N° /__/__/__/__/__/__/__/__/__/__/

THÈSE

pour obtenir le grade de

Docteur

de

l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech)

Spécialité : Agronomie

présentée et soutenue publiquement
par

Catherine MIGNOLET

le 8 décembre 2008

MODELISATION DE L'ORGANISATION SPATIALE DES SYSTEMES AGRICOLES ET DE SON EVOLUTION DANS DES DEMARCHES D'APPUI AU DEVELOPPEMENT

TOME 2 : FIGURES ET TABLEAUX

Directeur de thèse : ***Jean LOSSOUARN***

Travail réalisé : INRA, UR 055, ASTER-Mirecourt, F-88500, Mirecourt

Devant le jury :

M. Jean LOSSOUARN, Professeur, **AgroParisTech** ……..…. **Président**
M. Alain CAPILLON, Professeur, **SupAgro Montpellier** ……... **Rapporteur**
Mme Delphine LEENHARDT, Directrice de Recherche, **INRA** ……... **Rapporteur**
M. Marc BENOIT, Directeur de Recherche, **INRA** …….. **Examinateur**
M. Gilles BILLEN, Directeur de Recherche, **CNRS** …….. **Examinateur**
M. Jean-Marc MEYNARD, Directeur de Recherche, **INRA** ….……..….. **Examinateur**

L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech) est un Grand Etablissement dépendant du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, composé de l'INA PG, de l'ENGREF et de l'ENSIA (décret n° 2006-1592 du 13 décembre 2006)

Liste des figures et tableaux

Le tome 2 comprend l'ensemble des figures et des tableaux indiqués dans le tome 1 en italique gras entre parenthèses.

Chapitre 3 – Différenciation de régions agricoles selon la diversité des systèmes de production et de leurs évolutions dans la plaine des Vosges

Tableaux 1a et 1b : Tableaux résumés de la typologie des exploitations agricoles lorraines à dire d'experts – Version 1996 (d'après Rivière, 2003)

Figures 1a à 1i – Répartition spatiale des types d'exploitations laitiers en 1993 dans la plaine des Vosges et évolution entre 1993 et 1996

Figure 2 - Plans factoriels issus de l'ACPC sur les % d'exploitations par type et par commune en 1993 et 1996

Figure 3 – Typologie des communes de la Plaine des Vosges

Figure 4 – Changement de types des communes entre 1993 et 1996 dans la plaine des Vosges

Tableau 2 – Matrice de transition des exploitations de la plaine des Vosges entre types entre 1993 et 1996

Figures 5a à 5g– Cartographie des changements de types d'exploitations entre 1993 et 1996 sur la plaine des Vosges

Figure 6 – Champ des types d'exploitations laitiers en 1993

Figure 7 – Trajectoires des exploitations laitières vosgiennes qui ont changé de type entre 1993 et 1996

Figures 8a à 8k – Trajectoires des exploitations laitières vosgiennes entre 1993 et 1996

Chapitre 4 – Différenciation de régions agricoles selon la diversité des systèmes de production et de leurs évolutions dans le bassin de la Seine

Tableau 3 – Grille de la classification des OTEX en 17 postes

Figures 9a à 9f – Répartition spatiale des OTEX dans le bassin de la Seine en 1970 et 1988

Figure 10 - Plans factoriels issus des ACPC sur les pourcentages de SAU par OTEX et par PRA du bassin de la Seine en 1970, 1979 et 1988

Figure 11 – Typologies des PRA du bassin de la Seine en 1970, 1979 et 1988

Figure 12 : Plans factoriels issus des ACPC sur les pourcentages de SAU ou d'exploitations par OTEX et par PRA du bassin de la Seine en 2000

Figure 13 – Typologies des PRA du bassin de la Seine en 2000

Figure 14 – Cartographie des coordonnées des limites entre PRA sur les 4 premiers axes factoriels de l'ACP des différenciations locales en 2000

Figure 15 - Changement de classe des PRA entre 1970 et 1988 selon les six classes définies en 1970

Figure 16 - Typologie des trajectoires d'évolution des PRA du bassin de la Seine de 1970 à 1988

Chapitre 5 – Différenciation de régions agricoles selon la diversité des systèmes de culture et de leurs évolutions

Figure 17 – Plan d'échantillonnage de l'enquête Teruti entre 1992 et 2003

Figure 18 – Modèle physique simplifié de la base de données « Pratiques agricoles 1970 – 2000 »

Figure 19 – Caractérisation des successions de cultures du Saint Quentinnois et Laonnois de l'Aisne (PRA 02034)

Figure 20 – Typologie des PRA du bassin de la Seine selon les successions culturales pratiquées dans la décennie 1990

Figure 21 – Nombre de parcelles en blé enquêtées par PRA du bassin de la Seine en 2001

Tableau 4 – Liste des variables et des modalités retenues pour l'AFCM sur les itinéraires techniques du blé en 2001

Figure 22 – Premier plan factoriel de l'AFCM sur les interventions culturales sur blé en 2001

Figure 23 – Localisation des types d'itinéraires techniques sur blé en 2001

Tableau 5 – Caractéristiques des 10 types d'itinéraires techniques sur blé en 2001

Encadré 1 - Méthode de calcul des successions à partir des dires d'experts et des données RGA et Ter-Uti - Exemple de la PRA Pays d'Othe (10319), période 1990 - 2000

Figure 24 - Segmentation du bassin de la Marne selon l'évolution des occupations du sol depuis 1970

Tableau 6 - Evolution des successions de cultures par zone depuis 1970 dans le bassin de la Marne

Figures 25a et 25b - Cartographie des doses totales d'azote minéral apportées et des rendements sur blé et sur betterave dans les décennies 1970 et 1990

Tableau 7 – Comparaison des techniques de fertilisation azotée minérale définies par les experts sur le Barrois de la Meuse

Figure 26 – Premier plan factoriel de l'AFCM sur les itinéraires techniques sur blé définis à dire d'experts

Figure 27 – Définition des 12 types d'itinéraires techniques sur blé sur la période 1970 - 2000

Figure 28 – Evolution des itinéraires techniques sur blé entre 1970 et 1990

Chapitre 6 – Evaluation de la pertinence des maillages spatiaux

Figure 29 – Nombre de sièges d'exploitations localisés dans la commune pour 100 ha

Figure 30 – Pourcentage de surface exploité à l'extérieur de la commune du siège d'exploitation

Figure 31 – Typologie des communes vosgiennes selon un gradient conquis → conquérant

Figure 32 - Indicateur de distance « commune de départ » et exemples de dispersion de parcellaire

Figure 33 – Indicateur de distance « commune d'arrivée » et exemples de dispersion de parcellaire

Figure 34 – Synthèse des cartes à dire d'experts en Seine-et-Marne

Figure 35 – Synthèse des cartes à dire d'experts sur le département de la Marne

Figure 36 – Typologies des cantons du bassin de la Seine et comparaison avec le maillage PRA

Chapitre 7 - Discussion

Figure 37 – Poids des OTEX par classe de successions de cultures

Figure 38 – Typologie des cantons de la Lorraine selon les combinaisons de types d'exploitations dominants en 2000 (source : Rivière, 2003)

Figure 39 – Modélisation de la contamination des aquifères du bassin de la Seine par le nitrate (source : Viennot *et al*., 2009)

Figure 40 – Zonage en 12 zones agricoles pour la prospective GICC-Seine (source : Poux *et al*., 2004)

Chapitre 3

	SYSTEMES	TY¨PES	DESCRIPTION
SYSTEMES LAITIERS	Systèmes laitiers herbagers	Très Petite Référence Laitière (TPRL)	Ces exploitations individuelles ont une SAU<40 ha, un petit quota de moins de 60 000 l ; leur SFP est constituée d'herbe et peu ou pas de céréales sont produites.
		Petite Structure Laitière Herbagère (PSLH)	Ces exploitations individuelles ont une SAU de 40-60 ha en herbe, pour un quota de 80-120 000 l.
		Lait Modernisé Herbe (LMH)	Ces exploitations sont individuelles ou sociétaires. En individuel , elles exploitent 180-300 000 l, avec une SFP 100 % herbe de 60-90 ha, et moins de 20 ha de cultures de vente. En sociétaire, elles exploitent 200 à 400 000 l sur plus de 90 ha d'herbe.
	Systèmes laitiers à dominante élevage avec culture de maïs	Quota Limité Spécialisé (QLS)	Ces exploitations individuelles produisent 130-180 000 l, avec une surface en herbe de 60 à 75 % de la SAU. L'ensilage de maïs est limité aux besoins hivernaux des vaches laitières. Pas d'autre atelier que le troupeau laitier
		Quota Limité Viande (QLV)	Exploitations individuelles de 60-100 ha, produisant un quota de 100-150 000 l qui ont développé un cheptel à destination bouchère (vaches allaitantes ou boeufs) pour valoriser une surface en herbe.
		Lait Modernisé Maïs Spécialisé (LMMS)	Individuelles ou sociétaires, ces exploitations à forte spécialisation laitière de leur cheptel ont une SAU 80-110 ha et produisent un quota de 200 à 400 000 l. Plus de 10-15 % de leur SFP est du maïs. Leur production de cultures de vente est limité à 20-30 ha.
		Lait Modernisé Maïs Viande (LMMV)	Ces exploitations sur 100-130 ha de SAU, ont un quota de 200 à 400000 l. Elles ont une production de cultures de vente limitée (30 ha) et développe un atelier taurillons ou vaches allaitantes.
	Systèmes laitiers en polyculture élevage	Quota Limité Céréales (QLC)	Ces exploitations individuelles en polyculture élevage ont un quota limité à 100-150 000 l. Leur SAU est de 80-100 ha dont 40 à 60 ha en cultures de vente.
		Lait Céréales (LC)	Individuelles ou sociétaires, ces exploitations ont un quota de 200 à 400000 l sur une surface de 100 à 200 ha. Les cultures de vente représentent plus de 40 ha (plus de 30 % de la SAU). Deux personnes travaillent à plein temps sur ces exploitations.
		Lait Céréales Viande (LCV)	Ces exploitations ont développé les trois productions : lait avec un quota de 200 à 400 000 l, cultures de vente de 50 à 100 ha, et production de viande avec engraissement de taurillons, ou boeufs, ou un troupeau de vaches allaitantes. En général, ces exploitations comprennent 2 UTH.
		Sociétaire (S)	Avec trois ou plus UTH, ces exploitations sociétaires ou individuelles exploitent une SAU de plus de 250-300 ha, 150 ha de cultures de vente, un quota de 350 000 l et plus (en moyenne 80 vaches laitières), 100-200 ha de cultures de vente auxquels peut s'ajouter un atelier viande de dimension importante.

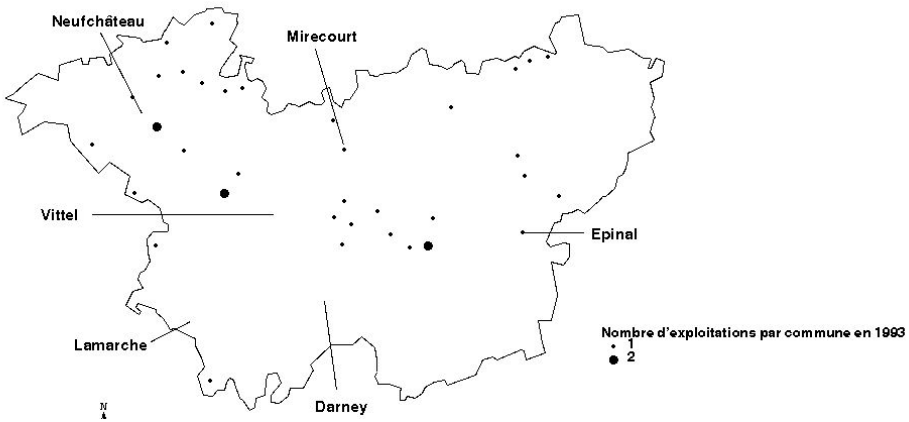
Tableau 1a : Tableau résumé de la typologie des exploitations agricoles lorraines à dire d'experts – Version 1996 (d'après Rivière, 2003)

SYSTEMES		TY¨PES	DESCRIPTION
SYSTEMES CEREALIERS SPECIALISES		Céréales Grande Dimension par UTH (CGDU)	Ces exploitations exploitent plus de 200 ha de terres labourables par UTH avec un pourcentage de surface en herbe/SAU d'au plus 15 %. Ces exploitations produisent plus de 180-200 ha de cultures de vente.
		Céréales Moyenne Dimension par UTH (CMDU)	Ce groupe exploite 100 à 160 ha de terres labourables par UTH, et au total 100 à 250 ha de cultures de vente. La SAU comprend moins de 10 % de surface en herbe.
		Céréales Petite Dimension (CPD)	Ces exploitations ont une surface en culture de vente de 20 à 60 ha et moins de 10 % de leur SAU en herbe.
SYSTEMES VIANDE NON LAIT	Systèmes Céréales Viande Bovine	Céréales Viande Céréales (CVC)	En zone céréalière, un système naisseur valorise les surfaces impropres aux cultures :une surface de culture de vente/UTH assez grande ;CV>40 ha, SFP : 20-30% maximum de la SAU. x : une famille sur 100 ha dont 78 ha de cultures de vente et 20 vaches allaitantes.
		Céréales Viande Viande (CVV)	En zone de polyculture élevage, dans des exploitations à demi-herbagères, un système naisseur-engraisseur : SAU de 120-150 ha, avec moitié céréales, moitié SFP, de l'ordre de 50 vaches allaitantes. Ex : une famille sur 110 ha dont 60 ha d'herbe, 55 vaches allaitantes et 26 taurillons à l'ensilage de maïs.
		Céréales Viande Grande Structure (CVGS)	En zone céréalière, dans de grandes exploitations, un système naisseur-engraisseur : structure assez grande, surfaces en céréales conséquentes (120 ha), gros troupeau de vaches allaitantes (50 et plus).
		Céréales Viande Engraissement (CVE)	Céréales + atelier de taurillons, peu d'herbe, la SFP est essentiellement constituée par du maïs pour l'engraissement.
	Herbagers Viande Bovine	Herbager Extensif Viande (HEV)	Assez grandes surfaces de plus de 90-100 ha, proportion en herbe > 80%, un assez grand troupeau, > 50 VA, beaucoup d'UGB hors taurillons.
		Herbager Intensif Viande (HIV)	Surfaces moins importantes de 80 à 100 ha, également avec une faible proportion de céréales, un système fourrager plus intensif (chargement de 1.4 à 1.6), un troupeau de 50 vaches allaitantes avec engraissement, ce sont de gros éleveurs.
		Petite Structure Viande Céréales (PSVC)	Ce type se rencontre sur des petites structures (30 à 40 ha), avec un système naisseur (20 vaches) et une production spéciale (Alsace : vigne, tabac) ou une double activité.
		Petite Structure Viande Herbe (PSVH)	Ces structures sont bien souvent le fait d'exploitants de plus de 50 ans, sans successeur, transformant leur troupeau laitier en allaitant (5 à 25 vaches). Ils peuvent également comporter entre 80 et 200 brebis. Leur SAU est de 40 à 60 ha dont 60 à 90 % en herbe.
	Types Ovins	Céréales Viande Ovins (CVO)	Faire le parallèle avec le type Céréales Viande Céréales mais avec des Ovins (agneaux de bergerie), plus de 40 ha de céréales
		Herbager Ovins (HO)	SAU de 90-100 ha, > 65-80 % en herbe, peu de viande bovine.
		Petit troupeau Ovin (PO)	10 à 40 ha en herbe pour 65 à 80%, peu d'UGB viande, pas beaucoup de moutons (quelques à 25 brebis).Faire le parallèle au type Petite Structure Viande Céréales.
Très Petite Dimension (TPD)			SAU < 30 ha, < 15 à 25 ha de surface en herbe et moins de 5 à 10 UGB au total.

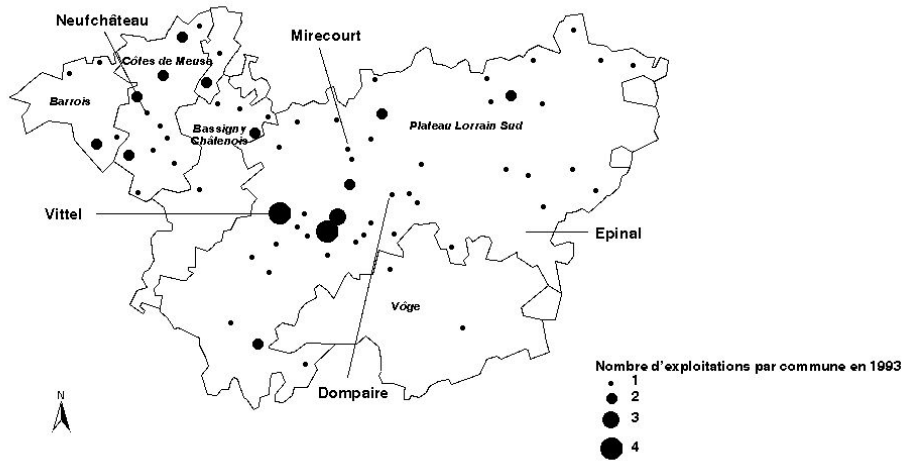
Tableau 1b : Tableau résumé de la typologie des exploitations agricoles lorraines à dire d'experts – Version 1996 (d'après Rivière, 2003)

Figures 1a à 1i – Répartition spatiale des types d'exploitations laitiers en 1993 dans la plaine des Vosges et évolution entre 1993 et 1996

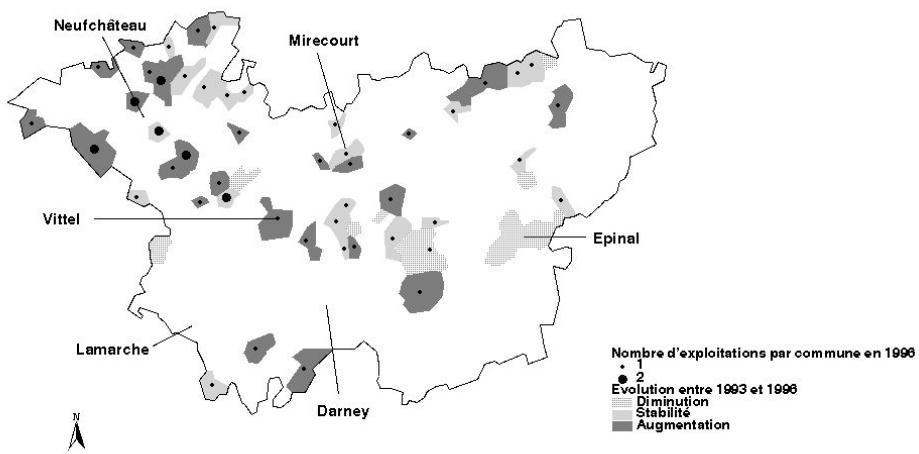
Répartition spatiale du type "Société" en 1993



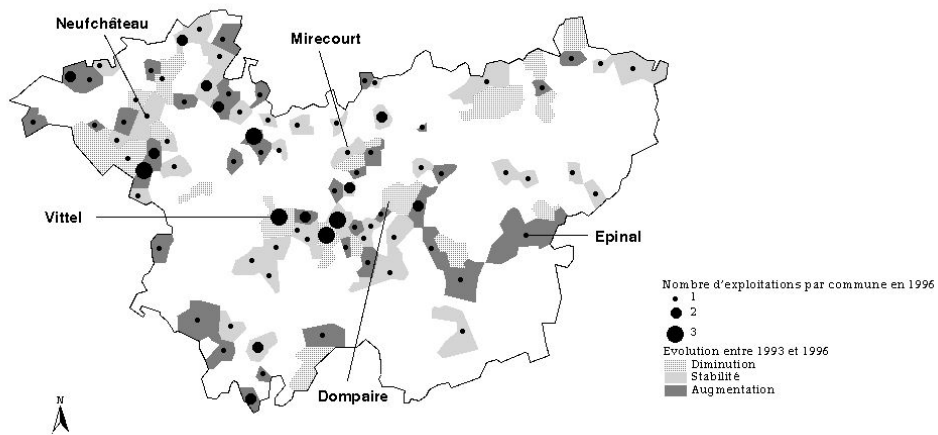
Répartition spatiale du type "Lait-Céréales-Viande" en 1993



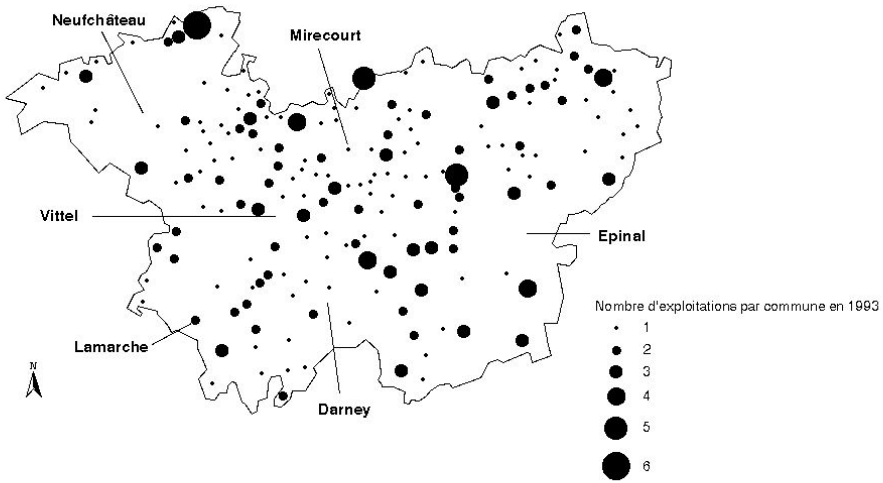
Répartition spatiale du type "Société" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996



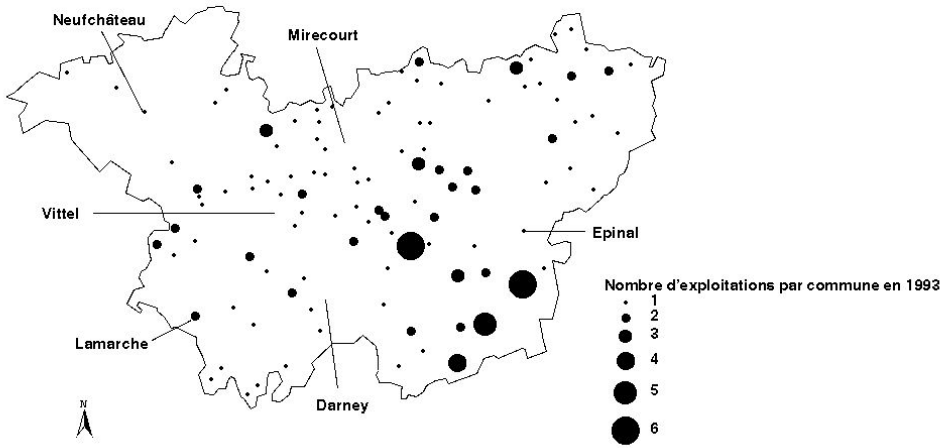
Répartition spatiale du type "Lait-Céréales-Viande" et évolution entre 1993 et 1996



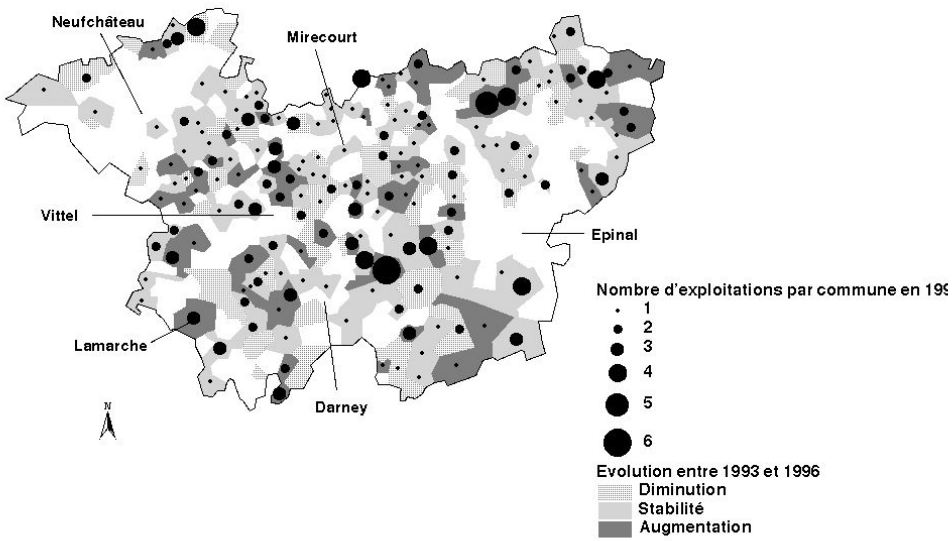
Répartition spatiale du type "Lait Modernisé Maïs Viande" en 1993



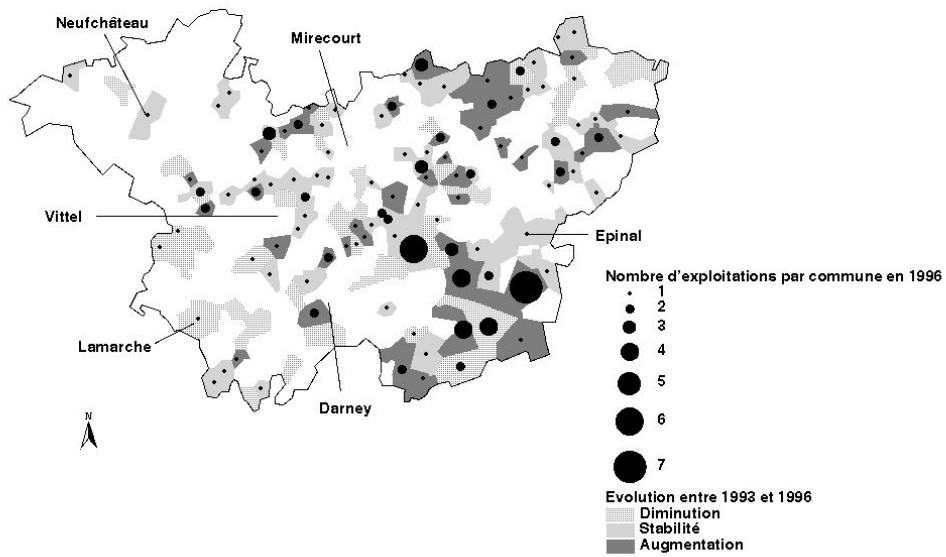
Répartition spatiale du type "Lait Modernisé Maïs Spécialisé" en 1993



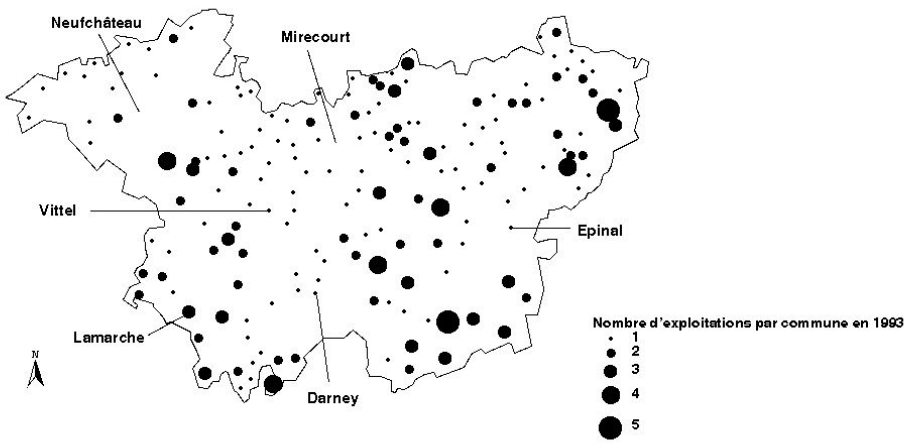
Répartition spatiale du type "Lait Modernisé Maïs Viande" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996



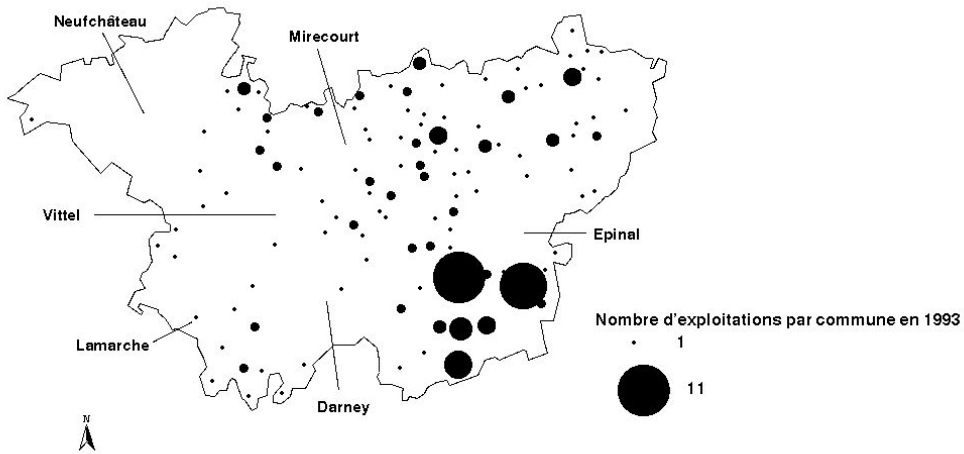
Répartition spatiale du type "Lait Modernisé Maïs Spécialisé" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996



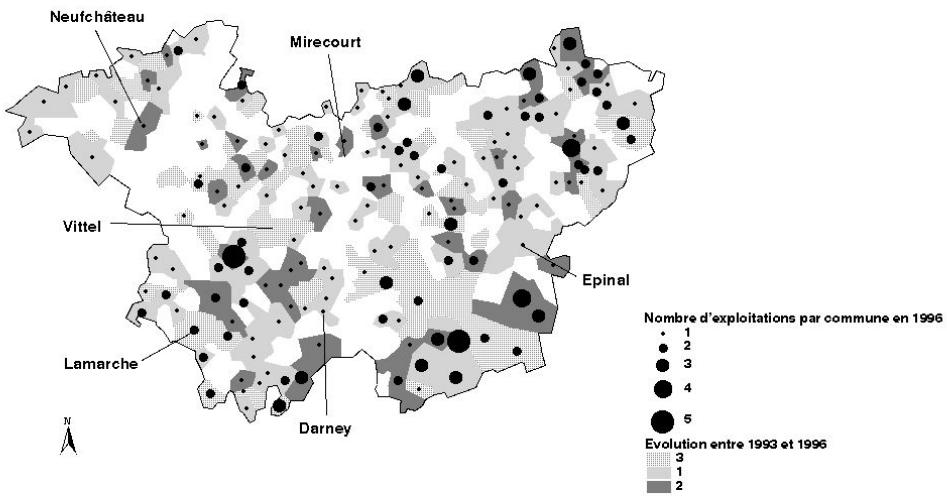
Répartition spatiale du type "Quota Limité Viande" en 1993



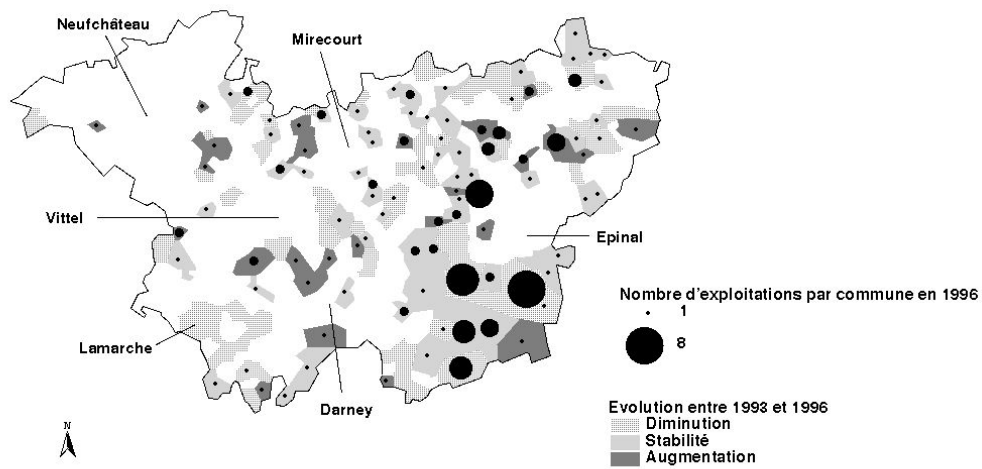
Répartition spatiale du type "Quota Limité Spécialisé" en 1993



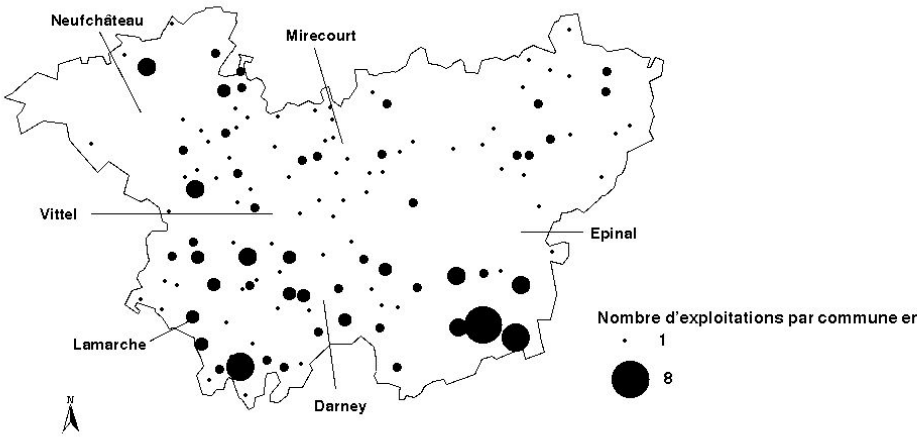
Répartition spatiale du type "Quota Limité Viande" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996



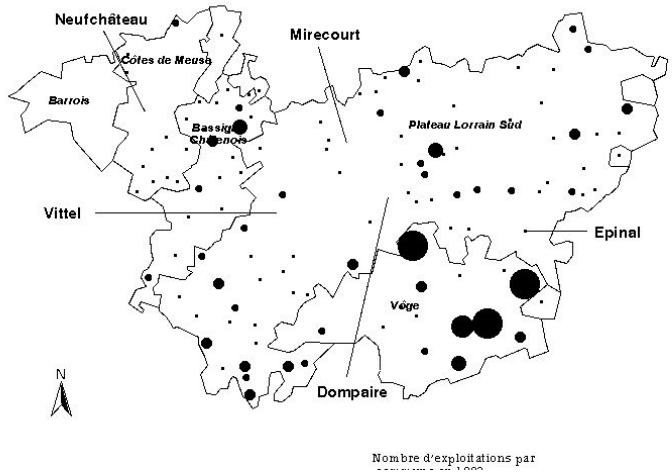
Répartition spatiale du type "Quota Limité Spécialisé" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996



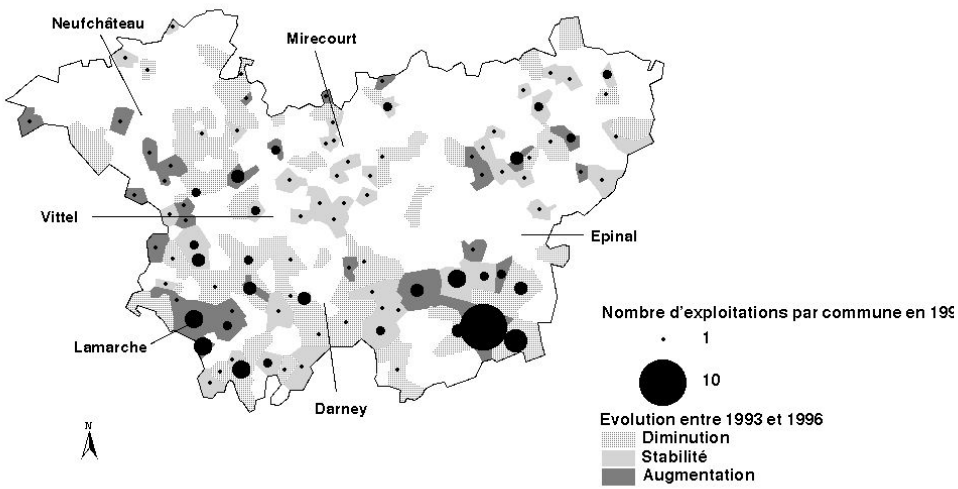
Répartition spatiale du type "Petite Structure Lait Herbe" en 1993



Répartition spatiale du type "Très Petite Référence Laitière" en 1993



Répartition spatiale du type "Petite Structure Lait Herbe" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996



Répartition spatiale du type "Très Petite Référence Laitière" en 1996 et évolution entre 1993 et 1996

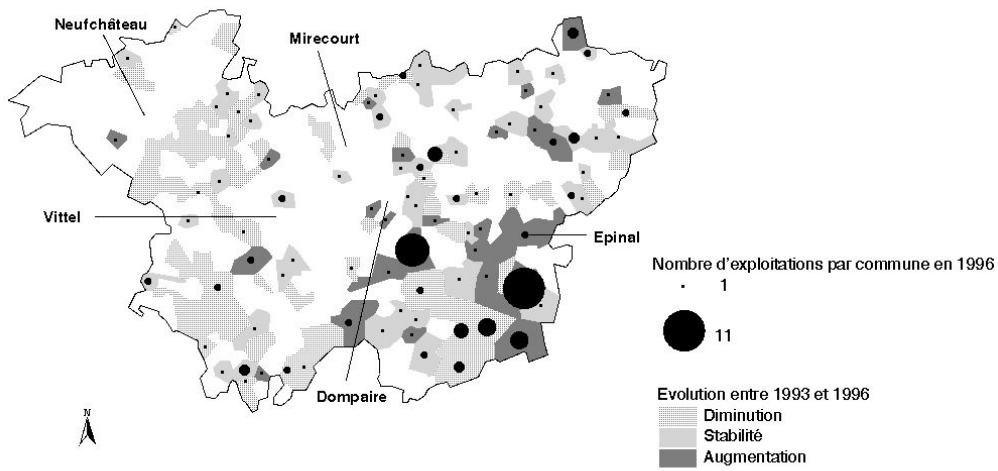


Figure 2 - Plans factoriels issus de l'ACPC sur les % d'exploitations par type et par commune en 1993 et 1996

