

Apports et limites de la cartographie statistique dans une démarche de développement territorial

La place de l'agriculture dans les espaces ruraux

Pierre Triboulet

INRA-SAD
BP 27
31326 Castanet Tolosan Cédex
triboulet@toulouse.inra.fr

Paru dans la *Revue Internationale de Géomatique*. Vol. 11 – n°2/2001, 159-176

RESUME : Nous présentons une méthode générique d'analyse quantitative des différenciations observées dans un espace géographique. Cette méthode s'inscrit dans une démarche de type SIG et mobilise les outils de la cartographie statistique. Ses principales caractéristiques sont liées au découpage spatial hétérogène, ce qui complique la prise en compte de l'espace mais facilite la démarche, à l'agrégation des données, ce qui rend difficile le lien entre entités spatiales et phénomènes étudiés, et à l'aspect exploratoire, ce qui fournit des résultats relatifs auxquels il faut donner du sens. La méthode a été mise au point pour analyser la place de l'agriculture dans les espaces ruraux. Au vu des résultats obtenus, nous discutons des possibilités de renforcer le lien avec les phénomènes étudiés en changeant de niveau d'analyse. Deux cas sont étudiés : les liens entre une typologie d'exploitations et une typologie communale des exploitations; la question de l'élaboration de nouveaux découpages de l'espace par regroupement d'entités spatiales.

ABSTRACT :

MOTS-CLES : cartographie statistique, SIG, méthodologie, agrégation, Midi-Pyrénées, agriculture

KEY WORDS :

1. Introduction

Faire de la cartographie statistique, c'est s'intéresser à la localisation de données issues de la statistique. En règle générale, la cartographie statistique s'inscrit dans une démarche de type Système d'Information Géographique (SIG), démarche dans laquelle les entités spatiales sont données *a priori* et renvoient à des objets du monde réel. Elle ne traite donc pas de front les grands problèmes posés par l'étude des objets dans l'espace à savoir ceux liés à l'autocorrélation spatiale et ceux liés aux modifications des limites spatiales des objets dans le temps. Elle correspond cependant à une démarche de valorisation des données existant dans les SIG et il est intéressant d'en préciser les limites techniques et conceptuelles. Les limites techniques renvoient aux contraintes combinées issues des deux disciplines d'origine, la cartographie et la statistique. Elles concernent principalement les règles de sémiologie graphique et les questions liées à l'agrégation de données. Ces points seront abordés mais nous voulons essentiellement analyser la façon dont l'information est obtenue et utilisée dans le cadre d'une démarche de cartographie statistique. Nous nous appuyons pour cela sur les travaux entrepris pour analyser la place de l'agriculture dans les espaces ruraux.

Dans une première partie, nous développons les aspects génériques de la méthode utilisée. Nous présentons ensuite le contexte de notre travail sur l'agriculture et les résultats obtenus. Le travail présenté est celui entrepris sur la région Midi-Pyrénées au niveau communal. Il s'appuie sur la constitution d'une base de données géographiques, chaque commune constituant l'unité spatiale

élémentaire de l'analyse des thèmes et de leurs interactions : occupation du sol, activités agricoles, dynamiques urbaines. Nous discutons dans une troisième partie les fonctionnalités et les limites de la méthode, au vu des concepts mobilisés et des résultats obtenus. Deux points sont développés : les liens entre une approche au niveau individuel et une approche au niveau d'entités spatiales agrégées ; les questions que posent la production d'un découpage spatial *a posteriori*, dans le cas d'une segmentation d'espace par regroupement d'entités spatiales.

2. Une méthodologie d'analyse spatiale quantitative

2.1. Les choix faits

La multiplicité et la richesse du concept d'espace demandent de préciser selon quel angle on l'aborde. J.M. Besse (1994) identifie deux moments pour l'analyse spatiale : "un premier moment pour expliquer les différenciations spatiales, abordé sous l'angle des localisations et un second moment pour expliquer les corrélations et les organisations, abordé sous l'angle du *système*". Des trois disciplines concernées par l'analyse spatiale (géographie, économie, science régionale¹), la dernière se veut la plus intégratrice, dans une perspective d'opérationnalisation de l'analyse [PER 1961]. L'espace est vu comme un support et un médiateur de l'échange social, pouvant être considéré à la fois comme produit par les activités humaines et comme facteur, du fait que les structures produites influent sur les activités.

L'apport de la cartographie statistique se situe essentiellement du côté de la recherche d'explications des localisations. Elle fait partie des méthodes descriptives et exploratoires, sachant que l'entrée spatiale doit permettre une analyse synthétique et multiscalaire. L'espace est considéré principalement comme un facteur c'est à dire que nous cherchons à répondre à la question suivante : en quoi les résultantes des processus naturels et anthropiques qui s'inscrivent dans le temps et qui marquent l'espace peuvent aider à comprendre et orienter les activités humaines en fournissant des éléments d'information et de réflexion utiles aux acteurs d'aujourd'hui ?

Nous retenons une définition simple et mesurable de l'espace géographique [BEG 1979] : *un espace géographique est un ensemble de lieux possédant une étendue, caractérisé par des attributs et séparé les uns des autres par des distances.*

Le lieu est l'entité spatiale élémentaire d'analyse des processus et de leurs interactions. Les attributs qualifient les lieux, relativement aux phénomènes étudiés. Les relations entre lieux peuvent être de trois types : (i) de *ressemblance* quand des lieux ont les mêmes caractéristiques, (ii) de *flux* ou polarisées quand des lieux échangent entre eux, (iii) de *proximité* quand des lieux sont voisins.

Nous privilégions les relations de ressemblance entre lieux, établies sur la base de l'analyse des attributs². Ceci renvoie à une analyse statistique classique sur le domaine des attributs, analyse qui permettra de constituer des classes de lieux ou catégories spatiales. C'est au moment de l'interprétation des cartes, quand on cherchera à expliquer les localisations des classes, que les relations de proximité seront mobilisées. L'interprétation visuelle permettra de rechercher les polarités, les homogénéités et les structures spatiales émergentes.

