

SAVOIR FAIRE PÂTURER EN SIG

Philippe MIELLET*
Michel MEURET**
et Collaborateurs***

RÉSUMÉ Les combinaisons d'informations dans les SIG sont utilisées pour mieux comprendre le suivi de pâturage d'un troupeau de chèvres en Ardèche. Cette approche permet de superposer les plans d'information à disposition des chercheurs: végétation, zones de pâturage prévues, zones de pâturage effectif. Ce type de traitements pose des problèmes particuliers liés aux déplacements d'un troupeau dans le temps et on propose ici une solution simplifiée, qui permet déjà d'enrichir l'information disponible.

• ARDÈCHE • CONDUITE DE TROUPEAU
• PÂTURAGE • PLAN D'INFORMATION • SIG

ABSTRACT GIS combinations of information are used to understand the pattern followed by a grazing flock of goats in the Ardèche. The various layers of information available to researchers can be superimposed through this approach (vegetation, potential and actual grazing areas). In the course of such processing methods one is confronted to specific problems due to flocks moving from place to place over a certain period, for which a simplified solution is proposed, making it possible to add to the available information.

• ARDÈCHE • FLOCK HANDLING • GIS
• GRAZING • INFORMATION LAYER

RESUMEN Las combinaciones de informaciones en los SIG se utilizan para comprender mejor la continuidad de pastoreo de un rebaño de cabras en Ardèche. Este enfoque permite superponer los niveles de información facilitados a los investigadores: vegetación, zonas de pastoreo previstas, zonas de pastoreo efectivo. Este tipo de tratamiento plantea problemas particulares relacionados con los movimientos de un rebaño en el tiempo: proponemos una solución simplificada que permite enriquecer la información disponible.

• ARDÈCHE • CONDUCCIÓN DE REBAÑO
• NIVEL DE INFORMACIÓN • PASTOREO • SIG

Une recherche interdisciplinaire

L'analyse des répartitions d'un phénomène dans l'espace amène parfois des spécialistes de diverses disciplines à confronter leurs savoir-faire et à mettre au point conjointement de nouvelles techniques d'analyses. Le travail de recherche présenté ici est le résultat d'une collaboration entre l'INRA-SAD d'Avignon et le GIP RECLUS. Une réflexion est menée sur les possibilités d'ajouter une dimension d'abord cartographique, puis de gestion graphique des données par la mise au point d'un SIG, de façon à accroître les performances d'analyse des données de l'INRA, portant sur les pratiques de conduite des troupeaux au pâturage.

La problématique pastorale

En région méditerranéenne, des éleveurs de chèvres laitières conduisent leurs troupeaux au pâturage en été dans des

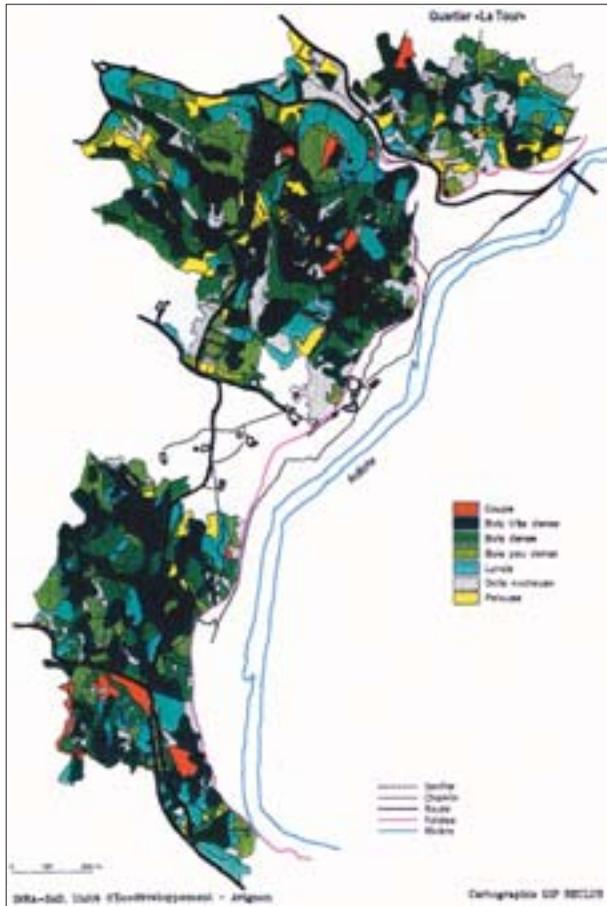
espaces boisés, pour y faire brouter des ressources grossières mais «bon marché» (feuillages d'arbres et broussailles). Leur objectif est de maintenir un niveau élevé et régulier de lactation, tout en ne distribuant qu'un aliment complémentaire concentré couvrant 25% des besoins énergétiques. Il leur faut alors concevoir des circuits de pâturage où les faibles valeurs nutritives des plantes seront compensées par des niveaux d'ingestion élevés. Le «savoir-faire» du chevrier consiste alors à organiser ses circuits de manière à fractionner dans le temps l'accès à différentes ressources, dans un ordre qui stimule l'appétit des animaux au cours du repas pâturé.

