

¹ *Enita Clermont-Ferrand, UR Élevage et
Production des Ruminants, Marmilhat,
F-63370 Lempdes*

(Unité soutenue financièrement par l'INRA)

² *Enita Clermont-Ferrand, UR Relations
entre Pratiques agricoles,
Environnement, Paysage rural en
moyenne montagne, Marmilhat,
F-63370 Lempdes*

Courriel : brunsch@enitac.fr

Représentation cartographique d'activités d'élevage : exemple de l'élevage bovin laitier pour la production de fromages d'AOC dans le Massif central

Si les productions végétales, notamment viticoles, ont fait l'objet de nombreux travaux cartographiques, ce n'est pas encore le cas des productions animales. Pourtant, les produits animaux sous signes officiels de qualité, comme les fromages d'AOC, sont définis relativement à des conditions de production incluant le milieu naturel et son utilisation pour produire le lait : zone géographique, pluviométrie, importance des

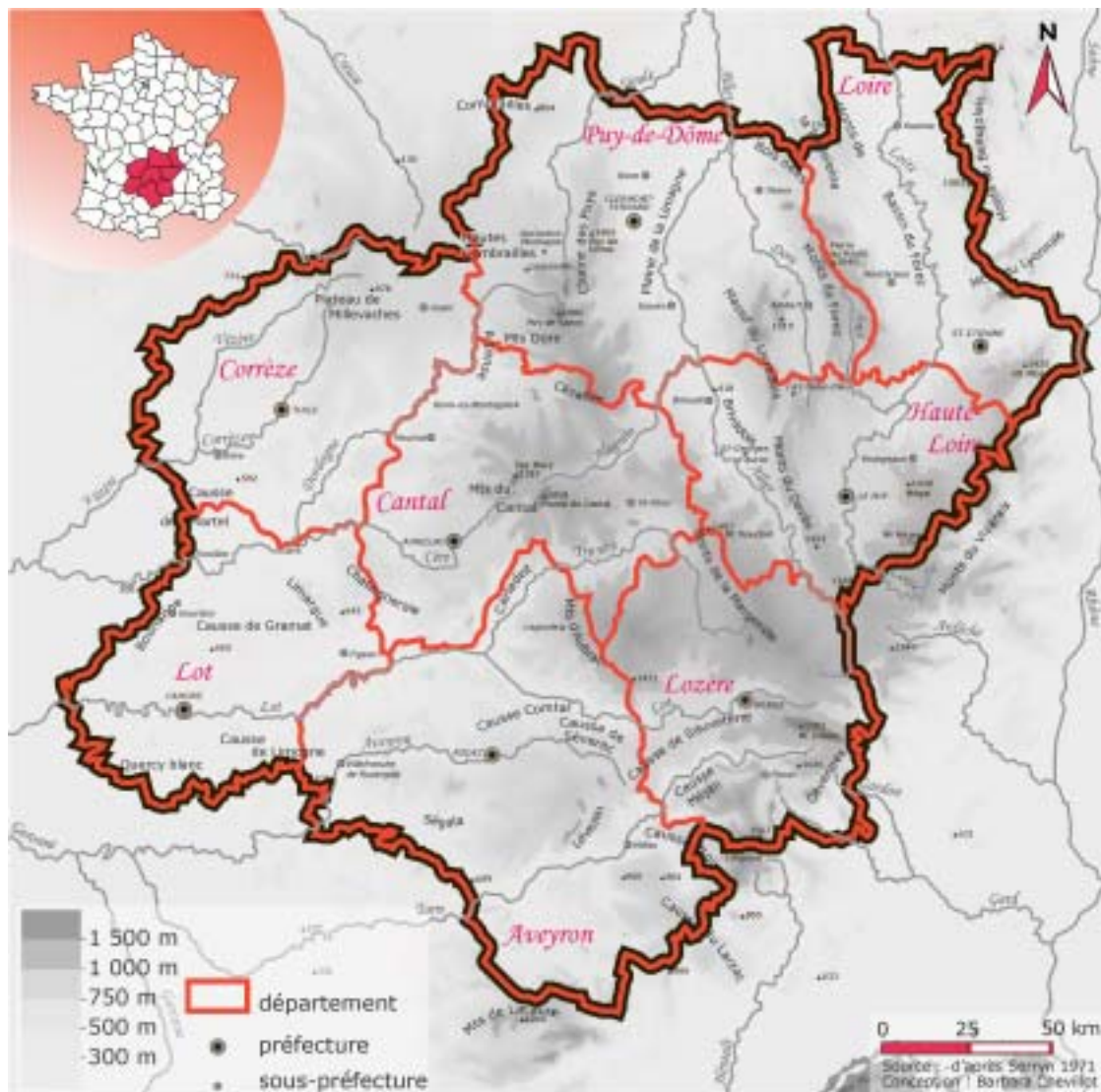
prairies permanentes, conservation de l'herbe, systèmes d'élevage laitier... L'outil cartographique paraît donc intéressant pour représenter cet ensemble de données à la fois nombreuses et de natures très diverses.

Résumé

La cartographie est en général peu utilisée dans le domaine de l'élevage, bien qu'elle présente l'intérêt de visualiser la spatialisation de ce type d'activité nécessairement relié à l'espace (pâturage, récolte de fourrages...). Nous avons choisi d'utiliser des méthodes cartographiques pour conduire une recherche sur les systèmes d'élevage bovin dont le lait est destiné à la production des fromages d'AOC du Massif central. Les informations collectées sont issues d'enquêtes à dire d'experts, de données géographiques et de fichiers administratifs ; elles ont été traitées à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) et d'analyses statistiques. Cette démarche a permis d'obtenir différents types de cartes : des cartes synthétiques (typologie de zones d'élevage laitier), des cartes thématiques spatialisant des variables qualitatives (ration hivernale) ou quantitative, en valeur relative (proportion de prairies permanentes dans la SAU) ou absolue (quotas laitiers communaux). Pour chacune des huit AOC fromagères concernées, des cartes spécifiques, obtenues par extraction, ont ensuite permis d'appréhender leur cohérence. L'outil cartographique s'est avéré bien adapté à l'étude d'activités d'élevage associées à une appellation, dans la mesure où, d'une part, le fondement d'une AOC est nécessairement relié à sa zone de production et où, d'autre part, sa cohérence, notion par nature complexe, découle de plusieurs facteurs. Cet outil permet de plus d'accéder rapidement à une vision d'ensemble et de réaliser des analyses spatiales de différents thèmes, seuls ou combinés entre eux. Plus généralement, l'usage de la cartographie que nous présentons ici peut être considéré comme une proposition méthodologique intéressante pour l'étude de certaines activités d'élevage.

Le Massif central est une vaste région qui recouvre une grande diversité, tant des paysages que des fromages et des systèmes d'élevage laitier (Roque et Soissons 1997). Il comprend, entre autres, l'intégralité de huit départements (Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Haute-Loire, Lot, Lozère, Puy-de-Dôme ; figure 1). La production fromagère de cette région est une tradition profondément enracinée dans son histoire, puisque les témoignages les plus anciens sont antérieurs au Moyen-âge (D'Alverny 1907, Durand 1946, Molle 1950, Fel 1962 et 1989, Poitrineau 1984). Les fromages au lait de vache du Massif central bénéficiant actuellement d'une

Figure 1. Le Massif central : éléments de localisation.



Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) sont le saint-nectaire, le cantal, le salers, le laguiole (fromages à pâte pressée non cuite), la fourme d'Ambert, la fourme de Montbrison, le bleu d'Auvergne et le bleu des Causses (fromages à pâte persillée).