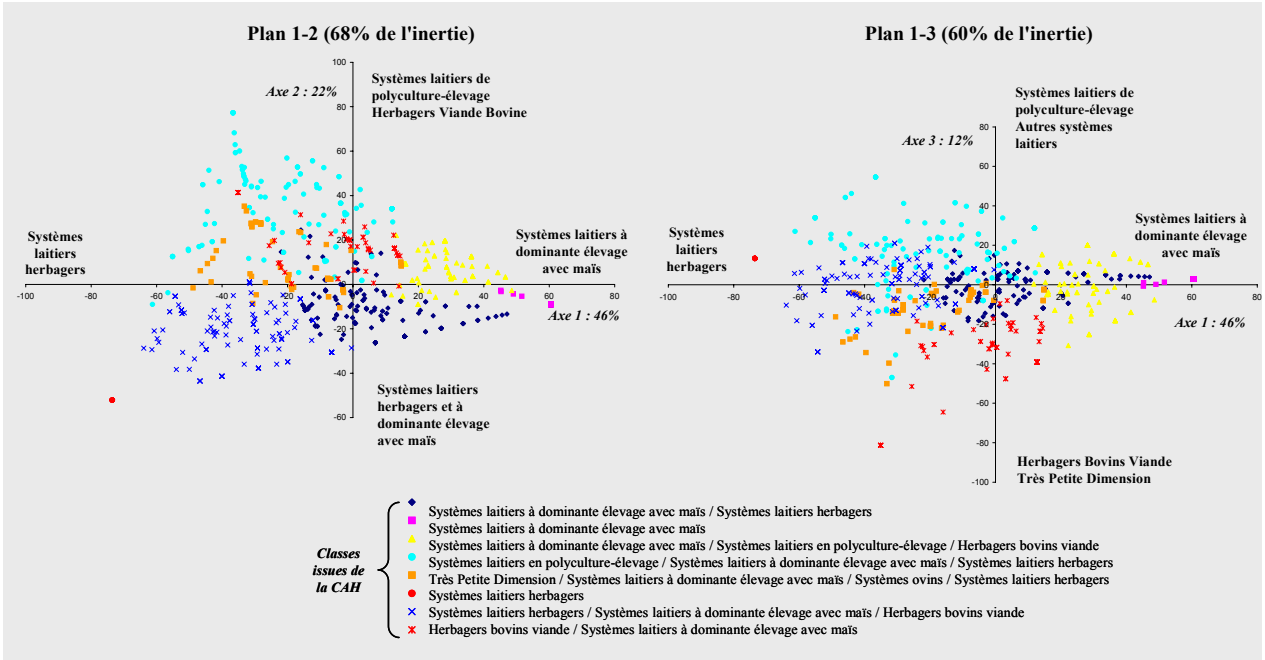
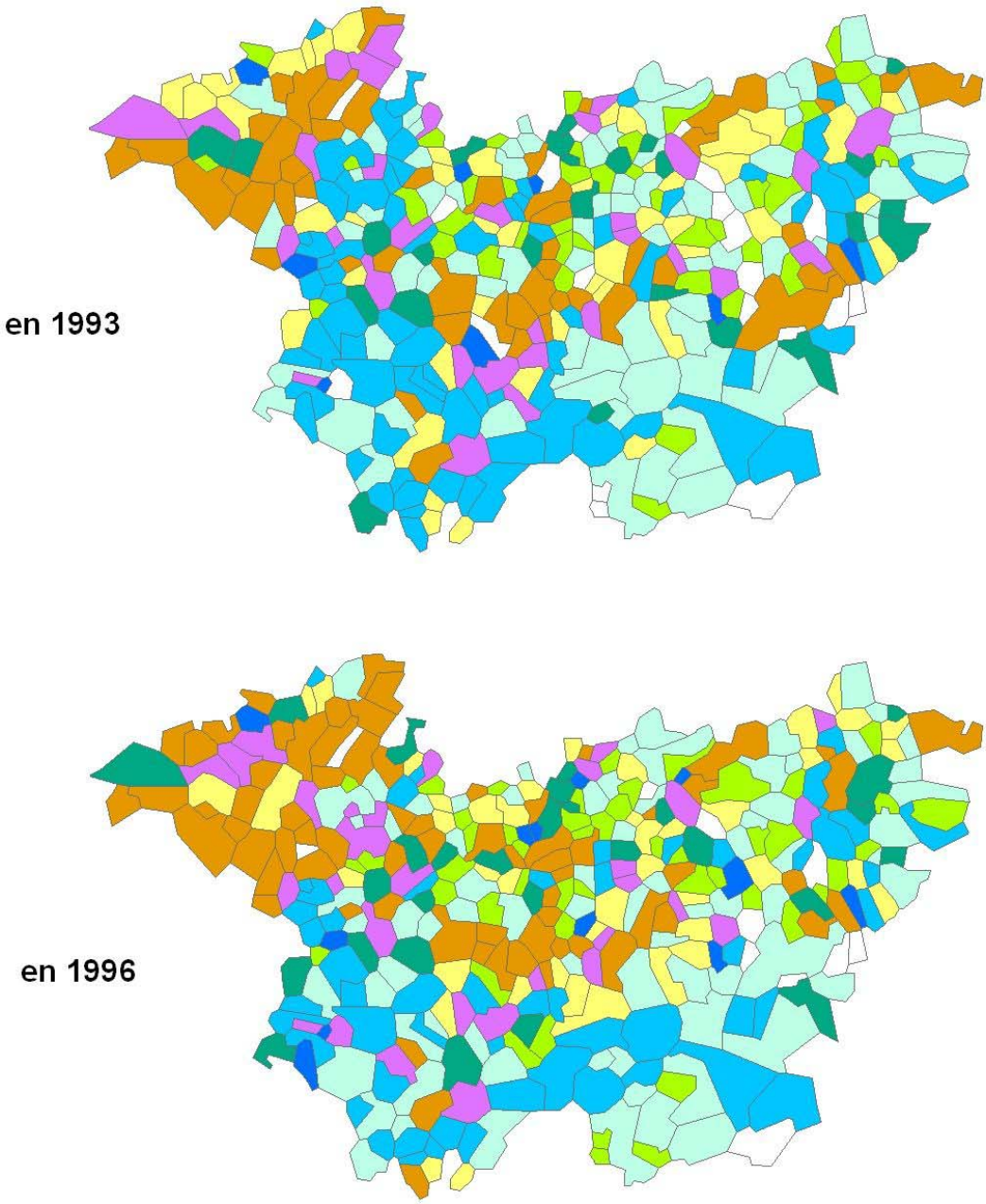
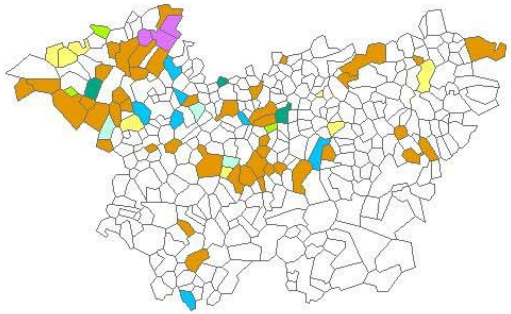


Figure 3 – Typologie des communes de la Plaine des Vosges

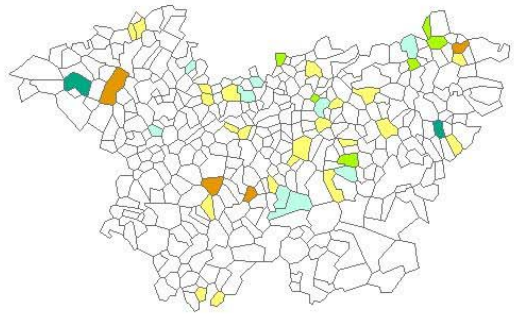


(La légende présente les types majoritaires par ordre décroissant d'importance)

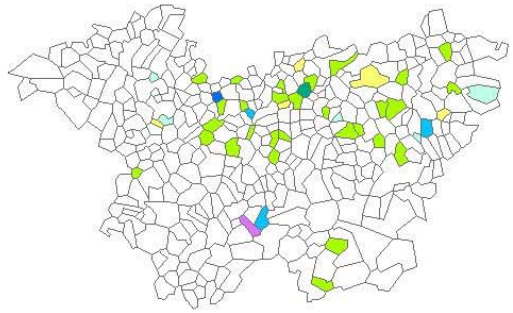
Figure 4 – Changement de types des communes entre 1993 et 1996 dans la plaine des Vosges (en fonction du type d'arrivée)



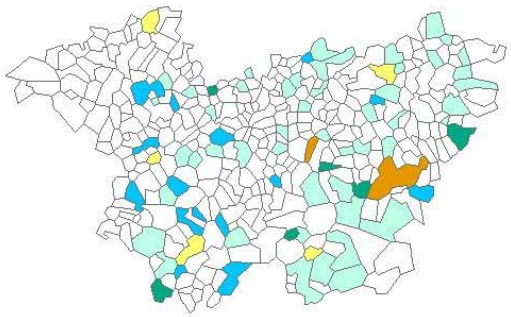
Type "Polyculture-élevage laitier + Lait Maïs + Lait Herbe"



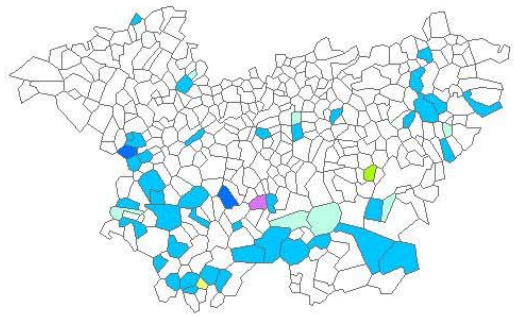
Type "Lait Maïs + Polyculture-élevage Laitier"



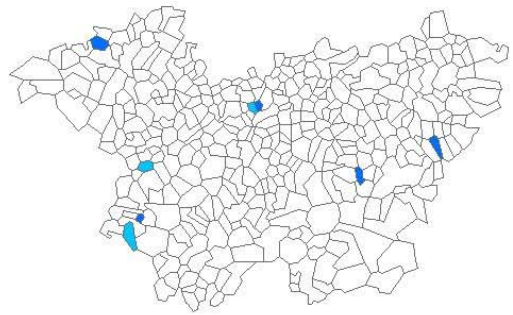
Type "Lait Maïs"



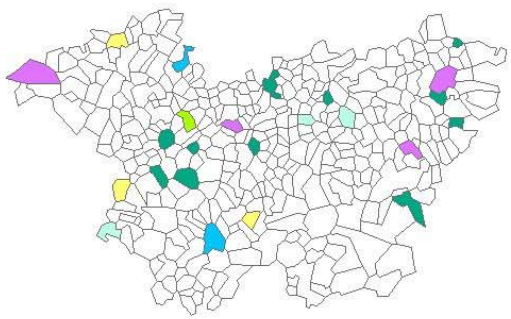
Type "Lait Maïs + Lait Herbe"



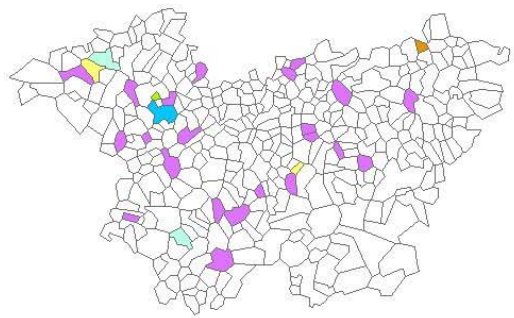
Type "Lait Herbe + Lait Maïs + Viande Bovine Herbe"



Type "Lait Herbe"



Type "Viande Bovine Herbe + Lait Maïs"



Type "Très Petite Dimension + Lait Maïs + Ovins + Lait Herbe"

Légende

Evolution des communes entre 1993 et 1996

Types d'exploitations majoritaires

- Polyculture-élevage laitier + Lait Maïs + Lait Herbe
- Lait Maïs + Polyculture-élevage Laitier
- Lait Maïs
- Lait Maïs + Lait Herbe
- Lait Herbe + Lait Maïs + Viande Bovine Herbe
- Lait Herbe
- Viande Bovine Herbe + Lait Maïs
- Très Petite Dimension + Lait Maïs + Ovins + Lait Herbe
- abs.

Tableau 2 – Matrice de transition des exploitations de la plaine des Vosges entre types entre 1993 et 1996

	CGDU	CMDU	CPD	CVC	CVE	CVV	CVGS	HEV	HIV	CVO	HO	PO	PSVC	PSVH	TPD	S	LCV	LC	QLC	LMMV	LMMS	QLV	QLS	LMH	PSLH	TPRL	NT	Total
CGDU	1																											1
CMDU		4	1																								1	6
CPD			8	1															1									10
CVC	1			5			1						1															8
CVE					1																							1
CVV				1		8		1						1														11
CVGS				1			3																					4
HEV						1	1	19	5				1	1														28
HIV						1			15																		1	17
CVO										3																		3
HO											18																	18
PO											1	36		1	7													45
PSVC								2					10	3						1						1	1	18
PSVH								2	2			1	1	89	5						1	1	1		1	2	5	111
TPD												3		3	73									1	1	2	4	87
S																29	5	1									2	37
LCV																9	52	3	2	9	1	2		3			1	82
LC																2	2	13			1			1				19
QLC																1	2	1	7	1	1					1	2	16
LMMV																12	26			218	19	14	1	2			1	293
LMMS																	4	2	1	23	105	3	7	2			1	148
QLV														2			7		1	22	5	180	16	12	3		2	250
QLS																	1			5	12	17	107	7	5	3	1	158
LMH																	1		1	11	5	7	3	102	5	2		137
PSLH								1				1			2				1	1		11	5	17	109	9	3	160
TPRL														1	2							2	2	1	17	107	1	133
NT		4		1		4	2	1	1	1	1	2	2	6	2		1		1		2	8	4	2	6	3	53	107
Total	2	8	9	9	1	14	7	26	23	4	20	43	15	107	91	53	101	20	15	291	152	245	146	150	147	130	79	**1908**

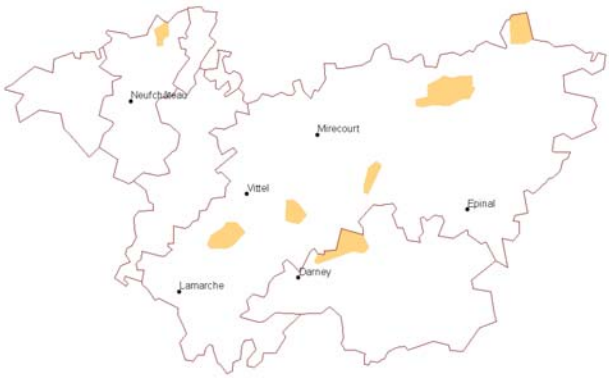
1996 ←

↑ 1993

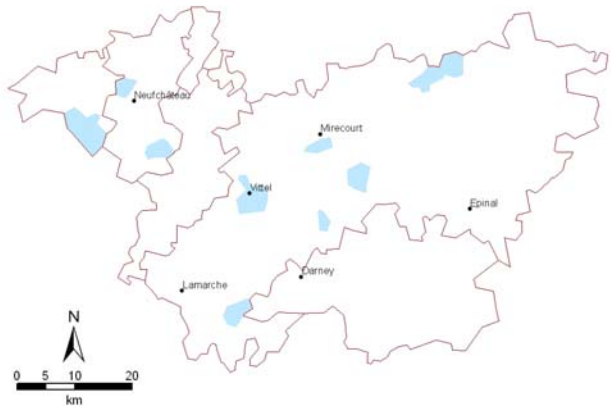
Figures 5a à 5g– Cartographie des changements de types d'exploitations entre 1993 et 1996 sur la plaine des Vosges

Evolution du type "Lait-Céréales-Viande" entre 1993 et 1996

Vers le type "Lait Modernisé Maïs Viande"



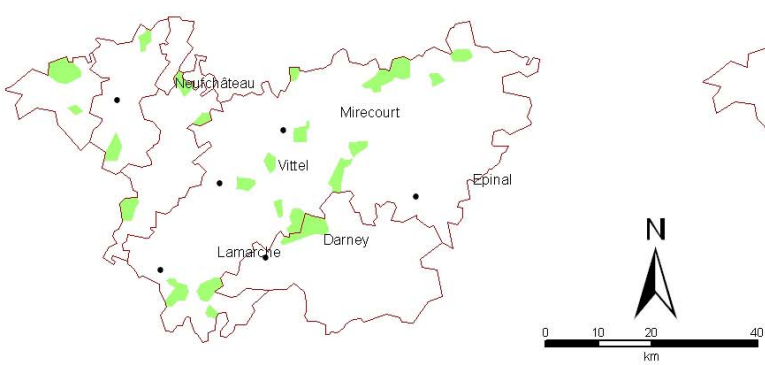
Vers le type "Société"



Evolution du type "Lait Modernisé Ma¨s Viande" entre 1993 et 1996

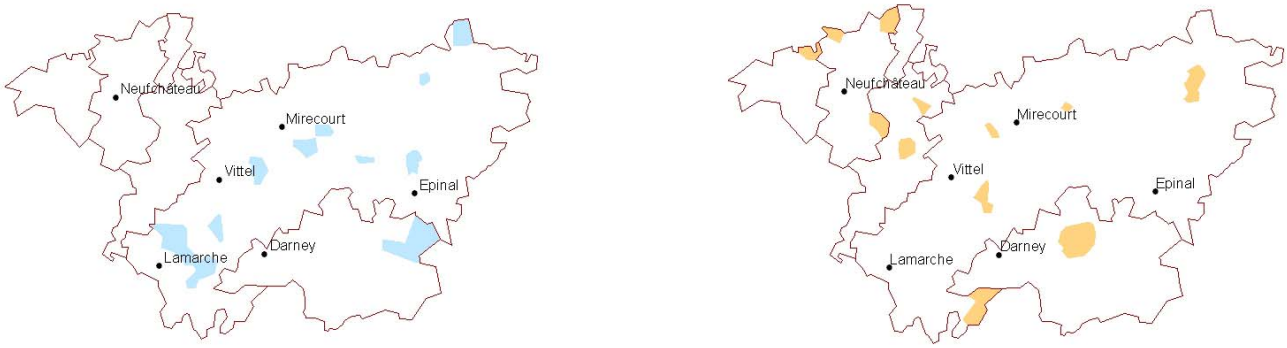
Vers le type "Lait-Céréales-Viande"

Vers le type "Lait Modernisé Maïs Spécialisé"



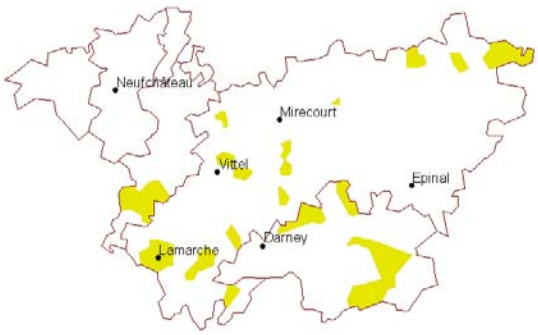
Vers le type "Quota Limité Viande"

Vers le type "Société"

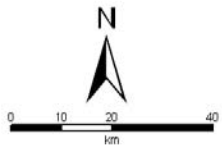


Evolution du type "Lait Modernisé Maïs Spécialisé" entre 1993 et 1996

Vers le type "Lait Modernisé Maïs Viande"

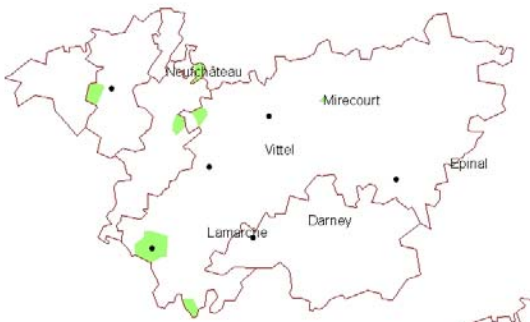


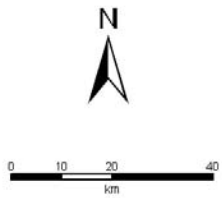
Vers le type "Quota Limité Viande"



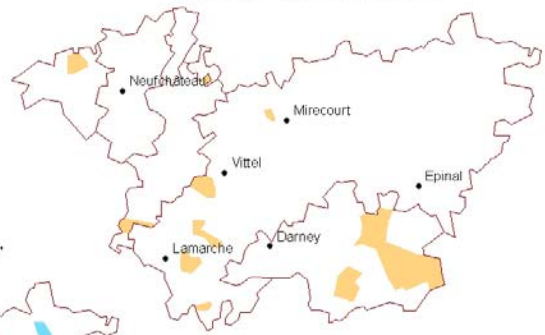
Evolution du type "Quota Limité Viande" entre 1993 et 1996

Vers le type "Lait-Céréales-Viande"

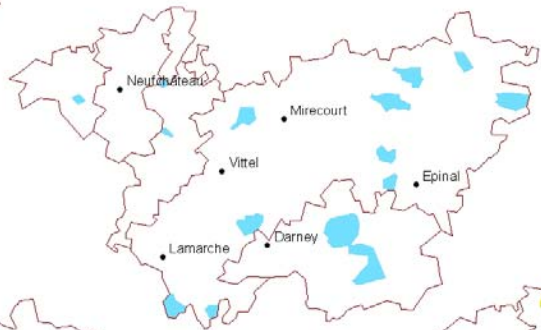




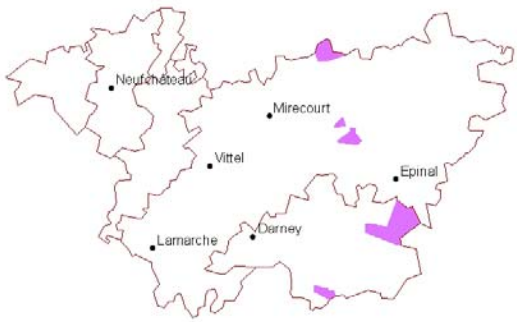
Vers le type "Lait Modernisé Herbe"



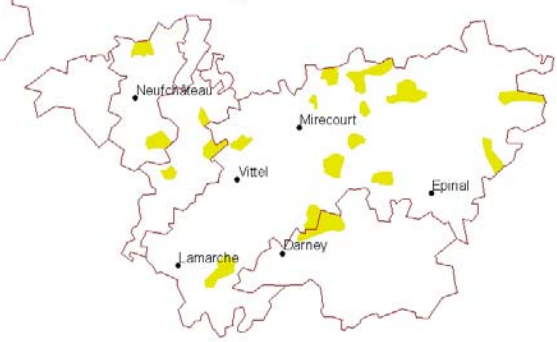
Vers le type "Quota Limité Spécialisé"



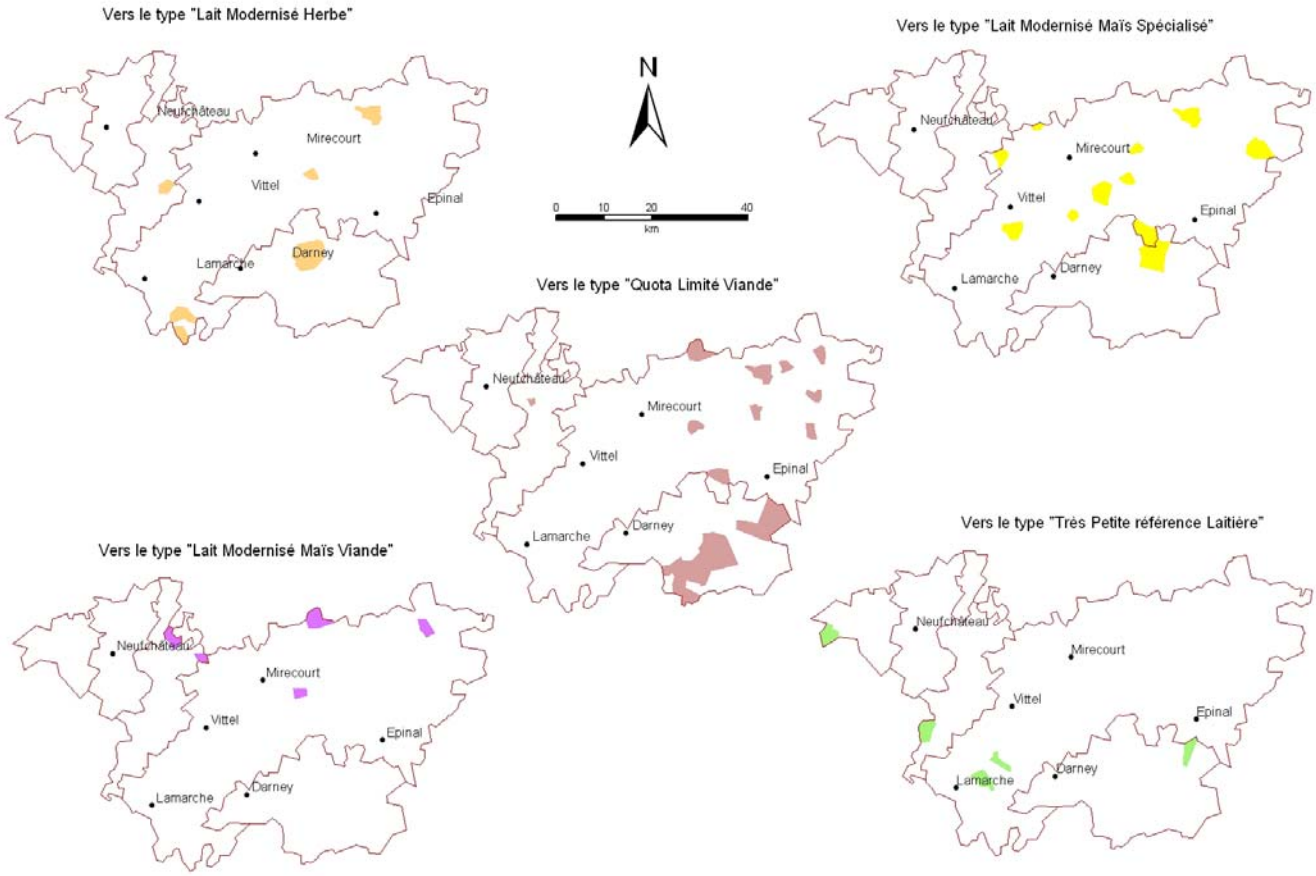
Vers le type "Lait Modernisé Maïs Spécialisé"



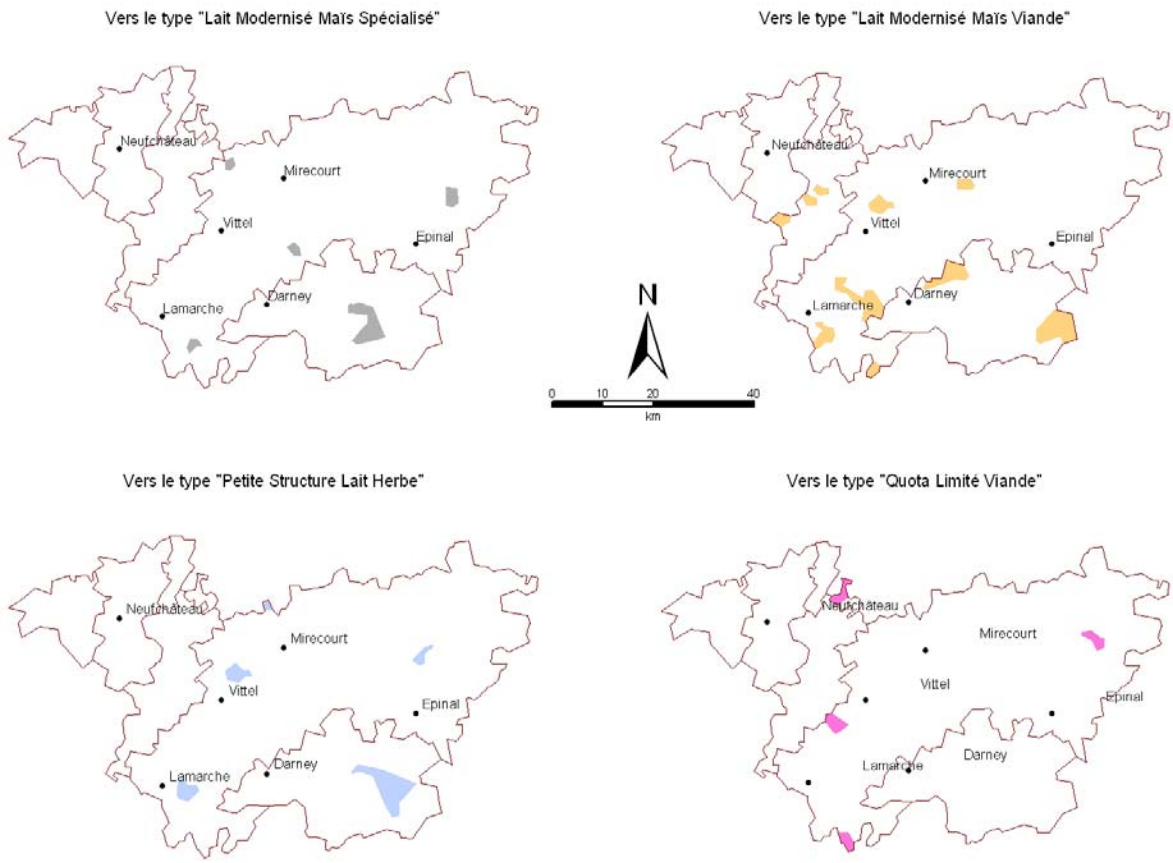
Vers le type "Lait Modernisé Maïs Viande"



Evolution du type "Quota Limité Spécialisé" entre 1993 et 1996

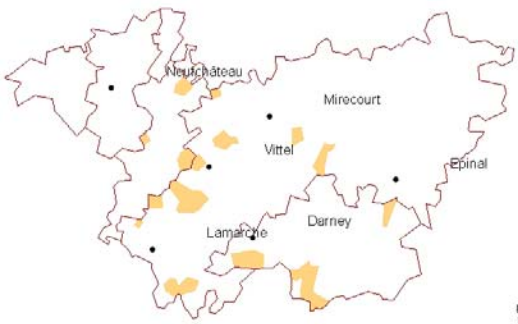


Evolution du type "Lait Modernisé Herbe" entre 1993 et 1996

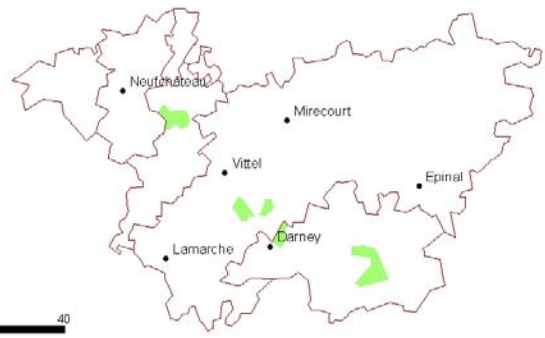


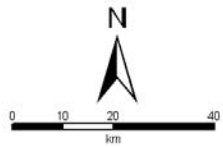
Evolution du type "Petite Structure Lait Herbe" entre 1993 et 1996

Vers le type "Lait Modernisé Herbe"

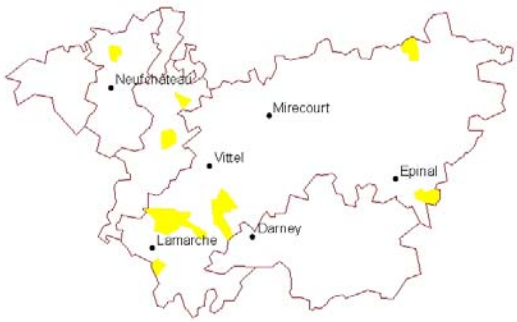


Vers le type "Quota Limité Spécialisé"





Vers le type "Quota Limité Viande"



Vers le type "Très Petite référence Laitière"

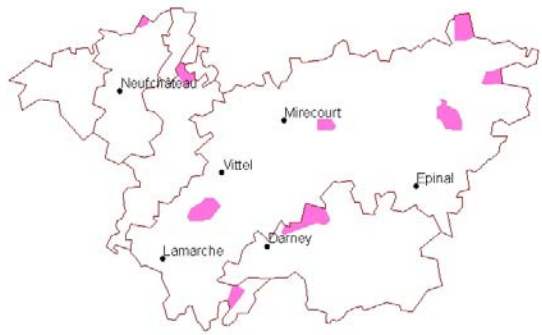
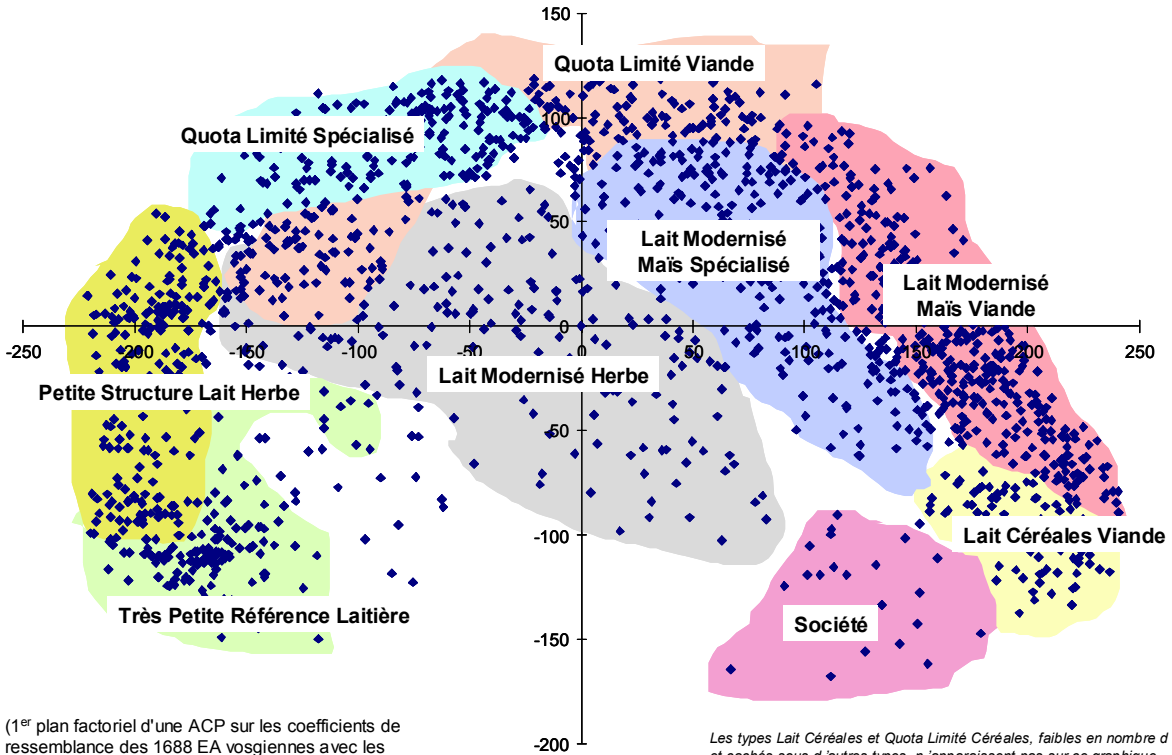


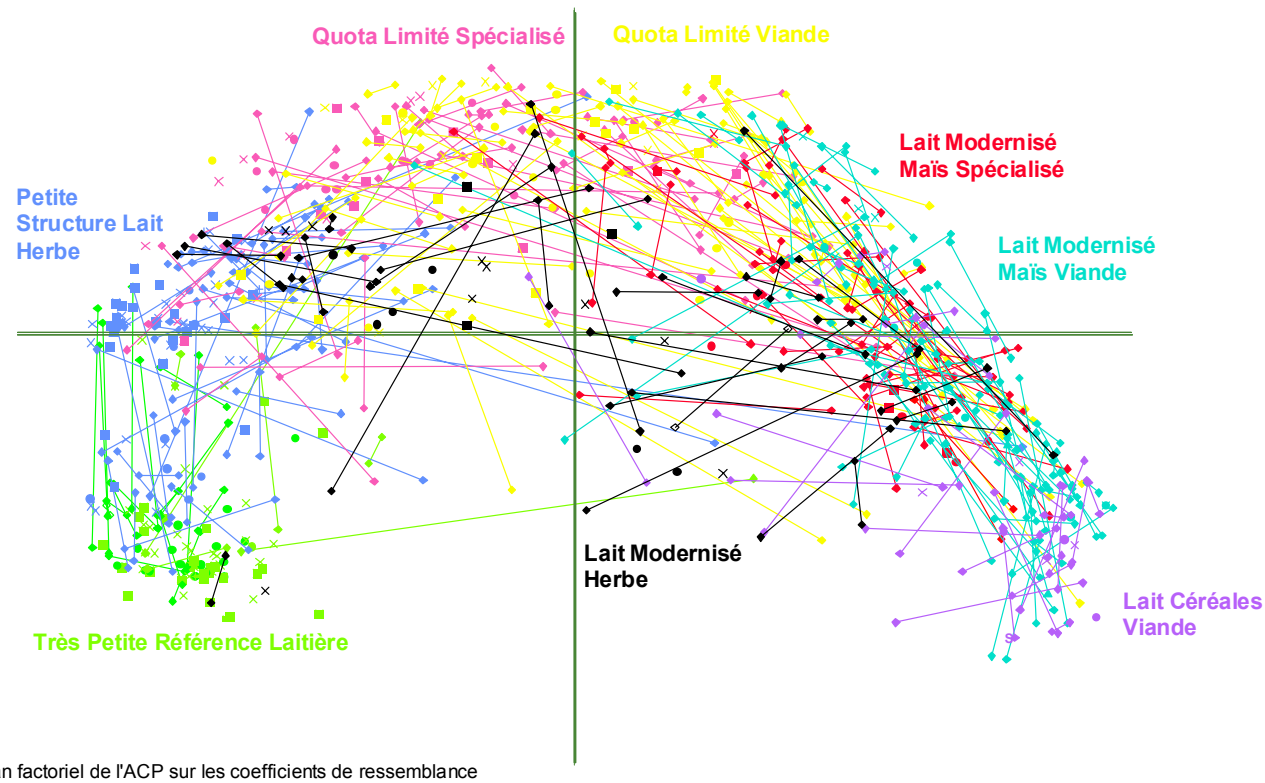
Figure 6 – Champ des types d'exploitations laitiers en 1993



