des risques naturels. *In : Les pouvoirs publics face aux risques naturels dans l'histoire.* Favier R. (dir.), Publications de la MSH-Alpes, Grenoble : 1-17 (444).
- Brunet R., 1974.** Analyse des paysages et sémiologie, éléments pour un débat. *L'espace géographique* 3 (2) : 120-126.
- Brunet R., 1996.** La structure du paysage rural. *In : Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France, Paysages et Agriculture. Orientations autour de la recherche et préoccupations de la société.* INRA, Paris, 82 : 7-10.
- Brunet V., Bonneaud F., PNR des Volcans d'Auvergne, 1993.** Plan de paysage de la Chaîne des Puys. 154 p.
- Burel F., Baudry J., 2000.** *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications.* Tec & Doc, Paris, 359p.

- Burel F., Baudry J., 2005.** Habitat quality and connectivity in agricultural landscapes : the role of land use systems at various scales in time. *Ecological Indicators* 5 : 305-313.
- Buttoud Y., Brun P., Glück P., Price M., Schönenberger W., Zingari P. C., 2000.** Livre Blanc 2000 sur la forêt de montagne en Europe. Observatoire Européen des Forêts de Montagne (OEFM), 56 p.
- Camacho O., 2004.** *L'alimentation des troupeaux peut-elle empêcher le boisement spontané des espaces ruraux dans les Alpes du Nord ?* Institut National Agronomique Paris-Grignon, Thèse de Doctorat en agronomie, 334p.
- Caplat P., 2006.** *Importance de l'agriculture dans la dynamique spatio-temporelle du paysage. L'exemple du Causse Méjean.* Montpellier, ENSAM, Docteur en Biologie des populations, 328.
- Caplat P., Lepart J., Marty P., 2006.** Landscape patterns and agriculture : modelling the long-term effects of human practices on *Pinus sylvestris* spatial dynamics (Causse Mejean, France). *Landscape Ecology* 21 : 657-670.
- Carmel Y., Kadmon R., 1999.** Effects of grazing and topography on long-term vegetation changes in a Mediterranean ecosystem in Israel. *Plant ecology* 145 : 243-254.
- Carpentier N., 1974.** Les sectionnaux de la région des Dômes. Mémoire de fin d'études, *INRA* : 113p.
- Carrère P., Loiseau P., Orth D., Picon-Cochard C., Prévosto B., Soussana J. F., 2003.** Dynamique d'invasion par des petits ligneux de prairies sous exploitées de moyenne montagne du Massif Central : le cas du genêt à balais (*Cytisus scoparius*). Rapport final février 2002 - décembre 2003. INRA, Cemagref, ENITAC : 72p.
- Carrère P., Orth D., Kuiper R., Poulin N., 1999.** Development of shrubs and young trees under extensive grazing. *Grasslands and Woody Plants in Europe*, Thessaloniki, Greece, Grassland Science in Europe, 39-43.
- CERAMAC, 1998.** *Moyennes montagnes européennes.* Presses Universitaires Blaise Pascal, Collection CERAMAC, n°11, 641p.
- CERAMAC, 2000.** *Les friches dans le Massif Central, Mythes et réalités.* Presses Universitaires Blaise Pascal, Collection CERAMAC, n°14, 276 p.
- Chabrerie O., 2002.** *Analyse intégrée de la diversité des communautés végétales dans les pelouses calcicoles de la basse vallée de la Seine.* Ecologie, Université Paris 11, Docteur en Sciences, 233p.
- Charbonnier P., Couturier P., Follain A., Fournier P., (dir.), 2007.** *Espaces collectifs dans les campagnes : XIe-XXIe.* CERAMAC, 319p.
- Charretton P., Dupuis M.-F., Fischesser B., 1995.** L'analyse paysagère dans la gestion des territoires. *Ingénieries-EAT* 1 : 31-40.
- Chassany J.-P., 1999.** Processus de déprise agricole et enjeux socio-économiques. *Ingénieries-EAT*. N° Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles en déprise » : 81-89.
- Chauchard S., 2007.** *Dynamique d'une forêt de montagne méditerranéenne dans un monde changeant.* Biologie des populations et écologie, Sciences et techniques du Languedoc, Docteur, 182p.
- Cherpillod A., 1986.** *Dictionnaire étymologique des noms géographiques.* Masson, Paris, 527p.
- Cléments, 1916.** Plant succession : an analysis of the development of vegetation. *Carnegie Institution of Washington* 242 : 3-4.
- Clergeau P., Désiré G., 1999.** Biodiversité, paysage et aménagement : du corridor à la zone de connexion biologique. *Mappemonde* 55 : 19-23.

Clermont Métropole - Agence d'Urbanisme et de développement - Pôle planification, 2007. SCOT du Grand Clermont, Diagnostic, Synthèse sur les paysages et le patrimoine du Grand Clermont, 18p.

Cloarec J., 2001. Faut-il protéger le paysage ? *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims* 105-106 : 59-62.

Cohen M., Alexandre F., Mering C., 1999. Boisement naturel et embroussaillage sur le Causse Méjean. Intérêt d'une approche croisée entre sciences de la nature et sciences sociales. *Ingénieries-EAT*. N°Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles » : 91-104.

Colas S., Hébert M., 2000. Le coût de la gestion courante des principaux milieux naturels ouverts. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 39 : 14.

Coll L., 2003. *Compétition pour les ressources entre de jeunes hêtres (Fagus sylvatica L.) et la végétation dans les milieux en transition.* Thèse de doctorat spécialité Ecologie forestière et écophysologie. Université Blaise Pascal, 193p.

Coll L., Balandier P., Picon-Cochard C., Prévosto B., Curt T., 2004. Competition for water between seedling and surrounding vegetation in different light and vegetation condition. *Annals of Forest Science* 60 : 593-600.

Collins S. L., Glenn S. M., Roberts D. W., 1993. The hierarchical continuum concept. *Journal of Vegetation Science* 4 (2) : 149-156.

Commission des Communautés Européennes, 2008. Livre vert sur la cohésion territoriale : faire de la diversité territoriale un atout, 15p.

Conseil Européen, 1979. *Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.* Série des traités européens n°104. 12p

Conti G., Fagarazzi L., 2004. Sustainable Mountain Development and the key-issue of Abandonment of Marginal Rural Areas. *Planum - The European Journal of Planning* 11 : 1-20.

Cook C. W., 1966. Factors affecting utilization of mountain slopes by cattle. *Journal of range Management* 19 : 200-204.

Coquillard P., 1993. *Dynamique d'enfrichement des systèmes agro-pastoraux de l'étage montagnard du massif du Sancy et de la Chaîne des Puys : variations biologiques et fonctionnelles : exemple d'application au modèle à Calluna vulgaris.* Université d'Aix-Marseille, Thèse de doctorat ès sciences, 266p.

Coquillard P., 1995. Simulation of the cyclical process of heathlands : induction of mosaic structures, evolution to irreversible states. *Ecological Modelling* 80 : 97-111.

Coquillard P., Gueugnot J., 1991. Regressive dynamic and denudation processes of vegetation on volcanoes in the "Chaîne des Puys" (French Massif Central) : assay of interpretation. *Vegetatio* 93 : 131-141.

Coquillard P., Gueugnot J., Michalet R., 1988. Un paysage en danger : la Chaîne des puys (Massif Central français) : syntaxonomie et déterminisme des zones dénudées. *XVII^e Colloque phytosociologique : Phytosociologie et paysage*, Versailles, 365-387.

Coquillard P., Gueugnot J., Michalet R., 1988a. Landes et herbages des édifices volcaniques de la Chaîne des Puys (Massif Central français). I. Synsystématique. *XVI^e Colloque phytosociologique : Phytosociologie et Pastoralisme*, Paris, 645-661.

Coquillard P., Gueugnot J., Michalet R., 1988b. Landes et herbages des édifices volcaniques de la Chaîne des Puys (Massif Central français). II. Ecologie et pastoralisme. *XVI^e Colloque phytosociologique : Phytosociologie et Pastoralisme*, Paris, 665-681.

- Coquillard P., Guillot J., Gueugnot J., 1985.** A propos de la dynamique des hêtraies de basse altitude sur le rebord oriental du plateau de la Chaîne des Puys. Exemple du bassin versant du Lac d'Aydat (Puy de Dôme). *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 51 : 9-17.
- Coquillard P., Hill D. R., 1997.** *Modélisation et simulation d'écosystèmes. Des modèles déterministes aux simulations à événements discrets.* Masson, Paris, 273p.
- Cornu P., 2003.** Déprise agraire et reboisement. Le cas des Cévennes (1860-1970). *Histoire et Sociétés Rurales* 20 (2) : 173-201.
- Couédou M., Denis S., Sennepin D., Mallet L., Cailleau L.-M., 2011.** *Un intérêt retrouvé pour l'élevage ovin bovin viande.* Institut de l'Elevage, Réseau d'élevage pour le conseil et la prospective, 8p.
- Cristofini B., Deffontaines J.-P., Raichon C., De Verneuil B., Rousso R., 1979.** Utilisation des parcours par les éleveurs de la Castagniccia. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens.* INRA, Beaumont : 410-425.
- Cruz P., Duru M., Therond O., Theau J. P., Ducourtieux C., Jouany C., Al Haj Khaled R., Ansquer P., 2002.** Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage. *Fourrages* 172 : 335-354.
- Curt T., Prévosto B., 2003.** Rooting strategy of naturally regenerated beech in Silver birch and Scots pine woodlands. *Plant and soil* 255 : 265-279.
- Curt T., Prévosto B., Bergonzini J.-C., 2004.** *Boisement naturel des terres agricoles en déprise.* Collection GIP ECOFOR "Ecosystèmes forestiers, Cemagref-Editions , n°2, 119 p.
- Curt T., Prévosto B., Kleszczewski M., Lepart J., 2004.** Post-grazing Scots pine colonization of mid-elevation healthlands : population structure, impact on vegetation composition and diversity. *Annals of Forest science* 60 : 711-724.
- Daget P., 1996.** La mesure des biomasses au pâturage. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des tropicaux* 49 (1) : 70-71.
- Daugas J. P., Raynal J. P., 1986.** Quelques étapes du peuplement du Massif central français dans leur contexte paléoclimatique et paléogéographique. *Cahiers du Quaternaire* 13 : 67-95.
- De Beaulieu J.-L., Goeury C., 1987.** Zonation automatique appliquée à l'analyse pollinique : exemple de la Narse d'Ampoix (puy de Dôme). *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 1 : 49-61.
- De Beaulieu J.-L., Pons A., Reille M., 1988.** Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de micropaléontologie* 3 (4) : 5-36.
- De Groot R. S., Wilson M. A., Boumans R. M. J., 2002.** A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 : 393-408.
- De Montard F.-X., 1991.** Réflexions sur la dynamique de la végétation des prairies en moyenne montagne du Massif central. Les prairies de fauche. *Fourrages* 125 : 71-84.
- De Montard F.-X., 1991b.** Réflexions sur la dynamique de la végétation des prairies en moyenne montagne du Massif central. Les pâturages et les parcours. *Fourrages* 125 : 85-103.
- De Montard F.-X., 1992.** Paysages et gestion de l'espace : le cas de la moyenne montagne. *Le Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA* 18 : 7.
- Debussche M., Escarré J., Lepart J., 1980.** Changes in mediterranean shrub communities with *Cytisus purgans* and *Genista scorpius*. *Vegetatio* 43 : 73-82.

- Decocq G., 2006.** Determinism, chaos and stochasticity in plant community succession : consequences for phytosociology and conservation ecology. *Environmental Science and Engineering* 4 : 254-266.
- Décourt N., Nys C., 1976.** Nutrition, croissance et production de l'épicéa et du douglas dans le limousin. *Revue Forestière Française* 28 (3) : 196-201.
- Dedieu B., 1993.** Organisation du travail et fonctionnement d'exploitations d'élevage extensif du Massif Central. In : *Les pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer*. INRA Etudes et recherches sur le système agricole et le développement, Tours, 27 : 303-321.
- Deffontaines J.-P., 1995.** Dynamique physiologique d'un paysage rural. Essai de modélisation de la composante agricole. *Cahiers Agriculture* 4 : 434-439.
- Deffontaines J.-P., 1996.** Du paysage comme moyen de connaissance de l'activité agricole à l'activité agricole comme moyen de production du paysage. L'agriculteur producteur de paysages. Un point de vue d'agronome. In : *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France, Paysages et Agriculture. Orientations autour de la recherche et préoccupations de la société*. INRA, Paris, 82 : 57-69.
- Deffontaines J.-P., Thinon P., 2001.** Des entités spatiales significatives pour l'activité agricole et pour les enjeux environnementaux et paysagers. Contribution à une agronomie de territoires. *Le Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA* 44 : 17p.
- Dejou J., 1985.** Les sols de la région de Clermont-Ferrand. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 51 : 25-42.
- Delcros P., 1993.** *Ecologie du paysage et dynamique végétale post-culturale*. Université Joseph Fourier, Biologie végétale, Thèse de doctorat, 334p.
- Delcros P., 1999.** Fermeture des paysages et modifications de la biodiversité. Etat des connaissances et perspectives. Rapport interne. Cemagref Grenoble : 95p.
- Deléage E., 2005.** La fin des paysans : mythe ou réalité. *Colloque faire campagne*, Rennes, 7p.
- Dépigny S., 2007.** *Le modèle PAYSAGRI. Expérimentation de la sensibilité au paysage des agriculteurs comme facteur des évolutions du paysage rural*. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), Agronomie, Docteur, 289p.
- Dérizoz P., 1999.** Comment quantifier le phénomène du boisement spontané : inventaire des inventaires à l'échelle nationale. *Boisements naturels des espaces agricoles en déprise*, Clermont-Ferrand, *Revue Ingénieries – EAT*, 11-23.
- Deuffic P., 2005.** La fermeture des paysages dans le Massif Central : regards d'habitants sur une question d'experts. *Cahiers d'économie et sociologie rurales* 75 : 75-96.
- Di Pietro F., Balent G., 1997.** Dynamique des pratiques pastorales et des paysages : une approche pluri-échelles appliquée aux Pyrénées ariégeoises (France). *Agronomie* 17 : 139-155.
- Didier L., Brun J.-J., 1998.** Limite supraforestière et changements environnementaux : pour une approche pluriscalaire et spatialisée des écosystèmes d'altitude. *Géographie physique et quaternaire* 52 (2) : 1-9.
- Dimanche M., 2002.** Pastoralisme et gestion du territoire en zones sèches méditerranéennes. *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durable"*, CEP Florac (ed.), 15p.
- Dimanche M., 2002a.** "Gestion des paysages, aménagement du territoire et pastoralisme dans les zones sèches et les montagnes méditerranéennes du Languedoc Rousillon. *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durable"*, CEP Florac (ed.), 10p.

- Diquélou S., Rozé F., 1999.** Implantation du genêt à balais, précédent cultural et dynamique du sol dans les friches (Bretagne, France). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences* 322 (8) : 705-715.
- Doche B., 1976.** L'Aubrac : analyse des relations entre le milieu naturel et son utilisation par l'Homme. *Documents de cartographie écologique* 18 : 57-76.
- Doche B., 1982.** Contribution à l'étude du déterminisme de la dynamique végétale : cas de l'Aubrac montagnard (Massif Central français). *Documents de cartographie écologique* 25 : 23-50.
- Doche B., 1983.** Contribution à l'étude d'une séquence majeure du dynamisme végétal dans l'étage montagnard granitique du Massif Central. *Bulletin Ecologique* 14 (2) : 79-85.
- Doche B., 1984.** Démographie de *Pinus sylvestris* dans les callunaies de l'étage montagnard granitique (Massif Central français). *Documents de cartographie écologique* 27 : 21-42.
- Doche B., 1990.** Les successions articulées autour des landes à *Calluna vulgaris* dans le Massif central français. Comparaisons avec quelques autres systèmes à éricacées. *Bulletin Ecologique* 21 (1) : 43-50.
- Doche B., 1998.** Dynamisme de la végétation après incendie d'une callunaie résistante à la colonisation (Etage montagnard granitique du Massif Central). *Documents de cartographie écologique* 31 : 37-48.
- Doche B., Pommeyrol V., Peltier J.-P., 1991.** Les landes à éricacées (callunaies, rhodoraies) et les vitesses de transformation des paysages végétaux en montagne (Massif central et Alpes). *Bulletin Ecologique* 22 (1) : 221-226.
- Domon G., (dir.), 2004.** Le paysage comme composante incontournable de la gestion intégrée des ressources et des territoires : problématiques, enjeux et méthodes de prise en compte. Rapport préparé pour la Commission d'Etude sur la Gestion de la Forêt publique québécoise, Université de Montréal : 187p.
- Domon G., Bouchard A., 2007.** The landscape history of Godmanchester (Quebec, Canada) : two centuries of shifting relationships between anthropic and biophysical factors. *Landscape Ecology* 22 : 1201-1214.
- Dorée A., 1995 (a).** Pâturage ovin sous forêt de Pin sylvestre. I. De l'intérêt des activités sylvo-pastorales. In : *Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables*. CIHEAM-IAMZ. Zagora : 247-250.
- Dorée A., 1995 (b).** Pâturage ovin sous forêt de Pin sylvestre. II. Impact des activités sylvopastorales sur les processus de colonisation et de régénération naturelles de *Pinus sylvestris* L. In : *Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables*. CIHEAM-IAMZ. Zagora : 251-254.
- Dorée A., De Montard F.-X., Traub N., 2003.** Valorisation sylvo-pastorale de boisements naturels de Pin sylvestre. *Fourrages* 176 : 463-478.
- Dorée A., Jouglet J.-P., 1979.** Estimation de la capacité de chargement des alpages cas des pelouses supraforestières du Briançonnais. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 163-175.
- Doumenge J.-P., 2004.** Préambule. In : *L'évaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D., Honegger A.R. (dir.), Montpellier : 7-8.
- Dousse M., 1933.** La région des monts Dômes. In : *L'agriculture et les populations rurales du Puy de Dôme*, Clermont-Ferrand. 33 : 70-101.
- DRAF Auvergne SRISE, 2007.** Agriculture Auvergnate et statistique agricole. *Séminaire Metafort*, ENITAC, 28p.

- Duelli P., 1997.** Biodiversity evaluation in agricultural landscapes : an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62 : 81-91.
- Dufrène M., 2003.** Méthode d'analyse des données écologiques et biogéographiques. DOI : <http://biodiversite.wallonie.be/outils/methodo/home.html>
- Dulphy J. P., 2005.** Avifaune des estives de la Chaîne des Dômes : 10 années de suivi. *Revue Le Grand Duc* 66 : 44-50.
- Dumas Y., 2002.** Que savons-nous de la Fougère aigle ? *Revue Forestière Française* 54 (4) : 357-374.
- Dumez R., 2006.** Les temps du paysage. *Nature Sciences Sociétés* 14 : 97-98.
- Dumont B., Garel J. P., Ginane C., Decuq F., Farruggia A., Pradel P., Rigolot C., Petit M., 2007.** Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal* 1 (7) : 1042-1052.
- Dumont B., Hill D., 2004.** Spatially explicit models of group foraging by herbivores : what can Agent-Based Models offer? *Anim. Res.* 53 : 419-428.
- Dupouey J.-L., Dambrine E., 2001.** Programme de Recherche "Biodiversité et gestion forestière". Importance spatiale et mécanismes de maintien des variations de biodiversité forestière résultant des pratiques agricoles passées. INRA : 10p.
- Dupuy G., 1977.** Histoire du village de Recoleine. Mémoire d'études INRA, 76p.
- Durkheim E., 1894.** *Les règles de la méthode sociologique (version numérique)*, 80 p.
- Duru M., Gibon A., Langlet A., Flamant J. C., 1979.** Recherches sur les problèmes pastoraux. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 231-255.
- Dutilloy P., De la Serre G., 1939.** Le reboisement par les particuliers, région du Massif Central. *Association Nationale du bois*. Septième partie : 62p.
- Echoalp, 2008.** Pratiques pastorales et végétation : 9p.
- Etchecopar P., De Rimouski C., 2002.** Quelques éléments sur la théorie du chaos, 37p. <http://www.apsq.org/sautquantique/telechargement/chaos.pdf>
- Etienne M., 1996.** Biomasse végétale et production fourragère sur terres de parcours sous climat méditerranéen ou tropical sec. *Annales Zootechniques* 45 : 61-71.
- Etienne M., Armand D., 2000.** Dix ans d'amélioration pastorale dans un système sylvopastoral méditerranéen en France. *Cahiers Options Méditerranéennes* 45 : 407-410.
- Etienne M., Rigolot E., 2004.** Pâturage et débroussaillage des garrigues à chêne kermès en France méditerranéenne. *Cahiers Options Méditerranéennes* 62 : 407-410.
- Evette A., 2002.** *Processus affectant la structure et la dynamique de la communauté végétale dans un système hiérarchisé*. Rapport bibliographique. Cemagref, ENGREF, Université Claude Bernard, Lyon I, DEA Analyse et Modélisation des systèmes biologiques, 30 p.
- Faluccci A., Maiorano L., Boitani L., 2007.** Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecology* 22 : 617-631.
- Falinska K., 1988.** La dynamique des phytocénoses et des populations dans le paysage des prairies abandonnées. *XVII^e Colloque phytosociologique : Phytosociologie et paysage*, Versailles, 459-473.
- Farruggia A., Dumont B., Jouven M., Baumont R., Loiseau P., 2006.** La diversité végétale à l'échelle de l'exploitation en fonction du chargement dans un système bovin allaitant du Massif Central. *Fourrages* 188 : 477-493.