Il faut également aborder la question du temps et de la prise en compte des dynamiques dans l'analyse spatiale. Dans une approche type base de données, le plus simple est de travailler sur des entités spatiales fixes afin d'étudier les évolutions uniquement sur le domaine des attributs. Ceci est possible à condition que les entités spatiales ne subissent pas trop de modifications. Dans ce cas, on fixe une date de référence qui fige une partition spatiale pour la période étudiée et on calcule par agrégation ou désagrégation les valeurs des attributs en cas de modification des entités spatiales [TRI 1997].

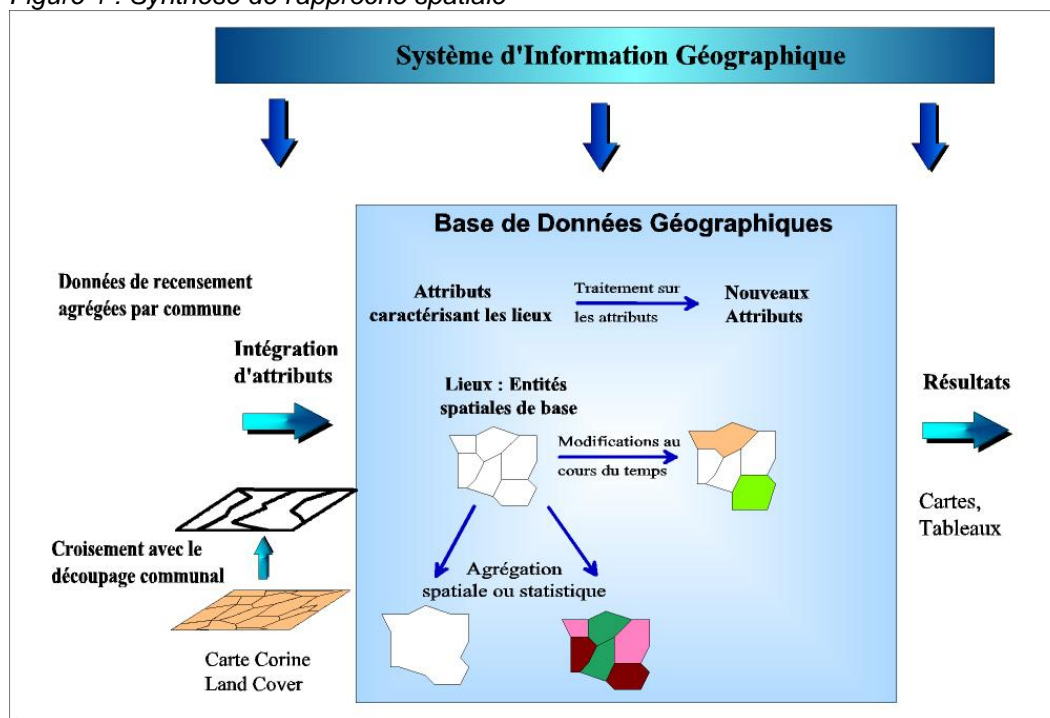
L'approche est résumée dans la figure 1. Nous construisons une base de données géographiques constituée d'un ensemble de lieux dotés d'un ensemble d'attributs. Les attributs

1. Benko G., 1998. La science régionale. PUF, coll. Que sais-je ?, Paris, 125p.

2. Les attributs peuvent être de stock ou de flux, ce qui permet d'intégrer également les relations de flux entre lieux dans l'analyse.

peuvent résulter de traitements préalables (agrégation de données individuelles, croisement de couches dans un Système d'Information Géographique) avant intégration dans la base de données. Ils peuvent aussi résulter de traitements effectués à partir des attributs contenus dans la base. La question des modifications des limites spatiales des lieux est résolue en prenant un découpage spatial de référence. Les questions liées aux agrégations statistique et spatiale deviennent centrales dans la base de données. Cette problématique s'inscrit dans le thème des bases de données multi-échelles [RIG 1994]. En sortie, nous produisons des tableaux statistiques et des cartes, en utilisant éventuellement les possibilités offertes par l'agrégation.

Figure 1 : Synthèse de l'approche spatiale



Nous allons maintenant détailler les différentes étapes de la méthode. Il faut garder en mémoire que deux points importants caractérisent la démarche : les entités spatiales sont données *a priori* ce qui inscrit complètement la cartographie statistique dans les approches de type SIG ; l'analyse statistique sur les attributs fournit une information *a posteriori*, dans la mesure où l'approche est principalement de type exploratoire.

2.2. Les 4 grandes étapes de la méthode

Ces 4 grandes étapes décrivent un cycle qui est interactif, c'est à dire que de l'information est produite et mobilisée à chacune des étapes, et itératif, car on est souvent amené à changer les paramètres de l'une ou l'autre des étapes. Un enjeu actuel de la recherche concerne la facilité de mise en œuvre de l'ensemble de la méthode (interfaçage de logiciels, automatisation des tâches, ...). Ces étapes sont :

- le choix des entités spatiales élémentaires et de la zone d'étude ;
- la sélection et l'obtention de variables pour ces entités spatiales ;
- la construction d'indicateurs ;
- l'interprétation des résultats (cartes et tableaux statistiques).

le choix des entités spatiales élémentaires et de la zone d'étude³ ;

C'est une question classique dans l'approche spatiale qui est souvent abordée dans la littérature sous les termes grain et extension [GIB 2000]. Le grain d'étude fixe la résolution spatiale de l'étude et l'extension fixe son domaine de validité. Dans le cas qui nous intéresse, le grain d'étude renvoie à des entités spatiales données *a priori* qui correspondent à des objets du monde réel. Leur taille et leur forme sont donc variables ce qui a des conséquences importantes sur les résultats obtenus. Un moyen d'éviter ce problème est de traiter les données avec une maille régulière de l'espace (en mode pixel) mais c'est une opération encore complexe et délicate [OPE 2000]. L'intérêt de travailler sur des objets du monde réel est qu'ils renvoient à des entités qui ont du sens, en particulier dès qu'il s'agit d'intégrer des dimensions socio-économiques. Bien sur, c'est prendre le risque d'être tautologique dans la mesure où les unités d'étude et d'observation sont aussi souvent des unités de fonctionnement et de gestion mais d'un autre côté, ceci permet d'enrichir la problématique et facilite la restitution et l'appropriation des résultats [GRA 1998]. Il faut aussi considérer le fait que l'objectif de connaissance sur les phénomènes doit être mis en regard de l'objectif d'action sur ces phénomènes. Dans une perspective de développement, il est souvent important de fournir de l'information directement au niveau des entités de gestion [MUS 1998]. Il faut aussi considérer que lorsque l'on étudie différents phénomènes et leurs interactions, on est confronté au choix de l'entité de référence, qui ne sera pas forcément l'entité la mieux adaptée pour analyser un phénomène particulier. Enfin, les découpages spatiaux dont l'homme s'est doté sont le plus souvent des découpages emboîtés ce qui autorise des approches à différents niveaux dans une hiérarchie spatiale.