Il s'agit de comprendre comment une pratique de conduite au pâturage est susceptible de donner de la valeur à un territoire pastoral, au-delà de ce qui est prévisible à partir de la valeur nutritive des plantes fourragères. En observant la pratique d'un chevrier et en lui faisant exprimer sa représentation du

* GIP RECLUS, Maison de la Géographie, Montpellier.

** INRA-SAD, Unité d'Écodéveloppement, Domaine Saint-Paul, Montfavet.

*** avec la collaboration de Francis SURNON, SCEA du Viel Audon, Balazuc (Ardèche); Philippe MAÎTRE, Lycée Agricole de Besançon, Dannemarie-sur-Crête (Doubs) et Hubert MAZUREK, Maison de la Géographie, Montpellier.



1. Les faciès de végétation

territoire et de ses ressources, on peut juger de l'efficacité de ses actions en mesurant les incidences de sa conduite sur le comportement alimentaire et la production des animaux.

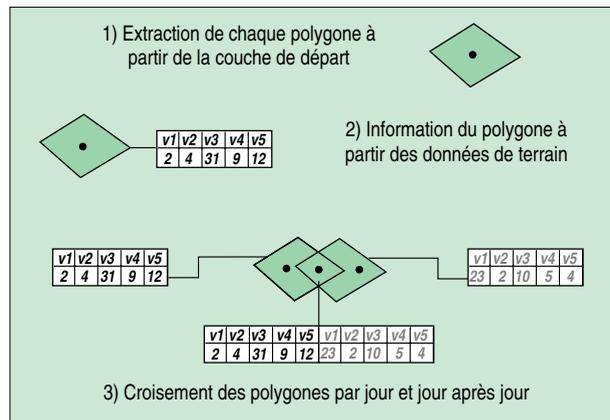
Une ferme ardéchoise

Dans le Sud-Vivarais (Ardèche), un chevrier fait pâturer, de juin à octobre, ses 40 chèvres laitières sur 120 ha de parcours boisés, ce qui peut être considéré comme une utilisation importante des parcours pour un élevage à haut niveau de production: environ 700 litres de lait par an pour une chèvre multipare. Situé à 200 m d'altitude sur un plateau calcaire lapiasé, le territoire est très hétérogène, constitué de taillis de chênes pubescents, de landes à genévriers et de pelouses embroussaillées. Durant l'été, les circuits sont organisés le matin et le soir, afin d'autoriser deux fois 6 heures de pâturage.

L'acquisition des données de terrain

• Cartographie du territoire pâturable

Une carte de référence au 1/3 000 est dressée sur les 120 ha, décrivant la nature et la structure des faciès de végétation. Ses limites, dictées par le chevrier, correspondent à des critères