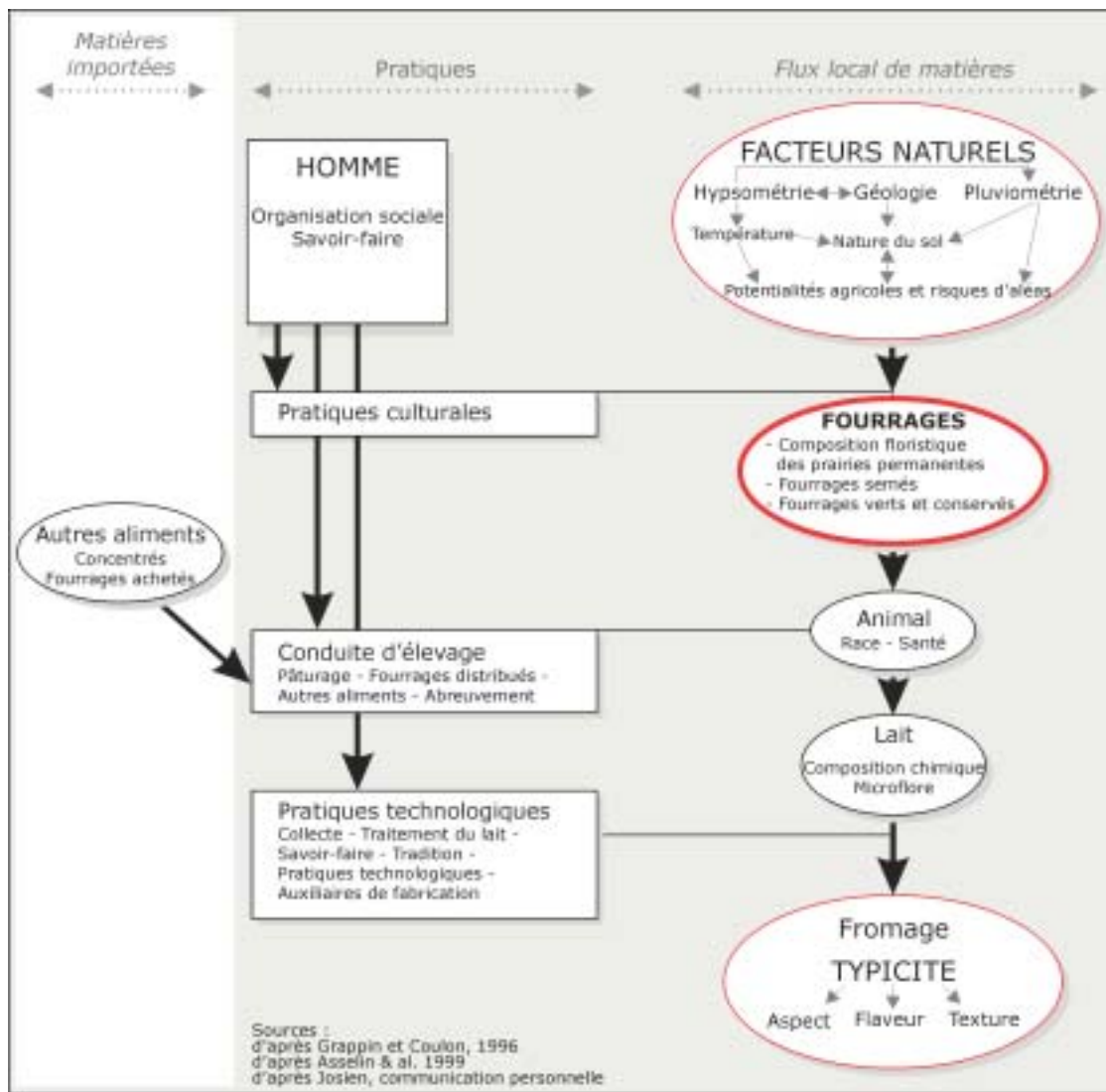
L'AOC se définit comme "la dénomination d'un pays, d'une région ou d'une localité servant à désigner un produit qui en est originaire et dont la qualité ou les caractères sont dus au milieu géographique, comprenant des facteurs naturels et des facteurs humains" (source : Institut National des Appellations d'Origine - INAO). L'AOC est donc à la fois un signe qui certifie l'origine et la typicité d'un produit pour le consommateur, une protection et un cadre légal pour l'agriculteur et le transformateur, et un outil d'aménagement du territoire pour les responsables politiques (Linden et Chamba 1994, Ricard 1994, Barjolle *et al* 1998).

La construction des espaces économiques européen et international impose actuellement de justifier que l'AOC dont bénéficient des fromages français ne constitue pas une entrave à la libre concurrence, mais correspond bien à la distinction d'un produit typique. Cette justification passe notamment

par une meilleure explicitation du lien existant entre chaque fromage et le terroir dont il est issu. Ce lien, illustré par la chaîne terroir-fromage (figure 2), s'exprime notamment à travers les pratiques agricoles et l'alimentation des animaux (Grappin et Coulon 1996, Asselin *et al* 1999). Dans cette chaîne, la conduite du système fourrager constitue un maillon essentiel et incontournable, le seul qui garantisse la continuité du lien biologique entre le support de l'activité d'élevage et le lait tiré de cet élevage.

Dans un tel contexte, chaque syndicat fromager français est amené à élaborer une justification argumentée du lien au terroir du fromage d'AOC dont il a la charge. Le Pôle fromager AOC Massif central fédère et organise des recherches contribuant à l'avancement de ces réflexions pour l'ensemble du massif. C'est dans ce cadre qu'il nous a été demandé de réaliser une étude (conduite entre 1995 et 2000) visant à décrire la production laitière bovine à l'échelle du massif. Il s'agissait de mettre en évidence, de délimiter et de caractériser les grands types de systèmes et de terroirs d'élevage laitier du Massif central (Brunschwig *et al* 1996). Il convenait ensuite de mener une analyse des données collectées et de les discuter. L'ensemble des

Figure 2. La chaîne terroir-fromage.



résultats obtenus a été rassemblé dans un ouvrage de synthèse regroupant une cinquantaine de documents cartographiques (Brunschwig *et al* 2000).

Nous présentons ici cette approche originale en développant plus particulièrement l'intérêt de la cartographie d'éléments relatifs à l'activité d'élevage. La représentation cartographique d'éléments constitutifs de systèmes d'élevage est en effet peu commune, car la cartographie n'est pas un outil classiquement utilisé dans le domaine des sciences animales. C'est en constituant une équipe pluridisciplinaire, composée de zootechniciens, de géographes et de cartographes que nous avons pu établir des cartes relatives aux systèmes d'élevage (Michelin *et al* 1999). A l'inverse d'un tableau de chiffres proposant une vision plutôt segmentée, une carte présente l'intérêt de visualiser la spatialisations du phénomène étudié.

1 / Méthodologie

Nous avons considéré qu'un terroir d'élevage laitier est une aire géographique homogène tant pour son milieu physique (sol, climat, relief...) que pour ses systèmes d'élevage lai-

tier (cheptel, pratiques d'élevage, alimentation...). Notre étude s'est donc volontairement limitée à la partie amont de la filière, constituant ainsi une vision du terroir fromager plus restrictive que celle définie par Grappin et Coulon (1996) qui intègre en plus la technologie de transformation fromagère et l'affinage.

1.1 / Origine et structuration des données

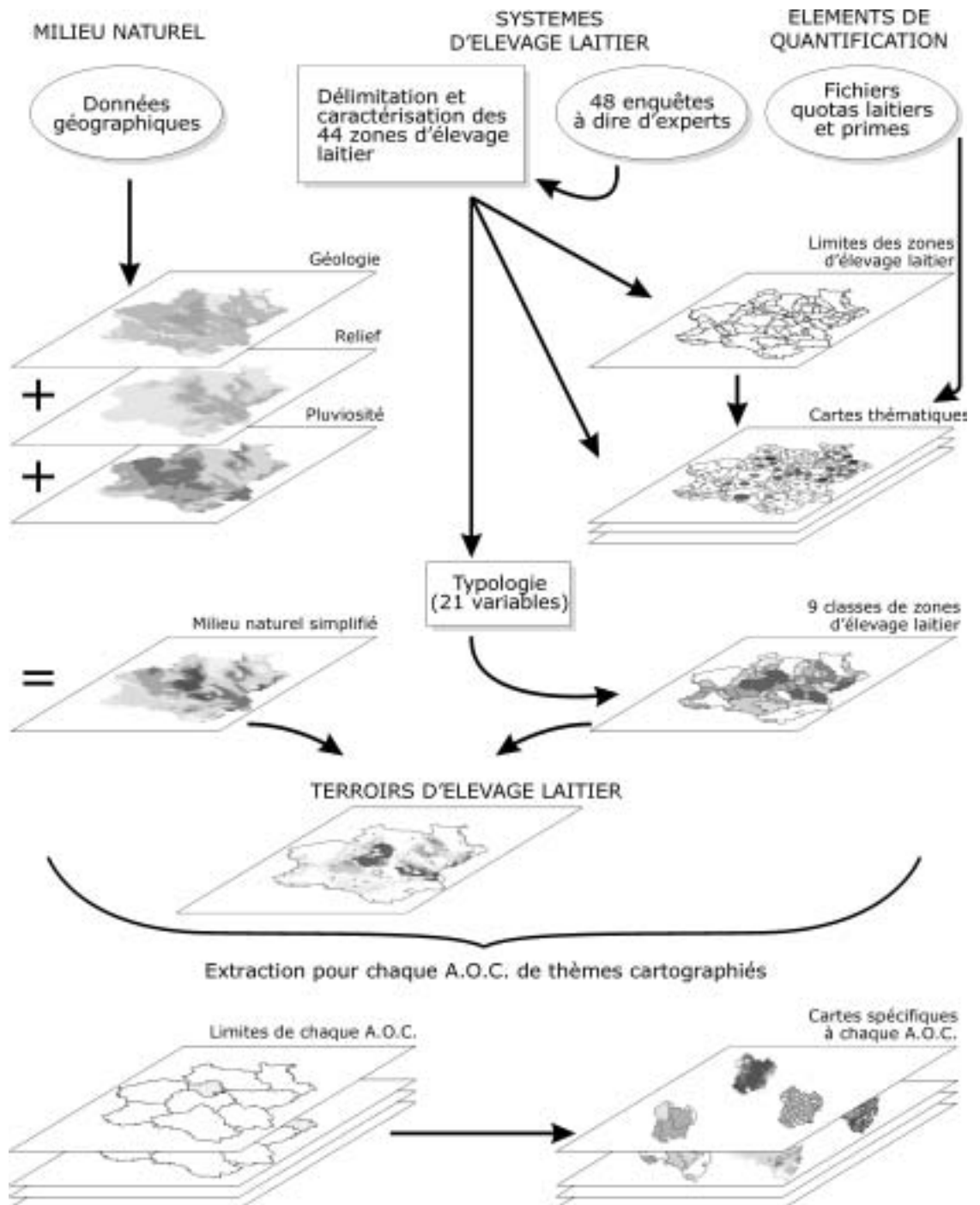
Les données caractérisant le milieu naturel d'un terroir d'élevage laitier concernent les paramètres affectant la végétation consommée par les ruminants (quantité et qualité). A l'échelle du Massif central, nous ne pouvions accéder directement à la végétation. Nous avons cependant identifié des seuils ou des classes caractéristiques de trois paramètres fondamentaux influençant la végétation : l'altitude (<750 m : culture du maïs possible ; >1000 m : prairies permanentes dominantes), la pluviosité annuelle (<900 mm : sécheresse estivale pour l'herbe ; >1200 mm : pas de sécheresse estivale) et le substrat géologique (simplifié en quatre classes : volcanique récent, socle ancien, calcaires durs, sédimentaire peu consolidé). Ces données, issues de

documents cartographiques, ont été simplifiées, numérisées puis transformées dans le même repère de projection (Lambert II zone étendue ; tableau 1 et figure 3). Nous n'avons pas utilisé la carte pédologique au 1/1 000 000 car il y aurait eu redondance avec l'altitude et les précipitations puisque la classification pédologique intègre déjà des considérations climatiques.

