



**HAL**  
open science

## **Modélisation des pollutions diffuses d'origine agricole sur le bassin Seine-Normandie**

Marie Hermès, Thomas Puech, Pierre Guillemin, Céline Schott, Louise de La Haye Saint Hilaire, Catherine Mignolet

### ► **To cite this version:**

Marie Hermès, Thomas Puech, Pierre Guillemin, Céline Schott, Louise de La Haye Saint Hilaire, et al.. Modélisation des pollutions diffuses d'origine agricole sur le bassin Seine-Normandie. Inrae. 2025. <hal-04881946>

**HAL Id: hal-04881946**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04881946v1>**

Submitted on 13 Jan 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License



## **Modélisation des pollutions diffuses d'origine agricole sur le bassin Seine-Normandie**

Actualisation sur la période 2015-2023 de la base de données  
ARSEINE caractérisant les dynamiques des systèmes de culture  
Evolution des systèmes de production agricoles de 2000 à 2020

M. Hermès, T. Puech, P. Guillemin, C. Schott, L. de La Haye Saint Hilaire, C. Mignolet

INRAE ACT-ASTER Mirecourt  
662, avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt

Rapport technique d'étude  
N° de convention d'aide AESN : 1 098 090 (1) 2022

## Table des matières

Table des illustrations.....	2
Liste des abréviations.....	4
Introduction.....	5
1. Contexte de l'étude.....	7
1.1. Actualisation du volet azote de la base de données amont de la chaîne de modélisation des pollutions d'origine agricole du bassin Seine-Normandie.....	7
1.2. Zone d'étude et bref état des lieux de l'agriculture du bassin aujourd'hui.....	10
1.2.1. Zone d'étude.....	10
1.2.2. Une agriculture fortement spécialisée autour d'une agglomération parisienne densément peuplée.....	11
1.3. Maillages spatiaux utilisés et postulats de départ.....	15
2. Actualisation de la base de données ARSEINE selon une méthode mixte dans la continuité de celle mise en œuvre dans sa version précédente.....	18
2.1. Architecture et contenu de la base de données ARSEINE.....	18
2.2. Une méthode qui s'appuie sur les mêmes principes que la version précédente d'ARSEINE, à partir de sources de données actualisées.....	20
2.2.1. Reconstitution des principales successions culturales du bassin.....	20
2.2.2. Analyse de statistiques agricoles pour reconstituer les itinéraires techniques des cultures majoritaires.....	26
2.2.3. Enquêtes à dire d'experts pour consolider les itinéraires techniques et consolidation de la base de données ARSEINE.....	34
2.3. Estimation de l'évolution de la pression azotée.....	36
3. Développement et résistances de systèmes de production plus durables sur le bassin Seine-Normandie.....	38
3.1. Etude et suivi des transitions vers des systèmes plus durables en agriculture.....	38
3.2. Typologie des exploitations en transition à partir des Recensements Agricoles 2000, 2010 et 2020.....	39
3.2.1. Choix de la méthode et des variables.....	39
3.2.2. Mise en œuvre de la typologie.....	49
3.2.3. Résultats : 14 types retenus au final pour décrire la diversité des exploitations en transition.....	53
3.3. Discussion et mise en perspective.....	74
Conclusion.....	75
Bibliographie.....	77
Glossaire.....	82

Annexes .....	83
Annexe 1 - Couplages de modèles historiques .....	83
Annexe 2 – Petites Régions Agricoles sur fond de typologie d’assolement communal .....	83
Annexe 3 - Libellés des UMA .....	84
Annexe 4 – Nomenclature en 25 postes utilisée pour réaliser la typologie d’assolements communaux à partir du Recensement Agricole 2020 .....	85
Annexe 5 – Modèle conceptuel Access de la base de données ARSEINE v3.4.3 .....	87
Annexe 6 - Guide d’entretien .....	88
Annexe 7 – Nomenclature de cultures commune aux RA 2000, 2010, 2020 en 95 postes .....	90
Annexe 8 – Nomenclature commune des productions animales des Recensements Agricoles 2000, 2010 et 2020 en 16 postes .....	97
Annexe 9 – Description des classes de la typologie d’exploitations en transition par les variables sur le bassin Seine-Normandie .....	99

## Table des illustrations

### Figures

<b>Figure 1</b> Illustration de la chaîne de modélisation STICS-CaWaQS-pyNUTS-Riverstrahler .....	7
<b>Figure 2</b> Fonctionnement du modèle STICS .....	8
<b>Figure 3</b> Résumé du contenu de la base de données ARSEINE .....	18
<b>Figure 4</b> Assolement du bassin Seine-Normandie issu d’ARSEINE .....	19
<b>Figure 5</b> Schéma des principaux descripteurs des activités agricoles et de leurs relations .....	20
<b>Figure 6</b> Principe de reconstitution des successions de cultures a) avant 2015 avec Teruti b) à partir de 2015 avec le RPG .....	23
<b>Figure 7</b> Extrait des successions de culture obtenues UMA 191 .....	24
<b>Figure 8</b> Successions 2015-2023 et assolement de l'UMA 191 .....	25
<b>Figure 9</b> Clusters obtenus en sortie de CAH sur R pour la betterave sucrière sur la GRA 7 .....	31
<b>Figure 10</b> Exemple de frise utilisée en entretien et légende .....	35
<b>Figure 11</b> Affectation des ITK aux cultures des successions (exemple du colza sur l’UMA 194) .....	35
<b>Figure 12</b> Méthode utilisée pour réaliser la typologie .....	41
<b>Figure 13</b> Matrice de corrélation des variables quantitatives de l'AFDM.....	49
<b>Figure 14</b> Pourcentages de variance (à gauche) et valeurs propres (« eigenvalue ») (à droite) de l'AFDM sur les 5 premières composantes principales.....	50
<b>Figure 15</b> Contribution des 8 variables actives à la construction des axes de l'AFDM .....	50
<b>Figure 16</b> Pré-partition des 1 544 942 exploitations en 3000 centres mobiles .....	51
<b>Figure 17</b> Graphiques obtenus en sortie de CAH .....	52
<b>Figure 18</b> Proportion des différents recensements dans les types.....	53
<b>Figure 19</b> Proportion des différents types dans les recensements.....	53

### Tableaux

<b>Tableau 1</b> Caractéristiques générales de l’agriculture du bassin Seine-Normandie et évolution entre 2000 et 2020 .....	12
<b>Tableau 2</b> Moyennes de variables agricoles sur le bassin Seine-Normandie et moyennes nationales	13
<b>Tableau 3</b> Assolement du bassin Seine-Normandie comparé à celui de France métropolitaine .....	14

<b>Tableau 4</b> Sources de données mobilisées .....	21
<b>Tableau 5</b> Parcelles enquêtées dans le bassin Seine-Normandie et représentativité.....	26
<b>Tableau 6</b> Nombre d'enquêtes PKGC 2017 par espèce sur le bassin Seine-Normandie, classées par ordre décroissant. ....	27
<b>Tableau 7</b> Echantillonnage de parcelles en AB par l'enquête PKGC 2017 dans le bassin Seine-Normandie.....	28
<b>Tableau 8</b> Variables utilisées pour l'ACM et modalités.....	29
<b>Tableau 9</b> Pourcentages de semis d'automne des cultures de l'enquête PKGC 2017.....	29
<b>Tableau 10</b> Modalités des variables utilisées en entrée de l'ACM pour la betterave sucrière dans la GRA 7 (161 enquêtes).....	31
<b>Tableau 11</b> 141 ITK grandes cultures issus de l'enquête PKGC 2017 par région et culture .....	32
<b>Tableau 12</b> Variables utilisées pour les ACM des prairies et modalités. ....	33
<b>Tableau 13</b> Origine des personnes enquêtées.....	34
<b>Tableau 14</b> Evolution de la fertilisation tirée d'ARSEINE de 5 cultures depuis la période 2006-2014 .	36
<b>Tableau 15</b> Céréales catégorisées comme "rustiques" dans les RA 2000, 2010 et 2020 .....	44
<b>Tableau 16</b> Synthèse des 8 variables actives de l'AFDM.. ....	49

### *Cartes*

<b>Carte 1</b> Territoire du bassin Seine-Normandie.....	10
<b>Carte 2</b> Occupation du sol sur le bassin .....	11
<b>Carte 3</b> OTEX majoritaire par commune du bassin Seine-Normandie .....	12
<b>Carte 4</b> Zones Vulnérables aux Nitrates (ZVN) 2024 de France métropolitaine et du bassin Seine-Normandie.....	15
<b>Carte 5</b> Découpage du bassin Seine-Normandie en 95 Unités de Modélisation Agricoles (UMA) et 7 Grandes régions Agricoles (GRA).....	16
<b>Carte 6</b> Typologie d'assolements communaux à partir du Recensement Agricole 2020. ....	17
<b>Carte 7</b> Nombre d'enquêtes PKGC 2017 par UMA.....	26
<b>Carte 8</b> Pourcentage des enquêtes PKGC 2017 portant sur des parcelles en AB par UMA.....	28
<b>Carte 9</b> Nombre d'entretiens par UMA.....	34
<b>Carte 10</b> Fertilisation minérale totale du blé tendre issue d'ARSEINE en 2014 et 2023. ....	36
<b>Carte 11</b> Ecart entre les doses d'azote minéral issues d'ARSEINE du blé tendre en 2014 et 2023. ....	36
<b>Carte 12</b> Indice de diversité moyen des exploitations des communes au km <sup>2</sup> .....	43
<b>Carte 13</b> Part du type 1 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	55
<b>Carte 14</b> Part du type 2 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	56
<b>Carte 15</b> Part du type 3 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	57
<b>Carte 16</b> Part du type 4 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	58
<b>Carte 17</b> Part du type 5 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	59
<b>Carte 18</b> Part du type 6 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	60
<b>Carte 19</b> Part du type 7 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	61
<b>Carte 20</b> Part du type 8 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	62
<b>Carte 21</b> Part du type 9 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	63
<b>Carte 22</b> Part du type 10 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	64
<b>Carte 23</b> Part du type 11 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	65
<b>Carte 24</b> Part du type 12 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	66
<b>Carte 25</b> Part du type 13 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	67
<b>Carte 26</b> Part du type 14 dans les exploitations des communes au km <sup>2</sup> (%).....	68
<b>Carte 27</b> Implantation de la luzerne (gauche) et la lentille (droite) sur le territoire métropolitain à différentes périodes .....	71

## Liste des abréviations

AB Agriculture Biologique  
ACP Analyse en Composantes Principales  
ACM Analyse des Correspondances Multiples  
ACS Agriculture de Conservation des Sols  
AFDM Analyse Factorielle de Données Mixtes  
AESN Agence de l'eau Seine-Normandie  
ASP Agence de Services et de Paiement  
CAH Classification Ascendante Hiérarchique  
CASD Centre d'Accès Sécurisé aux Données  
DCE Directive Cadre sur l'Eau  
EdL Etat des Lieux  
EEA European Environment Agency  
ETP Equivalent Temps Plein  
GES Gaz à Effet de Serre  
GRA Grande Région Agricole  
HVN Haute Valeur Naturelle  
IGN Institut Géographique National  
ITK itinéraire technique  
OTEX Orientation technico-économique  
PAC Politique Agricole Commune  
PdM Programme de Mesures  
PIREN Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement  
PKGK enquête pratiques culturelles en grandes cultures  
PPAM Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales  
PRA Petites Régions Agricoles  
RA Recensement Agricole  
RPG Registre Parcellaire Graphique  
SAA Statistique Agricole Annuelle  
SAU Surface Agricole Utile  
SDAGE Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux  
SIQO Signe Officiel de la Qualité et de l'Origine  
SIRET Système d'Identification du Répertoire des Etablissements  
SSP Service de la Statistique et de la Prospective  
TCS Techniques Culturelles Simplifiées  
UGB Unité Gros Bétail  
UMA Unité de Modélisation Agricole  
ZVN Zones Vulnérables aux Nitrates

### *Abréviations des noms de cultures ou types de surfaces*

Notamment présentes sur les figures

<b>Av</b> Avoine	<b>OH-Esc, OH, Orge H</b> Orge d'hiver / Escourgeon
<b>Bd</b> Blé dur	<b>Pdt</b> Pomme de terre
<b>Bs</b> Betterave sucrière	<b>PP, STH</b> Prairies permanentes
<b>Bt</b> Blé tendre	<b>PT</b> Prairies temporaires
<b>Jach</b> Jachère	<b>To</b> Tournesol
<b>Leg</b> Légumes	<b>Tri</b> Triticale
<b>ME, mf</b> Maïs Ensilage	<b>Vi</b> Vigne
<b>MG</b> Maïs Grain	

## Introduction

Depuis la mise en place de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en 2000 à l'échelle européenne, les Agences de l'eau responsables des sept bassins versants de France métropolitaine sont tenues de réaliser à intervalles réguliers un Etat des Lieux (EdL) de la qualité de leurs eaux. Ce document marque le début d'un nouveau cycle de gestion et sert par la suite de point de départ à l'élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et son Programme de Mesures (PdM) associé.

