

## Différenciation du bassin de la Seine selon les dynamiques des systèmes de production agricoles depuis les années 70

Catherine Mignolet, Marc Benoît, Cendrine Bornerand

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'hydrosystème du bassin de la Seine s'est progressivement altéré du point de vue de la qualité de l'eau et de ses peuplements biologiques, suite à l'activité humaine domestique, industrielle ou agricole [1]. La contamination des eaux souterraines et de surface par les nitrates résulte principalement des activités agricoles. La diversité et les dynamiques de ces productions agricoles ainsi que les pratiques qui leur sont associées et la façon dont elles s'organisent spatialement sont autant de facteurs qui pèsent sur les teneurs en nitrates dans les eaux. Toutefois, l'inertie de l'hydrosystème (circulation très lente de l'eau dans les aquifères profonds, notamment en nappe de craie) fait que l'impact des activités agricoles sur la qualité des eaux ne se manifeste qu'après plusieurs dizaines d'années. Dans le cadre du Programme interdisciplinaire de recherche en environnement (PIREN-Seine), une étude a été initiée pour reconstituer et spatialiser l'évolution des systèmes de production agricoles depuis le début des années 70 sur l'ensemble du bassin versant (*carte 1*). Trois niveaux de description des systèmes de production ont été distingués :

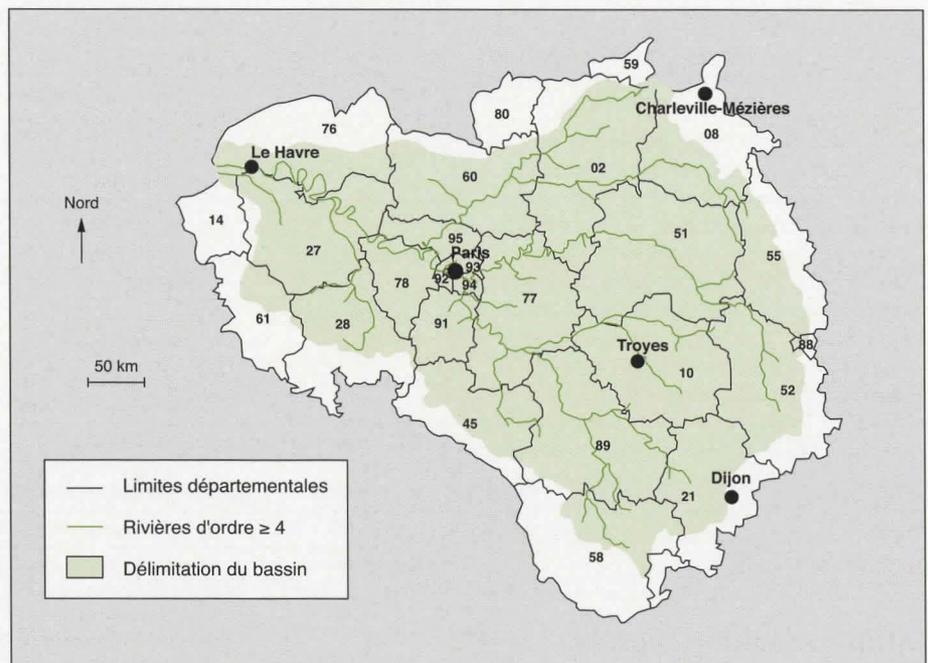
- l'exploitation agricole, entité de gestion pour l'agriculteur où se combinent le plus souvent plusieurs types de production ;

- les successions culturales, c'est-à-dire les occupations du sol qui se succèdent sur les parcelles agricoles, dont les périodes de végétation ont des impacts différenciés sur les pertes en nitrates ;
- les itinéraires techniques qui ont également des effets variables sur la pollution nitrique diffuse.

Notre propos se limite ici au premier de ces trois points : comment retracer l'évolution des exploitations agricoles du bassin de la Seine depuis une trentaine d'années et analyser sa différenciation spatiale ?

### Méthode

Notre démarche méthodologique associe des techniques d'analyses quantitatives sur des données issues de la statistique agricole et de la cartographie. Elle se fonde sur une segmentation de la région étudiée en fonction de l'évolution des exploitations agricoles, repérées par leur orientation technico-économique (Otex), au sein d'entités géographiques que sont les « petites régions agricoles » (PRA) [2]. La segmentation du bassin versant à trois dates suc-



Carte 1. Présentation de la zone d'étude (bassin de la Seine).

Map 1. Presentation of the studied area (Seine basin).

C. Mignolet, M. Benoît : Inra, Station de recherche SAD, BP 29, 88501 Mirecourt Cedex.

C. Bornerand : ENSAIA Nancy, Inra, Station de recherche SAD, BP 29, 88501 Mirecourt Cedex.

Tirés à part : C. Mignolet

Thème : Système agraire.

cessives est comparée à une segmentation du bassin selon les trajectoires d'évolution des PRA sur une vingtaine d'années.

## Diversité des exploitations agricoles sur le bassin de la Seine

Dans un cadre spatio-temporel élargi de 80 000 km<sup>2</sup> sur 30 ans, la diversité des exploitations agricoles peut être analysée de manière quantitative, à partir des statistiques agricoles nationales, ou de manière plus qualitative, à partir des connaissances des acteurs du développement agricole (chambres d'agriculture, groupes de développement, coopératives, etc.) ayant une longue expérience professionnelle, auxquels nous donnons le statut d'experts [3]. La première phase du programme se fonde sur des données agricoles exhaustives, de structure homogène, portant sur l'ensemble du bassin au cours du temps. Ce type de données est rare en agriculture : hormis celles qui sont issues des recensements généraux agricoles (RGA) conduits avec une périodicité de neuf ans et celles, plus récentes (et soumises à confidentialité), qui sont issues des déclarations annuelles effectuées par les agriculteurs dans le cadre de la PAC, ces données peuvent provenir des fichiers d'exploitation d'organismes départementaux de développement, dont la forme et les informations peuvent être très variables. Notre étude se fonde sur les RGA de 1970, 1979 et 1988. Le bassin de la Seine comptait 175 233 exploitations en 1970, 146 173 en 1979 et 127 046 en 1988.

La diversité de ces exploitations est décrite grâce à la classification de leurs orientations technico-économiques (Otex), harmonisée dans le cadre du Réseau d'information comptable agricole européen (tableau 1). Cette classification tient compte des caractéristiques structurelles des exploitations, et est fondée sur la valeur monétaire des productions agricoles, estimée à partir de la répartition des cultures dans la surface agricole utile (SAU) et de l'importance du troupeau. Elle n'informe pas sur des logiques de fonctionnement ni sur les pratiques des agriculteurs [4] ; en revanche, elle est parfaitement adaptée à l'échelle spatio-temporelle étudiée.