- Faucon F., Rieutort L., 2004.** Dynamiques de l'occupation du sol et enjeux paysagers : de l'information géographique à l'élaboration de projets dans les territoires sensibles auvergnats. In : *Des paysages pour le développement local*. Revue d'Auvergne, Gerbert. 571 : 211-231 (338).
- Favre Y., 1979.** Comportement des bovins et des ovins en alpage. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 178-206.
- Fel A., 1964.** Les hautes terres du Massif central. Tradition paysanne et économie agricole. *Annales de Géographie*. 73 (399) : 582-585.
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo_00034010_1964_num_73_399_16704.
- Ferrari S., 2004.** Agriculture et production de paysages. In : *L'Évaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D., Honegger A.R. (dir.). Montpellier : 165-174.
- Fischesser B., 1988.** Situation du paysagisme d'aménagement dans l'ensemble des recherches consacrées au paysage. *XVII^e Colloque phytosociologique : Phytosociologie et paysage*, Versailles, 253-259.
- Fischesser B., 1998.** Les nouveaux défis d'une gestion durable et paysagère de la forêt de montagne. *Ingénieries-EAT 13* : 41-55.
- Fleury P., 2007.** *Agriculture et agriculteurs dans le développement des Alpes. L'agronomie à la rencontre d'autres disciplines*. Institut National Polytechnique de Lorraine, HDR, 148p.
- Fleury P., 2007a.** Développement des territoires et négociation des fonctions de l'agriculture dans les Alpes. *Fourrages 189* : 97-110.
- Fleury P., Guisepelli E., 2004.** Représentations sociales du paysage et développement local. Utopie et nécessité d'un outil d'aide à la gestion concertée des paysages. In : *L'Évaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D., Honegger A.R. (dir.). Montpellier : 589-598.
- Fleury P., Jeannin B., 1994.** Modes d'action de la fertilisation organique sur la végétation des prairies permanentes. *Fourrages 139* : 343-354.
- Forman R. T. T., Godron M., 1986.** *Landscape Ecology*. Wiley, New York, 619 p.
- François E., 1979.** Notes sur le troupeau collectif de Recoleine (juillet-septembre 1979). Mémoire d'études PNRVA – INRA, 30p.
- Fraterrigo J. M., Turner M. G., Pearson S. M., 2006.** Interaction between past land use, life-history and understory spatial heterogeneity. *Landscape Ecology 21* : 777-790.
- Freléchoux F., Meisser M., Gillet F., 2007.** Succession secondaire et perte de biodiversité végétale après réduction du broutage dans un pâturage boisé des Alpes centrales suisses. *Botanica helvetica 117* : 37-56.
- Friedberg C., Cohen M., Mathieu N., 2000.** Faut-il qu'un paysage soit ouvert ou fermé ? L'exemple de la pelouse sèche du causse Méjean. *Natures Sciences et Sociétés 8 (4)* : 26-42.
- Gamache N., Domon G., Jean Y., 2004.** Pour une compréhension des espaces ruraux : représentations du paysage de territoires français et québécois. *Cahiers d'économie et sociologie rurales 73* : 32p.
- Gao Q., Li J., Zheng H., 1996.** A dynamic landscape simulation model for the alkaline grassland on Songnen Plain in northeast China. *Landscape Ecology 11 (6)* : 339-349.
- Garcia-Aguire M. C., Ortiz M. O., Zamorano J. J., Reyes Y., 2007.** Vegetation and landform relationship at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and management* : 12.
- Garguet-Duport B., Girel J., 1995.** Ecologie du paysage et télédétection des milieux alluviaux. *Revue Ecologique Alpine 3* : 67-81.

- Gaucherand S., 2005.** *Effet des pratiques pastorales sur la biodiversité et sa dynamique dans les pelouses des alpages des Alpes du Nord.* Biologie intégrative, ENSAM, CEMAGREF Unité de recherche des écosystèmes montagnards, Thèse de doctorat, 270.
- Gellrich M., Baur P., Koch B., Zimmermann N. E., 2007.** Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains : A spatially explicit economic analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 : 93-108.
- Gellrich M., Zimmermann N. E., 2007b.** Investigating the regional-scale pattern of agricultural land abandonment in the Swiss mountain : A spatial statistical modelling approach. *Landscape and Urban Planning* 79 : 65-76.
- Gibon A., 1997.** Mutation des systèmes d'élevage et utilisation des espaces pastoraux privés et collectifs dans les Pyrénées centrales. In : *Pastoralisme et foncier : impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi-arides.* Bourbouze A., Msika B., Nasr N., Sghaier Zaafouri M. Montpellier, CIHEAM-IAMM : 69-80.
- Gibon A., 2005.** Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livestock Production Science.* 96 : 11-31.
- Gibon A., Balent G., Olaizola A., Di Pietro F., 1999.** Approche des variations communales des dynamiques rurales au moyen d'une typologie : cas du versant nord des Pyrénées Centrales. In : *Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes.* Gibon J., Lasseur J., Manrique E., Masson P., Pluvinage J. (eds.). Options méditerranéennes : 15-34.
- Gibon A., Di Pietro F., Theau J. P., 1999b.** La diversité des structures spatiales des exploitations pyrénéennes. In : *Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes.* Gibon J., Lasseur J., Manrique E., Masson P., Pluvinage J., Revilla R. Zagora, CIHEAM-IAMZ : 259-266.
- Gibon A., Duru M., Magda D., Theau J. P., Calvière I., Soa L., 1997.** *Les prairies permanentes de milieu océanique et de montagne humide. Outil de diagnostic agro-écologique et guide pour leur utilisation.* INRA, 51p.
- Gillet F., 1998.** La phytosociologie synusiale intégrée : guide méthodologique. *Document du laboratoire d'Ecologie Végétale* 1 : 68p.
- Gilliam F. S., Turrill N. L., Adams M. B., 1995.** Herbaceous-layer and overstory species in clear-cut and mature central Appalachian hardwood forest. *Ecological Application* 5 (4) : 947-955.
- Gordon I. J., 1989.** Vegetation community selection by ungulates on the Isle of Rhum. *Journal of Applied Ecology* 26 (1) : 53-64.
- Goreaud F., Courbaud B., De Coligny F., 2005b.** How long does the spatial structure of an initial state influence the dynamics of a forest growth model ? A simulation study using the Capsis platform. *1st Open International Conference on Modeling & Simulation*, June 12-15, Blaise Pascal University, 14p.
- Goreaud F., De Coligny F., Courbaud B., Dhôte J. F., Dreyfus P., Pérot T., 2005.** La modélisation : un outil pour la gestion et l'aménagement en forêt. *Vertigo - La revue en sciences de l'environnement* 6 (2) : 70-81.
- Gravsholt Busck A., 2002.** Farmer's landscape decisions : relationships between farmer's values and landscape practices. *Sociologia ruralis* 42 (3) : 233-249.
- Groud H., 2001.** Le paysage et le droit. *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims* 105-106 : 89-114.
- Guerin G., 2002.** Maîtrise de la végétation par le pâturage. *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durable"*, CEP Florac (ed.), 5p.

- Guérin G., Bellon S., Gautier D., 2001.** Valorisation et maîtrise des surfaces pastorales par le pâturage. *Fourrages* 166 : 239-256.
- Guimet L., 1979.** Brève présentation des Alpes (Production animales). In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 157-161.
- Guinamard C., Gautier D., Beylier B., 2006.** *Pâturer la broussaille... Connaître et valoriser les principaux arbustes des parcours du Sud de la France*, Edition CERPAM, Institut de l'Elevage : 118 p.
- Guisepelli E., 2007.** Les représentations sociales du paysage comme outils de connaissance préalable à l'action. L'exemple des Alpes du Nord. *Cybergéo* 309 : 10p.
- Guisepelli E., Fleury P., 2005.** Représentations sociales du paysage, négociation locale et outils de débat sur le paysage. In : *La polyphonie du paysage*. Y. Droz, V. Miéville-Ott, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne : 179-206.
- Guitar F., Andieu-Ponel V., De Beaulieu J.-L., Cheddadi R., Calvez M., Ponel P., Reille M., Keller T., Goeury C., 2003.** The last climatic cycles in Western Europe : a comparison between long continuous lacustrine sequences from France and other terrestrial records. *Quaternary International* 111 : 59-74.
- Gustafson E. J., Gardner R., 1996.** The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonisation. *Ecology* 77 (1) : 94-107.
- Guyon A., 1999.** Gestion des accrus à feuillus précieux. La nécessité impérieuse de bien connaître son peuplement. *Ingénieries-EAT*. n° Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles en déprise » : 163-167.
- Hastings A., Hom C. L., Ellner S., Turchin P., Godfray H. C. J., 1993.** Chaos in ecology : is mother nature a strange attractor ? *Annual review of ecology and systematics* 24 : 1-33.
- Henry D., 2004.** Un voyage paysagiste en agriculture. In : *Des paysages pour le développement local*. Revue d'Auvergne, Gerbert. 571 : 115-131 (338).
- Herbin C., Ambroise R., Toublanc M., 2009.** Agriculture et paysage. APPORT, des outils pour les projets de développement durable des territoires. Collection APPORT, Institut Français de la Vigne et du Vin, Le Réveil de la Marne : 4.
- Hervieu B., 2003.** Quelle stratégie nationale de développement rural pour un pays de l'Union Européenne ? *Nouvelles stratégies pour un développement rural durable dans les pays méditerranéens*. CIHEAM-IAMM, Campagne P., Dupuy B. (coords.), Marrakech, 3p.
- Hester A. J., Gimingham C. H., Miles J., 1991.** Succession from heather moorland to birch woodland. III. Seed availability, germination and early growth. *Journal of Ecology* 79 : 329-344.
- Hietel E., Waldhardt R., Otte A., 2004.** Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. *Landscape Ecology* 19 : 473-489.
- Hill D., Mechoud S., Campos A., Coquillard P., Gueugnot J., Orth D., Michelin Y., Poix C., L'Homme G., Carrère P., Lafarge M., Loiseau P., Micol D., Brun J.-P., Decuq F., Dumont B., Petit M., Teuma M., 2000.** Modélisation de l'entretien du paysage par des herbivores en moyenne montagne : une approche multi-agents. *Ingénieries-EAT* 21 : 63-75.
- Hirche A., Boughani A., Nedjraoui D., 1999.** About grassland quality assessment in arid areas. *Cahiers Options Méditerranéennes* 39 : 5p.
- Hoechstetter S., Walz U., Dang L. H., Thinh N. X., 2008.** Effects of topography and surface roughness in analyses of landscape structure - a proposal to modify the existing set of landscape metrics. *Landscape Online* 3 : 1-14.
- Hooper D. U., Chapin F. S., Ewel J. J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J. H., Lodge D. M., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A. J., Vandermeer J., Wardle D. A., 2005.** ESA

Report. Effects of biodiversity on ecosystem functioning : a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75 (1) : 3-35.

INSEE Auvergne, 2009. Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne. *Electronique* 35 : 28 p.

Institute for European Environmental Policy, Veenecology, 2005. Final report. *Land abandonment, biodiversity and the CAP*, Sigulda (Lettonie), 68p.

Janin C., Fleury P., 2005. Préface : l'agriculture et les espaces ruraux : facteurs identitaires de la ville-territoire. *Revue de Géographie alpine* 93 (4) : 4-6.

Janssens F., 2001. *Restauration des couverts herbacés riches en espèces*. Université catholique de Louvain, Faculté des sciences agronomiques, Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, 108p.

Jarrige R., 1979. Utilisation des pâturages des milieux défavorisés : essai de conclusions. *In : Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 542-565.

Jeannin B., Fleury P., Dorioz J.-M., 1991. Typologie des prairies d'altitude des Alpes du Nord : méthode et réalisation. *Fourrages* 128 : 379-396.

Joliveau T., 1994. La gestion paysagère de l'espace rural : question, concepts, méthodes et outils. *Revue de Géographie de Lyon* 69 (4) : 1-10.

Joliveau T., 1996. Editorial : Système d'information géographique et gestion environnementale, de nouveaux outils pour des pratiques nouvelles ? *Revue de Géographie de Lyon* 77 (2) : 99-110.

Joliveau T., 1998. Outils informatiques et gestion du paysage : entre concertation virtuelle et virtualisation déconcertante ? *Colloque "Le Paysage"*, 15-17 octobre 1998, Saint-Etienne, 9p.

Joliveau T., Michelin Y., 1998. Une approche méthodologique pour la gestion paysagère concertée avec un SIG : l'exemple de la commune de Viscomtat (63). *Colloque Gestion des territoires ruraux*, Pivot J.-M. (Coord.), Clermont-Ferrand, 85-102.

Josselin D., Orsier B., Haffner D., Chalier S., 1995. Représentation virtuelle d'un paysage et modélisation de la déprise agricole : une expérience. *Dossier de la revue de géographie alpine* 15 (85-98).

Khater C., 2004. *Dynamiques végétales post-perturbations sur les carrières calcaires du Liban. Stratégies pour l'écologie de la restauration en régions Méditerranéennes*. Académie de Montpellier, Docteur en Biologie des Populations et Ecologie, 185p.

Koerner W., Benoît M., Dambrine E., Dupouey J.-L., 1999. Influence des anciennes pratiques agricoles sur la végétation et les sols des forêts reboisées dans le Massif Vosgien. *Revue Forestière Française* 51 (2) : 231-238.

Koerner W., Cinotti B., Jussy J.-H., Benoît M., 2000. Evolution des surfaces boisées en France depuis le début du XIX^e siècle : identification et localisation des boisements des territoires agricoles abandonnés. *Revue Forestière Française* 52 (3) : 249-269.

Kunstler G., 2005. *Dynamique du paysage et démographie des espèces arborées dominantes*. Ecole nationale Supérieure agronomique de Montpellier, Thèse de doctorat, 372 p.

Lamarque P., Quétier F., Lavorel S., 2011. The diversity of the ecosystem services concept and its implication for their assessment and management. *Comptes rendus Biologies* 334 (5-6) : 441-449.

Lange R. T., Willcocks M. C., 1978. The relation between sheep-time spent and egesta accumulated within an arid zone paddock. *Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry* 18 : 764-767.

- Langlet A., Flamant J. C., Molenat G., Osty P.-L., 1979.** Les parcours des grands causses : contraintes et possibilités techniques d'une mise en valeur par l'élevage ovin. *In : Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens.* INRA, Beaumont : 258-326.
- Lapeyronie P., 2003.** Parcs à troupeaux et parcs de protection nocturne dans le Parc National du Mercantour et les Alpes du sud. Programme LIFE99 "Le retour du loup dans les Alpes Françaises" : 39p.
- Lardon S., Bischoff O., Josien E., Michelin Y., 2004.** Quand chercheurs et acteurs se rencontrent pour envisager une gestion concertée et durable des paysages de montagne : bilan du colloque de Florac (5-6 novembre 2002). *In : Des paysages pour le développement local.* Revue d'Auvergne, Gerbert. 571 : 315-328 (338).
- Lardon S., Meritan M., Triboulet P., Crosnier C., De Kermabon J., Osty P.-L., 1996.** Assurer la gestion des paysages ouverts par les systèmes d'élevage ? Une approche, un dispositif, un S.I.G. sur les Causses Méjean et Sauveterre (Lozère). *Revue de Géographie de Lyon* 71 (2) : 129-136.
- Lardon S., Osty P.-L., Naïlho M., Capitaine M., 2002.** Diversité des modes de conduite des élevages et organisation spatiale des lieux-dits : des atouts pour mieux gérer le territoire ? *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durable"*, CEP Florac (ed.), 12p.
- Larrère R., 1988.** Sciences sociales et sciences de la nature : la pluridisciplinarité, entre la synthèse et le commerce des idées. *In : Pour une agriculture diversifiée : arguments, questions, recherches.* L'Harmattan. Paris, Jollivet M. (coord.) : 288-298.
- Laurens L., 2005.** *Les nouvelles orientations du développement local, environnement et qualité en espace rural fragile.* *Ruralia*. <http://ruralia.revues.org/document157.html>. 11/04/08.
- Laurent C., 1992.** A la recherche de la déprise agricole. *Le Courrier de la Cellule Environnement* 17 : 33.
- Lavergne S., Molina J., Debussche M., 2006.** Fingerprints of environmental change on the rare mediterranean flora : a 115-years study. *Global Change Biology* 12 : 1466-1478.
- Lavorel S., Sarthou J.-P., (coord.), 2008.** Intérêts de la biodiversité pour les services rendus par les écosystèmes. *In : ESCo "Agriculture et Biodiversité"*, INRA : 266 p.
- Le Coeur X., 1984.** Végétation et utilisation de trois estives ovines des Dômes. INRA Mémoire de fin d'étude, 65p.
- Le Floch S., Devanne A.-S., 2002.** La notion de *fermeture du paysage* : trente années de succès sur la scène institutionnelle française. Cemagref, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la nature et des paysages, Sous-direction des sites et paysages, Bureau des paysages : 42p.
- Le Floch S., Devanne A.-S., 2005.** La "fermeture du paysage" : au delà d'un phénomène, petite chronique d'une construction sociale. *L'espace géographique* 1 : 49-64.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.-P., Trommetter M., (eds), 2008.** Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. *Rapport d'expertise scientifique collective INRA* : 525 p.
- Lecoq H., 1833.** *Description du volcan de Pariou.* Péligon, Clermont-Ferrand, 91 p.
- Lecoq H., Bouillet J.-B., 1830.** *Vues et coupes des principales formations géologiques du département du Puy de Dôme.* Librairies de France et de l'étranger, 305p.
- Lécrivain E., Leroy A., Savini I., Deffontaines J.-P., 1993.** Les formes de troupeau au pâturage. Genèse et diversité. *In : Les pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer.* INRA Etudes et recherches sur le système agraire et le développement, Tours 27 : 237-263.

Lee A., Slak M.-F., 2007. Les paysages français changent entre 1992 et 2002 : artificialisation et fermeture des paysages aux dépens du mitage ou de la déprise des zones agricoles. *Cahiers de l'AGRESTE* : 22p.

Lefeuvre M., 2007. *Modalités et vitesses de progression contemporaine des fronts de colonisation végétale spontanée dans la Chaîne des Puys. Exemple des puys de La Vache et Lassolas.* Géographie physique et environnementale, Blaise-Pascal II, GEOLAB, Master 2, 68p.

Legrand P., Bartoli F., Curt T., 2007. Spécificité des sols volcaniques du Massif central : Bénéfices et contraintes pour la gestion forestière. *Revue Forestière Française* 59 (2) : 99-118.

Lemée G., Carbiener R., 1956. La végétation et les sols des volcans de la Chaîne des puys. *Bulletin de la Société Botanique Française* 103 : 7-30.

Lemée G., Carbiener R., 1958. Puy de Dôme, texte associé à la carte de la végétation. *Bulletin de la Société Botanique Française* 105 : 25-47

Lepart J., 1997. La crise environnementale et les théories de l'équilibre en écologie. Larrère C et R. (eds), *La crise environnementale*, Paris, pp 131-144.

<http://books.google.fr/books?id=PcV2RMndPskC&printsec=frontcover&dq=La+crise+environnementale&source=bl&ots=AzpdOha3DS&sig=kmkC-2ifpowujTyGCeFmySEUabo&hl=fr&sa=X&ei=AB51UJWgl4SRhQfnhICACg&ved=0CDUQ6AEwAA#v=onepage&q=La%20crise%20environnementale&f=false>,

Lepart J., Martin A., Marty P., Debain S., 2001. La progression des pins sur les Causses : un phénomène difficilement contrôlable ? L'exemple du Causse Méjean. *Forêt Méditerranéenne* 22 (1) : 23-28.

Lepart J., Marty P., 2004. L'objet ou son image? Sciences des représentations ou science des paysages. Les enjeux du transfert vers les gestionnaires. In : *L'évaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D. , Honegger A.R. (dir.). Montpellier : 518-526.

Lepart J., Marty P., Kleszczewski M., 2007. Faut-il prendre au sérieux les effets des changements du paysage sur la biodiversité ? In : *De la connaissance des paysages à l'action paysagère.* Terrasson D., Berlan M. , Luginbuhl Y. Editions Quae, Paris, 13.

Lepart J., Marty P., Rousset O., 2000. Les conceptions normatives du paysage. Le cas des Grands Causses. *Natures Sciences et Sociétés* 8 (4) : 116-25.

Lévêque C., Muxart T., Abbadie L., Weil A., van der Leeuw S., 2003. L'anthroposystème : entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés - milieu. In : *Quelles natures voulons-nous.* C. Lévêque , S. van der Leeuw. Paris, Elsevier : 110-129.

Lifran R., Hofstetter A., 2003. Le temps et la gouvernance des paysages : apports de la modélisation. In : *Politiques publiques et dynamiques des paysages au sud du Massif central.* Lifran R. (dir.), Rapport final de l'équipe INRA-CEMAGREF-CIRAD : 46-54.

Loiseau P., 1977. Note sur le sectionnal de Recoleine. *INRA* : 5p.

Loiseau P., 1979. Histoire de la mise en valeur, écologie et perspectives d'utilisation pastorale des zones marginales dans la région des Dômes - Sud. *INRA* : 38p.

Loiseau P., 1985. Des surfaces d'estive et de parcours à mieux utiliser. *BTI.* 399-401 : 315-321.

Loiseau P., 1987. Mise au point de techniques de gestion et d'amélioration des estives et des parcours. *INRA* : 12p.

Loiseau P., 1987. Prise en compte de la gestion des espaces extensifs par les systèmes agraires dans les régions défavorisées de moyenne montagne humide. *Nature vivante* 25 : 22-25.