2. Une couche d'information complète

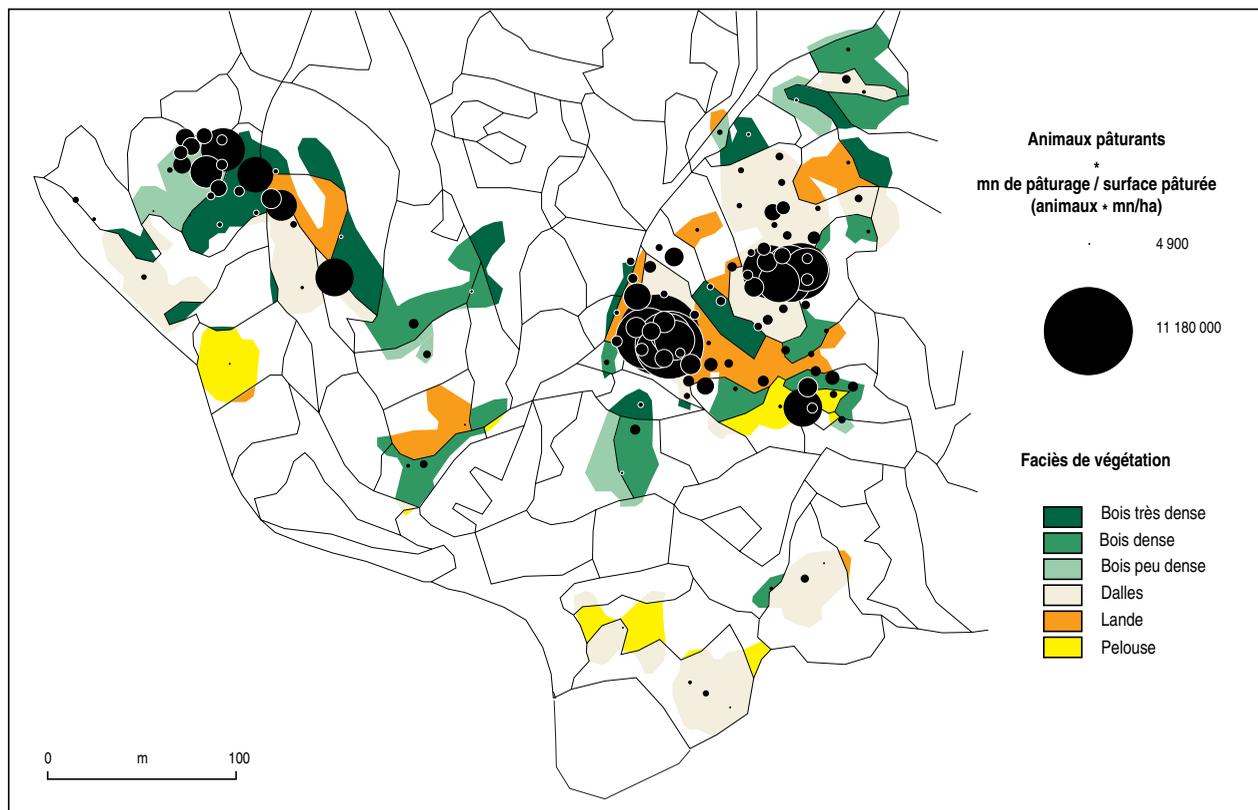
d'éloignement, de terrains privés non pâturables et d'obstacles non franchissables. Par photo-interprétation, les différents faciès sont classés en pelouse, dalle rocheuse, lande, bois peu dense, bois dense, bois très dense et coupe de régénération du taillis (fig. 1). Ensuite, par enquête exhaustive au sol, ces faciès sont divisés en unités homogènes de terrain, selon des critères utilisés par le chevrier, ordonnés chacun selon quatre classes: la circulabilité pour le troupeau, l'embroussaillage du milieu, l'abondance de la végétation comestible en été (entre 0 et 2 m du sol) et le taux de consommation de cette végétation. Cela conduit à identifier 605 unités sur les 120 ha, de formes et de tailles très différentes, selon l'acuité nécessaire pour identifier certaines unités dites stratégiques (par exemple, une petite clairière). Les cinq espèces botaniques présentes par unités sont classées par ordre d'abondance relative. Les routes, chemins, sentiers et points de repères remarquables pour le chevrier sont également relevés.

• Relevé des projets d'utilisation par le chevrier

Durant dix sorties successives, début août, le chevrier trace, en temps réel, sur un fond de carte au 1/2 000, agrandissement de la carte de référence, les contours des portions successives du territoire qu'il choisit de faire pâturer. Il indique ses déplacements et ses points d'arrêt stratégiques pour le guidage du troupeau. Il justifie, par écrit, la raison de ses choix, en décrivant ses mouvements à la minute près, et il indique la localisation de ses «points d'appui» (route, mur, rupture de pente...). Les «zones-projets», qui correspondent à des séquences distinctes de pâturage, peuvent jouer six rôles dans l'organisation du circuit: mise en appétit, modération, plat principal, relance, plat secondaire, dessert. *In fine*, trois états possibles pour ces projets demeurent: utilisé, abandonné et improvisé en cours de circuit.