Les différents points évoqués précédemment concernent aussi le choix de la délimitation de la zone d'étude. Dans une problématique de développement, on s'attachera à retenir des limites cohérentes avec les différents niveaux auxquels les acteurs interviennent et qui permettront au mieux de tirer partie de l'existence d'une hiérarchie spatiale.

la sélection et l'obtention de variables pour ces entités spatiales ;

Il faut que les variables retenues soient fiables, significatives et représentatives des entités qu'elles caractérisent. Généralement, plus la résolution spatiale est fine et plus les contraintes augmentent, nécessitant souvent d'avoir des données exhaustives. Pour les données de nature socio-économique, le coût d'une collecte exhaustive de données (principe des recensements généraux de la population ou de l'agriculture) est de plus en plus un frein à leur réalisation⁴. Le problème est qu'il n'existe pas d'autres moyens d'avoir une information fiable pour les zones de faible densité. Ceci étant, le traitement de cette information sera souvent difficile pour des raisons de représentativité ou d'anonymat. C'est ce que l'on peut observer avec les exploitations agricoles au niveau communal : leur nombre ayant fortement chuté, elles sont souvent trop peu nombreuses pour pouvoir servir de base à des traitements. Si le nombre de communes concerné est faible, on pourra s'accommoder de cette situation mais si leur nombre devient plus important, et c'est ce qu'il se passera dans le futur recensement, il faudra changer d'entité spatiale de référence, en faisant des regroupements de commune ou en travaillant au niveau cantonal.

Une variable peut avoir un contenu spatial plus ou moins fort. Elle peut caractériser strictement l'entité spatiale comme son occupation du sol ou sa population. Elle peut aussi prendre en compte des relations avec d'autres lieux comme une accessibilité, un enclavement ou des déplacements domicile-travail. Une autre possibilité est de calculer la valeur d'une variable en un lieu en intégrant le voisinage du lieu. Ce procédé est souvent utilisé pour lisser la valeur d'une variable. Il doit être manipulé avec beaucoup de précaution du fait que l'on travaille sur un maillage spatial hétérogène [DAU 1996].

3. nous nous plaçons dans le cas général d'entités surfaciques ne se recouvrant pas et formant une partition exhaustive de l'espace.

4. Voir le débat sur la revue européenne de géographie Cybergeographie sur l'hypothèse d'un recensement général de la population en continu (<http://www.cybergeographie.fr/ptchaud/ptchaud1.htm>). Pour celui de l'agriculture, le fait que la période intercensitaire soit passée de 9 à 12 ans est aussi assez révélateur.

la construction d'indicateurs

Le passage de variable à indicateur s'effectue par un ensemble d'opérations visant à donner du sens à une ou plusieurs variable(s) par rapport à une thématique donnée [CUN, 1988]. C'est donc une étape importante qui produit des résultats intermédiaires dans la démarche.

Dans l'optique de la cartographie statistique, les techniques statistiques seront utilisées pour analyser les ressemblances entre lieux. Dans nos travaux, nous avons ainsi fait appel aux techniques d'analyse multivariées (Analyse en Composantes Principales ou Analyse Factorielle des Correspondances suivies de classifications automatiques) [LEB 1995] pour constituer des typologies de communes sur les thèmes suivants : types de production agricole, occupation du sol, activités des exploitants – structures des exploitations [TRI, 1996]. D'autres techniques statistiques peuvent être utilisées pour élaborer des typologies prenant en compte des données temporelles ou des relations de flux entre lieux.

Les traitements effectués fournissent des classes de lieux (ou catégories spatiales) qui peuvent être interprétées et étiquetées. Si l'on est resté dans le domaine classique de la statistique exploratoire, les classes obtenues résultent d'un compromis visant à rassembler ensemble les entités spatiales se ressemblant le plus au vu des attributs sélectionnés. Un point important à souligner est que cette « ressemblance » dépend de la variabilité présente dans les données au départ et donc du nombre d'entités spatiales. Autrement dit, un changement de résolution spatiale (de grain) ou d'espace de référence (d'extension) a toutes les chances de modifier le classement⁵. C'est une des grandes difficultés de l'approche exploratoire : les entités spatiales sont classées relativement à la variabilité présente dans l'espace de référence à partir d'un traitement *a posteriori*. Cela exige d'autant plus que la phase d'élaboration des indicateurs soit une phase en soi, où l'on puisse donner du sens aux variables traitées et aux différenciations observées.

- *l'interprétation des résultats (cartes et tableaux statistiques).*

En sortie de la base de données, nous pouvons produire des tableaux et des cartes. Ces deux sorties sont complémentaires et permettent de valoriser l'information présente dans la base de données. La carte permettra de prendre en compte les aspects liés à la localisation et pourra faire appel aux connaissances implicites que les lecteurs de la carte ont de l'espace géographique représenté. Le tableau permettra une approche synthétique et statistique de l'information contenue dans la base de données. Pour mieux comprendre ces différences, il faut regarder selon quelles règles ils sont élaborés.

Une base de données géographiques peut être vue comme une base de données statistiques où les unités de base sont des entités spatiales et où des agrégations spatiales sont possibles. D'un point de vue statistique, la base peut être décrite à l'aide de deux sortes d'attributs, les attributs résumés et les attributs contextuels [DAU 1994]. Les attributs résumés expriment les variables d'intérêt. Les variables contextuelles, généralement qualitatives comme des nomenclatures, des typologies ou des maillages de l'espace, donnent la structure et le format du tableau ou de la carte statistique dans lequel les variables d'intérêt seront résumées.

