



HAL
open science

La maîtrise de l'utilisation de l'espace pâture vue à travers un système d'information géographique

Michel Meuret, Pascal Thinon

► **To cite this version:**

Michel Meuret, Pascal Thinon. La maîtrise de l'utilisation de l'espace pâture vue à travers un système d'information géographique. *Pratiques d'élevage extensif: Identifier, modéliser, évaluer*, 27, INRA, 380 p., 1993, *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 2-7380-0525-X. hal-02848130

HAL Id: hal-02848130

<https://hal.inrae.fr/hal-02848130>

Submitted on 7 Jun 2020

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.

La maîtrise de l'utilisation de l'espace pâturé vue à travers un Système d'Information Géographique

Michel Meuret
Pascal Thinon

Introduction

Rendre compte d'une organisation spatiale complexe

Un territoire pâturé est un espace fortement structuré (Martinand et Millo, 1979 ; Balent, 1987 ; Landais et Deffontaines, 1988 ; Hubert, 1991). Nous étudions ici l'organisation spatiale de l'activité de pâturage sur un tel territoire avec le souci de ne pas détruire sa cohérence en réduisant son organisation complexe¹ à quelques variables qui nous seraient immédiatement intelligibles. En confrontant la façon de voir d'un chevrier saisie en temps réel au cours du pâturage, avec l'enregistrement simultané de l'activité de son troupeau, nous cherchons à modéliser une pratique pastorale, en des termes compréhensibles à la fois pour le chercheur et pour le praticien, puisque directement inspirés de ses propres conceptions. Cette étude vise, à terme, à rendre enseignable pour des élèves chevriers et bergers cette pratique de garde apparemment très efficace, puisqu'aboutissant à des performances zootechniques remarquables en regard de la valeur nutritive des ressources mobilisées². Un Système d'Information Géographique a été mis en oeuvre pour représenter et traiter les données géographiques jugées nécessaires à l'analyse.

Une production importante à partir d'un territoire essentiellement boisé

Cette étude est conduite dans une ferme caprine située dans le Sud-Vivarais, en Ardèche. Le troupeau de chèvres de la race Alpine chamoisée, constitué par étapes depuis 1978, comprend aujourd'hui quarante chèvres en lactation. En 1990, année de l'étude, le troupeau a produit en moyenne 640 kg de lait par tête (730 kg par individu multipare), totalement transformé à la ferme en fromage de type "Picodon A.O.C.". C'est une production supérieure d'environ 15% à la moyenne nationale du contrôle laitier. L'alimentation, la reproduction, les soins, la production, la transformation fromagère ainsi que la vente directe mobilisent toute l'année deux personnes qui dégagent chacune un revenu jugé satisfaisant. L'endettement est très limité.

Le siège de l'exploitation est situé au pied d'une falaise dans les gorges de l'Ardèche. Le territoire pastoral peut être schématiquement découpé en trois zones contiguës : des prairies naturelles et des haies de saules et peupliers en bord de rivière (5 ha environ) ; sous la falaise d'anciennes terrasses à oliviers et des coteaux couverts de landes à genévrier et de bois de chêne vert (*Quercus ilex*) et blanc (*Quercus pubescens*) (15 ha environ) ; un plateau de calcaire lapiasé recouvert d'un taillis de chêne blanc (120 ha environ), sur lequel porte notre étude.

L'organisation de l'élevage est la suivante. Les mises-bas sont groupées en février. Les animaux en lactation ne sont jamais allotés. Ils reçoivent toute l'année une complémentation de 0,5 kg d'orge. Le sel et les minéraux sont disponibles à volonté. Le troupeau est nourri au foin de montagne et de luzerne durant la fin de gestation et la

¹ Voir également dans cet ouvrage la contribution de I. Savini *et al.*

² Voir également dans cet ouvrage la contribution de M. Meuret intitulée "*Piloter l'ingestion au pâturage*".

lactation jusqu'à la mi-mars. Le territoire ne permettant pas de les produire, tous les foins sont achetés à l'extérieur. La mise à l'herbe est réalisée sur prairies naturelles fumées, en rotation rapide sur neuf parcs clôturés. Après arrêt des apports de foin, le pic de lactation (autour de 3 kg) est atteint début avril, en plein printemps, sur ces mêmes prairies. A partir de la fin mai, lorsque la pousse de l'herbe est très ralentie, le troupeau en production commence à être gardé par demi-journées sur des surfaces en herbe, prairies naturelles et landes, à proximité de l'exploitation. Avec l'arrivée des fortes chaleurs en début d'été, les parcs sont abandonnés au profit de deux sorties quotidiennes gardées par l'éleveur, devenu chevrier, sur les landes et les clairières herbeuses dans le taillis de chêne. Tout l'été se déroule sur la base de deux repas pâturés quotidiennement sous la garde du chevrier. Il s'agit de soutenir une lactation proche de 2,5 kg de lait par tête, en tablant sur le pâturage et la complémentation en orge. Les saillies sont pratiquées début septembre, après les premiers orages de fin d'été. C'est à ce moment que les chevrettes de renouvellement, jusqu'alors tenues isolées et nourries au foin, au sorgho fourrager et à l'orge, sont introduites dans le troupeau d'adultes. Durant l'automne, toutes les surfaces du territoire sont utilisées. Le troupeau est alors tantôt gardé, tantôt parqué sur les "regains". L'éleveur compte sur la consommation des glands de chêne pour reconstituer les réserves corporelles. Les animaux sont taris à la fin novembre (après 265 jours de lactation en moyenne) et peu à peu des repas de foin, dont la fréquence et l'ampleur varient en fonction des conditions météorologiques, sont à nouveau distribués en chèvrerie.

Il existe ainsi un fort enjeu durant la période d'été, lors du pâturage gardé dans le taillis. Cette phase du calendrier d'élevage³ attribuée à la portion boisée du territoire la fonction de "maintenir la lactation" durant les deux mois d'été (Guérin et Bellon, 1990). Pour cette exploitation située en région touristique, valorisant à cette saison une part importante de sa production en vente directe à la ferme, le choix est fait d'investir dans le travail de garde au pâturage, plutôt que dans des apports de foins et d'aliments complémentaires. Plutôt que de réelles considérations économiques quantifiées, ce choix résulte de la reconnaissance sociale (particulièrement de la part des clients) d'une pratique pastorale apparemment maîtrisée et qui fournit d'"excellents fromages, parce que les chèvres mangent dehors".

Faire manger vite et beaucoup

Malgré l'atout microclimatique constitué par le taillis (qui peut être considéré comme une sorte d'"estive locale"), les moments de pâturage possibles durant le jour sont bornés par la période de luminosité et par celle des fortes chaleurs en début d'après-midi. La ration quotidienne ne peut être ainsi prélevée qu'en deux sorties de quatre heures, à onze heures d'intervalle. Après la traite, le déplacement aller et retour depuis la chèvrerie jusqu'aux sites de pâturage sur le plateau occupant près de quarante à soixante minutes, la durée de pâturage n'excède pas trois heures à chaque repas. Le chevrier se voit ainsi "pressé de faire manger" son troupeau⁴, alors même qu'il compte sur une ingestion très élevée au pâturage.

En tenant compte des besoins énergétiques liés au déplacement, nous estimons qu'une chèvre moyenne de ce troupeau, pesant 65 kg et ne mobilisant que très peu ses réserves, doit prélever quotidiennement au pâturage en été près de 1,5 U.F.L. pour atteindre l'objectif de production de 2,5 kg de lait. A cette époque, les ressources du taillis sont exclusivement constituées des feuillages d'arbres et d'arbustes (*Quercus pubescens*, *Cornus sanguinea*, *Acer monspessulanum*, *Coronilla emerus*, *Prunus Mahaleb*, *Pistacia terebinthus*, *Crataegus monogina*, *Rhamnus alaternus*, etc.), des lianes (*Hedera helix*, *Smilax aspera*, *Clematis vitalba*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa*, etc.) et de quelques herbacées encore appétibles (*Psoralea bituminosa*, *Lathyrus aphaca*, etc.). Hormis l'arbuste légumineuse *Coronilla emerus*, présent de manière très ponctuelle, toutes les ressources sont donc très fibreuses et peu digestibles à cette saison : la digestibilité moyenne de la matière organique est voisine de 60%, d'après nos estimations (Meuret, 1989). L'ingestion quotidienne par tête doit donc

³ Voir dans cet ouvrage la contribution de Hubert *et al.*

⁴ Voir dans cet ouvrage la contribution de M. Meuret, intitulée "Les règles de l'Art".

être au moins voisine de l'ordre de 1,6 kg de matière organique digestible, soit environ 2,8 kg de matière sèche.