• Relevé des activités du troupeau

Simultanément aux informations données par le chevrier, un observateur relève, par sondage continu, la position et l'activité de chaque individu du troupeau (sans informer le chevrier des résultats). Ce sondage dure de 15 à 20 minutes; il est



3. «La pression de pâturage»

renouvelé toutes les 25 minutes. Cela rend possible le tracé des zones occupées par le troupeau, à intervalle régulier, sur fond de carte au 1/2 000, et le calcul de la proportion d'animaux dans les différentes activités: pâturage (l'espèce ingérée lors du sondage est notée), déplacement, repos debout ou couché, rumination. Lorsqu'il y a un mouvement collectif avec arrêt de pâturage, cette activité est relevée à la minute près et le déplacement est tracé.

• Mesure de la production

Lors de chaque traite, la production laitière totale du troupeau est enregistrée (masse brute et analyse des teneurs en matières azotées et butyriques). Le lait produit lors d'une traite est le reflet assez fidèle de l'état nutritionnel des animaux au cours des douze heures précédentes.

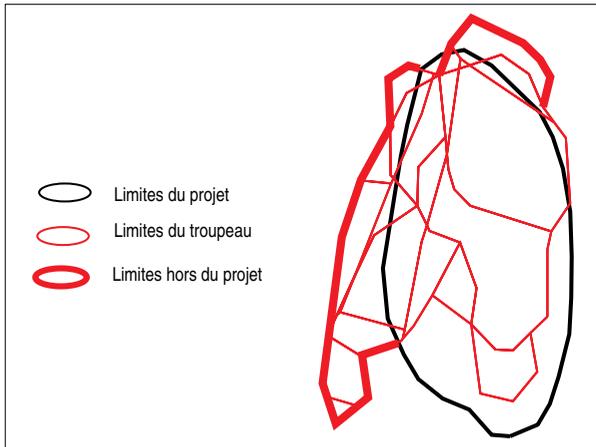
Des données au SIG

La valorisation de ces données de terrain s'est effectuée en plusieurs phases. Une première étape a été réalisée par la transformation de l'information papier en information numérique: numérisation des fonds de cartes et mise sur support informatique des données. Des procédures de cartographie «classique» ont été ensuite mises en œuvre pour la production d'une série de cartes choroplèthes à partir des variables de base relatives à la structure du territoire, aux projets du che-

vrier, et aux zones de pâturage par le troupeau. Ces premiers résultats offrent la possibilité d'une visualisation globale de l'espace étudié. Ils permettent de repérer des structures spatiales simples (concentration du pâturage, zonage à plusieurs niveaux, proximité des zones surpâturées et du siège de l'exploitation, etc.). Enfin, ils constituent une première étape vers une communication scientifique rendue plus attrayante par la cartographie.

Malheureusement, la cartographie «classique» présente, dans ce cas, certaines limites. D'abord, *l'organisation linéaire des données* ne permet pas d'effectuer facilement des interrogations du type: «où se situe tel phénomène?». Ensuite, il est *impossible de combiner les plans d'informations de base entre eux*, comme il est également *impossible de gérer les imbrications des unités spatiales*. En effet, l'information attributive a été saisie séparément pour chaque zone, mais la succession dans le temps a induit des *superpositions* (passage et repassage du troupeau au même endroit, à l'échelle de temps intra-jours et inter-jours). On obtient donc une information difficilement exploitable sans créer de nouvelles zones contenant une information enrichie par combinaison des informations de départ.

La mise en place d'un SIG permet de combiner à la fois les données et le graphique pour enrichir l'analyse sur ces territoires



4. Exemple de dépassement des limites d'un projet par le troupeau

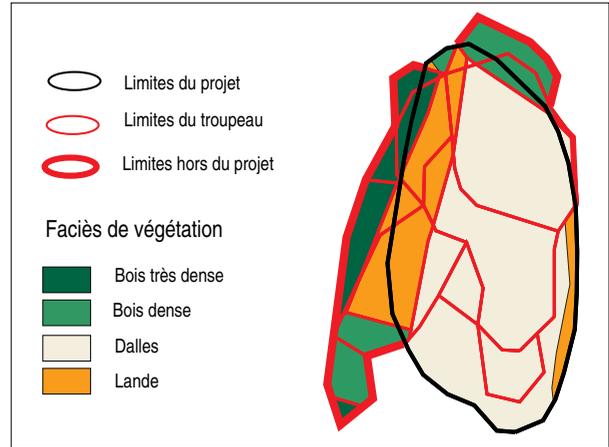
pâturés. Elle apporte un début de solution à la gestion de l'évolution temporelle des circuits de pâture. L'approche en structure de données de type vecteur permet les combinaisons de couches tout en gardant la base de données associée à chaque circuit — il existe sans doute d'autres approches possibles (notamment en mode maillé). L'essai, présenté ici, concerne un quartier du territoire de pâture, dit «La Tour»; il représente un premier aperçu qui mérite d'être enrichi.