Principale utilisatrice des sols, et indissociable de la question de l'eau, l'agriculture du bassin Seine-Normandie est caractérisée par une prédominance des grandes cultures dont notamment les céréales sur le bassin de la Seine, et par une orientation vers l'élevage côtés Normandie et Morvan. Ce phénomène de spécialisation des exploitations agricoles et des territoires se poursuit encore aujourd'hui, et cette dynamique, associée à l'agrandissement des exploitations, ainsi qu'à la simplification et l'intensification de nombreux systèmes de production et de culture affecte la qualité de la ressource en eau. Le bassin Seine-Normandie comprend par ailleurs l'agglomération parisienne, qui concentre 65% de la population du territoire à alimenter en eau de qualité et quantité suffisantes.

Le précédent exercice d'EdL en 2019 avait identifié les pollutions, azotées ou aux pesticides, les prélèvements et les modifications physiques des cours d'eau et littoraux comme les trois principaux types de pressions humaines sur la ressource. L'Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN) fait état d'une stabilisation de l'usage des pesticides depuis 2014, ainsi que des apports d'azote minéral, plus fractionnés, mais ce sont en parallèle deux fois plus de cours d'eau qui ont été dégradés par les nitrates entre 2013 et 2019. Les effets de ces flux d'azote sur les microalgues toxiques sont visibles à leur arrivée en Baie de Seine, et leur impact pourrait encore s'accroître avec le changement climatique (AESN, 2020).

Ces différents éléments ont entraîné le besoin de connaître finement le fonctionnement des hydrosystèmes en lien avec les activités de surface, dont l'état de pollution nitrique des masses d'eau. C'est dans ce cadre que le PIREN-Seine, Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement, a initié la mise en place de la plate-forme multi-modèles STICS-CaWaQS-pyNUTS-Riverstrahler qui mobilise depuis le début des années 2000 plusieurs équipes de recherche issues de nombreuses disciplines différentes, au centre desquelles se trouvent l'agronomie, l'hydrologie, l'hydrogéologie et la biogéochimie. Tout en amont de la chaîne de modélisation, l'unité INRAE ACT-ASTER intervient en agronomie des territoires pour décrire les pratiques agricoles orientées azote du bassin, utilisées en données d'entrée du modèle agronomique STICS de simulation du système sol-atmosphère-culture (INRAE, en ligne) qui permet d'obtenir le bilan hydrique et azoté des cultures (Gallois, 2023).

Les données sont fournies au Centre de Géosciences des Mines Paris sous la forme de la base de données spatialisée ARSEINE, pour base de données Agricole Régionalisée sur le bassin SEIne – NormandiE, issue du travail préparatoire de l'EdL précédent (Puech, Schott et Mignolet, 2018, 2015), et réunissant les travaux antérieurs de l'unité sur le sujet. Elle décrit les pratiques de 1970 à 2014 au début de cette étude, et 2023 aujourd'hui, en s'appuyant sur une méthode mixte mobilisant statistiques agricoles nationales (pour cette dernière itération : Registre Parcellaire Graphique (RPG), enquêtes pratiques culturales en grandes cultures et prairies (PKG)) et enquêtes de terrain auprès d'acteurs du conseil agricole.

Ce rapport d'étude décrit ainsi dans sa première partie la contribution de l'unité INRAE ACT-ASTER à l'actualisation des modélisations de l'état de pollution nitrique des masses d'eau en prévision de l'Etat des Lieux 2025.

Afin de préserver la ressource en eau, le Programme de Mesures issu du dernier EdL préconise notamment une accélération de la transition agro-écologique (AESN, 2022), scénario déjà exploré dans (Puech, Schott et Mignolet, 2018).

La réalisation en 2020 d'une opération de recensement général de l'agriculture a offert une opportunité de s'intéresser à l'évolution des systèmes de production dans lesquels s'inscrivent les systèmes de culture décrits dans la base de données ARSEINE. La seconde partie de ce rapport consiste ainsi en une analyse diachronique des trois derniers Recensements Agricoles (2000, 2010 et 2020), avec pour objectif d'identifier et caractériser des formes de transition agroécologique et agri-alimentaire sur le bassin au travers d'une typologie d'exploitations agricoles. Ce travail fait par ailleurs écho à l'axe de recherche « Coexistence et coévolution des systèmes agri-alimentaires territorialisés » exploré au sein de l'unité ASTER, qui cherche à *a)* éclairer les changements sur le temps long des systèmes agri-alimentaires territorialisés et leurs différenciations spatiales à différentes échelles et *b)* accompagner les transitions de ces systèmes vers une reconnexion territoriale de l'agriculture et de l'alimentation, en s'intéressant tant aux circuits de distribution courts que longs.

L'accès à certaines données utilisées dans le cadre de ce travail a été réalisé au sein d'environnements sécurisés du Centre d'accès sécurisé aux données – CASD (Réf. 10.34724/CASD).

# Partie I – Actualisation de la base de données ARSEINE

**Responsable scientifique :** Catherine Mignolet

**Ingénierie des données :** Marie Hermès, Thomas Puech, Céline Schott

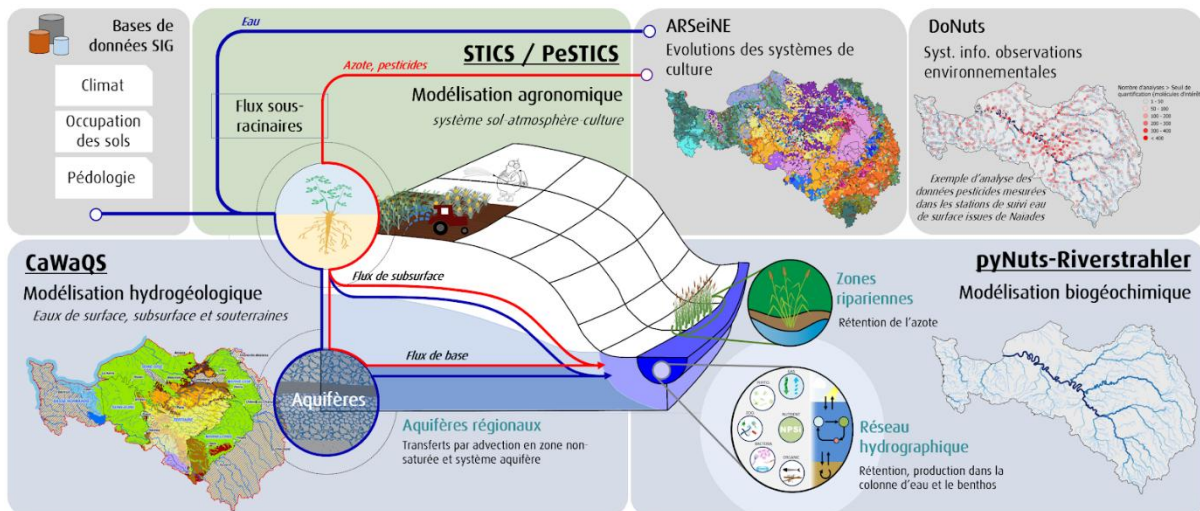
**Avec la contribution de :** Pierre Guillemain

## 1. Contexte de l'étude

### 1.1. Actualisation du volet azote de la base de données amont de la chaîne de modélisation des pollutions d'origine agricole du bassin Seine-Normandie

La question des évolutions sur le temps long des dynamiques de l'eau mobilise les chercheurs du PIREN-Seine<sup>1</sup> depuis la fin des années 1980. Afin de s'en approcher au mieux, les équipes fédérées par le programme ont mis en place un ensemble de modèles couplés utilisant en entrée un ensemble de bases de données, mis à jour au fil du temps et des avancées en termes de connaissances et outils. Un historique des différents modèles utilisés depuis le début du projet est disponible Annexe 1. Cet outil est aujourd'hui employé par l'AESN dans le cadre de ses exercices d'EdL, ce qui a donné lieu au projet d'actualisation des modélisations dont la première partie de ce rapport traite.

La version actuelle de la chaîne de modélisation et ses bases de données est visible sur la **Figure 1** :



**Figure 1** Illustration de la chaîne de modélisation STICS-CaWaQS-pyNUTS-Riverstrahler (source: Gallois, Blanchoud et Garnier, à paraître)

<sup>1</sup> Le programme interdisciplinaire du PIREN-Seine (Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'EnviroNnement) a pour objectif le développement d'une vision d'ensemble du fonctionnement du système formé par le réseau hydrographique de la Seine, son bassin versant et les personnes qui y vivent (PIREN-Seine, en ligne).

En amont, l'unité INRAE ACT-ASTER fournit une base de données spatialisée, ARSEINE, décrivant les systèmes de culture et leur évolution depuis 1970 au travers de deux principaux types d'information, et au pas de temps de périodes allant de 8 à 12 ans :

- 1) les principales successions de cultures ;
- 2) les itinéraires techniques des cultures les constituant. Les pratiques décrites sont celles ayant un impact sur les transferts d'azote et compatibles avec le modèle STICS (cf. infra).

Ces éléments, associés à des bases de données décrivant le milieu (climat, occupation du sol et pédologie), sont utilisés en entrée du modèle de simulation du fonctionnement sol-plante-atmosphère STICS qui permet d'obtenir en sortie une estimation du flux d'azote lessivé (INRAE, en ligne) (**Figure 2**).

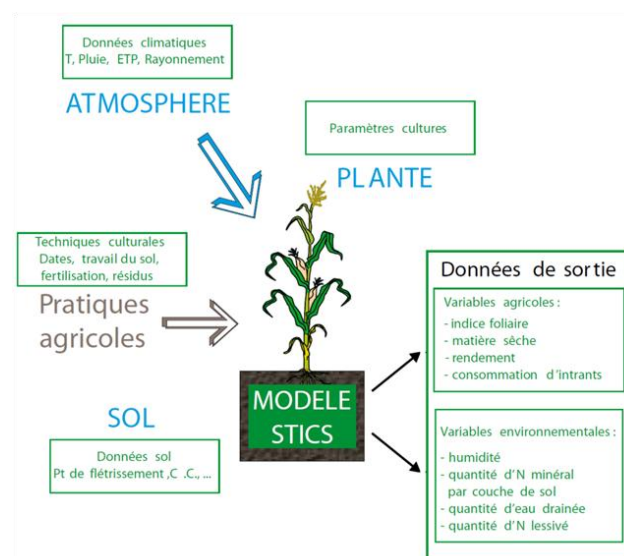


Figure 2 Fonctionnement du modèle STICS (source: Gallois, en ligne.)