Différents cas se présentent selon que l'on veut réaliser une carte ou un tableau.

Pour la carte, deux cas sont à distinguer. Si l'on reste au niveau des entités spatiales élémentaires, la carte est juste la mise à plat du tableau élémentaire avec comme contrainte le respect des règles de sémiologie graphique⁶. Si l'on agrège les entités spatiales élémentaires en utilisant les propriétés d'une hiérarchie spatiale, le nouveau découpage fournit la variable contextuelle. Les variables d'intérêt seront résumées. Par exemple, à partir d'une typologie au niveau communal, on pourra faire la carte du nombre de communes par type et par département. Cette information pourra être visualisée de manière graphique sur la carte par un camembert ou un diagramme en bâtons pour

5. Une même entité spatiale peut changer de classe et le profil des classes peut lui-même changer.

6. Nous considérons ici que les attributs des entités spatiales fournissent le tableau élémentaire. En fait, il y a souvent eu des agrégations préalables. Dans ce cas, le découpage de l'espace constitue la variable contextuelle et les attributs qui caractérisent les entités spatiales sont des attributs résumés.

chaque département par exemple. Ce mode de représentation ne sera possible que si la taille et le nombre des entités spatiales permettent d'élaborer une carte lisible.

Dans le cas d'un tableau, les possibilités de synthèse sont accrues. Une ou deux variables contextuelles peuvent être mobilisées et les variables d'intérêt sont résumées. On pourra par exemple étudier les corrélations entre les modalités issues de deux typologies thématiques à partir d'une table de contingence⁷. On pourra aussi, pour chaque case du tableau croisé des deux typologies, calculer une variable résumée comme la moyenne d'un taux d'évolution.

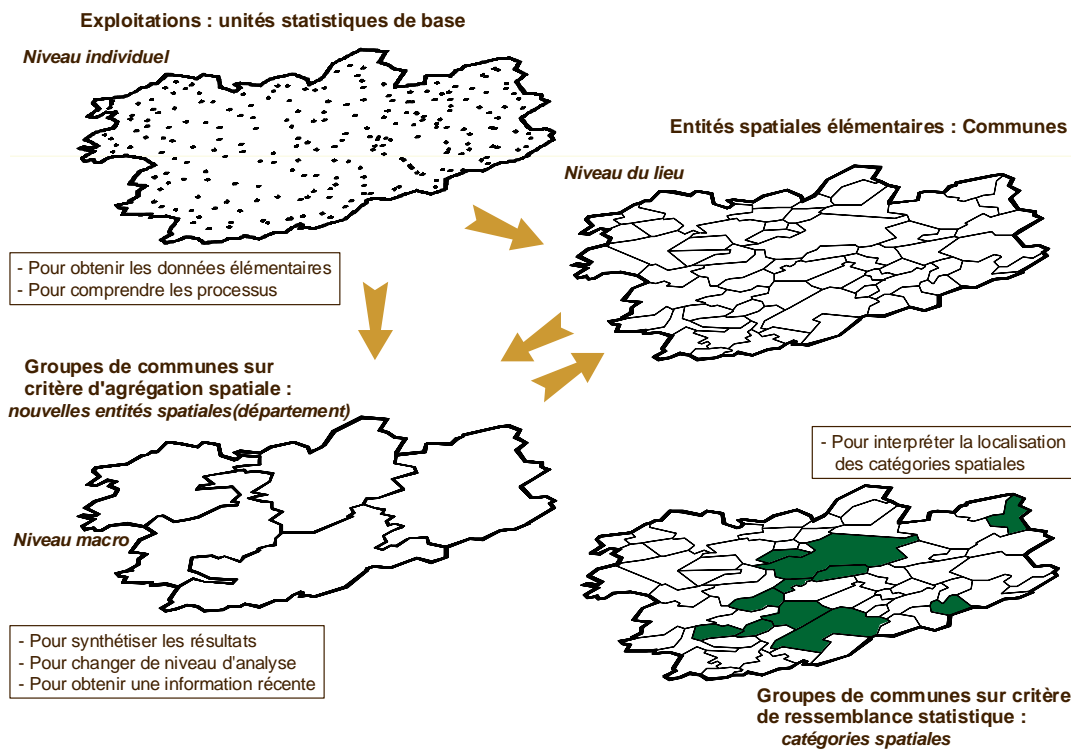
Les différentes possibilités exposées ici restent dans le cadre classique d'une analyse statistique dans un contexte spatial. Elles sont simples et limitées mais il est important de bien comprendre la façon dont l'espace est pris en compte. Dans le cas d'une typologie des entités spatiales, l'espace est un support et un type regroupe les entités spatiales se ressemblant le plus au vu d'un critère choisi. L'analyse reste menée au niveau des entités spatiales élémentaires. Dans le cas d'une agrégation d'entités spatiales élémentaires définissant une nouvelle partition spatiale, il y a un changement de niveau dans une hiérarchie spatiale. Les cartes sont élaborées sur de nouvelles entités spatiales et les attributs seront résumés sur ces nouvelles entités spatiales.

La figure 2 résume les différents niveaux d'analyse qui peuvent être mobilisés au cours de la démarche. Le passage entre les différents niveaux fait appel à l'agrégation statistique et/ou spatiale. Chaque niveau a ses spécificités et la cartographie statistique peut être mobilisée pour valoriser ces changements de niveaux.

Nous allons maintenant présenter le contexte et les résultats du travail effectué sur la place de l'agriculture dans les espaces ruraux.

7. même si les résultats sont à interpréter avec précaution du fait que la structure d'autocorrélation spatiale n'est pas prise en compte.

Figure 2 : Les différents niveaux d'analyse mobilisés



3. La place de l'agriculture dans les espaces ruraux

3.1. Un contexte renouvelé

Nous nous intéressons à la place de l'agriculture dans les espaces ruraux, à partir de l'identification des fonctions qu'elle peut remplir et de la prise en compte des logiques qui la guide. Nous posons l'hypothèse que les évolutions dans l'agriculture s'inscrivent dans une double logique : une *logique verticale d'insertion dans la filière* qui a d'autant plus d'importance que la production agricole est intégrée à des marchés de taille croissante et une *logique horizontale d'ancrage au territoire*⁸. Cet ancrage va dépendre de l'intensité et de la nature des liens spécifiques qui existent localement entre les produits et services fournis par les agriculteurs, les potentialités pédo-climatiques, le patrimoine culturel, et la population et les activités non agricoles.