Trois composantes essentielles de l'exploitation agricole caractérisent les systèmes d'élevage laitier : les hommes, les animaux et les parcelles. Ces dernières permettent d'établir un lien entre l'activité de production et le territoire. A l'échelle du Massif central, il n'était pas possible d'appréhender toutes les parcelles de tous les producteurs laitiers.

Nous avons donc opté pour des enquêtes à dire d'experts (Perrot 1990) qui ont en premier lieu permis de délimiter des espaces considérés comme homogènes pour les pratiques d'élevage (les zones d'élevage laitier) puis de caractériser les systèmes d'élevage laitiers dominants pour chacun de ces espaces. Ces zones ont une surface variable (de 12 à près de 140 communes) et la précision de leurs limites est de l'ordre d'une commune, soit environ 2 km. Les contours des 44 zones d'élevage laitier identifiées ont été numérisés sur un fonds géographique dans le même repère de projection que celui des données du milieu naturel. Un traitement statistique (analyse factorielle en composantes multiples complétée par une classification ascendante hiérarchique), utilisant la base de

Figure 3. Démarche méthodologique.



données issue de ces enquêtes, a par ailleurs permis de réaliser une typologie des 44 zones d'élevage laitier en neuf classes. L'exploitation de fichiers administratifs a ensuite fourni des données quantitatives complémentaires (quota laitier, nombre d'exploitations, etc ; tableau 1 et figure 3).

La nature des données ainsi collectées est donc fondamentalement différente. Les informations relatives au milieu naturel sont continues et concernent la totalité de l'espace décrit. Les renseignements relatifs aux systèmes d'élevage laitiers correspondent en revanche à un type d'exploitation agricole représentatif d'un ensemble d'exploitations dispersées dans un espace plus vaste et dont elles n'occupent qu'une partie.

1.2 / Croisement des données

Pour chaque thème (altitude, ration fourragère hivernale des vaches laitières, quotas laitiers par commune, etc.), nous avons établi une carte thématique à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). Chacun de ces thèmes fournit une couche d'informations relative à un même espace, laquelle est formée d'un ensemble de polygones repérés les uns par rapport aux autres et auxquels est associée une base de données. Puis par croisement de couches, nous avons pu identifier des zones homogènes pour la combinaison des thèmes correspondants (géologie, altitude et pluviosité par exemple) et ainsi établir des cartes synthétiques (figure 3). La carte des terroirs d'élevage laitier est issue du croisement du milieu naturel avec les types de zones d'élevage laitier. Nous avons également réalisé des cartes limitées à des espaces plus restreints : par exemple extraction d'une zone d'AOC, croisement des familles de systèmes d'élevage laitier avec le milieu naturel pour approcher la diversité de ses terroirs... L'ensemble des croisements a été réalisé avec le logiciel ArcInfo. La visualisation des cartes s'est effectuée sous ArcView. La mise en forme graphique a ensuite été finalisée sous CorelDraw.

Tableau 1. Types et origines des données collectées.

	Type d'information	Source de l'information
Milieu naturel	Substrat géologique	Carte BRGM (1/1 000 000)
	Altitude	Atlas Bordas (1/1 600 000)
	Pluviosité annuelle	Carte Météorologie nationale (1/1 750 000)
Systèmes d'élevage laitier	Race des vaches Taille du troupeau Mode de renouvellement Périodes de vêlages Alimentation des vaches Origines des fourrages Mode de conservation des fourrages Nature et conduite des prairies	Enquêtes à dire d'experts et documents bibliographiques
	Nombre d'exploitations laitières Quota laitier Effectif des troupeaux bovins Production moyenne de lait / vache Surfaces et chargements	Fichiers DRAF et DDAF des quotas laitiers et primes
	Historique de la production et des systèmes d'élevage laitier	Documents bibliographiques

2 / Les différents types de cartes obtenues

Les résultats obtenus sont présentés pour une large part sous forme d'une collection de cartes. Certaines sont thématiques et présentent la répartition d'une seule variable sur la zone d'étude. D'autres sont synthétiques : elles rassemblent plusieurs informations et résultent d'un traitement des données de base ; elles laissent transparaître un important travail cartographique et une recherche originale dans la construction des légendes. Différents types de cartes sont présentés ci-après, choisis parmi ceux réalisés pour cette étude.

2.1 / Carte synthétique de typologie des zones d'élevage laitier

Il convient de garder à l'esprit que cette carte présente une typologie des zones d'élevage laitier, donc de populations d'exploitations laitières qui sont représentées par le « modèle » de système d'élevage dominant au sein de chaque zone (décrit à partir des enquêtes à dire d'experts réalisées en 1995), lequel n'est cependant jamais le seul présent. De ce fait, les systèmes d'élevage laitiers atypiques, les élevages non laitiers et les autres activités agricoles n'apparaissent pas. De même, les quantités indiquées sont des moyennes par classe de zones d'élevage laitier qui masquent bien sûr une réalité plus diverse (Reuillon 1995).

Construction

Les neuf classes de zones d'élevage laitier ont été obtenues par le traitement statistique de 21 variables relatives aux troupeaux, aux surfaces fourragères, à la conduite d'élevage et à la production laitière ; elles sont globalement hiérarchisées en fonction de l'alimentation des vaches et se répartissent en trois grandes familles : « montbéliarde/herbe », « 2 races/herbe » et « holstein/maïs » (tableau 2).

Tableau 2. Typologie des zones d'élevage laitier du Massif central : principales caractéristiques du type dominant d'exploitations par classe.

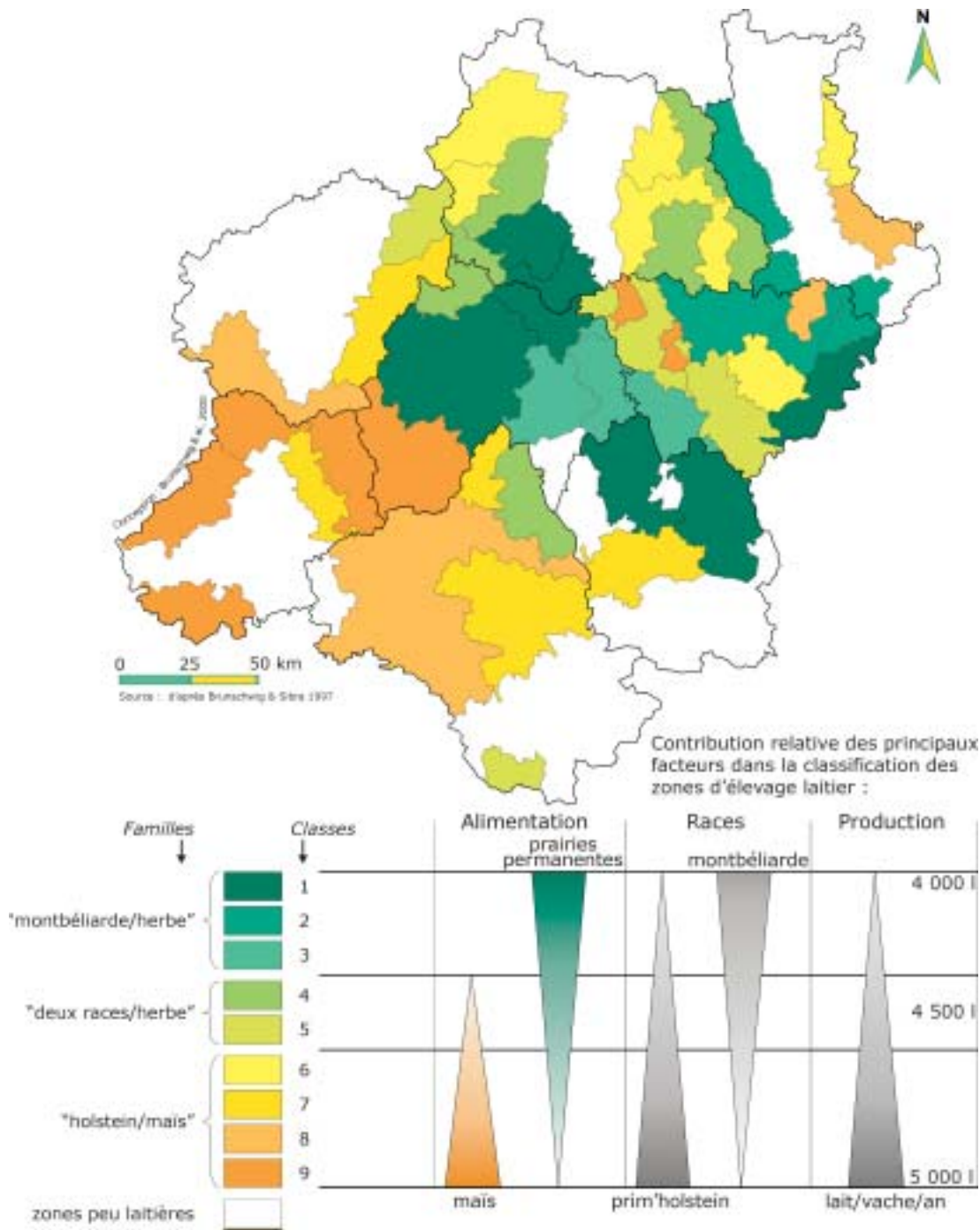
NB : Les données chiffrées correspondent à la moyenne de la classe (données collectées en 1995). Pour chaque classe, la différence entre quotas et productions (nombre de vaches x production individuelle) découle du mode d'enquête (dires d'expert, collecte d'indicateurs) et non de valeurs exactes.