## Différenciation spatiale des activités agricoles

Les treize Otex distinguées dans le bassin de la Seine se répartissent selon des contraintes

ou opportunités localisées, liées entre autres au contexte pédo-climatique, à l'environnement socio-économique, à l'histoire des petites régions ou, encore, à des réseaux professionnels agricoles. La différenciation spatiale des activités agricoles repose sur une régionalisation du bassin versant à partir d'un maillage territorial, constituant un compromis entre la qualité des données statistiques disponibles, la précision spatiale de la maille et sa signification par rapport aux phénomènes décrits. Le maillage en PRA semble réaliser le meilleur compromis : bien qu'ayant une moins bonne précision spatiale que le maillage cantonal (le bassin versant s'étend sur plus de 800 cantons contre 147 PRA), il présente un double avantage au regard des objectifs finaux du programme de recherche (lier activités agricoles et qualité des eaux) :

– il est *a priori* pertinent pour décrire des activités agricoles, car il a été délimité en

1955 sur la base de critères concernant les conditions physiques (sol et climat) et les conditions humaines (habitat, structure des exploitations, systèmes de culture, etc.) ;

– il présente une bonne concordance avec le découpage en grands ensembles géologiques des différents aquifères du bassin [5]. Les maillages communal et départemental ont été d'emblée éliminés : le premier parce qu'il ne permet pas une utilisation optimale des informations des RGA, en raison du secret statistique qui n'autorise la publication d'un critère que si au moins trois exploitations par commune sont concernées, le second parce qu'il apparaît trop grossier par rapport à la zone étudiée (23 départements).

La méthode retenue pour régionaliser le bassin versant s'inspire du concept de région « homogène » qui, théoriquement, minimise la dispersion des critères choisis pour la décrire [6]. La région est ainsi

Tableau 1

### Définition et importance des 13 Otex retenues sur le bassin de la Seine

Dénomination	Code et libellé Otex 17 postes	1970	% de SAU 1979	1988
Céréales	11 – Céréales	23,7	27,9	19,7
Grandes cultures	12 – Céréales et autres grandes cultures	24	26,5	42,6
Maraîchage	28 – Maraîchage 29 – Fleurs et horticulture diverse	0,2	0,1	0,2
Viticulture	37 – Vins de qualité 38 – Autre viticulture	0,7	0,9	1
Fruits	39 – Fruits et autres cultures permanentes	0,4	0,3	0,3
Bovins lait	41 – Bovins lait	0,9	8,5	5,9
Bovins viande	42 – Bovins élevage et viande	4,2	5,2	5,6
Bovins lait-viande	43 – Bovins lait et élevage viande	5,3	4,9	3,5
Ovins	44 – Ovins, caprins et autres herbivores	2,6	2,5	2,2
Granivores	50 – Granivores 72 – Polyélevage à orientation granivore	0,2	0,3	0,2
Polycultures	60 – Polyculture	2,7	2,4	2,2
Polyculture-élevage	81 – Grandes cultures et herbivores 71 – Polyélevage à orientation herbivores	26,7	19,7	16
Autres	82 – Autres combinaisons cultures-élevage	0,3	0,5	0,6

### Definition and size of the 13 types of farming in the Seine basin

considérée comme un territoire où les caractéristiques agricoles sont relativement similaires, en se fondant sur l'hypothèse que l'ordre spatial correspond à l'ordre thématique [7], les mailles territoriales contiguës (PRA) présentant des types d'activité agricole voisins. Les régions ont été délimitées de façon inductive en agrégeant les PRA en classes, par analyse de données multivariées, en fonction de la répartition de leur SAU parmi les treize Otex.

## Dynamique des activités agricoles depuis les années 70

L'évolution des systèmes de production agricole (combinaisons de productions agricoles et des pratiques qui leur sont associées) est analysée sur la base des Otex (1970, 1979 et 1988), dont le poids respectif évolue en fonction des contraintes ou opportunités liées à la localisation géographique des exploitations. C'est donc la

différenciation spatiale de cette évolution qui paraît importante et deux méthodes sont en l'occurrence proposées (*encadré*).

La première compare les segmentations du bassin de la Seine aux trois dates de recensements. Ces analyses multivariées indépendantes sont confrontées en calculant les matrices de passage reliant la classification des PRA de 1970 à celle de 1979, et la classification des PRA de 1979 à celle de 1988. Un changement de classe des PRA reflète l'évolution du poids des Otex qui y sont situées.

La seconde méthode intègre le temps dans l'analyse, en représentant l'évolution des PRA sous forme de trajectoires multifactorielles conduisant à une typologie. Les PRA ne sont donc plus agrégées en fonction de la répartition de leur SAU parmi les treize Otex une année donnée, mais le sont en fonction de l'évolution de cette répartition sur les périodes 1970-1979 et 1979-1988.

L'analyse de l'évolution des Otex au fil des trois RGA présente un biais lié à une modification, en 1988, de l'unité de

compte européenne utilisée pour standardiser les valeurs monétaires des différentes productions agricoles. Cette modification induit un changement de la définition des Otex, dont l'importance ne devrait toutefois pas remettre en cause la validité de nos analyses.

## Résultats

### Régionalisation du bassin de la Seine en 1970, 1979 et 1988

#### Vers une céréalisation progressive

La classification des PRA du bassin de la Seine, selon le pourcentage de SAU par Otex aux trois dates de recensement, distingue au total huit classes définies par une combinaison d'Otex dominantes (*tableau 2*). Cinq sont communes aux

Tableau 2

### Définition des huit classes de PRA selon les combinaisons d'Otex dominantes en 1970, 1979 et 1988 dans le bassin de la Seine

	1970	1979	1988
<b>Grandes cultures</b>			82 % grandes cultures (12) 9 % céréales (11)
<b>Grandes cultures – céréales</b>	54 % grandes cultures (12) 21 % céréales (11) 13 % polyculture-élevage (81)	63 % grandes cultures (12) 22 % céréales (11) 7 % polyculture-élevage (81)	56 % grandes cultures (12) 28 % céréales (11) 9 % polyculture-élevage (81)
<b>Céréales – grandes cultures</b>	67 % céréales (11) 21 % grandes cultures (12) 7 % polyculture-élevage (81)	74 % céréales (11) 16 % grandes cultures (12) 5 % polyculture-élevage (81)	57 % grandes cultures (12) 27 % céréales (11)
<b>Céréales – grandes cultures – polyculture-élevage</b>		37 % céréales (11) 21 % grandes cultures (12) 20 % polyculture-élevage (81)	
<b>Polyculture-élevage – céréales – grandes cultures</b>	42 % polyculture-élevage (81) 23 % céréales (11) 18 % grandes cultures (12)	49 % polyculture-élevage (81) 19 % céréales (11) 9 % grandes cultures (12)	34 % polyculture-élevage (81) 30 % grandes cultures (12) 18 % céréales (11)
<b>Polyculture-élevage – élevage bovin lait</b>	51 % polyculture-élevage (81) 15 % bovin lait (41) 12 % bovin lait viande (42)		
<b>Élevage bovin lait/viande – polyculture-élevage</b>	53 % bovin lait (41) 18 % bovin lait-viande (42) 16 % polyculture-élevage (81)	38 % bovin lait (41) 21 % polyculture-élevage (81) 17 % bovin lait-viande (42)	24 % bovin lait (41) 22 % polyculture-élevage (81) 13 % bovin lait-viande (42) 12 % grandes cultures (12)
<b>Élevage bovin viande – polyculture-élevage</b>	29 % bovin viande (43) 17 % polyculture-élevage (81) 13 % ovin (44)	48 % bovin viande (43) 21 % polyculture-élevage (81) 13 % ovin (44) 11 % bovin lait-viande (42)	56 % bovin viande (43) 21 % polyculture-élevage (81) 11 % ovin (44)

Les nombres entre parenthèses correspondent au numéro des Otex.