- Loiseau P., 1988.** Intérêt de très forts chargements en bovins pour l'amélioration des pâturages dégradés dans le Massif Central. *Fourrages* 116 : 395-408.
- Loiseau P., 1988.** Signification et limite de l'indice de valeur pastorale pour le diagnostic de la valeur agricole des pâturages en moyenne montagne humide. *XVIe Colloque phytosociologique : phytosociologie et pastoralisme*, Paris, 411-428.
- Loiseau P., 1991.** Diagnostic appliqué à la gestion des pâturages de montagne. *Fourrages* 125 : 41-59.
- Loiseau P., De Montard F.-X., Gachon L., Merle G., Ricou G., Douyer C., Ferret R., Jouis M., 1979.** Effets du chargement sur une nardaie pâturée en rotation par des ovins. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 68-95.
- Loiseau P., De Montard F.-X., Gachon L., Merle G., Ricou G., Douyer C., Ferret R., Jouis M., 1979.** Evolution de la vie biologique de la nardaie sous l'influence du pâturage. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA, Beaumont : 114-130.
- Loiseau P., De Montard F.-X., Merle G., Pons B., 1986.** Gestion pastorale et évolution des landes dans le Massif central nord. *Fourrages*. Hors série : L'animal au pâturage dans les friches et les landes : 84-117.
- Loiseau P., Ignace J.-C., L'Homme G., 1987.** Extension et amélioration d'une estive sur lande à *Calluna vulgaris*. *Fourrages* 112 : 363-381.
- Loiseau P., Louault F., L'Homme G., 1998.** Gestion des écosystèmes pâturés en situations extensives : apports de l'écologie fonctionnelle et perspectives de recherches appliquées en moyenne montagne humide. *Annales de Zootechnie* 47 : 395-406.
- Loiseau P., Merle G., 1976.** Effet du pâturage tournant per les ovins sur une pelouse à nard. *INRA* : 10p.
- Loiseau P., Merle G., 1981.** Production et évolution des landes à callune dans la région des Dômes (Puy de Dôme). *Acta Oecologica* 2 (4) : 283-298.
- Luginbühl Y., 1999.** Perception paysagère des espaces en déprise et des boisements spontanés des terres agricoles. *Ingénieries-EAT*. N°Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles en déprise » : 25-29.
- MacDonald D., Crabtree J. R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Lazpita J. G., Gibon A., 2000.** Agricultural abandonment in mountain areas of Europe : Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management* 59 : 47-69.
- Magda D., Meuret M., Hazard L., Agreil C., 2001.** Répondre à une politique de conservation de la biodiversité. Le pâturage des brebis pour la maîtrise des landes à genêts. *Façade*. 12 : 4p.
- Maigrot J.-L., Deffontaines J.-P., Erard R., De Sède-Marceau M.-H., 2004.** Fonctionnement et dynamique des formes ligneuses au sein d'une exploitation agricole. Un raisonnement géo-agronomique. *Cahiers Agriculture* 13 : 321-329.
- Manneville P., 2005.** Dynamique non linéaire et chaos. *Séminaire E2PHY* : 24p.
- Marage D., 2004.** Déterminisme, dynamique et modélisation spatiale de la diversité floristique dans un contexte de déprise pastorale, Application à la gestion durable des espaces montagnards sous influence méditerranéenne. CEMAGREF, ENGREF, Docteur de l'ENGREF, 307p.
- Martin G., Cruz P., Theau J. P., Jouany C., Fleury P., Granger S., Faivre R., Balent G., Lavorel S., Duru M., 2009.** A multi-site study to classify semi-natural grassland types. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129 : 508-515.
- Martin M. J. R., De Pablo C. L., De Agar P. M., 2006.** Landscape changes over time : comparison of land uses, boundaries and mosaics. *Landscape Ecology* 21 : 1075-1088.

- Martin Y., Church M., 1997.** Diffusion in landscape development models : on the nature of basic transport relations. *Earth surface process and landforms*. 22 : 273-279.
- Marty P., 2005.** Activités humaines et production des espaces naturels. *In : Les biodiversités : Objets, théories, pratiques*. Marty P., Vivien F.-D., Lepart J., Larrère R. (eds). Paris : 195-208.
- Marty P., Lepart J., Kunstler G., 2007.** Le paysage culturel rattrapé par sa dynamique. L'exemple des Grands Causses. *In : Histoire et agronomie : entre ruptures et durée*. Robin P., Aeschlimann J.-P., Feller C. (eds). Paris, IRD Editions : 415-426.
- Mast J. N., Veblen T. T., Hodgson M., 1997.** Tree invasion within a pine / grassland ecotone : an approach with historic aerial photography and GIS modeling. *Forest ecology and management* 93 : 181-194.
- Mazagol P.-O., 2007.** Variables dominantes dans l'organisation d'un paysage. Méthodologie multi-échelles dans un contexte SIG. *SAGEO Colloque International de Géomatique et d'Analyse Spatiale*, Clermont-Ferrand, 24 p.
- Mechoud S., Hill D. R., Campos A., Orth D., Michelin Y., Poix C., L'homme G., Carrere P., Lafarge M., Loiseau P., Micol D., Brun M., Dubuc F., Dumont B., Petit M., Coquillard P., Geugnot J., Teuma M., 2000.** Simulation Multi-Agents de l'entretien du paysage par des herbivores en moyenne montagne. *Colloque SMAGET : Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Environnement et des Territoires*, Clermont-Ferrand, Cemagref Editions, 101 - 120.
- Médail F., 2001.** Biogéographie, écologie et valeur patrimoniale des forêts de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) en région méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne* 22 (1) : 5-22.
- Meddour R., 2011.** La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxienne, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques : 40p.
- Meisser M., Chatelain C., 2010.** Pâturage tournante en estivage ovin : effets sur la végétation. *Recherche agronomique suisse* 1 (6) : 216-221.
- Mesléard F., Grillas P., Lepart J., 1991.** Plant community succession in a coastal wetland after abandonment of cultivation : the example of the Rhone delta. *Vegetatio* 94 : 35-45.
- Métaillé J.-P., 2006.** La « dégradation des montagnes » au XIX^{ème} siècle dans les Pyrénées : surexploitation pastorale, crise catastrophique, mythe, ou crise perpétuelle ? *In* Corinne Beck, Yves Luginbühl, Tatiana Muxart (eds.) *Temps et espaces des crises de l'environnement : Sociétés et ressources renouvelables*, QUAE Edition, Paris : 191-210.
- Métaillé J.-P., 2006b.** Mountain Landscape, Pastoral Management and Traditional Practices in the Northern Pyrenees (France). *In* Agnoletti M. (ed.) *The conservation of cultural landscapes*, CABI books, Cambridge : 108-123.
- Métaillé J. P., Paegelow M., 2003.** Land abandonment and the preading of the forest in the eastern French Pyrenees. *In : Recent Dynamics of Mediterranean Vegetation and Landscape*. Mazzoleni S., Di Pasquale G., Di Martino P., Rego F., Burke S.M., Gordon and Breach : 243-280.
- Meuret M., 2006.** Les pratiques pastorales entre temps court de l'alimentation des troupeaux et temps longs des ressources et des milieux. *Conférence à l'académie d'Agriculture de France*, 17p.
- Meuret M., Débit S., Agreil C., Osty P.-L., 2006.** Eduquer ses veaux et génisses : un savoir empirique pertinent pour l'agroenvironnement en montagne ?
- Meynier A., 1931.** La crise agricole dans le Cantal et ses conséquences sociales. *Annales de Géographie* 40 (226) : 441-419.

- Michallet J., Lembke M., Toïgo C., 2003.** Effets des pratiques pastorales sur les pelouses et landes d'altitude dans le massif de Belledonne. *Rapport Espace-naturels* : 9p.
- Michardière J., 1965.** Revenons à nos moutons. *Revue Agricole du Puy de Dôme* 3 : 2-3.
- Michelin Y., 1991.** Systèmes agraires et dynamique végétale dans les Monts Dôme, *Bulletin de l'Association des géographes français*, 68 (1) : 66-77.
- Michelin Y., 1992.** *Le plateau occidental des Dômes : Histoire d'un paysage. Contribution à la mise en évidence et à la hiérarchisation des interactions Homme-Milieu dans une moyenne montagne tempérée.* Département de Géographie, Blaise Pascal II, Docteur en géographie, 208.
- Michelin Y., 1995.** *Les jardins de Vulcain, paysages d'hier, d'aujourd'hui et de demain dans la Chaîne des Puys du Massif Central français.* Fondation de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 160 p.
- Michelin Y., 1996.** Chaîne des Puys : paysages d'hier, d'aujourd'hui... et de demain. In : *Les plus belles balades : 40 itinéraires pédestres dans le Puy de Dôme.* Chiofolo F., Paulia T. (coord.), Pélican : 36-37.
- Michelin Y., 2000.** Le bloc-diagramme : une clé de compréhension des représentations du paysage chez les agriculteurs ? Mise au point d'une méthode d'enquête préalable à une gestion concertée du paysage en Artense (Massif Central français). *Cybergéo* 118 : 14.
- Michelin Y., 2002.** Exemple d'évolution paysagère sur le long terme : la chaîne des Puys du néolithique à nos jours In : *L'identité de l'Auvergne, mythe ou réalité historique ? Essai sur une histoire de l'Auvergne des origines à nos jours.* Martin D. (dir), Créer Nonette : 18-31 (717p).
- Michelin Y., 2002.** Le paysage au service de l'action. *Colloque "Gérer les paysages de montagne pour un développement concerté et durcable"*, CEP Florac (ed.), 8p.
- Michelin Y., Pivot J.-M., 1998.** Vers une gestion concertée de l'espace et des paysages en moyenne montagne, l'apport des recherches en cours. *Ingénieries-EAT.* n° Spécial "développement dans les espaces à faible densité" : 57-72.
- Michelin Y., Vergne V., Cougoul C., Cournut S., 2001.** Variations des teneurs en éléments minéraux dans un bas-marais holocène : La Vezolle (Chaîne des Puys), première recherche des manifestations anthropiques. *Quaternaire* 12 (1-2) : 31-41.
- Michelin Y., Vergne V., Deneffe M., Cohen J., 1996.** Méthodologie pour une reconstitution paysagère : un exemple dans la Chaîne des Puys, de la fin de l'empire romain au XVIIIe siècle. *Ve Congrès International d'archéologie médiévale : L'homme et la nature au Moyen Age*, Grenoble, 8p.
- Millenium Ecosystem Assessment, 2005.** *Ecosystems and human well-being : synthesis.* Island press, Washington, 155p.
- Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, Chambres d'agriculture, 2004.** La nouvelle politique agricole commune (PAC). 8p.
- Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2002.** Politiques publiques et dynamique des paysages au sud du Massif central. Programme de recherche : Politiques publiques et paysages : analyse, évaluation, comparaison. Rapport final de synthèse, INRA, CEMAGREF, CIRAD : 24p.
- Ministère de l'écologie et du développement durable, 2005.** Programme de recherche "politiques publiques et paysages". *Colloque final de restitution*, 44p.
- Ministère de l'écologie et du développement durable, 2007.** La convention européenne du paysage, un nouvel élan pour la politique des paysages en France. 36p.
- Miras Y., Laggoun-Défarge F., Guenet P., Richard H., 2004.** Multi-disciplinary approach to changes in agro-pastoral activities since the Sub-Boreal in the surroundings of the "narse d'Espinasse" (Puy de Dôme, French Massif Central). *Veget Hist Archaeobot* 13 : 91-103.

- Mitchell F. J. G., Cole E., 1998.** Reconstruction of long-term successional dynamics of temperate woodlands in Bialowieza Forest, Poland. *Journal of Ecology* 86 : 1042-1059.
- Moreau M., 2005.** *Dynamique des paysages végétaux depuis la fin du Petit Age Glaciaire au Spitsberg (79°N)*. Géographie, Blaise Pascal II, Docteur, 427.
- Mottet A., 2005.** *Transformations des systèmes d'élevage depuis 1950 et conséquences pour la dynamique des paysages dans les Pyrénées. Contribution à l'étude du phénomène d'abandon de terres agricoles en montagne à partir de l'exemple du quatre communes des Hautes-Pyrénées*. Sciences agronomiques, INRA, Docteur en agronomie, 327.
- Mouillot F., Ratte J.-P., Joffre R., Mouillot D., Rambal S., 2005.** Long-term forest dynamic after land abandonment in a fire prone Mediterranean landscape (central Corsica, France). *Landscape Ecology* 20 : 101-112.
- Mountport D., 1984.** *Utilisation des garrigues par les ovins et risque parasitaire*. Sciences agronomiques option zootechnie, Université des sciences et techniques du Languedoc, Thèse de doctorat, 246.
- Msika B., Ivanès C., 1999.** Organisation des services pastoraux en France. Convention DERF - AFP, FGER section nationale. Association française de pastoralisme : 49p.
- Mueggler W. F., 1965.** Cattle distribution on steep slope. *Journal of Range Management* 18 : 255-257.
- Muraz J., Durrieu S., Labbe S., Andreassian V., Tangara M., 1999.** Comment valoriser les photos aériennes sans les SIG ? *Ingénieries-EAT* 20 : 39-58.
- Natura 2000, 2000a.** Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. *Cahiers d'habitats* 1 : 761.
- Natura 2000, 2000b.** Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Habitats agropastoraux. *Cahiers d'habitats* 4 : 445.
- Natura 2000, 2003.** Natura 2000 en Auvergne. 92p.
- Nieddu M., 2001.** Economie politique du paysage : penser les exclus. *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims* 105-106 : 115-125.
- NORDREGIO, 2004a.** Mountain areas in Europe. Analysis of mountain areas in EU Member States, acceding and other European countries. Nordregio Report, 2004 (1) : 271p.
- NORDREGIO, 2004b.** Zones de montagne en Europe : analyse des régions de montagne dans les Etats membres actuels, les nouveaux Etats membres et d'autres pays européens. Rapport final de la Commission européenne, 330p.
- Olsson E. G. A., Austrheim G., Grenne S. N., 2000.** Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993. *Landscape Ecology* 15 : 155-170.
- ONU, 1972a.** Déclaration de Stockholm sur l'environnement. *Conférence des Nations unies pour la protection de l'environnement*, 6 p.
- ONU, 1972b.** Convention pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel. *Conférence générale de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture*, Paris, 14 p.
- Orth D., Balay C., Loiseau P., 2008.** Mise au point d'un outil simple pour évaluer la biodiversité des prairies d'Auvergne. *Les Cahiers d'Orphée* : 63-77.
- Orth D., Carrère P., Vigier L., Lefèvre A., 1998a.** Young trees defoliation under extensive grazing by cattle and horses. 2p.

- Orth D., Carrère P., Lefèvre A., Josien E., L'Homme G., 1998b.** Does mixed grazing by cattle and horses modify herbage utilisation under an extensive management ? Clermont-Ferrand, ENITAC, INRA, 7p.
- Orth D., Carrère P., Lefèvre A., Duquet P., Michelin Y., Josien E., L'Homme G., 1998c.** L'adjonction de chevaux aux bovins en condition de sous-chargement modifie-t-elle l'utilisation de la ressource herbagère ? *Fourrages* 153 : 125-138.
- Orth D., Chevillot B., Teuma M., Dulphy J.-P., Carrère P., Michelin Y., 2002.** Combining multiple land use with shrub invasion management on a summer mountain pasture. *Actes des journées "Multi-Fonction Grassland", European Grassland Federation Vol.7*, La Rochelle, 1062-1063.
- Orth D., Chevillot B., Teuma M., Mailland-Rosset S., Y. M., 2002.** Utilisation d'un SIG et gestion concertée agroécologique d'une unité pastorale, l'exemple de Ternant (PNR des volcans d'Auvergne). *Espace nature* : 7p.
- Orth D., Michelin Y., Teuma M., 2005.** Gestion concertée agroécologique d'une unité pastorale dans le Parc des Volcans d'Auvergne : d'une recherche pour l'action à une recherche par l'action. *Parcs et recherche agrienvironnementale, favoriser les synergies, PNR du Pilat* : 17-19.
- Ozenda P., 1964.** *Biogéographie végétale*. Editions Doin, Paris, 374 p.
- Paegelow M., 1995.** Système d'information géographique et dynamique des milieux montagnards méditerranéens. Application aux Garrotxes (Pyrénées Orientales, France). *Bulletin du Comité Français de Cartographie* 146-147 : 186-190.
- Paegelow M., Camacho Olmedo M. T., 2003.** Le processus d'abandon des cultures et la dynamique de reconquête végétale en milieu montagnard méditerranéen : L'exemple des Garrotxes (P.O., France) et de la Alta Alpujarra Granadia (Sierra Nevada, Espagne). *Sud Ouest Européen* 16 : 113-130.
- Parcs nationaux de France, 2011.** Alpages et estives dans les parcs nationaux métropolitains de montagne, 24p.
- Pardé J., 1984.** Production et sylviculture de l'Epicéa commun en plantations. *Revue Forestière Française* 36 (4) : 259-267.
- Perevolotsky A., Etienne M., 1999.** La gestion raisonnée des parcours du Bassin Méditerranéen : Un défi pour le XXI^e siècle. *Cahiers Options Méditerranéennes* 39 : 129-136.
- Petek F., 2002.** Methodology of evaluation of changes in land use in Slovenia between 1896 and 1999. *Geografski zbornik* 42 : 61-97.
- Petit S., Fleury P., Michel V., Mougenot C., 2008.** Raconter la recherche-intervention. Retour sur trois opérations de gestion de la biodiversité. *Nature Sciences Sociétés* 16 : 326-336.
- Petit S., Vansteelant J.-Y., Plaige V., Fleury P., 2004.** Les typologies de prairies : d'un outil agronomique à un objet de médiation entre agriculture et environnement. *Fourrages* 179 : 369-382.
- Picart E., Fleury P., 2001.** Conduite des pâturages extensifs et maîtrise de l'embroussaillage. Outils de diagnostic et de préconisations techniques, GIS Alpes du Nord : 32 p.
- Picheral H., 1969.** La brucellose en France. Essai de géographie médicale. *Annales de Géographie* 7 : 189-205.
- Pickett S. T. A., Cadenasso M. L., 1995.** Landscape Ecology : Spatial Heterogeneity in Ecological Systems. *Science's Compass* 269 : 331-334.
- Picon-Cochard C., Coll L., Balandier P., 2006.** The role of below-ground competition during early stages of secondary succession : the case of 3-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in an abandoned grassland. *Oecologia* 148 (3) : 373 - 383.

- Pignatti S., 1997.** La phytosociologie Braun-Blanquetiste et ses perspectives. *XXVII^e Colloque Phytosociologique "Données de la Phytosociologie sigmatiste"*, Bailleul, 1-15.
- Pivot J.-M., 2004.** Perceptions et représentations du paysage : l'exemple de la friche en Artense. *In : Des paysages pour le développement local.* Revue d'Auvergne, Gerbert. 571 : 133-147 (338).
- Plantureux S., Dobremez L., Meuret M., Fleury P., Magda D., Agreil C., Vansteelant J.-Y., Amiaud B., Sérès C., De Sainte Marie C., Fargier J., Fritz H., Langlois J.-L., Mestelan P., Mougey T., Nettièr B., 2011.** Analyse de la mise en oeuvre des mesures agri-environnementales à l'obligation de résultat sur les surfaces herbagères. *Fourrages* 208 : 271-281.
- PNR des Volcans d'Auvergne, 1997.** Gestion de la flore des estives : 139 p.
- PNR des Volcans d'Auvergne, 2000.** Charte du Parc, objectif 2000-2010 : 132.
- PNR des Volcans d'Auvergne, 2006.** Dossier d'information. 16p.
- Poissonet J., 1979.** Equilibre et déséquilibre des phytocénoses herbacées. *In : Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens.* INRA, Beaumont : 461-468.
- Pontes L. S., Loiseau P., Carrère P., Louault F., J.-F. S., 2008.** Effets des facteurs de gestion sur la production de treize espèces natives de graminées prairiales. *Les Cahiers d'Orphée* : 367-377.
- Poyatos R., Latron J., Liorens P., 2003.** Land use and Land cover change after agricultural abandonment. *Mountain Research and Development* 23 (4) : 362-368.
- Pradel G., Teuma M., 2000.** Les estives du PNR-VA à l'horizon 2010. *In : Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000.* Cardère éditeur, Lirac : 252 p.
- Prévosto B., 1999.** *Analyse fonctionnelle des boisements spontanés et modélisation de leur développement. Application aux peuplements de Betula pendula et Pinus sylvestris en moyenne montagne volcanique (La Chaîne des Puys, Massif Central).* Ecologie, Université de droit, d'économie et des sciences, Thèse de doctorat, 201 p.
- Prévosto B., 2011.** Abandon des terres par l'agriculture et colonisation par les ligneux : quelles conséquences sur la végétation pour différents écosystèmes européens ? *Revue Forestière Française* 63 (4) : 411-423.
- Prévosto B., Agrech G., 1998.** Dynamique et typologie des accrus. Le cas des bétulaies dans la Chaîne des Puys. *Revue Forestière Française* 50 (1) : 46-58.
- Prévosto B., Curt T., 2004.** Dimensional relationships of naturally established European beech trees beneath Scots pine and Silver birch canopy. *Forest ecology and management* 194 (1-3) : 335-348.
- Prévosto B., Curt T., Bourhis O., 1997.** Typologie et dynamique des peuplements spontanés de *Pinus sylvestris* en moyenne montagne volcanique : La Chaîne des Puys (Massif Central français). *XXVII^e Colloque phytosociologique : Données de la Phytosociologie sigmatiste*, Bailleul, 315-328.
- Prévosto B., Curt T., Gueugnot J., Coquillard P., 2000.** Modeling mid-elevation Scots pine growth on a volcanic substrate. *Forest ecology and management* 131 : 223-237.
- Prévosto B., Curt T., Moares C., Dambrine E., Poutier F., Pollier B., 2002.** Les sols sous boisements spontanés de bouleau et de pin sylvestre dans la Chaîne des Puys : influence du substratum et de l'utilisation ancienne, conséquences sur la végétation. *Etude et gestion des sols* 9 (4) : 250-267.
- Prévosto B., Dambrine E., Coquillard P., Robert A., 2006.** Broom (*Cytisus scoparius*) colonization after grazing abandonment in the French Massif Central : impact on vegetation composition and resource availability. *Acta Oecologica* 30 (2) : 258-268.
- Prévosto B., Ripert C., Favand G., 2007.** Régénération et diversification des peuplements à pin d'Alep en région méditerranéenne : impact des travaux sylvicoles. *Atelier Recherche et Gestion forestières*, Champenoux, 20p.