Ce flux est ensuite donné en entrée du logiciel CaWaQS3.x, pour «CAtchment WAter Quality Simulator» (*traduction : simulateur de la qualité des eaux issues de captages*), une plateforme administrée par ARMINES de modélisation du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique des hydrosystèmes, basée sur le modèle historique MODCOU (Annexe 1) et simulant la qualité de l'eau des différents compartiments d'un bassin versant (sols, aquifères, cours d'eau) (Centre de Géosciences, en ligne).

Le dernier maillon de la chaîne, pyNUTS-Riverstrahler, permet enfin de modéliser le fonctionnement hydroécologique des réseaux hydrographiques (Cellule Transfert des connaissances du PIREN-Seine, 2024).

La conception modulaire d'ARSEINE (Gallois, Blanchoud et Garnier, 2024) a rendu possible son extension aux pratiques phytosanitaires, dans un volet qui n'est pas traité au sein de l'unité ASTER mais qui est conduit par l'UMR METIS, le dernier partenaire de ces travaux d'actualisation avec la FIRE, avec laquelle elle est également en charge du maillon pyNUTS-Riverstrahler de la chaîne de modélisation.

L'ensemble de ces travaux ont été financés conjointement et alternativement par le PIREN et l'AESN. La dernière actualisation des modélisations datant d'une dizaine d'années, au cours desquelles les modèles ont évolué (Annexe 1), tout comme les pratiques agricoles qui jouent un rôle de premier ordre dans la qualité de l'eau, une nouvelle étude a été lancée en prévision de l'Etat des Lieux 2025 de l'AESN.

L'actualisation des modélisations a été subdivisée en 12 actions répondant à 3 objectifs principaux :

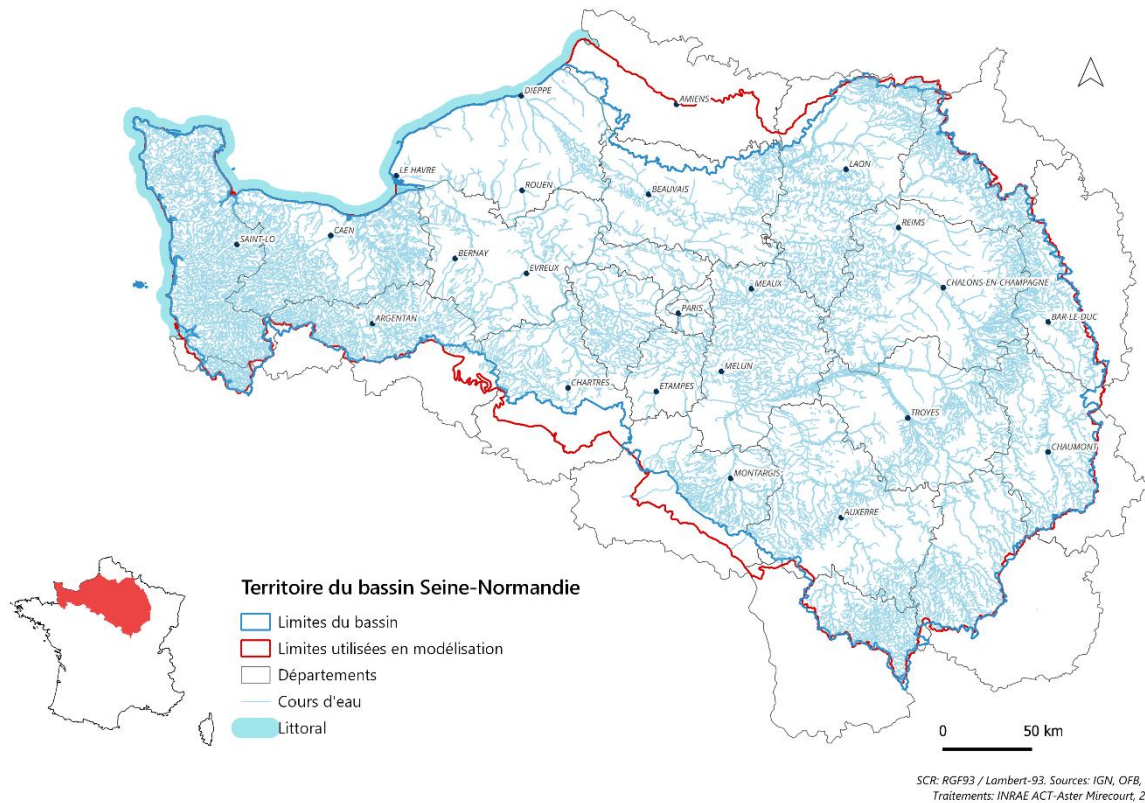
- Actualiser et enrichir les bases de données décrivant les évolutions des systèmes de culture à l'échelle du territoire de Seine-Normandie (INRAE, METIS),
- Actualiser et améliorer la modélisation de l'état actuel des masses d'eaux souterraine et superficielle vis-à-vis des pollutions nitriques diffuses d'origine agricole (ARMINES, METIS-FIRE),
- Intégrer le transfert des pesticides dans la modélisation de la qualité des eaux de surface (METIS-FIRE).

Ce rapport d'étude INRAE détaille 4 de ces actions, qui mobilisent une méthode de recherche mixte pour répondre au premier grand objectif :

- 1) Reconstituer les principales successions culturales pratiquées sur le bassin à partir du Registre Parcellaire Graphique,
- 2) Reconstituer les itinéraires techniques des cultures majoritaires à partir de l'enquête Pratiques culturales en grandes cultures et prairies,
- 3) Consolider la description des itinéraires techniques et la base de données ARSEINE à partir d'enquêtes à dires d'experts,
- 4) Analyser les transitions des exploitations agricoles à partir des trois derniers Recensements Agricoles (2000, 2010 et 2020).

## 1.2. Zone d'étude et bref état des lieux de l'agriculture du bassin aujourd'hui

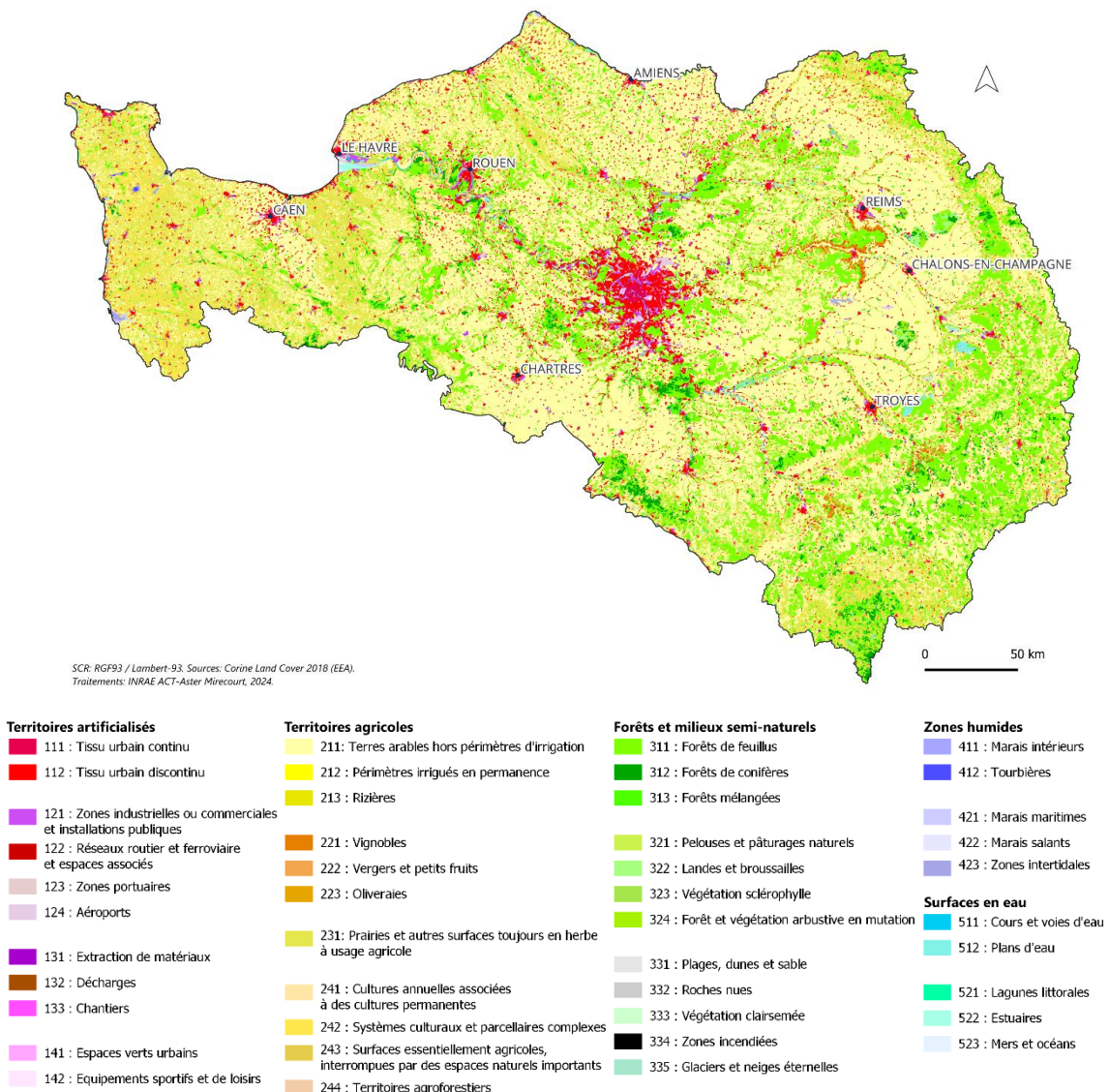
### 1.2.1. Zone d'étude



*Carte 1 Territoire du bassin Seine-Normandie*

Le secteur ici étudié ne correspond pas exactement au territoire administré par l'Agence de l'eau : au Nord et au Sud, la modélisation hydrogéologique requiert d'étendre les limites soit aux limites des formations géologiques, soit aux limites hydrauliques (c'est par exemple ici le cas au Nord avec la Somme). C'est ainsi le découpage rouge visible sur la **Carte 1** qui sera utilisé dans le reste du rapport.