Etre "pressé de faire manger" signifie dans le cas étudié chercher à obtenir un flux d'ingestion moyen au cours du repas proche de 8 g de matière sèche ingérée par minute (ou 0,35 g/kg PV^{0,75}), ce qui est un objectif ambitieux si l'on considère les références disponibles sur l'herbivore au pâturage (Black et Kenney, 1984 ; Cooper et Owen-Smith, 1986 ; Penning *et al.*, 1991), cependant réaliste dans le cas de caprins habitués à consommer rapidement une offre abondante en feuillages appétibles (Meuret et Giger-Reverdin, 1990).

Organiser l'offre des ressources au cours des circuits de pâturage

Comme on l'observe très fréquemment dans le sud de la France, le pâturage dans le taillis se déroule sur un ensemble de terrains privés très morcelés (60 au total), après convention orale ou bail écrit de pâturage, autorisant le passage du troupeau gardé mais interdisant l'usage de clôtures fixes ou même mobiles. La gestion du territoire est encore compliquée par le fait que chaque année des petites parcelles de taillis font l'objet de "coupes à blanc". Pour protéger le recru forestier, l'accès à ces parcelles est ensuite interdit aux chèvres pendant au moins 6 ans. Enfin, le territoire est coupé en son milieu par des maisons d'habitation avec jardins, ce qui gêne les déplacements du troupeau.

Des mesures renouvelées de l'ingestion, réalisées sur des animaux témoins choisis au sein de ce troupeau, ont montré que le rythme imposé par le chevrier, la façon dont il renouvelle l'offre des ressources dans le temps du circuit de pâturage, parvient à "stimuler l'appétit" et, par là, à augmenter la "valeur alimentaire" tirée de ces surfaces pastorales (Meuret *et al.*, 1993). Il parvient ainsi à faire consommer (plus de 50% de la ration) la ressource la plus abondante mais relativement l'une des moins appétibles : le feuillage de chêne blanc. La description détaillée de la conception des circuits de pâturage est rapportée dans cet ouvrage dans les contributions qui précèdent.

1. Les enregistrements

1.1. L'état des lieux pâturables

Nous avons cherché à associer d'emblée notre point de vue sur la nature et l'état du territoire et celui du chevrier utilisateur. Pour ce faire, nous avons procédé en quatre étapes successives :

1. le chevrier nous a d'abord décrit les limites de son territoire d'été ;
2. à la ferme, nous lui avons demandé d'identifier les différents critères qu'il utilise régulièrement pour choisir les lieux à pâturer ;
3. accompagnant durant plusieurs jours le chevrier sur le terrain, nous lui avons ensuite demandé d'identifier quatre modalités pour chacun de ces critères et de nous montrer concrètement divers lieux représentatifs de ces modalités. C'est à cette occasion qu'il a défini et argumenté les échelles spatiales pertinentes à ses yeux pour circonscrire chacun de ces lieux. Cela nous a conduits à utiliser une photographie aérienne au 1/3000^e pour la cartographie des 120 ha pâturables ;
4. au laboratoire, puis durant trois semaines de cartographie sur le terrain, nous avons alors procédé à une photo-interprétation du territoire (Etienne et Prado, 1982), conduisant à l'identification de 615 unités homogènes de terrain, selon les critères et leurs modalités décrites par le chevrier :
 - "Faciès de végétation" (pelouse, dalle rocheuse, lande, bois peu dense, bois dense, bois très dense, coupes récentes)
 - "Pénétrabilité pour le troupeau" (très bonne, bonne, moyenne, faible)

- "Embroussaillement" (très fort, fort, moyen, faible)
- "Intensité de l'impact résultant des années précédentes" (très fort, fort, moyen, faible)
- "Abondance des ressources" (très forte, forte, moyenne, faible).

Les cinq principales espèces végétales présentes ont également été identifiées au sein de chaque unité et classées par ordre d'abondance estimée visuellement. Les modalités du critère "Intensité de l'impact" ont été adaptées aux seuils dont la distinction visuelle est aisée, d'après M-C. Léouffre (1991) : 0-5, 5-25, 25-75 et 75-100% de consommation des ressources. Les routes, chemins, sentiers et la totalité des points de repère remarquables pour le chevrier ont également été cartographiés, celui-ci participant à la première mise au propre des relevés de terrain.

1.2. L'expression de ses projets par le chevrier

Au cours de 33 circuits de la mi-juillet à la mi-août, par séries de 10 consécutifs environ, entrecoupées par les journées de repos de l'observateur, le chevrier a tracé sur un fond de carte muette au 1/2000^e, dessiné d'après le relevé cartographique au 1/3000^e réalisé au début juillet et comprenant les points de repères et les limites des 615 unités homogènes numérotées, les contours des portions du territoire qu'il choisit d'utiliser lors du circuit du jour. Appelées "zones-projet", ces portions d'espace qui s'enchaînent lors d'un circuit peuvent se voir attribuer différents "rôles" dans la réalisation du repas⁵ : "*mise en appétit*", "*modération*", "*plat principal*", "*relance*", "*plat secondaire*" et "*dessert*".

Comme le chevrier ajuste en cours de route ses projets en fonction de ce qu'il perçoit de l'activité de son troupeau, il y a trois statuts possibles aux différentes zones-projet : "zone prévue et utilisée", "zone prévue puis abandonnée", "zone improvisée en cours de route". Sur un carnet, le chevrier note en temps réel (à la minute près) les raisons de ses choix de zones, de ses propres déplacements et positions tactiques (dessinés sur la carte) et de chaque intervention sur le troupeau. Par exemple, "*8h42 : je remonte dans l'unité 532 pour mieux voir les chèvres, l'activité a l'air de baisser et va falloir faire une relance sur la zone en 163-152-151 ; 8h54 : je suis en "E" et j'attends un petit moment avant de repartir dans l'autre sens car elles ont l'air de s'y plaire après tout. Certaines sont sur des coins à Cornouiller encore vert*".

1.3. L'activité et la production du troupeau

Au cours des mêmes circuits et durant la totalité du temps de présence du troupeau au pâturage, un observateur relève la position et note l'activité ("consommation", "repos", "ruminantion", "déplacement long sans consommation") de chaque individu du troupeau. Pour ce faire, l'observateur circule continuellement dans le troupeau et repère les individus, portant chacun un collier numéroté, sur le fond de carte au 1/2000^e (Leclerc et Lécivain, 1975). Afin de prendre en compte à chaque reprise un minimum de trente-six individus sur le total des quarante pâturant dans ce milieu boisé à visibilité parfois réduite, il a été choisi de procéder à ce relevé par "sondage" à raison de vingt minutes d'observation toutes les vingt-cinq minutes de pâturage. Ce relevé est donc quasi continu. En cas d'activité de consommation, la nature botanique de la première espèce vue consommée lors du sondage est notée.

Après chaque sondage, le contour de l'ensemble des positions individuelles est tracé, de façon à représenter la forme (amiboïde) et la position du troupeau sur l'espace pâturé. En cas d'interruption du pâturage, la durée de validité de chaque sondage est notée à la minute près. Les déplacements collectifs sont cartographiés et chronométrés.

⁵ Voir dans cet ouvrage M. Meuret, "*Piloter l'ingestion*" (Op. cit.).

Le chevrier et l'observateur ne communiquent à aucune reprise lors des relevés. En particulier, l'observateur n'est pas mis au courant des projets et des motivations du chevrier, ni durant ni après un circuit. Les relevés n'ont été comparés qu'après la fin de la période d'enregistrement.

Lors de chaque traite, la production laitière du troupeau est enregistrée (masse totale brute avec analyses régulières des matières azotées et butyriques). La pesée d'un lot d'animaux témoins est réalisée à heure fixe tous les trois jours. Ceci permet de juger de la régularité de l'alimentation, en cette période de forte demande alimentaire à couvrir par le pâturage.

2. La base de données géographiques en cours de constitution

2.1. Pourquoi utiliser un SIG?

Nous ne considérons le territoire pâturé ni comme un support inerte et passif, ni comme un support homogène. Cet espace réagit à l'utilisation qui en est faite, en présentant des communautés végétales modifiées en fonction des utilisations passées, à l'échelle de la saison ou d'un ensemble de circuits. C'est ainsi que la carte du bilan saisonnier de la densité de pâturage (voir plus loin) révèle une utilisation préférentielle de certaines zones. On peut parler en ce sens de l'espace comme un produit de l'activité de pâturage. L'espace est également facteur non seulement par ses caractéristiques physiques (micro-relief, nature de la végétation, température, zones à l'ombre) mais aussi par la position relative de ses différents éléments : accès d'une zone facilité par la présence d'un chemin (espace anisotrope), polarisation de l'espace par la présence d'une ressource particulièrement attractive (pôle et aires d'attraction), accès aux ressources facilité le long des lisières (effet d'axe), effets de barrière (zones infranchissables), etc. Le recours à un SIG permet de travailler en ce sens. Il est à noter toutefois que l'utilisation d'un tel outil n'introduit aucun nouveau concept pour le traitement de l'information géographique mais qu'elle rend opérationnelle des traitements impossibles à réaliser "à la main" car beaucoup trop gourmands en temps et en précision.