### Definition of the eight agricultural district classes according to major combinations of farming types in 1970, 1979 and 1988 in the Seine basin

trois années étudiées, même si les pourcentages moyens de SAU par Otex ne sont pas strictement équivalents. Ce point induit un biais dans la comparaison

des trois cartes et dans l'interprétation de l'évolution des PRA : une PRA qui ne change pas de classe peut avoir évolué entre 1970 et 1988 ; comparativement

aux autres, elle est restée caractérisée par les mêmes Otex dominantes, mais le poids de chacune d'elles peut avoir changé (par exemple, le Bassigny, à l'est du

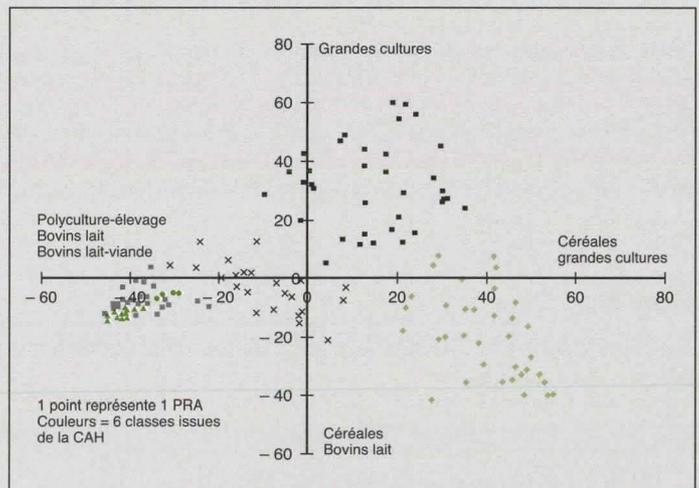
## Encadré méthodologique

Pour segmenter la région d'étude, la démarche consiste à construire des typologies des PRA à partir d'un classement multidimensionnel automatique de leur « profil agricole » une année donnée, le « profil agricole » étant défini par la combinaison des Otex situées dans une PRA (**méthode 1**) ou à partir d'un classement manuel de leur trajectoire d'évolution sur les périodes 1970-1979 et 1979-1988 (**méthode 2**). Ces typologies sont ensuite représentées sur des cartes, dont la visualisation permet de délimiter des régions homogènes du point de vue des profils agricoles ou des trajectoires d'évolution. La démarche consiste donc à appliquer des techniques classiques d'analyses de données à des individus statistiques qui sont des objets géographiques. L'espace n'est qu'un support n'intervenant pas de façon active dans l'analyse et reconstitué seulement *a posteriori* lors de la cartographie des typologies obtenues.

### Méthode 1

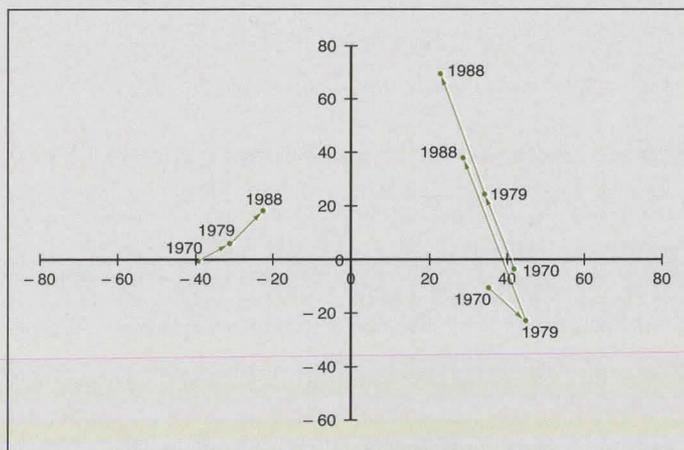
La typologie des PRA selon leur profil agricole une année donnée est obtenue par analyse en composantes principales (ACP) sur le tableau croisé des pourcentages de SAU par Otex et par PRA, puis classification ascendante hiérarchique (CAH) selon la méthode du minimum de variance de Ward sur les quatre premiers facteurs de l'ACP.

Exemple : 1<sup>er</sup> plan factoriel de l'ACP centrée sur les % de SAU par Otex et par PRA en 1970.



### Méthode 2

Les évolutions suivies par les PRA entre 1970 et 1979 et entre 1979 et 1988 sont traduites graphiquement sous la forme de trajectoires dans le 1<sup>er</sup> plan factoriel de l'ACP sur les % de SAU par Otex en 1970. Les trajectoires sont construites en projetant sur le plan factoriel, en tant qu'individus supplémentaires, les images des PRA en 1979 et 1988, puis en les reliant aux images des PRA en 1970 (qui sont individus actifs). La variation du poids des Otex dans les PRA sur les trois années étudiées entraîne un « déplacement » de l'image des PRA dans le plan factoriel. La longueur des vecteurs qui composent les trajectoires est d'autant plus grande que les variations d'Otex ont été importantes.



Les trajectoires sont ensuite comparées visuellement entre elles selon trois principaux critères :

- la position initiale des PRA dans le plan factoriel qui distingue les PRA de culture, de polyculture-élevage ou d'élevage en 1970 ;
- l'orientation des vecteurs par rapport aux deux axes factoriels, qui peut traduire une évolution régulière (les deux vecteurs qui forment la trajectoire vont dans la même direction) ou un changement d'orientation (les deux vecteurs d'une trajectoire forment un angle aigu) ;
- la longueur de la trajectoire qui reflète l'ampleur de l'évolution.

Trois exemples de trajectoires dans le 1<sup>er</sup> plan factoriel de l'ACP sur les % de SAU par Otex et par PRA en 1970.

bassin versant, appartient à la classe « Élevage bovin lait – Polyculture-élevage » en 1970, 1979 et 1988. Cette classe était définie en moyenne, en 1970, par 53 % de la SAU dans l’Otex « bovin lait », 18 % dans l’Otex « bovin lait-viande » et 16 % dans l’Otex « polyculture-élevage » alors que, en 1988, les pourcentages sont respectivement passés à 24, 13 et 22). La méthode offre l’avantage d’illustrer la diversité des systèmes de production agricoles tout en appréhendant les grandes tendances d’évolution (carte 2).