<p>Classe 1 (6 zones) : 26 vaches laitières, de race montbéliarde, à 3800 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 75 000 litres. 50 à 60 ha de SAU comportant 70 à 100 % de prairies permanentes. Le chargement est de 0,75 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base de foin et d'ensilage d'herbe. Présence d'exploitations fromagères fermières.</p> <p>Classe 2 (3 zones) : 24 vaches laitières, de race montbéliarde, à 3800 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 95 000 litres. 35 ha de SAU comportant 70 % de prairies permanentes et 8 à 10 % de céréales auto-consommées. Le chargement est de 1,0 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base de foin et d'ensilage d'herbe (50 à 90 % de la ration). Présence d'exploitations fromagères fermières.</p> <p>Classe 3 (3 zones) : 28 vaches laitières, de race montbéliarde, à 4100 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 100 000 litres. 35 à 40 ha de SAU comportant 60 % de prairies permanentes et 10 % de céréales auto-consommées. Le chargement est de 1,1 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base de foin et d'ensilage d'herbe (50 à 90 % de la ration). Présence d'exploitations fromagères fermières. Pas de complémentation fourragère au pâturage. Les vêlages sont groupés en automne-hiver. Le renouvellement du troupeau est principalement assuré par des achats.</p>	<p>Classe 6 (7 zones) : 25 vaches laitières, de race prim'holstein, à 4600 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 95 000 à 115 000 litres. 40 à 45 ha de SAU comprenant 50 % de prairies permanentes, 10 à 15 % de maïs ensilage et 15 à 20 % de céréales auto-consommées. Le chargement est de 1,0 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base soit d'ensilage de maïs (de 40 à plus de 50 % de la ration), d'ensilage d'herbe et de foin, soit d'ensilage d'herbe (50 à 90 % de la ration) et de foin. Les vêlages sont groupés en été-automne. Le renouvellement du troupeau est principalement assuré par l'élevage. La complémentation fourragère au pâturage est toujours pratiquée.</p> <p>Classe 7 (5 zones) : 25 vaches laitières, de race prim'holstein, à 5000 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 105 000 litres. 45 à 70 ha de SAU comprenant 30 à 70 % de prairies permanentes, 5 à 10 % de maïs ensilage et 5 à 15 % de céréales auto-consommées. La ration fourragère hivernale est à base soit d'ensilage de maïs (40 à plus de 50 % de la ration), d'ensilage d'herbe et de foin, soit d'ensilage d'herbe (60 à 90 % de la ration) et de foin. Le renouvellement du troupeau est principalement assuré par l'élevage. La complémentation fourragère au pâturage est toujours pratiquée.</p> <p>Classe 8 (4 zones) : 28 à 30 vaches laitières, de race prim'holstein, à 4900 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 130 000 litres. 35 à 40 ha de SAU comprenant 50 % de prairies permanentes, 20 % de maïs ensilage et 10 % de céréales auto-consommées. Le chargement est de 1,5 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base d'ensilage de maïs (40 à plus de 50 % de la ration), d'ensilage d'herbe et de foin. La complémentation fourragère au pâturage est toujours pratiquée. Présence de cultures de vente.</p> <p>Classe 9 (6 zones) : 32 vaches laitières, de race prim'holstein, à 5300 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 160 000 litres. 50 à 60 ha de SAU comprenant 20 à 30 % de prairies permanentes, 15 % de maïs ensilage et 10 à 20 % de céréales auto-consommées. Le chargement est de 1,2 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base d'ensilage de maïs (40 à plus de 50 % de la ration), d'ensilage d'herbe et de foin. Le renouvellement du troupeau est principalement assuré par l'élevage. La complémentation fourragère au pâturage est toujours pratiquée. Présence de cultures de vente.</p>
<p>Classe 4 (6 zones) : 27 vaches laitières, à 4600 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 100 000 litres. 40 à 45 ha de SAU comportant 80 à 100 % de prairies permanentes. Le chargement est de 1,0 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base de foin et d'ensilage d'herbe. Le renouvellement du troupeau est principalement assuré par l'élevage.</p> <p>Classe 5 (4 zones) : 34 vaches laitières, à 4600 litres de lait par vache et par an. Quotas laitiers de 110 000 à 120 000 litres. 60 ha de SAU comportant 40 à 55 % de prairies permanentes et 15 % de céréales auto-consommées. Le chargement est de 1,0 UGB/ha. La ration fourragère hivernale est à base de foin et d'ensilage d'herbe.</p>	

La construction graphique de la carte correspondante visualise prioritairement cette hiérarchie (figure 4). Chaque famille est symbolisée par une teinte dont le dégradé permet de distinguer les classes. La légende apporte des informations supplémentaires : le niveau relatif de production laitière annuelle par vache, la

part relative de chaque race bovine et la proportion des fourrages de base dans la ration hivernale. L'importance de chacun de ces critères est schématisée par un triangle dont la base correspond aux valeurs les plus fortes. Le tableau 2 vient renforcer la carte en proposant des informations chiffrées complémentaires.

Figure 4. Carte synthétique : typologie des zones d'élevage laitier.



Commentaire

Dans les classes 1 à 3 se trouvent les zones d'élevage laitier utilisant des vaches montbéliardes, alimentées à base de foin et d'ensilage d'herbe, pâturant surtout des prairies permanentes et produisant de l'ordre de 4000 litres de lait par an. Ces zones d'élevage laitier sont essentiellement localisées sur les reliefs élevés et arrosés : des monts Dore et des monts du Cantal à la Margeride, ainsi que du Forez au Mézenc Meygal. A l'opposé (classes 6 à 9), apparaissent les zones d'élevage laitier utilisant des vaches prim'holstein, alimentées à base d'ensilage de maïs et d'ensilage d'herbe, pâturant des prairies temporaires et produisant de l'ordre de 5000 litres de lait par an. Ces zones se trouvent dans les plaines et les fonds de vallées où le climat est plus sec : des

Combrailles à la vallée du Lot en suivant les bordures ouest et sud des massifs montagneux, dans les plaines d'Ambert et de Brioude, dans le bassin du Puy-en-Velay, dans les monts du Beaujolais et du Lyonnais... Entre ces deux extrémités, se distinguent les zones d'élevage laitier de type intermédiaire (classes 4 et 5) utilisant des vaches montbéliardes ou prim'holstein, alimentées à base d'ensilage d'herbe et d'un peu de foin, pâturant des prairies permanentes et/ou temporaires et produisant environ 4500 litres de lait par an. Ces dernières zones sont localisées sur les versants, les plateaux ou dans les vallées d'altitude : le bassin de Rochefort-Montagne, l'Artense, l'Aubrac, le versant ouest du Forez, le Haut Livradois, les monts du Devès...

2.2 / Carte thématique spatialisant une variable quantitative en valeur relative

L'herbe des prairies permanentes, pâturée ou récoltée, a longtemps constitué l'alimentation quasi-exclusive des vaches laitières. Elle représente à ce titre un élément important du respect d'une tradition. De plus, la nature de la flore pâturée a une influence sur les caractéristiques des fromages : la composition aromatique et sapide de certaines plantes est à relier à des arômes et des goûts particuliers des laits et des fromages (Coulon 1997, Gagnaire et Vanhaecke 1997, Asselin *et al* 1999, Viallon et Berdagué 1999). Dans un contexte d'argumentation de lien au terroir, ces notions justifient l'intérêt porté à la proportion de prairies permanentes observée dans la SAU des exploitations laitières.

Construction

Les six classes de proportion de prairies permanentes (en % de la SAU) ont été définies afin de différencier les zones fortement herbagères, des zones intermédiaires et des zones à culture fourragère intensive (figure 5). A chaque classe correspond une intensité de couleur d'autant plus forte que la valeur de la variable est élevée.

Commentaire

Globalement, les prairies permanentes conservent encore une grande importance (>80 %) dans les montagnes. A l'inverse, elles sont devenues plus restreintes (50 à 80 %) dans les zones de moindre altitude ou plus séchantes, voire même relativement marginales (<50 % et parfois <20 %) dans les plaines et vallées basses et sèches.