2.2. Un outil d'aide à la recherche et de dialogue avec l'acteur

Le Système d'Information Géographique mis en oeuvre ici n'a d'autre vocation que de représenter et mettre en relation les différentes données géographiques jugées nécessaires à l'analyse de l'utilisation du territoire pâturé durant une saison d'utilisation homogène (ici, l'été). La mise en relation des informations spatiales se fait à deux échelles de temps : d'une part le bilan spatial sur la période estivale et d'autre part la comparaison lors de chaque sortie entre le projet spatial exprimé par le chevrier et le résultat observé au pâturage. Le SIG permet de répondre à des questions élémentaires, telles que : "*Quel est le pourcentage de réussite des projets selon les critères définis par le chevrier ?*" ; "*L'utilisation projetée ou l'utilisation réelle du territoire privilégie-t-elle certains espaces ?*" ; "*Comment se répartit dans l'espace la densité de pâturage ?*", etc. Les résultats obtenus permettront de confirmer ou d'invalidier certaines hypothèses, d'en faire naître de nouvelles. L'outil SIG est ici conçu et utilisé comme un outil exploratoire.

La visualisation possible à l'écran des amibes-troupeau et des zones-projet, au cours d'une même sortie, projetées sur le fond cartographique (faciès de végétation, pénétrabilité pour le troupeau, etc.) devrait permettre de poursuivre et d'approfondir le dialogue engagé avec le chevrier dans plusieurs directions :

- on pourra facilement éclairer l'existence d'une zone pâturée par le troupeau hors des limites prévues en précisant la nature de sa végétation par la visualisation de telle ou telle caractéristique de l'unité cartographique sur laquelle ce débordement s'opère ;

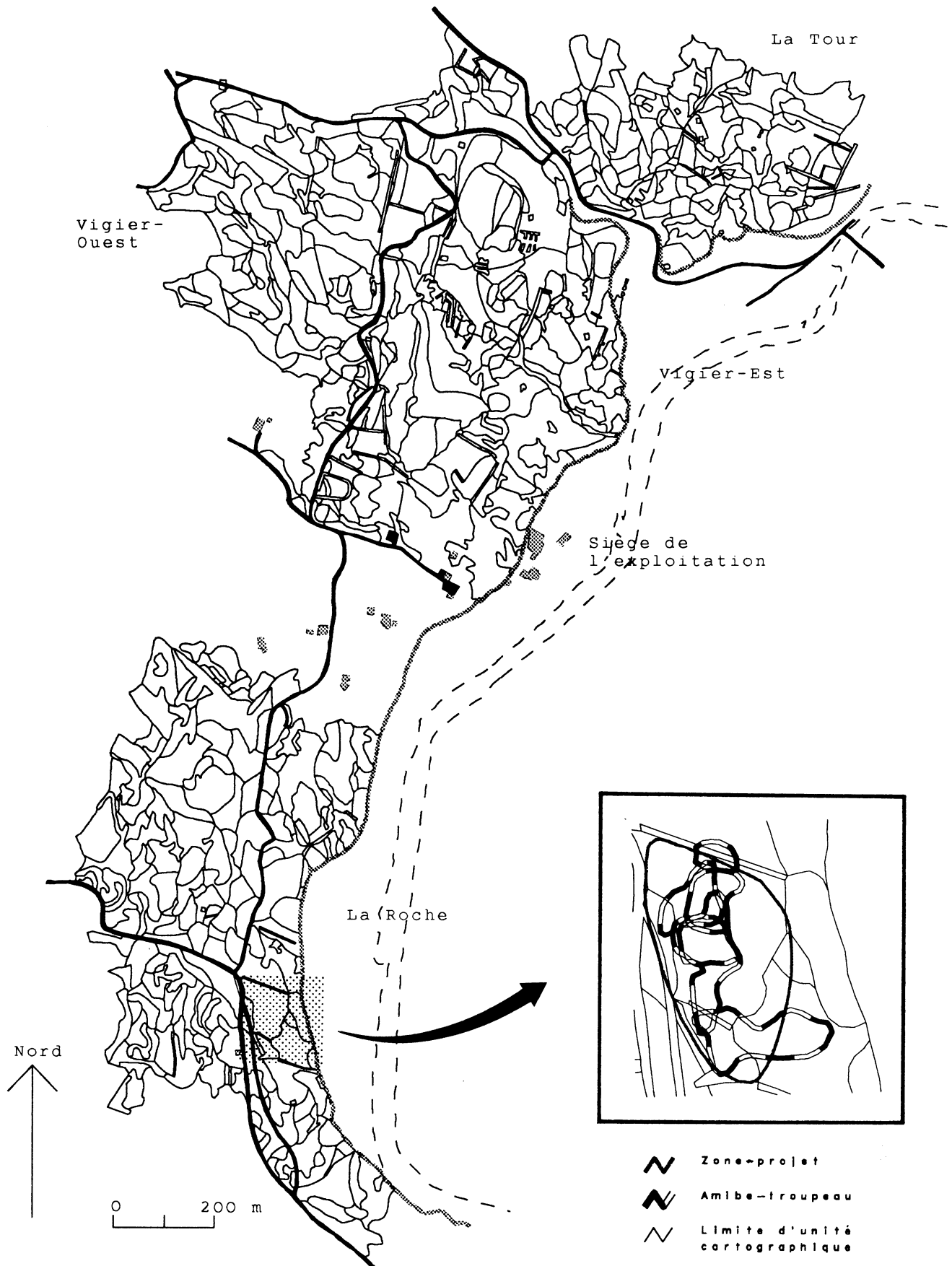


Figure 1 : Découpage de l'espace en unités homogènes, détail d'un projet

- le chevrier pourra également avancer des facteurs explicatifs non pris en compte par le SIG dans son état actuel (importance du rôle joué par les lisières, les micro-hétérogénéités du relief ; présence d'une espèce particulièrement attractive, etc.) ;
- une discussion pourra s'engager sur la pertinence de certaines limites des zones-projet ou des amibes-troupeau ("*cette limite de projet aurait tout aussi bien pu passer un peu plus haut*"), remettant en cause la cas échéant la validité des constats de maîtrise dressés à l'aide du SIG. Le dialogue avec le chevrier permettra ainsi, grâce à la rapidité et la facilité avec laquelle il est possible de relier différents plans d'informations géographiques, de poursuivre la formalisation et l'explicitation des pratiques de garde et d'améliorer la pertinence des informations représentés et traitées à l'aide du SIG.

2.3. Quelques considérations méthodologiques

Le Système d'Information Géographique mis en oeuvre ici utilise le logiciel 'ARC-INFO'. Le choix d'utiliser un logiciel utilisant le format "vecteur" plutôt que le format "raster" réside dans la nature des informations traitées⁶. Le mode raster est particulièrement intéressant pour traiter des données numériques issues de la télédétection spatiale ou pour disposer d'un fond de plan bon marché à utiliser exclusivement pour l'habillage des sorties cartographiques. Or aucun de ces types d'information ne figurait dans notre application. En revanche, nous avons à gérer de très nombreuses informations polygonales ou linéaires (unités homogènes de terrain, zones-projet, amibes-troupeau, chemins d'accès, lisières) et à réaliser un grand nombre de traitements spatiaux reliant ces différents éléments. Le choix d'un logiciel de type vecteur nous a semblé le plus judicieux. Malgré son manque de convivialité, 'ARC-INFO' correspondait bien à nos besoins du fait de la richesse des traitements spatiaux qu'il propose. La pauvreté des fonctionnalités du système de gestion de base de données 'INFO' nous a conduits à mettre en oeuvre pour la gestion des données non graphiques un interfaçage entre 'ARC-INFO' et 'SAS'.

La principale difficulté rencontrée pour la réalisation informatique du SIG résidait dans la nécessité de représenter une série de données correspondant à des observations d'un même phénomène se déroulant à des dates différentes sur une portion changeante du territoire. Les polygones présentaient un fort taux de recouvrement les uns par rapport aux autres au sein d'un même ensemble d'information (zones-projet ou amibes-troupeau). Il ne s'agissait donc pas de représenter une partition de l'espace (partage de l'espace en un ensemble de polygones disjoints deux à deux et dont la réunion couvre l'ensemble du territoire) mais un ensemble de polygones se chevauchant largement (le troupeau passe plusieurs fois au même endroit les zones-projet du chevrier se recouvrent également). La solution d'utiliser un découpage de l'espace selon une maille régulière (carroyage) a été rejetée du fait de la très grande précision avec laquelle il était nécessaire de connaître les lieux de pâturage et les zones-projet (figure 1).