La logique de la filière agricole est marquée par l'amélioration de la productivité, la globalisation des échanges, l'importance des aides et des quotas. Au début des années 1990, les excédents structurels de production ont remis en cause un schéma productiviste et ce d'autant plus que les effets négatifs sur l'environnement, sur la gestion de l'espace, sur l'emploi étaient de plus en plus manifestes. Ceci s'est traduit par une demande de produire mieux qui cherche à concilier aspects économiques et environnementaux. Avec cette nouvelle donne, les questions de diversité et de spécificité redeviennent des atouts pour l'agriculture que ce soit pour la production de produits typés ou pour la valorisation de ressources patrimoniales spécifiques. Si ces évolutions traduisent des tendances générales, elles se manifestent avec des rythmes et des intensités différentes selon les espaces étudiés, en lien avec les spécificités des types de production en place.

La logique de l'ancrage au territoire se développe dans un contexte de fortes recompositions des espaces ruraux. Ces recompositions sont marquées par la diminution de la population agricole et l'arrivée de nouveaux résidents, d'une part, et par l'emprise croissante des dynamiques urbaines sur le fonctionnement et la structuration des espaces ruraux, d'autre part. L'étalement des villes sur les

8. Nous utilisons le terme d'espace en référence à l'espace physique et le terme territoire en référence à un espace approprié par des acteurs.

espaces avoisinants, le développement des réseaux de transport et donc des accessibilités entre lieux, la demande urbaine en espaces de loisir conditionnent fortement le remodelage des espaces ruraux. Ces liens forts à la ville modifient les échelles de structuration des espaces avec en particulier un renforcement de l'influence des villes les plus importantes de la hiérarchie urbaine. Pour prendre en compte ces deux logiques, nous avons choisi de privilégier une entrée centrée sur les activités des agriculteurs et les structures des exploitations agricoles.

Le choix de privilégier l'analyse des activités des ménages agricoles

L'analyse des activités des ménages agricoles permet de prendre en compte les facteurs internes et externes qui conditionnent le fonctionnement des exploitations. La pluriactivité c'est à dire l'association d'activités agricole et non agricole a des répercussions sur les deux types d'activités [LAU, 1994]. Les activités complémentaires à l'activité de production agricole (transformation et vente directe de produits, accueil, etc) jouent aussi sur le fonctionnement de l'exploitation agricole.

Nous posons deux hypothèses principales sur les activités des agriculteurs : (i) elles vont dépendre des potentialités présentes dans les territoires où les exploitations se trouvent ; (ii) les activités complémentaires et non agricoles vont influencer sur l'évolution des systèmes de production agricole et réciproquement. Ceci pose la question de mieux comprendre comment les exploitants combinent plusieurs types d'activités, dans un contexte où l'agriculture continue à se spécialiser et à se concentrer mais où des formes alternatives à l'agriculture spécialisée et orientée marchés mondiaux existent.

3.2. Des liens forts entre les types d'activités agricoles et la structuration de l'espace par les dynamiques urbaines

Le contexte de ce travail met donc l'accent sur des processus de recomposition qui renvoient à des niveaux de décision et des échelles d'espace et de temps variées. L'approche spatiale est utilisée pour analyser comment ces niveaux de décision et ces échelles d'espace influent sur les phénomènes étudiés.

Nous avons choisi de travailler au niveau communal dans un cadre régional. La commune fournit un grain d'étude fin pour analyser les résultantes des processus, que ce soit pour prendre en compte des dynamiques ou des flux de population ou pour caractériser des exploitations⁹. La région fixe le cadre de variabilité des phénomènes analysés et correspond à un espace de référence pour l'analyse de dynamiques territoriales. Nous disposons ainsi d'un emboîtement administratif région, département, commune, chaque niveau correspondant à un niveau d'organisation dont les fonctions et les compétences sont connues et débattues.

Nous avons constitué ou utilisé des typologies thématiques établies à partir des données des recensements agricoles et de la population [ASC, 1999]. Pour l'agriculture, les typologies ont été construites à partir des données du dernier recensement disponible, car nous voulions caractériser finement un état¹⁰. Pour la population, nous avons utilisé des typologies d'évolution de la population et la typologie urbain-rural élaborée par l'INSEE et l'INRA à partir des données du recensement de 1990 (INS, 1998). Nous avons aussi effectué une typologie d'occupation du sol à partir des données CORINE Land Cover. Toutes ces typologies sont effectuées au niveau communal. Seule celle sur la population permet d'étudier des évolutions. Pour prendre en compte les évolutions dans l'agriculture, nous avons retenu des indicateurs quantitatifs simples comme l'évolution du nombre d'exploitations agricoles, de la surface agricole utile et de la valeur ajoutée de la production.

Les résultats fournis sont des cartes et des tableaux statistiques qui permettent d'avoir de l'information sur un thème donné et sur les croisements entre thèmes. Les résultats thématiques confirment le renforcement de l'impact des dynamiques urbaines sur la structuration de l'espace, l'importance de l'occupation agricole du sol, la spécialisation des types de production dans l'espace

9. Même si la représentativité statistique est parfois insuffisante.

10. Il s'agit du recensement de 1988. C'est une des contraintes importantes de l'approche spatiale à un niveau fin : les données sont souvent anciennes. Le prochain recensement agricole est prévu pour cette année.

régional et la diversité des formes d'agriculture. Les croisements entre thèmes montrent des liens forts entre les formes d'agriculture et la structuration de l'espace par l'urbain d'une part et entre l'occupation du sol et les types de production d'autre part (cf. figures 3 et 4)

On note ainsi la localisation préférentielle de la pluriactivité (peu présente dans les espaces ruraux isolés) et des activités complémentaires sur l'exploitation (la valorisation des produits et des paysages a lieu dans les espaces éloignés des villes). L'agriculture vieillissante se situe à proximité des villes et dans des espaces à fortes contraintes naturelles. On observe aussi, dans ces mêmes espaces, des communes où il y a un renouveau de l'agriculture avec des installations de jeunes. D'un autre côté, on note une spécialisation des types de production dans l'espace régional. Cette spécialisation est liée en grande partie aux potentialités pédo-climatiques et elle apparaît beaucoup moins marquée par la structuration de l'espace par l'urbain.