Les nouvelles opérations rendues possibles dans le SIG

Le recours au SIG a permis, dans un premier temps, de résoudre l'obstacle principal pour une analyse approfondie: le problème des *recouvrements des zones au sein d'une même couche d'information*. Il s'agit d'un problème de structuration des données temps-espace qui pose des problèmes complexes. Le choix de traitement fait ici ne prend pas en compte les options complexes de traitement de ces problèmes temporels sur lesquels d'autres travaux sont en cours. Une première approche simplifiée a été retenue pour contourner ce problème. Par superpositions successives des différentes zones pâturées au cours d'un circuit, suivies d'une concaténation et d'un retraitement de l'information, on parvient à créer de nouvelles entités informées qui permettent de décrire la totalité de l'espace utilisé (fig. 2).

• La cartographie analytique

Une nouvelle cartographie analytique est alors possible. Chaque nouveau polygone peut être cartographié, et la possibilité d'afficher plusieurs plans d'information successifs permet un enrichissement des cartes de base. Le calcul de nouvelles variables autorise des représentations jusqu'alors impossibles. La carte des pressions de pâturages (fig. 3) cumulées sur l'ensemble du territoire parcouru par le troupeau montre de fortes zones de concentration sur des zones de dalles (pâturage sur les interstices, ou les lisières) et de bois principalement, alors qu'un certain nombre de circuits pourtant importants par leur surface ont été manifestement peu pâturés. Avec la prise



5. Superposition de l'exemple aux faciès de végétation

en compte des superpositions de circuits entre eux, plaqués sur la végétation, on peut ainsi avoir une vue synthétique enrichie.

• Les superpositions et analyses de surface

Un des avantages des SIG est de pouvoir travailler à diverses échelles. Partant d'une cartographie globale du territoire, il est possible de travailler à des échelles de temps et d'espace plus fines, comme celle d'une journée de pâturage ou d'un projet particulier. Ainsi, il est possible d'obtenir les informations suivantes:

- la superposition d'un ou plusieurs projets et des zones pâturées par le troupeau (fig. 4).