(1er plan factoriel d'une ACP sur les coefficients de ressemblance des 1688 EA vosgiennes avec les pôles laitiers en 1993)

Les types Lait Céréales et Quota Limité Céréales, faibles en nombre d 'exploitations et cachés sous d 'autres types, n 'apparaissent pas sur ce graphique

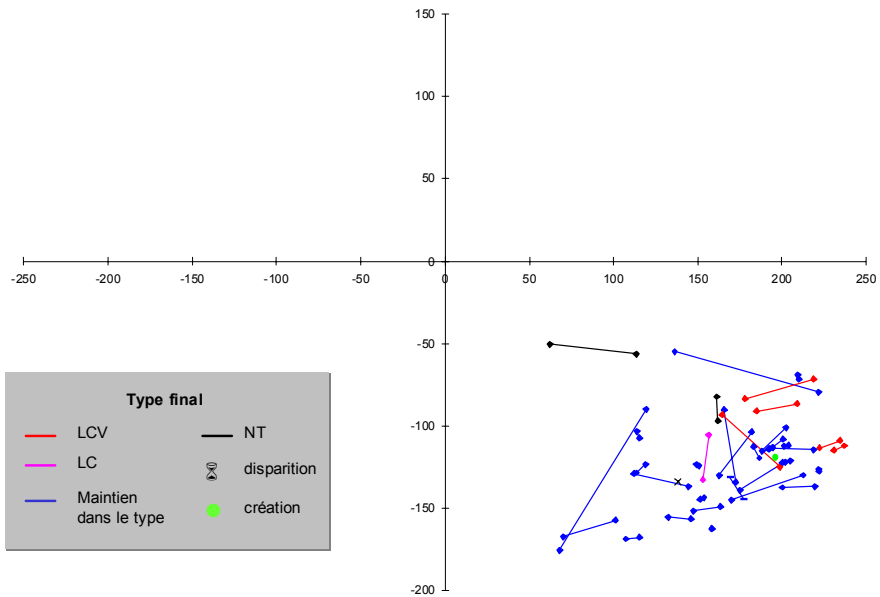
Figure 7 – Trajectoires des exploitations laitières vosgiennes qui ont changé de type entre 1993 et 1996



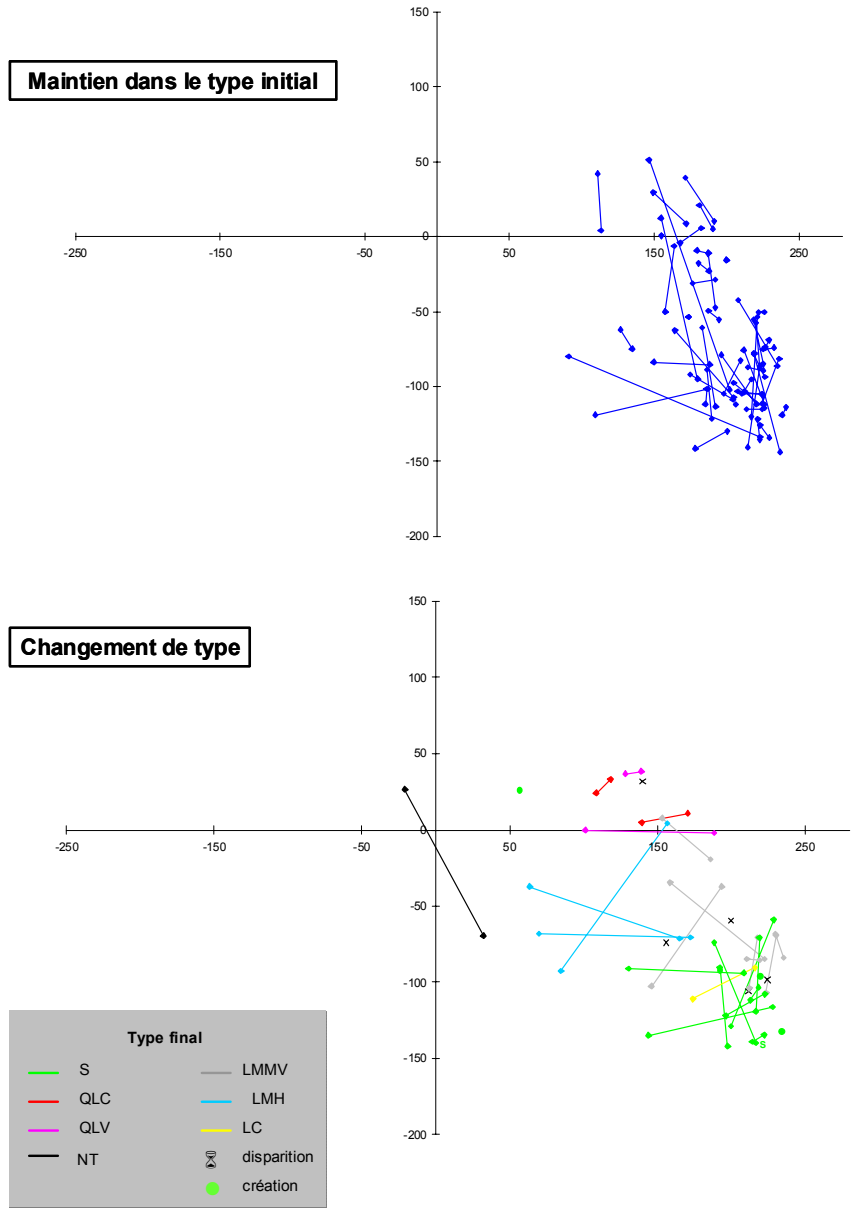
1er plan factoriel de l'ACP sur les coefficients de ressemblance des EA vosgiennes avec les pôles laitiers (EA actives en 1993, en supplémentaire en 1996)

Figures 8a à 8k – Trajectoires des exploitations laitières vosgiennes entre 1993 et 1996

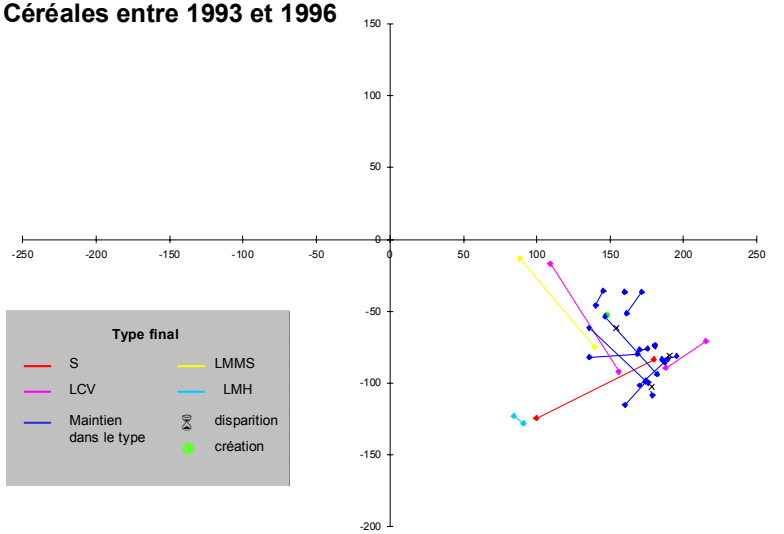
Trajectoires du type Société entre 1993 et 1996



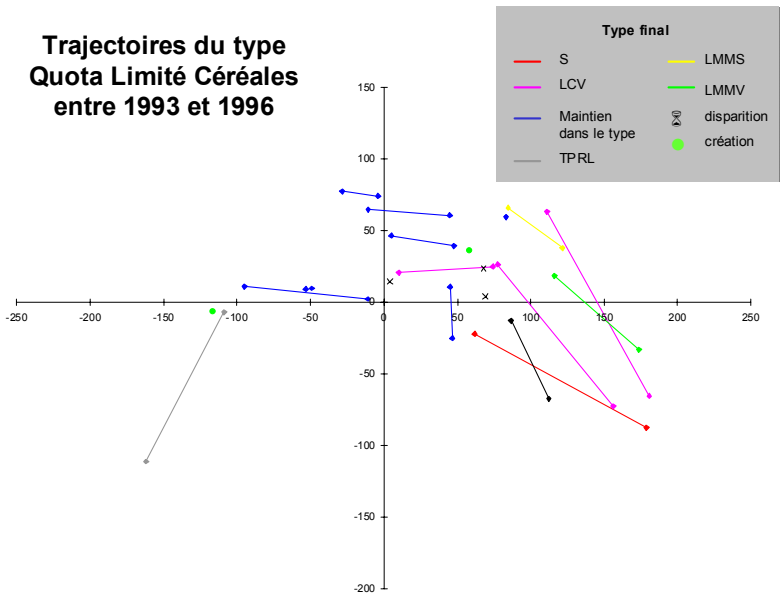
Trajectoires du type Lait Céréales Viande entre 1993 et 1996



Trajectoires du type Lait Céréales entre 1993 et 1996

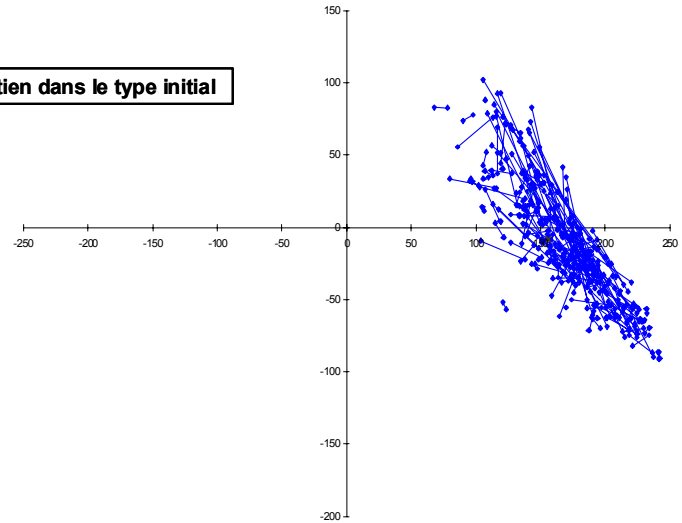


Trajectoires du type Quota Limité Céréales entre 1993 et 1996

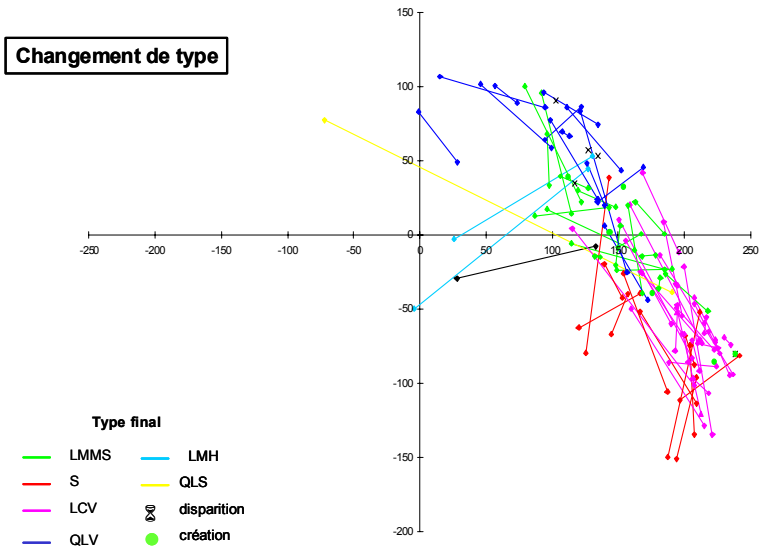


Trajectoires du type Lait Modernisé Maïs Viande entre 1993 et 1996

Maintien dans le type initial

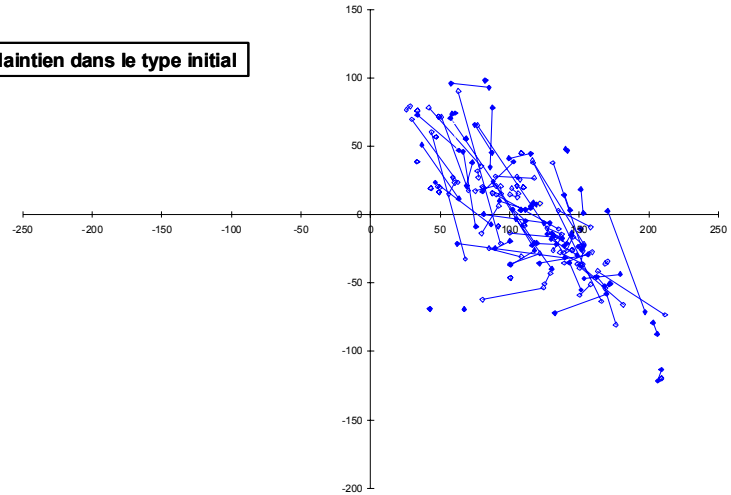


Changement de type

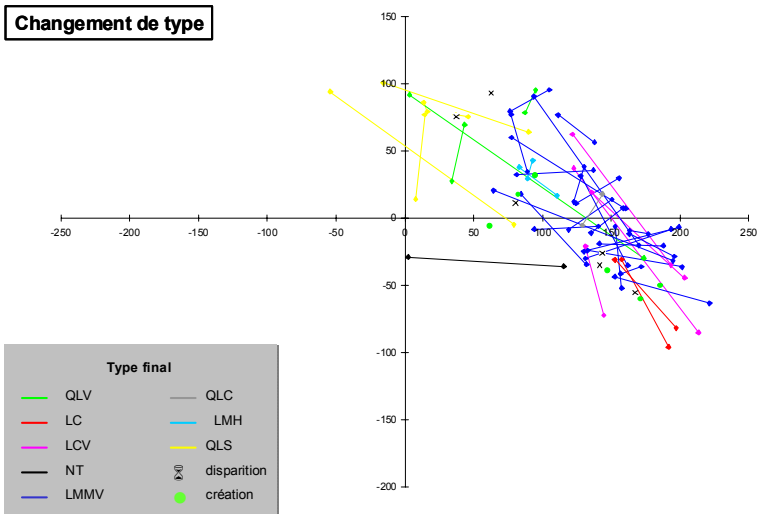


Trajectoires du type Lait Modernisé Maïs Spécialisé entre 1993 et 1996

Maintien dans le type initial

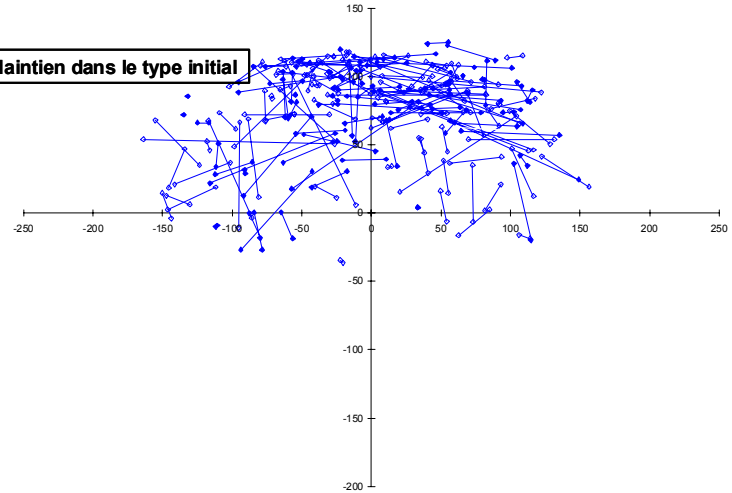


Changement de type

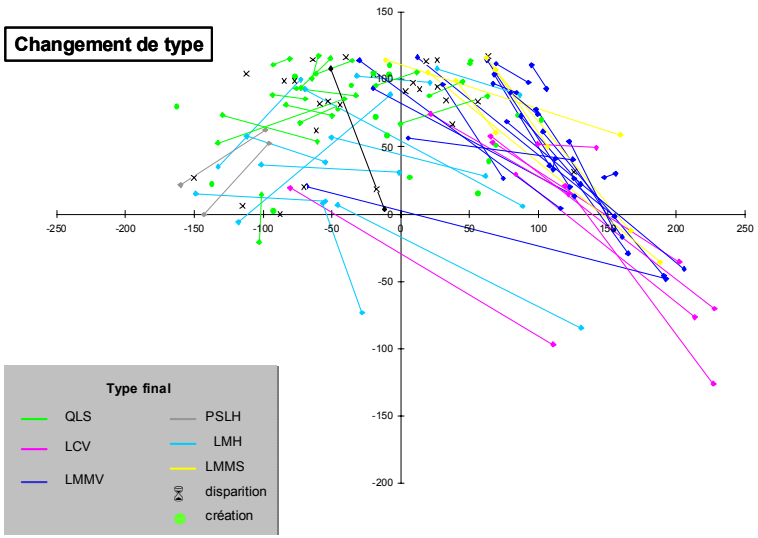


Trajectoires du type Quota Limité Viande entre 1993 et 1996

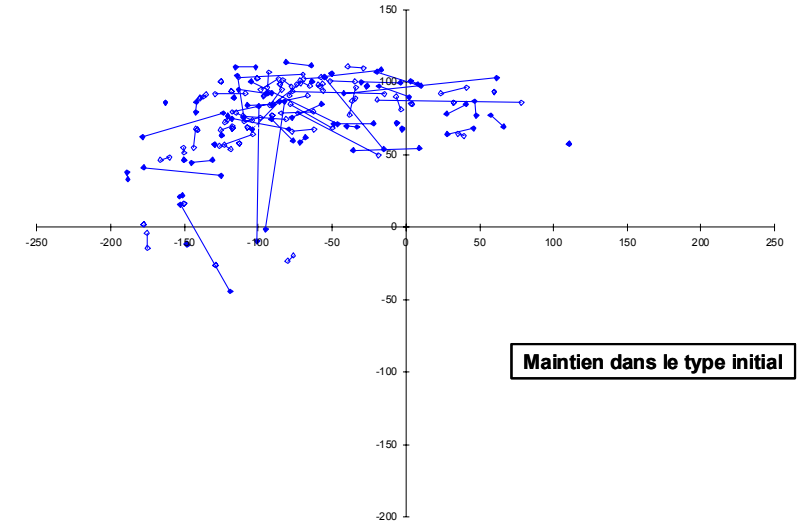
Maintien dans le type initial

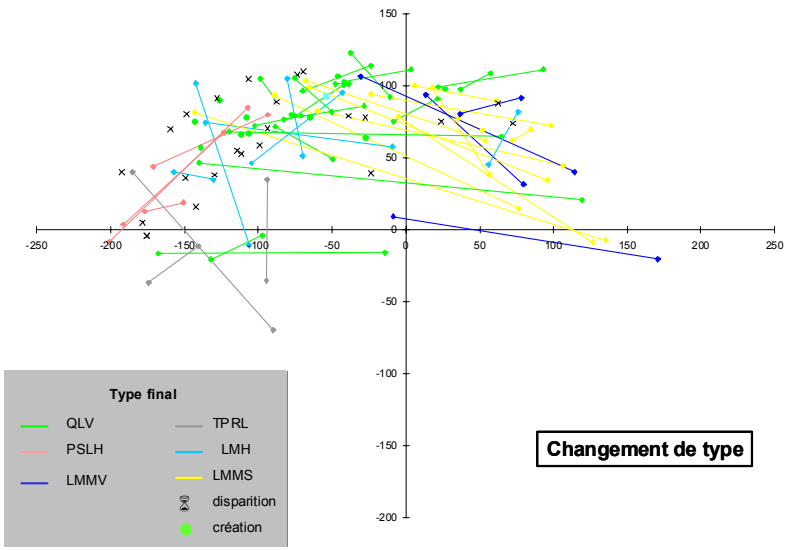


Changement de type

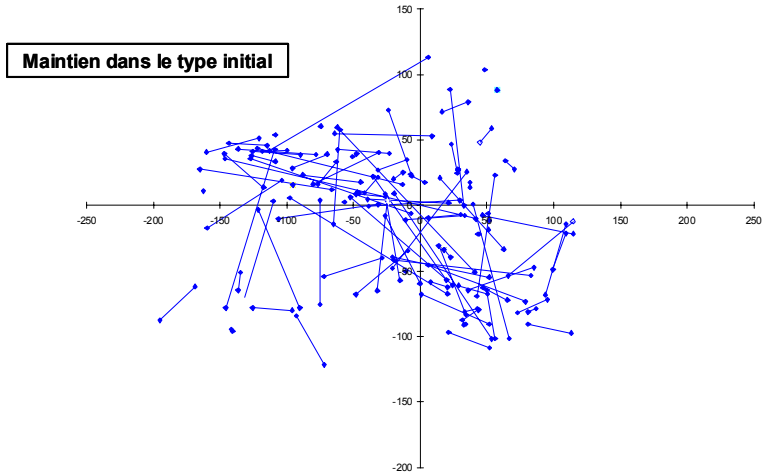


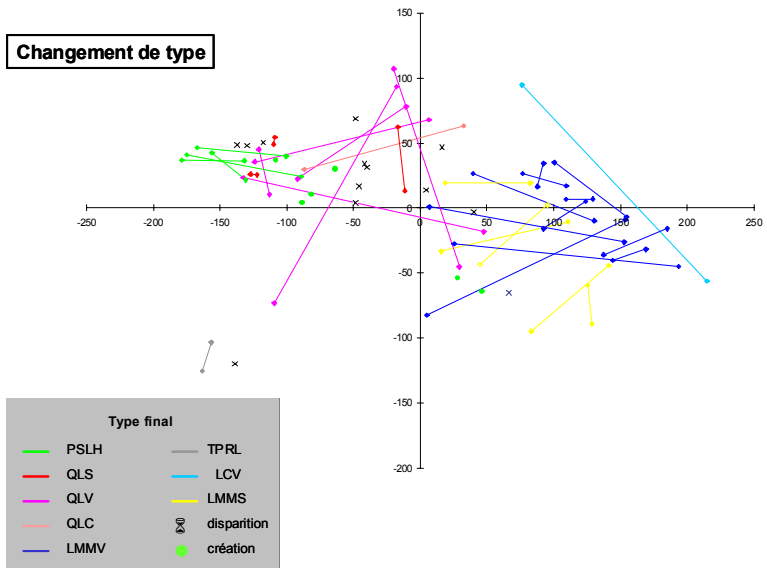
Trajectoires du type Quota Limité Spécialisé entre 1993 et 1996



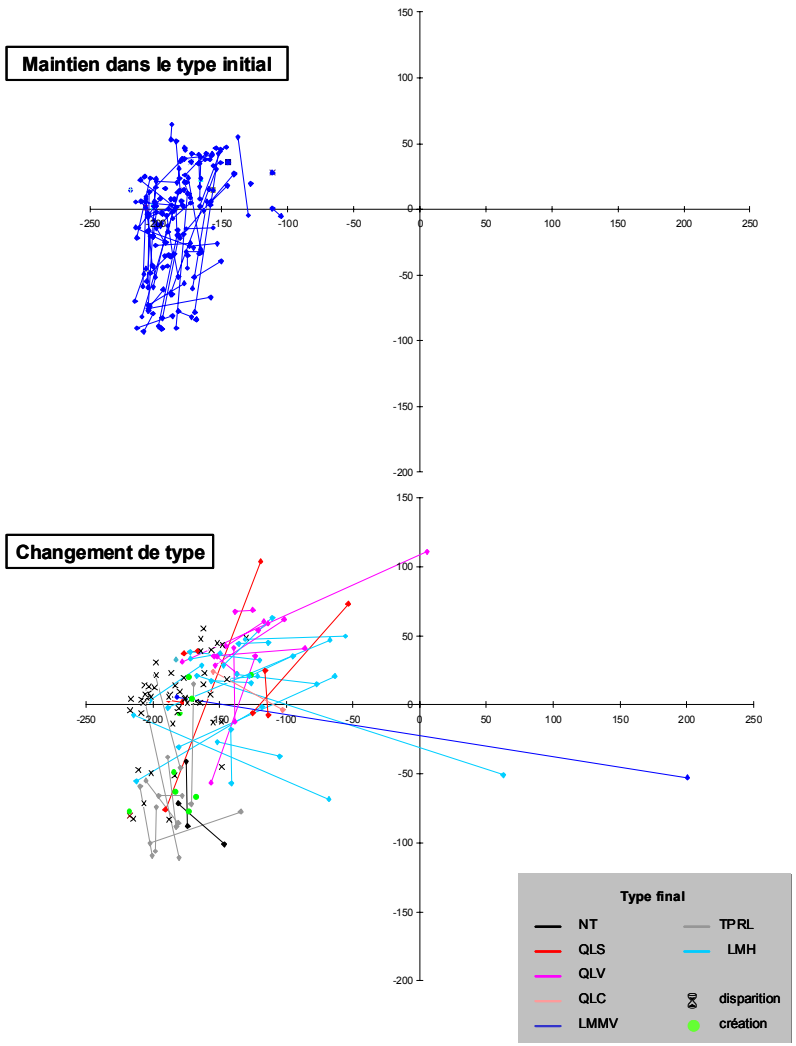


Trajectoires du type Lait Modernisé Herbe entre 1993 et 1996

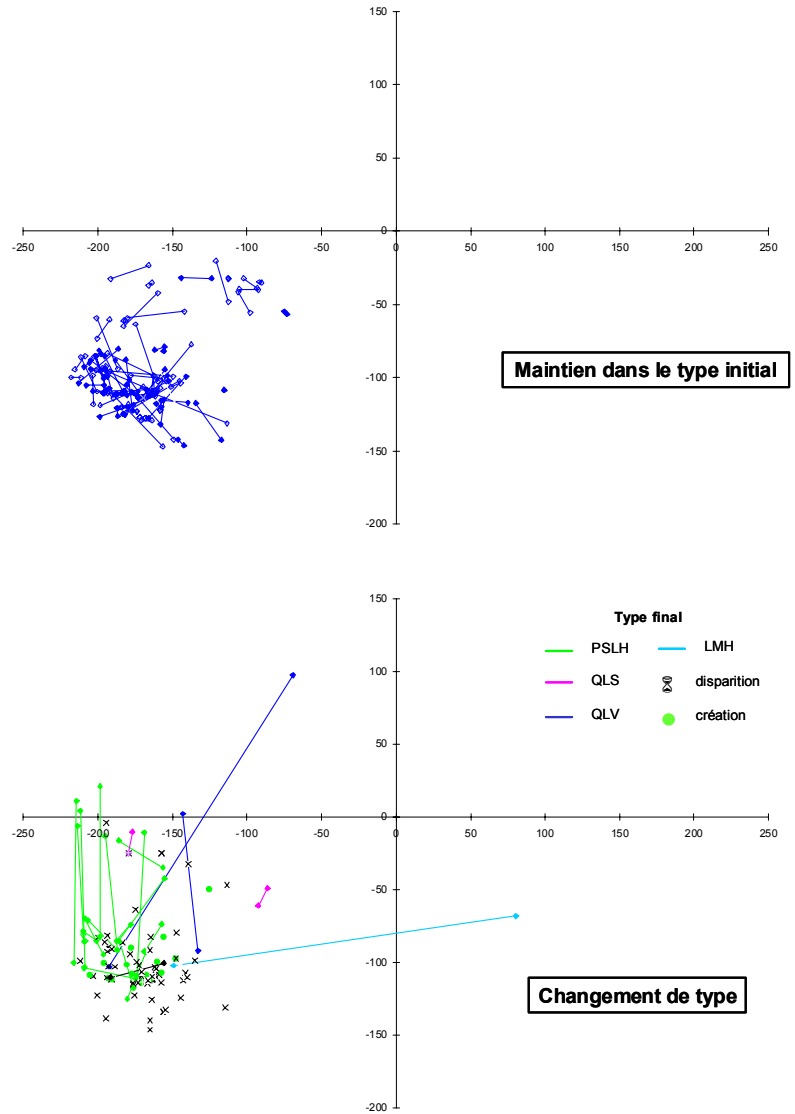




Trajectoires du type Petite Structure Lait Herbe entre 1993 et 1996



Trajectoires du type Très Petite Référence Laitière entre 1993 et 1996



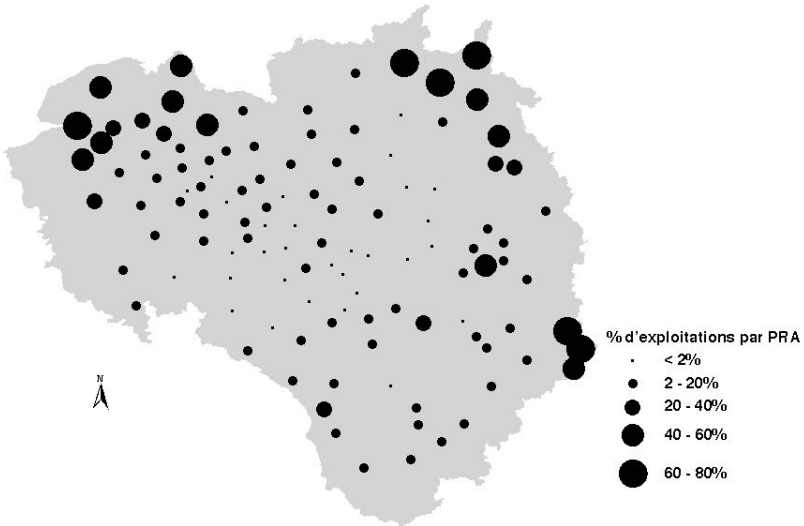
Chapitre 4

Tableau 3 – Grille de la classification des OTEX en 17 postes

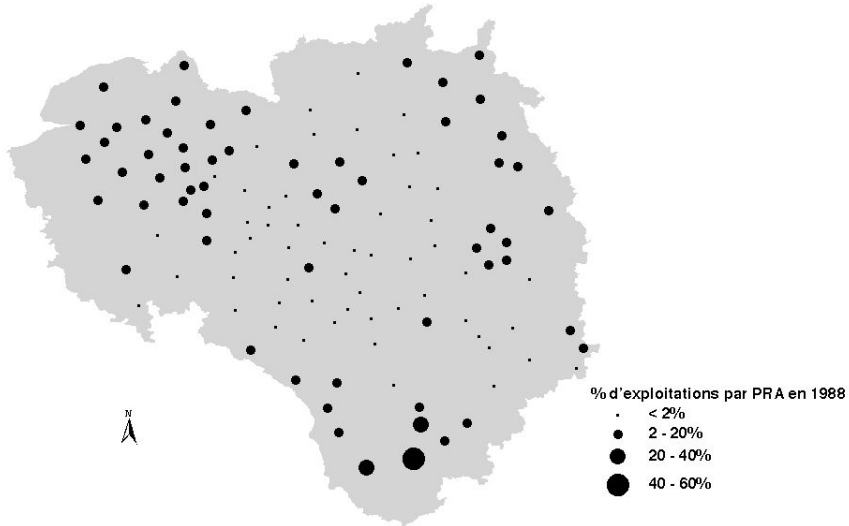
Pôle	Composition de la MBS totale			OTEX 17 Code et libellé	Contenu "en clair"
1- Grandes cultures	Grandes cultures > 2/3	Céréales > 2/3		11 – Céréales	Terres labourables, céréales dominantes
		Sinon		12 – Céréales et autres grandes cultures	Terres labourables, céréales et autres cultures
2 – Horticulture (légumes et fleurs)	Horticulture > 2/3	Légumes en maraîchage et sous serre > 2/3		28 – Maraîchage	Légumes frais en maraîchage (plein air et/ou sous serre)
		Sinon		29 – Fleurs et horticulture diverse	Fleurs (plein air et/ou sous serre) ou association fleurs et légumes-champignons
3 – Cultures permanentes	Cultures permanentes > 2/3	Vignes > 2/3	Vignes de qualité > 2/3	37 – Vins de qualité	Vignes AOC et/ou VDQS
			Sinon	38 – Autre viticulture	Vignes (surtout vin de table)
		Sinon		39 – Fruits et autres cultures permanentes	Vergers ou vergers et vignes
4 – Herbivores	Prairies et herbivores > 2/3	Bovins > 2/3	Bovins laitiers > 2/3 et vaches laitières > 2/3 Bovins laitiers	41 – Bovins lait	Vaches laitières et bovins (lait dominant)
			Vaches laitières < 1/10	42 – Bovins élevage et viande	Bovins (peu ou pas de lait)
			Vaches laitières > 1/10 à l'exclusion de 41	43 – Bovins lait et élevage viande	Vaches laitières et bovins élevage ou viande
		Sinon		44 – Ovins, caprins et autres herbivores	Ovins, caprins, équidés, éventuellement avec bovins
5 – Granivores	Granivores > 2/3			50 - Granivores	Porcins et/ou volailles
6 – Polyculture	Au moins un pôle végétal entre 1/3 et 2/3 et aucun pôle animal supérieur à 1/3			60 - Polyculture	Associations végétales (terres labourables, cultures permanentes, légumes, fleurs)
7 – Polyélevage	Au moins un pôle animal entre 1/3 et 2/3 et aucun pôle végétal supérieur à 1/3	Herbivores > 1/3 et granivores < 1/3		71 – Polyélevage à orientation herbivores	Bovins et/ou ovins et/ou caprins et associations végétales
		Sinon		72 – Polyélevage à orientation granivores	Porcins et/ou volailles avec bovins et/ou ovins (ou avec associations végétales)
8 – Cultures - élevage	Grandes cultures > 1/3 et herbivores > 1/3			81 – Grandes cultures et herbivores	Terres labourables et bovins et/ou ovins et/ou caprins
	Toutes autres combinaisons			82 – Autres combinaisons cultures-élevage	Aucune orientation ni association simple dominante - ruches

Figures 9a à 9f – Répartition spatiale des OTEX dans le bassin de la Seine en 1970 et 1988

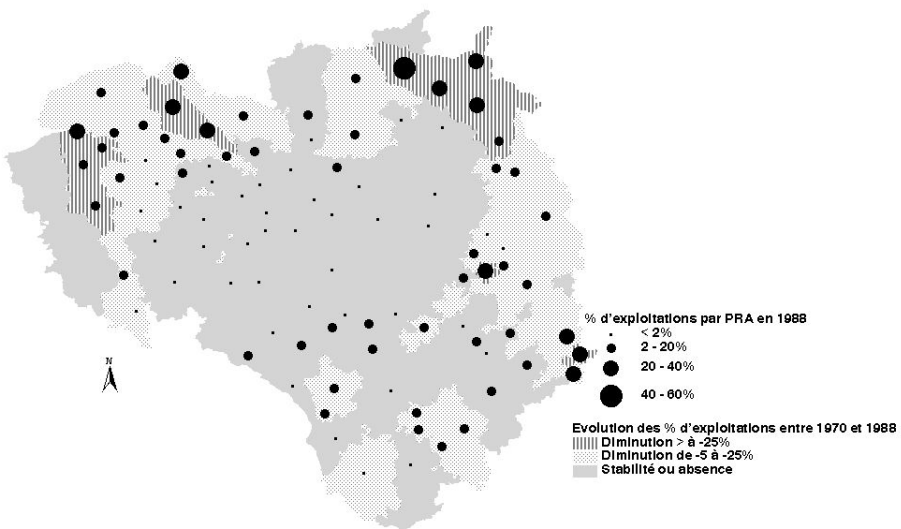
Répartition spatiale de l'Otex Bovins lait en 1970



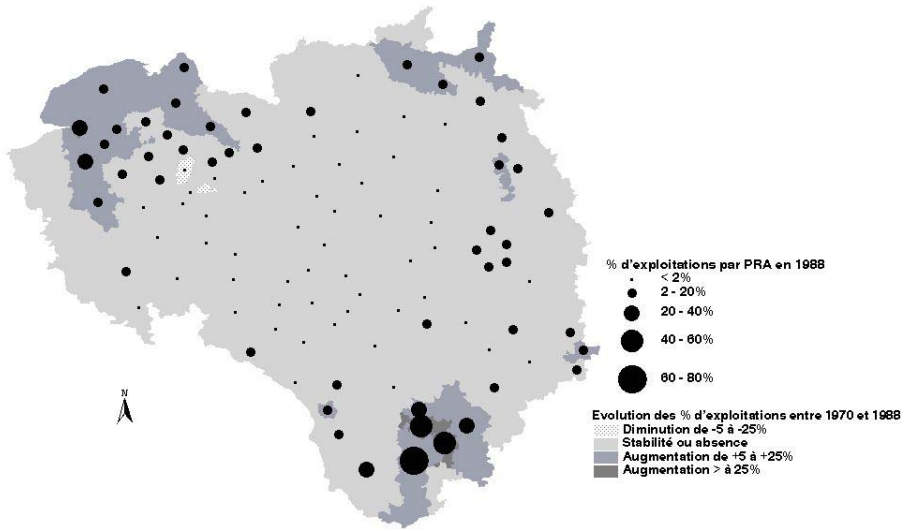
Répartition spatiale de l'Otex Bovins viande en 1970



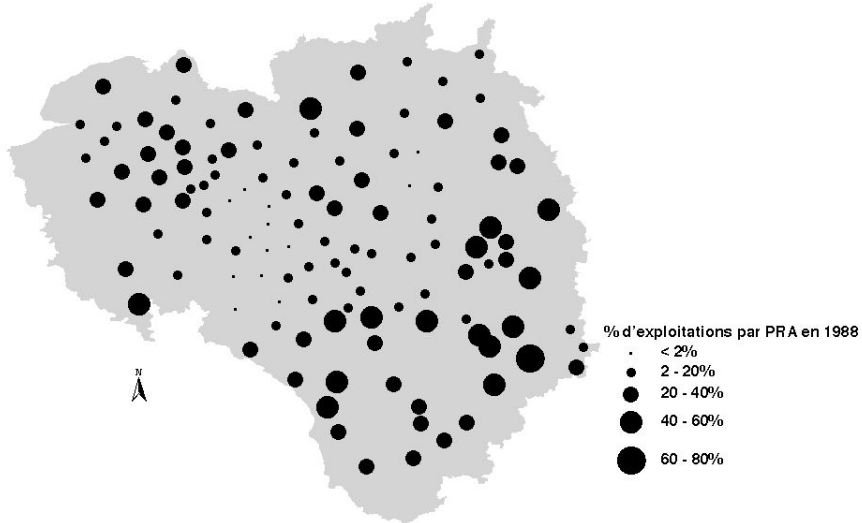
Répartition spatiale de l'Otex Bovins lait en 1988
et évolution depuis 1970