Avec le logiciel 'ARC-INFO', le premier problème était d'éviter la multiplication du nombre de couches d'information (de "couvertures"). La solution a consisté à représenter chaque polygone, amibe-troupeau et zone-projet, sous la forme d'un arc fermé et d'un point identifiés de manière univoque. Comme il ne s'agissait pas d'une application informatique nécessitant des temps de réponse très courts - contrairement au cas d'une application en temps réel - la topologie de polygone d'une amibe-troupeau ou d'une zone-projet est reconstruite chaque fois que nécessaire après sélection de l'arc et du point correspondants dans la couche d'information appropriée.

Le second problème résidait dans la production d'un bilan spatial de pâturage. Souvent, les deux couches d'information à partir desquelles une union spatiale est opérée sont

⁶ Voir dans cet ouvrage la contribution de G. Balent, relative au logiciel "CARPAT"

caractérisées par des variables qualitatives ou des variables quantitatives portant sur un taux ou une moyenne et non pas sur des variables quantitatives portant sur des effectifs bruts. Les polygones résultant de l'union conservent alors les mêmes valeurs que les valeurs des attributs des polygones initiaux. C'est ainsi par exemple que l'union d'une partition de l'espace "occupation du sol" avec une partition "nature des sols" donne une nouvelle partition dont les polygones héritent, sans qu'aucun calcul particulier ne soit nécessaire, des valeurs des variables décrivant le type d'occupation du sol et la nature du sol des polygones initiaux. Dans le cas qui nous intéresse, il était nécessaire de réaliser l'union de l'ensemble des amibes-troupeau, toutes caractérisées par une même variable quantitative portant sur des effectifs bruts : le nombre d'animaux vus pâturants multiplié par la durée de l'activité de pâturage. Les polygones résultant de l'union de deux amibes-troupeau ne pouvaient donc pas hériter directement des valeurs des polygones initiaux. L'opération consistait donc à une désagrégation de l'information, en formant l'hypothèse qu'il y avait une équirépartition spatiale de la variable "nombre d'animaux vus pâturants x minutes" à l'intérieur d'une amibe-troupeau. Nous avons donc développé un opérateur ad hoc de désagrégation spatiale à partir du macro langage de programmation SML de la boîte à outil 'd'ARC-INFO'.

2.4. Données initiales et données produites

La base de données géographiques repose initialement sur un modèle entités-associations simple :

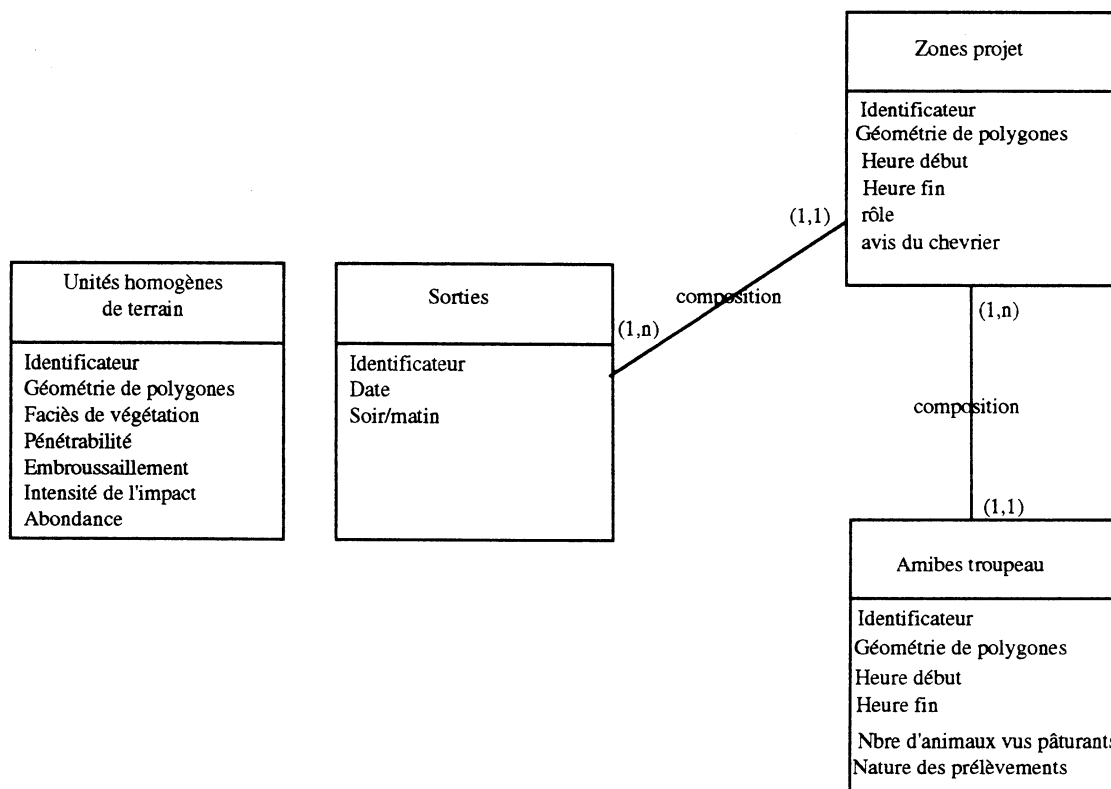


Figure 2 : Le modèle entités-associations des données.

Les opérateurs spatiaux 'd'ARC-INFO' permettent d'engendrer de nouvelles informations :

- union de l'enveloppe zones-projet (selon rôle) et du fond de carte (unités homogènes de terrain) ;
- union de l'enveloppe amibes-troupeau et du fond de carte ;



Photo 1 : Dans le taillis le chevrier observe si son troupeau utilise bien la zone de pâturage prévue



Photo 2 : Au cours du circuit il dessine ses différents projets de l'utilisation de l'espace et donne les raisons de ses actions pour guider le troupeau