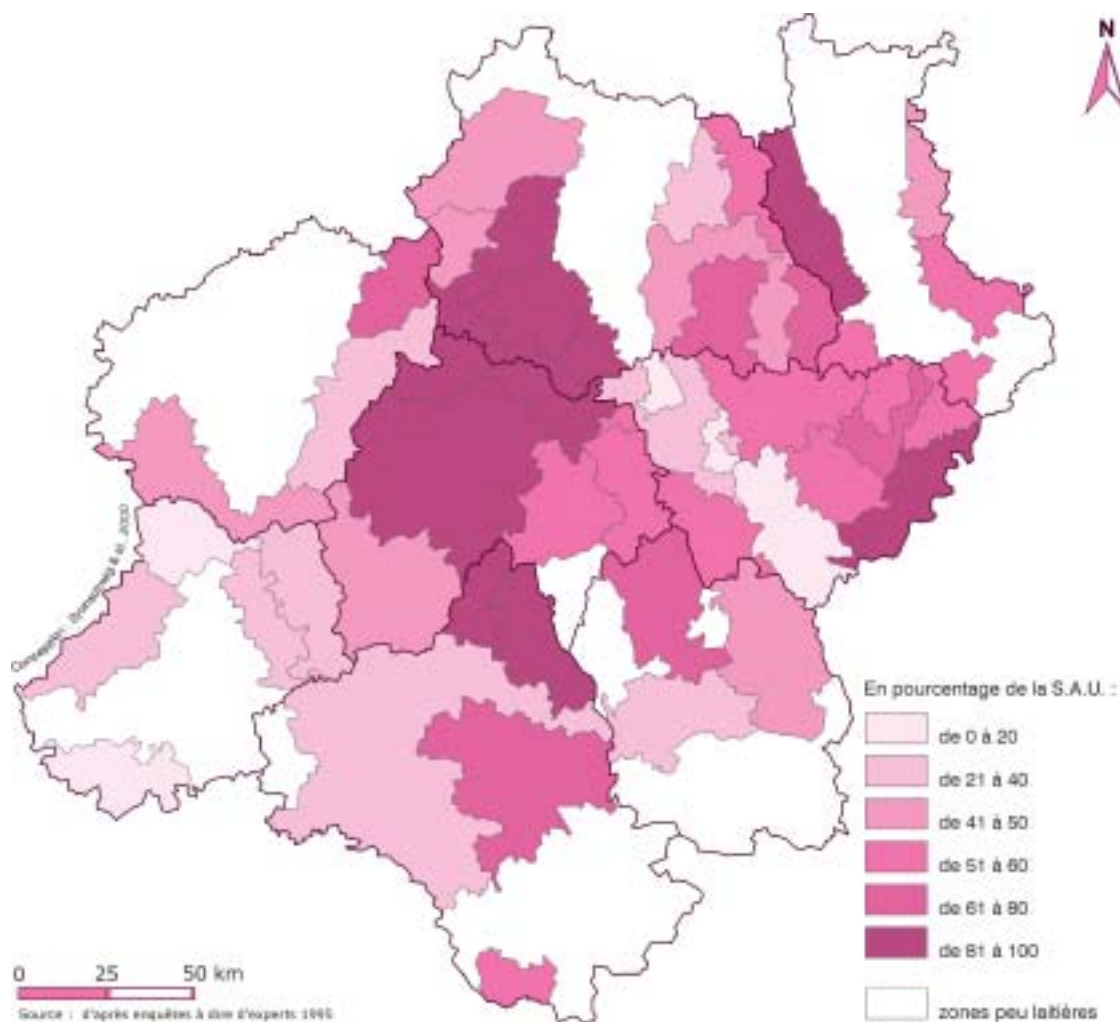
2.3 / Carte thématique spatialisant une variable quantitative en valeur absolue

Le lait est la base de toute activité fromagère ; les quantités produites sont en France gérées par l'intermédiaire de quotas attachés à la terre, ce qui en fait par conséquent une production territorialisée dont il est intéressant d'analyser la répartition.

Construction

L'utilisation de symboles de taille proportionnelle à la valeur de la variable permet d'apprécier les quantités et d'ordonner l'information. La juxtaposition de ces symboles sur un grand nombre de petites unités de surface génère des agglomérats et des vides relatifs, qui permettent de faire ressortir les zones de forte ou de faible production laitière.

Figure 5. Carte thématique spatialisant une variable quantitative en valeur relative : proportion de prairies permanentes dans la SAU.



Commentaire

La représentation de la production laitière ramenée à l'échelle communale (figure 6) met en évidence les principaux bassins laitiers de notre zone d'étude. Ceux-ci sont localisés dans le Ségala, la Châtaigneraie, autour du Sancy, sur la planèze de Saint-Flour, dans les monts du Devès et dans les monts du Beaujolais et du Lyonnais. A l'inverse, apparaît le caractère peu laitier du Lot et de la Corrèze, des Grands Causses et de l'Aubrac, ainsi que de la plaine de la Limagne.

2.4 / Carte thématique spatialisant une variable qualitative

Une forte proportion de notre zone d'étude est située en zone de montagne où la durée d'hivernage des troupeaux est souvent longue. De ce fait, la ration fourragère hivernale caractérise une large part de l'alimentation des vaches, ce qui en fait un critère intéressant dans notre étude.

Construction

Chaque type de ration est représenté par une couleur choisie de telle sorte qu'apparaissent deux familles établies en fonction de l'importance relative de l'herbe et du maïs. La légende apporte une information complémentaire, grâce à l'emploi d'un symbole dont la

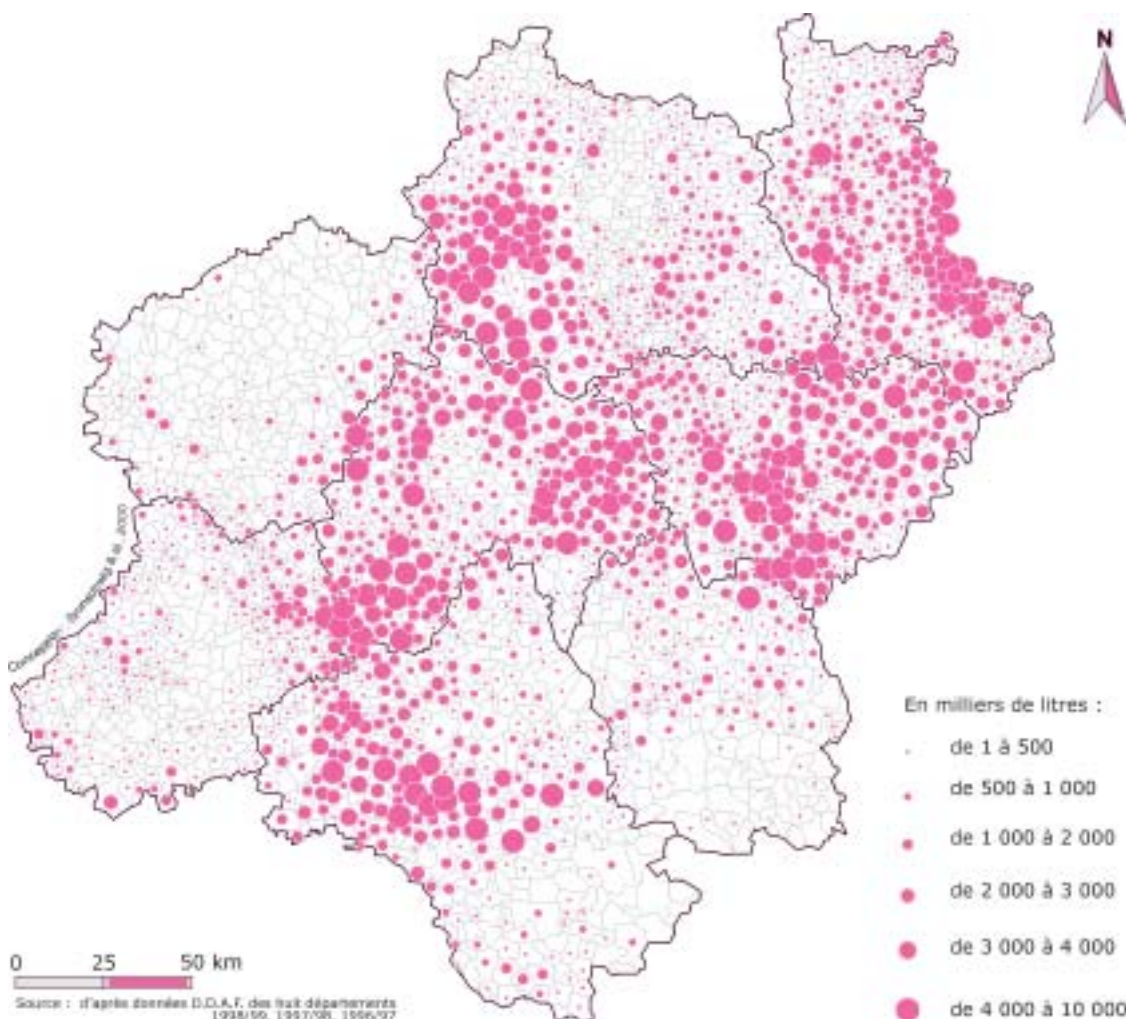
variation de taille illustre la part de chaque fourrage dans la constitution de chaque type de ration (figure 7). Cette représentation visuelle vient s'insérer dans une légende plus classique, précisant le pourcentage du fourrage principal.

Commentaire

Le foin représente encore plus de la moitié (parfois jusqu'à la totalité) de la ration hivernale des vaches laitières dans la plupart des zones d'altitude. L'herbe constitue la totalité de la ration hivernale dans les zones d'altitude intermédiaire, mais la part de l'ensilage est généralement majoritaire. L'ensilage de maïs représente fréquemment une large part de la ration hivernale dans les zones de plaine et de collines, complété par de l'ensilage d'herbe et du foin en proportions variables.