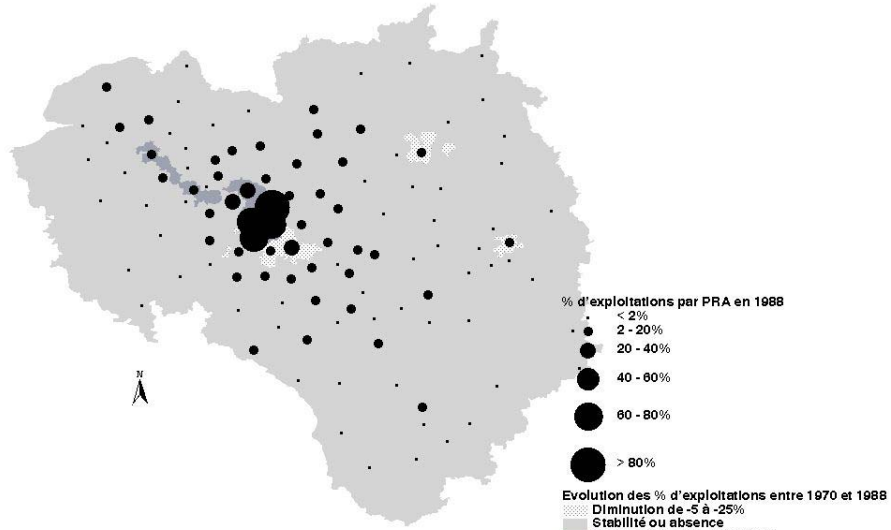
Répartition spatiale de l'Otex Bovins viande en 1988
et évolution depuis 1970



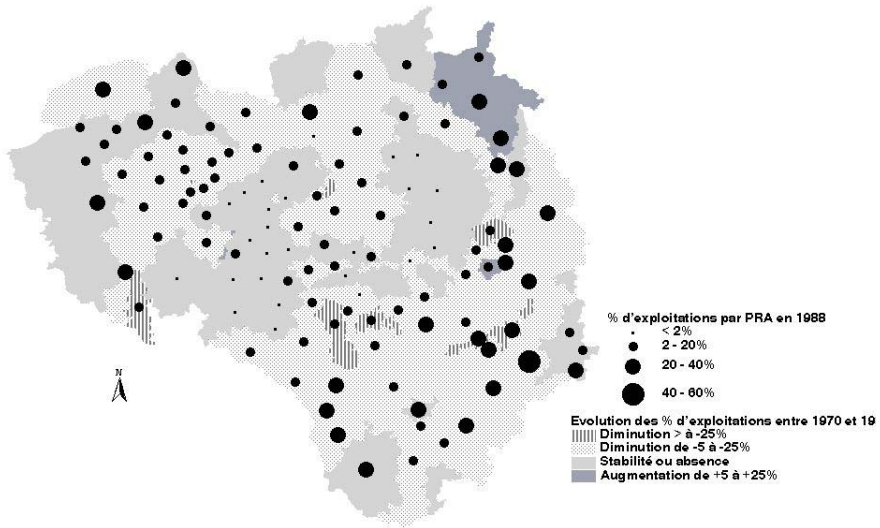
Répartition spatiale de l'Otex Polyculture-élevage en 1970



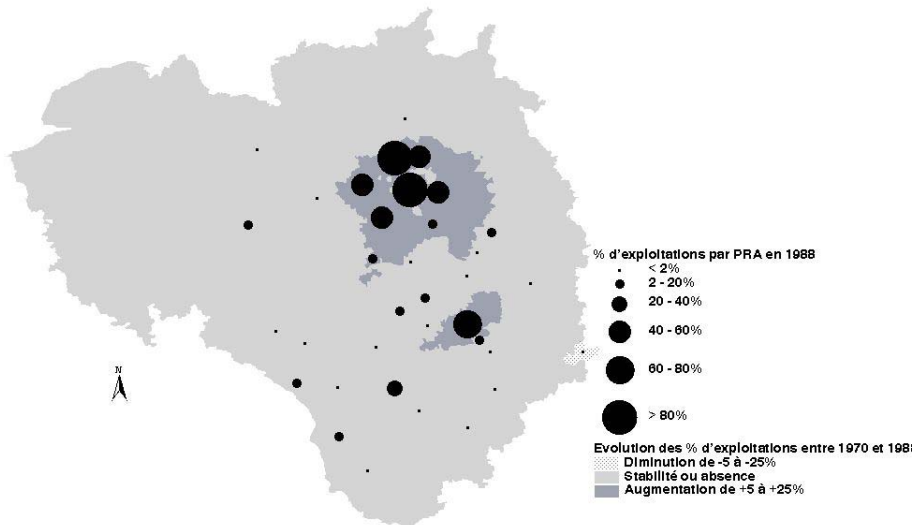
Répartition spatiale de l'Otex Maraîchage en 1988 et évolution depuis 1970



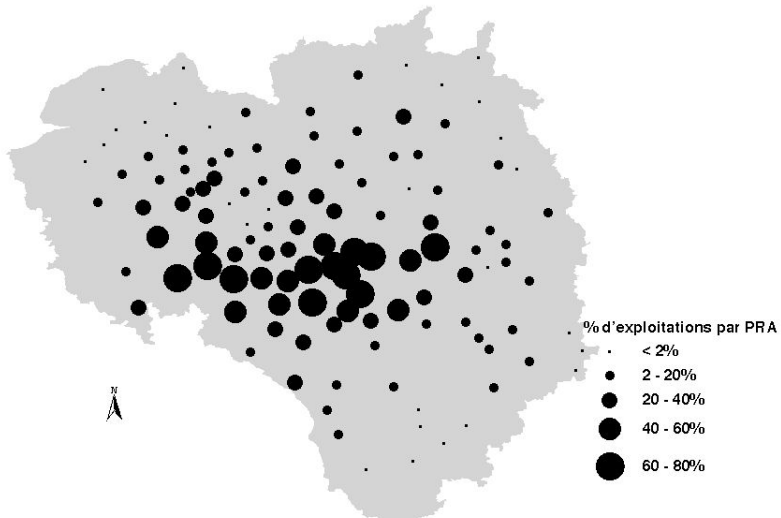
Répartition spatiale de l'Otex Polyculture-élevage en 1988 et évolution depuis 1970



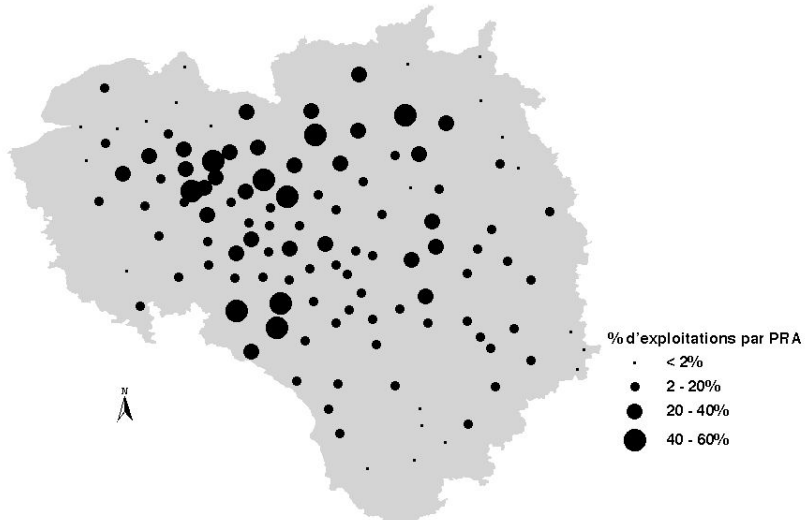
Répartition spatiale de l'Otex Viticulture en 1988 et évolution depuis 1970



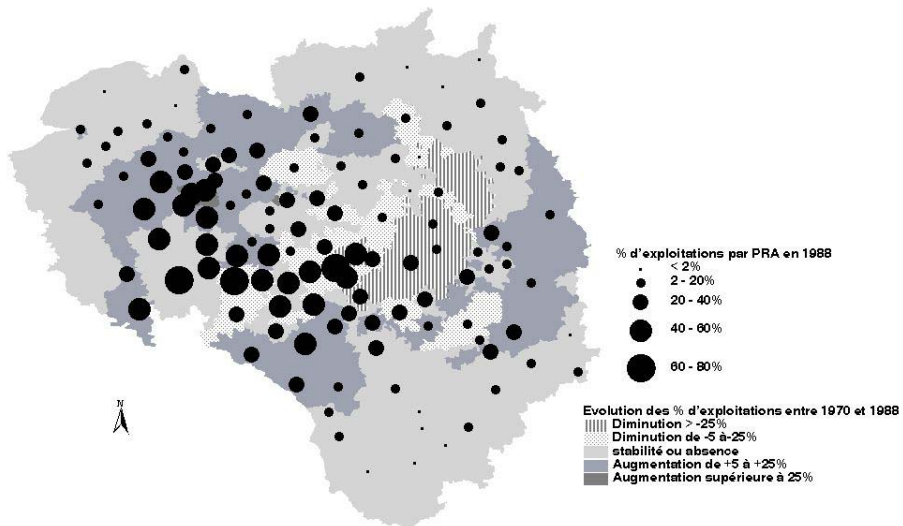
Répartition spatiale de l'Otex Céréales en 1970



Répartition spatiale de l'Otex Grandes cultures en 1970



Répartition spatiale de l'Otex Céréales en 1988
et évolution depuis 1970



Répartition spatiale de l'Otex Grandes cultures en 1988
et évolution depuis 1970

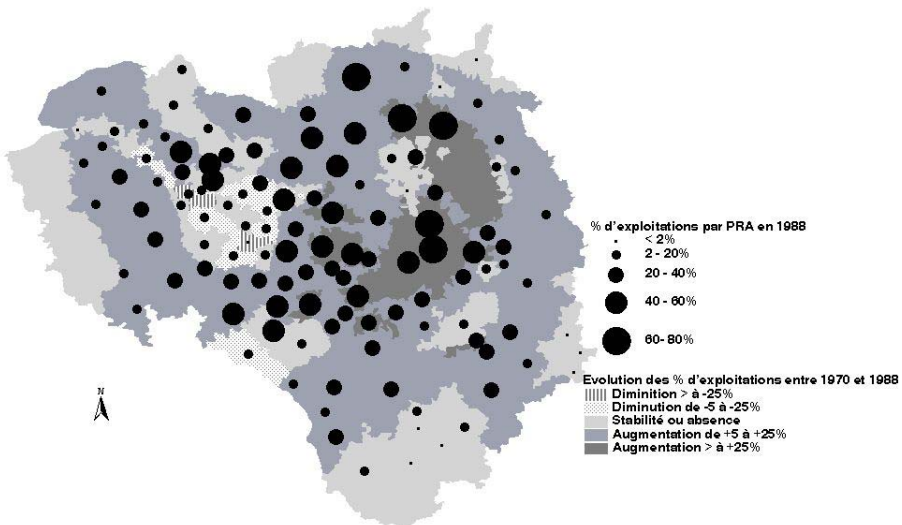


Figure 10 - Plans factoriels issus des ACPC sur les pourcentages de SAU par OTEX et par PRA du bassin de la Seine en 1970, 1979 et 1988

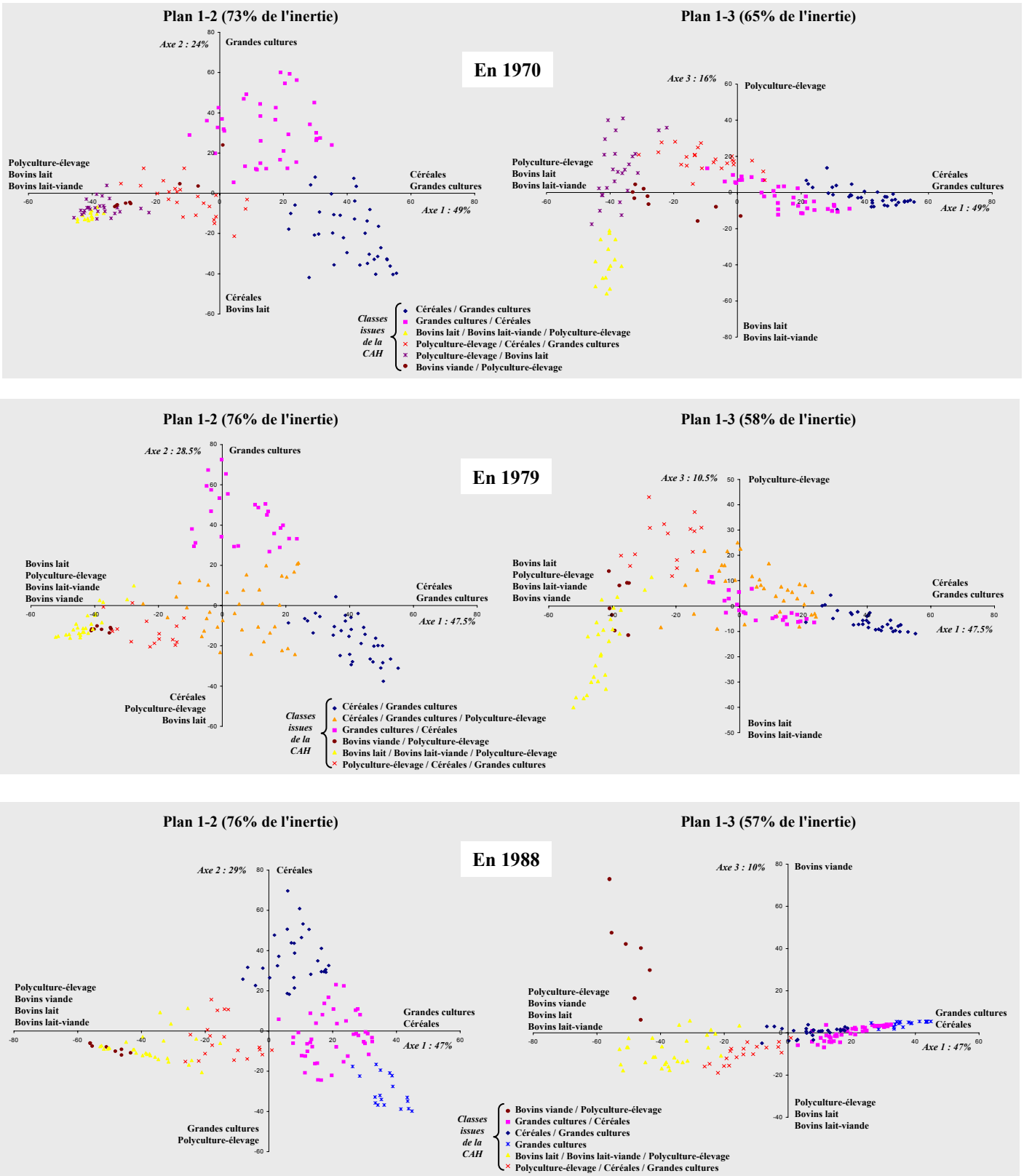


Figure 11 – Typologies des PRA du bassin de la Seine en 1970, 1979 et 1988

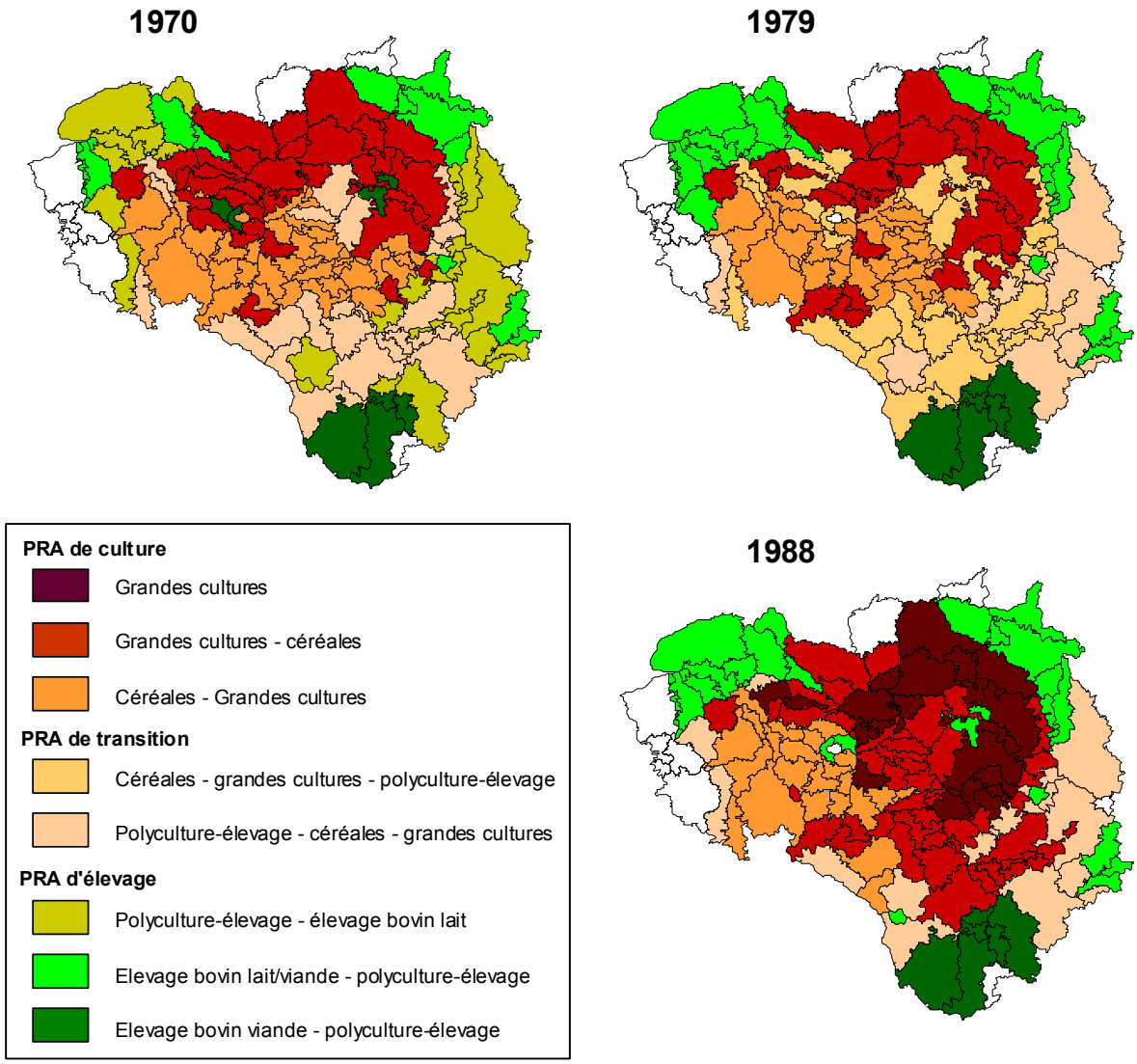
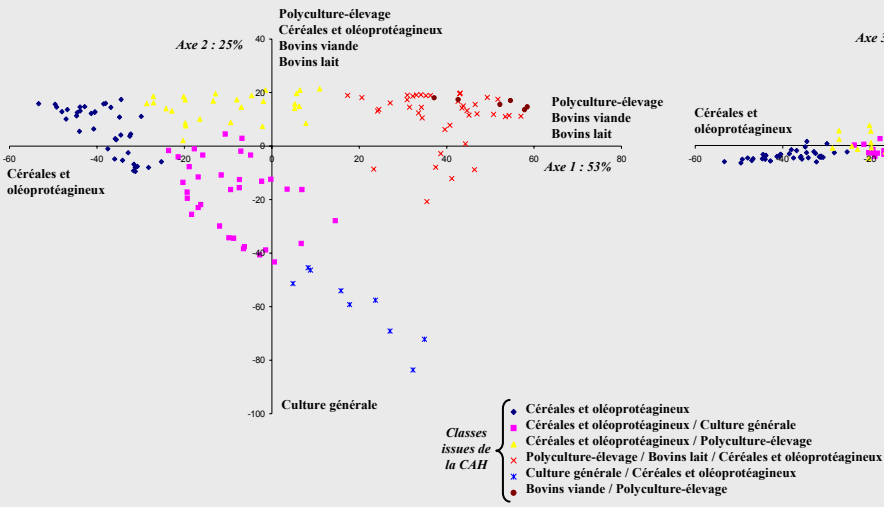


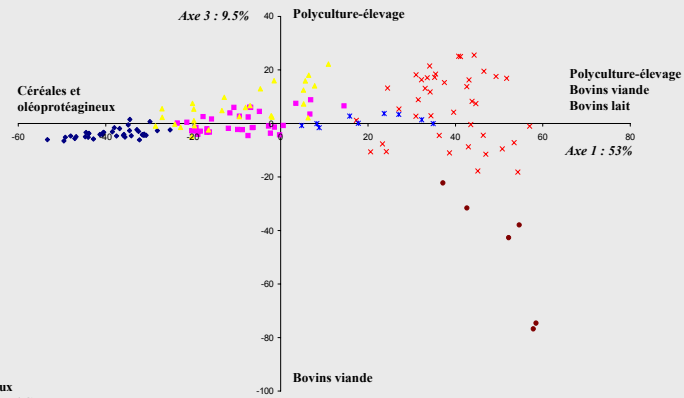
Figure 12 : Plans factoriels issus des ACPC sur les pourcentages de SAU ou d'exploitations par OTEX et par PRA du bassin de la Seine en 2000

Sur les % de SAU

Plan 1-2 (78% de l'inertie)

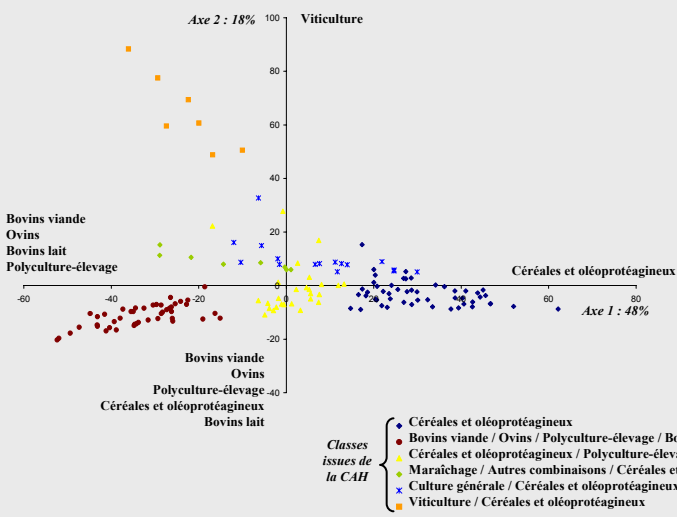


Plan 1-3 (62.5% de l'inertie)



Sur les % d'exploitations

Plan 1-2 (66.5% de l'inertie)



Plan 1-3 (61% de l'inertie)

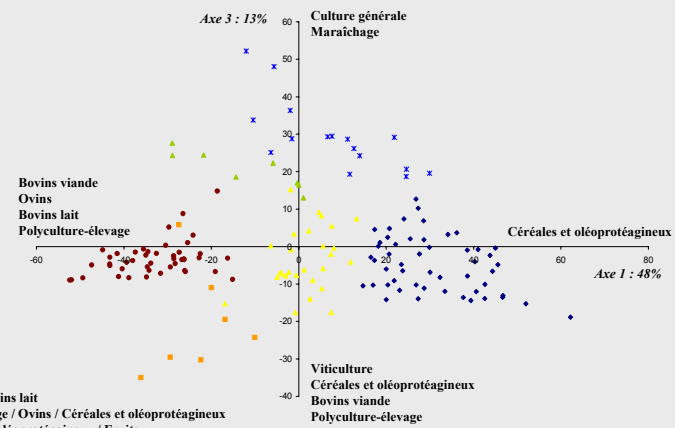


Figure 13 – Typologies des PRA du bassin de la Seine en 2000

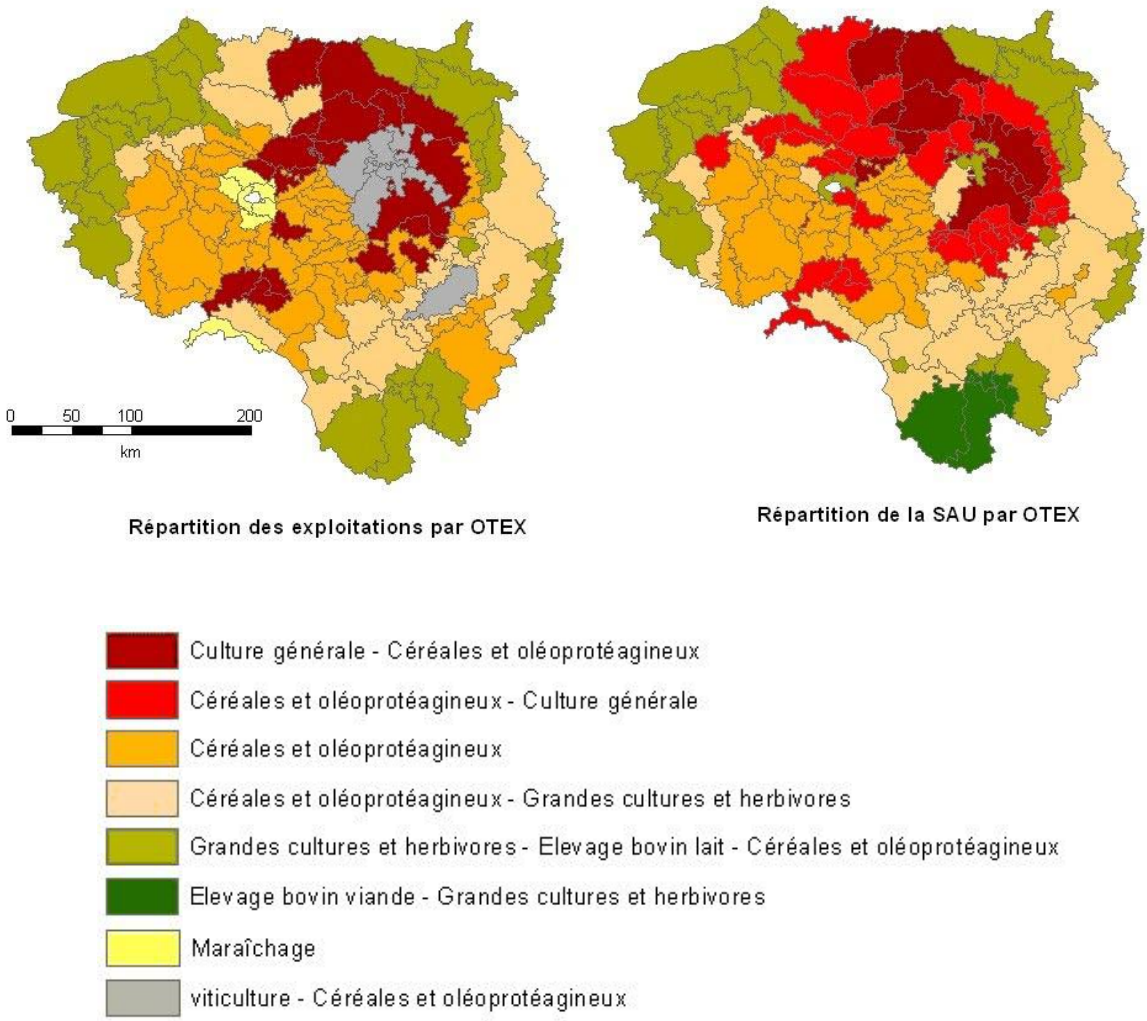
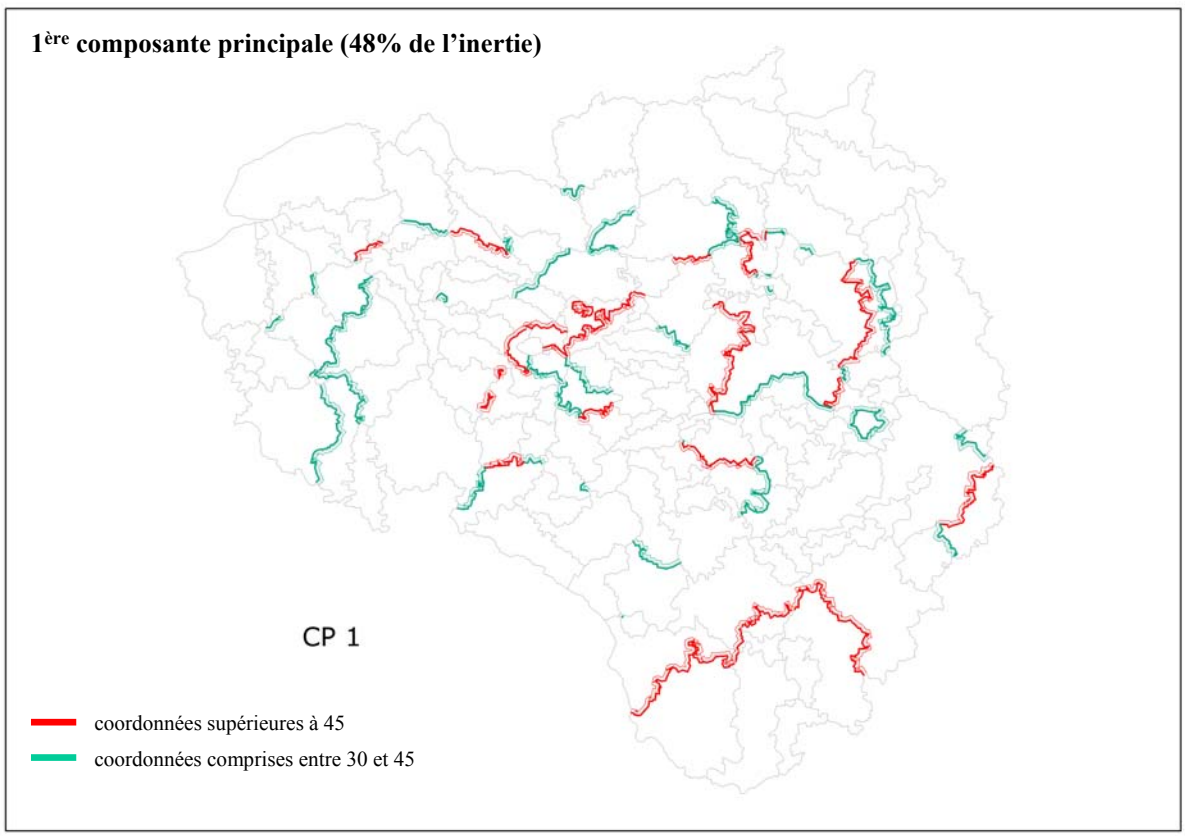
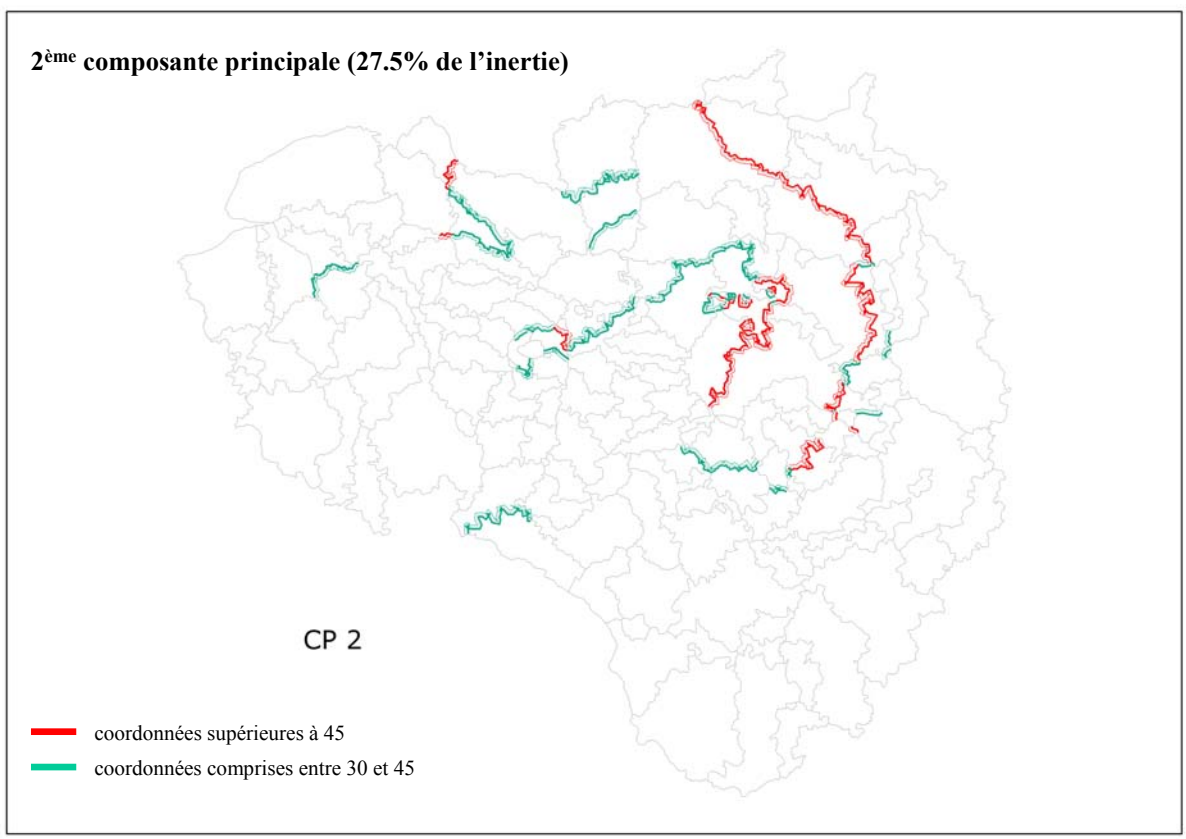
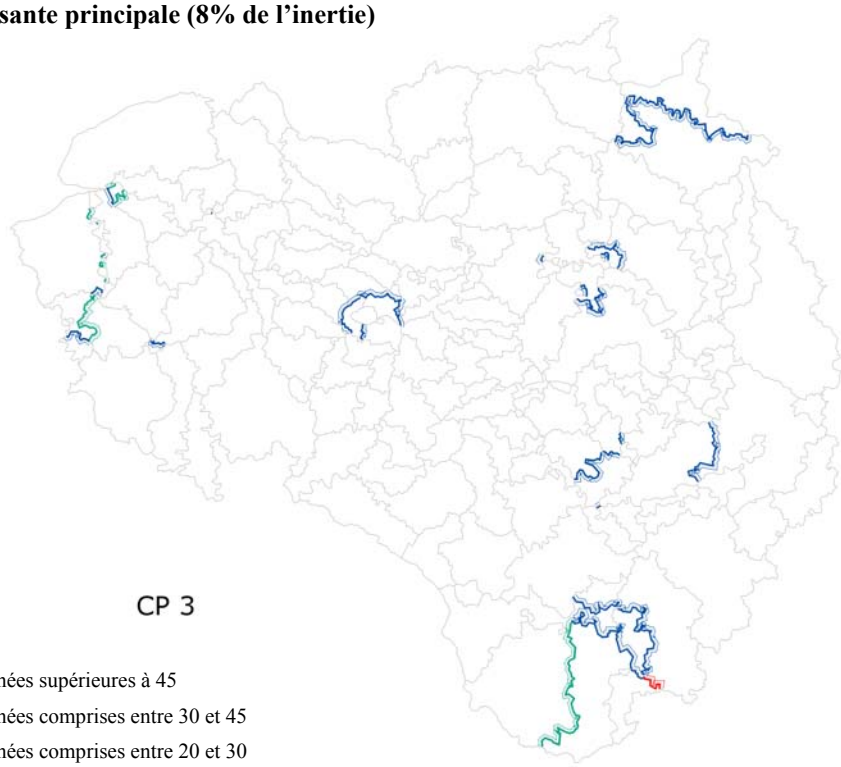


Figure 14 – Cartographie des coordonnées des limites entre PRA sur les 4 premiers axes factoriels de l'ACP des différenciations locales en 2000





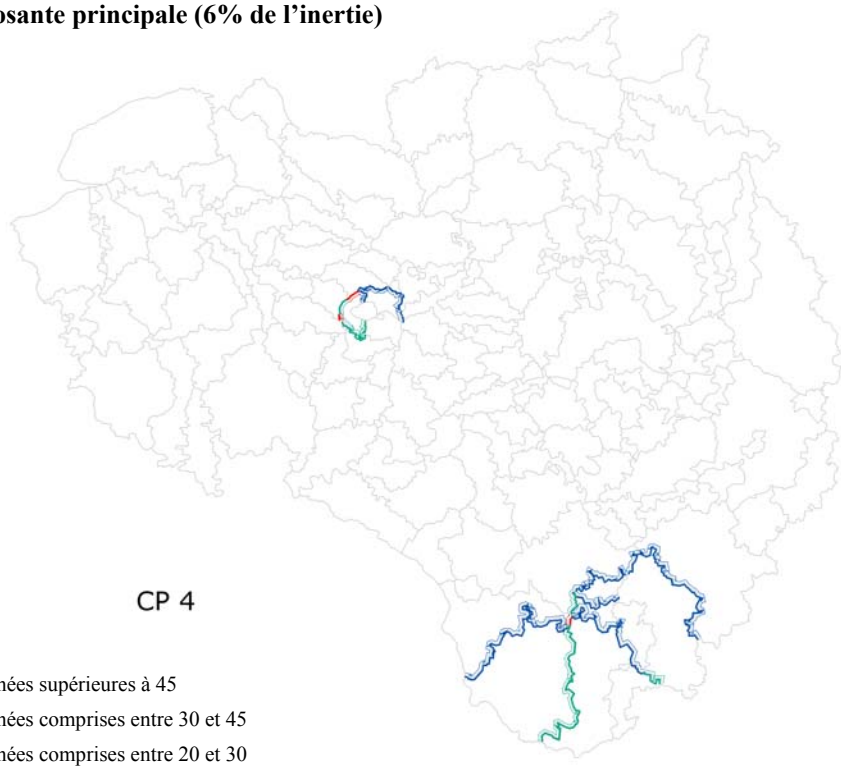
3ème composante principale (8% de l'inertie)



CP 3

- coordonnées supérieures à 45
- coordonnées comprises entre 30 et 45
- coordonnées comprises entre 20 et 30

4ème composante principale (6% de l'inertie)