On constate donc une diversification des formes d'activités des agriculteurs en lien avec la structuration du territoire par la population et dans le même temps une spécialisation de l'espace en matière de types de production agricole. Ceci confirme donc notre hypothèse qu'il faut s'intéresser conjointement aux formes d'exercice de l'activité agricole et aux systèmes de production en place pour pouvoir mieux comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles.

4. Discussion

Sans rentrer dans le détail des résultats obtenus, les constats que nous pouvons porter sur l'information produite vont généralement dans le même sens. La cartographie statistique permet d'obtenir une information localisée, thématique et temporelle¹¹ sur les principales caractéristiques et différenciations dans un espace donné. Elle permet de relativiser les phénomènes étudiés et de mettre en évidence des liens entre différents thèmes. On obtient ainsi une grille de lecture d'un espace géographique fournissant les éléments de base d'un diagnostic territorial.

Cependant, les résultats sont qualitatifs et génèrent plus de questions que de réponses. En effet, il est difficile d'établir un lien entre l'information agrégée obtenue au niveau des entités spatiales et les processus sous-jacents. D'une part, au niveau du lieu, ce sont souvent les résultantes de processus agrégés qui sont mesurées, d'autre part, les ressemblances entre lieux ne renvoient par forcément à des fonctionnements identiques. Il faut donc rester prudent dans l'analyse des corrélations et dans l'interprétation des cartes obtenues. Une difficulté supplémentaire vient du fait qu'il est difficile de restituer les règles qui ont permis d'élaborer l'information présentée sur la carte.

Deux pistes peuvent être explorées pour essayer de renforcer ce lien. Elles concernent toutes les deux le fait de varier l'échelle d'analyse. En effet, l'information obtenue sur un phénomène dépend du niveau où ce phénomène est analysé. Un premier aspect concerne le passage de l'individu à l'agrégat. L'analyse au niveau des individus permet une connaissance plus fine des fonctionnements en permettant une prise en compte de la diversité et des interdépendances entre individus. L'analyse au niveau des agrégats (c'est à dire des entités spatiales) analyse des comportements moyens et des effets de structure. La comparaison des deux approches nous paraît très utile que ce soit en terme de résultat obtenu ou de méthode utilisée¹². Un deuxième point concerne le changement de niveau dans le domaine spatial que ce soit en utilisant une hiérarchie spatiale comme un emboîtement de découpages administratifs ou à partir d'un zonage spécifique.

Les différences observées en changeant de niveau sont souvent riches de signification puisqu'elles peuvent porter sur la disponibilité des données (un échantillonnage sera par exemple possible à des niveaux d'agrégation spatiale élevés), sur leur traitement (des méthodes différentes seront mobilisées), et sur leur interprétation (les effets de structure et de dépendance qui influencent un phénomène vont varier avec le niveau d'analyse et ce d'autant plus que le niveau correspondra à un niveau d'organisation fonctionnelle pour le phénomène étudié). La navigation entre différents niveaux permettra donc de relativiser l'information obtenue à un niveau donné.

11. Il faut cependant rappeler que les évolutions sont mesurées uniquement dans le domaine des attributs.

12. Voir (SAN, 1999) pour un comparatif de modélisations effectuées à ces deux niveaux.

Nous allons donc examiner deux cas de changement de niveaux relativement à deux configurations particulières. Le premier concerne le lien entre une typologie d'exploitations et une typologie communale des exploitations, c'est à dire le passage d'un niveau individuel aspatial à un niveau spatial agrégé. Le second concerne la production d'un nouveau découpage spatial, par regroupement d'entités spatiales élémentaires. Que peut-on dire d'un point de vue méthodologique et thématique sur une démarche de segmentation de l'espace a posteriori ?

4.1. Les liens entre une typologie des exploitations et une typologie communale des exploitations.

On a souligné l'importance du niveau d'analyse sur les résultats obtenus. Le niveau de l'exploitation est le niveau individuel aspatial où on peut analyser les modes de fonctionnement. Le niveau des communes est le niveau spatial agrégé où on peut regarder les résultantes du fonctionnement d'un ensemble d'exploitations. Les typologies aux deux niveaux sont généralement construites selon des règles très différentes.

Au niveau des exploitations, on va privilégier une typologie *a priori* établie à partir des connaissances d'expert. L'intérêt dans ce cas est d'avoir des types qui soient identifiés sur des critères fonctionnels comme les types de production [MIG 1996] ou les types d'activités des agriculteurs [TRI 2000]. Le traitement statistique a pour objectif d'affecter une exploitation à un type. La réintroduction du spatial est faite dans un deuxième temps. Les possibilités cartographiques sont généralement limitées car il faut résumer l'information pour chaque type au sein de chaque entité spatiale. On résumera par exemple la distribution des types d'exploitation. Une autre possibilité est de faire autant de cartes qu'il y a de types d'exploitation mais l'interprétation est alors complexe. Cette approche permet d'avoir une idée de la diversité des exploitations au sein d'une entité spatiale donnée, ce qui permet de poser la question des relations horizontales entre types. Elle permet aussi de regarder si le contexte spatial influence les caractéristiques d'un type.

Au niveau des communes, on va privilégier une typologie *a posteriori* obtenue à partir des valeurs résumées obtenues sur l'ensemble des exploitations de la commune. La typologie est obtenue par une méthode exploratoire. Elle dépend du grain d'analyse et de l'espace de référence. Elle indique les résultantes de processus individuels ce qui permet de prendre en compte des effets structurels mais par contre il est plus difficile de relier ces effets aux processus individuels.