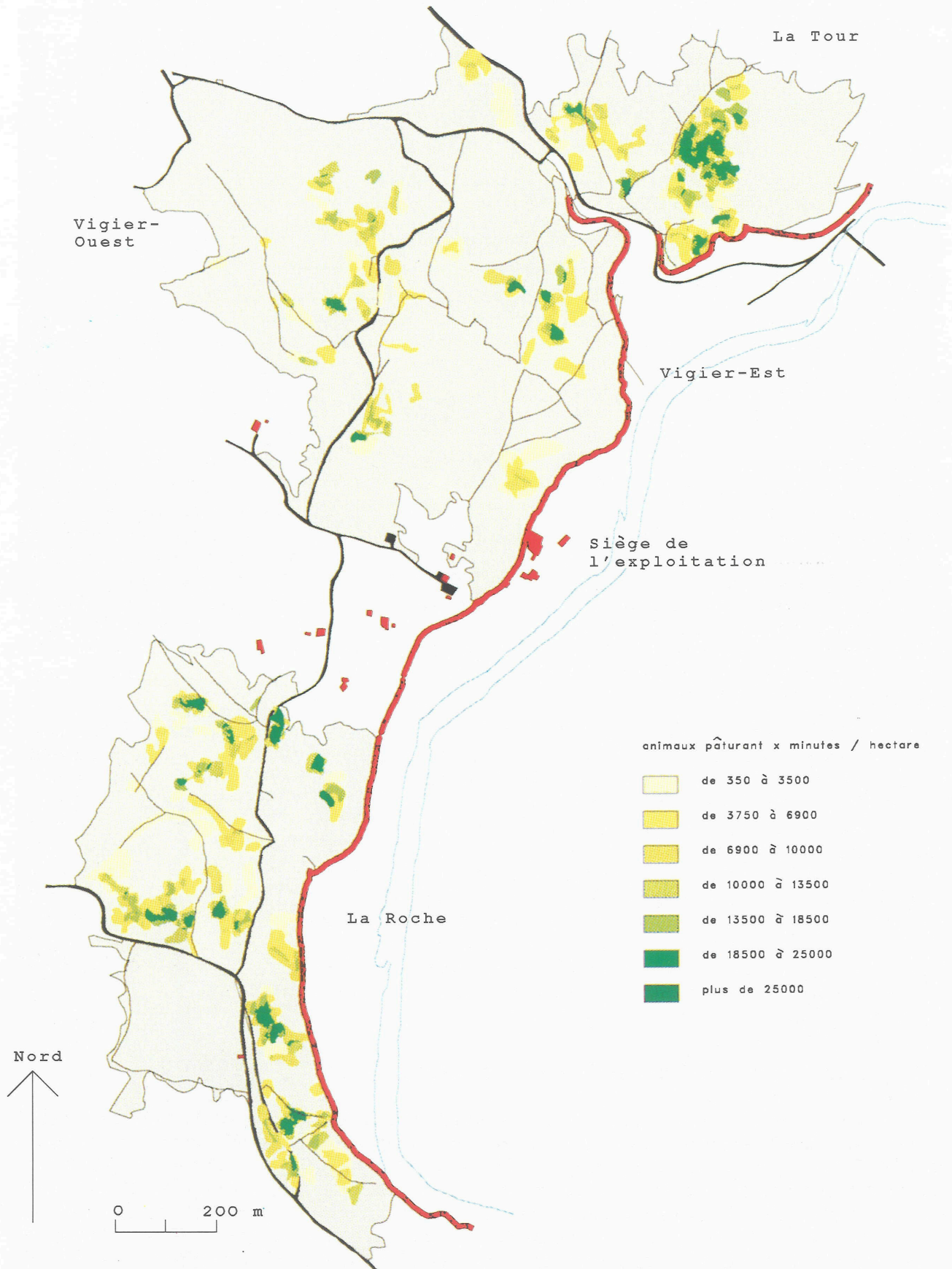


Figure 3 : Bilan saisonnier de la densité de pâturage

- union de l'ensemble des amibes-troupeau (avec recalcul de la variable "animaux pâturant x minutes") ;
- pour chaque projet : zone prévue et pâturée, zone prévue mais non pâturée, zone pâturée hors du projet. L'union de chacune de ces zones avec le fond de carte est réalisée.

3. Premiers résultats et réactions

3.1. Bilan saisonnier de l'utilisation du territoire

Les quatre "quartiers" (du sud au nord, La Tour, Vigier-Ouest, Vigier-Est et La Roche) correspondent à des unités d'utilisation à l'échelle du circuit bi-quotidien. Leurs limites s'appuient sur la falaise et les routes carrossables. Ils se sont vus progressivement prospectés depuis la création du troupeau il y a quinze ans. Situé immédiatement à l'aplomb du siège de l'exploitation, Vigier-Est a été pâturé exclusivement à l'origine et ensuite très préférentiellement durant près de neuf ans, ce qui a conduit à sa mise en repos durant quelques années. Aujourd'hui, ce quartier sert uniquement pour les jours où l'horaire de sortie est limitant. Juste au-delà, Vigier-Ouest est encore peu utilisé car son accès prend du temps, en raison de l'interdiction pour le troupeau d'emprunter les routes passant à proximité des maisons d'habitation. Il est par ailleurs bordé à l'ouest par un territoire pâturé par des brebis et le chevrier cherche à éviter tout problème sanitaire éventuel. Les quartiers de La Tour, au nord, et de La Roche, au sud, plus éloignés du siège de l'exploitation, n'ont été prospectés que plus récemment. La Tour est régulièrement utilisé le matin depuis environ sept à huit ans car l'arrivée des touristes dans l'après-midi rend délicat son usage en soirée. La Roche est le quartier le plus récent ; il est utilisé presque tous les soirs car il est très boisé, ce qui permet au troupeau de pâturer dans une ambiance plus fraîche en fin d'après-midi.

La carte du bilan saisonnier de la densité de pâturage (figure 3) reflète assez fidèlement cette utilisation du territoire. Les quartiers Vigier-Ouest et Vigier-Est apparaissent relativement peu utilisés : le premier pose des problèmes d'accessibilité et constitue une zone de contact à risque sur le plan sanitaire, le second est actuellement laissé en repos. Vigier-Est, du fait de sa proximité avec le siège d'exploitation, a été cependant pâturé ponctuellement au cours de la période estivale pour des sorties de courte durée. Notons que les zones pâturées dans le quartier Vigier-Ouest sont situées préférentiellement le long de la route (effet d'axe). Les plus fortes densités de pâturage s'observent dans les quartiers de La Tour et de La Roche, avec toutefois une répartition de la pression de pâturage beaucoup plus concentrée au nord qu'au sud. Il est intéressant de noter que les zones de pâturage sont toutes plus ou moins centrées sur de fortes valeurs de densité, comme si les circuits convergeaient vers certains lieux dont l'attractivité reste à expliquer.

3.2. L'utilisation préférentielle de certains types d'espace (tableau I)

On calcule, pour chaque modalité des cinq critères, le pourcentage de surface qu'elle représente dans la surface totale de neuf étendues géographiques différentes : le territoire complet, l'enveloppe des amibes-troupeau, l'enveloppe de l'ensemble des zones-projet et les six enveloppes des projets groupés selon leur rôle (colonnes 1 à 9 du tableau I). Les huit dernières colonnes du tableau correspondent à la différence entre le pourcentage de répartition des surfaces pour ces 8 dernières étendues (enveloppe troupeau, enveloppe de tous les projets, enveloppes des projets groupés selon l'un des six rôles qui leur est attribué) et le pourcentage correspondant pour le territoire complet. Cette différence est exprimée en

Répartition (%) des surfaces selon l'étendue géographique

Tout le territoire	Env.					Rôle					Rôle r				
	troupeau	projet	Rôle A	Rôle M	Rôle PP	troupeau	projet	Rôle A	Rôle M	Rôle PP	troupeau	projet	Rôle A	Rôle M	Rôle PP
6,0	5,1	6,6	16,9	3,6	3,2	5,1	8,5	8,2	8,2	8,5	8,2	5,1	8,5	8,2	8,2
11,7	13,9	12,1	20,5	16,3	10,1	4,9	21,9	18,3	18,3	21,9	18,3	4,9	21,9	18,3	18,3
13,7	16,0	11,1	8,0	10,8	14,0	12,0	15,9	10,2	10,2	15,9	10,2	12,0	15,9	10,2	10,2
12,7	12,0	14,8	7,7	16,7	16,6	16,6	17,9	7,0	7,0	17,9	7,0	16,6	17,9	7,0	7,0
17,5	18,0	16,4	13,3	9,5	18,5	25,3	13,4	14,8	14,8	25,3	13,4	25,3	13,4	14,8	14,8
31,4	33,1	36,2	31,1	42,5	33,9	35,7	21,2	40,1	40,1	35,7	21,2	35,7	21,2	40,1	40,1
2,3	0,3	1,4	0,0	0,3	2,5	0,0	0,0	0,2	0,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2

Facies

Pelouse	6,0	5,1	6,6	16,9	3,6	3,2	5,1	8,5	8,2	8,5	8,2	5,1	8,5	8,2	8,2
Dalle	11,7	13,9	12,1	20,5	16,3	10,1	4,9	21,9	18,3	21,9	18,3	4,9	21,9	18,3	18,3
Lande	13,7	16,0	11,1	8,0	10,8	14,0	12,0	15,9	10,2	15,9	10,2	12,0	15,9	10,2	10,2
Bois peu dense	12,7	12,0	14,8	7,7	16,7	16,6	16,6	17,9	7,0	17,9	7,0	16,6	17,9	7,0	7,0
Bois dense	17,5	18,0	16,4	13,3	9,5	18,5	25,3	13,4	14,8	25,3	13,4	25,3	13,4	14,8	14,8
Bois très dense	31,4	33,1	36,2	31,1	42,5	33,9	35,7	21,2	40,1	35,7	21,2	35,7	21,2	40,1	40,1
Coupe	2,3	0,3	1,4	0,0	0,3	2,5	0,0	0,0	0,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2

Pénétrabilité

Très Bonne	7,8	7,6	9,0	10,9	6,8	8,1	7,0	12,3	8,2	12,3	8,2	7,0	12,3	8,2	8,2
Bonne	40,6	42,4	41,7	46,9	46,2	32,8	41,9	46,0	58,1	46,0	58,1	41,9	46,0	58,1	58,1
Moyenne	38,6	38,2	39,8	27,3	31,0	45,5	48,3	31,8	29,2	48,3	31,8	48,3	31,8	29,2	29,2
Faible	8,4	10,3	8,1	12,4	15,5	12,4	2,5	8,7	3,3	12,4	2,5	2,5	8,7	3,3	3,3

Embossaillement

Très fort	7,5	7,6	7,5	13,2	11,8	7,8	1,5	10,4	6,4	10,4	6,4	1,5	10,4	6,4	6,4
Fort	34,6	33,9	32,7	29,9	24,1	29,8	46,6	31,9	38,2	46,6	31,9	46,6	31,9	38,2	38,2
Moyen	48,8	52,0	52,9	47,1	54,7	56,9	47,0	54,7	46,4	56,9	47,0	56,9	47,0	46,4	46,4
Faible	4,4	4,9	5,5	7,3	8,9	4,2	4,5	1,9	7,7	4,2	4,5	4,2	4,5	1,9	7,7

Impact

Très fort	2,2	2,1	3,0	3,4	5,3	3,6	0,0	1,3	3,2	3,6	0,0	1,3	3,2	3,2	3,2
Fort	14,1	21,2	15,9	18,5	13,3	11,9	17,6	12,6	22,6	17,6	12,6	17,6	12,6	22,6	22,6
Moyen	35,2	38,8	44,5	53,0	49,8	40,4	51,4	33,7	45,4	40,4	51,4	33,7	45,4	45,4	45,4
Faible	43,9	36,3	35,1	22,7	31,2	42,8	30,6	51,2	27,5	42,8	30,6	51,2	27,5	27,5	27,5

Abondance

Très forte	2,5	0,5	3,3	0,0	3,2	5,7	0,6	0,3	0,5	5,7	0,6	0,3	0,3	0,5	0,5
Forte	9,5	9,3	7,1	6,8	2,4	8,9	2,5	8,7	3,5	8,9	2,5	8,7	3,5	3,5	3,5
Moyenne	34,1	41,8	36,3	41,0	45,7	33,3	51,0	57,9	41,9	33,3	51,0	57,9	41,9	41,9	41,9
Faible	49,4	46,8	51,8	49,7	48,3	50,9	45,6	32,0	52,7	50,9	45,6	32,0	32,0	52,7	52,7

Tableau 1 : Répartition des modalités des cinq variables selon différentes étendues géographiques

pourcentage de la valeur observée pour le territoire complet ; ne figurent dans le tableau que les écart dont les valeurs absolues sont supérieures à 33.