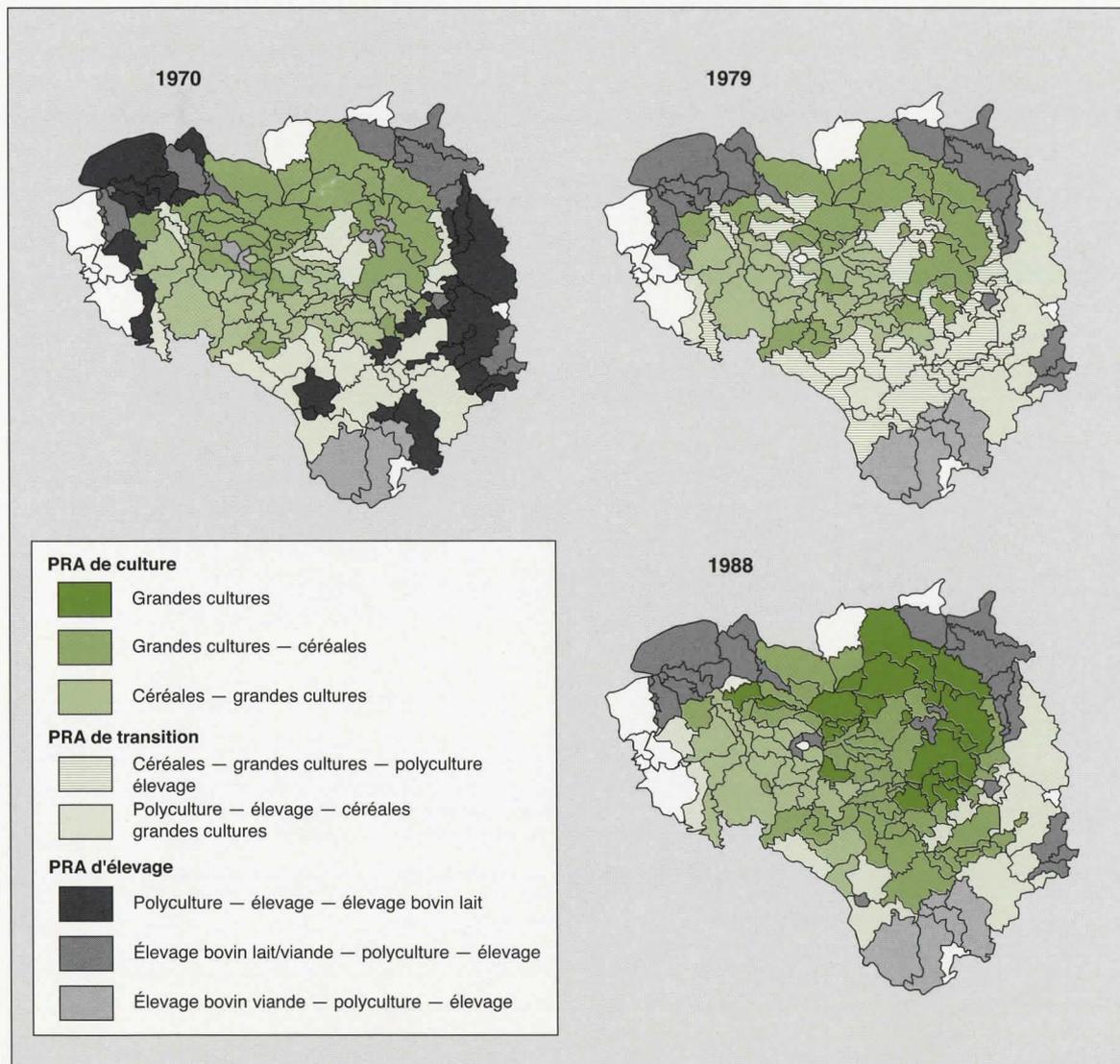
En 1970, le bassin de la Seine est constitué de cinq zones agricoles principales. Au centre se trouvent les PRA à dominante « Céréales – Grandes cultures », au sud de Paris, ou à dominante « Grandes cultures – Céréales », au nord. Sur les bordures Ouest et Est, sont localisées les PRA orientées vers des activités d’élevage : poly-

culture-élevage bovin lait en Haute-Normandie, en Lorraine et au sud de la Champagne-Ardenne, dominance de l’élevage bovin laitier spécialisé dans les Ardennes, le Bassigny et quelques PRA normandes, dominance de l’élevage bovin viande au nord du Morvan. Enfin, entre les PRA du Centre et celles de la bordure Est, apparaît une zone de transition (départements de l’Yonne et du Loiret), constituée de PRA mixtes orientées vers la polyculture-élevage et les céréales.

En 1979, les PRA du centre du bassin versant ont globalement conservé les mêmes orientations : céréales au sud-ouest de Paris, grandes cultures au nord-est. Quatre groupes de PRA en bordure du bassin maintiennent également leur orientation vers des activités d’élevage associées à de la polyculture : Normandie, Ardennes-Nord Meuse et Haute-Marne pour l’élevage lai-

tier, Nièvre pour l’élevage viande. Quant à la zone de transition, elle semble progressivement s’étendre vers l’est du bassin : une partie bascule vers une plus forte proportion des Otex « céréales » et « grandes cultures », tandis que l’autre, plus à l’est (correspondant au Barrois meusien et haut-marnais et au Plateau langrois), passe d’une dominance « Polyculture-élevage – Élevage bovin lait » en 1970 à une dominance « Polyculture-élevage – Céréales – Grandes cultures » en 1979.

Enfin, la carte obtenue en 1988 offre une image très différente de la partie centrale du bassin de la Seine. Une nouvelle classe de PRA, presque entièrement spécialisées dans les grandes cultures (en moyenne 82 % de la SAU dans l’Otex 12), est présente dans l’Aisne, la Marne et l’Aube. La zone à dominante « grandes cultures », jusqu’alors cantonnée au nord du bassin, gagne vers le



**Carte 2.** Segmentations du bassin de la Seine.

**Map 2.** Segmentations of the Seine basin.

sud et l'est, et confine au sud-ouest de Paris la zone à dominante « céréales ». En revanche, les quatre zones d'élevage identifiées en 1979 semblent se maintenir avec, pour la classe « Élevage bovin lait/viande – Polyculture-élevage », une progression de l'Otex « grandes cultures » (12 % de la SAU des PRA en moyenne).