- Prévosto B., Robert A., Coquillard P., 2004.** Development of *Cytisus Scoparius* L. at stand and individual level in a mid-elevation mountain of the French Massif Central. *Acta oecologica* 25 (1-2) : 73-81.
- Prival M., Jaffeux M., Leblond M., 1999.** Le groupement pastoral des Fontêtes. In : *Ainsi va l'homme en ses métiers, techniques et artisans*. E. CREER : 240 p.
- Quetier F., 2006.** *Vulnérabilité des écosystèmes semi-naturels européens aux changements d'utilisation des terres. Application aux prairies subalpines de Villar d'Arène, France*. Académie de Montpellier, ENSAM, Docteur, 269p.
- Quetier F., Marty P., Lepart J., 2005.** Farmer's management strategies and land use in an agropastoral landscape : roquefort cheese production rules as a driver of change. *Agricultural Systems* 84 : 171-193.
- Quezel P., 1999.** Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution éventuelle d'ici à trente ans. *Forêt Méditerranéenne* 20 (1) : 3-8.
- Ramade F., 2002.** *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement*. Dunod. 1075p
- Rameau J.-C., 1991.** Les grands modèles de dynamique linéaire forestière observables en France. Liens avec les phénomènes cycliques. *XX^e Colloque phytosociologique : Phytodynamique et Biogéographie historique des forêts*, Bailleul, 241-271.
- Rameau J.-C., 1999.** Accrus, successions végétales et modèles de dynamique linéaire forestière. *Ingénieries-EAT*. N°Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles en déprise » : 33-48.
- Randriamalala R. J., Serpenté G., Carrière S., 2006.** Influence des pratiques agricoles sur les successions végétales en lisière ouest du couloir RA (Madagascar). *Conférence Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation*, Antananarivo, 10p.
- Rapey H., 2000.** *Conditions économiques d'adoption de systèmes agroforestiers : enquête et modélisation dans le cas du sylvo pastoralisme*. Département d'Economie, ENSA Montpellier, Thèse de doctorat, 314 p.
- Ratzel F., 1900.** Le sol, la société et l'Etat. *L'année sociologique* 1-14.
- Raynal J. P., 1986.** Paléoenvironnements et chronostratigraphie du paléolithique moyen dans le Massif Central français. Implications culturelles. Colloque International "L'Homme de Néandertal". Liège : 34p.
- République Française, 1976.** *Loi relative à la protection de la nature*. n°76-629. 4203-4206
- République française, 1982.** *Arrêté fixant de la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire*. Journal Officiel du 13 mai 1982. 13 p
- Richard J.-F., 1975.** Paysages, écosystèmes, environnement : une approche géographique *L'espace géographique* 4 (2) : 81-92.
- Richet P., 2003.** *Guide des volcans de France*. BRGMéditations, 427 p.
- Rieutort L., (dir.), 2005.** *Le Massif Central, hautes terres d'initiatives*. CERAMAC, 125p http://books.google.fr/books?id= B19VJDz3MOC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Riffet D., 1974.** Utilisation du sol et photographie aérienne, méthodologie pour l'étude d'un périmètre irrigué en pays d'Islam. In : *Conservation et utilisation des sols*, CIHEAM : Options méditerranéennes 25 : 87-97.

- Roguet C., Dumont B., Prache S., 1998.** Sélection et utilisation des ressources fourragères par les herbivores : théories et expérimentations à l'échelle du site et de la station alimentaire. *INRA Productions Animales* 11 (4) : 273-284.
- Rolando A., Dontelo F., Ciliento E., Laiolo P., 2006.** Pastoral practices and bird communities in Gran Paradiso National Park : management implication in the Alps. *Journal of Mountain Ecology* 8 : 21-26.
- Rougerie G., 1977.** *Géographie des paysages*, 125p.
- Roudaut F., Baron D., Gautier D., 2007.** *Guide du débroussaillage pastoral*. CERPAM, Institut de l'Elevage : 97p.
- Roura-Pascual N., Pons P., Etienne M., Lambert B., 2005.** Transformation of a Rural Landscape in the Eastern Pyrenees Between 1953-2000. *Mountain Research and Development* 25 (3) : 252-261.
- Rousseau S., Loiseau P., 1982.** Structure et cycle de développement des peuplements à *Cytisus scoparius* L. dans la Chaîne des puys. *Acta Oecologica* 3 (2) : 155-168.
- Russet O., Lepart J., 1999.** Evaluer l'impact du pâturage sur le maintien des milieux ouverts. Le cas des pelouses sèches. *Fourrages* 159 : 223-235.
- Roux G., Roux M., 1967.** A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Revue de Statistiques appliquées* 15 (2) : 59-72.
- Saccone P., 2007.** *Rôle des interactions entre plantes et place des espèces à stratégie dispersive dans les dynamiques forestières sous l'influence des changements globaux : cas d'un système montagnard et d'un système alluvial*. Département de Biologie, Université J. Fourier - Grenoble I, Thèse de doctorat, 236 p.
- Saccone P., Brun J.-J., Pages J.-P., Michalet R., 2003.** Installation et maintien d'espèces forestières feuillues dans les paysages agricoles en déprise : Approche expérimentale de l'importance des facteurs environnementaux. *Actes de colloque "Evaluation des risques environnementaux pour une gestion durable des espaces. Journées 2003 de l'Association Internationale pour l'Ecologie du Paysage, IALE France, Gap, 123-129.*
- Saïd S., Gamisans J., Bédecarrats A., Delcros P., Rameau J.-C., 2001.** Succession secondaire végétale dans la région de Zicavo en Corse (île méditerranéenne) : effet du climat. *Annals of Forest Science* 58 : 615-624.
- Salles J.-M., 2010.** Evaluer la biodiversité et les services écosystémiques : pourquoi, comment et avec quels résultats ? *Natures Sciences et Sociétés* 18 : 414-423.
- Saunders D. A., Hobbs R.J., Margules C.R., 1991.** Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation : A Review. *Conservation Biology* 5 (1) : 18-32.
- Savini I., Landais E., Thinon P., Deffontaines J.-P., 1993.** L'organisation de l'espace pastoral. Des concepts et des représentations construits à dire d'experts dans une perspective de modélisation. *In : Les pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer*. INRA Etudes et recherches sur le système agraire et le développement, Tours, 27 : 137-160.
- Schmiegelow F. K. A., Mönkkönen M., 2002.** Habitat loss and fragmentation in dynamic landscapes : avian perspectives from the boreal forest. *Ecological Application* 12 (2) : 375-389.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2009.** *Sustainable forest management, biodiversity and livelihoods : a good practice guide*. IUCN, Montreal, 47p.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010.** *Pastoralism, nature conservation and development : a good practice guide*, Montreal, 46 p.

- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, World tourism organization, United Nations Environment programme, 2009a.** *Tourism for nature and development : a good practice guide.* IUCN, Montreal, 48p.
- Selleron G., Vidal F., 2007.** Mise en évidence d'indicateurs de la dynamique biogéographique en moyenne montagne pyrénéenne par analyse multiscalaire et multitemporelle de photographies aériennes et d'images satellitaires. *Cybergéo* 672 : 6p.
- Semonsous J., 1938.** *Pages d'Histoires, la Basse Auvergne, département du Puy de Dôme, Saint-Etienne*, 628p.
- Simon L., 2006.** De la biodiversité à la diversité : les biodiversités au regard des territoires. *Annales de Géographie* 651 : 451-467.
- Simmon C., 2000.** *Approche multi-agents pour une gestion pastorale et forestière concertée.* INRA, Mémoire de fin d'études, 76p.
- Sirami C., 2006.** *Abandon des terres et avifaune : dynamique spatiales et temporelles d'un paysage méditerranéen.* Académie de Montpellier, ENSAM, Biologie des Populations et Ecologie, Thèse de Doctorat, 230.
- Sluiter R., De Jong S. M., 2007.** Spatial patterns of Mediterranean land abandonment and related land cover transitions. *Landscape Ecology* 22 : 559-576.
- Smit R., Olf H., 1998.** Woody species colonisation in relation to habitat productivity. *Plant Ecology* 139 : 203-209.
- Soubieux J.-M., 1999.** Gestion sylvicole et cynégétique des boisements naturels. Motivation des propriétaires - Exemple de la Sologne du Loiret. *Ingénieries-EAT*. N° Spécial « Boisements naturels des espaces agricoles en déprise » : 105-109.
- Spaargaren O. C., 2004.** Andosols in the World reference base for soil resources and their correlation with other classification systems. *Volcanic soil resources in Europe, Iceland*, 25-26.
- Stebich M., Brüchmann C., Kulbe T., Negendank J.K.W., 2005.** Vegetation history, human impact and climatic change during the last 700 years recorded in annually laminated sediments of Lac Pavin, France. *Review of Palaeobotany and Palynology* 133 : 115-133.
- Sulmont E., Petelin A., 2000.** *Caractérisation des hêtraies de l'Asperulo-Fagetum en Auvergne.* Conservatoire Botanique du Massif Central, 78p.
- Tanner J. E., Hughes T.P., Connell J.H., 1996.** The role of history in community dynamics : a modelling approach. *Ecology* 77 (1) : 108-117.
- Theau J. P., 2009.** Somme des températures et pratiques fourragères. *INRA, AGIR* : 13p.
- Thébault A., 2004.** Etude du fonctionnement écologique des prairies et de sa contribution à la diversité des usages dont elles font l'objet, Villars d'Arère, Hautes Alpes. Agronomie, Université J. Fourier, ENSA Rennes, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'agronomie approfondie, 79.
- Thiault M., Prud'hon, Reboul, Bechet, Molenat G., Theriez, 1979.** Amélioration pastorale de la garrigue. In : *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens.* INRA, Beaumont : 375-396.
- Tirel J.-C., 1989.** La nouvelle donne démographique, la déprise des terres, l'extensification... *Le Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA* 7 : 16.
- Tixier L., 1984.** L'activité pastorale dans les massifs volcaniques de l'Auvergne des temps protohistoriques au Moyen Age. *L'élevage et la vie pastorale dans les montagnes de l'Europe au moyen âge et à l'époque moderne*, Clermont-Ferrand, 185-201(438).

- Torres-Luna M. P., Bertrand J. R., 1993.** Déprise agricole en Galice. *Norois* 158 : 217-233.
- Troll C., 1971.** Landscape Ecology (Geocology) and Biogeocenology - A terminological Study. *Geoforum, Journal of Physical, Human and Regional Geosciences* 8 (1) : 43-48.
- Van Depoele L., 2003.** La politique de développement rural de l'Union Européenne. In : *Nouvelles stratégies pour un développement rural durable dans les pays méditerranéens*. CIHEAM-IAMM. Campagne P., Dupuy B. (coords.), Montpellier, Séminaires Européens 54 : 33-36.
- Vanpeene-Bruhier S., 2003.** Evaluation des risques environnementaux pour la gestion durable des espaces : synthèse des concepts de l'écologie du paysage. *Evaluation des risques environnementaux pour une gestion durable des espaces. Journées 2003 de l'Association Internationale pour l'Ecologie du Paysage IALE France.*, Gap, 9-19 (288).
- Vanpeene Bruhier S., 1998.** *Transformations des paysages et dynamique de la biodiversité végétale. Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturelles. L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)*. CEMAGREF, ENGREF de Grenoble, Thèse de Doctorat, 312 p.
- Verburg P. H., Van Berkel D. B., Van doorn A. M., Van Eupen M., Van den Heiligenberg H. A. R. M., 2010.** Trajectories of land use change in Europe : a model-based exploration of rural futures. *Landscape Ecology* 25 : 217-232.
- Verdu J. R., Crespo M. B., Galante E., 2000.** Conservation strategy of a nature reserve in Mediterranean ecosystems : the effects of protection from grazing on biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 9 : 1707-1721.
- Vergne V., 1996.** L'évolution des paysages dans le Massif Central depuis 10 000 ans : l'évolution postglaciaire des paysages végétaux. In : *Les Français dans leur environnement*. Nathan, Comité national de géographie : 59-63 (382).
- Vernet G., Raynal J.P., 2004.** Hommes et volcans. Climat, paysage et impact des éruptions. In : *Vocaniologie de la Chaîne des Puys. Massif Central Français*. Boivin P., Besson J.-C., Briot D., Camus G., De Goër de Herve A., Gourgaud A., Labazuy P., De Larouzière F.-D., Livet M., Mergoïl J., Miallier D., Morel J.-M., Vernet G., Vincent P.M., PNR Volcans d'Auvergne : 156-161 (180).
- Veyret Y., Derruau M., Estienne P., Bonnaud P., Fel A., Oudard A., 1976.** *Etat de nos connaissances géographiques sur le Massif Central français*, De Bussac, Clermont-Ferrand : 91 p.
- Veyret Y., Simon L., 2006.** Biodiversité, développement durable et Géographie. *Annales des mines* 44 : 76-83.
- Vila B., Nicault A., Vennetier M., 2001.** Influence de la densité des peuplements sur la croissance en hauteur et radiale de *Pinus sylvestris* L. en région méditerranéenne française. *Forêt Méditerranéenne* 22 (1) : 65-86.
- Vilain L., 2008.** *La méthode IDEA : indicateurs de durabilité des exploitations agricoles*. Educagri Editions, 184p.
- Waldhardt R., Simmering D., Otte A., 2004.** Estimation and prediction of plant species richness in a mosaic landscape. *Landscape Ecology* 19 : 211-226.
- Wieser G., Hecke K., Tausz M., Häberle K.-H., Grams T.E.E., Matyssek R., 2003.** The influence of microclimate and tree age on the defense capacity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) against oxidative stress. *Annals of Forest Science* 60 : 131-135.
- Wikum D. A., Shanholtzer G. R., 1978.** Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management* 2 (4) : 323-329.
- Wu J., David J. L., 2002.** A spatially explicit hierarchical approach to modelling complex ecological systems : theory and applications. *Ecological Modelling* 153 : 7-16.

Yeloff D., Van Geel B., 2007. Abandonment of farmland and vegetation succession following the Eurasian plague pandemic of AD 1347-52. *Journal of Biogeography* 34 : 575-582.

Yengué J.-L., 2003. Application du SIG à l'étude des dynamiques paysagères. Le cas de la Loire moyenne. *Actes de la Conférence francophone ESRI SIG*, 20p.

Yengué J.-L., Génin A., 2004. SIG et transects : outils pour la caractérisation et l'évaluation du paysage. *In : L'Evaluation du paysage : une utopie nécessaire ?* Puech D., Honegger A.R. (dir.), Montpellier : 149-164.

ANNEXE I : Questionnaire d'Enquêtes

Enquete adhérents aux groupements-pastoraux

Informations d'usage	
<p>1. Date <input type="text"/></p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p> <p>2. Estive exploitée</p> <p><input type="radio"/> 1. Fontêtes <input type="radio"/> 2. Manson <input type="radio"/> 3. Beaune-le-Chaud <input type="radio"/> 4. Recoleine <input type="radio"/> 5. Orcines <input type="radio"/> 6. Temant <input type="radio"/> 7. Montmeyre <input type="radio"/> 8. Perpezat</p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p> <p>3. Nom et Prénom</p> <input type="text"/>	<p>5. Numéro de téléphone <input type="text"/></p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p> <p>6. Depuis quand êtes vous président du groupement pastoral <input type="text"/></p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p>
<p>4. Adresse</p> <p><input type="radio"/> 1. Manson <input type="radio"/> 2. Montmeyre <input type="radio"/> 3. Coumols <input type="radio"/> 4. Temant <input type="radio"/> 5. Font de l'Arbre <input type="radio"/> 6. Orcines <input type="radio"/> 7. Saint-Pierre-le-Chastel <input type="radio"/> 8. Bromont Lamothe <input type="radio"/> 9. Ceysnat <input type="radio"/> 10. Aydat <input type="radio"/> 11. Combronde <input type="radio"/> 12. Queuille <input type="radio"/> 13. Beaune-le-Chaud <input type="radio"/> 14. Recoleine <input type="radio"/> 15. Saint-Ours-les-Roches <input type="radio"/> 16. La Mouteyre <input type="radio"/> 17. Vareille (gelles) <input type="radio"/> 18. Fontêtes <input type="radio"/> 19. Verneuge <input type="radio"/> 20. Fontanas <input type="radio"/> 21. Le Gressigny <input type="radio"/> 22. Ludesse <input type="radio"/> 23. saint pierre le Chastel <input type="radio"/> 24. Clermont-Ferrand <input type="radio"/> 25. Alagnat <input type="radio"/> 26. Fontanas <input type="radio"/> 27. Gelles</p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p>	
Situation actuelle	
<p>7. Type de société</p> <p><input type="radio"/> 1. Individuelle <input type="radio"/> 2. GAEC <input type="radio"/> 3. EARL <input type="radio"/> 4. SCEA <input type="radio"/> 5. Co-exploitation</p> <p>8. Si 'associé', précisez : <input type="text"/></p> <p>9. Année de naissance du chef d'exploitation <input type="text"/></p> <p>10. Année de naissance associé <input type="text"/></p> <p>11. Niveau de formation</p> <p><input type="checkbox"/> 1. BTA <input type="checkbox"/> 2. BEPA <input type="checkbox"/> 3. formation non-agricole <input type="checkbox"/> 4. aucune <input type="checkbox"/> 5. CAP <input type="checkbox"/> 6. Bac Pro agricole <input type="checkbox"/> 7. BTS</p> <p><i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).</i></p> <p>12. Niveau de formation associé</p> <p><input type="checkbox"/> 1. BTA <input type="checkbox"/> 2. BEPA <input type="checkbox"/> 3. formation non agricole <input type="checkbox"/> 4. Bac Pro <input type="checkbox"/> 5. aucune</p> <p><i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).</i></p>	<p>13. Double activité</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Aucune <input type="checkbox"/> 2. Occasionnelle <input type="checkbox"/> 3. 1/4 temps <input type="checkbox"/> 4. 1/2 temps <input type="checkbox"/> 5. 3/4 temps <input type="checkbox"/> 6. temps plein</p> <p><i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).</i></p> <p>14. Depuis quand êtes vous agriculteur <input type="text"/></p> <p>15. Avez-vous toujours pratiqué ce métier ?</p> <p><input type="radio"/> 1. oui <input type="radio"/> 2. non</p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p> <p>16. Si 'non', précisez : <input type="text"/></p> <p>17. Avez-vous toujours pratiqué ce métier sur la même exploitation ?</p> <p><input type="radio"/> 1. oui <input type="radio"/> 2. non <input type="radio"/> 3. exploitation familiale</p> <p><i>La réponse est obligatoire.</i></p> <p>18. Si 'non', précisez : <input type="text"/></p>

Figure 123 : ANNEXE I. Questionnaire d'enquêtes.

19. Depuis combien de temps utilisez-vous l'estive ?

1. Depuis la création du groupement pastoral
 2. Avant
 3. Après
 4. Traditionnellement, de famille

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).
La réponse est obligatoire.*

20. Si 'avant et après', précisez date :

21. Localisation de l'estive par rapport au lieu d'exploitation

22. Nombre d'hectares

23. Prairies naturelles

24. Prairies artificielles

25. Surface en céréales

26. Surfaces en friche

27. Race dominante

1. Rava 2. Blanche du Massif central
 3. Ile de France 4. Prim'Holstein
 5. Charolaise 6. Montbeliarde
 7. Limousine 8. Ferrandaise
 9. Berrichon 10. Normande
 11. Aubrac 12. salers
 13. Franc Comtois

Vous pouvez cocher plusieurs cases (4 au maximum).

28. Avez-vous un label ?

1. Terre d'agneau 2. Adret

*Vous pouvez cocher plusieurs cases.
La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Rava ; Blanche du Massif central ; Ile de France"*

29. Combien de vaches laitières avez-vous ?

La question n'est pertinente que si Cheptel = "Prim'Holstein"

30. Mise à l'estive de vaches laitières

La question n'est pertinente que si Cheptel = "Prim'Holstein"

31. Combien de vaches allaitantes avez-vous ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Charolaise ; Montbeliarde"

32. Mise à l'estive de vaches allaitantes

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Charolaise ; Montbeliarde"

33. Combien de génisses avez-vous ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Charolaise ; Montbeliarde"

34. Mise à l'estive de génisses

35. Avez-vous des taureaux ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Prim'Holstein ; Charolaise ; Montbeliarde"

36. Mise à l'estive de taureaux

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Prim'Holstein ; Charolaise ; Montbeliarde"

37. Combien de brebis avez-vous ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Rava ; Blanche du Massif central ; Ile de France"

38. Mise à l'estive de brebis

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Rava ; Blanche du Massif central ; Ile de France"

39. Avez-vous des béliers ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Rava ; Blanche du Massif central ; Ile de France"

40. Mise à l'estive de béliers

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Rava ; Blanche du Massif central ; Ile de France"

41. Combien de juments avez-vous ?

42. Mise à l'estive de juments

43. Combien de chevaux avez-vous ?

44. Mise à l'estive de chevaux

45. Le vêlage est-il saisonnier ou étalé ?

1. printemps 2. été 3. automne
 4. hiver 5. étalée

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

46. L'agnelage est-il saisonnier ?

1. Printemps 2. été
 3. automne 4. hiver
 5. 1 ans 1/2 6. trois périodes
 7. étalée

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

47. Avez-vous des remarques particulières ?**48. Quel(s) est/sont votre/vos type(s) de production ?**

1. laitière 2. fromagère 3. viande 4. autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

49. Si 'autres', précisez :

50. Combien d'hectares de foin ?

51. Combien d'hectares d'ensilage ?

52. Combien d'hectares d'enrubannage ?

53. Combien de stères annuelles de bois de chauffe faites-vous ?

54. Avez-vous des plantations ?

55. Les estives vous permettent-elles de disposer des autres terres pour les récoltes fourragères ?

1. oui 2. non 3. variable

56. Vous qualifiez vos bâtiments :

1. anciens et peu fonctionnels 2. anciens aménagés
 3. récents et fonctionnels

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

57. Nombre de places adultes disponibles (non occupées) dans le(s) bâtiment(s)

1. aucune 2. de 1 à 4 3. de 5 à 10
 4. plus de 10 5. plus de 30 6. plus de 60

58. Avez-vous des animaux en plein air toute l'année ?

1. oui 2. non 3. semi plein-air

59. Si 'oui; semi plein-air', précisez espèce/nombre:

60. De quel matériel disposez-vous sur l'exploitation ?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1. tracteur | <input type="checkbox"/> 2. girobroyeur |
| <input type="checkbox"/> 3. round baller | <input type="checkbox"/> 4. charrue |
| <input type="checkbox"/> 5. rotative | <input type="checkbox"/> 6. motoculteur |
| <input type="checkbox"/> 7. distributeur d'engrais | <input type="checkbox"/> 8. épandeur |
| <input type="checkbox"/> 9. remorque | <input type="checkbox"/> 10. semeuse |
| <input type="checkbox"/> 11. faucheuse | <input type="checkbox"/> 12. tractopelle |
| <input type="checkbox"/> 13. pirouette | <input type="checkbox"/> 14. faneuse |
| <input type="checkbox"/> 15. bétailière | <input type="checkbox"/> 16. vibroculteur |
| <input type="checkbox"/> 17. casse-bois | <input type="checkbox"/> 18. enrubanneuse |
| <input type="checkbox"/> 19. salle traite ambulante | <input type="checkbox"/> 20. ensilleuse |
| <input type="checkbox"/> 21. citerne | <input type="checkbox"/> 22. herse |
| <input type="checkbox"/> 23. épareuse | <input type="checkbox"/> 24. semeur engrais |
| <input type="checkbox"/> 25. batteuse | <input type="checkbox"/> 26. endeneuse |
| <input type="checkbox"/> 27. presse bottes | <input type="checkbox"/> 28. Tonne à lisier |

Vous pouvez cocher plusieurs cases (12 au maximum).