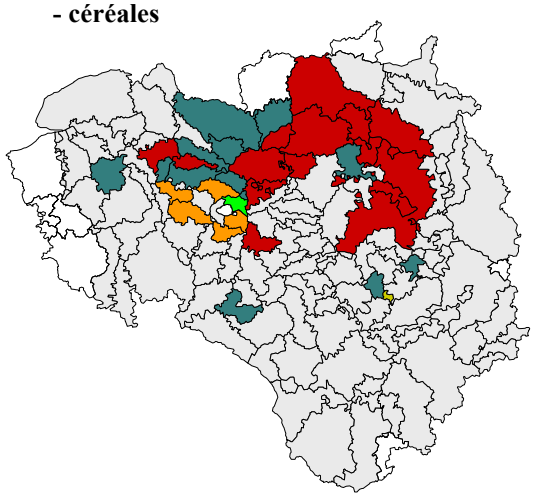


CP 4

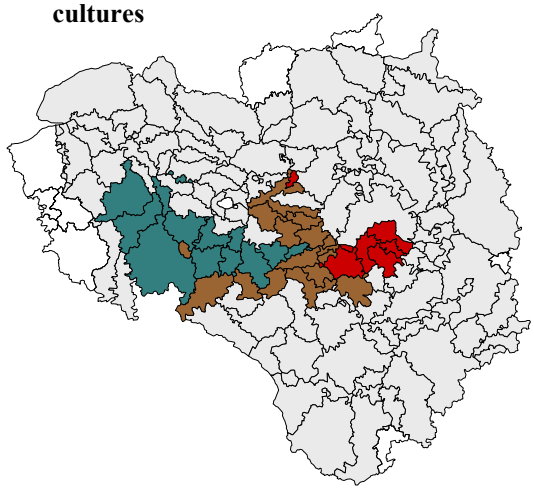
- coordonnées supérieures à 45
- coordonnées comprises entre 30 et 45
- coordonnées comprises entre 20 et 30

Figure 15 - Changement de classe des PRA entre 1970 et 1988 selon les six classes définies en 1970

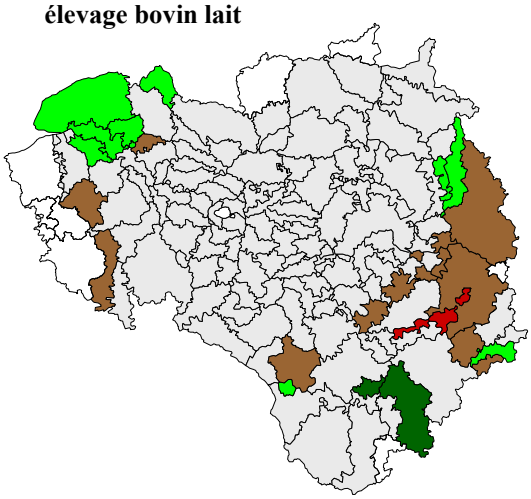
Grandes cultures - céréales



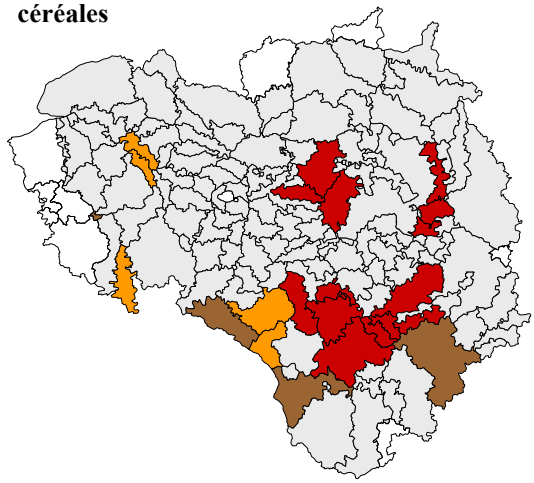
Céréales - grandes cultures



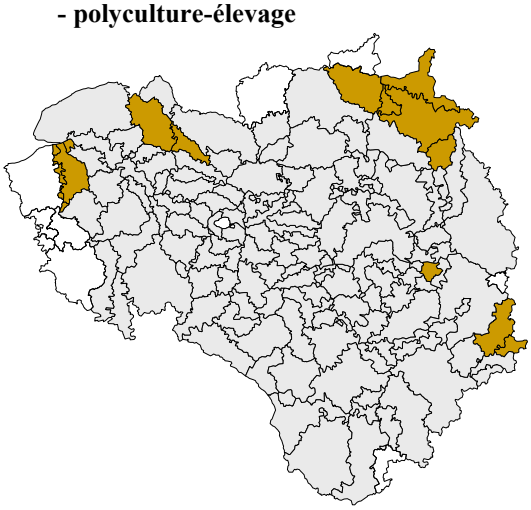
Polyculture-élevage - élevage bovin lait



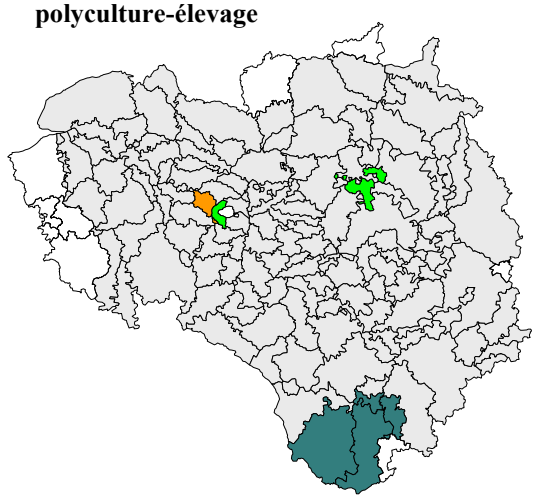
Polyculture-élevage - céréales



Elevage bovin lait/viande - polyculture-élevage



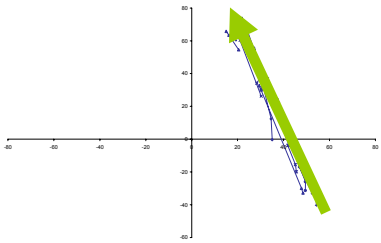
Elevage bovin viande - polyculture-élevage



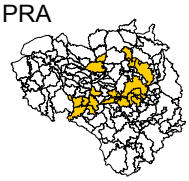
- Fort développement des grandes cultures
- Développement des céréales
- Développement de l'élevage laitier
- "Stabilité"
- Développement des grandes cultures
- Diminution de l'élevage laitier spécialisé et développement de la polyculture-élevage
- Développement de l'élevage viande
- PRA n'appartenant pas à la classe considérée

Figure 16 - Typologie des trajectoires d'évolution des PRA du bassin de la Seine de 1970 à 1988

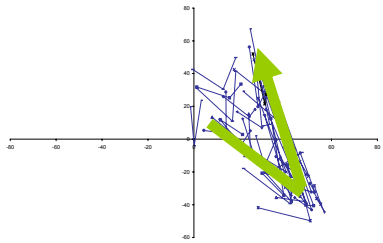
Type 1 : Augmentation régulière des grandes cultures au détriment des céréales dans des PRA de culture



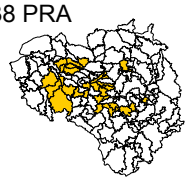
17 PRA



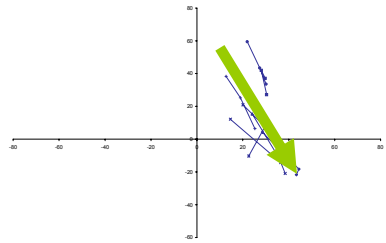
Type 2 : Augmentation des céréales au détriment des grandes cultures puis renversement de tendance dans des PRA de culture



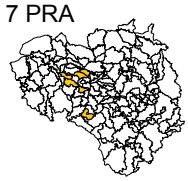
38 PRA



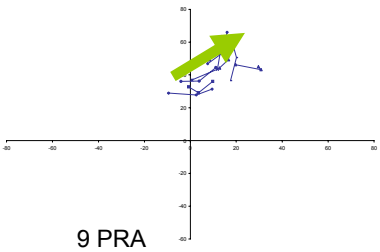
Type 3 : Augmentation régulière des céréales au détriment des grandes cultures dans des PRA de culture



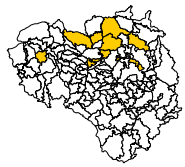
7 PRA



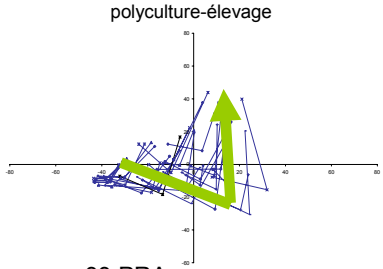
Type 4 : Augmentation régulière des grandes cultures au détriment de la polyculture-élevage dans des PRA à dominante "cultures"



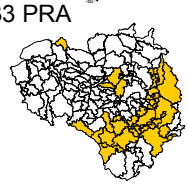
9 PRA



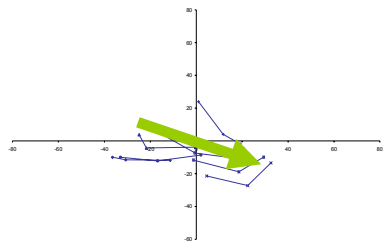
Type 5 : Augmentation des céréales puis des grandes cultures au détriment de la polyculture-élevage dans des PRA de polyculture-élevage



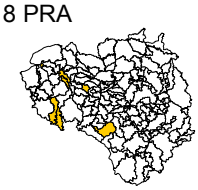
33 PRA



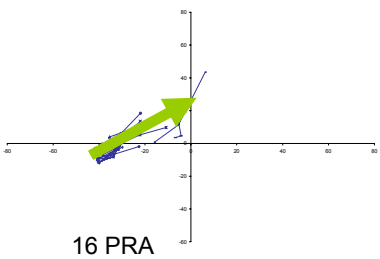
Type 6 : Augmentation régulière des céréales au détriment de la polyculture-élevage dans des PRA de polyculture-élevage



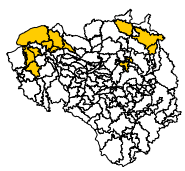
8 PRA



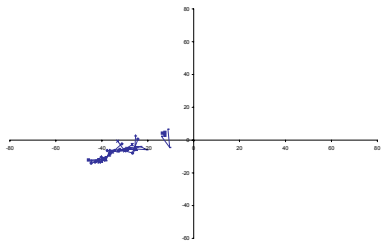
Type 7 : Augmentation régulière des grandes cultures au détriment de l'élevage bovin lait et de la polyculture-élevage dans des PRA d'élevage



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 renseignée dans la figure 12.

Chapitre 5

Figure 17 – Plan d'échantillonnage de l'enquête Teruti entre 1992 et 2003

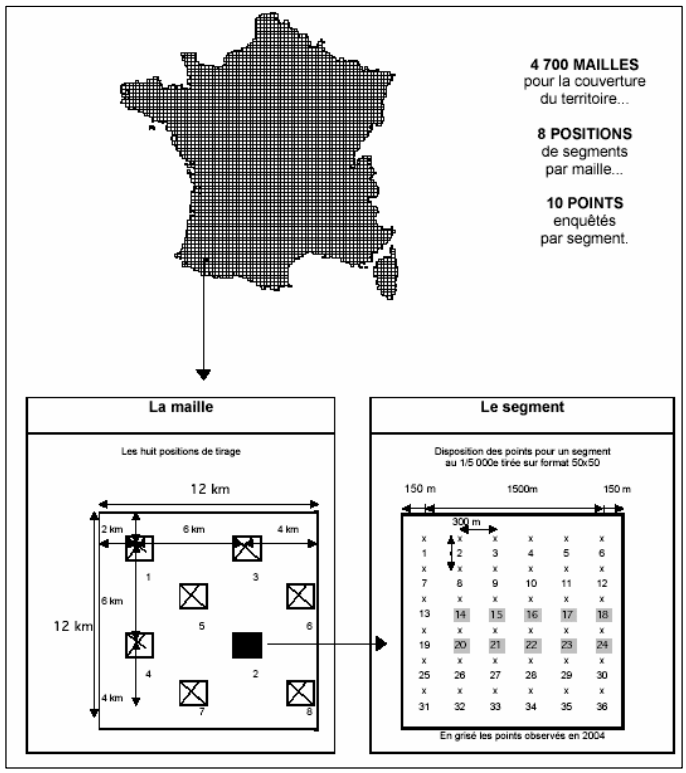


Figure 18 – Modèle physique simplifié de la base de données « Pratiques agricoles 1970 – 2000 »

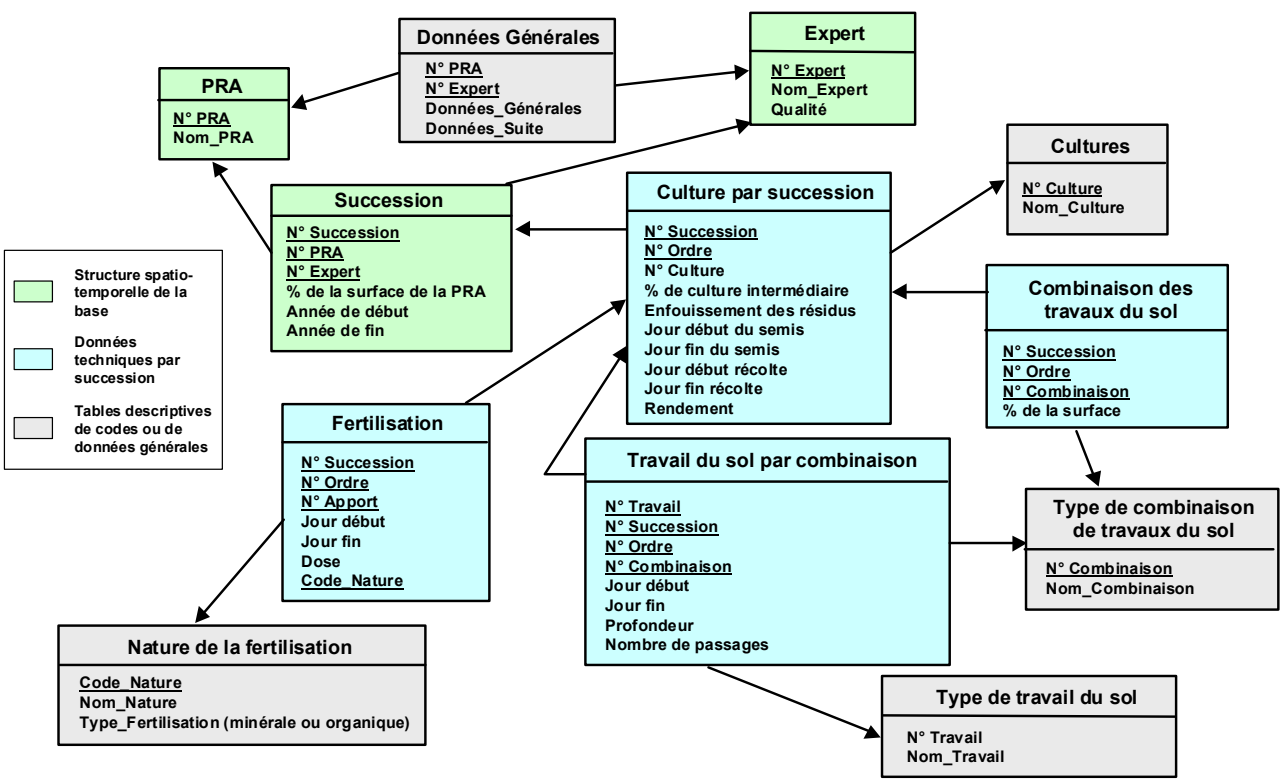
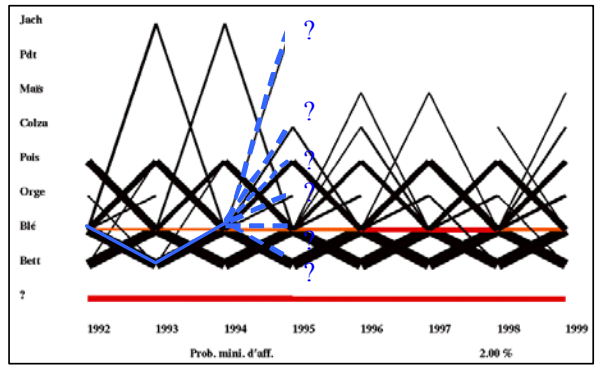


Figure 19 – Caractérisation des successions de cultures du Saint Quentinnois et Laonnois de l'Aisne (PRA 02034)

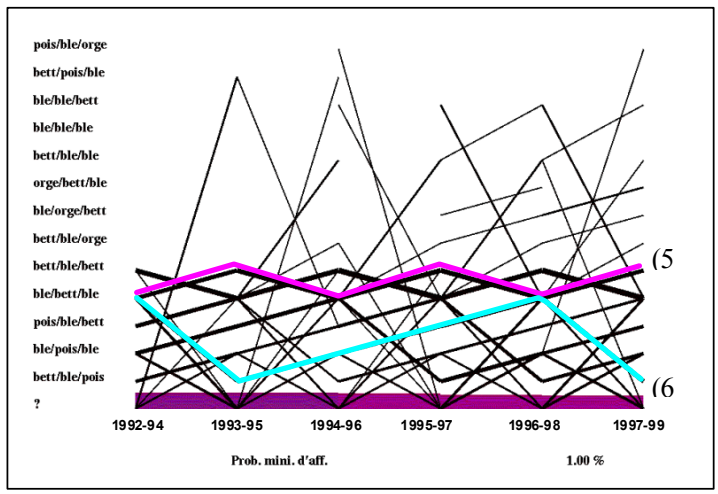
1 – Résultats du modèle « 1 culture »

blé	40.7%
betterave	20.5%
pois	11.3%
prairie permanentes	7.0%
orge	4.9%
jachères	4.0%
maïs	3.7%
colza	2.6%
pomme de terre	1.9%



2 - Résultat du modèle « 3 cultures »

(1)	blé + betterave + blé	14.5%
	blé + pois + blé	7.0%
(2)	betterave + blé + betterave	6.9%
	pr. perm. + pr. perm. + pr. perm.	6.8%
(3)	pois + blé + betterave	5.3%
	betterave + blé + pois	4.5%
	betterave + blé + blé	1.9%
	blé + blé + blé	1.6%



3 – Extraction des rotations triennales du listing des triplets de cultures

Listing des triplets de cultures

blé + betterave + blé	14.5%
blé + pois + blé	7.0%
betterave + blé + betterave	6.9%
pr. perm. + pr. perm. + pr. perm.	6.8%
pois + blé + betterave	5.3%
betterave + blé + pois	4.5%
betterave + blé + blé	1.9%
blé + blé + blé	1.6%
betterave + blé + orge	1.6%
blé + blé + betterave	1.5%
orge + betterave + blé	1.5%
blé + orge + betterave	1.5%
blé + colza + blé	1.4%
blé + maïs + blé	1.1%
betterave + pois + blé	1.0%
pois + blé + orge	1.0%
blé + jacheres + blé	0.9%
pois + blé + blé	0.9%
p.de t. + blé + betterave	0.9%
orge + pois + blé	0.9%
blé + betterave + pois	0.8%
blé + p.de t. + blé	0.8%
jacheres + jacheres + jacheres	0.8%
blé + blé + pois	0.8%
pois + betterave + blé	0.7%
potagers + potagers + potagers	0.7%
blé + orge + pois	0.6%

Extraction des triplets

Triplets	%	Total
betterave + blé + blé	1.9%	4.9%
blé + blé + betterave	1.5%	
blé + betterave + blé	*1.5%*	
betterave + blé + orge	1.6%	4.5%
orge + betterave + blé	1.5%	
blé + orge + betterave	1.5%	
betterave + pois + blé	1.0%	2.6%
blé + betterave + pois	0.8%	
pois + blé + betterave	*0.8%*	
pois + blé + orge	1.0%	2.5%
orge + pois + blé	0.9%	
blé + orge + pois	0.6%	
pois + blé + blé	0.9%	2.5%
blé + blé + pois	0.8%	
blé + pois + blé	*0.8%*	
pois + betterave + blé	0.7%	1.7%
blé + pois + betterave	0.5%	
betterave + blé + pois	*0.5%*	

Cultures pérennes et monoculture

prairies perm.	6.7%
potager	0.7%
jachère	0.6%
blé (4 ans)	0.6%
maïs (4 ans)	0.3%
pré-verger	0.2%

Successions de 4 ans

bett + blé + bett + blé	12.4%
bett + blé + pois + blé	16.2%
colza + blé + pois + blé	2.3%
bett + blé + p. de t. + blé	1.9%
bett + blé + maïs + blé	1.5%
pois + blé + pois + blé	0.9%
bett + blé + colza + blé	1.0%

successions de 3 ans

bett + blé + blé	4.9%
bett + blé + orge	4.5%
bett + pois + blé	2.6%
pois + blé + blé	2.5%
pois + blé + orge	2.5%
pois + bett + blé	1.7%
Total	63.9%

4 – Extraction des rotations quadriennales du listing des quadruplets de cultures

Listing des quadruplets de cultures

pr. perm. + pr. perm. + pr. perm. + pr. perm.	6.7%
betterave + blé + betterave + blé	6.6%
blé + betterave + blé + betterave	5.8%
pois + blé + betterave + blé	4.6%
betterave + blé + pois + blé	4.0%
blé + pois + blé + betterave	3.8%
blé + betterave + blé + pois	3.7%
blé + betterave + blé + blé	1.6%
blé + orge + betterave + blé	1.2%
blé + blé + betterave + blé	1.2%
blé + betterave + blé + orge	1.2%
betterave + blé + orge + betterave	0.9%
betterave + blé + blé + betterave	0.8%
blé + betterave + pois + blé	0.8%
betterave + pois + blé + betterave	0.7%
colza + blé + pois + blé	0.7%
p.de t. + blé + betterave + blé	0.7%
blé + pois + blé + blé	0.7%
potagers + potagers + potagers + potagers	0.7%
blé + pois + blé + orge	0.6%
blé + betterave + blé + colza	0.6%
blé + blé + blé + blé	0.6%
blé + orge + pois + blé	0.6%
pois + blé + colza + blé	0.6%
jacheres + jacheres + jacheres + jacheres	0.6%
pois + blé + pois + blé	0.5%
blé + blé + pois + blé	0.5%
blé + blé + blé + betterave	0.5%
blé + pois + blé + colza	0.5%
betterave + blé + blé + blé	0.5%
blé + colza + blé + pois	0.5%
blé + pois + betterave + blé	0.5%
blé + betterave + blé + maïs	0.4%
blé + betterave + blé + p.de t.	0.4%
blé + p.de t. + blé + betterave	0.4%
betterave + blé + p.de t. + blé	0.4%
betterave + blé + maïs + blé	0.4%
betterave + blé + colza + blé	0.4%
blé + pois + blé + pois	0.4%
maïs + blé + betterave + blé	0.4%
blé + maïs + blé + betterave	0.3%
colza + blé + betterave + blé	0.3%
blé + colza + blé + betterave	0.3%

Extraction des quadruplets

Quadruplets	%	Total
betterave + blé + betterave + blé	6.6%	12.4%
blé + betterave + blé + betterave	5.8%	
pois + blé + betterave + blé	4.6%	16.2%
betterave + blé + pois + blé	4.0%	
blé + pois + blé + betterave	3.8%	
blé + betterave + blé + pois	3.7%	
colza + blé + pois + blé	0.7%	2.2%
pois + blé + colza + blé	0.6%	
blé + pois + blé + colza	0.5%	
blé + colza + blé + pois	0.5%	
p.de t. + blé + betterave + blé	0.7%	2.0%
blé + betterave + blé + p.de t.	0.4%	
blé + p.de t. + blé + betterave	0.4%	
betterave + blé + p.de t. + blé	0.4%	
blé + betterave + blé + colza	0.6%	1.6%
betterave + blé + colza + blé	0.4%	
colza + blé + betterave + blé	0.3%	
blé + colza + blé + betterave	0.3%	
pois + blé + pois + blé	0.5%	0.9%
blé + pois + blé + pois	0.4%	
blé + betterave + blé + maïs	0.4%	1.5%
betterave + blé + maïs + blé	0.4%	
maïs + blé + betterave + blé	0.4%	
blé + maïs + blé + betterave	0.3%	

5 – Synthèse des successions culturales caractéristiques de la PRA 02 034

Figure 20 – Typologie des PRA du bassin de la Seine selon les successions culturales pratiquées dans la décennie 1990

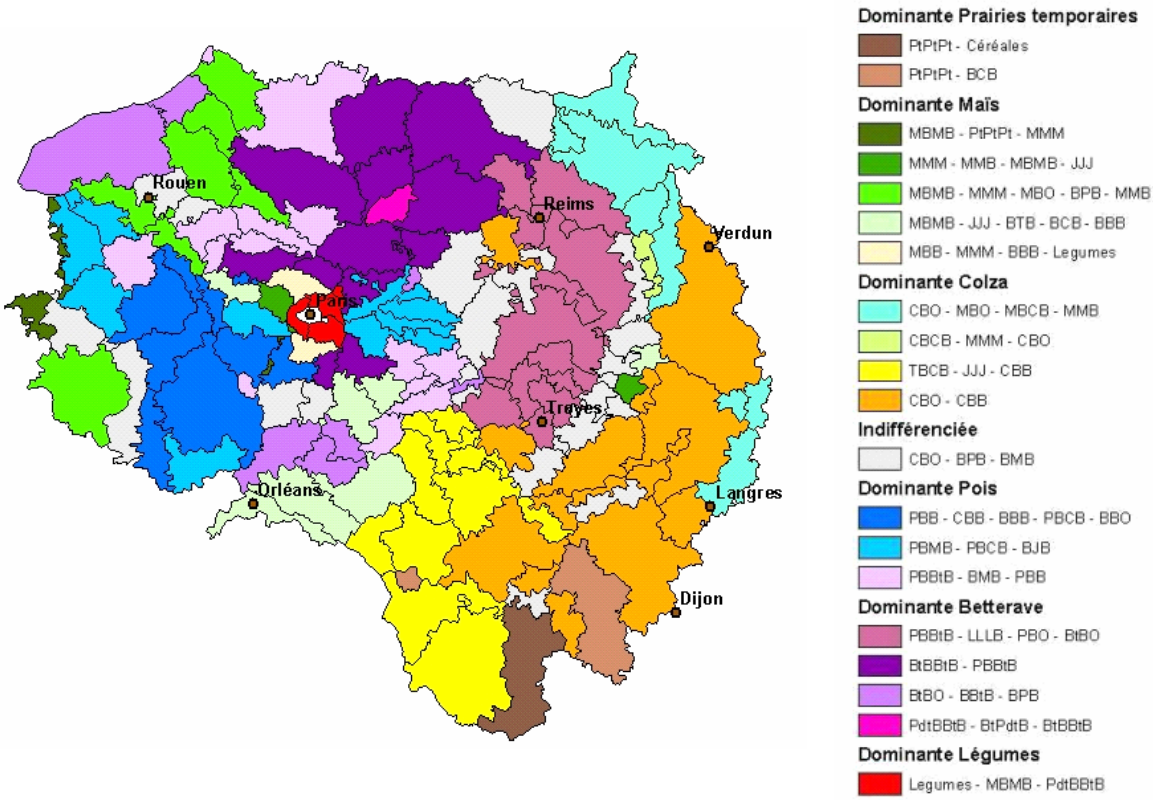


Figure 21 – Nombre de parcelles en blé enquêtées par PRA du bassin de la Seine en 2001

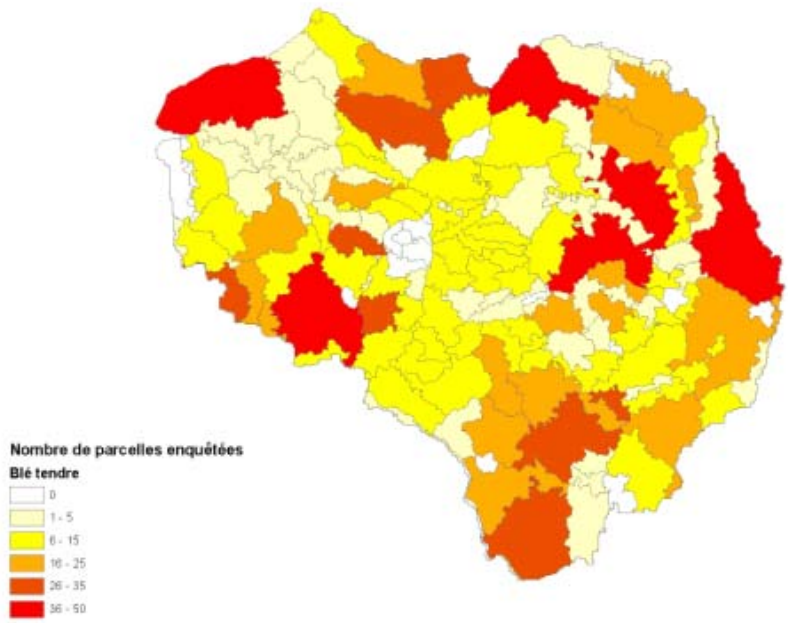


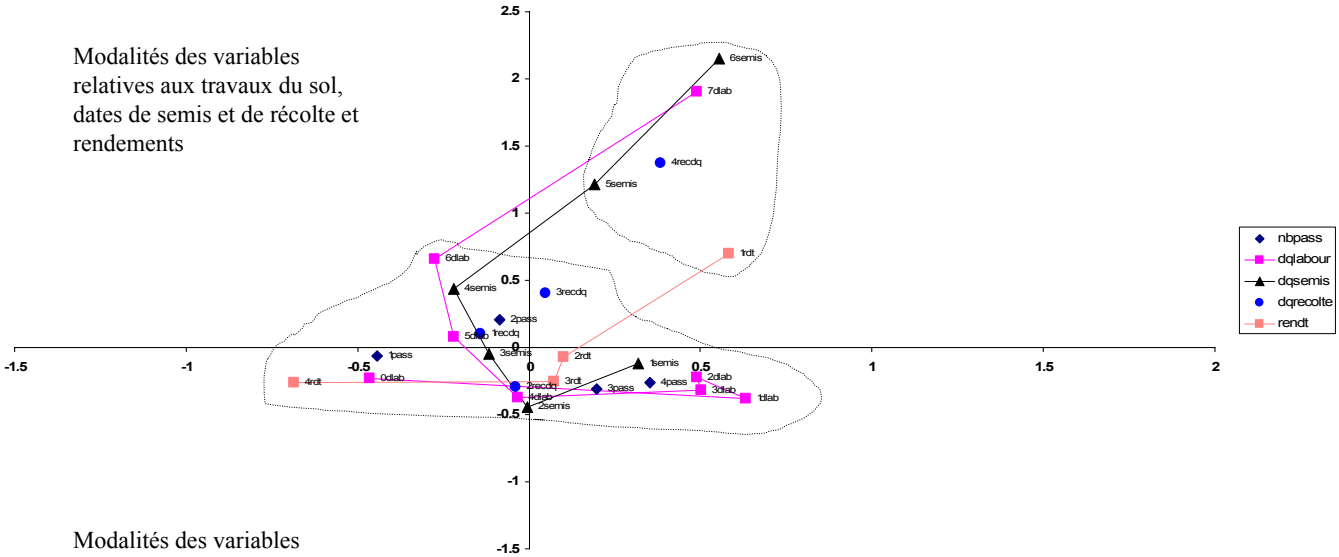
Tableau 4 – Liste des variables et des modalités retenues pour l'AFCM sur les itinéraires techniques du blé en 2001

Nombre de passages d'outils de préparation du sol	1 passage	9.8
	2 passages	54.1
	3 passages	24.9
	> 3 passages	11.2
Implantation avec labour*	sans labour	17.7
	avec labour	82.3
Date de labour	sans labour	17.7
	du 1/07 au 31/08	6.4
	du 1/09 au 15/09	8.8
	du 16/09 au 30/09	9.4
	du 1/10 au 15/10	21.9
	du 16/10 au 31/10	20
	du 1/11 au 30/11	9.8
	du 1/12 au 28/02	6
Date de semis	du 1/09 au 30/09	9.1
	du 1/10 au 15/10	37.9
	du 16/10 au 31/10	33.9
	du 1/11 au 15/11	8.1
	du 16/11 au 31/12	8
	du 1/01 au 28/02	2.9
Nombre d'apports d'azote minéral	pas d'apport	1.6
	1 apport	1.8
	2 apports	18
	3 apports	60.9
	4 apports	15.8
	> 4 apports	2
Quantité totale d'azote minéral	nulle	1.5
	< 170 U	24.2
	170 – 190 U	22.5
	190 – 210 U	24
	> 210 U	27.9
Nombre d'apports de phosphore	pas d'apport	44.6
	1 apport	53.3
	> 1 apport	2.2
Quantité totale de phosphore	nulle	44.6
	< 50 U	15
	50 – 65 U	13.3
	65 – 80 U	12.2
	> 80 U	14.8
Nombre d'apports de potasse	pas d'apport	51.9
	1 apport	46.4
	> 1 apport	1.7
Quantité totale de potasse	nulle	51.9
	< 50 U	11.3
	50 – 70 U	12.9
	70 – 90 U	9.5
	> 90 U	14.3
Nombre d'apports de matières organiques	pas d'apport	96.5
	au moins 1 apport	3.5
Nombre d'application de régulateurs de croissance	pas de régulateur	23.2
	1 application	50.9
	> 1 application	26
Nombre de désherbants	pas de désherbage	0.9
	1 désherbant	11.2
	2 désherbants	38.1
	3 désherbants	32.6
	> 3 désherbants	17.3
Pratique du désherbage mécanique		
Nombre d'insecticides	pas d'insecticide	52.9
	1 insecticide	40.9
	> 1 insecticide	6.1
Nombre de fongicides	pas de fongicide	2.9
	1 à 2 fongicides	28.9
	3 fongicides	30.3
	4 à 5 fongicides	33.1
	> 5 fongicides	4.8
Nombre de traitements anti-limaces	pas de traitement	66.4
	1 anti-limaces	23.3
	> 1 anti-limaces	10.4
Date de récolte	du 16/06 au 15/07	3.3
	du 16/07 au 31/07	61
	du 1/08 au 15/08	32.2
	du 16/08 au 30/09	3.4
Rendement	< 65 qx	22.6
	65 – 75 qx	25.8
	75 – 85 qx	26.4
	> 85 qx	25.2
Précédent cultural*	betterave	10.8
	blé	18.4
	colza	30.5
	colza de printemps	1.6
	escourgeon	1.7
	maïs fourrage	6
	maïs grain	6
	pomme de terre	3
	pois	11.5
	tournesol	2.2
	autres	8.4
Zone agricole*	Argonne	6.4
	Brie – Beauce	18.8
	Champagne crayeuse	8
	Champagne humide	1.9
	Limons riches	22.3
	Morvan	4.3
	Paris	1.6
	Perche	4.7
	Plateaux jurassiques	11.6
	Plateaux normands	7.7
	Vignoble	1.6
	Yonne	11.2
Drainage de la parcelle*	oui	16.6
	non	83.4
Irrigation de la parcelle*		
Pratique d'un engrais vert ou d'une CIPAN*	oui	0.5
	non	99.5
Apport d'une fumure organique sur les 10 dernières années*	jamais	58.3
	de temps en temps	24.7
	régulièrement	17

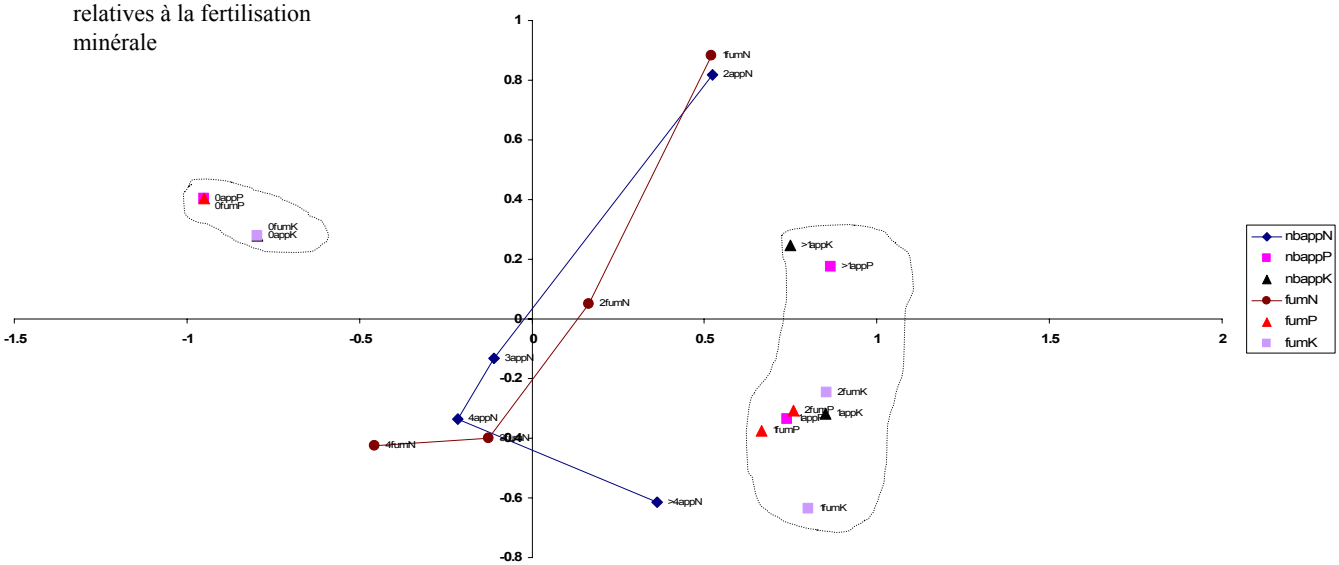
* Variables définies comme supplémentaires dans les analyses

Figure 22 – Premier plan factoriel de l'AFCM sur les interventions culturales sur blé en 2001

Modalités des variables relatives aux travaux du sol, dates de semis et de récolte et rendements