Les rations hivernales à base d'herbe sont donc généralement localisées dans des zones d'altitude et de pluviosité globalement élevées, alors que le maïs se trouve dans les zones plus basses. Cette tendance générale masque bien évidemment de nombreuses exceptions locales et/ou individuelles. Notons aussi que depuis la date de l'enquête (1995), l'enrubannage s'est développé dans de nombreux systèmes, en remplacement de l'ensilage ou en complément du foin.

Figure 6. Carte thématique spatialisant une variable quantitative en valeur absolue : quota laitier par commune.



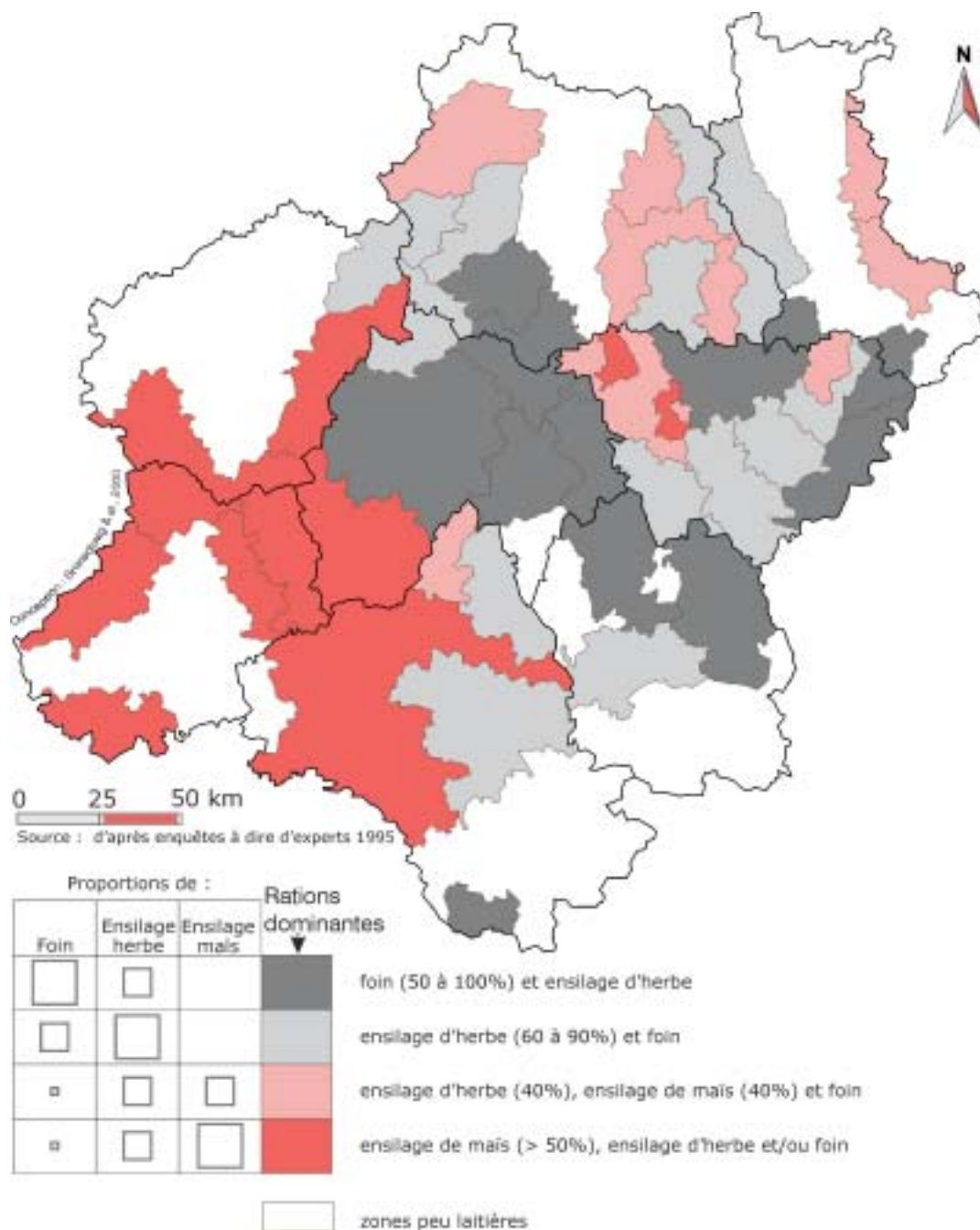
3 / Valorisation des résultats obtenus dans l'analyse des zones d'AOC saint-nectaire et cantal (figure 8)

Une certaine diversité des systèmes d'élevage laitier observés au sein d'une AOC fait certes partie de l'histoire et de la tradition, mais toutes les formes de diversité ne sont pas pour autant acceptables. Dans la mesure où l'un des objectifs d'une AOC est de préserver les caractéristiques d'un produit et d'en affirmer la typicité, notamment due à son aire de production (Letablier et Nicolas 1994, Linden et Chamba 1994, Coulon *et al* 1998), il apparaît nécessaire de limiter l'hétérogénéité des systèmes d'élevage laitier en les fédérant

autour d'un projet d'évolution commun, qui soit cohérent avec le lien unissant un fromage à son terroir et qui valorise les contraintes du milieu naturel en tant que spécificités de la zone de production.

Toutefois, « la notion de terroir ne se limite pas à la simple dimension biologique du milieu » (Asselin *et al* 1999) et un milieu naturel spécifique ne peut pas à lui seul justifier d'une AOC si toutes les techniques et pratiques de production sont autorisées, y compris celles qui permettent de s'affranchir des particularités de ce milieu. Des ressources spécifiques issues de conditions naturelles ne conservent en effet leur spécificité que dans la mesure où elles sont entretenues, protégées et mises en valeur, en cohérence avec les divers éléments qui construisent un produit (Letablier et Nicolas 1994).

Figure 7. Carte thématique spatialisant une variable qualitative : rations fourragères hivernales dominantes.



La cohérence d'une AOC correspond alors à la prise en compte conjointe du respect de la tradition et d'une maîtrise de la diversité des systèmes laitiers, ainsi que de l'évolution des pratiques d'élevage et de transformation, afin de produire un fromage typique dans lequel s'exprime au mieux le terroir dont il provient. Les deux zones d'appellation présentées ci-dessous constituent une illustration concrète de l'analyse de cette cohérence qui peut être menée sur la base des informations cartographiées dans cette étude.

3.1 / Analyse de la zone d'appellation saint-nectaire

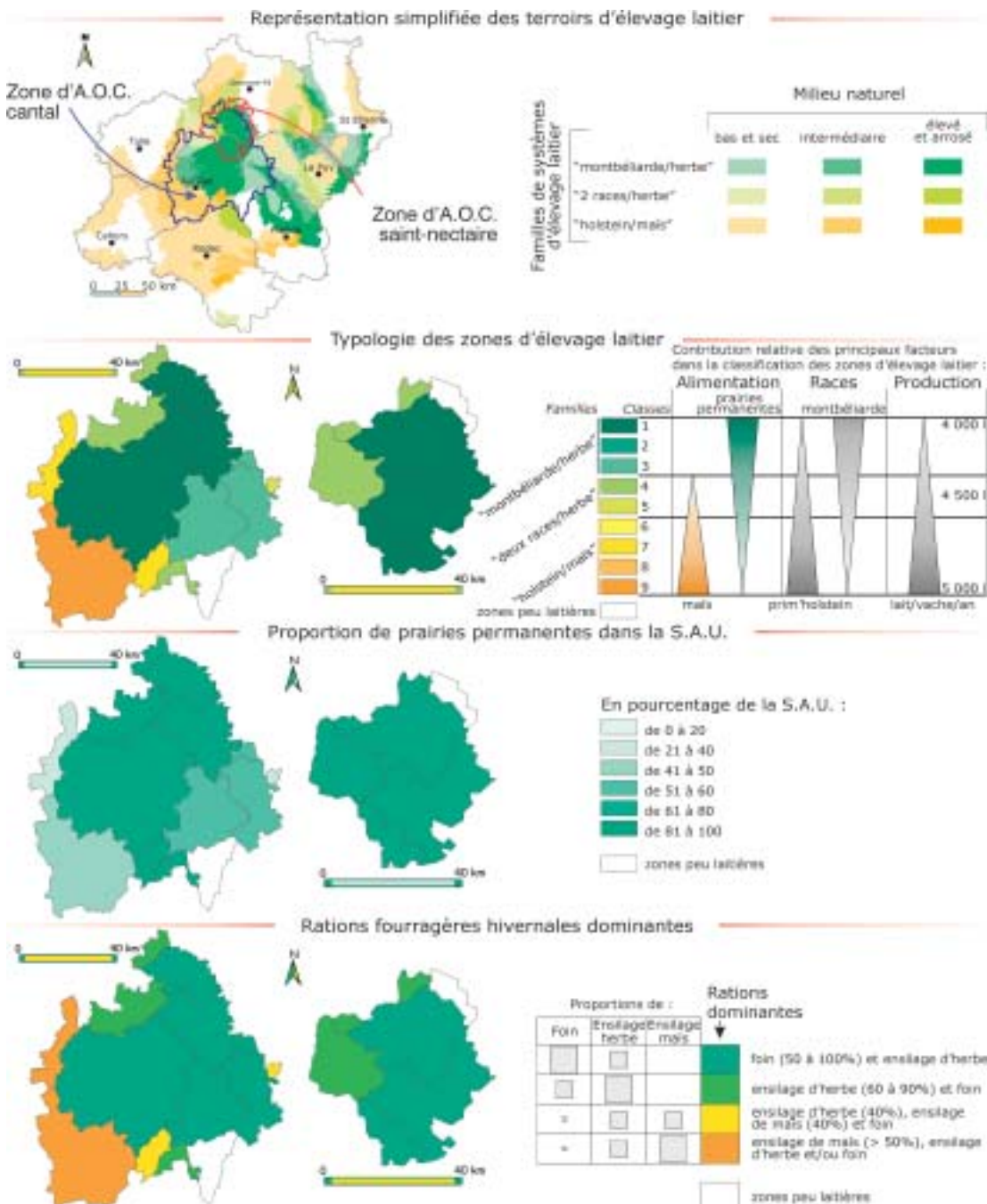
Avec une surface de près de 1900 km², la zone d'AOC saint-nectaire est une des plus petites du Massif central. Elle est à cheval sur

les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal et concerne 69 communes. Elle se localise autour du massif du Sancy et déborde sur l'Artense et le Cézallier.