Il apparaît très clairement qu'à l'échelle des enveloppes projet et troupeau, il n'y a pas d'utilisation préférentielle d'un type d'espace plutôt qu'un autre selon les trois premières variables : au niveau du bilan global des sorties, le chevrier "offre ce dont il dispose" et le troupeau pâture aussi "ce qu'il y a" ! Heureusement, le faciès "coupe" est généralement évité. Pour le critère "Impact", on observe tout de même que certaines zones déjà largement pâturées continuent à l'être. En effet, le colonne troupeau présente un écart nettement positif pour les forts impacts : en quelque sorte, des choix sont confirmés.

Les plus forts écarts s'observent dans les dernières colonnes où les projets sont ventilés selon les rôles qui leur sont attribués au cours des repas. Par exemple, les zones de "modération" (M : où il s'agit de calmer le troupeau en début de circuit) sont caractérisées par une faible pénétrabilité pour le troupeau (écart 85%), qui n'est pas uniquement en rapport avec l'embroussaillage, et se réalisent sur des lieux à fort impact (écart 142%). Egalement, les zones de "plat principal" (PP : où se constituent la majeure partie du repas) semblent surtout choisies sur des lieux à plus forte abondance (écart 133%). L'analyse détaillé de ce tableau est en cours et constituera l'une des bases de discussion avec le chevrier.

3.3. L'analyse du niveau de maîtrise des pratiques d'utilisation de l'espace

La "réussite" d'un circuit de pâturage bi-quotidien est surtout vécue ici en termes de constitution d'un repas satisfaisant aux objectifs de production laitière. Pour la période concernée par les 33 enregistrements de circuits, la production du troupeau est restée très stable, avec un écart-type résiduel inter-quotidien voisin de 0,2 kg/animal de lait corrigé à 3,5% de matières protéiques. On peut donc considérer que l'objectif alimentaire à été atteint. Néanmoins, la question de la maîtrise de l'utilisation de l'espace pâturé lors de chaque circuit est également centrale. Comme il a été dit plus haut, le chevrier "rationne" l'accès à l'espace pâturé de façon à conserver des ressources appétibles au fil de la saison et, à chaque sortie, il séquence le circuit en une succession de zones alimentaires afin de stimuler l'appétit. L'analyse du niveau de maîtrise des pratiques dans l'espace est fondée sur la comparaison entre les zones sur lesquelles le chevrier souhaite que son troupeau pâture et les zones réellement pâturées. Le SIG permet de mettre en relation le prévu et le réalisé. Le principal problème rencontré réside dans la difficulté qu'il y a d'exprimer et de représenter de manière cohérente et compatible, d'une part des projets de pratiques, d'autre part des résultats observables de ces pratiques afin des les rendre comparables. Les premiers résultats obtenus grâce au SIG montrent bien que les mesures des écarts entre le prévu et le réalisé ne constituent pas une base d'information indiscutable mais qu'elles suscitent des questions de recherche intéressantes.

Les nombreux échanges et discussions avec le chevrier nous ont permis de formaliser trois critères hiérarchisés qu'il utilise (plus ou moins consciemment) pour juger de la maîtrise de ses pratiques. Le premier des trois stipule que l'activité du troupeau doit être suffisante (il désire qu'à tout moment durant le pâturage, plus de 85% des individus soient en activité alimentaire). Ce critère est jugé essentiel. Toutefois, le chevrier prend également en compte la plus ou moins grande maîtrise avec laquelle il conduit son troupeau dans l'espace. C'est ainsi que deux autres critères, prenant en compte la dimension spatiale, ont été définis avec lui :

- le troupeau ne doit pas trop "déborder" de la zone-projet prévue (pourcentage de débordement inférieur à 20 % de la zone-projet) ;
- le troupeau doit effectivement utiliser la surface prévue (35% au moins de la zone-projet effectivement pâturée).

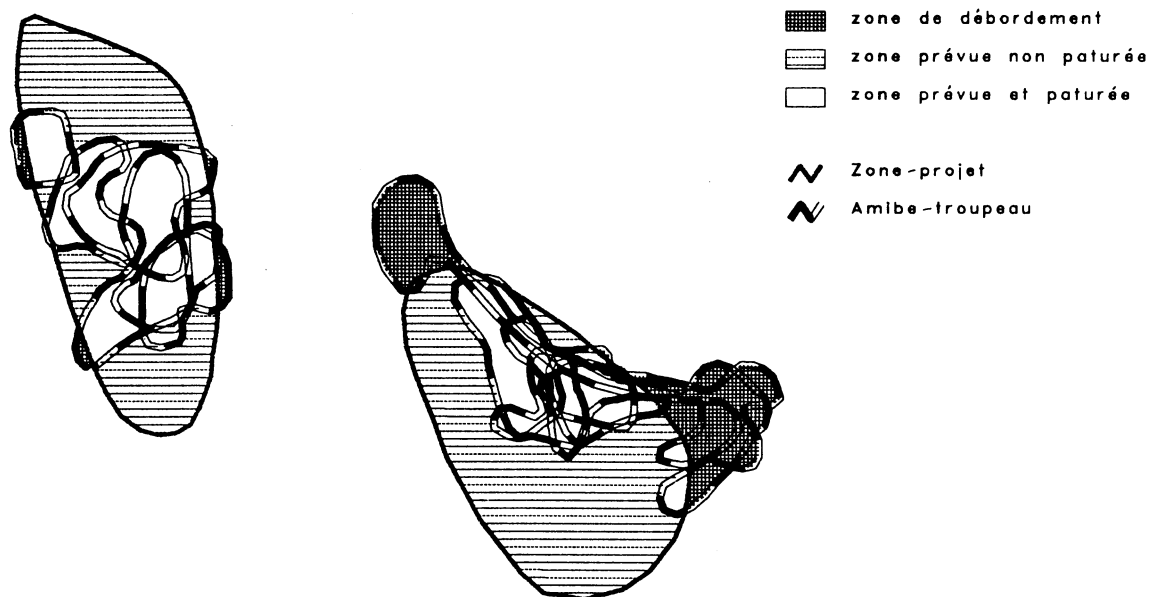


Figure 4 : Deux exemples d'une zone-projet et des amibes-troupeau associées, avec un débordement négligeable à gauche et un fort débordement à droite.

Nos observations montrent que le premier critère "activité de pâturage", est respecté dans la quasi-totalité des zones-projet. Le Système d'Information Géographique nous a permis de déterminer le pourcentage de projets réussis selon les deux autres critères, parmi les 97 projets enregistrés (projets prévus en début de circuit et réalisés, ou projets improvisés en cours de route).

La figure 5 exprime le pourcentage de réussite des projets (axe des ordonnées) avec des seuils de critères s'étendant de 0 à 70 % pour le critère "proportion réellement pâturée de la zone-projet" (axe des abscisses) et de 0 à 50 % selon un pas de 5 % pour le critère "% admis de débordement" (les différentes courbes). Ce document servira de base avec le chevrier pour discuter de la pertinence des seuils des critères avancés par lui jusqu'à présent.