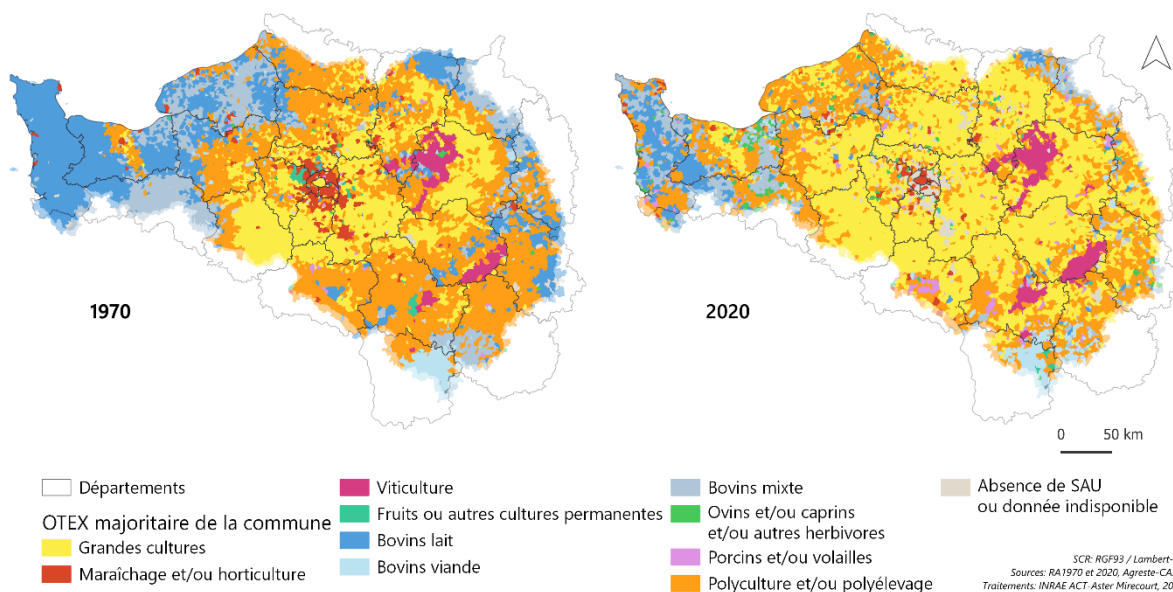
## 1.2.2. Une agriculture fortement spécialisée autour d'une agglomération parisienne densément peuplée



Carte 2 Occupation du sol sur le bassin (source : Corine Land Cover 2018)

Le bassin de la Seine est un territoire fortement anthropisé, avec en son centre la région Île-de-France, la plus densément peuplée du pays qui concentre 19% de la population de France métropolitaine sur environ 2% du territoire (Insee, 2021).

L'agriculture reste la première utilisatrice des sols du bassin (**Carte 2**). Dans la continuité de ce que décrivaient Mignolet et al. (2012), elle est particulièrement spécialisée (**Carte 3**), bien que la dynamique de spécialisation des territoires s'observe à l'échelle de toute la France (Schott, Puech et Mignolet, 2018). La polyculture-élevage apparaît en net recul, comme dans de nombreuses autres régions où elle était auparavant très présente, tout comme l'élevage bovin laitier. En revanche, on observe toujours des fronts de polyculture-élevage à l'interface entre régions céréalières ou de grandes cultures et régions où l'élevage domine encore (entre Plaines de Caen et d'Alençon et Manche ou Pays d'Auge en Normandie, ou encore en Champagne humide par exemple).



**Carte 3** OTEX (Orientation technico-économique) majoritaire par commune du bassin Seine-Normandie (source : Recensements Agricoles 1970 et 2020). Le découpage communal différencié entre 1970 et 2020, les données de 1970 sont représentées sur les communes de 2020, mais les décomptes d'exploitations par OTEX correspondent bien à ceux de 1970. Dans le cas d'une fusion de communes par exemple, les totaux de chaque commune (de 1970) sont additionnés pour déterminer l'OTEX majoritaire (de la commune nouvelle en 2020). Traitements Recensement Agricole 1970 T. Puech.

Au centre, le bassin de la Seine présente une prédominance des grandes cultures, notamment des céréales. Les franges Est (Morvan) et Ouest (Basse-Normandie) du territoire sont, elles, spécialisées en élevage bovin, allaitant et laitier respectivement.

La zone d'étude compte 73 164 exploitations agricoles en 2020 (**Tableau 1**), soit près de 17% de moins qu'en 2010 et 36% de moins qu'en 2000. Cette diminution s'inscrit dans une dynamique visible sur l'ensemble du territoire français, mais a ici lieu à un rythme moindre, puisqu'à l'échelle nationale, il y avait en 2020 21% d'exploitations de moins qu'en 2010 et 41% de moins qu'en 2000.

**Tableau 1** Caractéristiques générales de l'agriculture du bassin Seine-Normandie et évolution entre 2000 et 2020 (source : Recensements Agricoles 2000, 2010 et 2020)

	Bassin Seine-Normandie			Evolution depuis 2000	% du total France entière en 2020
	2000	2010	2020		
<b>Nombre d'exploitations</b>	113 765	88 001	73 164	-36%	19%
-dont bio	817	1610	5230	+540%	11%
<b>SAU (ha)</b>	6 589 848	6 458 521	6 445 872	-2%	24%
-dont bio	chiffre indisponible	85 842	349 863	chiffre indisponible	15%
<b>UGB (ugbta)</b>	4 350 204	4 030 377	3 794 402	-13%	15%
<b>ETP</b>	158 866	131 316	114 279	-28%	17%
<b>PBS (k€)</b>	12 034 004	12 006 242	14 202 530	+18%	22%
<b>Surface en céréales</b>	2 910 460	2 949 640	3 022 634	+4%	34%
-dont Bt	2 001 542	1 918 795	1 749 389	-13%	41%

La Surface Agricole Utile (SAU) a diminué de plus de 143 000 ha en 20 ans, à un rythme qui semble aligné à celui du reste du territoire. Le **Tableau 1** dresse un profil de grandes exploitations, avec moins d’animaux (en Unités Gros Bétail, UGB) et moins de main d’œuvre (en Equivalents Temps Plein, ETP) que le reste de la France, et une Production Brute Standard<sup>2</sup> (PBS) importante. La proportion de la surface en céréales conforte sans équivoque la spécialisation dominante du bassin : 41% des surfaces françaises de blé se trouvaient en 2020 sur une région représentant 24% de la SAU du pays (**Tableau 1**).

L’agriculture biologique est moins représentée que sur le reste du territoire, que ce soit en termes de nombre d’exploitations ou de surfaces.

**Tableau 2** Moyennes de variables agricoles sur le bassin Seine-Normandie et moyennes nationales (source : Recensements Agricoles 2000, 2010 et 2020)

	Bassin Seine-Normandie			France entière		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
<b>SAU</b> (ha)	58	73	88	42	56	69
<b>UGB</b> (ugbta) <small>(seulement exploitations avec de l'élevage)</small>	59	88	125	62	91	123
<b>ETP</b>	1,40	1,49	1,56	1,43	1,53	1,69
<b>PBS</b> (k€)	106	136	194	81	104	165

Les exploitations sont plus grandes que la moyenne nationale, et l’écart se creuse au fil du temps, passant de 16 à 19 hectares entre 2000 et 2020 (**Tableau 2**). On retrouve les ETP légèrement plus faibles et, à l’inverse, les très importantes PBS du **Tableau 1**. Ces très grandes exploitations de grandes cultures – pour nombre d’entre elles - sont caractéristiques du bassin de la Seine et se démarquent clairement dans la typologie décrite §3. (voir le type 10, « *grandes exploitations de grandes cultures en filières longues avec travail externalisé* »).

Le **Tableau 3** donne l’assolement du bassin Seine-Normandie selon le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2022, comparé à celui de France métropolitaine :

<sup>2</sup> La Production Brute Standard (PBS) décrit un potentiel de production des exploitations et permet de classer les exploitations selon leur dimension économique (Insee, 2017). Les coefficients de PBS qui permettent de la calculer représentent la valeur de la production potentielle par hectare ou par tête d’animal présent hors toute aide. Ils sont exprimés en euros. Leur valeur est régionalisée lorsque cette régionalisation a un sens. Ces coefficients permettent une classification (typologie) des exploitations agricoles dont le but est de les répartir selon leur spécialisation et leur dimension économique (Agreste, en ligne).

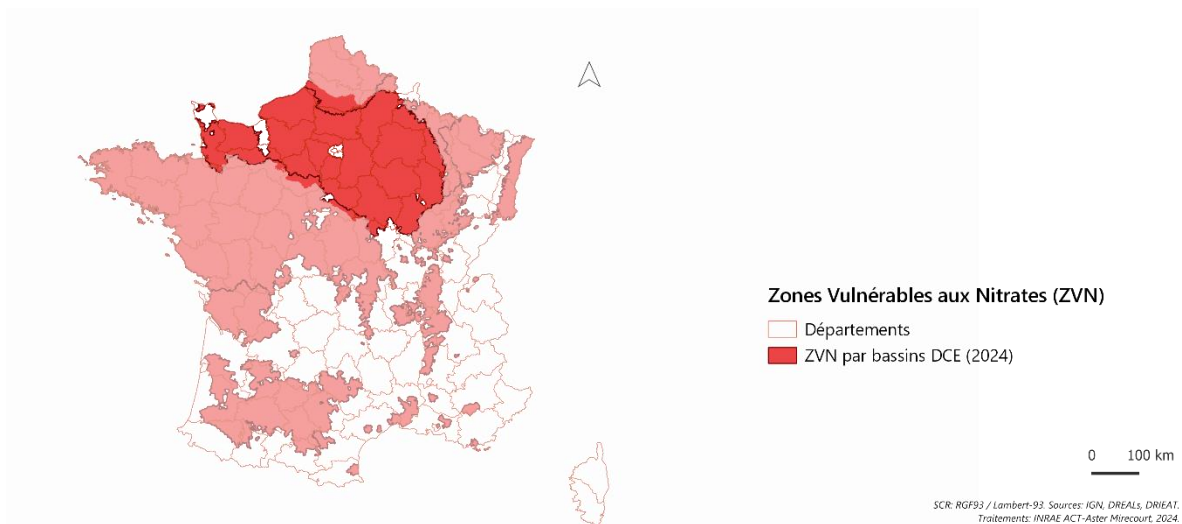
**Tableau 3** Assolement du bassin Seine-Normandie comparé à celui de France métropolitaine (source : Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2022 (par construction (déclarations PAC), les surfaces en vignes sont sous-estimées)). Les cultures apparaissent dans l'ordre de leur importance sur le bassin, avec en vert celle surreprésentées et en rouge celles à l'inverse sous-représentées.

Culture	% SAU du bassin	% SAU en France	% cultivé sur le bassin
Blé tendre	28%	17%	41%
Prairies permanentes	18%	36%	12%
Colza	8%	4%	45%
Orge d'hiver / escourgeon	8%	5%	40%
Orge de printemps	6%	2%	69%
Betterave	5%	2%	76%
Maïs fourrage	5%	4%	25%
Maïs grain	3%	5%	15%
Prairies temporaires	3%	6%	11%
Luzerne	2%	2%	29%
Tournesol	2%	3%	15%
Gel	2%	2%	26%
Lin	2%	0.6%	70%
Pomme de terre	1%	0.7%	48%
Pois	1%	0.7%	53%
Autres	1%	3%	23%
Légumes ou fleurs	0.7%	0.8%	21%
Autres céréales	0.6%	1%	13%
Blé dur	0.6%	0.9%	15%
Avoine	0.6%	0.3%	38%
Autres fourrages	0.5%	1%	12%
Triticale	0.5%	1.2%	9%
Féverole	0.3%	0.3%	33%
Vergers	0.2%	0.6%	11%
Vignes	0.2%	2.2%	2%
Autres protéagineux	0.2%	0.2%	19%

En plus du cas du blé décrit précédemment (**Tableau 1**), on retrouve d'autres cultures dont plus de 2/3 des surfaces se trouvent sur le bassin : l'orge de printemps, souvent associé à la betterave picarde et champenoise, ou encore le lin de Seine-Maritime, une culture dont la demande ne cesse d'augmenter pour répondre au marché mondial et que l'on retrouve aujourd'hui jusque dans la Marne.