Cette zone est relativement homogène sur le plan des terroirs d'élevage laitier avec, pour l'essentiel, des systèmes « montbéliarde/herbe » ou « 2 races/herbe » (classes typologiques 1 et 4), répartis sur des terrains volcaniques et du socle, globalement élevés et arrosés.

La production fourragère est essentiellement basée sur l'exploitation de prairies permanentes (>80 % de la SAU). La ration fourragère hivernale des vaches laitières est le plus souvent composée de foin (>50 % de la ration). Elle comporte parfois de l'ensilage d'herbe, qui peut atteindre 60 à 90 % de la ration, voire un peu d'ensilage de maïs pour

Figure 8. Extraction de thèmes pour les zones d'AOC saint-nectaire et cantal.



quelques exploitations situées en Artense. Les vaches laitières sont de race montbéliarde et/ou prim'holstein, sans dominance marquée, sauf sur quelques communes situées tout au nord de la zone.

La production laitière est importante : près de 142 millions de litres produits par plus de 1300 exploitations agricoles. Elle est globalement bien répartie sur l'ensemble de la zone d'appellation. Avec une production annuelle de saint-nectaire de 13 873 tonnes en 1998 et un rendement fromager moyen de 8 à 9 l/kg (source : INAO), il apparaît qu'environ 80 à 90 % de cette production laitière sont destinés à la fabrication de saint-nectaire.

La zone d'AOC saint-nectaire apparaît aujourd'hui très cohérente, avec des systèmes d'élevage laitier et un milieu naturel relativement homogènes. Il en découle un lien assez fort entre le saint-nectaire et ses terroirs d'élevage laitier. La codominance de deux races qui, de plus, ne sont pas autochtones, peut toutefois constituer un point délicat. Enfin, l'importance des exploitations fermières, qui assurent près de la moitié de la production de saint-nectaire, est un point fort de cette appellation et de la consolidation de son ancrage à ses terroirs d'élevage laitier.

3.2 / Analyse de la zone d'appellation cantal

La zone d'AOC cantal, de dimension moyenne, couvre un peu plus de 7200 km² et compte 301 communes : toutes celles du département du Cantal, mais aussi une vingtaine du Puy-de-Dôme et quelques-unes de l'Aveyron, de la Corrèze et de la Haute-Loire. Elle est centrée sur le massif cantalien et débordé sur sa périphérie.

Sur le plan des terroirs d'élevage laitier, cette zone d'appellation présente une relative diversité, avec un cœur homogène et une certaine hétérogénéité sur ses pourtours. Elle apparaît, de plus, scindée en deux ensembles : au nord-est d'Aurillac, des systèmes « montbéliarde/herbe » ou « 2 races/herbe » (classes typologiques 1, 3 et 4) sont présents sur des terrains volcaniques et du socle plutôt élevés et arrosés ; au sud-ouest d'Aurillac, des systèmes « holstein/maïs » (classes typologiques 7 et 9) occupent des terrains du socle, d'altitude et de pluviosité intermédiaires. Dans l'ensemble, les terrains globalement élevés et arrosés semblent dominants, mais une large part de la zone correspond cependant à des terrains de moindre altitude et relativement arrosés (à l'ouest), ou à des terrains d'altitude intermédiaire, mais bénéficiant d'une assez faible pluviosité (à l'est). Une très faible part de cette zone d'appellation correspond à des petits îlots de terrains marno-calcaires et gréseux peu résistants.

La partition en deux grands ensembles de terroirs d'élevage laitier peut être complétée par une approche plus précise des systèmes d'élevage laitier. Nous envisagerons successivement le secteur Nord-Est puis le secteur Sud-Ouest.

Dans le secteur Nord-Est, la production fourragère s'appuie principalement sur l'exploitation de prairies permanentes (>80 % de la SAU), sauf sur la planèze de Saint-Flour et le nord-ouest de la Margeride, plus sèches (50 à 60 % de la SAU). La ration fourragère hivernale des vaches laitières est le plus souvent composée de foin (>50 % de la ration). Elle comporte parfois de l'ensilage d'herbe, qui peut atteindre 60 à 90 % de la ration, voire un peu d'ensilage de maïs pour quelques exploitations situées en Artense. Les vaches laitières sont de race montbéliarde et/ou prim'holstein sans dominance marquée, sauf sur la planèze de Saint-Flour et le nord-ouest de la Margeride où les montbéliardes sont majoritaires.

Dans le secteur Sud-Ouest, les prairies permanentes ne constituent pas la base de la production fourragère, puisque ces dernières représentent moins de 50 % de la SAU, sauf dans le Carladez où cette proportion reste supérieure à 80 %. La ration fourragère hivernale des vaches laitières est composée d'ensilage de maïs (généralement >50 % de la ration) accompagné d'ensilage d'herbe (jusqu'à 40 %) et d'un peu de foin (<20 %). Les vaches laitières sont majoritairement de race prim'holstein.

La production laitière est très importante : plus de 500 millions de litres produits par plus de 4700 exploitations agricoles. Avec une production annuelle de cantal de 17 241 tonnes en 1998 et un rendement fromager moyen de 9,6 à 10 l/kg (source : INAO), il apparaît qu'environ 34 % de cette production laitière est effectivement destinée à la fabrication de cantal.

La cohérence de cette zone est discutable. Elle présente en effet une dualité, marquée par une ligne de séparation à hauteur d'Aurillac, avec, d'une part, des systèmes peu intensifs et plutôt « montagnards » s'appuyant sur la prairie permanente et, d'autre part, des systèmes plus intensifs recourant largement à l'ensilage de maïs. Chaque secteur est toutefois relativement cohérent sur la plupart des critères, même si le secteur Nord-Est ne présente pas de race dominante.

4 / Limites et originalités d'une cartographie d'activités d'élevage

Les cartes que nous avons établies ne présentent que les dominantes de chaque zone d'élevage laitier. Elles ignorent les microclimats locaux, ainsi que les quelques exploitations laitières originales insérées dans un tissu d'exploitations qui correspondent au type dominant. De plus, à une échelle territoriale, les variations du tissu d'exploitations agricoles sont continues et les séparations que l'on y trace comportent fatalement une part d'arbitraire. Nos résultats présentent donc des tendances majeures qu'il convient de ne pas considérer comme la seule réalité et les limites proposées ne doivent pas être lues comme des frontières précises, mais plu-

tôt comme des zones de transition. Par ailleurs, ces cartes sont adaptées à une étude globale de l'ensemble du Massif central ou de chaque zone d'AOC fromagère, mais ne permettent pas une lecture très détaillée, par exemple à l'échelle de la commune.

L'originalité de notre travail est de cartographier des éléments caractérisant des systèmes d'élevage. Son intérêt est de fournir un outil de communication et d'aide à la décision adapté à des gestionnaires ou à des professionnels, dont la plupart sont peu familiarisés avec la lecture de documents graphiques. La représentation des résultats sous forme d'un atlas leur permet en premier lieu d'accéder rapidement à une vision d'ensemble et de prendre conscience de l'importance de certains phénomènes restés plus ou moins abstraits tant qu'ils n'étaient pas visualisés dans leur dimension spatiale. Cet atlas permet aussi d'identifier différents critères considérés comme pertinents par rapport aux problèmes posés afin de réaliser des analyses plus approfondies.

Le concept d'AOC étant par définition associé à une zone de production, le choix de l'outil cartographique pour étudier des appellations apparaissait adapté, notamment pour aborder la répartition spatiale de critères spécifiques. Par ailleurs, le cahier des charges d'une AOC précise des conditions de production relevant de plusieurs thèmes de natures différentes et pouvant être qualifiés de simples (altitude, proportion de prairies permanentes, race...) ou de complexes (ration hivernale, type de systèmes d'élevage laitier, terroirs d'élevage laitier...). La constitution d'un atlas présentant ces différents thèmes permet alors de les appréhender plus aisément et dans leur dimension spatiale, isolément ou combinés entre eux.

Pour les informations simples, une collection de cartes bâties sur le même modèle et présentant chacune un seul caractère, de nature quantitative ou qualitative, permet de répondre aux questions du type « Où est localisé tel phénomène ? » ou « Comment se répartit tel critère sur l'ensemble d'une région ? ». Cette association de cartes simples permet par ailleurs de rassembler et d'analyser des informations de natures diverses relatives à un même territoire.