Les deux approches sont complémentaires. Elles partent des mêmes données mais les résultats, les contraintes et les méthodes de traitement sont très différents. En effet, dans le premier cas, on part du fonctionnel et on introduit l'espace dans un second temps. Dans la seconde, on introduit l'espace dès le départ. Les cartes et les tableaux statistiques constituent dans les deux cas un moyen de valoriser l'information obtenue. Mais, dans les deux cas, les contraintes liées au choix d'un maillage spatial hétérogène restent.

4.2. La question de l'élaboration de nouveaux découpages de l'espace

L'élaboration d'un nouveau découpage signifie que l'on veut donner un rôle actif à la dimension spatiale de manière à se situer dans le deuxième moment de l'analyse spatiale identifié par J.M. Besse : « le moment pour expliquer les corrélations et les organisations, abordé sous l'angle du système ». La question posée est celle d'une segmentation de l'espace par regroupement d'entités spatiales dans la perspective de produire un découpage pertinent pour la connaissance et l'action. Il s'agit donc de produire *a posteriori* une nouvelle partition spatiale, à partir d'une partition spatiale préexistante.

Dans le cadre d'une démarche de cartographie statistique telle que celle présentée ci-dessus, deux solutions sont possibles pour produire un tel découpage : un traitement statistique direct sur les attributs des entités spatiales de départ ou un traitement sur une carte représentant les entités spatiales de départ.

Dans le premier cas, ce sont généralement les relations de flux entre entités qui sont privilégiées. L'identification de liens fonctionnels entre entités permet de voir si il y a un effet système et si des organisations fonctionnelles renvoient à des organisations spatiales. Cette approche donnera des

résultats d'autant plus probants que les flux seront polarisés dans l'espace c'est à dire que l'espace sera organisé selon un modèle gravitaire. C'est ce que l'on observe le plus souvent dans la structuration des espaces par les dynamiques de population et d'emploi. Dans la pratique, on choisit un indicateur de flux, par exemple les migrations pendulaires, puis on fixe des pôles d'attraction et des seuils d'agrégation à ces pôles. Il faut aussi fixer une contrainte de contiguïté pour que les nouvelles entités spatiales créées soient d'un seul tenant mais cette contrainte sera d'autant moins nécessaire que l'espace sera fortement polarisé par le flux retenu. C'est, résumé très sommairement, ce type de traitement qui est utilisé pour produire les bassins d'emploi ou le zonage en aires urbaines. Il faut noter que dans le second cas, le zonage n'est pas un zonage exhaustif de l'espace mais un zonage de l'espace urbain, l'espace le plus polarisé. C'est une subtilité de ce nouveau concept proposé par l'INSEE qui permet d'avoir une approche zonale de l'espace urbain d'une part et une approche typologique de l'ensemble de l'espace d'autre part [LEJ 1998]. Dans ce type d'approche, un des problèmes est qu'il est difficile d'estimer quel rôle joue la contrainte de contiguïté dans le découpage. De plus, même si la part jouée par la contrainte de contiguïté est connue, il sera souvent difficile d'explicitier cette information quand le découpage sera utilisé dans une phase ultérieure.

Dans le second cas, les techniques s'apparentent aux techniques d'analyse d'images. Les spécificités viennent du fait que l'information est disponible sur un support hétérogène et non pas par pixel. De plus, elle est souvent qualitative, car elle résulte de traitements ayant entraîné parfois des agrégations, et privilégiant les relations de ressemblance entre lieux. Les techniques peuvent s'appuyer sur la reconnaissance de motifs ou de barrières. Ce qu'il paraît important de souligner, c'est qu'il faut faire preuve d'une grande prudence dans l'interprétation et l'utilisation des résultats obtenus. En effet, le traitement s'applique sur des résultats dont nous avons souligné qu'ils étaient conditionnés par la structure spatiale hétérogène et par l'agrégation des données. Le lien entre nouvelles entités spatiales formées et fonctionnements sous-jacents est donc difficile à valider.

En résumé, la première solution repose sur le choix d'une variable de flux à qui l'on reconnaît un fort pouvoir de structuration de l'espace par rapport à la thématique étudiée. Le zonage d'étude est le plus souvent un zonage fonctionnel. La deuxième solution est plus ambitieuse car elle prend en compte plusieurs critères mais le regroupement s'effectue en deux étapes : classement des entités spatiales élémentaires sur un critère de ressemblance puis analyse d'images du classement obtenu. Le zonage obtenu est plus difficilement validable.

Quelques remarques peuvent être formulées sur la question de la création d'un nouveau découpage. En premier lieu, de nombreuses critiques sont émises sur la production de zonages dans une perspective de développement territorial. Elles concernent les questions de leur stabilité dans le temps, de leur pertinence comme objet d'étude ou objet d'organisation, de leur capacité à capturer l'ensemble des dynamiques d'un territoire, de la lisibilité des règles qui ont permis de les établir. L'opérationnalité d'un nouveau découpage doit donc être largement discutée, en particulier en spécifiant quels sont les utilisations et les utilisateurs du nouveau découpage. En second lieu, la méthodologie de création de nouveaux découpages fait-elle partie de la panoplie des outils de la cartographie statistique ? J'ai répondu dès le départ de manière négative en inscrivant la cartographie statistique dans l'optique d'une valorisation de l'information contenue dans les bases de données géographiques. Cette approche est basée sur des entités spatiales données *a priori*. Ce point de vue permet de délimiter le domaine de compétence de la cartographie statistique pour mieux comprendre comment elle fonctionne et quels sont ses atouts et ses limites. L'utilisation de méthodes de découpage renvoie à mon sens à d'autres domaines de compétence que ceux relevant de la cartographie statistique. L'articulation des méthodes est possible à condition d'en spécifier les règles et les modes de fonctionnement.

5. Conclusion

La prise en compte de l'espace dans une analyse est un problème complexe car l'espace peut intervenir à différents moments dans une démarche, peut mobiliser des traitements très divers et peut avoir des interprétations et des utilisations très variés.

Dans une perspective de développement territorial, la démarche présentée, qui s'appuie sur la constitution d'une base de données géographiques et sur l'utilisation de la cartographie statistique, permet de capter les principales dynamiques et enjeux d'un espace géographique. Cependant, il est difficile de relier l'information apportée par l'analyse et l'interprétation des différenciations observées aux fonctionnements qui ont généré ces différenciations. Ceci est du en grande partie au fait que l'espace intègre des phénomènes dont les échelles spatiales et temporelles peuvent être très variées.