**Des évolutions plus ou moins homogènes selon les caractéristiques agricoles initiales des PRA**

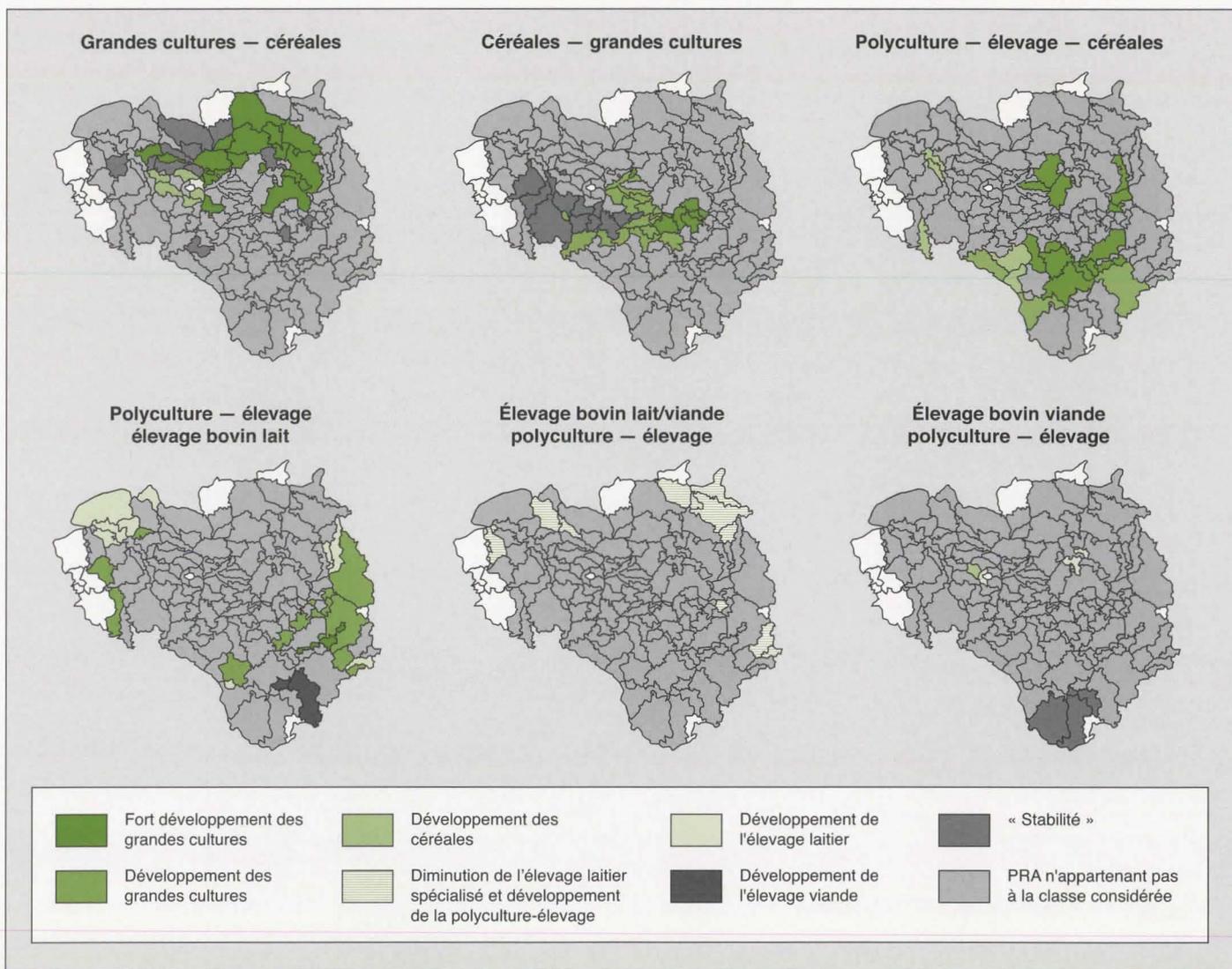
Pour affiner la comparaison visuelle des segmentations du bassin de la Seine obtenues aux trois dates de recensement, il est possible de décomposer les évolutions par classe de PRA d'une année donnée. La

carte 3 est un exemple de décomposition de l'évolution des PRA entre les années 1970 et 1988 en fonction des classes de PRA de 1970 (sachant que le même principe peut être appliqué sur les périodes 1970-1979 et 1979-1988) : pour chaque classe de PRA définie en 1970, elle représente la distribution des PRA dans les classes de 1988 et la signification de leur évolution sous-jacente.

Les classes de PRA d'élevage en 1970 présentent la plus forte stabilité : maintien de l'orientation « Élevage bovin viande – Polyculture-élevage » dans les PRA du Morvan, dominance de l'élevage bovin lait en Haute-Normandie, dans les Ardennes et en Haute-Marne, même si l'élevage spécialisé diminue au profit

de la polyculture-élevage et des grandes cultures.

Les classes de PRA de culture en 1970 semblent suivre une évolution similaire. Le gradient d'évolution des PRA de la classe « Céréales – Grandes cultures » en 1970 illustre la différenciation des évolutions entre l'Ouest et l'Est de Paris : stabilité dans la combinaison des Otex à l'ouest, développement des grandes cultures associées aux céréales au centre et, enfin, fort développement des grandes cultures à l'est. La classe « Polyculture-élevage – Élevage bovin lait » de 1970 connaît les évolutions les plus contrastées : certaines PRA maintiennent une orientation laitière (Pays de Caux, Roumois et vallée de la Seine à l'ouest, Argonne à l'est) ou de



Carte 3. Changement de classe des PRA du bassin de la Seine entre 1970 et 1988, selon les six classes de 1970.

Map 3. Change in agricultural district classes of the Seine basin between 1970 and 1988, according to the six classes of 1970.

production de viande (Nièvre) importante, alors que d'autres connaissent une progression marquée des grandes cultures à côté des exploitations de polyculture-élevage (Barrois et Champagne humide).

## Évolution des PRA pour les séquences temporelles 1970-1979 et 1979-1988

### Définition de huit formes d'évolution prédominantes

Huit types de trajectoires d'évolution de PRA sont distingués entre 1970 et 1988 (carte 4 et tableau 3).

Les PRA de culture en 1970 ont suivi trois trajectoires d'évolution principales.

– Le type 1 reflète une diversification crois-

sante des systèmes de production vers des cultures de vente à plus forte valeur ajoutée (betteraves, pois, colza, pommes de terre, etc.). Il concerne 25 % des PRA localisées dans la Marne, l'Aube et le Loiret.

– Le type 2 concerne près des deux tiers des PRA ; il est caractérisé par un changement d'orientation productive : + 11 % de la SAU dans l'Otex 11 ; – 6,5 % de la SAU dans l'Otex 12, dans les années 70 ; – 19 % de la SAU dans l'Otex 11 ; + 23 % de la SAU dans l'Otex 12, dans les années 80.

– Le type 3 se rapporte à une minorité de PRA (11 %), situées sur la frange ouest de Paris, avec spécialisation céréalière, surtout marquée dans les années 70 (+ 15 % de la SAU dans l'Otex 11), et progression des Otex « Maraîchage » et « Polyculture », dans la décennie 80.

Les PRA « Polyculture-élevage » montrent

une progression régulière de l'Otex « Grandes cultures » pour 18 % d'entre elles situées au nord du bassin (type 4) ; augmentation de l'Otex « Céréales » pendant la décennie 70, puis de l'Otex « Grandes cultures » pendant la décennie 80 pour les deux tiers qui, pour la plupart, constituent un long croissant, de l'Argonne au nord-est vers la Bourgogne nivernaise au sud (type 5) ; progression régulière de l'Otex « Céréales » pour les 16 % restants (type 6). Les évolutions se font principalement aux dépens de l'Otex « Polyculture-élevage » (– 10 % de la SAU pour le type 4, – 21 % pour le type 5 et – 18 % pour le type 6).