61. Avez-vous du matériel en CUMA ?

1. oui 2. non

62. Si 'oui', précisez :

63. Avez-vous du matériel en commun avec les autres exploitants de l'estive ?

1. oui 2. non

64. Si 'oui', précisez :

65. Quel est votre acheteur principal ?

pour quel(s) produit(s) ?

66. Quel est votre acheteur secondaire ?

pour quel(s) produit(s) ?

67. Quel(s) est/sont votre/vos fournisseur(s) aliments ?

68. Quel(s) est/sont votre/vos fournisseur(s) engrais ?

69. Quel(s) est/sont votre/vos fournisseur(s) matériel ?

70. Quel est votre quota en laiterie ?

La question n'est pertinente que si Cheptel = "Prim'Holstein"

71. Avez-vous un quotas en vente directe ?

72. Lait total commercialisé à la dernière campagne ?

La question n'est pertinente que si Cheptel = "Prim'Holstein"

73. Prime de maintien des troupeaux de vache allaitante ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Charolaise ; Montbeliarde"

74. Prime de maintien des troupeaux brebis et chèvres ?

La question n'est pertinente que si Cheptel Parmi "Rava ; Blanche du Massif central ; Ile de France"

75. Souhaitez-vous plus de quotas ?

1. quota lait 2. PMTVA 3. PMTBC

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

76. Combien :

77. Vous qualifiez le régime de votre exploitation :

1. stable 2. en développement
 3. en cessation progressive

78. Etes-vous engagé dans l'une de ces procédures ?

- 1. Plan d'épandage
- 2. plan de fumure
- 3. CTE
- 4. CAD
- 5. PHAE
- 6. Agriculture biologique
- 7. Agriculture raisonnée
- 8. AMAP
- 9. convention "la route du lait"

Vous pouvez cocher plusieurs cases (5 au maximum).

Estive

79. Quelle est la durée d'estivage

80. Cette durée est-elle identique d'une année à l'autre

1. oui 2. non

si non, raisons

81. Tous les parcs de l'estive sont-ils utilisés chaque année

1. oui 2. non

82. Précisez :

83. Qui s'occupe du gardiennage ?

- 1. libre
- 2. berger
- 3. présence humaine, agriculteurs exploitants
- 4. présence de chien

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

84. Il y a-t-il une cabane de berger ?

1. oui 2. non

85. Si 'oui', précisez : état

1. mauvais 2. moyen 3. bon

86. Y-a-t-il rotation des types de cheptel sur les parcs ?

1. oui 2. non

87. Y-a-t-il une citerne d'eau ?

1. oui 2. non

88. Existe-t-il des parcs de regroupement nocturne ?

1. oui 2. non

89. Avez-vous eu des problèmes de chiens errants ?

1. oui 2. non

90. Si 'oui', précisez (nb bêtes

tuées, années, indemnisation):

91. Etes-vous gêné par les passages de touristes ?

1. oui 2. non

92. Précisez pourquoi :

93. Les animaux en sont-ils gênés ?

1. oui 2. non

94. Précisez pourquoi :

95. Existe-t-il d'autres activités sur l'estive ?

1. oui 2. non

96. Si 'oui', lesquelles :

97. Quelle place a l'estive dans votre système d'exploitation, vous coûte-t-elle cher ?

98. Les aménagements des parcs de l'estive vous semblent:

1. Très satisfaisant 2. Satisfaisant
 3. Peu satisfaisant 4. Très peu satisfaisant

99. Remarques :

100. Quels sont pour vous les avantages et les inconvénients de l'utilisation de l'estive ? En tant que président du groupement pastoral ?

101. Etes-vous satisfait de l'état de vos bêtes à la descente de l'estive (maladies, manque de prise de poids...)?

102. Que pensez-vous des actions entreprises pour le pastoralisme ?

L'exploitation dans les années à venir

103. Succession pour les plus de 55 ans

1. agriculteur de moins de 55 ans
 2. agriculteurs de plus de 55 ans

104. Succession connue ?

1. oui 2. non

La question n'est pertinente que si Succession = "agriculteurs de plus de 55 ans"

105. Si 'oui', précisez :

1. conjoint 2. descendant
 3. famille autre 4. hors cadre familial

106. Si 'non', recherche d'un successeur :

1. oui 2. non

107. Remarques :

108. Avez-vous un projet bâtiment ?

1. oui 2. non

109. Si 'oui', lequel :

110. Avez-vous un projet de diversification des activités ?

1. oui 2. non

111. Si 'oui', lequel :

112. Avez-vous une double activité prévue ?

1. oui 2. non

113. Si 'oui', laquelle :

114. Avez-vous pour projet de changer de production ?

1. oui 2. non

115. Si 'oui', lequel :

116. En ce qui concerne votre cheptel :

1. augmentation 2. diminution 3. stabilité

117. Précisez (espèces, nombre):

118. Pouvez-vous augmenter votre SAU ?

1. oui 2. non

119. Souhaiteriez-vous le faire ?

1. oui 2. non

120. Si 'oui' abandonneriez-vous l'utilisation de l'estive ?

1. oui 2. non

121. Remarques, autres projets

122. Que pensez-vous de l'avenir de l'estive ?

123. A vos yeux quelle est l'évolution de la végétation de l'estive ?

124. Que pensez-vous de la prochaine réforme de la PAC ?

125. Qu'évoque pour vous Natura 2000 ?

L'exploitation dans les années passées

126. Quels sont vos bilans économiques sur les 5 dernières années ?

1. Profit 2. perte 3. nul

127. Remarques :

128. Depuis votre installation, quelles ont été les années noires ?

129. Causes majeures ?

130. Quelles évolutions en ont découlé (baisse du cheptel...) ?

131. Quelles ont été les années fastes ?

132. Causes majeures

133. Quelles évolutions en ont découlé ?

134. Quel était le fonctionnement de l'estive avant la mise en place des groupements pastoraux ?

135. Y-a-t-il eu des changements engendrés par cette intauration (bétail, taille, aménagements) ?

136. Y avait-il d'anciennes terres chaudes (cultures), quand ?

137. Vous rappelez-vous les dates d'éménagements ?

138. Les limites de l'estive ont-elle changé ?

139. Y-avait-il des parcs de regroupement nocturne ?

140. Vous rappelez-vous des années de débroussaillage ou girobroyage plus intense ?

141. Vous rappelez-vous de coupe de bois importantes ?

142. La pratique de l'écobuage se faisait-elle ?

143. Les années de sécheresse, proclèmes liés (apport fourrage...)?

144. Date d'estivage et durée, y a-t-il eu des changements ?

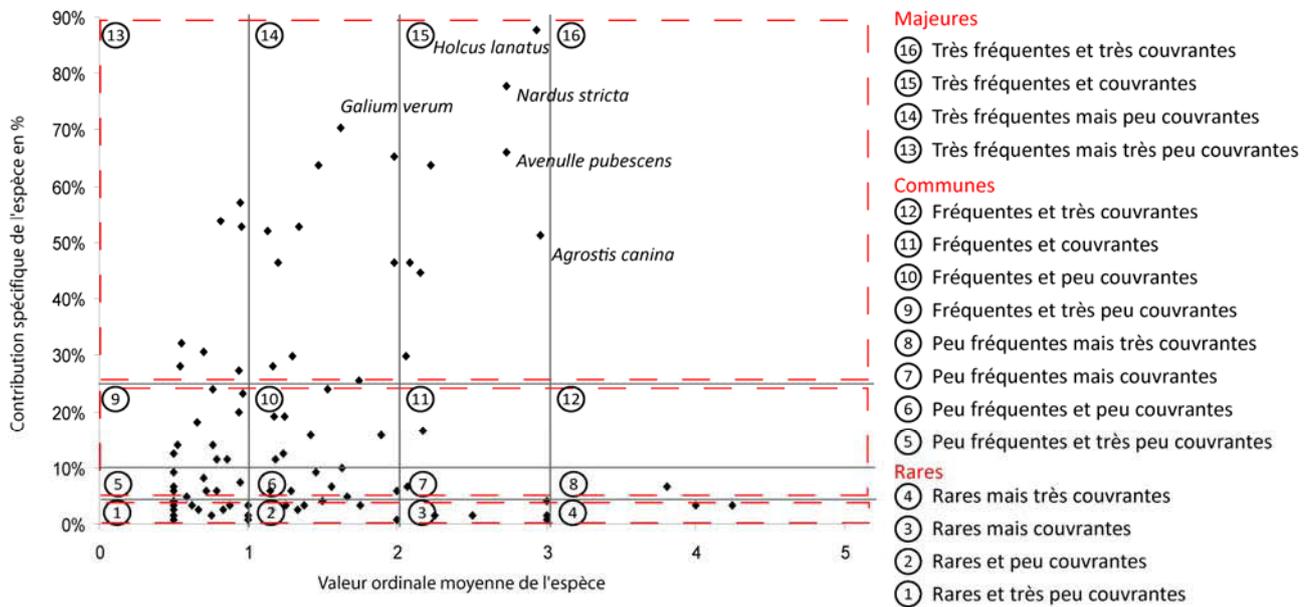
145. Vous rappelez-vous de l'évolution du cheptel ?

146. Rotation des types de cheptels sur les parcs se faisait-elle ?

147. L'utilisation de la zone d'estive vous semblait-elle plus courante, plus intense qu'aujourd'hui ?

148. La conduite de l'estive a-t-elle changé ?

ANNEXE II : Fréquence de recouvrement des espèces sur Manson, Orcines et Recoleine



Majeures

Classe 16 : aucune espèce.

Classe 15 : *Agrostis canina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avenula pubescens*, *Deschampsia flexuosa*, *Cytisus scoparius*, *Deschampsia cespitosa*, *Holcus lanatus*, *Nardus stricta*.

Classe 14 : *Crataegus monogyna*, *Festuca rubra*, *Galium molugo*, *Poa pratensis*, *Galium verum*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus bulbosus*, *Rubus fruticosus*, *Stellaria graminea*, *Trifolium repens*.

Classe 13 : *Carum carvi*, *Luzula campestris*, *Rumex acetosa*, *Veronica persica*, *Taraxacum officinale*, *Veronica officinalis*, *Viola tricolor*.

Communes

Classe 12 : aucune espèce.

Classe 11 : *Euphorbia cyparissias*.

Classe 10 : *Calluna vulgaris*, *Cirsium acaule*, *Hieracium pilosella*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Thymus pulegioides*, *Urtica dioica*.

Classe 9 : *Achillea millefolium*, *Briza media*, *Carduus*, *Genista sagittalis*, *Cerastium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Poa annua*, *Rosa canina*, *Vicia sepium*.

Classe 8 : *Pteridium aquilinum*.

Classe 7 : *Ranunculus acris*.

Classe 6 : *Brachypodium pinnatum*, *Cruciata laeviceps*, *Fragaria vesca*, *Geranium robertianum*, *Poa chaixii*, *Rubus idaeus*.

Classe 5 : *Bromus mollis*, *Digitalis purpurea*, *Myosotis sylvatica*, *Tragopogon pratensis*, *Pinus sylvestris*, *Rumex acetosella*, *Vicia cracca*.

Rares

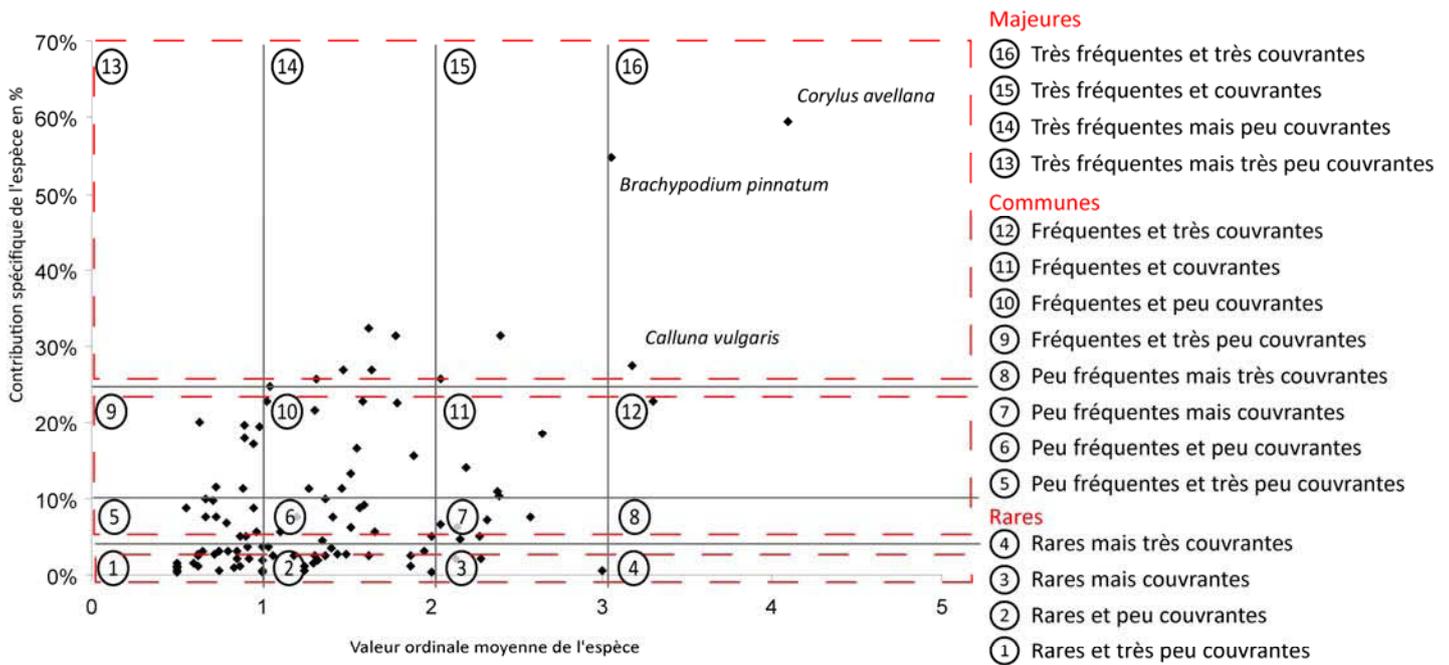
Classe 4 : *Arrhenatherum elatius*, *Juncus conglomeratus*.

Classe 3 : *Bromus erectus*, *Caltha palustris*, *Carex vesicaria*, *Helianthemum nummularium*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium aparine*, *Lamium purpureum*, *Lemna minor*, *Lolium perenne*, *Milium effusum*.

Classe 2 : *Acer platanoides*, *Acer pseudo-platanus*, *Asperula hirta*, *Cystopteris fragilis*, *Carex*, *Corylus avellana*, *Danthonia decumbens*, *Fraxinus excelsior*, *Hypericum maculatum*, *Juniperus communis*, *Myosotis scopioides*, *Plantago major*, *Potentilla erecta*, *Ranunculus flammula*, *Salix*, *Salix caprea*, *Sorbus*.

Classe 1 : *Ajuga reptans*, *Alopecurus pratensis*, *Apera spica-venti*, *Carex extensa*, *Betula pendula*, *Carex ericetorum*, *Cerastium diffusum*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylorhiza maculata*, *Dianthus carthusianorum*, *Genista hispanica*, *Hedera helix*, *Hordeum murinum*, *Knautia arvensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Luzula sylvatica*, *Lychnis flos-cuculi*, *Myosotis arvensis*, *Myosotis nemorosa*, *Orobanche rapum-genistae*, *Phleum pratense*, *Picea abies*, *Planthera bifolia*, *Polygala serpyllifolia*, *Polygonum bistorta*, *Prunus*, *Rhinanthus minor*, *Saxifraga granulata*, *Silene dioica*, *Silene vulgaris*, *Ulmus glabra*, *Veronica chamaedrys*.

Figure 124 : ANNEXE II. Fréquence de recouvrement des espèces sur Manson



Majeures

Classe 16 : *Brachypodium pinnatum*, *Calluna vulgaris*, *Corylus avellana*.

Classe 15 : *Anthoxanthum odoratum*, *Fagus sylvatica*.

Classe 14 : *Agrostis canina*, *Galium verum*, *Poa pratensis*, *Potentilla erecta*, *Thymus pulegioides*.

Classe 13 : aucune espèce.

Communes

Classe 12 : *Pteridium aquilinum*

Classe 11 : *Nardus stricta*, *Poa nemoralis*, *Urtica dioica*, *Vaccinium myrtillus*.

Classe 10 : *Betula pendula*, *Crataegus monogyna*, *Deschampsia flexuosa*, *Euphorbia cyparissias*, *Helianthemum nummularium*, *Hypericum maculatum*, *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata*, *Salix*, *Trifolium repens*, *Veronica persica*.

Classe 9 : *Achillea millefolium*, *Avenula pubescens*, *Campanula rotundifolia*, *Dianthus alpinus*, *Stachys officinalis*, *Stellaria graminea*, *Taraxacum officinale*, *Viola tricolor*.

Classe 8 : aucune espèce.

Classe 7 : *Fragaria vesca*, *Galium saxatile*, *Picea abies*, *Poa chaixii*, *Rubus idaeus*, *Geranium robertianum*.

Classe 6 : *Dryopteris filix-mas*, *Holcus lanatus*, *Lamium purpureum*, *Oxalis acetosella*, *Pinus sylvestris*, *Ranunculus bulbosus*, *Rubus fruticosus*.

Classe 5 : *Briza media*, *Carum carvi*, *Centaurea nigra*, *Dactylis glomerata*, *Dianthus monspessulanus*, *Festuca rubra*, *Galium molugo*, *Knautia arvensis*, *Trifolium pratense*.

Rares

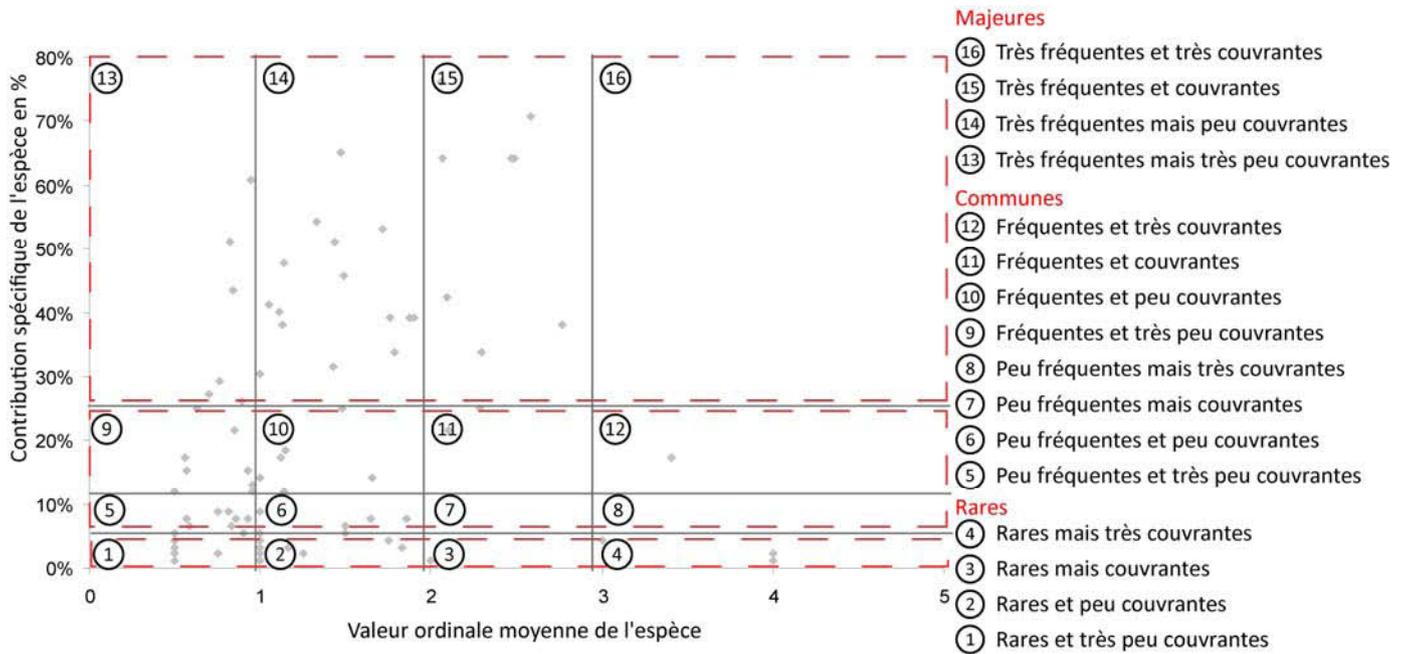
Classe 4 : aucune espèce.