Modalités des variables relatives à la fertilisation minérale



Modalités des variables relatives aux traitements phytosanitaires

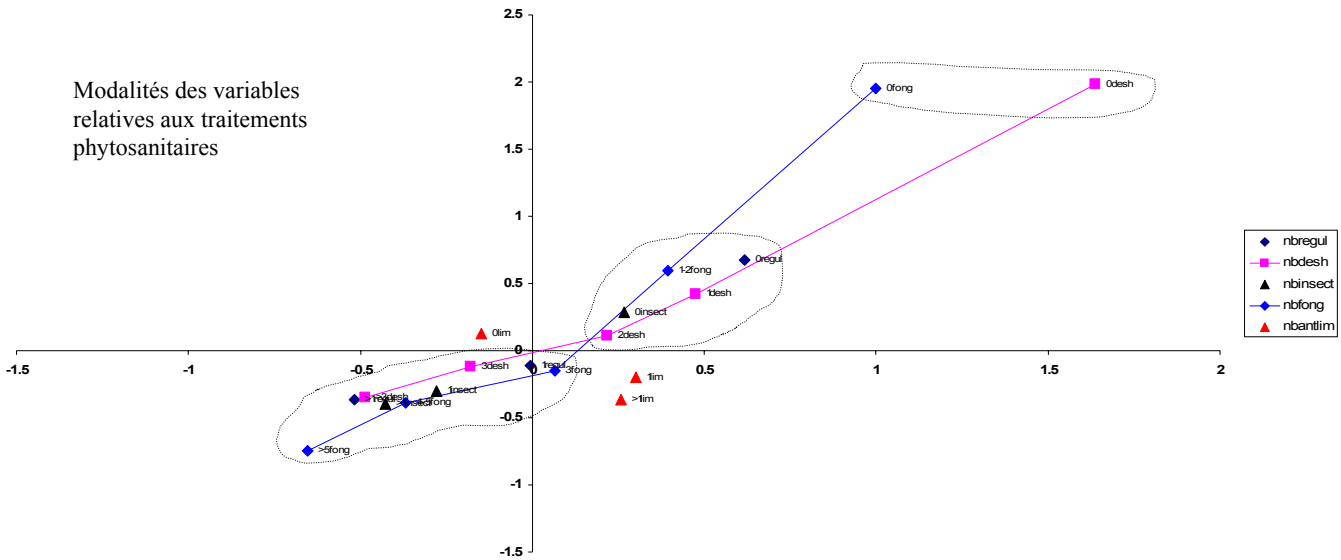


Figure 23 – Localisation des types d'itinéraires techniques sur blé en 2001

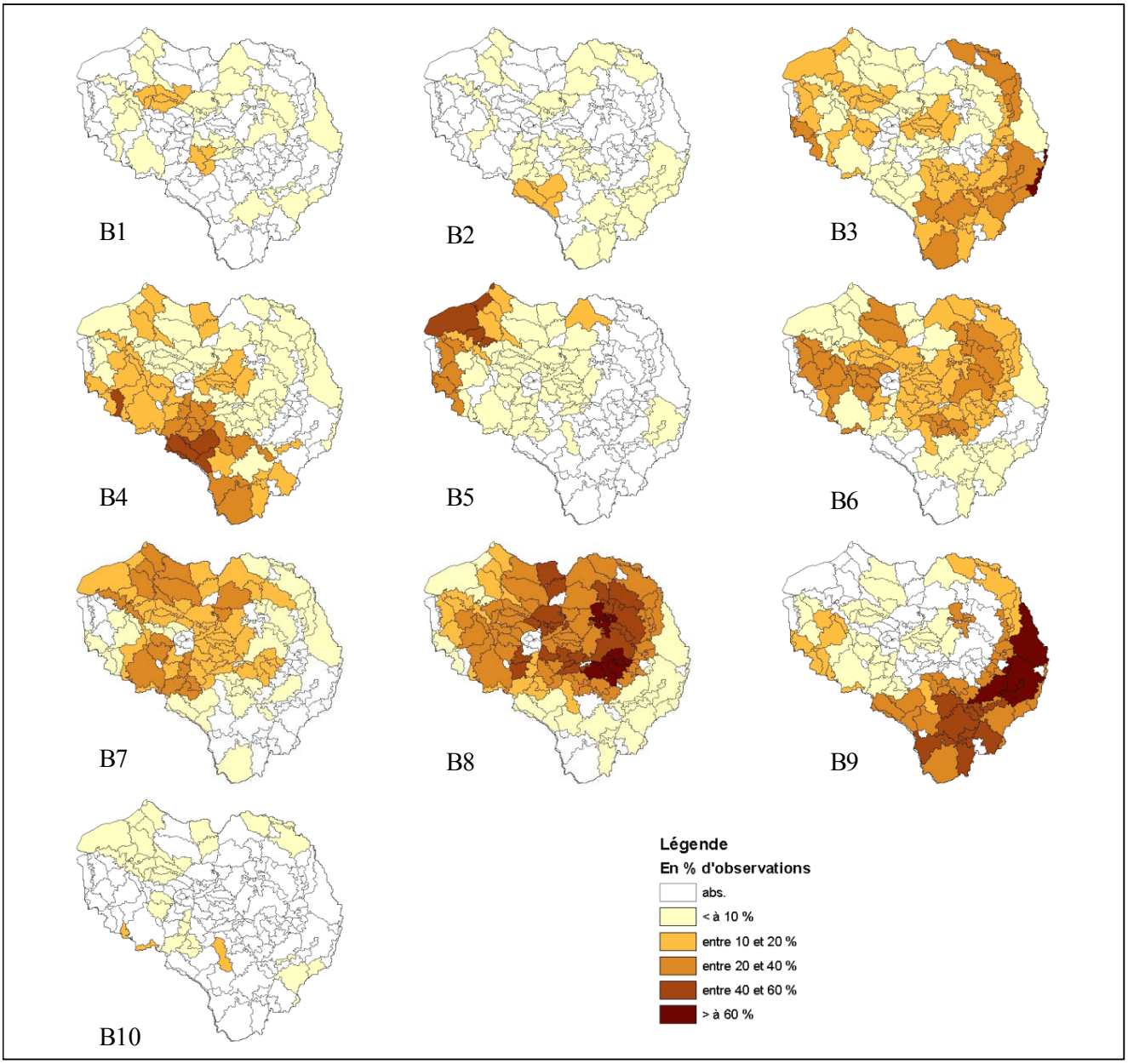


Tableau 5 - Caractéristiques des 10 types d'itinéraires techniques sur blé

Variables	Modalités	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Nombre de parcelles		20	23	171	155	78	162	138	300	224	19
Nombre de passages d'outils de préparation du sol	1 passage	10	8.7	9.4	7.1	2.6	8	6.5	16	8.9	**15.8**
	2 passages	65	43.5	56.7	68.4	70.5	39.5	**74.6**	57.7	28.6	**68.4**
	3 passages	20	39.1	22.2	18.1	20.5	43.2	13	21	33	5.3
	> 3 passages	5	8.7	11.7	6.5	6.4	9.3	5.8	5.3	29.5	10.5
Implantation avec labour*	sans labour	**30**	8.7	**19.3**	8.4		**16.7**	6.5	**28.7**	**21**	**26.3**
	avec labour	70	91.3	80.7	91.6	100	83.3	93.5	71.3	79	73.7
Date de labour	sans labour	30	8.7	19.3	8.4		16.7	6.5	28.7	21	26.3
	du 1/07 au 31/08	5	8.7	8.8			0.6	0.7	0.7	27.2	
	du 1/09 au 15/09		4.3	17.5	8.4		3.7	1.4	2.3	24.1	
	du 16/09 au 30/09		21.7	14.6	11.6	1.3	16	0.7	4.3	13.4	10.5
	du 1/10 au 15/10	35	17.4	29.2	9	2.6	59.3		26	13.8	5.3
	du 16/10 au 31/10	20	21.7	9.9	**62.6**		3.7	5.8	38	0.4	31.6
	du 1/11 au 30/11	10	4.3			6.4		**84.8**			5.3
	du 1/12 au 28/02		13	0.6		**89.7**					21.1
Date de semis	du 1/09 au 30/09	5	**21.7**	12.9			4.3		1.7	**34.4**	5.3
	du 1/10 au 15/10	**50**	**30.4**	**49.7**	7.7		**80.2**		**43.7**	**49.6**	15.8
	du 16/10 au 31/10	**30**	**30.4**	**35.1**	**88.4**		14.8		**53**	15.6	47.4
	du 1/11 au 15/11	15	8.7		0.6			71	0.7		5.3
	du 16/11 au 31/12		8.7	1.2	3.2	**57.7**	0.6	29	0.7	0.4	26.3
	du 1/01 au 28/02			1.2		**42.3**			0.3		
Nombre d'apports d'azote minéral	pas d'apport	**100**									
	1 apport		**100**								
	2 apports			**29.2**	**33.5**	**26.9**	12.3	18.1	8.3	14.7	31.6
	3 apports			**62**	**52.3**	**55.1**	**74.1**	**66.7**	**69.7**	**57.1**	31.6
	4 apports			8.2	11.6	17.9	12.3	15.2	**20**	**22.8**	31.6
	> 4 apports			0.6	2.6		1.2		2	5.4	5.3
Quantité totale d'azote minéral	nulle	**100**									
	< 170 U		**69.6**	**42.7**	42.6	**44.9**	9.3	26.1	7.7	19.2	26.3
	170 – 190 U		13	**30.4**	9.7	**28.2**	27.8	15.9	16.3	33.9	26.3
	190 – 210 U		4.3	19.9	22.6	11.5	28.4	21	**29**	29.5	10.5
	> 210 U		13	7	25.2	15.4	34.6	37	**47**	17.4	36.8
Nombre d'apports de phosphore	pas d'apport	**90**	34.8	**84.8**	1.3	**47.4**		**51.4**	**92**	8	
	1 apport	10	**65.2**	15.2	**98.7**	**51.3**	**100**	**47.8**	8	**88.8**	
	> 1 apport					1.3		0.7		3.1	**100**
Quantité totale de phosphore	nulle	**90**	34.8	**84.8**	1.3	47.4		51.4	**92**	8	
	< 50 U	5	4.3	4.7	38.1	16.7	24.1	13.8	2.3	19.6	15.8
	50 – 65 U	5	**60.9**	3.5	21.9	17.9	22.8	12.3	0.7	25.4	5.3
	65 – 80 U			2.9	21.9	2.6	13.6	15.2	1.3	26.8	**26.3**
	> 80 U			4.1	16.8	15.4	39.5	7.2	3.7	20.1	**52.6**
Nombre d'apports de potasse	pas d'apport	**85**	39.1	**98.8**	0.6	**41**		54.3	**98**	32.1	
	1 apport	15	**60.9**	1.2	**99.4**	**59**	**100**	45.7	2	**66.5**	
	> 1 apport									1.3	**100**
Quantité totale de potasse	nulle	**85**	39.1	**98.8**	0.6	41		54.3	**98**	32.1	
	< 50 U				**35.5**	2.6	12.3	10.1	0.3	23.7	5.3
	50 – 70 U	15	**60.9**	0.6	**30.3**	7.7	21	11.6	1.7	25.9	10.5
	70 – 90 U			0.6	18.1	16.7	19.1	10.1		11.6	10.5
	> 90 U				15.5	32.1	**47.5**	13.8		6.7	**73.7**
Nombre d'apports de matières organiques	pas d'apport	75	91.3	90.6	96.1	100	98.8	97.8	98.7	97.3	94.7
	au moins 1 apport	**25**	**8.7**	**9.4**	3.9		1.2	2.2	1.3	2.7	5.3
Nombre d'application de régulateurs de	pas de régulateur	40	**60.9**	**50.3**	34.2	24.4	4.3	23.9	2.3	30.4	21.1
	1 application	30	21.7	41.5	53.5	51.3	54.3	53.6	53	52.2	68.4
	> 1 application	30	17.4	8.2	12.3	24.4	**41.4**	22.5	**44.7**	17.4	10.5

croissance											
Nombre de désherbants	pas de désherbage	20	4.3	0.6	2.6			0.7			
	1 désherbant	15	26.1	14	17.4	21.8	9.9	13	4.3	9.4	
	2 désherbants	25	30.4	45.6	45.2	39.7	36.4	34.8	31	39.7	57.9
	3 désherbants	15	30.4	31	23.9	29.5	29	34.1	36.7	39.3	26.3
	> 3 désherbants	25	8.7	8.8	11	9	24.7	17.4	28	11.6	15.8
Nombre d'insecticides	pas d'insecticide	60	60.9	**83**	54.2	69.2	35.2	37.7	31	**73.2**	57.9
	1 insecticide	30	26.1	15.2	38.7	25.6	58	58.7	58.7	23.2	36.8
	> 1 insecticide	10	13	1.8	7.1	5.1	6.8	3.6	10.3	3.6	5.3
Nombre de fongicides	pas de fongicide	**30**	**26.1**	3.5	6.5	3.8	0.6	2.2	0.3		5.3
	1 à 2 fongicides	20	30.4	**49.7**	31.6	**59**	11.1	30.4	10	**38.4**	31.6
	3 fongicides	15	26.1	**29.8**	32.3	**24.4**	**28.4**	29.7	**27.3**	**39.7**	21.1
	4 à 5 fongicides	30	17.4	16.4	29.7	11.5	**47.5**	33.3	**52.7**	20.1	**42.1**
	> 5 fongicides	5		0.6		1.3	**12.3**	4.3	9.7	1.8	
Nombre de traitements anti-limaces	pas de traitement	**75**	**78.3**	**52**	65.2	**87.2**	**66.7**	**87.7**	**81**	34.8	**78.9**
	1 anti-limaces	20	17.4	**35.1**	22.6	10.3	**21.6**	11.6	13.3	**42.4**	15.8
	> 1 anti-limaces	5	4.3	12.9	12.3	2.6	11.7	0.7	5.7	**22.8**	5.3
Date de récolte	du 16/06 au 15/07	10	8.7	5.3	3.2		1.2	1.4	3.7	3.6	10.5
	du 16/07 au 31/07	60	52.2	60.8	65.8	11.5	63	52.9	65.7	73.7	57.9
	du 1/08 au 15/08	25	39.1	32.2	28.4	**71.8**	32.7	39.9	28	22.8	21.1
	du 16/08 au 30/09	5		1.8	2.6	**16.7**	3.1	5.8	2.7		10.5
Rendement	< 65 qx	40	47.8	**46.2**	34.2	33.3	5.6	14.5	4	30.4	26.3
	65 – 75 qx	15	13	**36.8**	21.9	17.9	18.5	23.2	18.7	42	21.1
	75 – 85 qx	20	17.4	11.1	33.5	26.9	**38.3**	33.3	**26**	21.9	31.6
	> 85 qx	25	21.7	5.8	10.3	21.8	**37.7**	29	**51.3**	5.8	21.1
Précédent cultural*	betterave	**25**	4.3	3.5	5.2	**24.4**	3.1	**36.2**	14.7		5.3
	blé	**25**	**30.4**	**18.1**	29	**19.2**	**20.4**	**13**	11.7	**19.6**	**21.1**
	colza	10	**26.1**	**43.9**	17.4	2.6	**36.4**	5.1	24	**61.2**	**31.6**
	colza de printemps	5		4.1	0.6		1.9		0.7	2.2	5.3
	escourgeon			1.8	1.9	5.1	1.9		1	2.7	
	maïs fourrage		4.3	8.2	7.1	**23.1**	3.1	5.1	4.7	2.2	10.5
	maïs grain	5	**17.4**	2.3	7.1	5.1	3.7	**18.8**	6.7	0.4	5.3
	pomme de terre			0.6	3.2	3.8	0.6	6.5	6	0.4	5.3
	pois	**20**	8.7	8.2	5.8	**10.3**	19.8	8.7	18.7	4.5	5.3
	tournesol			3.5	5.2		0.6	2.2	2	2.2	
	autres	10		5.8	17.4	6.4	8.6	4.3	10	4.5	10.5
Apport d'une fumure organique sur les 10 dernières années*	jamais	**65**	**65.2**	44.4	**61.9**	30.8	**67.3**	55.8	**61.3**	**65.6**	30.8
	de temps en temps	15	26.1	24	27.1	29.5	21.6	26.1	23.7	25	29.5
	régulièrement	20	8.7	**31.6**	11	**39.7**	11.1	18.1	15	9.4	**39.7**

Encadré 1 - Méthode de calcul des successions à partir des dires d'experts et des données RGA et Ter-Uti

Exemple de la PRA Pays d'Othe (10319), période 1990 - 2000

1 - Evaluation de la fiabilité des successions de l'expert

L'expert a décrit les successions de la façon suivante :

Successions de l'expert	% dans la PRA	Poids représenté par chaque culture de la succession
Colza - blé - orge	75%	25%
Pois - blé - orge	10%	3.5%
Tournesol - blé - orge	5%	1.5%
Maïs (monoculture)	10%	10%

Nous pouvons en déduire le pourcentage représenté par chaque culture dans l'assolement de la PRA selon l'expert (ex. pour le blé : 25 + 3.5 + 1.5= 30%), et le comparer à la moyenne des valeurs des deux RGA qui encadrent la période (1988 et 2000) et à la probabilité moyenne d'occurrence des cultures calculée par les HMM sur les données Ter-Uti 1992 - 1998.

en %	RGA (moyenne 1988-2000)	Ter-Uti (1992-1998) par HMM	Dires d'experts	Différence (RGA-dires d'experts)
Blé	36%	31.4%	30%	-6%
Orge	20%	18.8%	30%	10%
Maïs grain	4.5%	5.2%	10%	5.5%
Colza	13.5%	13%	25%	11.5%
Tournesol	4.5%	5.5%	1.5%	-3%
Pois	5.5%	4%	3.5%	-2%
Prairies permanentes	5%	7%	0%	-5%
Jachères	3.4%	6.3%	0%	-3.4%
Total	92%	91.2%		

2 - Modalités de correction des dires d'experts

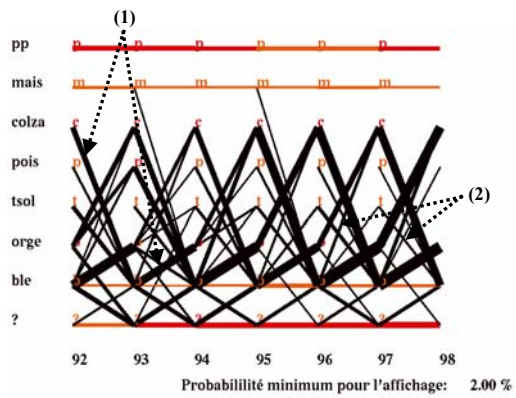
Pour corriger les dires d'expert, deux solutions sont envisageables :

- **améliorer le pourcentage affecté à chaque succession** en attribuant à chaque culture de la succession la valeur de la tête de rotation issue des RGA : par exemple, le colza étant estimé à 13.5% par la moyenne des RGA de 1988 et 2000, la succession colza-blé-orge représenterait (13.5x3)=40.5% de la PRA. On effectue alors un "calage" en fonction du poids des têtes de rotation, mais qui risque de fausser le poids des céréales. Ainsi, dans notre exemple, l'escourgeon aura le même poids que le blé, alors que les RGA montrent une nette prépondérance de ce dernier. Cela laisse supposer que d'autres successions n'ont pas été citées par l'expert.

- **améliorer la nature des successions** voire en rechercher de nouvelles, quand il paraît évident que les successions à dires d'expert ne permettront pas un ajustement satisfaisant avec les valeurs des RGA. Dans notre exemple, nous supposons que l'expert accorde un poids trop élevé aux successions triennales de type "tête de rotation - blé - orge", alors qu'il existe certainement des successions biennales ou quadriennales associant une ou deux têtes de rotation et le blé. Pour mettre en évidence ces autres successions, nous utilisons les diagrammes de Markov construits sur les données Ter-Uti

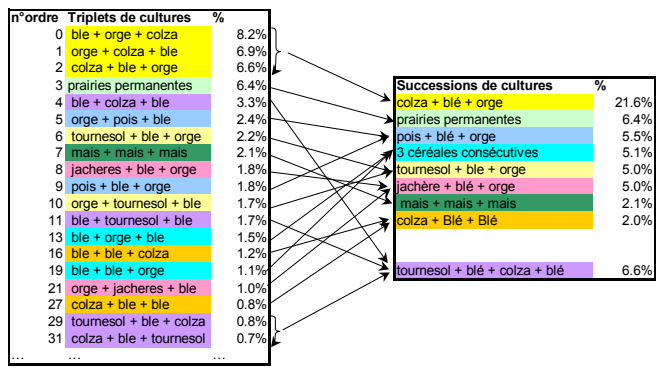
3 - Recherche des successions par HMM sur l'enquête Ter-Uti

Diagramme de Markov sur le Pays d'Othe



Le diagramme montre clairement la prédominance de la succession colza-blé-orge (1), mais il indique également que le colza peut être précédé d'un blé au sein de séquences du type "?-blé-colza-blé". Pour retrouver la première tête de rotation, qui peut être un autre colza, un tournesol ou un pois, nous utilisons les HMM pour reconstituer les probabilités de transition entre triplets de cultures.

Probabilités moyennes d'occurrence des triplets de cultures de 1992 à 1998 et reconstitution des successions de cultures



Les successions triennales ont été obtenues en regroupant les triplets comportant les mêmes cultures puis en calculant le pourcentage total obtenu. Pour reconstituer les successions quadriennales, nous avons regroupé les triplets comportant deux têtes de rotation : les triplets tournesol-blé-colza et colza-blé-tournesol étant les plus probables, nous recréons la succession tournesol-blé-colza-blé.

4 - Calage définitif des successions Ter-Uti avec les données RGA

Nous avons bien retrouvé les successions triennales et la monoculture de maïs décrites par l'expert. A celles-ci s'ajoutent des successions triennales incluant la jachère en tête de rotation ou le colza suivi de deux blés, des successions quadriennales de type tournesol-blé-colza-blé et des monocultures de céréales au moins durant 3 années consécutives (de type blé-blé-blé, blé-blé-orge ou blé-orge-orge).

Les proportions affectées à chaque succession peuvent être finalement affinées par calage avec les RGA, selon le calcul explicité dans l'étape 1.

Successions définitives dans le Pays d'Othe de 1990 à 2000

Successions de culture	% dans la PRA
Colza + blé + orge	22.5%
Tournesol + blé + orge	6.8%
Pois + blé + orge	16.5%
Jachère + blé + orge	10.5%
Colza + blé + blé	11.3%
Tournesol + blé + colza + blé	9.0%
Maïs monoculture	4.5%
Blé + blé + orge	7.5%
Prairies permanentes	5.0%
Total	94%

Figure 24 - Segmentation du bassin de la Marne selon l'évolution des occupations du sol depuis 1970

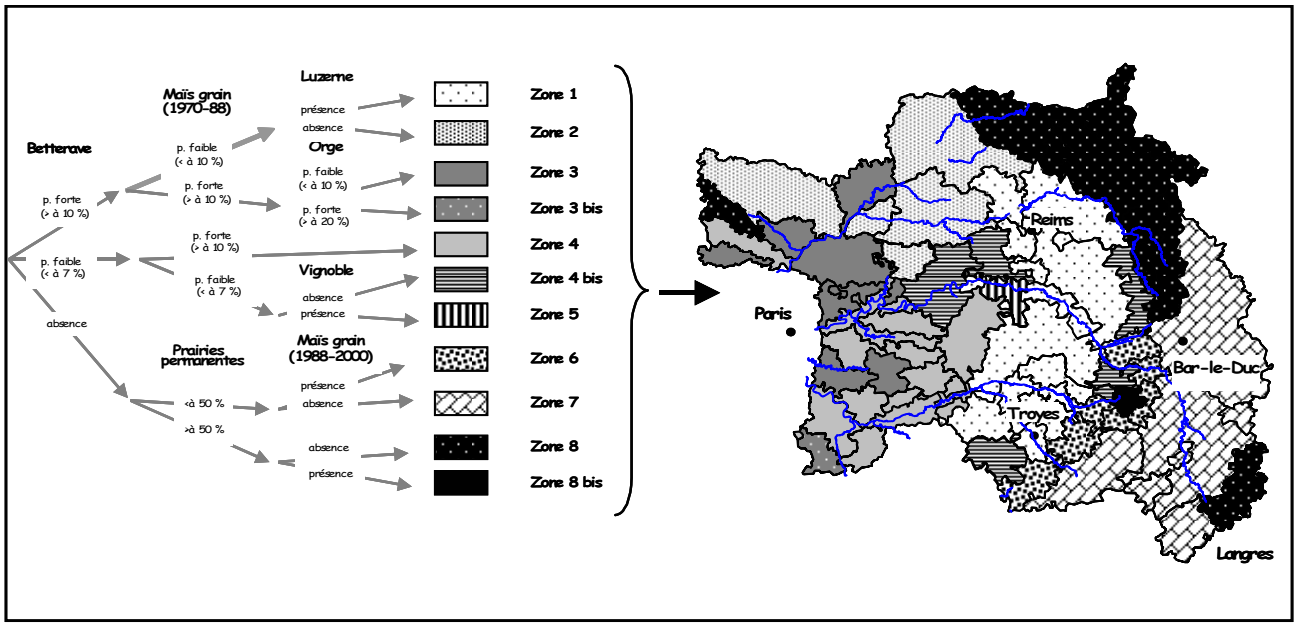
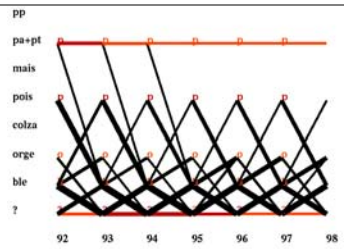
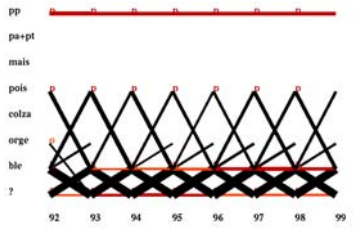
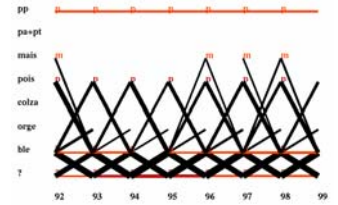
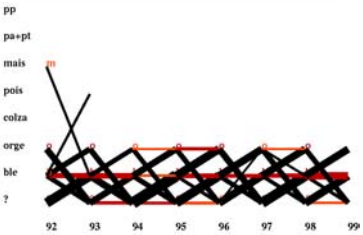
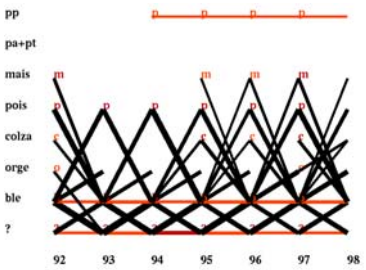
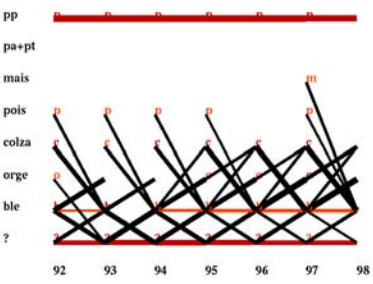
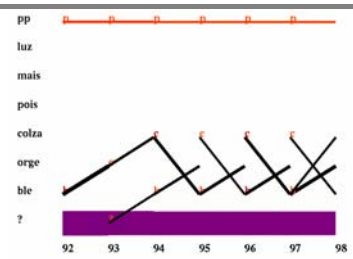
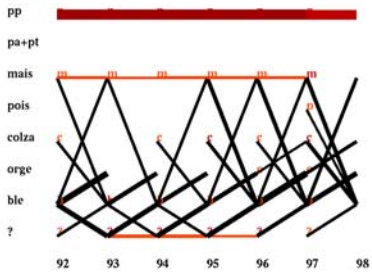
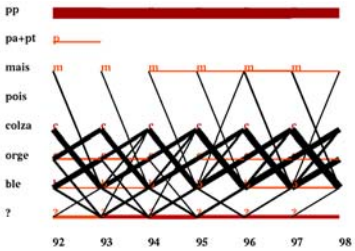
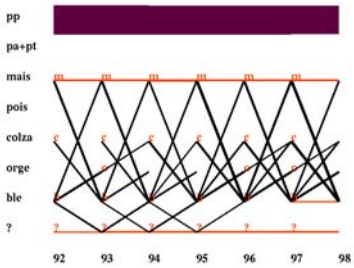
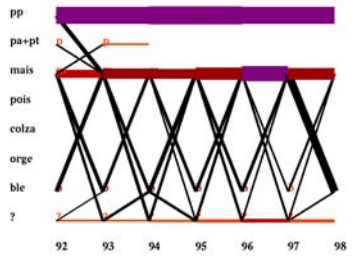


Tableau 6 - Evolution des successions de cultures par zone depuis 1970

	Successions à dire d'experts			Successions d'après l'enquête Ter-Uti
	Période 1970-1980	**Période 1980-1990**	**Période 1990-2000**	
Zone 1	LL(L)-B-C-B-Mg-B-OH Bt-B-OH Bt-B-Mg-B	LL(L)-B-Mg-B-C-B-OH Bt-B-P-B Bt-P-B-OP	LL(L)-B-C-B-P-B-OH Bt-B-P-B-OP	
Zone 2	Bt-B-B (ou OP) Bt-B-Pdt-B	Bt-B-B (ou OH) Bt-B-Pdt-B Bt-B-P-B	Bt-B-B (ou OH) Bt-B-Pdt-B Bt-B-P-B	
Zone 3	Bt-B-Mg-B Mg-B-OP Mg-B	Bt-B-Mg-B Bt-B-P-B Mg-B-OH C-B-OH	Bt-B-P-B Mg-B-OH C-B-B	
Zone 3 bis	Bt-B-OP Mg-B-OP	Bt-B-OP Mg-B-OP	Bt-B-OP Bt-B-B	
Zone 4	Mg-B-OP Mg-B Bt-B-Mg-B	Mg-B-OH Mg-B Bt-B-P-B C-B-OH T-B-OH	Mg-B-OH Bt-B-P-B C-B-OH T-B-OH C-B-P-B	
Zone 4 bis	Mg-B-OH Bt-B-Mg-B LL-B-A-B-Mf-B-OP	Mg-B C-B-OH Bt-B-P-B P-B-OH	C-B-OH P-B-OH Bt-B-P-B Mg-B	

Zone 5	Vigne	Vigne	Vigne	
Zone 6	Mg-B-OH Mg LL-B-A-B-Mf-B-OP	Mg-B-OH Mg Mf-B-OH C-B-OH	Mg-B-OH Mg-Mf-B C-B-OH	
Zone 7	A-B-OH-OP LLL-B-OH-OP Pt-Pt-B-OP-OP-OP Mf-B-OH	C-B-OH-OP Mf-B-OH LLL-B-OH-OP Pt-Pt-B-OH-OP	C-B-OH C-B C-B-B-OH-OP Mf-B-OH	
Zone 8	A-B-OH-OP Mf-B-OH	Mf-B-OH C-B-OH	Mf-B-OH C-B-OH Mf-Mf-B	
Zone 8 bis	Mf-Mf-Mg-B-OH Pt-Pt-A-B-OH	Mg-Mf-Mf-B Pt-Pt-B-OH-OP	Mg-Mg-Mf-B Pt-Pt-B-OH	

B = blé d'hiver, OH = orge d'hiver et escourgeon, OP = orge de printemps, C = colza d'hiver, Mg = maïs grain, Mf = maïs fourrage , Bt = betterave, T = tournesol, P = pois protéagineux, Pdt = pomme de terre, A = avoine, Pt = prairie temporaire, L = luzerne

Figure 25a - Cartographie des doses totales d'azote minéral apportées et des rendements sur blé dans les décennies 1970 et 1990

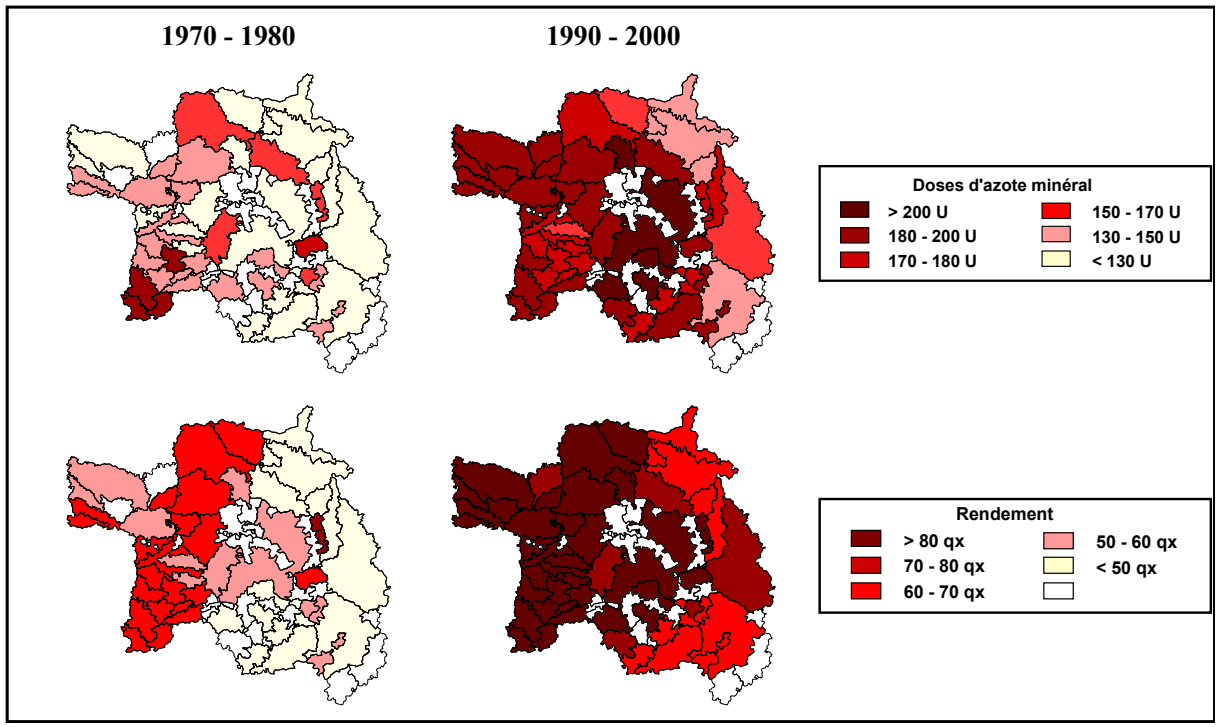


Figure 25b - Cartographie des doses totales d'azote minéral apportées et des rendements sur betterave dans les décennies 1970 et 1990

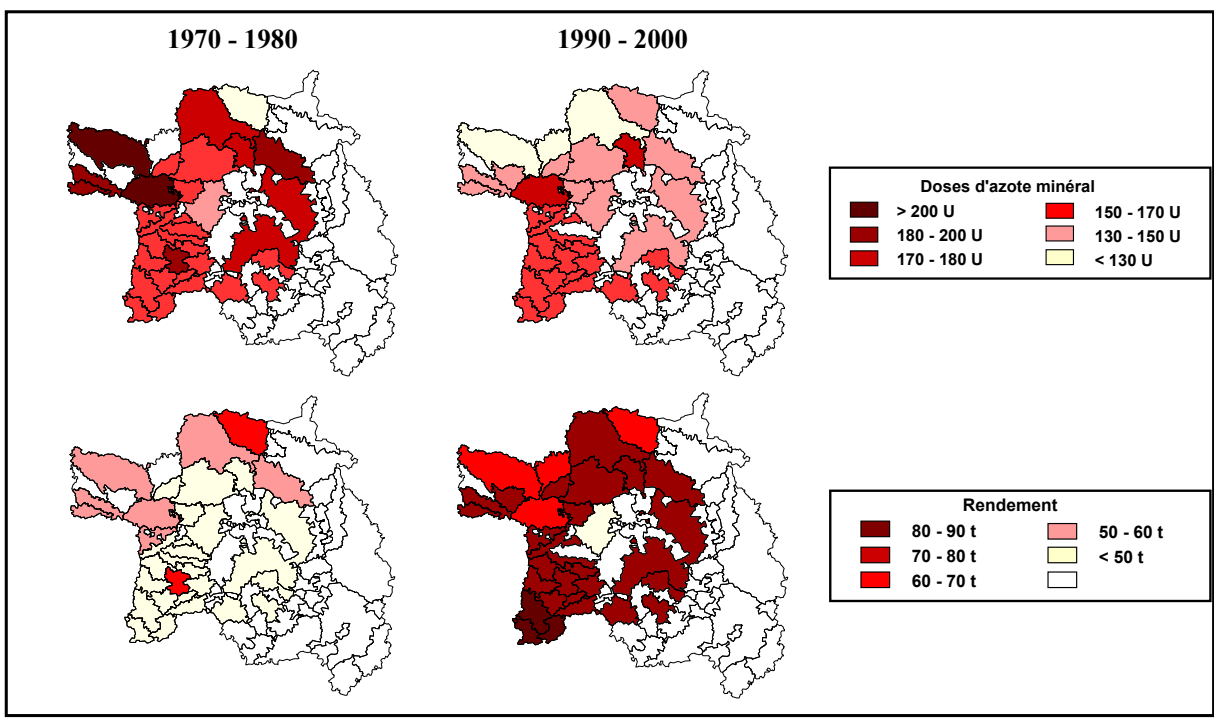
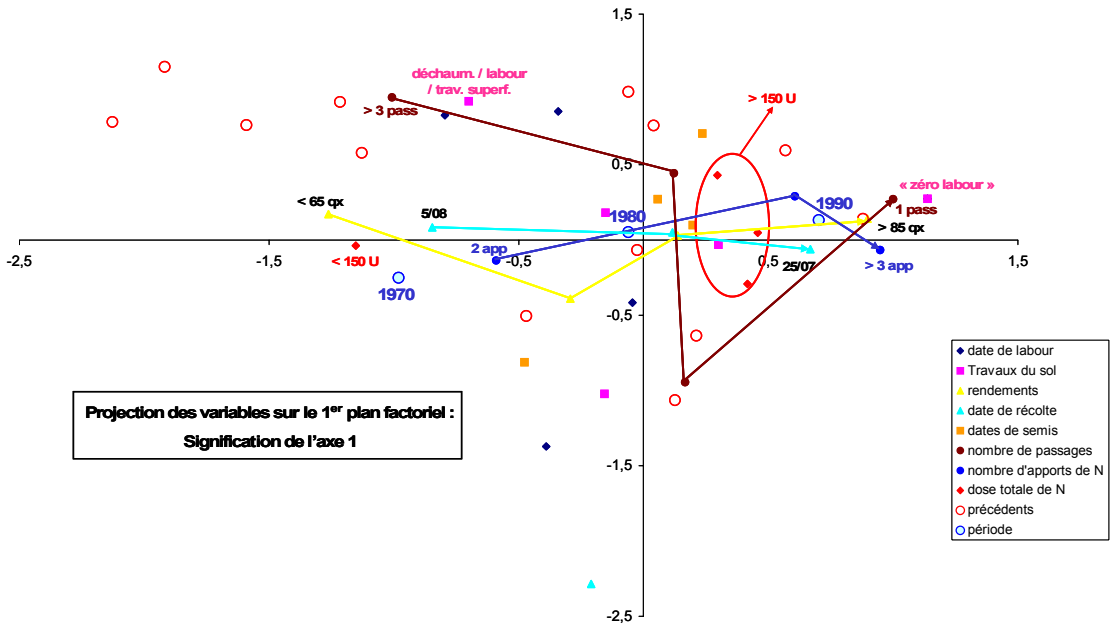