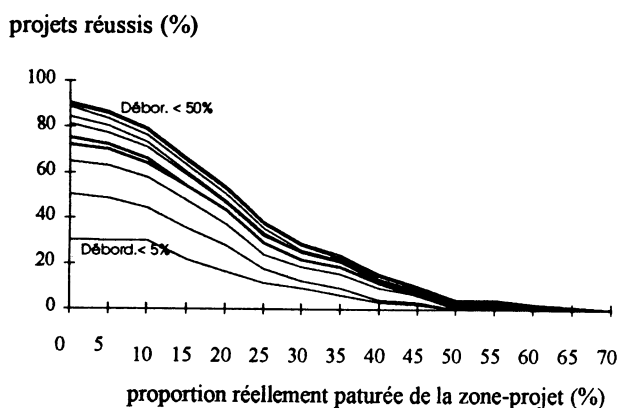


Figure 5 . Pourcentage de projets réussis en fonction des seuils des deux critères spatiaux

Nous sommes étonnés de voir que seulement moins de 20% des projets sont jugés satisfaisants en considérant les seuils de maîtrise annoncés par le chevrier (tableau I, colonne "chevrier"). Le critère "proportion réellement pâturée de la zone-projet" s'avère le plus contraignant, puisque moins de 30% des projets y satisfont. En modifiant les seuils des critères annoncés par le chevrier (tableau I, colonne "simulation", de manière à les rendre beaucoup moins contraignants (débordement du troupeau inférieur à deux tiers et proportion réellement pâturée de la zone-projet au moins égal à un cinquième), moins de 60% des projets sont considérés comme réussis. Il nous semble que c'est encore faible et peu cohérent par rapport aux avis du chevrier sur le déroulement du circuit tels que mentionnés dans ces notes.

Critères	Chevrier	Simulation
débordement inférieur à (%) :	20	66,6
proportion réellement pâturée de la zone-projet supérieur à (%) :	35	20
Résultats		
projets réussis selon débordement (%) :	72,2	99
projets réussis selon surface prévue (%) :	28,9	60,8
projets réussis selon les deux critères (%) :	18,6	59,8
projets réussis selon au moins l'un des deux critères (%) :	82,5	100

Tableau 2 : Pourcentage de réussite des projets selon les seuils retenus

Ces résultats montrent qu'il ne s'agit pas seulement d'un problème de seuil du critère, car même avec un seuil minimal d'utilisation de la surface de la zone-projet égal à 20%, le taux de réussite reste faible (60,8%) par rapport à une satisfaction plus grande exprimée par le chevrier. Cet écart proviendrait plutôt de la représentation que nous avons choisie pour la modélisation de ces pratiques (amibes-troupeau et zones-projet principalement). Le critère relatif au débordement du troupeau hors de la zone-projet soulève également des interrogations puisque tous les projets considérés comme non réussis par le système avec un seuil maximal de débordement fixé à 20% ne le sont pas systématiquement par le berger. Plusieurs considérations d'ordre méthodologique peuvent être avancées :

- Chaque projet est défini spatialement par un polygone unique aux limites précises. Or, pour le chevrier les contours d'une zone-projet, tracés noir sur blanc, afin de pouvoir être intégrés dans un SIG, ne constituent pas nécessairement une "frontière à ne pas franchir" mais plutôt une indication quant à la zone à pâturer. Tous les segments d'un polygone associé à une zone-projet ont été représentés d'une seule manière comme s'ils jouaient tous le même rôle alors toutes les limites ne présentent pas la même signification. Par ailleurs, le fait de ne dessiner qu'un seul polygone pour une zone-projet le conduit sans doute à englober à l'intérieur de la zone des espaces sur lesquels il n'avait pas nécessairement l'intention de faire pâturer son troupeau.
- A l'inverse, les amibes-troupeau ont été relevées avec une très grande précision et le rapport de surface entre des données circonscrites avec une beaucoup de finesse (amibes-troupeau) et des données plus grossières (zones-projet) aura tendance à être faible.
- La non-contiguïté spatiale de certaines amibes-troupeau se référant à une même zone-projet laisse à penser qu'il peut y avoir une sous-estimation des surfaces pâturées. Le relevé du troupeau n'étant réalisé qu'à raison de vingt minutes toutes les vingt-cinq minutes, il peut y avoir des ruptures significatives dans l'enregistrement lorsque le troupeau se déplace rapidement.
- La non réussite d'un projet selon le critère de débordement devra être nuancé par les caractéristiques des espaces sur lequel il s'opère. Selon qu'il s'agit d'un espace sur lequel le chevrier voulait à tout prix éviter que son troupeau pâture ou au contraire d'un espace proche par ses caractéristiques des espaces de la zone-projet, le pourcentage de débordement n'aura pas la même signification. Par exemple, un débordement dans un sous-bois peu pénétrable, alors même que la zone-projet en contient une forte proportion, ne reflétera pas un manque de maîtrise trop important. En revanche, la fuite du troupeau sur des pelouses, lorsque le projet consiste à le tenir en sous-bois, est révélateur d'une mauvaise maîtrise presque certaine.

Matinée du 20 juillet



Soirée du 6 août










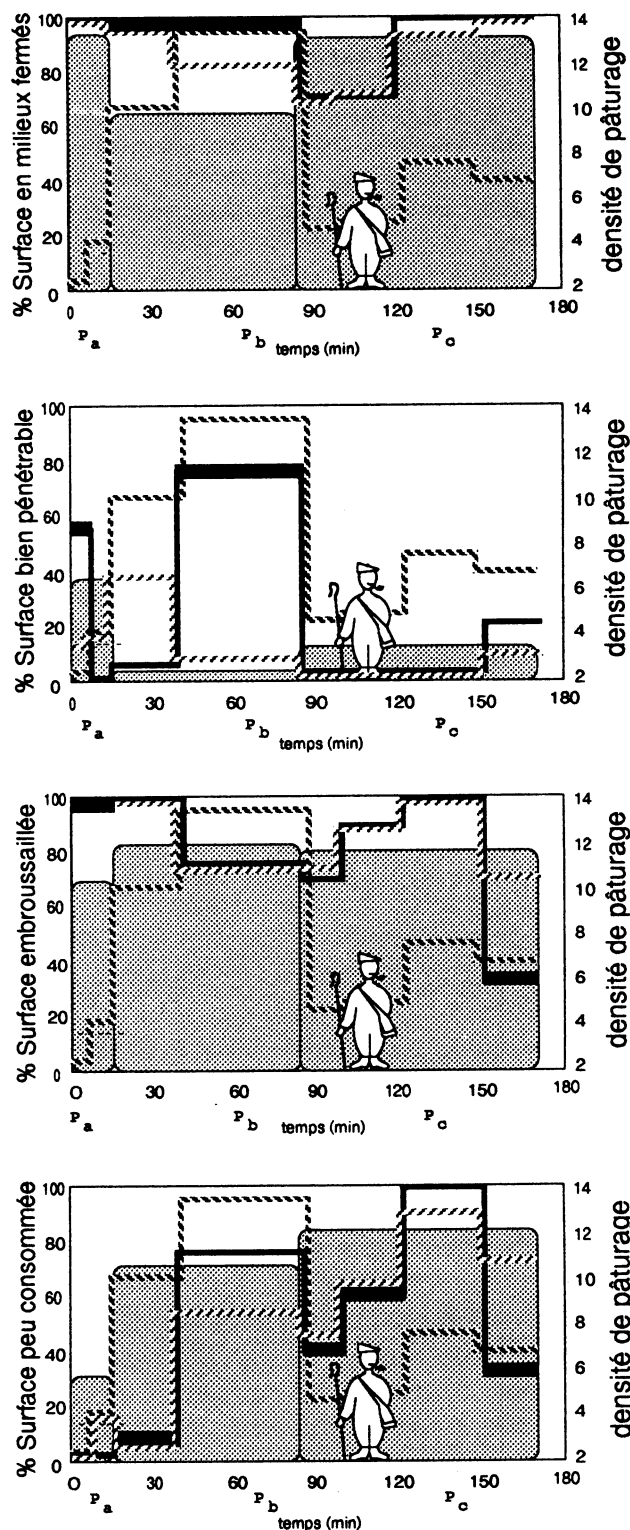
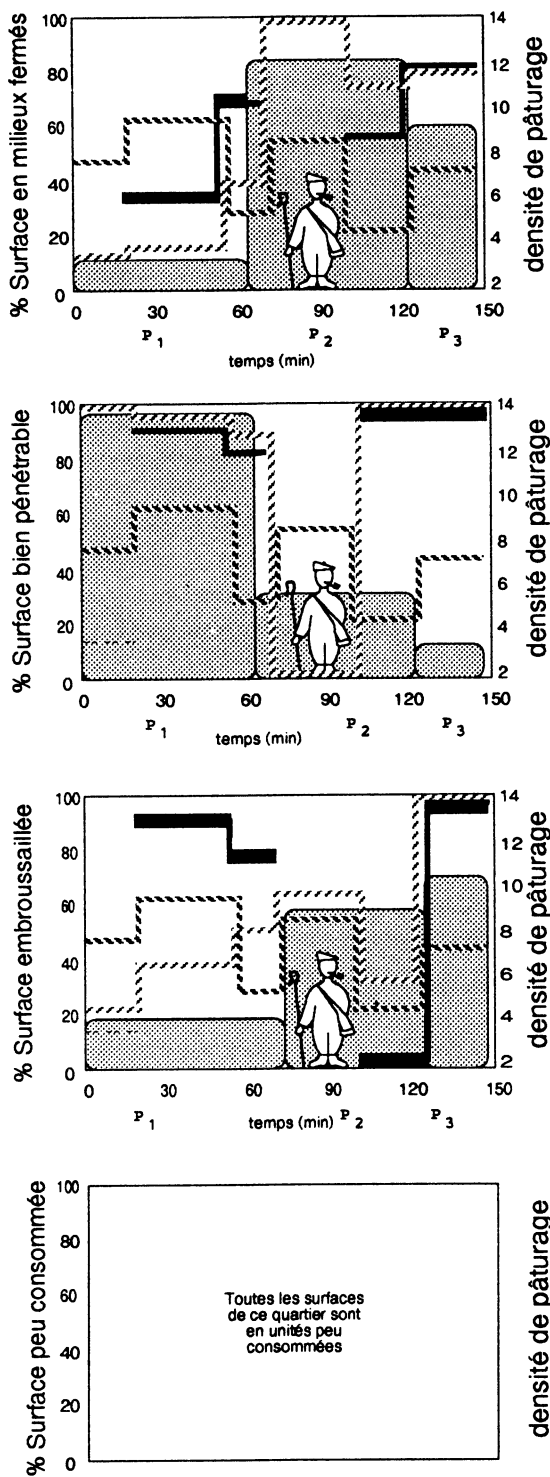
-  Zone-projet
-  Amibe-troupeau
-  Pelouse
-  Dalle rocheuse
-  Lande
-  Bois peu dense
-  Bois dense
-  Bois très dense
-  Coupe