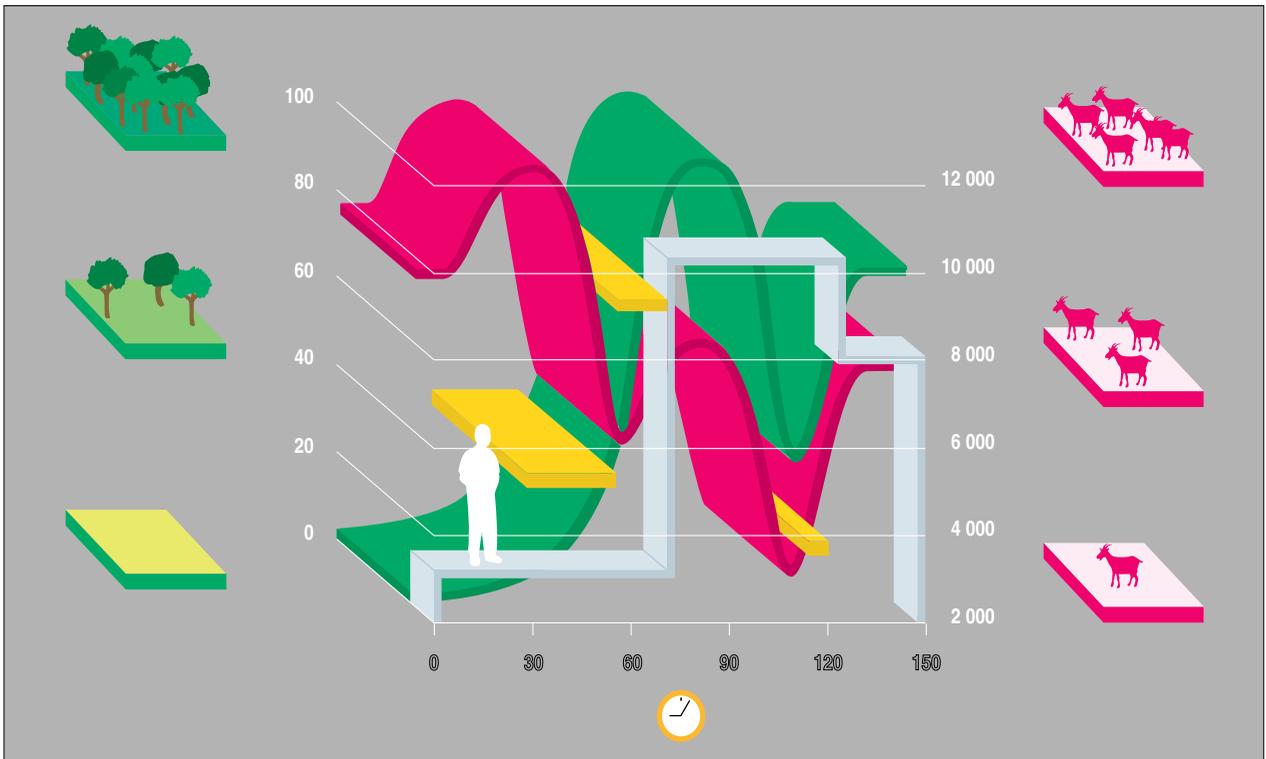
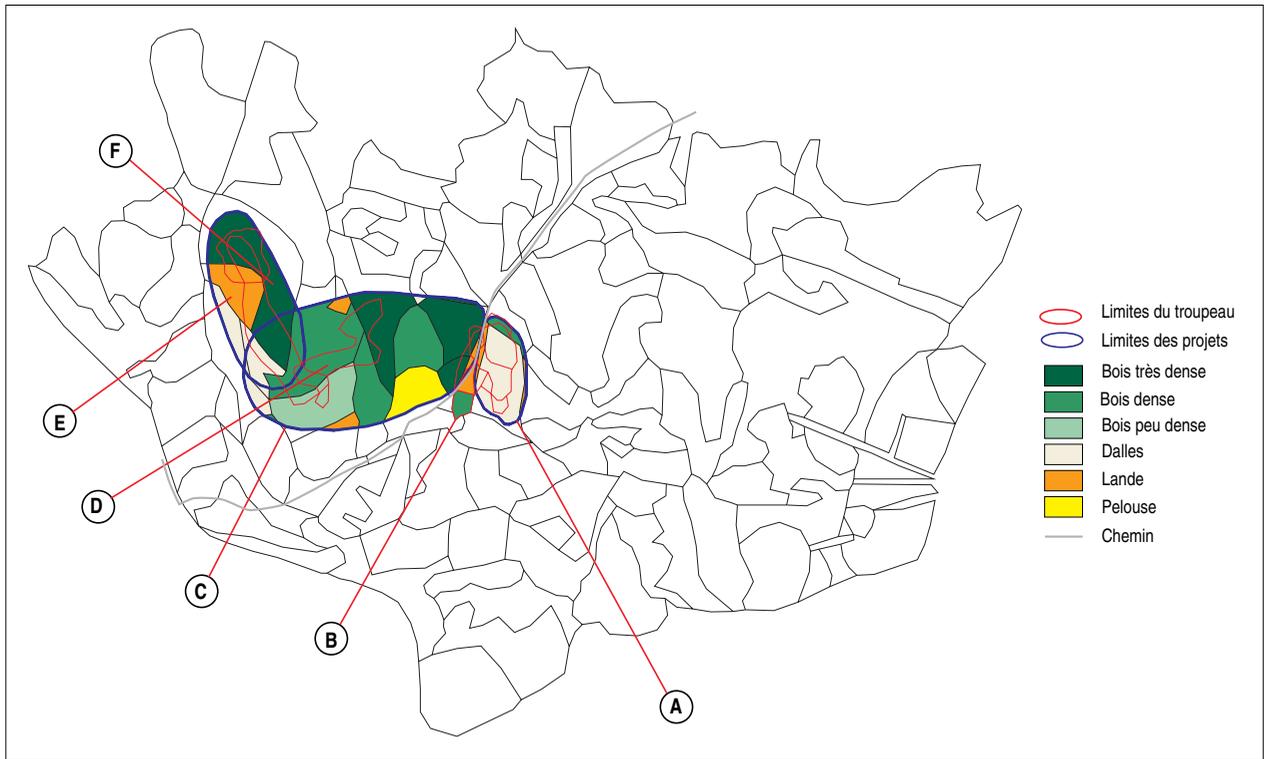
Cette opération permet de mieux connaître le rapport entre les zones prévues par le chevrier pour le pâturage et la réalité du pâturage tel qu'il s'est effectué; on peut calculer ainsi des «niveaux de réussite» du projet, à savoir la proportion de la zone-projet effectivement pâturée et le niveau de débordement du troupeau hors de cette zone.