Table 7 - Comparison of mineral nitrogen fertilisation techniques defined by experts on the Meuse Barrois

		1970 - 1980		1980 - 1990		1990 - 2000	
		Expert Agricultural Board	Expert Cooperative	Expert Agricultural Board	Expert Cooperative	Expert Agricultural Board	Expert Cooperative
Winter wheat	Total nitrogen application (in nitrogen unit)	120	150	190	200	160	190
	Number and timing of applications	2 15/03 – 30/03 20/04 – 30/04	2 10/03 – 15/03 25/03 – 5/04	2 10/02 – 20/02 1/03 – 15/03	2 1/03 – 10/03 25/03 – 5/04	3 20/02 – 1/03 10/03 – 20/03 1/04 - 10/04	3 20/02 – 1/03 10/03 – 25/03 1/05 – 10/05
Rape seed	Total nitrogen application (in nitrogen unit)	-	150	220	200	180	180
	Number and timing of applications	-	2 20/03 – 30/03 20/04 – 30/04	3 10/09 – 20/10 1/03 – 15/03 20/03 – 30/03	2 20/03 – 30/03 20/04 – 30/04	2 20/02 – 25/02 15/03 – 20/03	2 20/02 – 5/03 15/03 – 1/04
6-row barley	Total nitrogen application (in nitrogen unit)	120	140	160	170	160	160
	Number and timing of applications	2 1/03 – 15/03 1/04 - 15/04	2 5/03 – 10/03 10/04 – 15/04	2 20/02 – 1/03 20/03 – 30/03	2 5/03 – 10/03 10/04 – 15/04	2 20/02 – 28/02 10/03 – 20/03	2 25/02 – 5/03 25/03 – 5/04
Spring barley	Total nitrogen application (in nitrogen unit)	90 + 40 t (organic)	120	120 + 40 t (organic)	-	140	140
	Number and timing of applications	1 10/03 – 30/04	2 15/04 – 25/04 1/05 – 10/05	1 10/03 – 30/04	-	2 1/03 – 10/03 1/04 - 10/04	2 1/03 – 10/03 1/04 - 10/04
Fodder maize	Total nitrogen application (in nitrogen unit)	120 + 90 t (organic)	140 + 55 t (organic)	150 + 60 t (organic)	140 +50 t (organic)	150 + 50 t (organic)	140 + 50 t (organic)
	Number and timing of applications	1 20/04 – 15/05	1 20/04 – 15/05	1 15/04 – 10/05	1 20/04 – 15/05	1 10/04 – 25/04	1 20/04 – 15/05

Figure 26 – Premier plan factoriel de l'AFCM sur les itinéraires techniques sur blé définis à dire d'experts



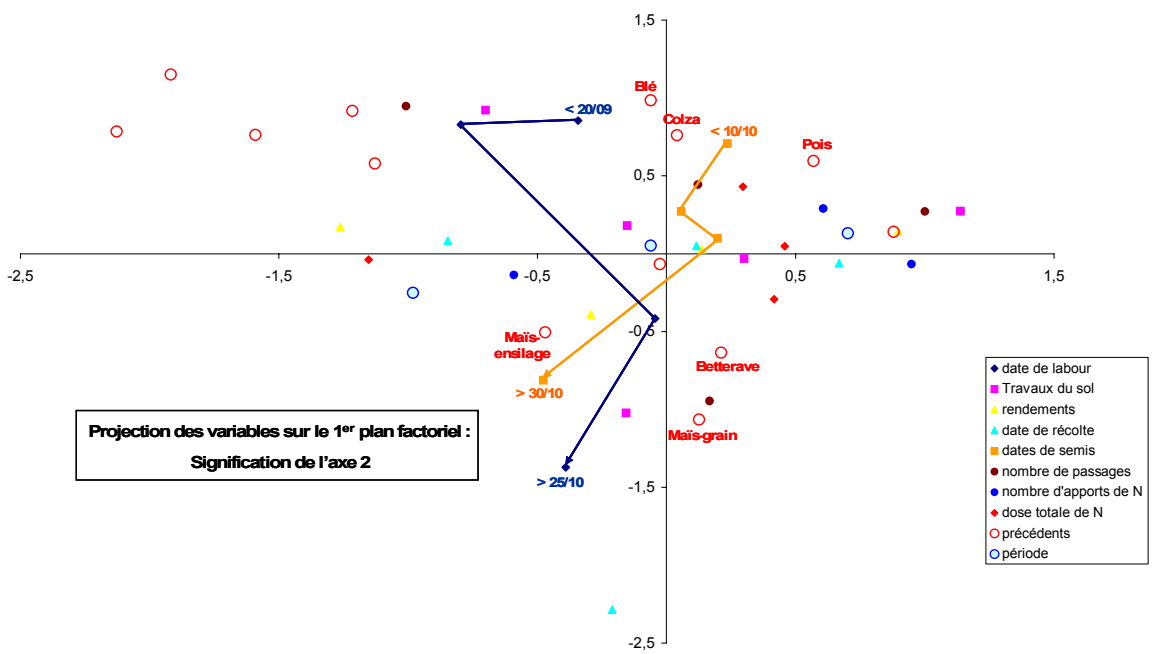


Figure 27 – Définition des 12 types d'itinéraires techniques sur blé sur la période 1970 - 2000

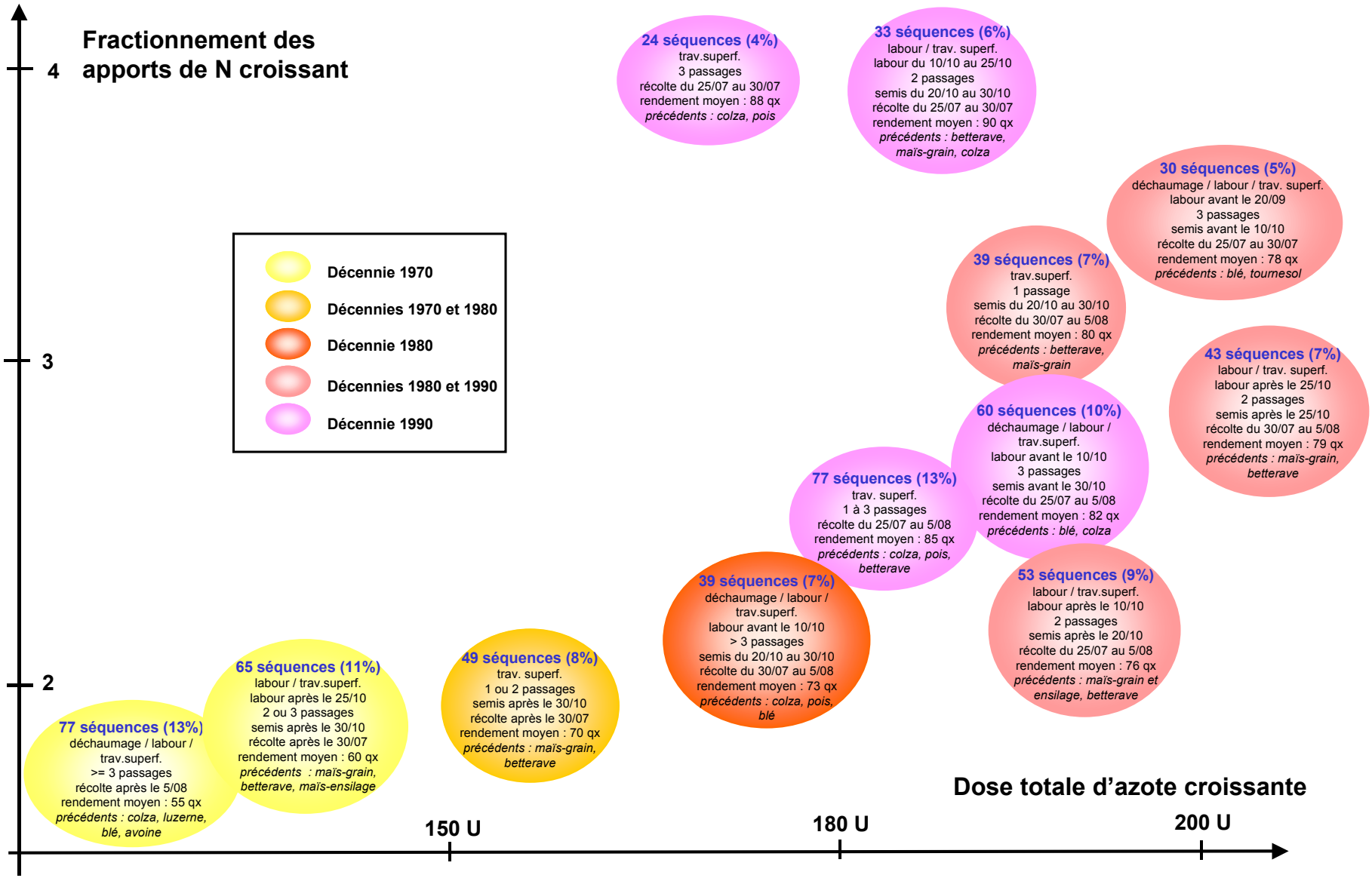
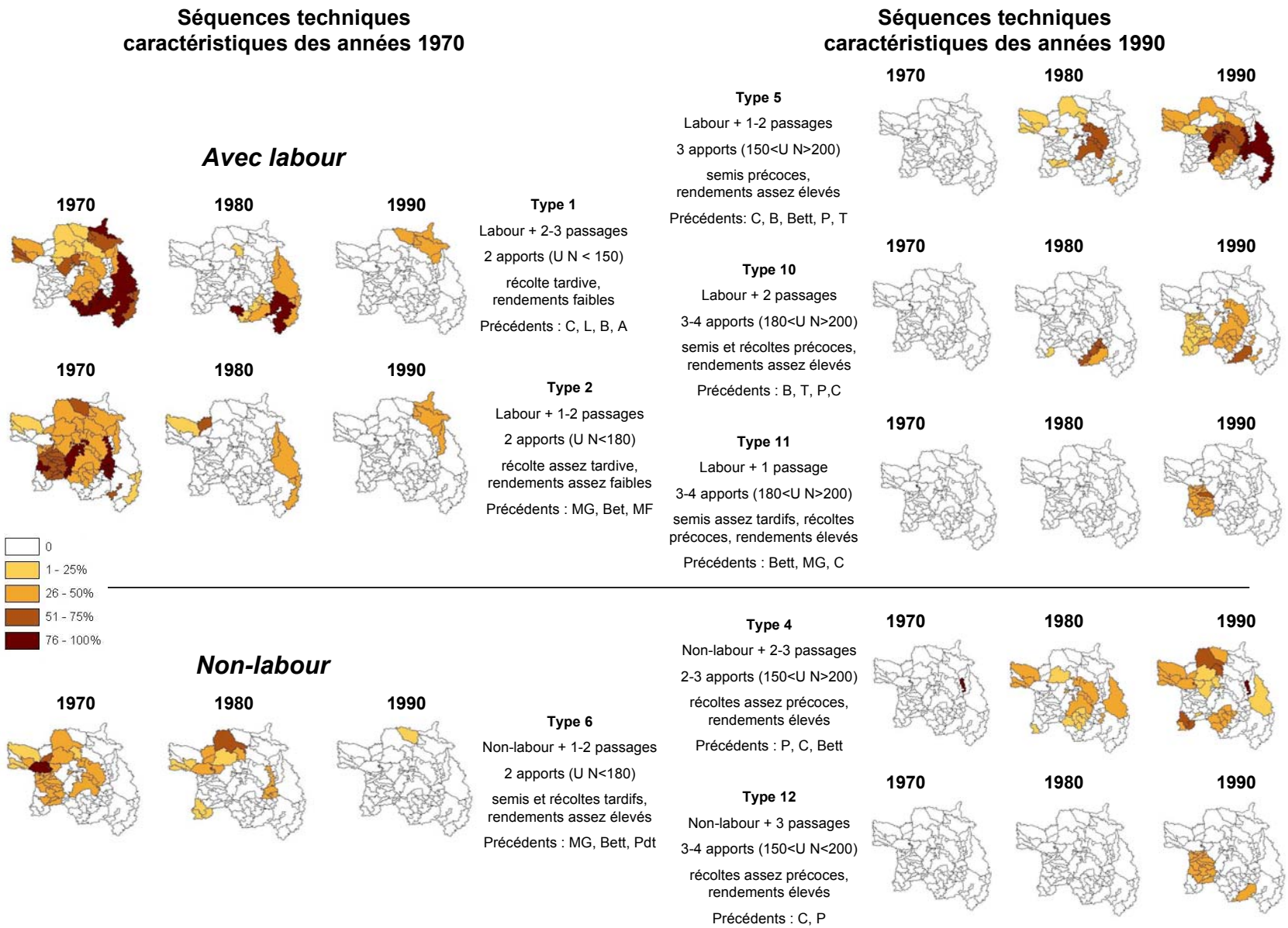


Figure 28 – Evolution des itinéraires techniques sur blé entre 1970 et 1990



Chapitre 6

Figure 29 – Nombre de sièges d'exploitations localisés dans la commune pour 100 ha

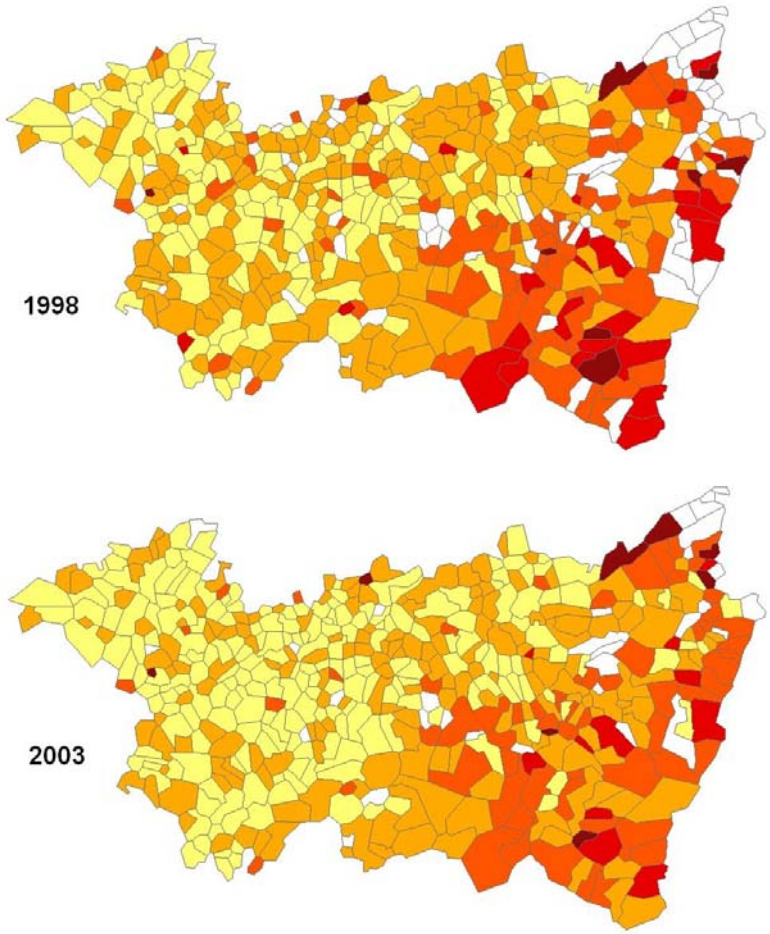


Figure 30 – Pourcentage de surface exploité à l'extérieur de la commune du siège d'exploitation

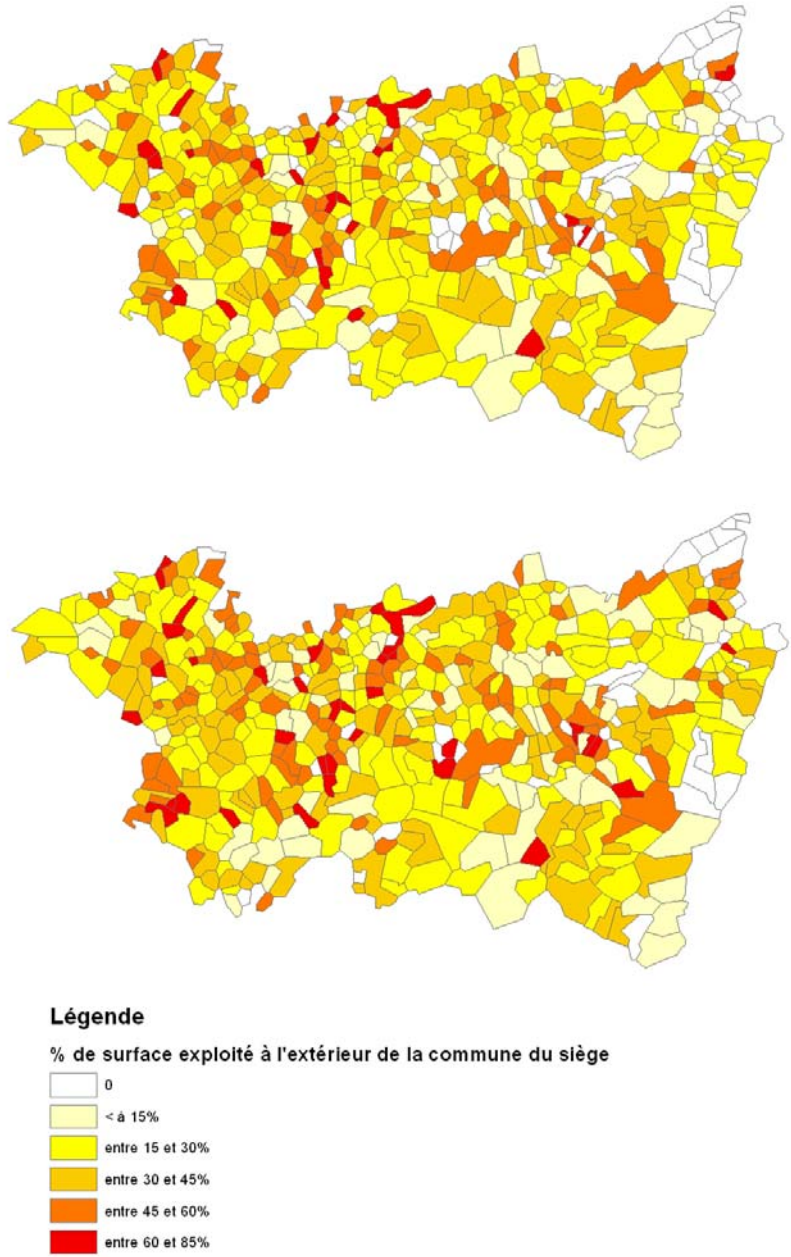


Figure 31 – Typologie des communes vosgiennes selon un gradient conquis → conquérant

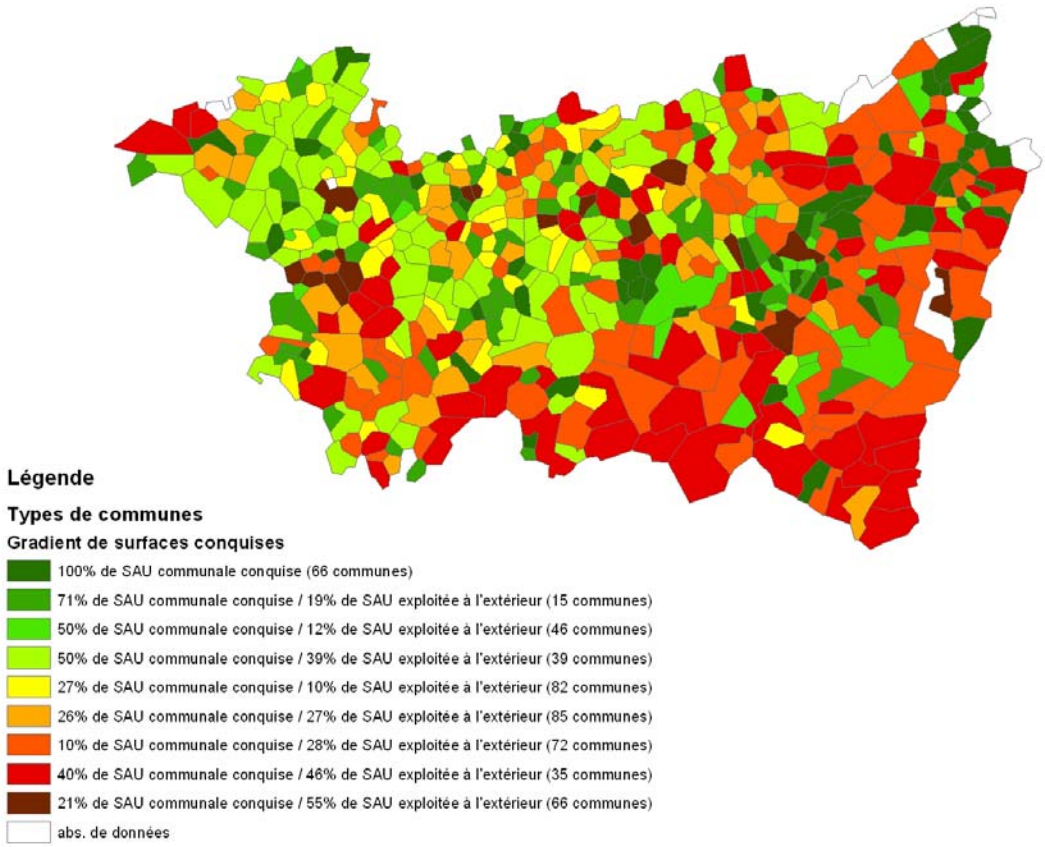
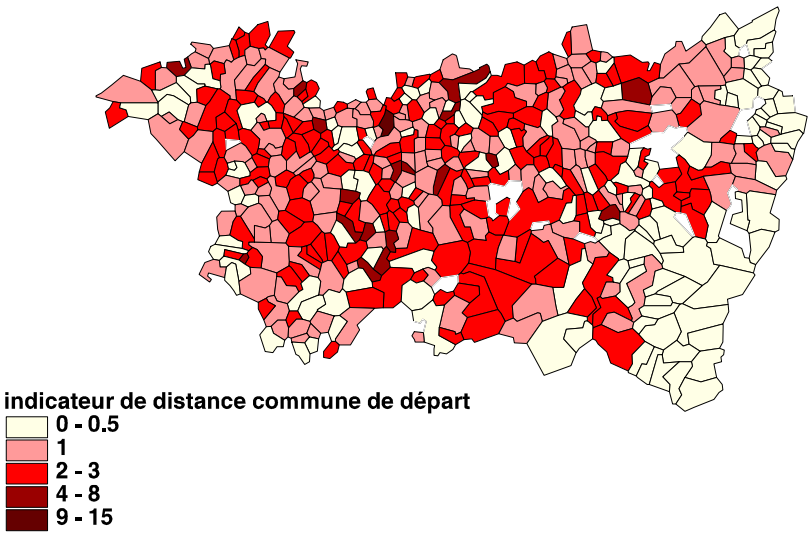


Figure 32 - Indicateur de distance « commune de départ » et exemples de dispersion de parcellaire



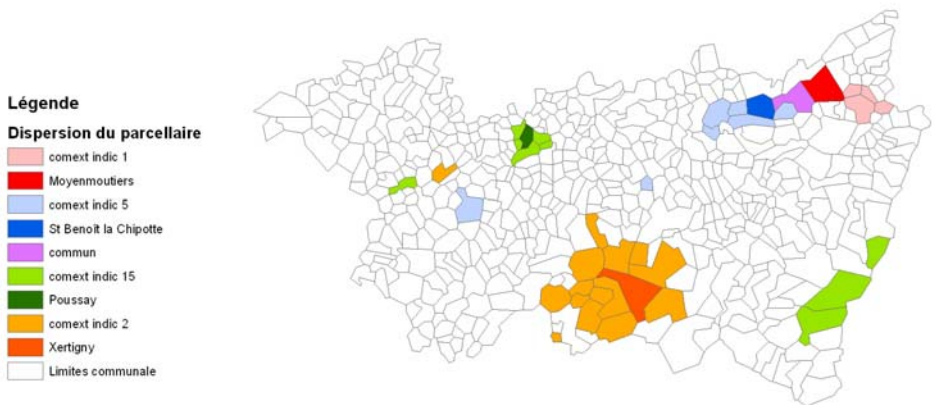
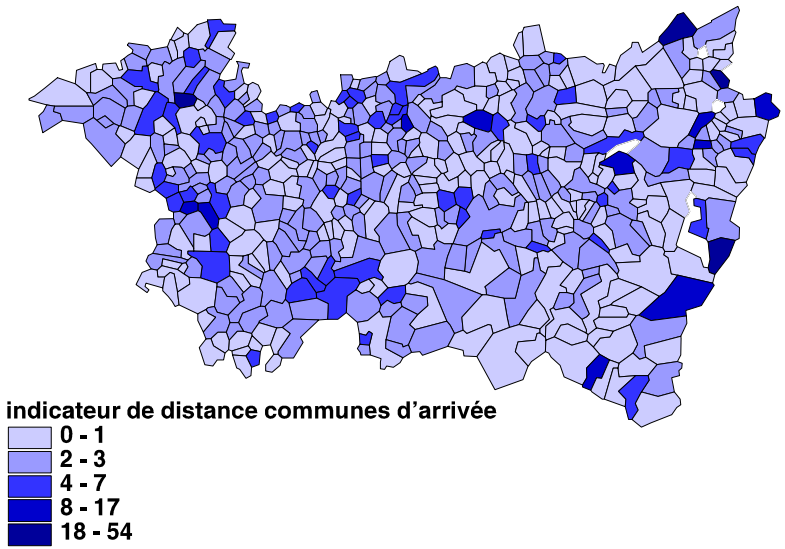


Figure 33 – Indicateur de distance « commune d'arrivée » et exemples de dispersion de parcellaire



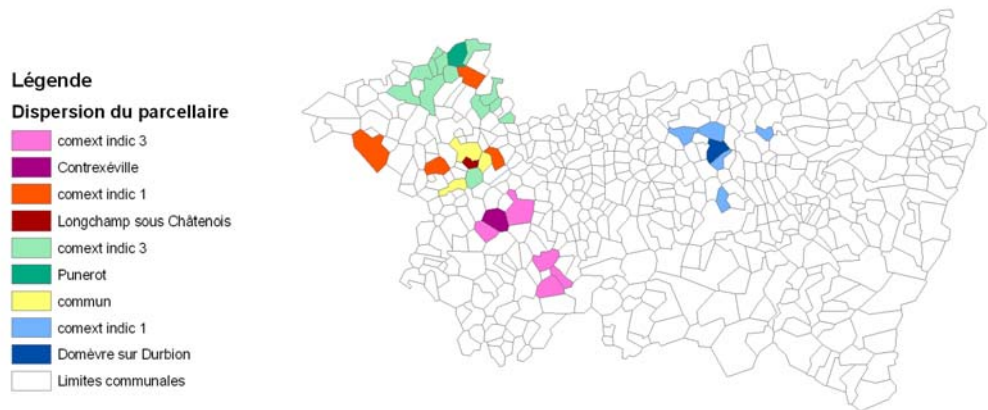
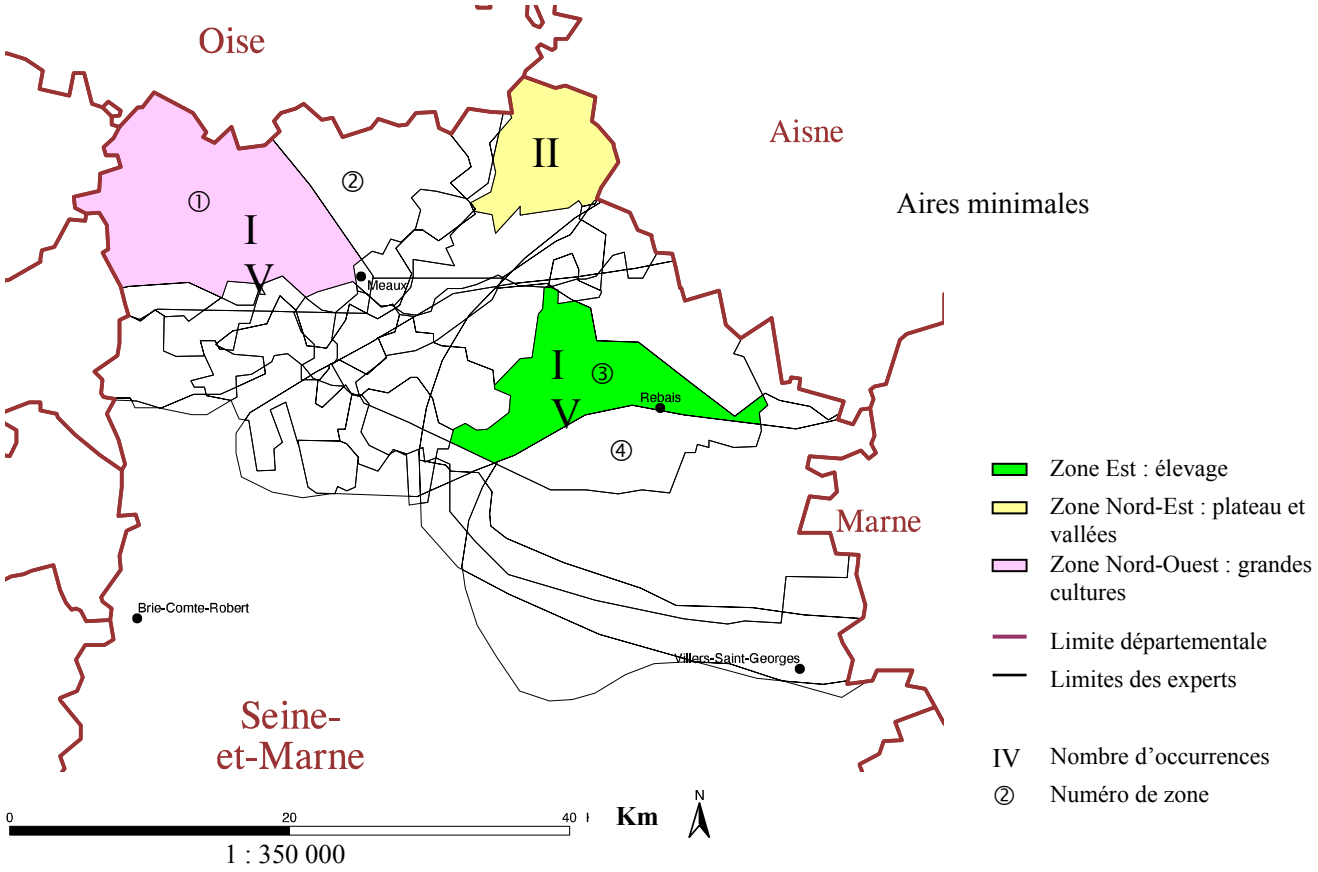
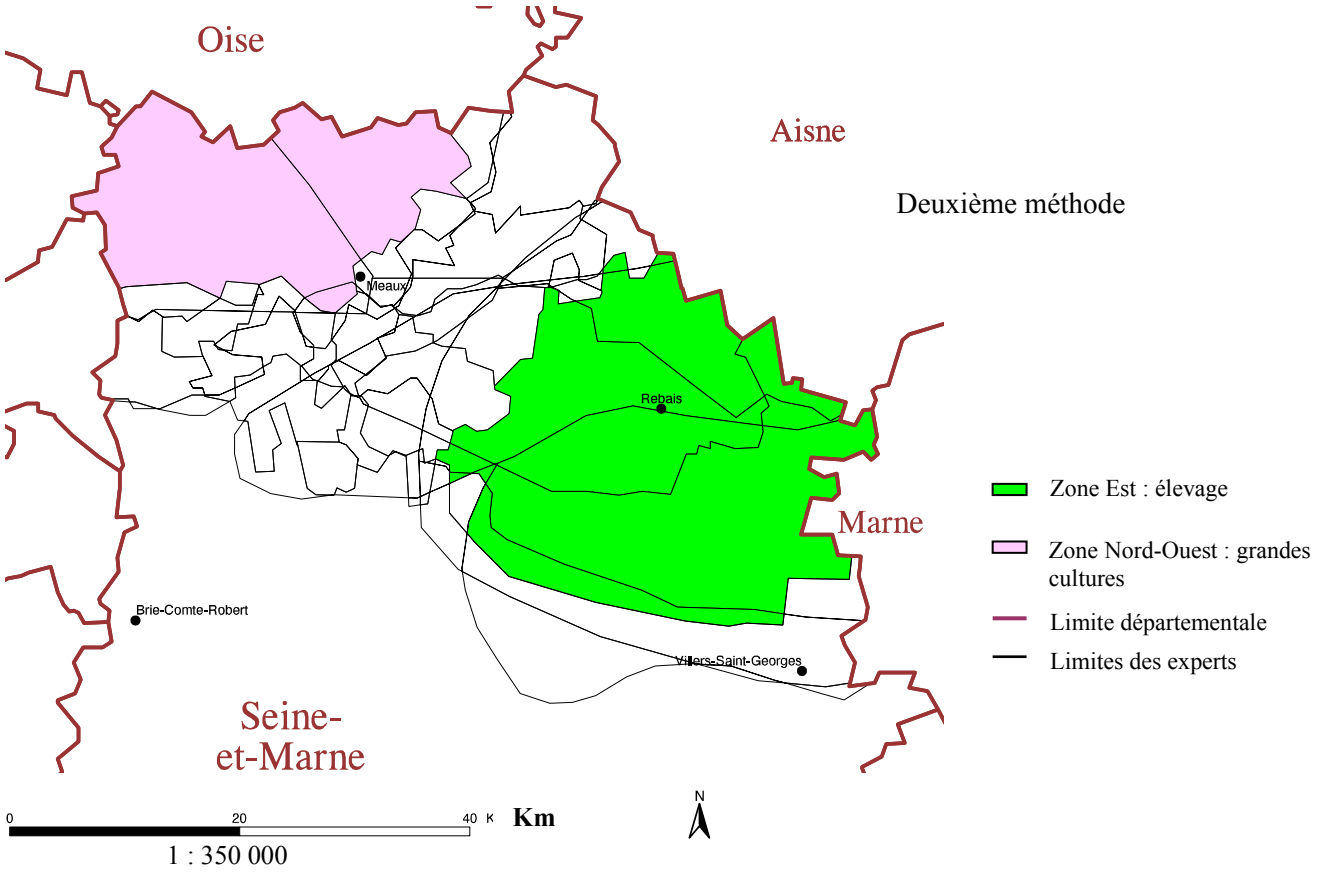
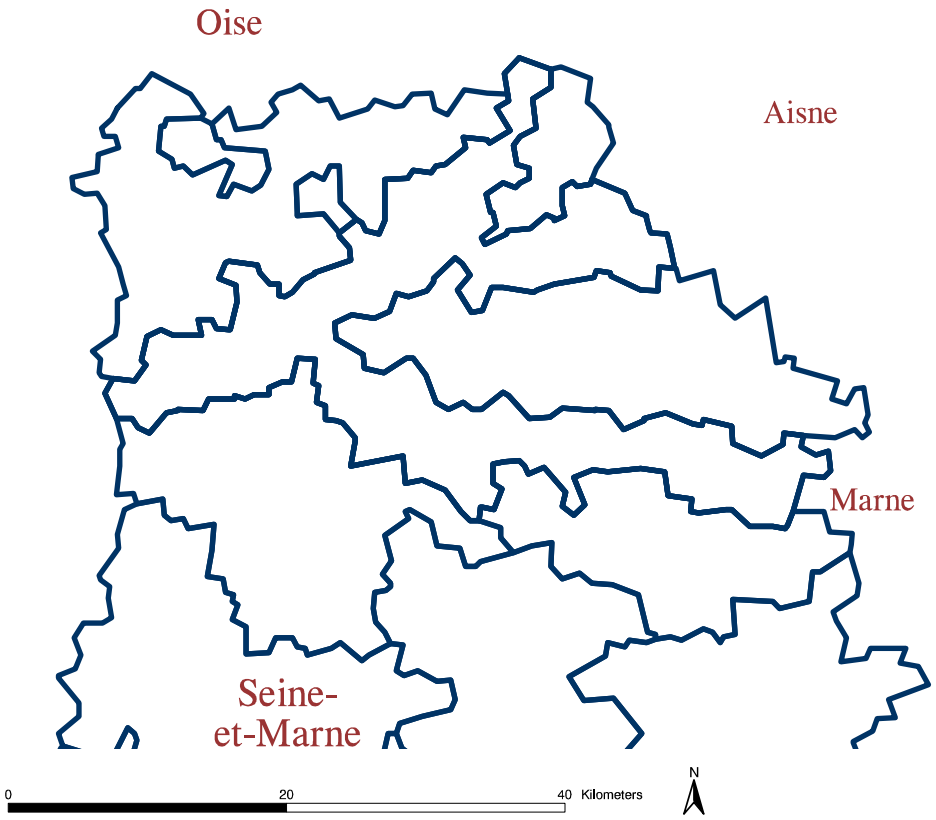
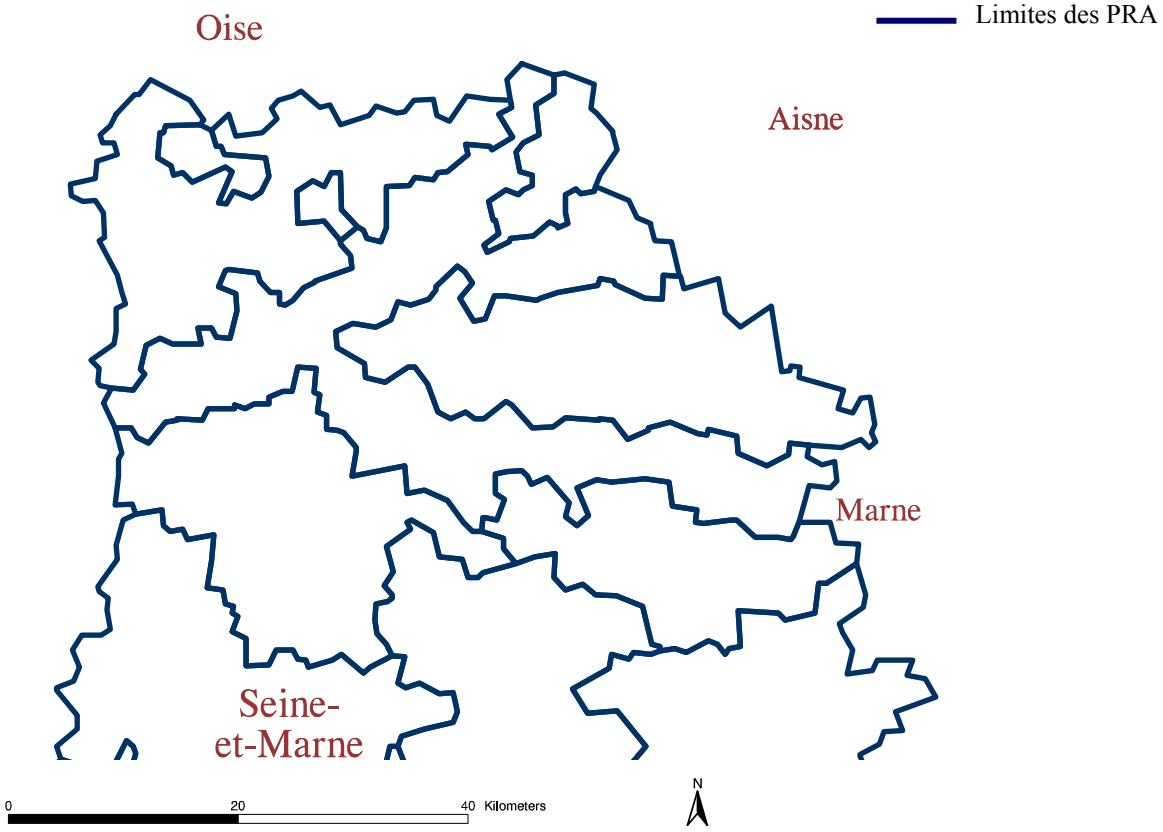