Les PRA orientées vers l'élevage en 1970 ont connu des trajectoires de types 7 et 8. Le type 7, représenté en Haute-Normandie et dans les Ardennes, correspond à une augmentation régulière de l'Otex

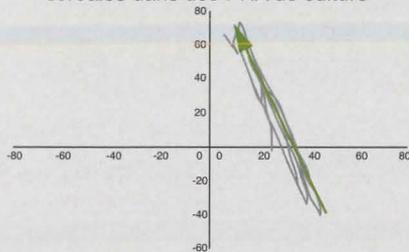
Tableau 3

### Variations moyennes des pourcentages de SAU par Otex et par type de trajectoire dans le bassin de la Seine

Otex	Périodes	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
Céréales	1970-1979	– 8,3	+ 10,8	+ 15,1	+ 2,3	+ 12,6	+ 15	+ 2,4	
	1979-1988	– 17,5	– 19,2	+ 3,8	– 4,3	– 10,7	+ 8,5	+ 0,4	
	1970-1988	– 25,7	– 8,4	+ 18,9	– 2	+ 1,9	+ 23,5	+ 2,9	
Grandes cultures	1970-1979	+ 9,2	– 6,4	– 8,8	+ 5,3	– 1,3	– 2,7	+ 6,2	
	1979-1988	+ 17,9	+ 23,5	– 8,6	+ 8	+ 25,5	+ 8,7	+ 10,2	
	1970-1988	+ 27,1	+ 17,1	– 17,4	+ 13,3	+ 24,2	+ 6	+ 16,4	
Maraîchage	1970-1979			– 0,6					
	1979-1988			+ 2,8					
	1970-1988			+ 2,1					
Polyculture	1970-1979			– 1,1					
	1979-1988			+ 4,6					
	1970-1988			+ 3,6					
Polyculture-élevage	1970-1979		– 4,6	– 3,8	– 5,9	– 12,9	– 9,9	– 6,2	– 5,1
	1979-1988		– 3,4	– 2,2	– 4,2	– 8,5	– 8,3	– 0,9	+ 1,1
	1970-1988		– 8	– 6	– 10,1	– 21,3	– 18,3	– 7,1	– 4
Bovins lait	1970-1979					+ 0,4	– 0,7	– 3,4	– 2,9
	1979-1988					– 3,7	– 3	– 7,3	– 5
	1970-1988					– 3,3	– 3,7	– 10,7	– 7,9
Bovins lait-viande	1970-1979					+ 0,1	– 1,2	– 0,8	– 0,1
	1979-1988					– 1,7	– 1,8	– 2	– 2,1
	1970-1988					– 1,6	– 3	– 2,8	– 2,2
Bovins viande	1970-1979								+ 7,1
	1979-1988								+ 5,3
	1970-1988								+ 12,5
Ovins	1970-1979								+ 0,1
	1979-1988								– 2,3
	1970-1988								– 2,2

Most significant average variations in percentage of usable agricultural area by farming type and by type of trajectory in the Seine basin

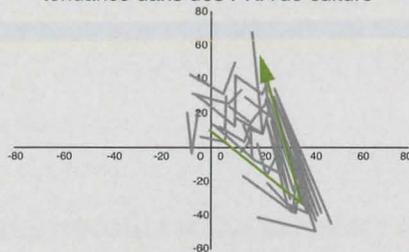
**Type 1 :** Augmentation régulière des grandes cultures au détriment des céréales dans des PRA de culture



17 PRA



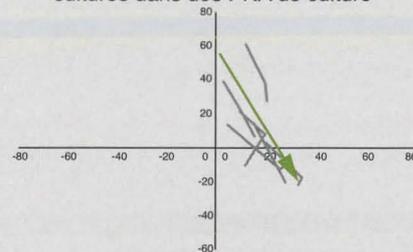
**Type 2 :** Augmentation des céréales au détriment des grandes cultures puis renversement de tendance dans des PRA de culture



38 PRA



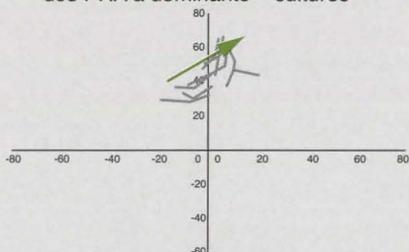
**Type 3 :** Augmentation régulière des céréales au détriment des grandes cultures dans des PRA de culture



7 PRA



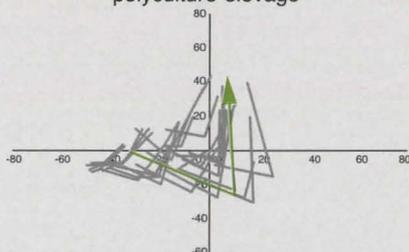
**Type 4 :** Augmentation régulière des grandes cultures au détriment de la polyculture-élevage dans des PRA à dominante « cultures »



9 PRA



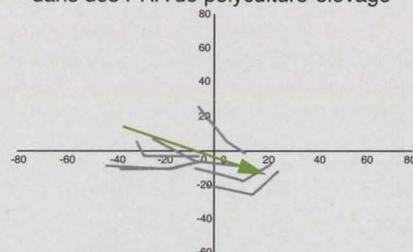
**Type 5 :** Augmentation des céréales puis des grandes cultures au détriment de la polyculture-élevage dans des PRA de polyculture-élevage



33 PRA



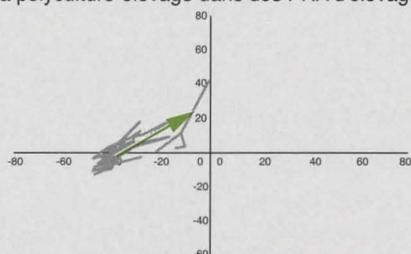
**Type 6 :** Augmentation régulière des céréales au détriment de la polyculture-élevage dans des PRA de polyculture-élevage



8 PRA



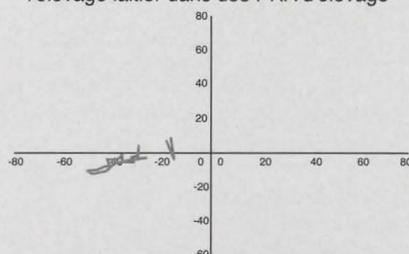
**Type 7 :** Augmentation régulière des grandes cultures au détriment de l'élevage bovin lait et de la polyculture-élevage dans des PRA d'élevage



16 PRA



**Type 8 :** Augmentation régulière de l'élevage bovin viande au détriment de l'élevage laitier dans des PRA d'élevage



17 PRA



La signification des axes factoriels est expliquée dans l'encadré méthodologique

**Carte 4.** Typologie des trajectoires d'évolution des PRA du bassin de la Seine, de 1970 à 1988.

**Map 4.** Typology of agricultural district trajectories of the Seine basin, from 1970 to 1988.

« Grandes cultures » au détriment des Otex « Polyculture-élevage » (-7 % de la SAU, principalement sur la période 1970-1979) et « Bovins lait » (-11 % de la SAU, principalement sur la période 1979-1988 où les quotas laitiers sont entrés en vigueur). Le type 8, qui concerne surtout le Bassigny de la Haute-Marne et le Sud du bassin versant (Morvan, Nivernais et Auxois), représente enfin un développement régulier de l'Otex « Bovins viande » (+12,5 % de la SAU entre 1970 et 1988), principalement aux dépens des Otex « Polyculture-élevage » (-4 %) et « Bovins lait » (-8 %).