- la superposition de l'ensemble au faciès de végétation (fig. 5).

À partir de cette superposition, il est possible de calculer les répartitions des faciès de végétation selon les types de zone-projets (6 rôles et 3 états possibles), selon les zones pâturées, ou par zone débordée hors du projet.

• Les interrogations de la base de données

Par son organisation des données attributaires sous forme de base de données relationnelle, le SIG permet d'effectuer différents types de requêtes, *attributaires* ou *spatiales*. Les requêtes *attributaires* peuvent correspondre soit à une interrogation simple: «Quels sont les faciès de végétation où l'on trouve les plus fortes pressions de pâturage?», soit à une interrogation combinée: «Quels sont les faciès de végétation où les plus fortes pressions correspondent à des zones de pâturage débordées hors des projets?». Les requêtes *spatiales* sont plutôt du type: «Quelles sont les pressions de pâturage le long des chemins?».



6. Histoire d'un circuit (haut)

7. Séquences comportementales (bas)

L'histoire d'un circuit, genèse et analyse

Partant «à la fraîche», le chevrier choisit de réaliser, le matin du 20 juillet, un circuit sur son quartier nord, dit «La Tour». Ce quartier de 17 ha est réservé pour le matin, car on y trouve de nombreuses pelouses et landes abritées du soleil à l'arrivée. Les bois y sont très fracturés par des clairières et dalles rocheuses, ce qui permet de circuler ensuite à l'ombre, entre les lisières de feuillages. Comme le troupeau a bien mangé la veille au soir, il s'agit de le stimuler au départ. Aussi, le conduit-il d'abord sur une zone dite de «mise en appétit» (fig. 6, A), constituée d'une petite dalle rocheuse (0,15 ha), jouxtant le chemin d'arrivée, et bordée de bois dense (0,02 ha) et de landes (0,01 ha). La dalle calcaire est intéressante: elle est creusée de fissures remplies d'arbustes et de lianes comestibles et sa périphérie consiste en lisières de feuillages d'arbres. Les animaux y circulent aisément et choisissent parmi une grande variété de ressources. Comme des murs bornent la dalle au nord et au sud, le projet du chevrier est de rester sur cette zone réduite (0,18 ha) pendant une demi-heure, environ, à ajuster selon le comportement du troupeau.

Après analyse, on voit que cette surface réduite a été «mal utilisée», selon les critères dictés par le chevrier (niveaux d'activité de pâturage, d'utilisation de la zone-projet et de débordement). Le pâturage est très actif et utilise presque toute la zone du projet, mais il a trop débordé des limites prévues (30% de débordement pour un seuil de satisfaction de 20%) (fig. 6, B). De dimension prévue, mais pâturée en réalité durant 70 minutes, la zone de «mise en appétit» subit une pression instantanée de pâturage (PiP) très élevée (jusqu'à 12 000 animaux pâturant x min/ha), ce qui permet de douter de sa disponibilité en ressources pour des circuits ultérieurs.

Pour la séquence suivante de pâturage, le chevrier décide d'orienter le troupeau sur le versant boisé voisin (fig. 6, C). Cette zone correspond à celle du «plat principal», et il compte dessus pour que s'y réalise une longue phase de pâturage, à base de feuillages de chêne. Cette zone-projet très ample (1,11 ha) est entièrement exposée au soleil. Aussi, le chevrier oriente-t-il le troupeau vers une partie surtout boisée. C'est l'échec... le troupeau délaisse totalement le bas de la zone et monte rapidement jusqu'au sommet du versant (fig. 6, D). Le chevrier le stabilise en crête sur un ensemble hétérogène de bois très dense, de landes et de dalles ombragées (fig. 6, E). On assiste alors à un pâturage actif, mais on voit, à l'analyse, qu'il se situe trop en dehors de la zone prévue (29% de débordement), qui devient sous-utilisée (22% d'utilisation).

Le chevrier choisit d'utiliser la crête pour une troisième séquence de pâturage en complément du «plat principal». Habituellement, il s'agit de proposer au troupeau des ressources différentes et «meilleures» par rapport à celles qui ont précédé, de façon à stimuler une dernière fois l'appétit. Mais ici, aucune ressource fourragère intrinsèquement «meilleure» n'existe, et il fait à présent trop chaud pour quitter l'ombre. Le chevrier va donc tirer parti de la configuration de la zone de crête où il se trouve pour réussir à motiver son troupeau malgré tout.