Figure 34 – Synthèse des cartes à dire d'experts en Seine-et-Marne

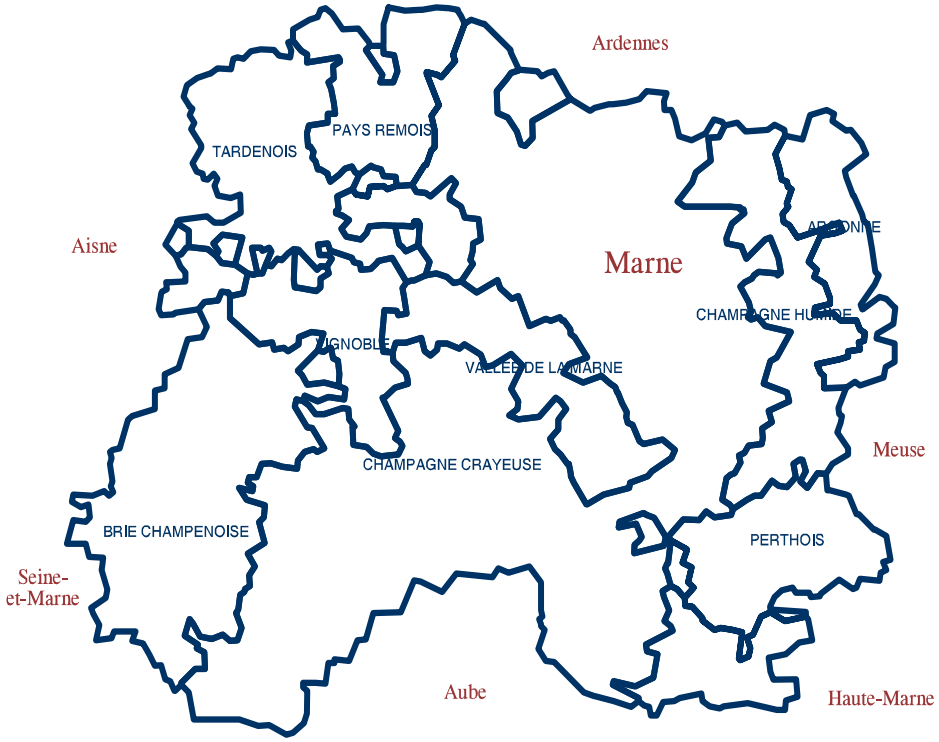








Calque : Limites des PRA en Seine-et-Marne

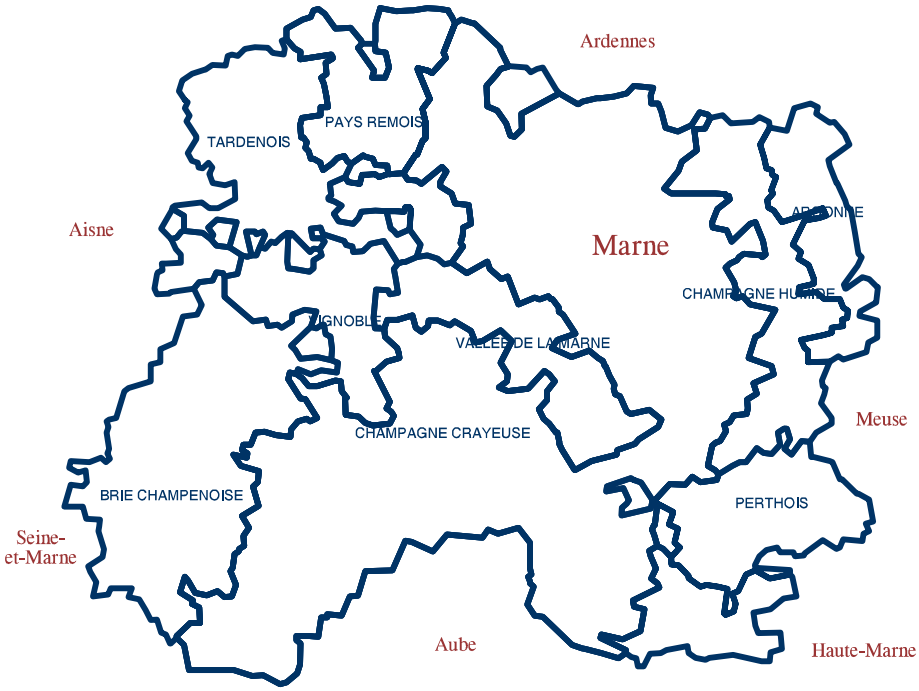


0 30 60 Km

N

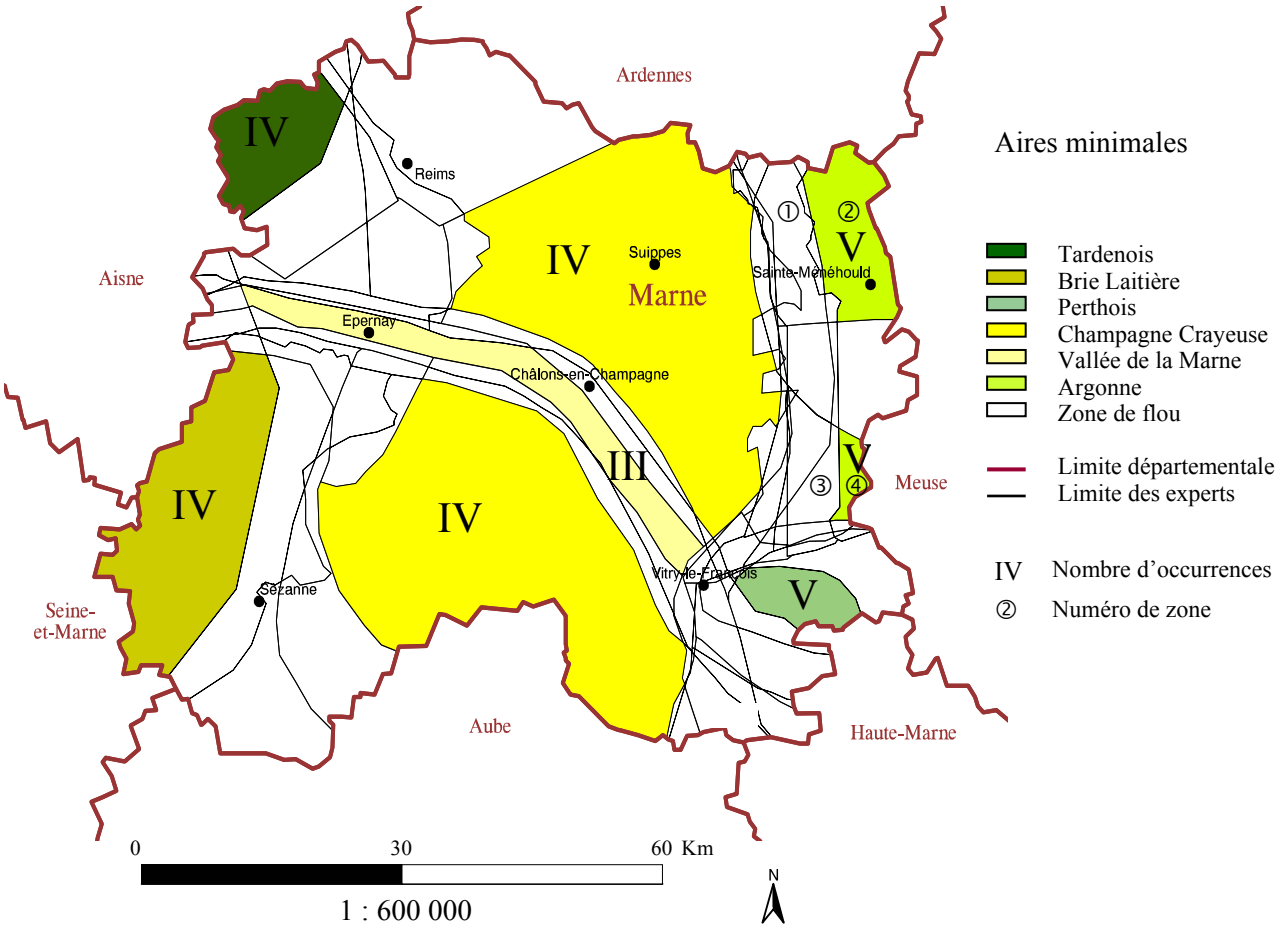
1 : 600 000

Limites des PRA



Calque : Limites des PRA en Marne

Figure 35 – Synthèse des cartes à dire d'experts sur le département de la Marne



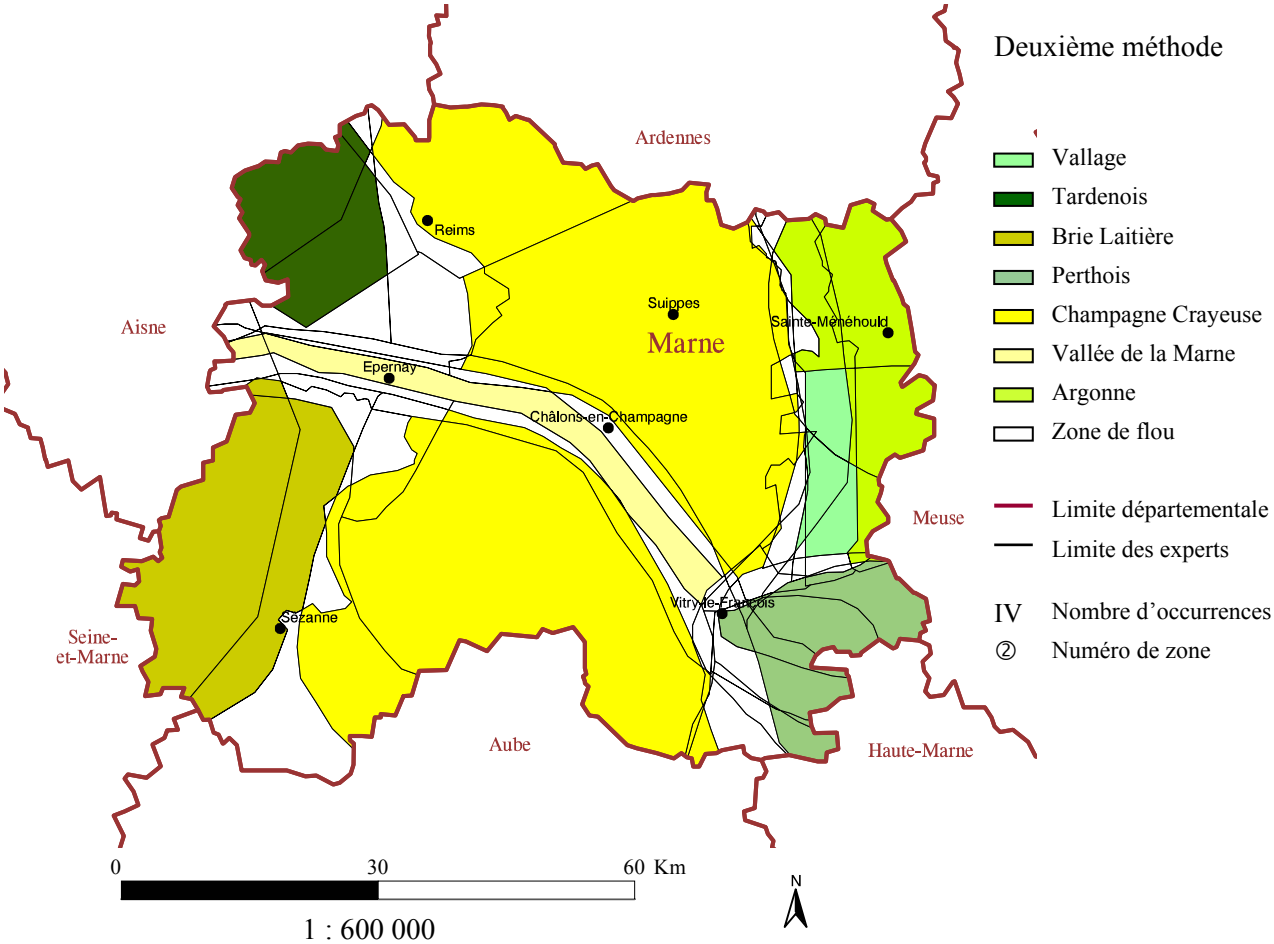
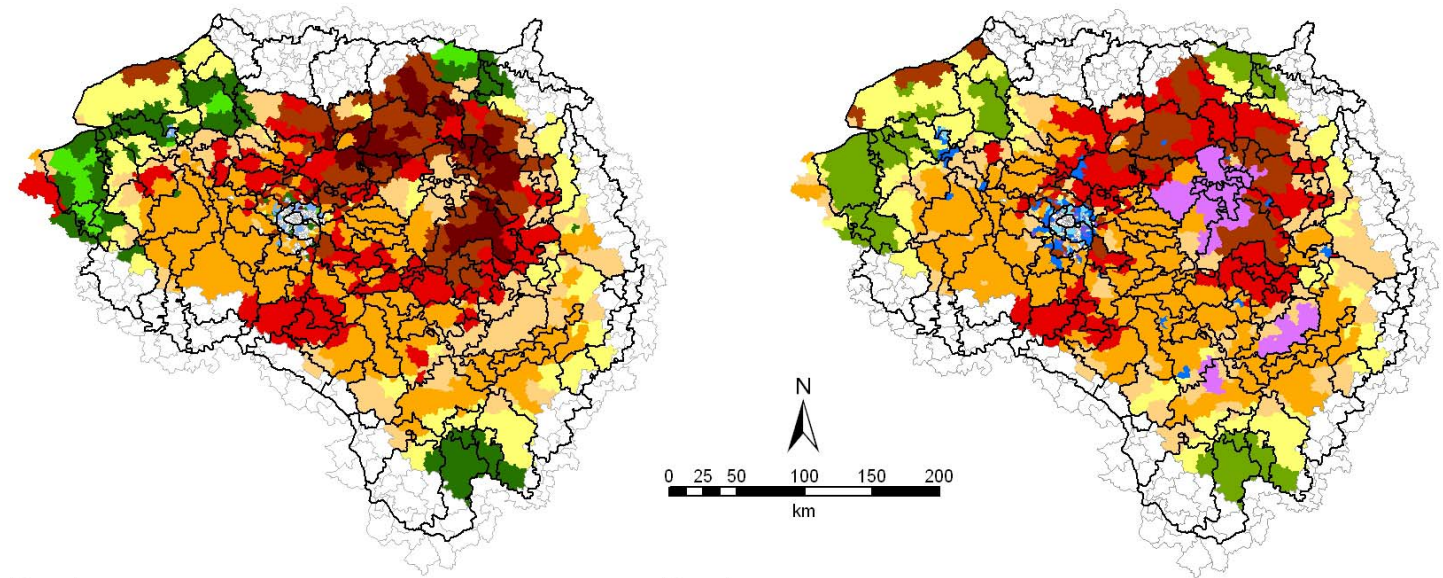


Figure 36 – Typologies des cantons du bassin de la Seine et comparaison avec le maillage PRA



Légende

Classes de cantons

selon les % de SAU par OTEX

- "Culture générale"
- "Culture générale", "Céréales et oléoprotéagineux"
- "Céréales et oléoprotéagineux", "Culture générale"
- "Céréales et oléoprotéagineux"
- "Céréales et oléoprotéagineux", "Grandes cultures et herbivores"
- "Grandes cultures et herbivores", "Céréales et oléoprotéagineux"
- "Bovins lait", "Bovins élevage et viande"
- "Bovins élevage et viande", "Grandes cultures et herbivores", "Bovins lait", "Fruits"
- "Maraîchage et horticulture"
- Données absentes
- Limites des PRA

Légende

Classes de cantons

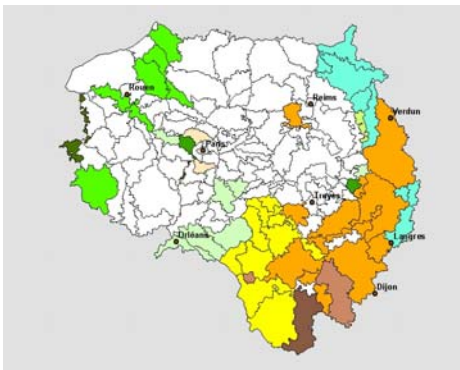
selon les % d'exploitations par OTEX

- "Culture générale", "Céréales et oléoprotéagineux"
- "Céréales et oléoprotéagineux", "Culture générale"
- "Céréales et oléoprotéagineux"
- "Céréales et oléoprotéagineux", "Grandes cultures et herbivores", "Ovins, caprins"
- "Grandes cultures et herbivores", "Ovins, caprins", "Céréales et oléoprotéagineux", "Bovins élevage et viande"
- "Bovins lait", "Bovins élevage et viande", "Ovins, caprins"
- "Maraîchage et horticulture"
- "Maraîchage et horticulture", "Autres associations", "Céréales et oléoprotéagineux"
- "Autres associations"
- "Viticulture"
- Données absentes
- Limites des PRA

Chapitre 7

Figure 37 – Poids des OTEX par classe de successions de cultures

Répartition des classes de successions de cultures sur le bassin de la Seine



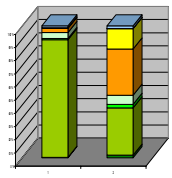
Poids des OTEX par classe de successions de cultures

Classes de successions de cultures

Dominante Prairies temporaires

1 PtPtPt - Céréales

2 PtPtPt - BCB



Classes 1 et 2

Dominante Maïs

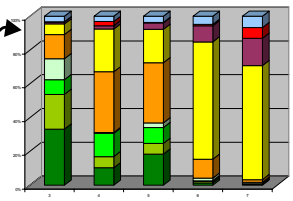
3 MBMB - PtPtPt - MMM

4 MMM - MMB - MBMB - JJJ

5 MBMB - MMM - MBO - BPB - MMB

6 MBMB - JJJ - BTB - BCB - BBB

7 MBB - MMM - BBB - Legumes



Classes 3, 4, 5, 6 et 7

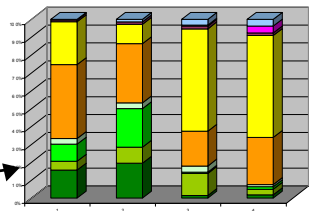
Dominante Colza

8 CBO - MBO - MBCB - MMB

9 CBCB - MMM - CBO

10 TBCB - JJJ - CBB

11 CBO - CBB

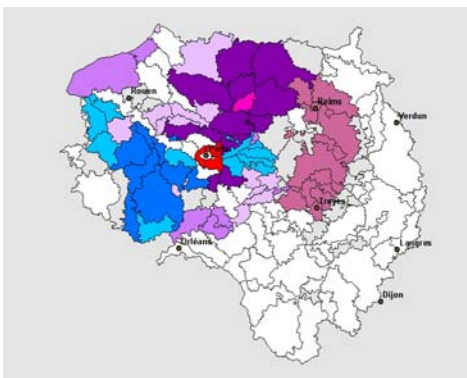


Classes 8, 9, 10 et 11

Dénomination des OTEX

- Bovin lait
- Bovin viande
- Bovins lait viande
- Ovins
- Polyculture élevage
- Céréales et oléoprotéagineux
- Culture Générale
- Maraîchage
- Vigne
- Divers

Répartition des classes de successions de cultures sur le bassin de la Seine

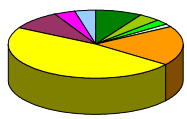


Poids des OTEX par classe de successions de cultures

Classes de successions de cultures

Indifférenciée

12 CBO - BPB - BMB



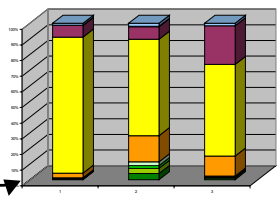
Classe 12

Dominante Pois

13 PBB - CBB - BBB - PBCB - BBO

14 PBMB - PBCB - BJB

15 PBBtB - BMB - PBB



Classes 13, 14 et 15

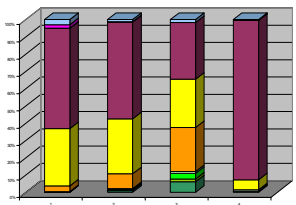
Dominante Betterave

16 PBBtB - LLLB - PBO - BtBO

17 BtBBtB - PBBtB

18 BtBO - BBtB - BPB

19 PdtBBtB - BtPdtB - BtBBtB



Classes 16, 17 et 18

Dominante Légumes

20 Legumes - MBMB - PdtBBtB

Classe 20

Dénomination des OTEX

- Bovin lait
- Bovin viande
- Bovins lait viande
- Ovins
- Polyculture élevage
- Céréales et oléoprotéagineux
- Culture Générale
- Maraîchage
- Vigne
- Divers

Figure 38 – Typologie des cantons de la Lorraine selon les combinaisons de types d'exploitations dominants en 2000

(source : Rivière, 2003)

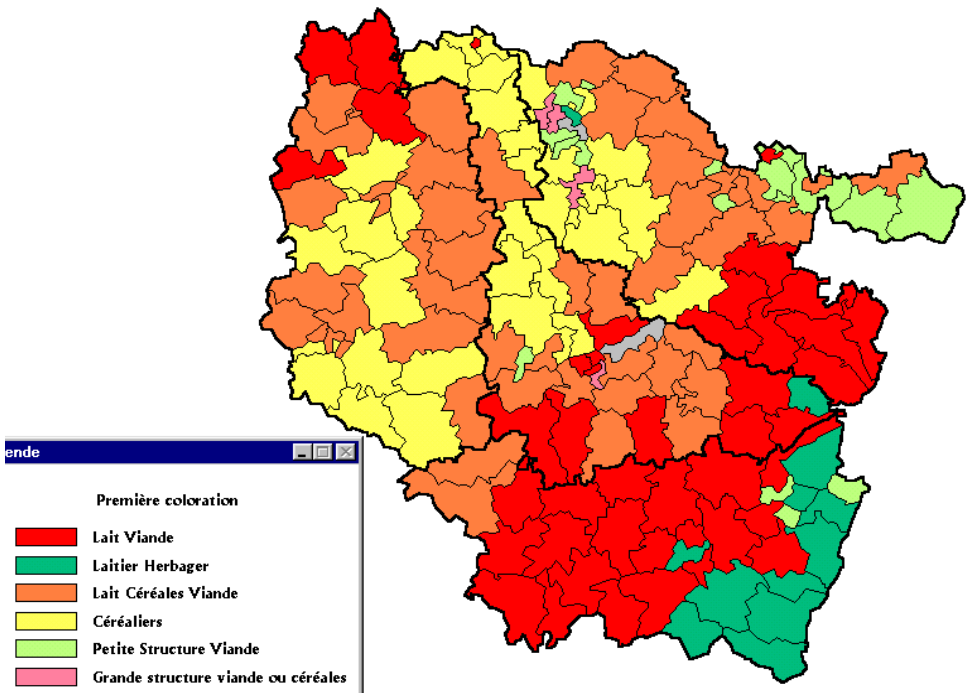
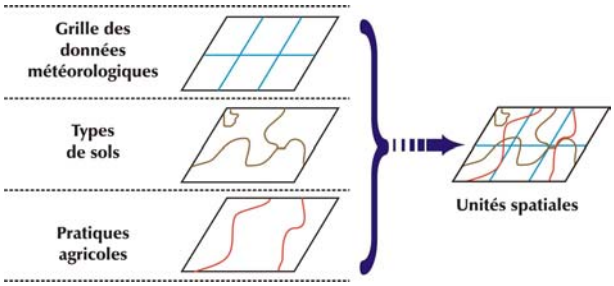
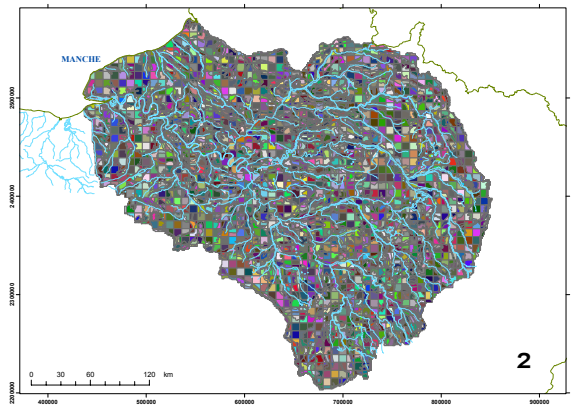


Figure 39 – Modélisation de la contamination des aquifères du bassin de la Seine par le nitrate

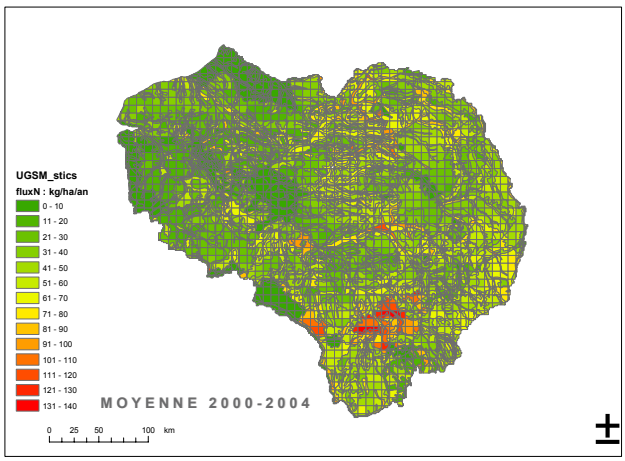
Les cartes et graphiques présentés sont tirés de Viennot *et al.* (2009)



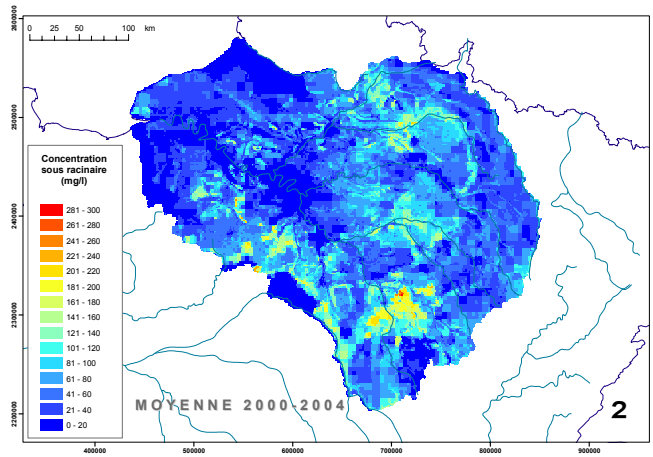
a - Organisation spatiale des données météorologiques, pédologiques et agricoles



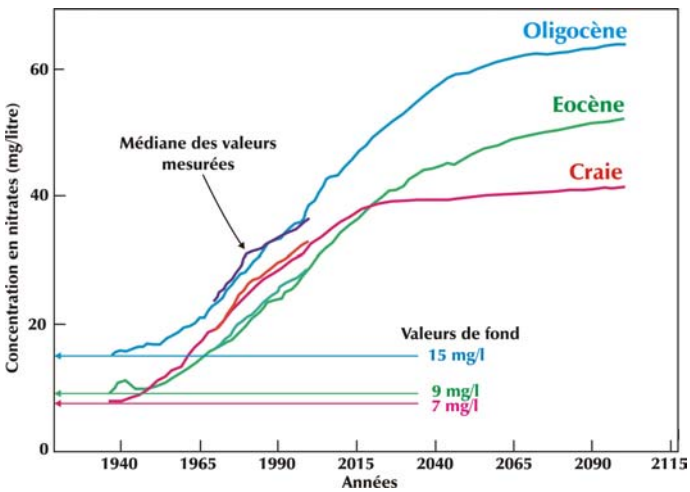
b - Unités spatiales de simulation du modèle agronomique STICS



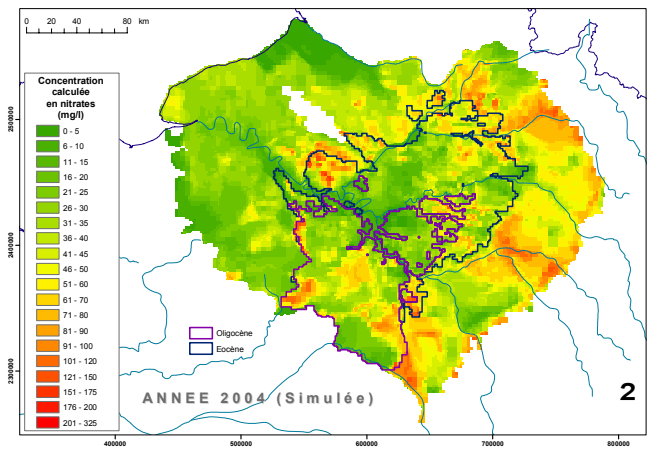
c – Flux moyens d'azote sous racianire (N) calculés par unité de simulation sur le bassin et sur la période 2000-2004 (en kg/ha de SAU/an)



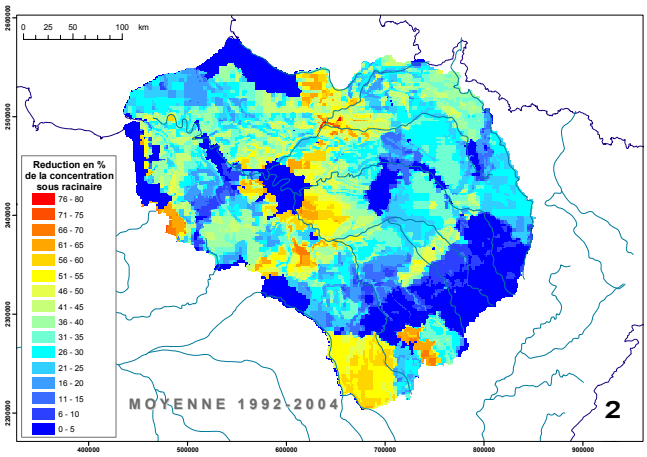
d – Concentrations sous-racinaires moyennes calculées entre 2000 et 2004 (en mg/l) rapportées sur la grille de surface du modèle hydrologique



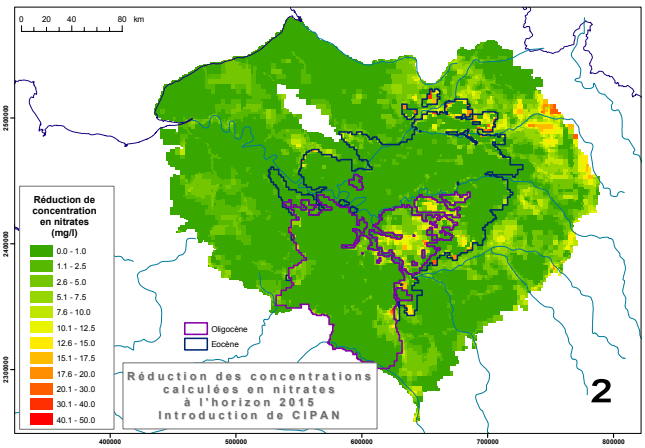
e – Comparaison des résultats fournis par le modèle STICS-MODCOU et des valeurs observées in situ pour la médiane des concentrations en nitrate dans les formations aquifères de l'Oligocène, l'Eocène et la Craie. Les prédictions pour les années futures correspondent à un maintien des pratiques agricoles des dix dernières années (scénario de type « Laisser Faire ») associées à la météorologie de ces mêmes années.



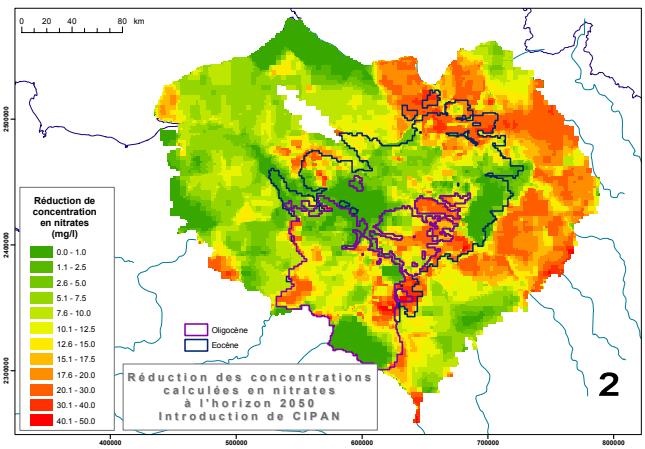
f – Concentrations en nitrates caculées pour l'année 2004



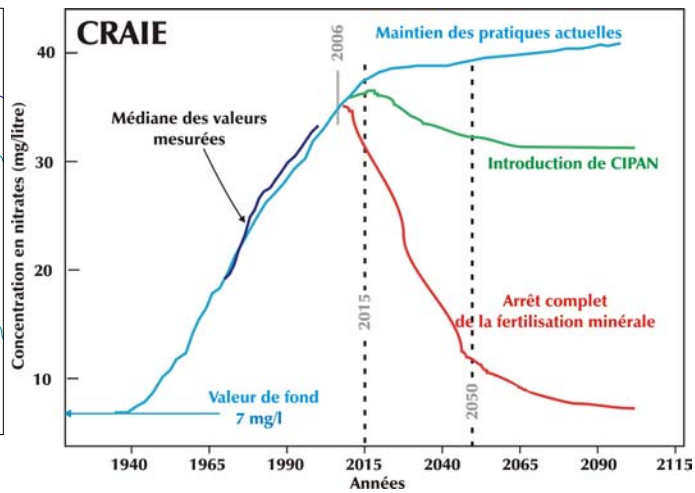
g – Réduction relative (en %) de la concentration sous racinaire liée à l'introduction de CIPAN (à l'échelle de l'ensemble du territoire).



h – Carte de réduction des concentrations en nitrate dans les aquifères liées à l'introduction de CIPAN à l'horizon 2015.

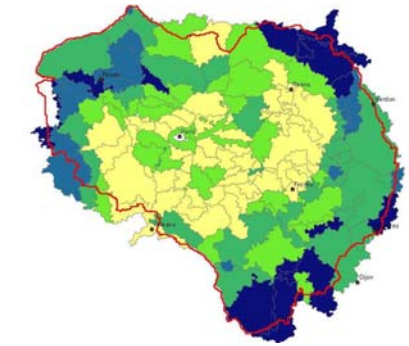


i – Carte de réduction des concentrations en nitrate dans les aquifères liée à l'introduction de CIPAN à l'horizon 2050.

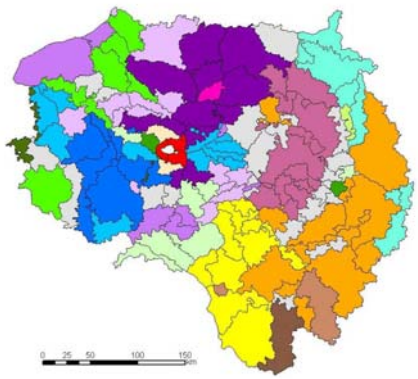


j – Aquifère de la Craie : évolution comparée de la médiane des concentrations calculées pour chaque scénario (Laisser Faire, CIPAN, arrêt total de la fertilisation azotée).

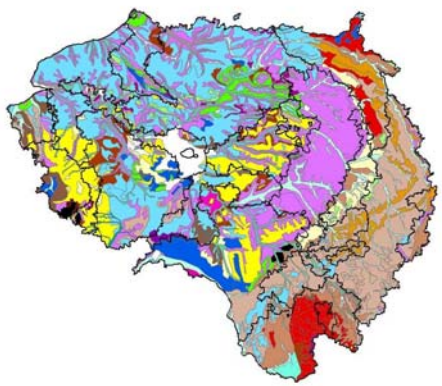
Figure 40 – Zonage en 12 zones agricoles pour la prospective GICC-Seine (Poux *et al.*, 2004)



Surfaces en prairies



Successions culturales majoritaires



Pédologie

- Limites du bassin-versant de la seine
- Argonne
- Plateaux jurassiques
- Morvan
- Dépression de l'Yonne
- Champagne humide
- Champagne crayeuse
- Vignoble
- Limons riches
- Brie Beauce
- Plateaux normands
- Perche Auge Bray
- Agriculture parisienne