Ces caractéristiques de l'agriculture du bassin Seine-Normandie en font une région tournée vers des systèmes de production souvent intensifs en intrants, notamment azotés, ce qui ressort clairement sur la carte des Zones Vulnérables aux Nitrates<sup>3</sup> (ZVN) françaises (**Carte 4**).

<sup>3</sup> Une zone vulnérable est définie réglementairement et correspond à une partie du territoire où la pollution des eaux par le rejet direct ou indirect de nitrates d'origine agricole et d'autres composés azotés susceptibles de se transformer en nitrates, menace à court terme la qualité des milieux aquatiques et plus particulièrement l'alimentation en eau potable (SIGES Seine-Normandie, en ligne). Ce zonage implique certaines pratiques agricoles spécifiques, comme la couverture des sols ou la tenue d'un Plan Prévisionnel de Fumure. On retrouve des zonages spécifiques au sein des zones vulnérables, comme les Zones d'Actions Renforcées.



**Carte 4** Zones Vulnérables aux Nitrates (ZVN) 2024 de France métropolitaine et du bassin Seine-Normandie. Les bassins DCE (pour Directive Cadre sur l'Eau) correspondent soit à des districts hydrographiques, soit à une portion de district hydrographique. La France métropolitaine compte 6 bassins hydrographiques (grands bassins versants, avec la Corse rattachée au bassin Rhône-Méditerranée) et 9 districts hydrographiques.

En dehors de la région parisienne, seules les régions herbagères du Pays d’Auge, de la Manche et du Morvan subissent une pression moindre sur la ressource en eau et ne sont pas incluses dans le zonage.

### 1.3. Maillages spatiaux utilisés et postulats de départ

Les premières bases de données décrivant l’agriculture du bassin avant la création de la base de données ARSEINE ont été établies à deux grains différents :

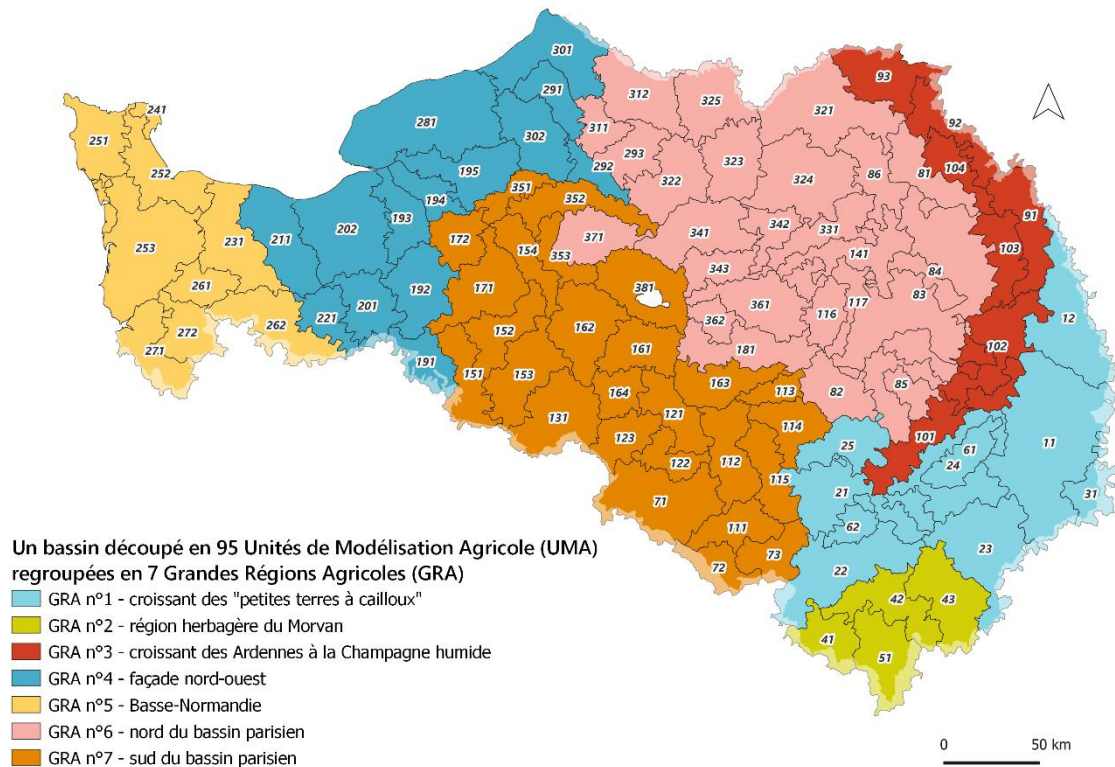
- La maille administrative du canton (Schott, Mimet et Mignolet, 2010),
- Le zonage statistique spécifique aux questions agricoles des Petites Régions Agricoles (PRA) (Benoît et al., 2000). Au nombre de 713 en France métropolitaine, dont 164 intersectant le bassin, largement inspirées des régions naturelles, elles ont été définies à partir de 1946 sous l’impulsion de ce qui était à l’époque le Commissariat Général du Plan, sur la base de critères d’homogénéité des conditions pédoclimatiques et activités agricoles (2020). Leur pertinence avait alors été réévaluée et validée (Benoît et al., 2000).

A partir de 2015 et la création d’ARSEINE, un maillage spécifique a été défini, dans un souci de pertinence, d’homogénéisation et d’interopérabilité avec les statistiques nationales et la modélisation. En partant des limites des PRA, ce dernier s’est appuyé sur une typologie<sup>4</sup> d’assolements communaux tirée du Recensement Agricole 2010 (Annexe 2) pour redéfinir les contours de certaines régions, selon leurs évolutions, et également, pour les besoins de l’époque, selon le nombre de points de l’enquête Teruti qu’elles comprenaient (voir §2.2.1). Baptisées Unités de Modélisation Agricole (UMA), elles sont au nombre de 95 sur le bassin (**Carte 5**). A titre d’exemple, les UMA 153 et 131 constituent la PRA de la Beauce, dont le sud-est (l’UMA 131) s’est spécialisé dans la production de pommes de terre et blé dur tandis que le nord-ouest (UMA 153) a conservé sa dominante colza-blé-orge. Les libellés des 95 UMA sont détaillés dans l’Annexe 3.

L’utilisation de certaines sources de données – ici, l’enquête Pratiques culturales en grandes cultures et prairies (PKGC) 2017 (§2.2.2) – nécessite de passer à une échelle supérieure et un grain plus grossier

<sup>4</sup> Science de l’élaboration des types, facilitant l’analyse d’une réalité complexe et la classification (Le Robert, en ligne)

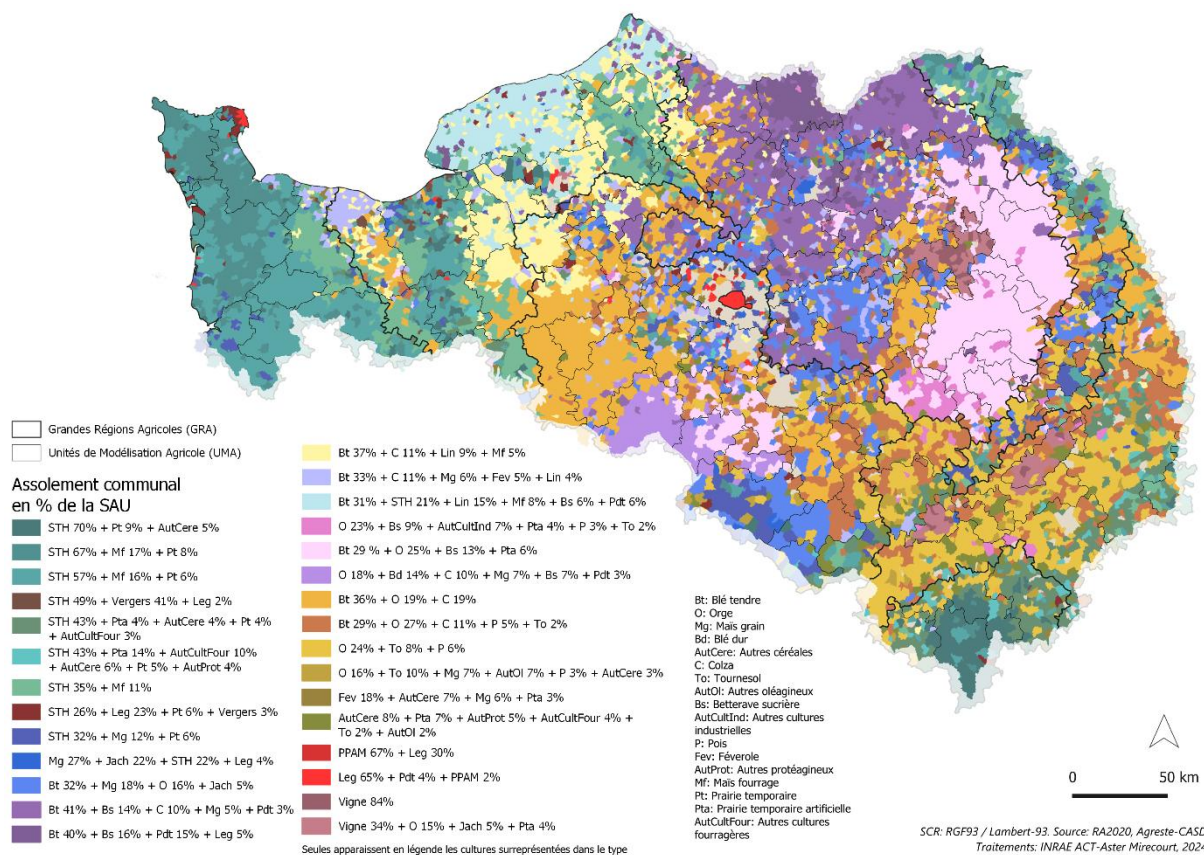
afin d’avoir suffisamment d’observations dans chaque maille et gagner en puissance statistique. L’analyse des itinéraires techniques qui mobilise cette enquête a donc été réalisée à l’échelle de 7 Grandes Régions Agricoles (GRA), des regroupements d’UMA également définis dans Puech, Schott et Mignolet (2015) et visibles sur la **Carte 5**.



*Carte 5* Découpage du bassin Seine-Normandie en 95 Unités de Modélisation Agricoles (UMA) et 7 Grandes régions Agricoles (GRA)

Toujours par souci d’homogénéité, le maillage des UMA et GRA a été conservé à l’identique pour réaliser ces travaux d’actualisation. Afin de vérifier que ces maillages gardent leur pertinence sur la période récente, une nouvelle typologie d’assolements a été construite, cette fois à partir des données du Recensement Agricole 2020, et mise en regard du découpage en UMA et GRA (**Carte 6**). La nomenclature de cultures utilisée est disponible Annexe 4, avec un bref résumé de la méthode également décrite Annexe 2.

La cohérence des GRA y est particulièrement visible, tout comme celle de certaines UMA. D’autres voient cohabiter plusieurs types d’assolements, sans que cela remette en question l’utilisation de ce découpage : la pertinence des UMA avait été validée auprès d’experts lors des entretiens conduits dans le cadre de l’actualisation précédente (Puech, Schott et Mignolet, 2015), et elles prennent en compte des assolements qui restent beaucoup plus récents que ceux présents à l’époque de la définition des PRA dans les années 1940.