Classe 3 : *Brachypodium sylvaticum*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Lolium perenne*, *Luzula sylvatica*.

Classe 2 : *Arrhenatherum elatius*, *Asperula hirta*, *Carex*, *Cynosurus cristatus*, *Cytisus scoparius*, *Euphorbia hyberna*, *Euphrasia nemorosa*, *Ilex aquifolium*, *Juncus effusus*, *Juncus tenuis*, *Leontodon autumnalis*, *Luzula campestris*, *Paris quadrifolia*, *Phleum pratense*, *Plantago major*, *Poa annua*, *Primula eliator*, *Prunella vulgaris*, *Prunus*, *Quercus*, *Rhinanthus minor*, *Salix caprea*, *Sedum acre*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium uliginosum*, *Vicia cracca*, *Vicia sepium*.

Classe 1 : *Achillea distans*, *Ajuga reptans*, *Alchemilla monticola*, *Astrantia major*, *Bromus erectus*, *Bromus mollis*, *Campanula glomerata*, *Carduus*, *Cirsium acaule*, *Dactylorhiza maculata*, *Danthonia decumbens*, *Deschampsia cespitosa*, *Dianthus carthusianorum*, *Digitalis purpurea*, *Gentiana lutea*, *Goodyera repens*, *Hieracium pilosella*, *Hypericum montanum*, *Jasione montana*, *Koeleria cristata*, *Lamium album*, *Lilium martagon*, *Linaria repens*, *Lolium multiflorum*, *Polygala serpyllifolia*, *Pulmonaria officinalis*, *Ranunculus acris*, *Rosa canina*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Scabiosa columbaria*, *Silene vulgaris*, *Sorbus*, *Tragopogon pratensis* ;, *Veronica officinalis*, *Viola reichenbachiana*.

Figure 125 : ANNEXE II. Fréquence de recouvrement des espèces sur Orcines



Majeures

Classe 16 : *Brachypodium pinnatum*, *Calluna vulgaris*, *Corylus avellana*.

Classe 15 : *Agrostis canina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Brachypodium pinnatum*, *Galium verum*, *Nardus stricta*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*.

Classe 14 : *Achillea millefolium*, *Avenula pubescens*, *Briza media*, *Cytisus scoparius*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Juniperus communis*, *Lotus corniculatus*, *Picea abies*, *Poa pratensis*, *Stellaria graminea*, *Trifolium pratense*, *Veronica persica*.

Classe 13 : *Carduus*, *Luzula campestris*, *Ranunculus bulbosus*, *Rumex acetosa*, *Taraxacum officinale*, *Thymus pulegioides*.

Communes

Classe 12 : *Pteridium aquilinum*

Classe 11 : *Calluna vulgaris*.

Classe 10 : *Hieracium pilosella*, *Phleum pratense*, *Rhinanthus minor*, *Stachys officinalis*, *Urtica dioica*.

Classe 9 : *Ajuga reptans*, *Asperula hirta*, *Bromus mollis*, *Campanula rotundifolia*, *Carum carvi*, *Poa nemoralis*, *Veronica officinalis*.

Classe 8 : aucune espèce.

Classe 7 : aucune espèce.

Classe 6 : *Achillea distans*, *Astragalus*, *Cynosurus cristatus*, *Galium odoratum*, *Vicia cracca*, *Viola tricolor*.

Classe 5 : *Cirsium acaule*, *Deschampsia cespitosa*, *Dianthus alpinus*, *Hypericum maculatum*, *Leontodon autumnalis*, *Polygala serpyllifolia*, *Potentilla erecta*, *Ranunculus acris*, *Rosa canina*, *Vicia sepium*.

Rares

Classe 4 : *Geranium robertianum*, *Veronica chamaedrys*.

Classe 3 : *Brachypodium sylvaticum*.

Classe 2 : *Digitalis purpurea*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium aparine*, *Lolium multiflorum*, *Melica nutans*, *Plantago major*, *Ranunculus flammula*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*.

Classe 1 : *Aquilegia vulgaris*, *Briza minor*, *Campanula glomerata*, *Carex*, *Centaurea nigra*, *Crataegus monogyna*, *Danthonia decumbens*, *Dianthus monspessulanus*, *Fraxinus excelsior*, *Genista sagitalis*, *Hypericum montanum*, *Jasione montana*, *Knautia arvensis*, *Lamium purpureum*, *Linaria repens*, *Malva*, *Prunella vulgaris*, *Ribes uva-crispa*, *Rumex acetosella*, *Salix*, *Saxifraga granulata*, *Scabiosa columbaria*, *Sedum acre*, *Senecio jacobea*, *Silene vulgaris*, *Sorbus*, *Tragopogon pratensis*.

Figure 126 : ANNEXE II. Fréquence de recouvrement des espèces sur Recoleine

ANNEXE III : Comparaison des données issues de la cartographie 2004, avec celles de terrain 2009.

Les données issues de la digitalisation sont parfois faussées par un manque de visibilité des landes et des espèces de friche comme les ronces. Nous proposons ici un comparatif de ces données, représentées schématiquement en transect avec les relevés par strates illustrés (tab.16-17). A nouveau, les tendances varient selon les estives, mais l'on peut remarquer une **proportion nettement plus importante des landes et arbustes sur le terrain**. Notons toutefois que cette représentation **ne tient pas compte de l'impact du bétail**, notamment sur les landes. Celles que l'on retrouve sur le terrain et qui ne sont pas visibles en aérien sont très impactées par le troupeau et ne constituent pas d'obstacle à sa circulation.

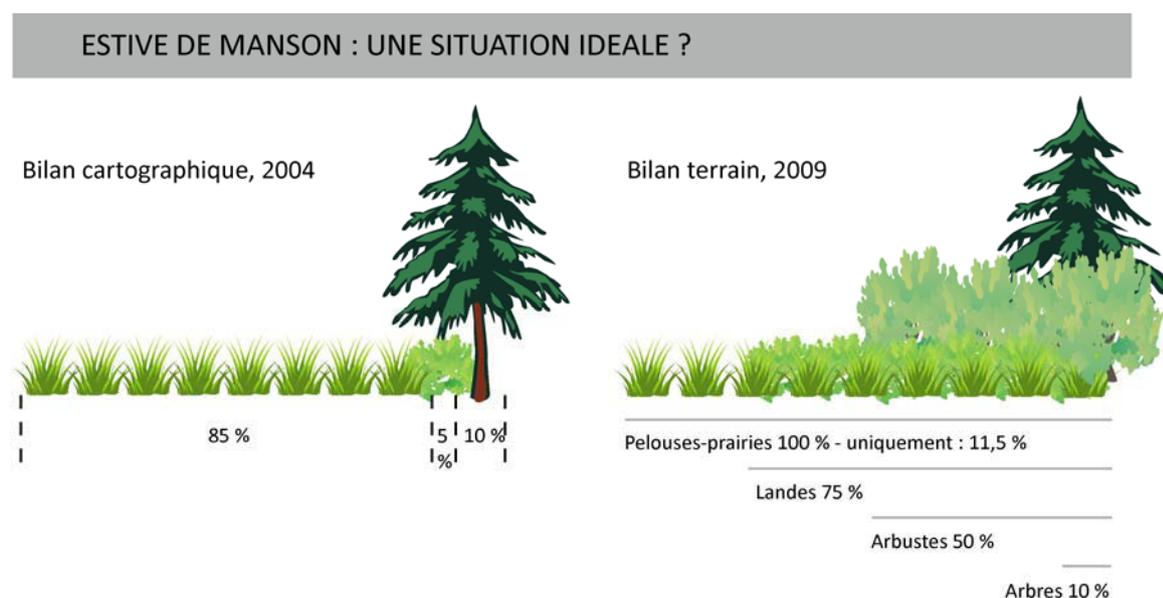


Figure 127 : Annexe III. Comparaison de la cartographie 2004 et des relevés de terrain 2009 sur Manson.

On peut remarquer sur Manson une différence certaine entre l'analyse des relevés et celle des photographies aériennes (fig.127). D'abord, les relevés composés uniquement d'herbacées ne sont que de 11,5 %. En effet, les plantules de *Cytisus scoparius*, très impactées, ne sont pas visibles en aérien. Mais l'analyse des relevés (tab.17) montre que celles-ci sont prépondérantes et présentes dans 75 % d'entre eux. Les arbustes sont également beaucoup moins présents en aérien, les espèces associées à cette strate : *Rosa canina*, *Rubus sp.*, et *Crataegus monogyna* sont peu visibles, surtout les *Rubus*. En revanche, les arbres sont très bien reconnus. Le bilan terrain pourrait présenter une estive beaucoup plus fermée qu'elle n'en a l'air sur les photographies aériennes, mais comme nous l'avons observé, les plantules sont très impactées, et les sous-bois majoritairement clairs et seulement 3 relevés sur 122 ne contiennent pas d'herbacées.

Sur Recoleine (fig.128), cette comparaison montre aussi des différences certaines. D'abord, les herbacées sont également présentes partout, malgré la nature résineuse des ligneux. Le couvert uniquement herbacé est le plus fort des trois estives étudiées (27 %). Il n'indique pas pour autant, un couvert égal selon la couverture résineuse (massifs forestiers très pauvres avec moins de 5 espèces herbacées). Ensuite, les pourcentages de landes, très faibles, repérés par l'analyse cartographique sont ici beaucoup plus importants : 5 % contre 57 %. Plusieurs facteurs sont à l'origine de ces différences. D'abord, en bovin, les plantules de *Cytisus scoparius* et de fougères girobroyées sont très nombreuses et peu visibles sur les photographies aériennes. On remarque aussi des sous-bois arbustifs et de landes dans tous les parcs, masqués par les arbres. Cette dernière strate est, par ailleurs, bien discriminée avec 44 % de relevés contenant des arbres contre 40 % en aérien.

ESTIVE DE RECOLEINE : UNE FERMETURE INTENSE ?

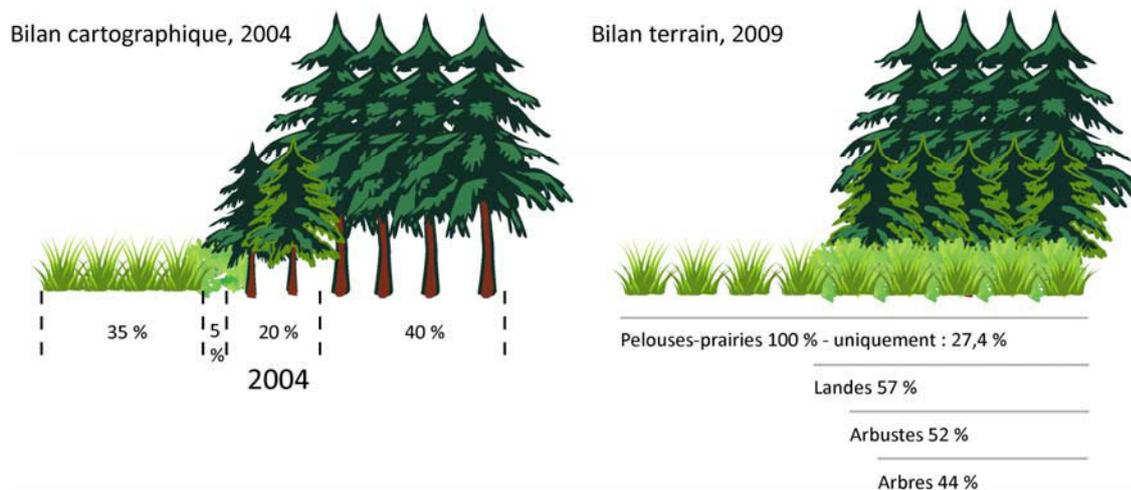


Figure 128 : Annexe III. Comparaison de la cartographie 2004 et des relevés de terrain 2009 sur Recoleine.

ESTIVE D'ORCINES : CONDAMNÉE ?

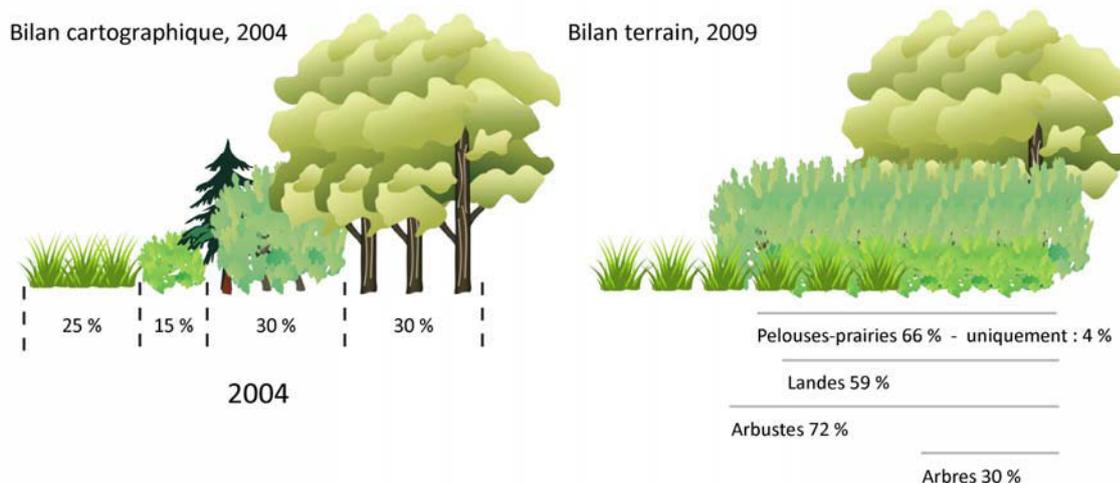


Figure 129 : Annexe III. Comparaison de la cartographie 2004 et des relevés de terrain 2009 sur Orcines.

Sur Orcines aussi, la comparaison entre le terrain et la cartographie montre des différences notables (fig.129). Sur cette estive, 34 % des relevés floristiques ne contiennent pas d'herbacées ou moins de deux espèces à recouvrement faible. Ces relevés ont été effectués au sein des corylaies du secteur. On peut donc s'associer aux autres analyses en écologie contraintes aux milieux fermés, en établissant que ceux-ci sont très peu diversifiés voire monospécifiques. Par ailleurs, seulement 4 % des relevés sont uniquement herbacés. Les landes sont en réalité présentes dans 59 % des relevés, contre 15 % en analyse cartographique. On peut ici aussi préciser qu'elles sont impactées par le troupeau, même s'il est moindre que sur Manson. La strate arbustive subit les plus fortes variations, elle est présente dans 72 % des relevés, qui sont principalement influencés par le parc principal. On la retrouve également en sous-bois de hêtres, donc non visibles sur photographies aérienne. La strate arborée est par ailleurs égale aux cartes.

ANNEXE IV : Cartes de facteurs physiques



Figure 130 : Annexe IV. Carte des altitudes. Issue de la Base de Données Altimétriques 2009.



Figure 131 : Annexe IV. Carte des pentes. Issue de la Base de Données Altimétriques 2009.

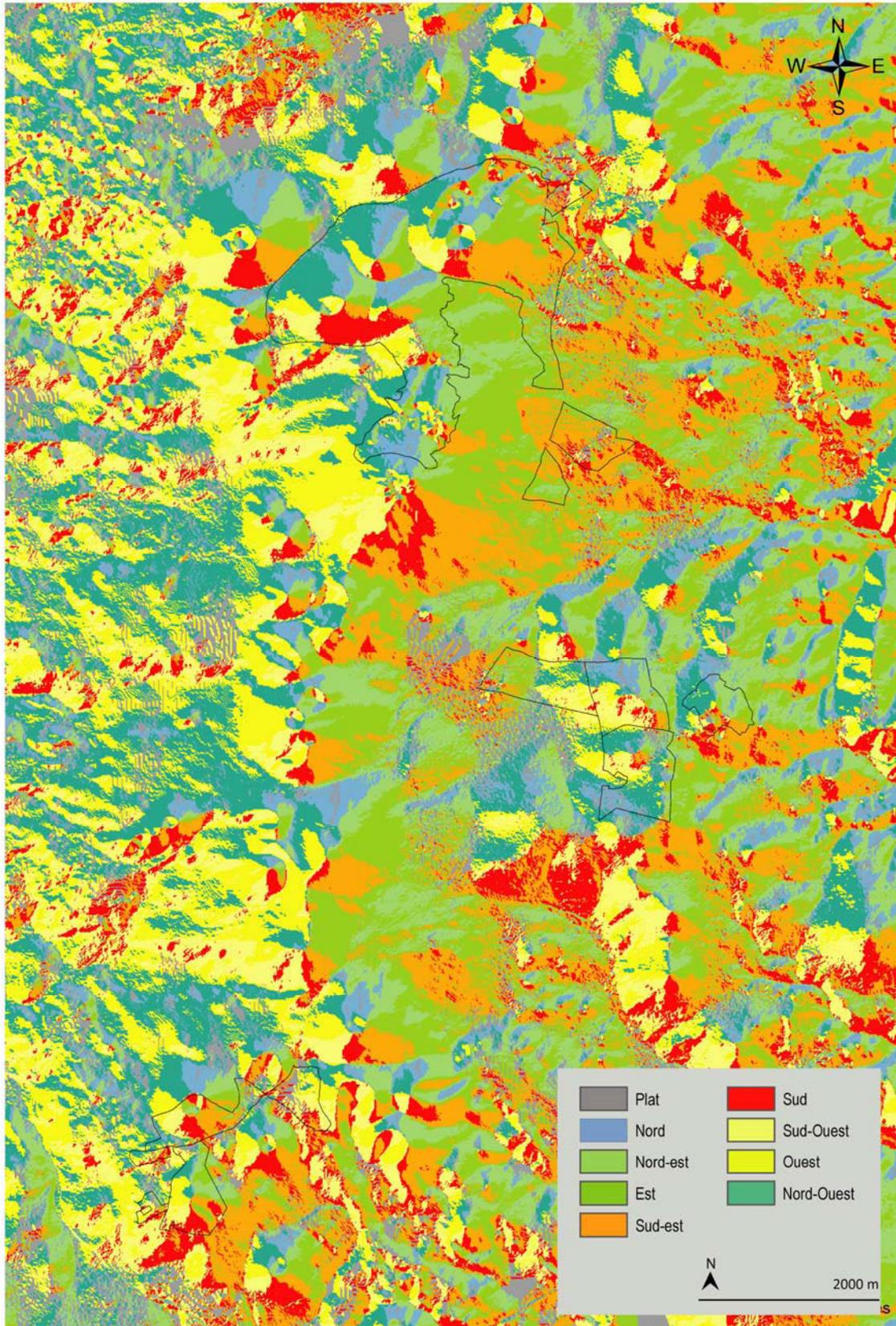


Figure 132 : Annexe IV. Carte des expositions. Issue de la Base de Données Altimétriques 2009.