L'analyse peut être enrichie en variant les niveaux d'analyse, soit en se rapprochant des individus où les mécanismes des fonctionnements peuvent être spécifiés, soit en changeant de niveau spatial de résolution. Ce changement de niveau spatial peut dans certains cas nécessiter l'élaboration d'un nouveau découpage. Il faut alors s'interroger à la fois sur les contraintes méthodologiques qui sont posées et sur quels sont les utilisateurs et les utilisations prévus pour ce nouveau découpage.

Figure 1 : Synthèse de l'approche spatiale

Figure 2 : Les différents niveaux d'analyse

Figures 3 et 4 : 3 ou 4 cartes Midi-Pyrénées (soit une à deux pages, couleur ?)

Présentation de la région

Typologie des productions agricoles

Typologie des activités des agriculteurs

Typologie urbain-rural INSEE-INRA

Bibliographie

- [ASC 1999] Aschan-leygonie C., baudet-Michel S., Dubuc S., Durand-Dastès F., Gautier D., Holm E., Langlet A., Lardon S., Lindgren U., Makila K., Mathian H., Pumain D., Rozenblat C., sanders L., Triboulet P., 1999. : A multiscalar investigation into the dynamics of land abandonment in Southern France. In : (S.E. van der Leeuw and L. Garenne-Marot, eds.), *Policy relevant models of the natural and anthropogenic dynamics of degradation and desertification and their spatio-temporal manifestations*, vol. 5, tome 1, Draft final report, Archaeomedes II (contract ENV4-CT95-0159), submitted to DGXII.
- [DAU 1996] d'Aubigny G., 1996. Segmentation et regroupement d'objets dans l'étude statistique des phénomènes spatiaux en agriculture. In : *Etude des phénomènes spatiaux en agriculture*, La Rochelle, 06-08/12/95. Ed. INRA, série Les Colloques, n°78, 159-168.
- [DAU 1996] d'Aubigny C., d'Aubigny G., 1994. Agrégation spatiale et résumés statistiques, *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 4, n°3-4, 307-336.
- [BEG 1979] Béguin H. et Thisse J., 1979. An axiomatic approach to geographical space, *Geographical analysis*, **11**, 325-341
- [BES 1994] Besse J. M., 1994. L'analyse spatiale et le concept d'espace. In: *Encyclopédie d'économie spatiale*. Ed. Economica, Paris, 3-11
- [CUN 1988] Cunha A., 1988. Systèmes et territoire : valeurs, concepts et indicateurs pour un autre développement. *L'espace géographique*, 3, 181-198
- [INS 1998] INSEE-INRA, 1998. *Les campagnes et leurs villes*. Schmitt B. et Perrier Cornet P. (Ed.), INSEE, coll. Contours et caractères, 203p.
- [MUS 1998] Musters C.J.M., de Graaf H.J., ter Keurs W.J., 1998. Defining socio-environmental systems for sustainable development, *Ecological economics*, 26, 243-258.
- [GIB 2000] Gibson C. C., Ostrom E., Ahn T.K., 2000. The concept of scale and the human dimensions of global change : a survey, *Ecological economics*, 32, 217-239.
- [GRA 1998] Grasland C., 1998. Les maillages territoriaux : niveaux d'observation ou niveaux d'organisation ? In : *Les découpages du territoire, Dixièmes entretiens Jacques Cartier*, Lyon, 08-10/12/97, INSEE Méthodes, n°76-77-78, 115-132.
- [LAU 1994] Laurent C. et al., 1994. Ménages, activité agricole et utilisation du territoire : du local au global à travers les RGA. *Cahiers Agricultures*, vol. 3, n°2, 93-107.

- [LEB 1995] Lebart, L., Morineau A., Piron M., 1995. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Dunod, Paris, 310p.
- [LEJ 1998] Le Jeannic, 1998. Le zonage en aires urbaines. In : *Les découpages du territoire, Dixièmes entretiens Jacques Cartier*, Lyon, 08-10/12/97, INSEE Méthodes, n°76-77-78, 115-132.
- [MIG 1996] Mignolet, 1996. Projection spatiale de la diversité des exploitations agricoles du département des Vosges. In : *Etude des phénomènes spatiaux en agriculture*, La Rochelle, 06-08/12/95. Ed. INRA série Les Colloques, n°78, 143-150.
- [OPE 2000] Openshaw S., Turner A., 2000. Forecasting global climatic change impacts on Mediterranean agricultural land use in the 21st Century. *Revue européenne de géographie CYBERGEO*, 120, 09/02/2000, 17p, <http://www.cybergeopresse.fr/revgeo/modelis/model1.htm>
- [PER 1961] Perroux F., 1961. *L'économie du 20^{ème} siècle*, Paris, PUF.
- [RIG 1994] Rigaux P., La représentation multiple dans les systèmes d'information. *Revue Internationale de géomatique*. vol. 4, n°3-4, 137-164.
- [SAN 1999] Sanders L., 1999. Modelling within a self-organising or a microsimulation framework : opposite or complementary approaches ? *Revue européenne de géographie CYBERGEO*, 90, 24/03/1999, 4p, <http://www.cybergeopresse.fr/revgeo/modelis/model1.htm>
- [TRI 1996] Triboulet P., Lardon S., Langlet A., 1996. Segmentation de textures pour l'identification d'espaces ruraux différenciés. In : *Etude des phénomènes spatiaux en agriculture*, La Rochelle, 06-08/12/95. Ed. INRA série Les Colloques, n°78, 47-64
- [TRI 1997] Triboulet P., 1997. Analyse d'une base de données communales. In : *ESRI'97 – Actes de la première conférence française des utilisateurs ESRI*. Editions Hermès, Paris, 123-136.
- [TRI 2000] Triboulet P., Hespanha P., Langlet A., Sampaio L., Lardon S., 2000. Quelle place pour l'agriculture dans les espaces ruraux ? Analyse comparée de deux terrains en France et au Portugal. In : *Colloque international nouvelles urbanités, nouvelles ruralités en Europe*. Strasbourg, 10-12/05/2000, sous presse.