La zone est constituée de dalles et landes situées à l'ouest de bois très denses, donc totalement à l'ombre depuis le lever du soleil (fig. 6, F). Ainsi, sans renouveler la nature botanique des végétaux comestibles, il parvient néanmoins à prolonger, de façon satisfaisante, le pâturage (80% d'activité alimentaire durant plus de 20 mn), sans débordement, sur un interface bois-landes, où les végétaux sont encore «frais» et où les animaux bénéficient d'un confort climatique stimulant leur appétit.

En définitive (fig. 7), on peut identifier trois séquences comportementales dans le circuit réalisé par le troupeau (ruban vert), qui ne correspondent pas entièrement aux trois séquences-projets du chevrier (mise en appétit-plat-dessert) (ruban gris). Durant la première longue séquence de 100 minutes, le troupeau rentre très régulièrement en sous-bois, en avance d'un temps par rapport à ce que lui propose le chevrier, avec un PiP (ruban rouge) de 11 800-5 500 animaux pâturants x min/ha. Puis il ressort en milieu ouvert, trop tôt par rapport au projet, en s'étalant sur une crête (PiP: 2 600). Enfin, il est regroupé en bordure de crête, très à l'abri des sous-bois (PiP: 7 300).

On voit ainsi, sur un quartier de pâturage, très équilibré en proportion de milieux fermés-ouverts (50,9%), la pratique employée par le chevrier pour mobiliser de façon variable les clairières et les sous-bois. L'analyse de la nature et de l'ampleur des débordements (plans jaunes) permet de prédire les ajustements de zones et de séquences à réaliser par le chevrier en vue de mieux maîtriser la conduite de son troupeau.

Organiser des ressources

L'outil SIG permet de rendre compte, de façon intelligible, d'une pratique agricole apparemment très complexe, sans la réduire à quelques techniques simples, de façon à l'évaluer et à proposer ensuite des améliorations appropriables. Il permet de raisonner des cartographies de faciès de végétation pastorale qui soient bien en rapport avec les critères de ses utilisateurs: le berger et ses animaux. Par ailleurs, son usage renvoie à des questions d'ordre méthodologique pour la saisie en continu du comportement spatial et alimentaire d'un groupe d'individus.

Le but recherché est la mise au point de représentations qui permettent de s'affranchir de la vision traditionnelle fondée sur la confrontation entre besoins alimentaires des animaux et offre pastorale fourragère. Il s'agit de prendre en compte les pratiques de mobilisation des pâturages, qui intègrent bien d'autres objectifs et contraintes. Une ressource fourragère n'existe pas en soi. La végétation pâturable ne devient «ressource» que si elle est effectivement prélevée par les animaux. L'art du berger est d'organiser ce prélèvement, de façon à guider la transformation des végétaux en ressources, où et quand il le désire, en fonction des objectifs de production de ses animaux et de reproduction de ses ressources.

Références bibliographiques

- BALENT G., 1987, *Structure, fonctionnement et évolution d'un système pastoral: le pâturage vu comme un facteur écologique piloté dans les Pyrénées centrales*, Thèse d'État, Université de Rennes I, 146 p. + annexes.
- CHEYLAN J.-P. et LARDON S., 1993, «Towards a conceptual data model for the analysis of spatio-temporal processes: the example of the search for optimal grazing strategies», Actes du colloque COSIT, 19-22 septembre (à paraître).
- DEFFONTAINES J.-P., LANDAIS E., SAVINI I. et GARABEDIAN D., *L'espace d'un berger*, Vidéo (60'), INRA-ENS Producteurs associés.
- LANDAIS E. et DEFFONTAINES J.-P., 1988, *André L., un berger parle de ses pratiques*, Versailles, Document de travail de l'Unité SAD Versailles-Dijon-Mirecourt.
- MARTINAND P. et MILLO A., 1979, «Différenciation du territoire des exploitations ovines des Préalpes du Sud en fonction de l'utilisation pastorale», *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*, MOLÉNAT G. et JARRIGE R. (dir.), Versailles, INRA publications, pp. 397-407.
- MEURET M., 1989, *Fromages, feuillages et flux ingérés*, Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Gembloux, INRA-SAD Avignon, 249 p.