AB : Agriculture Biologique
ACM : Analyse en Composantes Multiples
ACP : Analyse en Composantes Principales
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFC : Analyse Factorielle des Correspondances
AMAP : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne
AOP : Appellation d'Origine Protégée
CAB : Conversion à l'Agriculture Biologique
CAD : Contrat d'Agriculture Durable
CTE : Contrats Territoriaux d'Exploitation
DTA : Directive Territoire et Aménagement
EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée
FEADER : Fonds Européens Agricoles pour le Développement Rural
FISAC : Fond d'Intervention et de Sauvegarde de l'Artisanat et du Commerce
FFN : Fonds Forestier National
GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
ICHN : Indemnité compensatoire de Handicaps Naturels
IGP : Indication Géographique Protégée
ISM : Indemnité Spéciale Montagne
LMAP : Loi de Modernisation de l'Agriculture et de la Pêche
LOA : Loi d'Orientation Agricole
MAB : Maintien de l'Agriculture Biologique
MAE : Mesure Agri-Environnementale
MAER2 : Mesure Agri-Environnementale « Rotationnelle »
MAET : Mesure Agri-Environnementale Territorialisée
MNT : Modèle Numérique de Terrain
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique
OEFM : Observatoire Européen des Forêts de Montagne
OGAF : Opération Groupée d'Aménagement Foncier
OGM : Organisme Génétiquement Modifié
OLAE : Opération Locale Agri-Environnementale
ONU : Organisation des Nations Unies
PAC : Politique Agricole Commune
PHAE : Prime Herbagère Agri-Environnementale
PMTBC : Prime au Maintien des Troupeaux de Brebis et Chèvres
PMTVA : Prime au Maintien des Troupeaux de Vaches Allaitantes
PPEAN : Périmètre de Protection des Espaces Agricoles et Naturels périurbains
PPR : Plan de Prévention des Risques
PPRDF : Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier
PRM : Protection des Espèces Menacées
RDR : Règlement de Développement Rural
RTE-T : Réseaux TransEuropéens de Transport
RTM : Restauration des Terrains en Montagne
SAFER : Société d'Aménagement Foncier et d'Agriculture Durable
SAU : Surface Agricole Utile

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIG : Système d'Information Géographique
STG : Spécialité Traditionnelle Garantie
TIC : Technologies de l'Information et de la Communication
TINA : Transport Infrastructure Needs Assessment
UGB : Unité de Gros Bétail
UNESCO : *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZRR : Zone de Revitalisation Rurale

Figure 1 : Evolution du taux de couverture forestière mondiale sur la période 1980-2000 (<i>Millenium Ecosystem Assessment, 2005</i>).....	9
Figure 2 : Lecture d'un paysage complexe en mosaïque dans la Chaîne des puys (Massif central) : pâture collective au sommet des volcans (pelouses et landes du petit et grand Suchet), bosquets, zones forestières de régénération « naturelle » et artificielle, et pâturage privé en contrebas. Photo M.L. (2009).....	12
Figure 3 : Système Homme-milieu d'après Agarwal <i>et al.</i> (2002).....	12
Figure 4 : Présentation du terrain d'étude et synthèse méthodologique.....	16
Figure 5 : Schéma synthétique du cadre conceptuel de l'étude.....	22
Figure 6 : Caractérisation des zones défavorisées selon la Commission européenne. En marron : zones de montagne à courte période de végétation et fortes pentes ; en orange : zones à risque d'abandon (mauvaise productivité de la terre, faible densité de population voire régression) ; et en vert : zones à handicaps spécifiques (maintien nécessaire des activités pour la conservation de l'environnement, l'entretien de l'espace naturel, la préservation du potentiel touristique).....	31
Figure 7 : Système agrosylvopastoral traditionnel (synthèse des travaux de Dorée, 1995 et Gibon, 1997).....	32
Figure 8 : Interférence du contexte macroéconomique moderne sur le système traditionnel défaillant (synthèse personnelle).....	33
Figure 9 : Quelques estives collectives dans les Parcs nationaux français (photos issues de la brochure des Parcs nationaux de France, 2011).....	34
Figure 10 : Typologie des espaces ruraux en France. Source : http://www.territoires.gouv.fr/typologie-des-espaces-ruraux	36
Figure 11 : Typologie des modes de colonisation (d'après Vanpeene-Bruhier, 1998).....	39
Figure 12 : Types de succession et vitesses théoriques des stades dynamiques (figure de synthèse réalisée à partir des travaux de : Loiseau <i>et al.</i> , 1981 ; Doche, 1983 ; Coquillard <i>et al.</i> , 1985, 1988 ; Doche, 1990 ; Michelin, 1992 ; Coquillard, 1993 ; Prévosto, 1999 ; Coll, 2003).	41
Figure 13 : Dynamique de <i>Cytisus scoparius</i> en systèmes pâturé ou sous-pâturé (d'après Carrère <i>et al.</i> , 2003).....	43
Figure 14 : Les 4 stades de la Callunaie d'après Doche (1982).....	43
Figure 15 : Dynamique végétale de la série à <i>Calluna vulgaris</i> -Nard.....	44
Figure 16 : Proportion de forêts dans les Massifs Européens (NORDREGIO, 2004).....	48
Figure 17 : Densité d'autoroutes dans les montagnes européennes (NORDREGIO, 2004).....	51
Figure 18 : Les Parcs naturels du Massif Central (issu de http://www.parc-massif-central.com	56
Figure 19 : Localisation du site d'étude (tranches d'altitudes définies selon la méthode des seuils naturels de Jenks, plaçant les limites aux endroits où se trouvent de grandes différences entre les valeurs).....	58
Figure 20 : Carte géologique de la Chaîne des Puys issue des travaux de Boivin (2004).....	59
Figure 21 : Synthèse de l'évolution de la végétation de la zone sur l'Holocène (d'après les travaux de Le Coeur, 1984 ; De Beaulieu <i>et al.</i> , 1987 ; Vergne, 1996 ; Aran <i>et al.</i> , 1998 ; Prévosto, 1999 ; Michelin <i>et al.</i> , 2001 ; Michelin, 2002 ; Miras <i>et al.</i> , 2004 ; Stebich <i>et al.</i> , 2005 ; Ballut <i>et al.</i> , 2008).....	61
Figure 22 : Emprises et déprises humaines successives sur le territoire et impacts sur la végétation (d'après Michelin, 1992 ; Michelin <i>et al.</i> , 1996 ; Michelin, 1995 et 2002).....	63
Figure 23 : Schéma synthétique d'un système agropastoral traditionnel.....	64
Figure 24 : Localisation des estives collectives de la Chaîne des Puys.....	66
Figure 25 : Descriptif des estives ovines de la Chaîne des Puys en 2011 (données agronomiques issues des entretiens avec les présidents de groupements pastoraux et données environnementales (surfaces, altitudes) issues des traitements cartographiques (SIG)).	67
Figure 26 : Descriptif des estives bovines et mixtes (sources identiques fig. 25).....	68
Figure 27 : Localisation des zones de protection Natura 2000 et ZNIEFF ; Espèces classées dans le livre rouge des espèces menacées (photographies M.L. et http://www.tela-botanica.org/).	72
Figure 28 : Carte des essences forestières des entités Natura 2000 de la Chaîne des Puys (Birard <i>et al.</i> , 2011).....	73

Figure 29 : Modèle global d'évolution ligneuse dans les estives.....	74
Figure 30 : Organigramme méthodologique.....	77
Figure 31 : Modèle d'évolution de la strate ligneuse (Picart <i>et al.</i> , 2001).....	83
Figure 32 : Description des types physiologiques en centre et lisières de parcelles, dynamiques végétales et difficultés de gestion associées (1) et estimation de l'état des stations centrales (2), d'après Picart <i>et al.</i> , 2001.....	84
Figure 33 : Critères de détermination selon Braun-Blanquet.....	85
Figure 34 : Plan d'échantillonnage systématique d'une maille de 150 m mis en place sur les estives de d'Orcines, Manson et Recoleine (du nord au sud)	93
Figure 35 : Distribution des familles au sein des estives.....	94
Figure 36 : Répartition de l'ensemble des espèces répertoriées selon leur contribution spécifique et leur taux de recouvrement.....	96
Figure 37 : Caractérisation des valeurs d'Ellenberg.....	97
Figure 38 : Spectres agronomiques du secteur	101
Figure 39 : Représentations factorielles de l'ensemble des espèces (à gauche) ainsi que des espèces communes et majeures (à droite) des parcs et estives échantillonnés. Tous les axes horizontaux correspondent à l'axe F1 et verticaux à F2. Par souci de lisibilité, les espèces n'ont pas été affichées.	102
Figure 40 : Représentation factorielle de l'ACP combinant les parcs et le type de strate des espèces indicatrices.....	103
Figure 41 : Types de lisières présentes dans les estives de la Chaîne des puys. Sur Monges sud à Manson, bétulaie de la classe 4, la hauteur des arbres permet ici au troupeau de pâturer sans difficultés de passage. Nord du puy Pariou sur Orcines avec un taillis de <i>Corylus avellana</i> dense et déjà colonisé par le hêtre rendant difficile la circulation du troupeau. Est du parc bovin de Recoleine, en contrebas du puy Pourcharet une ptéridaie dense empêche la libre circulation du troupeau (ML. 2009).....	109
Figure 42 : Comparaison des centres de parcelles sur Monges nord et sud (ML, 06/2009). (A) <i>Picea abies</i> disséminés sur Monges nord. (B) Bosquets de <i>Crataegus monogyna</i> sur Monges sud.....	111
Figure 43 : Comparaison des centres de parcelles sur l'estive d'Orcines (ML, 07/2009). (A) Front de <i>Corylus avellana</i> et saules gagnant sur la <i>Calluna vulgaris</i> au sommet du grand Suchet. (B) Bétulaie à sous-bois de Ptéridaie sur le parc du Péage (ML, 07/2009)	111
Figure 44 : Divers centres du parc du puy de Montgy. On peut remarquer la masse arborée sur les pentes du puy issue de la plantation à l'est. (A) la plaine de Montgy ouverte, et en (B) l'avancée des <i>Juniperus communis</i> (ML, 08/2009)	112
Figure 45 : Bilan de l'enfrichement dans le secteur étudié.....	114
Figure 46 : Troupeau sur le puy Pariou. (A) Passage conduit du troupeau dans une zone débroussaillée l'année précédente. Ici, le débroussaillage a été pratiqué en auréoles, facilitant l'accès au troupeau et son action sur les <i>Corylus avellana</i> . (B) L'accès au sommet est ainsi facilité (Photos du PNR, 2010)....	126
Figure 47 : Impact des pratiques et végétation sur l'estive de Manson. (A) Limite entre le parc de la Fontaine Saint-Aubin (à gauche) et le parc de Roche merle (à droite). On peut observer ici la présence de <i>Cytisus scoparius</i> sur Roche merle, cette espèce étant absente à Saint-Aubin. (B) Dissémination de <i>Cytisus scoparius</i> sur Roche Merle (M.L. 02/2009)	127
Figure 48 : Impact des pratiques et végétation sur l'estive ovine de Recoleine. (A) Junipéraie en contrebas du Puy de Montgy. On peut remarquer sur l'avant du front quelques arbustes impactés par le pâturage, mais très vite une barrière quasi-infranchissable se distingue (M.L. 07/2009). (B) Plaine de Montgy très utilisée, à <i>Festuca rubra</i> (M.L. 07/2009). (C) Parc de la Moulerir également très pâturé mais clôturé (espace moins contraint). (D) Parc de Lassolas en utilisation sylvopastorale (M.L. 03/2007).	128
Figure 49 : Pratiques et végétation de l'estive bovine de Recoleine. (A) Sommet du puy et traces de girobroyage (M.L. 08/2009) ; (B) Ptéridaie sur les flancs du puy (M.L. 07/2009) ; (C) Contrebas sud du puy et traces de girobroyage en bas de pentes (M.L. 08/2009) ; (D) Partie dégagée du parc à l'ouest du puy de Pourcharet, absence d'espèces envahissantes (M.L. 05/2008).....	131
Figure 50 : Pratiques et végétation des estives bovines avec rotation. (A) Nord de l'estive de Beaune-le-Chaud réservée aux équins l'hiver. (B) Zone sud et privatisée, piquetée de <i>Picea abies</i> (M.L. 02/2009). (C) Centre de Ternant piqueté de <i>Betula pendula</i> et <i>Cytisus scoparius</i> . (D) Zone est à <i>Ulex europaeus</i> (M.L. 02/2009). (E) Centre de Montmeyre, très peu embroussaillé. (F) Zone nord, <i>Cytisus scoparius</i> à l'extérieur et absence au sein du parc (M.L. 03/2009).	132
Figure 51 : Légende des cartes d'occupation du sol suivantes	139
Figure 52 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Beaune-le-Chaud entre 1974 et 2004.	140
Figure 53 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Ternant entre 1974 et 2004.....	141

Figure 54 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Montmeyre entre 1974 et 2004.	142
Figure 55 : Au premier plan, touffes de <i>Nardus stricta</i> à proximité du parc de tri et de la cabane de berger sur le parc principal d'Orcines, en arrière plan taillis de <i>Corylus avellana</i> sur le contrebas du petit puy de Dôme (ML, 07/09).	144
Figure 56 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Manson entre 1974 et 2004.	145
Figure 57 : Occupation du sol sur l'estive d'Orcines en 1974. Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.....	146
Figure 58 : Occupation du sol sur l'estive d'Orcines en 2004. Tableau de contingence : SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; C : cultures.....	147
Figure 59 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive des Fontêtes entre 1974 et 2004.....	148
Figure 60 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Recoleine entre 1974 et 2004.....	149
Figure 61 : Présentation des zones planes (tableau supérieur) et puys (tableau inférieur) du secteur.....	152
Figure 62 : Comparaison puy/plaine des Gouttes (Fontêtes) et de Montgy (Recoleine) en 2004, part des surfaces des zones planes (histogramme du haut) et puy (histogramme du bas), SN : sol-nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.	154
Figure 63 : Evolutions comparées des puys des Gouttes, de Montgy et de Pourcharet (de haut en bas) entre 1974 et 2004.....	156
Figure 64 : Evolution comparée des puys Pariou, Clierzou et Suchet sur Orcines (de haut en bas) entre 1974 et 2004.	158
Figure 65 : Carte postale ancienne, début 1900, du berger de Manson revenant au village (P. Loiseau).	169
Figure 66 : Photographie aérienne de l'estive de Manson en 1946. On peut remarquer des zones cultivées ou fauchées sur Monges, Saint-Aubin et Chabannat ainsi que sur le Puy de Manson.	169
Figure 67 : Chronique des événements majeurs de l'estive de Manson de 1800 à nos jours.	170
Figure 68 : Evolution diachronique de l'occupation du sol sur Manson (1950-2010).	171
Figure 69 : Evolution du chargement (UGB/ha) sur l'estive de Manson du début du XIXe siècle à nos jours.	173
Figure 70 : Layonnage sur l'estive de Manson (Photo. P. Loiseau, 1978).....	174
Figure 71 : Evolution du chargement (UGB/ha) sur l'estive de Recoleine du début du XIXe siècle à nos jours.	176
Figure 72 : Légende des cartes d'évolution de l'occupation du sol de Recoleine, part des surfaces correspondantes et évolutions sur la période 1950-2010.....	177
Figure 73 : Chronique des événements majeurs sur Recoleine de 1800 à nos jours.	178
Figure 74 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive de Recoleine de 1950 à nos jours.	179
Figure 75 : Puy de Montgy en 1978 (photo P. Loiseau).....	183
Figure 76 : Puy de Montgy en 2009 (photo ML).	183
Figure 77 : Evolution du chargement (UGB/ha) sur l'estive d'Orcines du début du XIXe siècle à nos jours. ..	185
Figure 78 : Légende des cartes d'évolution de l'occupation du sol d'Orcines, part des surfaces correspondantes et évolutions sur la période 1950-2010.....	185
Figure 79 : Chronique des événements majeurs sur Orcines du XIXe siècle à nos jours.....	186
Figure 80 : Evolution de l'occupation du sol sur l'estive d'Orcines de 1950 à nos jours.	187
Figure 81 : Comparaison de carte postale et photographie du Puy de Dôme prises du sectional de la Bruyère des moines (Collières) au début du XXe (en haut) et en 2009 (en bas).	192
Figure 82 : Parts de l'évolution des strates basses des estives de Manson, Recoleine et Orcines sur la période 1950-2010.	193
Figure 83 : Taux d'évolution des strates hautes des estives de Manson, Orcines et Recoleine sur la période 1950-2010.	195
Figure 84 : Taux d'évolution des zones de sol nu des estives de Manson, Recoleine et Orcines sur la période 1950-2010.	195
Figure 85 : Cartographie des dynamiques spatiales de l'estive de Manson.....	198
Figure 86 : Cartographie des dynamiques spatiales de l'estive de Recoleine.	198
Figure 87 : Cartographie des dynamiques spatiales de l'estive d'Orcines.	199
Figure 88 : Vaste zone ouverte du Traversin couverte de pelouses à nard et marquée par la présence discontinue de la lande à <i>Calluna vulgaris</i> , avec de nombreuses sentes du troupeau (ML 2009).	199
Figure 89 : Carte de l'amélioration des zones de pâturage sur la période 1950-2010 de l'estive de Manson.	202
Figure 90 : Carte de l'amélioration des zones de pâturage sur la période 1950-2010 de l'estive de Recoleine.	203
Figure 91 : Carte de l'amélioration des zones de pâturage sur la période 1950-2010 de l'estive d'Orcines. ..	203
Figure 92 : Carte des zones d'enrichissement sur la période 1950-2010 de l'estive de Manson.	205

Figure 93 : Carte des zones d'enfrichement sur la période 1950-2010 de l'estive de Recoleine.	205
Figure 94 : Carte des zones d'enfrichement sur la période 1950-2010 de l'estive d'Orcines.	206
Figure 95 : Successions végétales caractérisant l'évolution des strates de landes et de pelouses vers le stade arbustif sur le puy Montgy (Recoleine).	208
Figure 96 : Successions végétales caractérisant l'évolution des landes et pelouses vers un taillis arbustif sur Orcines. (A) représente l'ensemble des successions vers le stade arbustif. (B) indique les successions de type pelouse-lande-arbustif sur le Pariou. (C) indique les successions de landes à arbustes sur le Clierzou et le Grand Suchet et (D) celles des pelouses vers les arbustes sur le Pariou; ceci sur l'ensemble de la période analysée.	209
Figure 97 : Caractérisation et localisation des successions de type a (pelouse-lande-arbustif-arboré) sur les estives d'Orcines (parcs du Péage) et Recoleine (parc de Lassolas).	211
Figure 98 : Caractérisation et localisation des successions vers l'arboré sur l'estive de Manson ; type c : landes-arbustif-arboré ; type d : pelouses-landes-arboré ; type f : landes-arboré.	212
Figure 99 : Caractérisation et localisation des successions vers l'arboré sur l'estive d'Orcines. ; type b : pelouse-arbustif-arboré ; type c : landes-arbustif-arboré ; type d : pelouses-landes-arboré ; type e : pelouses-arboré ; type f : landes-arboré et type g : arbustif-arboré.	213
Figure 100 : Caractérisation et localisation des successions vers l'arboré sur l'estive d'Orcines. ; type b : pelouse-arbustif-arboré ; type c : landes-arbustif-arboré ; type d : pelouses-landes-arboré ; type e : pelouses-arboré ; type f : landes-arboré et type g : arbustif-arboré.	214
Figure 101 : Localisation des retraits agricoles sur les sectionaux d'Orcines, selon un gradient d'éloignement aux villages situés au sud-est de la zone.	216
Figure 102 : Caractérisation des zones de sol nu de Recoleine et d'Orcines en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (SW toutes les dates, SE seulement 1974 et 1985).	218
Figure 103 : Caractérisation des pelouses sur Recoleine et Orcines en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine, SW toute la période sauf 1996 au SE ; Orcines : SE toute la période sauf 2004 à l'est).	219
Figure 104 : Caractérisation des landes de Recoleine, d'Orcines et de Manson en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine : 1954 (SE), 1996 (S), reste de la période (SW) ; Orcines : 1954 et 1996 (NW), 1964 et 2004 (SE), 1974 et 1985 (NE) ; Manson 1954-1985 (NW), 1996-2004 (NE).	220
Figure 105 : Caractérisation des zones arbustives de Recoleine, d'Orcines et de Manson en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine : 1954 et 1974 (SE), 1964, 1974-1985 (SW), 2004 (S) ; Manson : 1954 et 1974 (N), 1964, 1985 et 2004 (NE), 1996 (NW).	222
Figure 106 : Caractérisation des zones arborées de Recoleine, d'Orcines et de Manson en fonction des facteurs physiques d'altitude, de pente (en degrés) et d'exposition (Recoleine : 1954-1996 (SE), 2004 (SW)).	223
Figure 107 : Représentation graphique des variables environnementales et des classes de couverture végétale, selon les axes F1 et F2 (50 %).	225
Figure 108 : Caractérisation de la lisière du parc Saint-Aubin sur Manson en fonction de l'occupation du sol, de l'ancien usage des sols et de l'exposition sur la période 1950-2010.	228
Figure 109 : Caractérisation de la lisière du parc de Monges sud (Saumur) sur Manson en fonction de l'occupation du sol, de l'ancien usage des sols et de l'exposition sur la période 1950-2010.	229
Figure 110 : Caractérisation de la zone de couchage du Grand Suchet sur Orcines sur la période 1950-2010. En couleur : les classes de couverture végétale actuelles ; en gris foncé : les zones de landes et pelouses stables sur la période ; en vert les coupes d'arbres et d'arbustes.	231
Figure 111 : Impact de la localisation du parc de tri et des abreuvoirs du parc principal d'Orcines au sud du Traversin sur l'établissement et les évolutions végétales récentes. On peut observer (B) les touffes de Nard au premier plan, (C) la mosaïque de Nard et de lande à <i>Calluna vulgaris</i> , (D1) le front arbustif (corylaie) et (D2) une ptéridaie.	233
Figure 112 : Typologie et évolutions générales du secteur pastoral (1974-2004).	240
Figure 113 : Typologie et évolutions comparées des estives ovines et bovines (1974-2004)	240
Figure 114 : Modèles et types d'évolution de la couverture végétale entre 1974 et 2004.	242
Figure 115 : Modèle d'évolution spatiale de la dynamique végétale en fonction du relief et des pratiques.	255
Figure 116 : Comparaison de la végétation des zones planes et des puys sur la période 1975-2004.	256
Figure 117 : Comparaison des déterminants et caractéristiques des systèmes déterministe et chaotique. ..	264
Figure 118 : Modèle d'évolution des herbacées en fonction des facteurs spatiaux et des pratiques.	268
Figure 119 : Modèle d'évolution des landes en fonction des facteurs spatiaux et des pratiques.	269

Figure 120 : Modèle d'évolution des strates hautes, zones alloties et érodées en fonction des facteurs spatiaux et des pratiques.....	270
Figure 121 : Proposition de plan de gestion concertée du domaine pastoral	289
Figure 122 : Evolution de la mosaïque paysagère au cours du temps (1954-2004).....	293
Figure 123 : ANNEXE I. Questionnaire d'enquêtes.	325
Figure 124 : ANNEXE II. Fréquence de recouvrement des espèces sur Manson.....	331
Figure 125 : ANNEXE II. Fréquence de recouvrement des espèces sur Orcines.....	332
Figure 126 : ANNEXE II. Fréquence de recouvrement des espèces sur Recoleine	333
Figure 127 : Annexe III. Comparaison de la cartographie 2004 et des relevés de terrain 2009 sur Manson...	335
Figure 128 : Annexe III. Comparaison de la cartographie 2004 et des relevés de terrain 2009 sur Recoleine.	336
Figure 129 : Annexe III. Comparaison de la cartographie 2004 et des relevés de terrain 2009 sur Orcines. ..	336
Figure 130 : Annexe IV. Carte des altitudes. Issue de la Base de Données Altimétriques 2009.	337
Figure 131 : Annexe IV. Carte des pentes. Issue de la Base de Données Altimétriques 2009.	338
Figure 132 : Annexe IV. Carte des expositions. Issue de la Base de Données Altimétriques 2009.	339