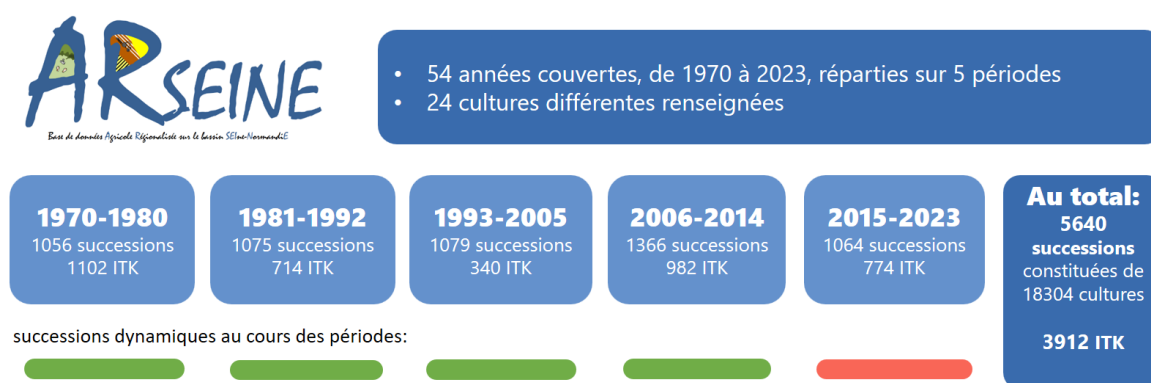
**Carte 6** Typologie d'assolements communaux à partir du Recensement Agricole 2020. Nomenclature de cultures utilisée disponible en Annexe 4.

La **Carte 6** illustre par ailleurs quelques caractéristiques de l'agriculture du bassin, comme la persistance de l'homogénéité des systèmes de grandes cultures diverses de Champagne Crayeuse, également très clairement visible Annexe 2 sur la carte de la typologie d'assolements à partir du Recensement Agricole 2010. Le secteur privilégié de culture du lin en Seine-Maritime et alentours ressort aussi nettement.

## 2. Actualisation de la base de données ARSEINE selon une méthode mixte dans la continuité de celle mise en œuvre dans sa version précédente

### 2.1. Architecture et contenu de la base de données ARSEINE

L'architecture de la base de données, hébergée sur le logiciel Microsoft Access®, est décrite en détails dans l'Annexe 1 du rapport d'étude écrit à l'issue de la construction d'ARSEINE (Puech, Schott et Mignolet, 2015). L'Annexe 5, tirée dudit rapport, illustre le modèle conceptuel de la base v3.4.3 sur Access® (v4.2 aujourd'hui, sans que l'organisation des principales tables ait changé), tandis que la **Figure 3** ci-dessous présente un résumé de son contenu actuel en quelques chiffres et la **Figure 4** l'assolement du bassin sur ARSEINE. L'actualisation décrite dans le présent rapport correspond à la période 2015-2023 de la base de données.



*Figure 3* Résumé du contenu de la base de données ARSEINE. Voir infra pour la dynamique des successions de cultures.

Le rapport d'étude rédigé en 2018 (Puech, Schott et Mignolet) décrit plusieurs améliorations amenées à ARSEINE. L'une d'entre elles est l'intégration de dynamiques temporelles des systèmes de culture, avec des fréquences de successions qui évoluent au cours des périodes, ces dernières pouvant couvrir jusqu'à 12 ans et n'étant ainsi pas homogènes. La définition de systèmes de culture invariants pose par ailleurs des problèmes de continuité des données et d'absence de prise en compte de certains phénomènes de premier ordre dans la dynamique de l'azote dans les sols comme le retournement des prairies permanentes. Faute de temps, ces dynamiques des successions n'ont pas été implémentées sur la période 2015-2023 (**Figure 3**).

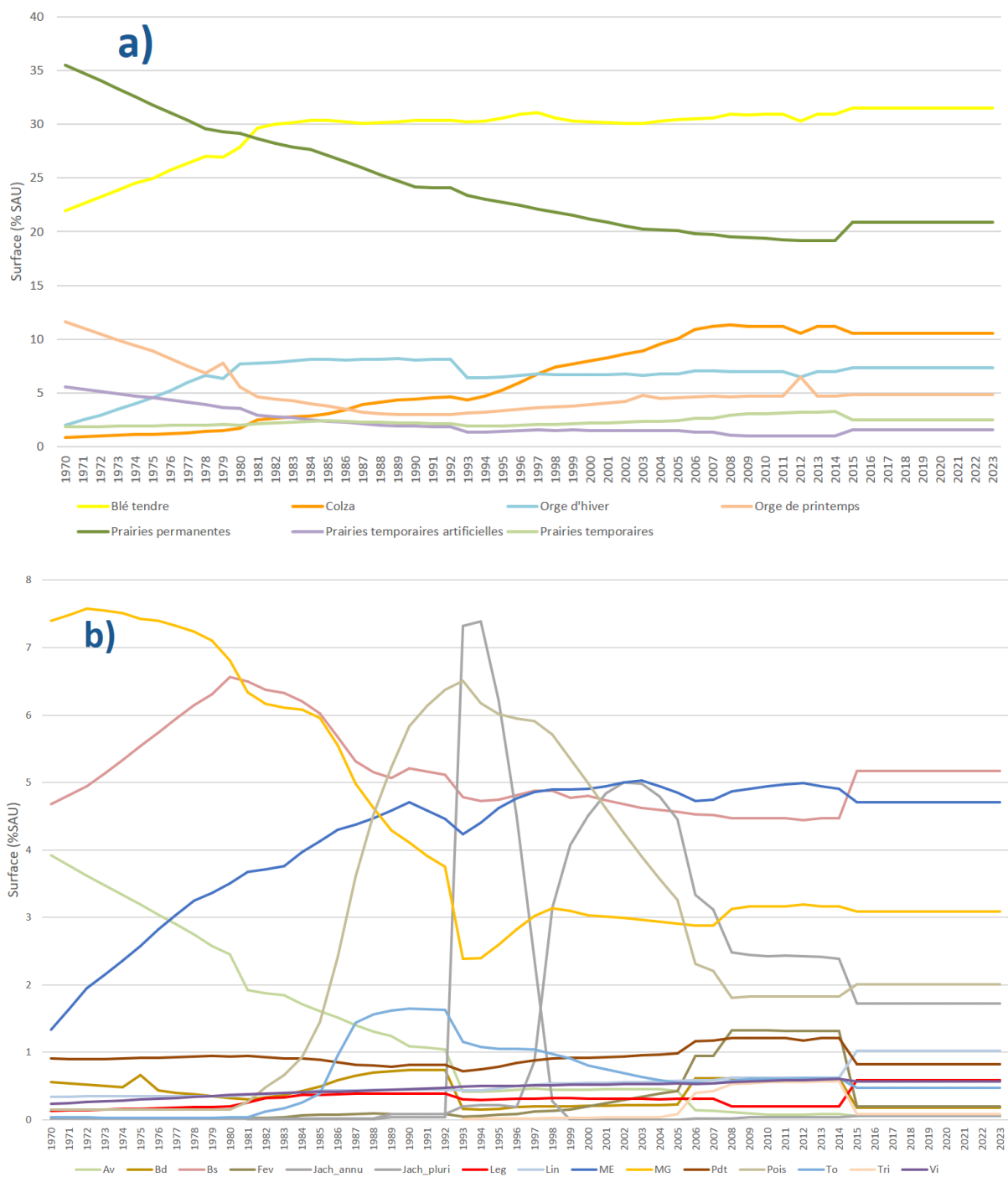
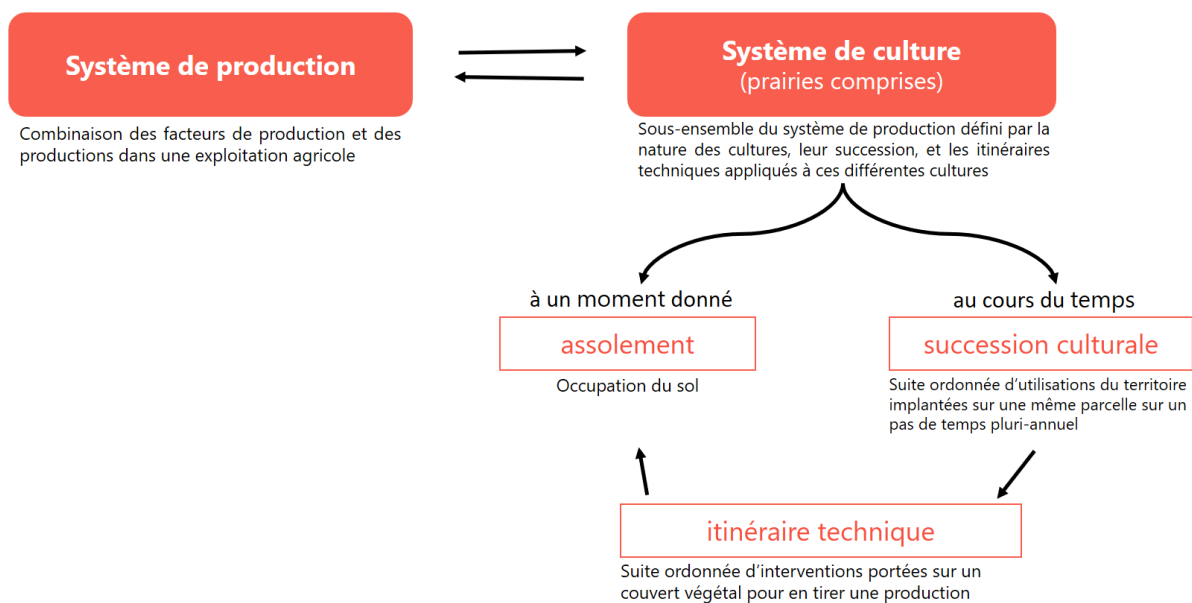


Figure 4 Assolement du bassin Seine-Normandie issu d'ARSEINE, a) cultures majoritaires et prairies b) autres cultures

Comme évoqué précédemment (§1.1, Figure 2), afin d'estimer le flux d'azote lessivé, le modèle STICS utilise en entrée des informations sur a) les cultures et leur enchaînement, avec la description pour chaque UMA d'un assolement de successions, et b) la façon dont ces dernières sont conduites. On adopte ici une approche centrée sur l'empreinte territoriale des systèmes de production agricoles, par la description des systèmes de culture qu'ils mettent en œuvre (Figure 5).



**Figure 5** Schéma des principaux descripteurs des activités agricoles et de leurs relations (d'après Puech, Schott et Mignolet, (2015))

Les pratiques renseignées sont celles ayant un impact sur les transferts d'azote et pouvant être utilisées par le modèle STICS. Leur diversité s'exprime spatialement, avec des différences entre est et ouest du bassin, et temporellement, avec des différences entre pratiques des années 1970 et pratiques actuelles. Plus une culture est présente dans les successions d'une UMA pour une période donnée, plus il sera possible de lui affecter des itinéraires techniques différents, et ainsi de représenter une diversité de pratiques pour une même culture. Les interventions renseignées sont :

- Travail du sol
- Dates de semis et de récolte
- Fertilisation azotée minérale et organique
- Interculture
- Irrigation
- Devenir des résidus de culture

Les conduites spécifiques des prairies et de la vigne sont également incluses.

## 2.2. Une méthode qui s'appuie sur les mêmes principes que la version précédente d'ARSEINE, à partir de sources de données actualisées

La méthode utilisée, détaillée dans Puech, Schott et Mignolet (2020), peut être décomposée en trois grandes étapes correspondant aux trois premières actions INRAE définies dans le projet (§1.1). Les principales évolutions par rapport à la version précédente tiennent aux sources de données mobilisées, en s'adaptant à leurs améliorations et leur disponibilité.