Figure 6 : Deux exemples d'une carte de circuit

Quartier de La Tour
Matin du 20 juillet

Quartier de La Roche
Soir du 6 août



Surfaces

- Projet Berger
- Troupeau
- Débordement

Densité de pâturage
(10³ animaux pâturant
* min / ha)

Ecart significatif
Débordement/Prévu

Figure 7. Comparaison du "prévu" et du "réalisé" sur les exemples de circuits de la figure 6

- La prise en compte de critères spatiaux uniquement à l'échelle d'une zone-projet individualisée au sein d'un circuit n'est pas nécessairement la plus pertinente. Ainsi, les zones de débordement observées à l'échelle d'un projet peuvent correspondre aux zones de pâturage du projet précédent ou du projet suivant dans le circuit. De plus, la non-maîtrise ne sera avérée que si le chevrier ne parvient pas à faire pâturer une zone qu'il juge intéressante après plusieurs tentatives. Si l'on ne travaille plus à l'échelle du projet mais à l'échelle de la saison de pâturage, au critères de réussite "seuil minimal du % de surface prévue réellement pâturée" peut être substitué un critère permettant de dresser un bilan spatial de l'utilisation du territoire. La ressemblance formelle de ces critères à ces deux échelles de temps ne doit pas faire oublier que dans le premier cas il s'agit de la conduite fine du troupeau (techniques de garde lors du circuit) alors qu'il s'agit, dans le second cas, de la gestion plus globale de l'exploitation (utilisation du territoire pâturable).

Compte tenu des indications actuellement données par le chevrier et de nos observations de terrain, il semblerait que pour rendre compte des facteurs de débordement et plus généralement des facteurs de conduite d'un troupeau caprin dans un taillis de chêne, il soit nécessaire d'intégrer des données plus précises : par exemple, le rôle joué par les lisières selon l'heure de la sortie (effets d'ombrage générateur d'un "bien-être microclimatique"), présence de dalles chauffées au soleil (créant des limites "infranchissables"), présence d'une espèce végétale attractive pour le troupeau (l'arbuste légumineuse *Coronilla emerus*), etc.

Les principaux documents produits en vue de discuter avec le chevrier des raisons de sa maîtrise spatiale du pâturage sont la carte et le "séquentiel" de chaque circuit (deux exemples de circuits sont proposés, figures 6 et 7). Pour chaque sortie, on identifie ainsi les écarts entre la nature des surfaces proposées dans les projets successifs et la nature des surfaces pâturées et débordées, ainsi que la variation dans le temps de la densité de pâturage. Cela permet de formuler des hypothèses quant aux raisons des forts écarts observés entre le "prévu" et le "réalisé", de revenir aux notes prises sur le terrain par le chevrier et de lui poser des questions sur les "moments délicats" identifiés. Particulièrement, on identifie ici la fréquence et l'ampleur des débordements apparemment les plus "gênants", car réalisés sur des surfaces de natures très différentes par rapport au projet.

oOo

Conclusion

Cette application montre l'intérêt de l'utilisation d'un SIG dans un travail de recherche visant à mieux comprendre les relations entre pratiques pastorales et utilisation d'un territoire. L'intérêt est multiple :

- le SIG permet, grâce à des opérateurs spatiaux puissants, de produire de nouvelles informations à forte "valeur ajoutée" et par là même d'avancer vers une meilleure connaissance des interrelations entre pratiques et territoire ;
- le SIG constitue un support intéressant pour dialoguer avec l'acteur ;
- la mise en oeuvre informatique du système nécessite d'approfondir la formalisation des objets que l'on manipule et les limites rencontrées lors de l'utilisation de l'outil renvoient parfois à des questions pertinentes sur les pratiques elles-mêmes. C'est ainsi que la non-prise en compte de "limites floues" par le système a permis d'approfondir le sens que le chevrier donnait aux contours des zones-projet tracés à notre demande sur le fond cartographique : les limites dessinées de façon unique ne présentaient finalement pas toutes la même signification.

Les résultats, encore très partiels sont encourageants ; ils favoriseront notamment la poursuite des discussions avec le chevrier. Nous allons engager des travaux similaires sur d'autres exploitations afin de mieux comprendre et formaliser ces pratiques de garde, ne serait-ce que dans l'optique de les mieux enseigner.

oOo

Remerciements

Philippe Maître, Gérard Balent, Jacques Baudry, Bernadette Leclerc, Marie-Claude Léouffre, Hubert Mazurek, Philippe Miellet et Didier Armand nous ont été indispensables pour la conception de cette étude, l'acquisition des données et les premières analyses. Nous les en remercions vivement. Le chevrier Francis Surnon et ses collègues de la SCEA Viel Audon sont des partenaires motivés et réguliers depuis des années, nous les en remercions également.

oOo

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. Th. Doct. Sci., Univ. Rennes I, INRA Toulouse, 146 p.
- Black J.L. and Kenney P.A., 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II : height and density of pasture. Aust. J. agric. Res., 35 : 565-578.
- Cooper S.M. and Owen-Smith N., 1986. Effects of plant spinescence on large mammalian herbivores. Oecologia (Berlin), 68 : 446-455.
- Etienne M. y Prado C., 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Ciencia Agrícolas Univ. de Chile, 10 : 120 p.
- Hubert B., 1991. Comment raisonner de manière systémique l'utilisation du territoire pastoral ? In "Proc. IVe Congrès International des Terres de Parcours", Montpellier (France) : 1026-1043.
- Guérin G. et Bellon S., 1990. Analyse des fonctions de surfaces pastorales dans les systèmes fourragers en zone méditerranéenne. In Capillon A (éd.) : "Recherches sur les systèmes herbagers : quelques propositions françaises". Etudes et Recherches, 17 : 147-157.
- Landais E. et Deffontaines J.P., 1988. André L. : un berger parle de ses pratiques. Doc. Travail URSA Versailles, 111 p.
- Leclerc B. et Lécivain E., 1975. Etude du comportement d'ovins domestiques en élevage extensif sur le Causse du Larzac. Th. Doct. 3e Cycle, Univ. Rennes I., 349 p.
- Martinand P. et Millo A., 1979. Différenciation du territoire des exploitations ovines des Préalpes du Sud en fonction de l'utilisation pastorale. In Molénat G. et Jarrige R. (éd.) : Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens. INRA Pubs., Versailles : 397-407.
- Meuret M., 1989. Feuillages, fromages et flux ingérés. Th. Doct. Sci. Agron., Fac. Gembloux, INRA-SAD Avignon, 249 p.

Meuret M. and Giger-Reverdin S., 1990. A comparison of two ways of expressing the voluntary intake of oak foliage based diets by goats raised on rangelands. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, Suppl. 2 : 205.

Meuret M., Viaux C. and Chadoeuf J., 1993. Grazingland heterogeneity stimulates intake rate. *Ann. Zootech.* (à paraître)

Penning P.D., Parsons A.J., Orr R.J. and Treacher T.T., 1991. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass For. Sci.*, 46 : 15-28.

oOo