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Cadre législatif et réglementaire visant le développement et la protection des massifs et des zones défavorisées (1860 - 2010)	27
Tableau 2 : Synthèse des approches et méthodes des disciplines abordées	40
Tableau 3 : Les facteurs physiques (en noir) et biotiques (en vert) de la dynamique végétale	45
Tableau 4 : Les facteurs internes au territoire local et leurs conséquences sur la dynamique végétale	46
Tableau 5 : Morphopédologie des estives de la Chaîne des Puys (Photographies M.L. de gauche à droite : le Puy de Dôme, le Puy des Gouttes, le Nid de la Poule (petit Puy de Dôme), parc de Monges nord sur Manson, coulée volcanique des puys de La Vache et Lassolas à Saint-Saturnin)	70
Tableau 6 : Choix des trois estives représentatives.....	78
Tableau 7 : Codification de la couverture végétale	80
Tableau 8 : Espèces ligneuses majoritaires et capacité de propagation des espèces présentes dans la Chaîne des Puys (d'après Picart et Fleury, 2001)	82
Tableau 9 : Définition des indices d'Ellenberg	88
Tableau 10 : Classifications des coefficients d'abondance dominance selon différentes méthodes de quantification.....	95
Tableau 11 : Caractérisation des parcelles étudiées.....	105
Tableau 12 : Espèces ligneuses majoritaires, capacité de propagation des ligneux adapté aux espèces présentes dans la Chaîne des Puys et présence sur les parcs des estives représentatives (d'après Picart et Fleury, 2001)	106
Tableau 13 : Périmètres des parcs et embroussaillage des lisières	108
Tableau 14 : Répartition des classes d'espèces ligneuses sur les lisières embroussaillées des estives. Classe 1 : fruits charnus, classe 2 : espèces drageonnantes, classe 3 : résineuses à petites graines, classe 4 : petites graines, classe 5 : grosses graines (voir tab. 12).	108
Tableau 15 : Bilan de l'enfrichement des parcs.....	113
Tableau 16 : Nombre moyen d'espèces par relevé floristique selon le type de strate, compilation des relevés en ouvert/fermé et rappel des taux d'embroussaillage (méthode de Picart et Fleury, 2001).....	115
Tableau 17 : Part des relevés par strate dans le nombre total de relevés de l'estive.	115
Tableau 18 : Prix de vente des différentes productions (AGRESTE Auvergne, 2012)	123
Tableau 19 : Part des surfaces (en pourcentage) entre 1974 et 2004 pour les estives et parcs bovins.	139
Tableau 20 : Part des surfaces (en pourcentage) des estives et parcs ovins en 1974 et 2004.	144
Tableau 21 : Part des surfaces (en pourcentage) des zones planes des estives en 1974 et 2004.....	151
Tableau 22 : Part des surfaces en zones planes du secteur en 1974 (à gauche) et 2004 (à droite)	151
Tableau 23 : Part des surfaces (en pourcentage) des puys et zones de fortes pentes des estives en 1974 et 2004.	155

Tableau 24 : Part des surfaces (en pourcentage) des puys et zones de fortes pentes du secteur en 1974 (à gauche) et 2004 (à droite).....	155
Tableau 25 : Part des surfaces (en pourcentage) des puys de Pourcharet et Montgy sur Recoleine en 1974 et 2004.....	157
Tableau 26 : Part des surfaces (en pourcentage) des puys et zones de fortes pentes d'Orcines en 1974 et 2004.....	159
Tableau 27 : Comparaison des Unités de Gros Bétail des estives bovines entre leur création et l'actuel (données issues des enquêtes et de Bordessoule (2001) pour Beaune-le-Chaud.	162
Tableau 28 : Comparaison des Unités de Gros Bétail des estives ovines entre la création des estives et l'actuel.	163
Tableau 29 : Part des surfaces de l'occupation du sol de Manson sur la période 1950-70.	173
Tableau 30 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Manson sur la période 1975-86.	174
Tableau 31 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Manson pour la période 1990-2005. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré ; ZH : zones humides.	175
Tableau 32 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Recoleine pour la période 1950-60. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.	177
Tableau 33 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Recoleine pour la période 1965-90. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.	181
Tableau 34 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol de Recoleine pour la période 1965-90. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.	182
Tableau 35 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol d'Orcines pour la période 1950-70.	189
Tableau 36 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol d'Orcines pour la période 1970-90.	190
Tableau 37 : Part des surfaces (en pourcentage) de l'occupation du sol d'Orcines pour la période 1990-aujourd'hui. SN : sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré.	191
Tableau 38 : Caractérisation de la dynamique des espaces.	197
Tableau 39 : Bilan de l'amélioration du pâturage sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers la pelouse sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.....	202
Tableau 40 : Bilan de l'enfrichement sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers la lande sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.	206
Tableau 41 : Bilan de la colonisation arbustive sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers l'arbustif sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.....	207
Tableau 42 : Bilan de la colonisation arborée sur Manson, Orcines et Recoleine. Les parts sont en pourcentage de l'ensemble des séquences vers l'arboré sur l'estive et en pourcentage de la superficie totale de l'estive.....	210
Tableau 43 : Classification des données physiques selon les seuils visibles de la distribution.	224
Tableau 44 : Evolution de la couverture végétale des estives ovines et bovines entre 1974 et 2004.	239
Tableau 45 : Evolution de la couverture végétale des paysages à fermeture intense entre 1974 et 2004.	241
Tableau 46 : Evolution de la couverture végétale des paysages ouverts mais partiellement arborés entre 1974 et 2004. SN: sol nu, affleurements rocheux ; P : pelouses ; L : landes ; a : arbustif ; A : arboré, C : cultures.	243
Tableau 47 : Evolution de la couverture végétale des paysages en dynamique d'ouverture entre 1974 et 2004.	245
Tableau 48 : Evolution de la couverture végétale des zones planes entre 1974 et 2004.....	256
Tableau 49 : Evolution de la couverture végétale des zones de fortes pentes entre 1974 et 2004.....	256
Tableau 50 : Caractérisation de la nature et des évolutions des écosystèmes de la Chaîne des Puys selon l'approche du MEA (2005)	277
Tableau 51 : Fonctions, biens et services des écosystèmes selon De Groot <i>et al.</i> , 2002 et Lavorel <i>et al.</i> (2008)	279

Remerciements	5
Avant-propos	7
Introduction générale	9

PARTIE 1 - CADRES CONCEPTUEL – SOCIO-ENVIRONNEMENTAL ET METHODOLOGIQUE 19

Introduction.....	21
CHAPITRE 1. CADRE CONCEPTUEL.....	21
I. Du paysage à la gestion.....	23
I.1. Le Paysage – sujet de représentations.....	23
I.2. Approches pluridisciplinaires de la notion de paysage.....	24
I.3. Le paysage, support de développement territorial	25
I.4. Paysage et services écosystémiques.....	28
II. Les paysages des moyennes montagnes européennes en déprise.....	29
II.1. De la déprise au manque d'emprise agricole en moyenne montagne européenne....	29
II.2. Bouversements du système agrosylvopastoral traditionnel.....	32
II.2.1. Le pastoralisme en France et en Europe : état des lieux.....	32
II.2.2. Le pastoralisme comme dynamique écologique	35
II.3. Vers une typologie des espaces de moyenne montagne.....	35
II.4. De la fermeture du paysage à la mosaïque paysagère.....	37
III. Les outils d'analyse de la dynamique végétale.....	38
III.1. Une Colonisation ligneuse aux multiples facettes.....	38
III.1.1. L'ambigüité de l' « état initial »	38
III.1.2. Des modalités de succession et de propagation variables.....	38
III.1.3. Des approches disciplinaires diverses.....	40
III.2. Les successions végétales.....	41
III.2.1. La dynamique du Genêt à balais (Cytisus scoparius)	42
III.2.2. La dynamique de la série callunaie-nardaie.....	43
III.3. Rôle des facteurs physiques, agraires, anthropiques et spatiaux.....	44
III.3.1. Les facteurs d'origine physique.....	44
III.3.2. Les facteurs d'origine anthropique.....	45
IV. Les outils de gestion.....	46
IV.1. La nécessité d'une gestion adaptée	46
IV.1.1. Maîtrise, mise en valeur et protection de l'espace.....	47
IV.1.2. Valorisation économique des zones de moyenne montagne	48
IV.1.3. Des aménagements spécifiques nécessaires.....	50
IV.2. Les pratiques d'entretien de l'espace.....	51
IV.2.1. Les pratiques traditionnelles de gestion de l'espace.....	52
IV.2.2. L'apport des connaissances scientifiques à la gestion de ces pratiques.....	53
Conclusion.....	54

CHAPITRE 2. CADRE SOCIO-ENVIRONNEMENTAL.....55

I. Présentation de la Chaîne des Puys.....	55
I.1. Généralités.....	55
I.2. Caractéristiques physico-géographiques.....	57
I.3. Evolution holocène de la végétation dans le secteur d'étude.....	60
II. Les estives, témoins de l'occupation humaine du secteur.....	62
II.1. La relation Homme-Milieu.....	62
II.2. Les estives de la Chaîne des Puys.....	64
II.2.1. Le système agrosylvopastoral traditionnel.....	64
II.2.2. Les estives actuelles.....	65
II.2.3. Représentativité morphopédologique des estives.....	69
II.3. Une biodiversité reconnue.....	71
II.3.1. Des zones ouvertes protégées.....	71
II.3.2. ... mais menacées par l'évolution ligneuse.....	71
Conclusion.....	75

CHAPITRE 3. CADRE METHODOLOGIQUE..... 77

I. Démarche méthodologique adoptée et stratégie d'acquisition des données.....	78
I.1. Choix du niveau de résolution.....	78
I.2. Constitution d'un système d'information géographique.....	79
I.2.1. Photo-interprétation de l'occupation du sol.....	79
I.2.2. Analyse diachronique.....	80
I.2.3. Production du MNT et des cartes dérivées.....	80
I.2.4. Production d'outils d'analyse des pratiques.....	81
I.3. Acquisition des données endogènes.....	81
I.3.1. Diagnostic d'embroussaillement des parcelles.....	82
I.3.2. Données botaniques et environnementales.....	85
I.3.3. Données socio-économiques et pratiques empiriques.....	86
II. Méthodologie d'analyse des résultats.....	87
II.1. Analyse cartographique spatio-temporelle.....	87
II.2. Choix des espèces et analyse de la biodiversité	87
II.3. Analyse statistique	88
Conclusion.....	88

PARTIE 2 – DIAGNOSTIC DE L'ETAT ACTUEL DES ESTIVES 89

Introduction.....	91
-------------------	----

CHAPITRE 4. CARACTERISATION DE LA VEGETATION ACTUELLE..... 91

I. Caractérisation de la végétation des estives.....	91
I.1. Protocole expérimental	92
I.1.1. Préparation au terrain	92
I.1.2. Phase de terrain	92
I.1.3. Phase de traitement des données	92

I.2. Caractéristiques de la flore échantillonnée.....	94
I.2.1. Représentativité des espèces.....	95
I.2.2. Analyse de la biodiversité.....	98
I.2.3. Analyse agronomique des relevés.....	99
I.3. Organisation floristique en fonction des variables environnementales.....	100
I.3.1. Caractérisation des grandes tendances des groupements floristiques.....	101
I.3.2. Caractérisation des regroupements par strates.....	103
II. Etat actuel de l'enrichissement.....	104
II.1. Description des patrons de propagation des ligneux.....	104
II.2. Caractérisation de l'état général d'embroussaillement des parcelles.....	104
II.3. Les particularités des lisières de parcelles.....	107
II.4. Les centres de parcelles.....	110
III. Synthèse des résultats.....	112
III.1. Bilan de l'enrichissement dans le secteur.....	113
III.2. Apport des analyses de terrain.....	114
Conclusion.....	118

CHAPITRE 5. LES ENJEUX ACTUELS DE L'ELEVAGE ET DES PRATIQUES PASTORALES..... 119

I. Les Exploitations utilisatrices des estives.....	119
I.1. Caractérisation des exploitations enquêtées	119
I.1.1. Généralités.....	120
I.1.2. Structures agricoles.....	121
I.2. Fonctionnement des exploitations.....	121
I.2.1. Type de cheptel.....	121
I.2.2. Système de production.....	122
I.2.3. Durabilité et capacité d'extension des exploitations.....	122
II. Les pratiques actuelles en estive, difficultés et enjeux.....	123
II.1. Les pratiques spécifiques au système ovin.....	123
II.1.1. Conditions des estives ovines.....	124
II.1.2. Types de pratiques.....	124
II.2. Les pratiques spécifiques au système bovin.....	129
II.2.1. Conditions des estives bovines.....	129
II.2.2. Types de pratiques.....	129
Conclusion.....	133

PARTIE 3 – EVOLUTIONS DIACHRONIQUES DE LA VEGETATION DES ESTIVES 135

Introduction.....	137
-------------------	-----

CHAPITRE 6. DYNAMIQUES VEGETALES REGIONALES DEPUIS 1974..... 137

I. Vers un cloisonnement forestier hétérogène.....	138
I.1. Considérations méthodologiques.....	138
I.2. Des espaces pastoraux bovins peu impactés.....	139
I.3. Des estives ovines en cours de fermeture.....	143

II. Rôle du contexte morphopédologique dans les évolutions végétales.....	150
II.1. Considérations méthodologiques.....	151
II.2. Evolution de la végétation des zones planes	151
II.3. Evolution de la végétation des puys et fortes pentes.....	155
III. Implications des pratiques pastorales générales.....	160
III.1. Evolution des pratiques en système bovin.....	161
III.2. Evolution des pratiques en système ovin.....	163
Conclusion.....	165
CHAPITRE 7. EVOLUTIONS SPATIO-TEMPORELLES A FINE ECHELLE DEPUIS 1954.....	167
I. Evolution de l'occupation du sol.....	167
I.1. Considérations méthodologiques.....	167
I.2. Estive de Manson.....	168
I.2.1. La fin du système traditionnel 1950-75	173
I.2.2. La période charnière 1975-86	174
I.2.3. Des années 1990 à aujourd'hui	175
I.3. Estive de Recoleine.....	176
I.3.1. La fin du système traditionnel 1950-65.....	177
I.3.2. La période charnière 1965-95.....	181
I.3.3. Des années 1995 à aujourd'hui.....	182
I.4. Estive d'Orcines.....	184
I.4.1. La fin du système traditionnel 1950-70.....	185
I.4.2. La période charnière 1970-85.....	189
I.4.3. Des années 1985 à aujourd'hui.....	191
I.5. Bilan général des évolutions.....	193
II. Typologie des successions.....	196
II.1. Considérations méthodologiques.....	196
II.2. Dynamique spatiale des évolutions.....	197
II.2.1. Localisation des zones stables.....	197
II.2.2. Localisation des espaces légèrement modifiés.....	197
II.2.3. Localisation des espaces à fortes mutations.....	200
II.3. Caractérisation des séquences évolutives.....	201
II.3.1. Des espaces pâturés de meilleure qualité.....	201
II.3.2. Embroussaillage de l'espace pâturé.....	204
II.3.3. Des colonisations arbustives et arborées variées	207
II.3.4. Autres successions.....	215
III. Implications des variables environnementales.....	216
III.1. Considérations méthodologiques.....	216
III.2. Spatialisation des strates basses.....	217
III.2.1. Répartition des zones de sol nu.....	217
III.2.2. Répartition des pelouses.....	218
III.2.3. Répartition des landes	220
III.3. Spatialisation des strates hautes.....	221
III.3.1. Répartition des stades arbustifs.....	221
III.3.2. Répartition des stades arborescents et arborés.....	223
III.4. Analyse factorielle des données environnementales.....	224
III.4.1. Considérations méthodologiques.....	224
III.4.2. Résultats de l'Analyse en Composantes Multiples.....	224

IV. Implications des pratiques agronomiques internes à l'estive.....	226
IV.1. Les difficultés de gestion des lisières.....	227
IV.2. L'impact des zones de couchage sur les types de couverture végétale.....	230
IV.3. Incidence de l'éloignement aux entrées de parcs et de parcs de tri.....	232
Conclusion.....	234

PARTIE 4 – DISCUSSION DES RESULTATS ET IMPLICATIONS EN MATIERE DE GESTION **235**

Introduction.....	236
-------------------	-----

CHAPITRE 8. UNE ANALYSE SINGULIERE POUR DES EVOLUTIONS MULTIPLES.....237

I. Typologie des espaces pastoraux.....	238
I.1. Trente ans d'évolutions synoptiques	238
I.2. Des évolutions variées selon le type de cheptel.....	239
I.3. De multiples trajectoires dans la dynamique de la végétation.....	240
I.3.1. Modèle de paysage à fermeture ligneuse intense	241
I.3.2. Modèle de paysage ouvert affecté par l'extension ligneuse.....	243
I.3.3. Modèles de paysages en cours d'ouverture.....	245
I.4. Bilan.....	246
II. Complexité des pratiques et impacts sur la végétation.....	246
II.1. Diversité et évolution des pratiques sur la zone pastorale.....	246
II.1.1. Evolution des pratiques traditionnelles.....	247
II.1.2. Pratiques actuelles sur le domaine pastoral.....	248
II.1.3. Diversité des pratiques d'aménagement et d'entretien de l'espace.....	249
II.2. Des aides et des contraintes externes.....	250
II.2.1. Législation et diversité des aides et financements extérieurs.....	250
II.2.1. Diversité des mesures de classement.....	250
II.3. Impact des pratiques et conséquences des crises sur la dynamique végétale.....	251
II.3.1. Des crises diverses complexifiant l'usage du domaine pastoral.....	251
II.3.2. Dynamique complexe de la végétation en lien avec la complexité des usages et leurs évolutions.....	252
II.4. Bilan.....	253
III. Une triple dimension spatiale des évolutions végétales.....	254
III.1. Des facteurs physiques d'hétérogénéité spatiale	254
III.2. Morphologie des parcs et éloignement aux villages.....	257
III.3. Implications topographiques et morphologie des parcs sur la circulation et le comportement du troupeau.....	258
III.4. Bilan.....	259
IV. Diversité des formes et mosaïque paysagère.....	259
IV.1. Dynamisme des espaces entre amélioration pastorale et fermeture.....	260
IV.1.1. Des espaces très dynamiques ?	260
IV.1.2. Des milieux ouverts plus diversifiés.....	261
IV.2.3. De multiples successions vers les ligneux	261
IV.2. Une mosaïque phyto-morphologique anthropique.....	262
IV.2.1. Des trajectoires chaotiques.....	263
IV.2.2. Hétérogénéité et biodiversité.....	265

IV.3. Bilan des évolutions observées.....	267
V. Perspectives et approfondissements.....	271
Conclusion.....	273
CHAPITRE 9. DES MODELES DE GESTION A ADAPTER.....	275
I. Conséquences en termes de gestion.....	275
I.1. Gestion de la biodiversité.....	275
I.2. Les apports de l'analyse économique des écosystèmes dans un cadre gestionnaire..	276
I.3. Gestion par la rénovation des territoires ruraux.....	280
II. Gestion par le pâturage.....	281
II.1. Pratiques.....	282
II.2. Zootechnique.....	284
II.3. Des pratiques anciennes mais modernes	285
II.4. Apports chimiques.....	286
III. Bilan et préconisations de gestion pour les estives de la Chaîne des puys.....	287
III.1. Généralités.....	287
III.2. Plan de gestion concertée du domaine pastoral.....	288
Conclusion.....	290
Conclusion générale.....	291
Bibliographie.....	297
Annexes.....	325
Glossaire des sigles.....	339
Liste des figures.....	341
Liste des tableaux.....	347
Table des matières.....	349

RESUME

DYNAMIQUES VEGETALES CONTEMPORAINES DANS LES ESTIVES DE LA CHAÎNE DES PUYs *pour une approche intégrée*

Les interactions systémiques entre l'Homme et son milieu sont étudiées dans cette thèse au travers de la dynamique de la végétation des domaines pastoraux de la Chaîne des Puys (Massif central, France). A partir d'analyses de terrain (phytosociologiques, agronomiques) et d'enquêtes agropastorales nous établissons un état des lieux des estives des Dômes. Une démarche diachronique vise ensuite la recherche des causes de l'extension ligneuse et ses conséquences sur la couverture végétale. Notre démarche d'analyse est fondée sur un triptyque végétation - milieu - pratiques établi sur plusieurs échelles spatio-temporelles. Les résultats montrent que la déprise agricole, symptomatique des zones de moyenne montagne, et la fermeture ligneuse des espaces qui lui est associée, ne caractérisent pas les trajectoires observées de la dynamique végétale. Ainsi, les nombreuses perturbations affectant le système (crises, pratiques) remet en cause la linéarité des successions observées dans la bibliographie, tant sur les vitesses de progression que sur les trajectoires et les espèces caractéristiques. Il apparaît alors que le concept de mosaïque phytomorphologique anthropique, proposé ici, soit plus adapté à la réalité du terrain et à l'intensité de l'usage de l'espace. Les composants de cette mosaïque et leurs évolutions suivent des trajectoires stochastiques voire chaotiques dont la caractérisation première tend vers une disparition des landes au profit de la strate herbacée et non à une fermeture généralisée des milieux.

Mots-clés : dynamique végétale, triptyque végétation-milieu-pratiques, fermeture du paysage, mosaïque phytomorphologique anthropique, non-linéarité, Chaîne des Puys.

ABSTRACT

CONTEMPORANEOUS VEGETATION DYNAMICS IN THE CHAÎNE DES PUYs COLLECTIVES PASTURES *for an integrated approach*

Systemic interactions between Human and environment are studied in this thesis through the vegetation dynamics of the Chaîne des Puys pastoral area (French Massif central). From field analyses (phytosociological, agronomic) and agropastoral inquiries we establish a diagnosis of the local pastures. The causes of the ligneous extension and its consequences on the vegetation cover are explored through a diachronic survey and mapping of landscape. Our analytical approach is established on a triptych vegetation - environment - practices based on three spatial and temporal scales. Results shows that agricultural abandonment, symptomatic of mountain area, correlated to spaces closure by woody strata, do not characterize the observed trajectories of vegetation dynamics. Thus, many disturbances affecting the system (crises, practices) questions the linearity of successions observed in the literature, and affect the vegetation progression velocity and its species characteristics. It appears that the concept of landscape mosaic controlled by dynamically interacting ecological and anthropogenic drivers, is more suited to the field reality and to the intensity of the space use. The mosaic components and their evolutions follow even stochastic or chaotic trajectories which first characterization goes to a healthland disappearance in favor of herbaceous stratum and not in a generalized landscape closure.

Key-words: vegetation dynamics, vegetation-environment-practices triptych, landscape closure, landscape mosaic controlled by dynamically interacting ecological and anthropogenic drivers, nonlinearity, Chaîne des Puys (French Massif central)