### 2.2.1. Reconstitution des principales successions culturales du bassin

La première étape a consisté à reconstituer les successions de cultures attribuées à chaque UMA. Pour les besoins de la modélisation (temps d'exécution des simulations), le maximum de successions qui peut être attribué à une UMA est fixé à une dizaine. Les successions définies doivent répondre à un double enjeu :

- Être observées sur le terrain ;
- S'approcher autant que possible du véritable assolement de l'UMA, l'enjeu étant ici de combiner un nombre limité de successions de cultures tout en veillant à ce que l'assolement de cultures obtenu soit cohérent avec l'assolement observé.

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) permet de répondre à ce double enjeu. Il est le premier des trois sources de données statistiques mobilisées au cours de ce travail, introduites dans le **Tableau 4**.

*Tableau 4 Sources de données mobilisées*

<b>Fournisseur</b>	<b>Source</b>	<b>Champ</b>	<b>Description</b>	<b>Pas de temps</b>	<b>Millésime(s) utilisés</b>	<b>Etape</b>
<b>IGN et ASP</b>	Registre Parcellaire Graphique (RPG)	France	Occupation du sol des parcelles au cours de la campagne de l'année N. Base de données géographiques utilisée dans l'instruction des aides de la Politique Agricole Commune (PAC).	Annuel, dans sa version actuelle depuis 2015	2016-2021	1
<b>SSP du Ministère de l'Agriculture</b> <i>(accès via le CASD)</i>	Enquête pratiques culturales en grandes cultures et prairies 2017 (PKGK)	France	Décrit et caractérise les pratiques culturales des agriculteurs sur l'ensemble de l'itinéraire pour chacune des grandes cultures (21 en 2017). Echantillonnage d'exploitations, l'unité enquêtée est la parcelle.	Pluri-annuel, 1986, 1994, 2001, 2006, 2011, 2017 et 2021 pour les grandes cultures	2017	2
<b>SSP du Ministère de l'Agriculture</b> <i>(accès via le CASD)</i>	Recensements Agricoles (RA)	France	Opération décennale et obligatoire à l'échelle européenne de recensement des exploitations agricoles. Fournit des données de cadrage (cultures, cheptels, structure...) jusqu'au niveau communal.	Quasi-décennal, depuis 1970 dans sa version actuelle	2000, 2010, 2020	4

L'accès à certaines de ces données s'est fait par le biais du Centre d'Accès Sécurisé aux Données (CASD).

Le RPG présente toutefois deux limites principales (IGN et ASP, 2023) :

- L'absence de certaines surfaces agricoles (notamment viticoles, voir §1.2) (celles n'étant pas concernées par le dispositif de la PAC, Politique Agricole Commune),
- La variation des surfaces agricoles absentes d'une année à l'autre (« *évolution des aides, surfaces non déclarées pour une raison relative à la vie d'une exploitation, projet d'aménagement commencé puis différé, ...* »).

Il permet tout de même de décrire plus finement les successions culturales que lors des actualisations précédentes qui ont utilisé l'enquête sur l'utilisation des sols en France Teruti du Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, puis Teruti Lucas à partir de 2005 (homogénéisation à l'échelle européenne). Cette dernière enquête, l'un des plus anciens dispositifs statistiques d'observation du sol en Europe, avec la couverture de l'ensemble du territoire métropolitain dès 1982, observe sur un cycle de 3 ans un échantillon d'environ 70 000 points issus d'un maillage de 309 000 points sur le territoire de France métropolitaine (méthode d'échantillonnage **Figure 6 a**) (Portail de l'artificialisation des sols, en ligne).

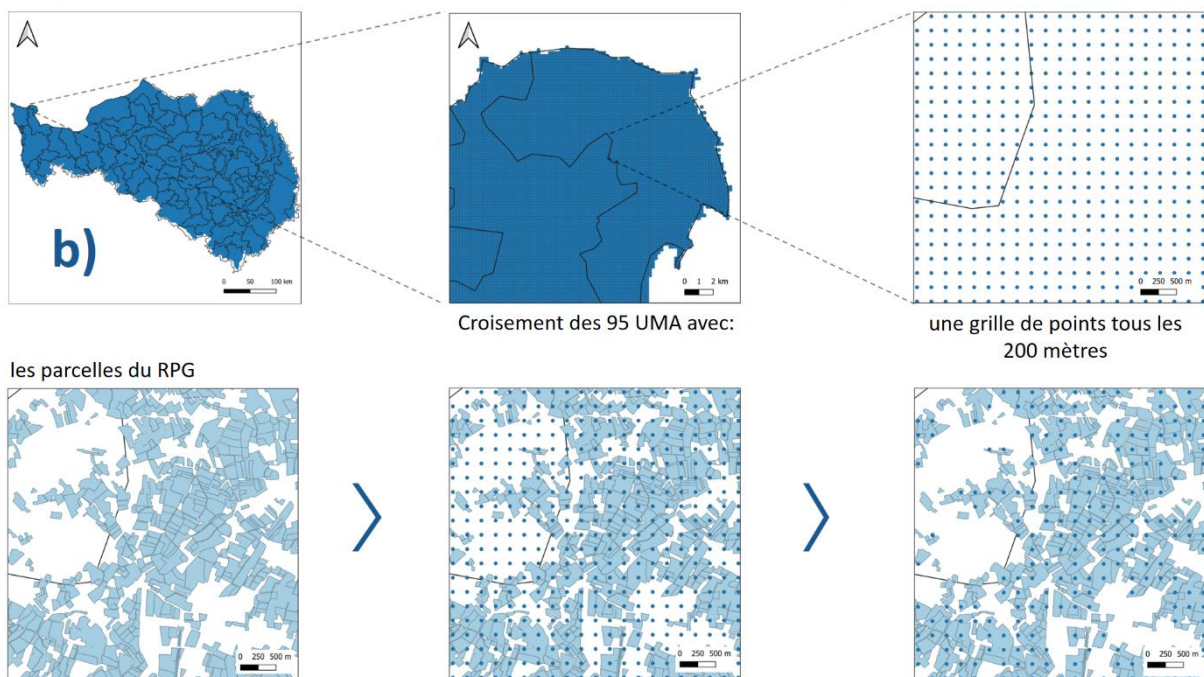
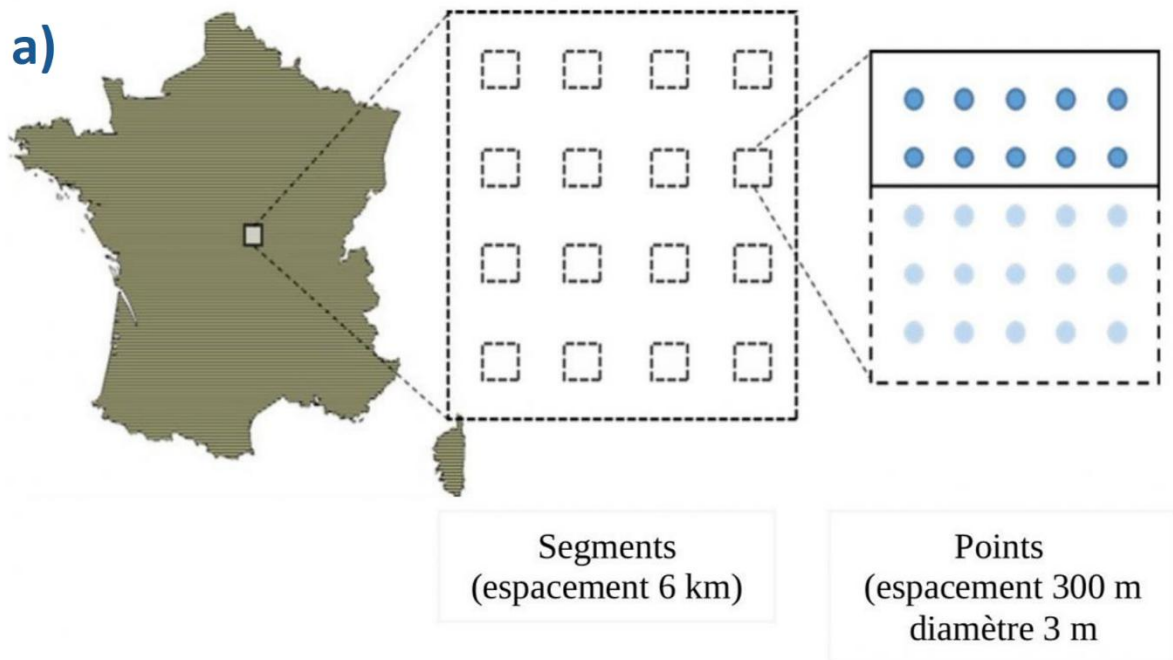
La couverture de l'enquête Teruti est ainsi moindre que celle du RPG, avec des années de discontinuité et la nécessité d'utiliser un logiciel de fouille de données pour extraire les régularités des séquences de cultures (Teruti-Miner, Schott, Gillet et Jacquet (2012)). Il a ainsi été fait le choix d'utiliser le RPG, dont le grain s'est affiné en 2015 avec le passage de l'îlot<sup>5</sup> à la parcelle.

Le principe de maillage de points utilisé par l'enquête Teruti a été appliqué au RPG sur le logiciel QGIS (**Figure 6 b**)), ici avec des points tous les 200 mètres. Cette méthode permet d'obtenir plus de 1 500 000 points agricoles sur le bassin, et représente un gain important de précision par rapport à l'enquête Teruti qui en comptabilisait 37 000 lors de la dernière actualisation (Puech, Schott et Mignolet, 2015).

Des outils comme RPG Explorer (développé par l'UMR SADAPT d'INRAE et AgroParisTech) appliquent déjà ce principe pour obtenir des successions de cultures à l'échelle de territoires, mais ne sont pas adaptés à des territoires aussi vastes que le bassin Seine-Normandie, avec des temps de calculs trop longs qui nous ont amenés à utiliser une méthode simplifiée par échantillonnage.

---

<sup>5</sup>Un îlot est composé d'une ou plusieurs parcelles culturales contiguës, exploitées par un même agriculteur, portant une ou plusieurs cultures, délimité par des éléments facilement repérables et permanents (chemin, route, ruisseau...) ou par d'autres exploitations. Concept mobilisé dans le cadre de l'instruction des aides de la PAC.



**Figure 6** Principe de reconstitution des successions de cultures a) avant 2015 avec Teruti (source: ESCO 2017) b) à partir de 2015 avec le RPG

Les successions culturelles sont alors reconstituées de la manière suivante :

- Pour chaque année, ici, de 2016 à 2021, exportation des occupations du sol des points, connues grâce à l'intersection de la grille de points avec les parcelles du RPG (**Figure 6**),
- Association, sur Microsoft Access®, de chaque point à son occupation du sol pour chaque année afin d'obtenir des triplets, quadruplets et sextuplets de cultures qui se succèdent d'une année à l'autre,
- Regroupement des points par sextuplet identique (ou triplet, ou quadruplet...) et par UMA pour évaluer leur fréquence relative.

Le rapport du nombre de points présentant chaque sextuplet avec le nombre de points agricoles total de l'UMA permet de faire une estimation de la part de la SAU occupée par chacun. L'utilisation de sextuplets plutôt que de successions plus courtes permet de faciliter l'identification de successions identiques mais à des stades différents en 2016 et celle des successions longues.