Les notions complexes, notamment celles qui ne sont pas directement observables sur le terrain puisqu'elles sont issues de la combinaison de plusieurs facteurs, comme par exemple les terroirs d'élevage laitier (Brunschwig *et al* 2000), ont pu être obtenues et cartographiées en utilisant un SIG, en effectuant les choix nécessaires de simplification et de synthèse des données d'origine. Le croisement de deux cartes présentant cha-

cune une variable respectivement détaillée selon x et y modalités, fournit en effet une carte de synthèse avec xy combinaisons, d'où une complexité qui donne rapidement un document peu lisible et difficile à exploiter. Il apparaît ainsi très vite nécessaire de sélectionner judicieusement les variables puis le nombre de modalités à prendre en compte pour obtenir un document final qui soit exploitable.

Les cartes originales que nous avons élaborées (Brunschwig *et al* 2000) s'appuient par ailleurs sur des choix chromatiques et graphiques qui ne sont pas neutres. Utiliser une gamme allant du rouge au bleu ou du vert à l'orange donne deux images différentes qui peuvent transmettre au lecteur des impressions différentes. Border d'une ligne noire les polygones ou laisser se joindre leurs couleurs module également la perception de l'information. Dans un souci d'objectivité, nous avons choisi les représentations qui nous semblaient les plus respectueuses de la nature de nos données et des fondements de la notion d'Appellation d'Origine Contrôlée. L'impression en quadrichromie de deux cartes de cet article permet de mieux rendre compte de ce travail et de son importance.

Notre travail est également innovant dans le soin apporté à la rédaction des légendes des cartes, qui sont à la fois le fruit d'une réflexion scientifique et d'un travail de représentation. Dans cet esprit et en nous inspirant des principes de la sémiologie graphique (Bertin 1977, Brunet 1987, Blin et Bord 1995, Bord 2000), nous avons veillé à organiser la présentation des documents cartographiques, notamment ceux relatifs à des notions complexes, avec le souci pédagogique d'en faciliter la lecture et la compréhension.

Conclusion

Cette utilisation de représentations cartographiques d'activités d'élevage présente donc un caractère novateur, dans la mesure où peu d'approches prenant en compte autant d'éléments avaient été initiées sur ce thème et encore moins sur un territoire aussi vaste comportant autant de fromages d'AOC.

Cet usage de la cartographie peut être considéré comme une proposition méthodologique, certes améliorable, qui permet d'appréhender la répartition spatiale des systèmes d'élevage. Les résultats que nous présentons ici montrent ainsi que la cartographie est un outil performant pour d'une part, présenter et analyser les multiples facettes d'une recherche prenant en compte des éléments liés à l'espace et, d'autre part, pour accéder rapidement à une vision globale et synthétique de notions complexes.

Références

- Asselin C., Coulon J.B., Barbeau G., Morlat R., Buchin S., Pradel P., Brunschwиг G., Verdier I., Viallon C., 1999. Etude du lien entre terroir et produit dans le cas des fromages et des vins. In : Signes officiels de qualité et développement agricole, actes du colloque SFER 14 et 15 avril 1999, p 65-90. Editions Technique & Documentation, Paris.
- Barjolle D., Boisseaux S., Dufour M., 1998. Le lien au terroir. Bilan des travaux de recherche, Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Institut d'économie rurale, 27 p.
- Bertin J., 1977. La graphique et le traitement graphique de l'information. Flammarion, nouvelle bibliothèque scientifique, Paris, 273 p.
- Blin E., Bord J.P., 1995. Initiation géo-graphique ou comment visualiser son information, 2ème édition remaniée, augmentée. Edition SEDES, Paris, 284 p.
- Bord J.P., 2000. Géographie et sémiologie graphique : deux regards différents sur l'espace. In : Colloque 30 ans de sémiologie graphique, Paris 12 et 13 décembre 1997. Cybergéo, 17 novembre 2000, article n°149, 14 p, <http://www.cybergeo.presse.fr/semiogra/bord/bord.htm>, visité en décembre 2003.
- Brunet R., 1987. La carte, mode d'emploi. Edition Fayard-Reclus, Paris/Montpellier, 270 p.
- Brunschwиг G., Delbruel B., Valadier G., Michelin Y., 1996. Elaboration d'un outil de délimitation et de caractérisation des terroirs d'élevage laitier dans la zone fromagère du Massif central. Rencontre Recherches Ruminants, 3, 63-66.
- Brunschwиг G., Sibra C., Chevillot B., Michelin Y., Delbruel B., Valadier G., Puthod R., 2000. Terroirs d'élevage laitier du Massif central : identification et caractérisation. Edition ENITAC, Clermont-Ferrand, Collection Etudes n°6, 223 p.
- Coulon J.B., 1997. Effet de la nature des fourrages sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du fromage. Fourrages, 152, 429-436.
- Coulon J.B., Brunschwиг G., Lagrange L., Marsat J.B., Ricard D., 1998. Qualité des produits et ancrage au terroir : le cas des filières fromagères d'AOC du Massif central. Ingénieries - EAT, hors série, 37-50.
- D'Alverny A., 1907. Les Hautes-Chaumes du Forez ou l'histoire des bois et des montagnes pastorales de cette province à l'entour de Pierre-sur-Haute, Faure à Montbrison et Laveur à Paris, 77 p.
- Durand A., 1946. La vie rurale dans les massifs volcaniques des Dores, du Cézallier, du Cantal et de l'Aubrac. (réédition 1980). Laffitte Reprints, Marseille, 530 p.
- Fel A., 1962. Les Hautes Terres du Massif-Central. Tradition paysanne et économie agricole. Thèse pour le doctorat es lettres, Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Clermont-Ferrand, Institut de Géographie, fascicule XIII, 340 p.
- Fel A., 1989. Les fromages, expression des pays. La dépêche du parc, supplément scientifique, 3, 2-4. Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, F-63970 Aydat.
- Gagnaire S., Vanhaeke C., 1997. Une plante, un fromage, un goût... Quelle relation peut-on envisager entre la flore pâturée et la qualité sensorielle des fromages. Mémoire de fin d'études, ENITA Clermont-Ferrand, 65 p.
- Grappin R., Coulon J.B., 1996. Terroir, lait, fromage : éléments de réflexion. Rencontre Recherches Ruminants, 3, 21-28.
- Letablier M.T., Nicolas F., 1994. Génèse de la "typicité". Sciences des aliments, 14, 541-556.
- Linden G., Chamba J.F., 1994. La typicité des Fromages : une réalité, un objectif. Sciences des aliments, 14, 573-580.
- Michelin Y., Brunschwиг G., Chevillot B., Sibra C., 1999. Intérêt d'un SIG dans la caractérisation de terroirs : exemple des terroirs d'élevage laitier du Massif central. In : Signes officiels de qualité et développement agricole, actes de colloque SFER 14 et 15 avril 1999, p 301-309. Edition Technique & Documentation, Paris.
- Molle A., 1950. La fourme de Pierre-sur-Haute, dite d'Ambert ou de Montbrison. Imprimerie G. de Bussac, Clermont-Ferrand, 61 p.
- Perrot C., 1990. Typologie d'exploitations construite par agrégation autour de pôles définis à dire d'experts. Proposition méthodologique et premiers résultats obtenus en Haute-Marne. INRA Prod. Anim., 3, 51-56.
- Poitreineau A., 1984. Le lait et la production fromagère dans les montagnes d'Auvergne au XVIIIème siècle. In : L'élevage et la vie pastorale dans les montagnes de l'Europe au moyen-âge et à l'époque moderne, 249-262. Faculté des lettres et sciences humaines, Université de Clermont-Ferrand II.
- Reuillon J.L., 1995. Se repérer dans la diversité des exploitations laitières d'Auvergne. Institut de l'Élevage, GVL, Chambres d'Agriculture, EDE Clermont-Ferrand, 31 p.
- Ricard D., 1994. Les montagnes fromagères en France : terroirs, agriculture de qualité et appellations d'origine. CERAMAC, Clermont-Ferrand, 495 p.
- Roque M., Soissons P., 1997. Auvergne, terre de fromages. Editions Quelque part sur terre, Montsalvy, 176 p.
- Viallon C., Berdagué J.L., 1999. La différenciation des caractéristiques des produits : nouvelles approches analytiques. In : Signes officiels de qualité et développement agricole, actes du colloque SFER 14 et 15 avril 1999, 57-63. Edition Technique & Documentation, Paris.

Abstract

The use of cartographic methods in research on cattle breeding systems for cheese P.D.O. production, in the Massif Central (France).

Cartography is generally little used in the field of breeding activity, though it is interesting for visualising spatialisation of this kind of activity which is linked to space (grazing, forage harvest...). We chose to use cartographic methods in research on cattle breeding systems where milk is used in cheese P.D.O. production, in the Massif Central (France). The data collected come from interviews of experts, geographical data and administrative files; they were treated with a Geographical Information System (G.I.S.) and statistical analysis. This scientific approach enabled us to get different kinds of maps: overall maps (milk breeding zone typology), thematic maps spatialising qualitative variables (winter diet) or quantitative variables, in relative value

(permanent grass percentage) or absolute value (milk quotas). Specific maps of each cheese P.D.O. enabled us to approach its coherence. The cartographic tool appears well adapted to the study of breeding activity in a P.D.O. context, because production is linked to an area and its coherence comes from several factors. This tool also enables to quickly get a global view and to carry out spatial analysis of several themes. Moreover, the use of cartography that we present in this paper could be considered as an interesting methodological proposition for the study of some breeding activities.

BRUNSCHWIG G., CHEVILLOT B., SIBRA C., MICHELIN Y., 2004. Représentation cartographique d'activités d'élevage : exemple de l'élevage bovin laitier pour la production de fromages d'AOC dans le Massif central. INRA Prod. Anim., 17, 109-122.