### Des trajectoires d'évolution spatialement différenciées

Ces types de trajectoires sont le plus fréquemment localisés dans des groupes de PRA contigus (le type 5, majoritairement situé de l'Argonne à la Bourgogne nivernaise, en est l'exemple le plus marquant).

## Discussion et conclusion

### Intérêts et limites de la cartographie statistique

L'emploi de seules statistiques ne permet pas de visualiser comment les différences entre régions se structurent spatialement, alors que la cartographie seule ne permet pas de combiner de nombreuses informations et produit souvent des documents mono-thématiques.

Les travaux de cartographie statistique permettent de coupler deux catégories de données :

- des données spatiales qui intègrent une représentation graphique de l'information, telles que le contour des PRA ;
- des données localisées qui associent une localisation géographique à une information numérique.

La démarche de régionalisation présentée s'apparente à celles des géographes [8], les techniques d'analyse de données quantitatives étant utilisées soit pour établir des typologies d'objets géographiques (villes, quartiers, etc.), soit pour former des régions homogènes en agrégeant des espaces aux caractéristiques similaires et aux limites définies. Contrairement à la régionalisation traditionnelle, empirique et fondée sur très peu de variables, les méthodes quantitatives permettent de prendre en compte de nombreuses informations et obligent à expliciter

## Summary

### Differentiation of the Seine basin according to the dynamics of farming systems since the seventies

C. Mignolet, M. Benoît, C. Bornerand

*Nitrate contamination of the Seine basin hydrosystem (figure 1) has increased since 1970. To put this contamination in relation to past agricultural dynamics, two methods of segmentation of the catchment basin in homogeneous areas are proposed, based on: (i) the Otex classification of farming types (obtained from the French national agricultural census of 1970, 1979 and 1988), which describes the diversity of the production systems within the catchment basin (table 1); (ii) the territorial pattern of the 147 agricultural districts of the basin (PRA), which characterizes the spatial units on which census data are aggregated; (iii) standard multivariate analysis and computer mapping techniques for comparing the agricultural districts, either according to combinations of the farming types (as defined in 1970, 1979, and 1988), or according to their evolution pattern between 1970 and 1988 (methodological insert).*

*The Seine basin segmentations at the three census dates describe how farming types are spatially distributed and show a global tendency towards an increase in cash crop farms at the expense of dairy or mixed crop-livestock farms (figure 2, table 2). This increase varies according to the initial farming orientation of the agricultural districts (figure 3).*

*Agricultural district evolution is modelled by trajectories, of which eight types were defined according to the initial orientation of agricultural districts, and by the regularity and extent of their evolution (figure 4, table 3). Mapping trajectories allowed homogeneous areas to be identified according to evolution of farming systems.*

*Research does not rest on a single spatial division, but proposes various representations from different approaches of agricultural districts dynamics in the Seine basin. A separate work with farm consultants (in order to test the territorial pattern of the agricultural districts delimited fifty years ago) in the Marne and Seine-et-Marne departments (figure 5), while pointing in the same direction, needs further confirmations in other agricultural contexts.*

*Maps illustrate agricultural transformations since the seventies and their spatial differentiation in the Seine basin, thus contributing to a first regional assessment that will serve to explain crop sequences and management dynamics.*

*Cahiers Agricultures 2001 ; 10 : 377-87.*

les procédures (choix des variables, des unités spatiales de base, des métriques et des algorithmes d'agrégation) dans un but déterminé [9]. Ainsi, le poids respectif des Otex de chaque PRA du bassin de la Seine est exprimé par la SAU et non par le nombre d'exploitations qui paraît moins pertinent dans une problématique liant agriculture et qualité des eaux.

Les recherches actuelles en régionalisation proposent des représentations diverses par des critères explicités et avec une multiplicité d'approches [10] ; c'est le point de vue dans lequel ce travail se place.

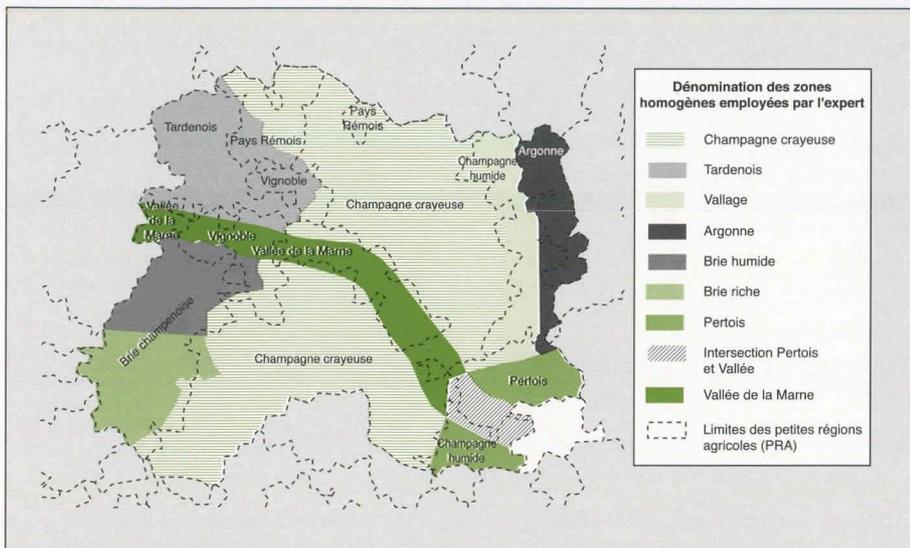
### Pertinence du maillage en PRA

La démarche de régionalisation adoptée, fondée sur l'emploi de statistiques agricoles nationales, rend obligatoire l'utilisation d'un maillage préexistant qui pèse

fortement sur le résultat final, d'autant plus que les techniques d'analyse sont appliquées non sur des unités fixes et indivisibles, mais sur des unités spatiales modifiables et arbitraires [11].

Le maillage en PRA est justifié par sa pertinence à décrire la localisation des productions agricoles (homogénéité agricole intra-PRA) [2] et par sa concordance avec les grands ensembles géologiques du bassin. Une enquête auprès d'agents de terrain du développement agricole et de coopératives a été conduite pour identifier les découpages du territoire dans lequel ils interviennent, puis pour les confronter au découpage en PRA délimité au début des années 50 [12]. Les premiers résultats sur le nord du département de Seine-et-Marne et dans la Marne semblent conforter le maillage en PRA (carte 5).

Si l'agrégation des données des RGA sur la maille communale (environ 10 km<sup>2</sup>) présente un biais important (la totalité



**Carte 5.** Un exemple de délimitation de zones agricoles homogènes à dire d'experts dans le département de la Marne.

**Map 5.** An example of homogeneous agricultural area delimitation according to expert's knowledge in the Marne department.

des parcelles d'un agriculteur est considérée incluse dans la commune du siège d'exploitation), l'agrégation des données sur la maille PRA (environ 1 000 km<sup>2</sup>) pose le même problème même si, dans les PRA les plus grandes, il doit être réduit à un effet de bordure. L'identification d'entités spatiales pertinentes pour représenter l'emprise de l'activité agricole sur le territoire [13] ne peut être résolue qu'à partir de données statistiques localisées telles que les données PAC.

## Utilité des représentations cartographiques

Dans le cadre du programme PIREN-Seine, les représentations cartographiques élaborent un premier diagnostic de territoire fondé sur l'évolution des systèmes de production agricoles décrits par le biais des Otx en ciblant les zones à risques prioritaires dans la protection des ressources [14]. Elles apportent également des éléments d'interprétation à l'évolution des successions culturelles et des itinéraires techniques qui constituent une partie des paramètres d'entrée d'une modélisation globale des flux de nitrates à l'échelle du bassin versant [5, 15, 16]. En outre, ces cartes renseignent de façon plus générale sur les transformations de l'agriculture depuis les années 70 et sur leur différenciation spatiale, permettant d'évaluer *a posteriori* l'impact des politiques publiques.

Le contingentement de la production laitière en 1984 peut ainsi expliquer la diminution des systèmes d'élevage bovin laitier spécialisés et de polyculture-élevage dans certaines PRA du bassin de la Seine. Les raisons de la spécialisation apparaissent multiples : spécificités pédo-climatiques, influence des filières de commercialisation locale, environnement institutionnel (actions de développement menées par les organisations professionnelles agricoles) et sociologique (poids des groupes sociaux et des réseaux de dialogue) sont autant d'éléments d'explication à la localisation de telle production agricole dans telle région [17-19]. Les externalités liées à la proximité géographique des exploitations agricoles pourront faire l'objet d'investigations, liées au champ de l'économie des proximités, afin de dépasser la description des phénomènes pour atteindre celui de leur interprétation. Ce n'est qu'en combinant les deux aspects que les représentations cartographiques pourront être utilisées en tant qu'outil de compréhension des dynamiques agricoles récentes ■

## Références

1. Meybeck M, de Marsily G, Fustec E. *La Seine en son bassin. Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé*. Paris : Elsevier, 1998 ; 749 p.

2. Klatzmann J. *La localisation des cultures et des productions animales en France*. Paris : Imprimerie nationale, 1955 ; 477 p.

3. Perrot C. 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* 1990 ; 3 : 51-66.

4. Osty PL, Lardon S, de Sainte-Marie C. Comment analyser les transformations de l'activité productrice des agriculteurs ? Propositions à partir des systèmes techniques de production. In : Brossier J, Dent B, eds. *Gestion des exploitations et des ressources rurales. Entreprendre, négocier, évaluer*. Etud Rech Syst Agraires Dev. Paris : Inra, 1998 : 397-414.

5. Caty M. *Évolution des pratiques agricoles et liens avec l'évolution de la qualité de l'eau dans le bassin de la Seine*. Mémoire de DEA Systèmes spatiaux et environnement, Université Louis-Pasteur de Strasbourg, 1999 ; 56 p.

6. Thisse JF. De l'indétermination des régions et de quelques inconvénients qui en résultent. *L'Espace Géographique* 1997 ; 2 : 135-48.

7. Dumolard P. Région et régionalisation. Une approche systémique. *L'Espace Géographique* 1975 ; 2 : 93-111.

8. Pumain D. Préface. *L'Espace Géographique* 1981 ; 1 : 1.

9. Marchand B, Ozan A. Méthodes mathématiques de classification en géographie. *L'Espace Géographique* 1981 ; 1 : 1-14.

10. Reynard R. Statistiques et découpages territoriaux. *Re Géogr Lyon* 1995 ; 70 : 125-8.

11. Openshaw S. Le problème de l'agrégation spatiale en géographie. *L'Espace Géographique* 1981 ; 1 : 15-24.

12. Benoît M, Maire B. Création d'une carte d'expert. Images des zones agricoles de la Haute-Marne. In : *Gestion de l'espace rural et systèmes d'information géographique*. Paris : Inra, 1991 : 267-75.

13. Josselin D. L'emprise spatiale des mesures agri-environnementales. Propositions pour une utilisation raisonnée des informations sur l'agriculture. *Actes du symposium sur les recherches sur et pour le développement territorial*. Montpellier, 11 et 12 janvier 2000 : 157-72.

14. Mignolet C, Thénard V, Benoît M, et al. Live-stock farming systems and sustainable drinking water production: proposition of risk indicators at different organisational levels. *Livestock Production Science* 1999 ; 61 : 307-13.

15. Mari JF, Le Ber F, Benoît M. Fouille de données agricoles par modèles de Markov cachés. Journées francophones d'ingénierie des connaissances, 2000 : 197-205.

16. Billen G (coord). *Rapport d'activité 1999 du programme « PIREN-Seine »*. 2000.

17. Brossier J. Diversité des exploitations et facteurs socio-économiques externes. In : Jollivet M, éd. *Pour une agriculture diversifiée*. Paris : L'Harmattan, 1988 : 113-6.

18. Tirel JC. De l'infinie diversité des exploitations agricoles et de quelques facteurs qui la produisent. In : Jollivet M, éd. *Pour une agriculture diversifiée*. Paris : L'Harmattan, 1988 : 117-23.

19. Fujita M, Thisse JF. Économie géographique, problèmes anciens et nouvelles perspectives. *Ann Econom Stat* 1997 ; 45 : 37-87.

---

## Résumé

La contamination par les nitrates de l'hydrosystème du bassin de la Seine (80 000 km<sup>2</sup>) s'accroît depuis plusieurs dizaines d'années. Pour mettre en relation cette contamination et les dynamiques agricoles passées, deux méthodes de segmentation du bassin versant en zones agricoles homogènes sont proposées. Elles sont fondées sur :

- la classification des orientations technico-économiques des exploitations (Otex) des recensements généraux agricoles (RGA) en 1970, 1979 et 1988, qui décrit la diversité des systèmes de production agricole du bassin versant ;
  - le maillage territorial des 147 petites régions agricoles (PRA) du bassin, qui constituent les unités spatiales sur lesquelles les informations des RGA sont agrégées ;
  - des techniques d'analyses multivariées classiques associées à la cartographie pour comparer les PRA entre elles, selon les combinaisons d'Otex qui y sont recensées, ou selon leurs trajectoires d'évolution entre 1970 et 1988. Les résultats montrent une forte progression des exploitations de grandes cultures au détriment des exploitations laitières et de polyculture-élevage. Cette tendance apparaît toutefois fortement différenciée selon les PRA, puisque l'élevage reste majoritaire en 1988 sur les bordures du bassin (Haute-Normandie, Ardennes, Morvan). Les contraintes ou opportunités liées à la localisation géographique des exploitations semblent donc influencer les formes d'évolution suivies.
-