UMA	Nb_pts_sextuplet_Sextuplets	Nb_Sextuplets	Freq_sextuplet
191	STH - STH - STH - STH - STH - STH	1806	30.9352518
191	Orge H - Colza - Blé tendre - Orge H - Colza - Blé tendre	363	6.217882837
191	Colza - Blé tendre - Orge H - Colza - Blé tendre - Orge H	290	4.967454608
191	Blé tendre - Orge H - Colza - Blé tendre - Orge H - Colza	263	4.504967455
191	PT - PT - STH - STH - STH - STH	188	3.220280918
191	Maïs fourrage - Blé tendre - Maïs fourrage - Blé tendre - Maïs fourrage - Blé tendre	69	1.181911614
191	Blé tendre - Maïs fourrage - Blé tendre - Maïs fourrage - Blé tendre - Maïs fourrage	50	0.856457691
191	Gel - Gel - Gel - Gel - Gel - Gel	50	0.856457691
191	Blé tendre - Colza - Blé tendre - Orge H - Colza - Blé tendre	36	0.616649538
191	PT - PT - PT - PT - PT - PT	29	0.496745461
191	Blé tendre - Maïs fourrage - Blé tendre - Colza - Blé tendre - Maïs fourrage	27	0.462487153
191	Blé tendre - Orge H - Colza - Blé tendre - Orge H - Orge H	24	0.411099692
191	Maïs fourrage - Blé tendre - Colza - Blé tendre - Maïs fourrage - Blé tendre	23	0.393970538
191	Blé tendre - Pois - Blé tendre - Orge H - Colza - Blé tendre	23	0.393970538

Figure 7 Extrait des successions de culture obtenues UMA 191

La **Figure 7** illustre, à titre d'exemple, la partie supérieure du tableur obtenu au final sur l'UMA 191, correspondant au Perche Ornais. On peut alors facilement déduire une approximation de la proportion de chacune des successions culturales dans la SAU :

- Environ 31% de prairies permanentes,
- Environ 16% de colza-blé-orge, surligné de la même couleur pour facilement se repérer dans la table,
- ...

La contrainte de se limiter à une dizaine de successions par UMA implique que la proportion de chaque succession rentrée au final dans ARSEINE ne correspond pas exactement à celle observée : comme il apparaîtra en filigrane dans le reste du rapport, le but est ici de rendre compte des principaux systèmes de culture du bassin, sans viser l'exhaustivité.

Un dernier élément intervient dans le choix des successions finales : l'assolement de l'UMA au début de la période (2015), renseigné à partir d'une combinaison de Recensement Agricole et de Statistique Agricole Annuelle (SAA), avant le passage au RPG à partir de 2016 (Puech, Schott et Mignolet, 2018, 2015).

Ci-dessous, les successions affectées au final à l'UMA 191 ici utilisée en exemple (**Figure 8**) :

n°	% SAU	n° de la culture dans la succession					
		1	2	3	4	5	6
5319	40	PP					
5323	17	Co	BT	OH			
5325	12	Co	BT	BT	Pois	BT	OH
5326	10	Co	BT	OH	MG	BT	OH
5321	8	ME	BT				
5322	7	Co	BT	ME	BT	ME	BT
5324	5	PTs	PTs	PTs	BT	ME	BT
5320	1	Jach					

Culture	Assolement (%SAU)
Prairie permanente	40
Blé tendre	24
Orge d'hiver / Escourgeon	11
Colza	10
Maïs ensilage	7
Prairie temporaire semée	2
Pois	2
Maïs grain	2
Jachère pluriannuelle	1

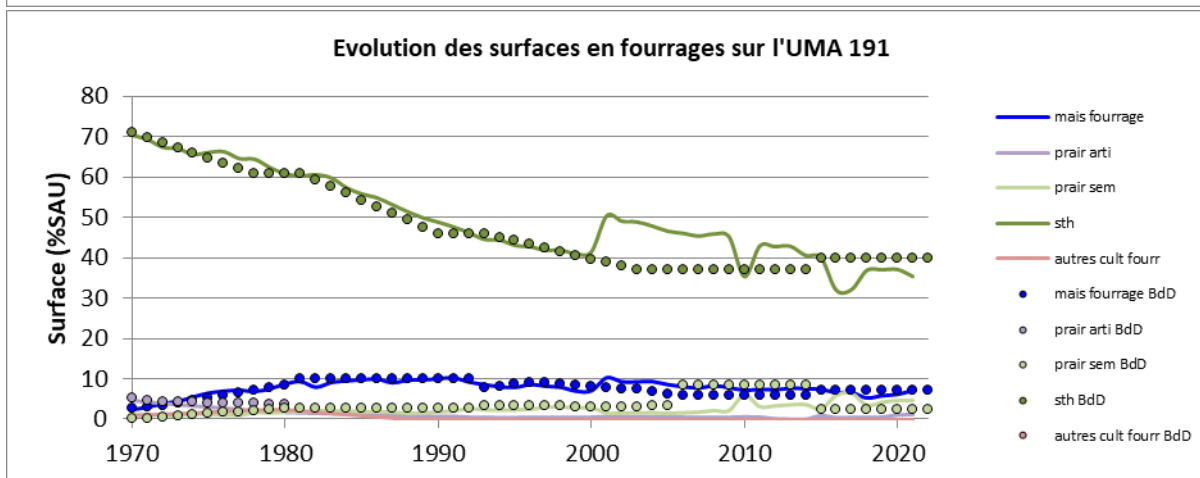
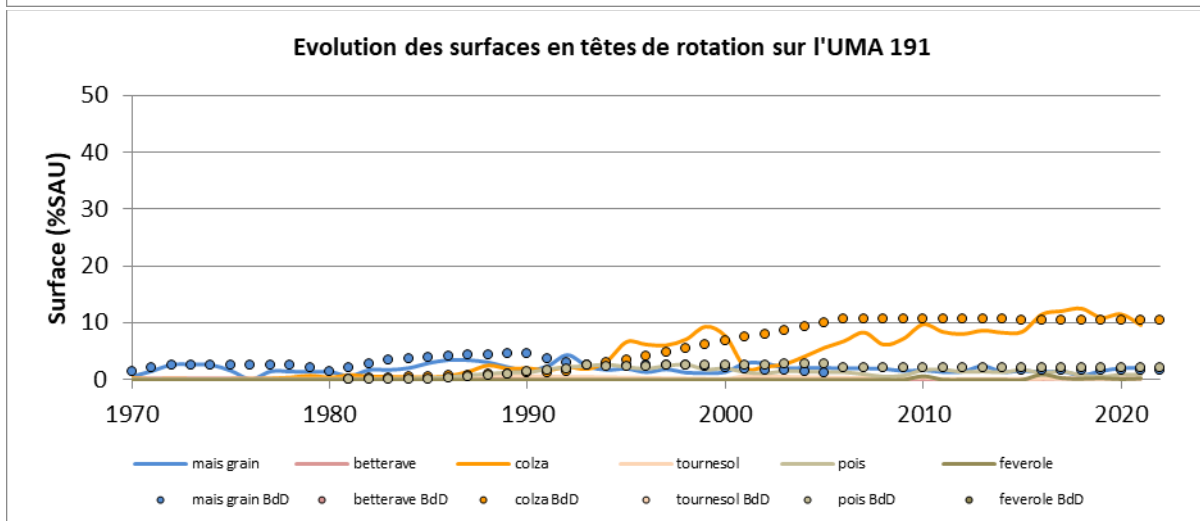
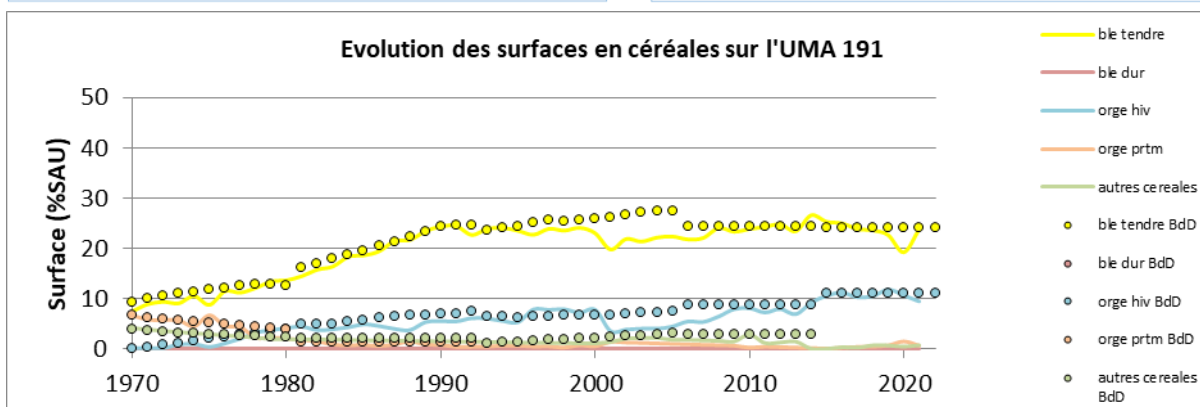


Figure 8 Successions 2015-2023 et assolement de l'UMA 191 (ARSEINE pour les traits en pointillés, RA et SAA pour les traits pleins jusqu'à 2015, RPG depuis)

## 2.2.2. Analyse de statistiques agricoles pour reconstituer les itinéraires techniques des cultures majoritaires

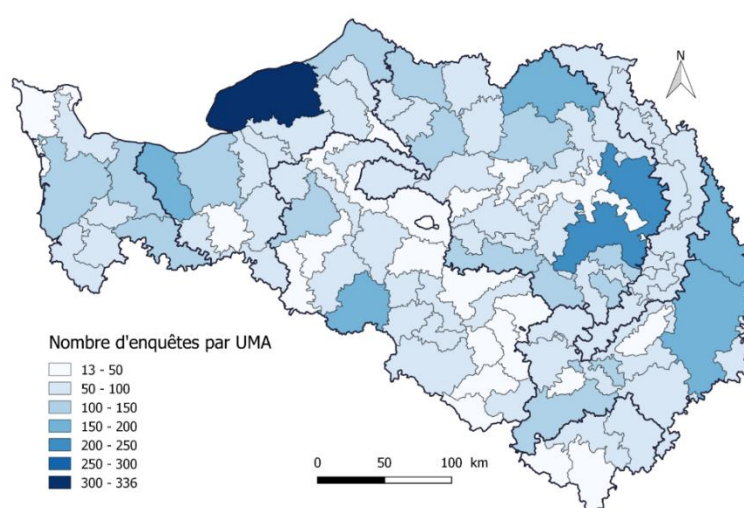
Les itinéraires techniques statistiques ont été élaborés à partir de l'enquête Pratiques culturales en grandes cultures et prairies 2017 (PKGC 2017), la dernière publiée au début de cette étude (**Tableau 4**). L'objectif étant d'identifier les principaux types de conduites culturales au sein du bassin, une typologie de combinaisons de pratiques culturales a été réalisée à partir d'une sélection de variables de l'enquête, comme plus haut pour les assolements (§1.3).

### - Structure de l'enquête PKGC 2017

7261 enquêtes ont été conduites sur le bassin (**Tableau 5**), sur 27 958 au niveau national.

**Tableau 5** Parcelles enquêtées dans le bassin Seine-Normandie et représentativité (source : enquête PKGC 2017, RPG 2017, d'après Ballot et al., 2017)). Les surfaces enquêtées sont ramenées à la SAU, mais seules les parcelles de grandes cultures ou prairies sont concernées par l'enquête.

	<b>bassin</b>	<b>GRA 1</b>	<b>GRA 2</b>	<b>GRA 3</b>	<b>GRA 4</b>	<b>GRA 5</b>	<b>GRA 6</b>	<b>GRA 7</b>
Nombre total de parcelles enquêtées	7261	870	250	494	1387	654	1982	1624
SAU totale des parcelles enquêtées (k ha)	1 176	183	49	83	204	73	331	253
SAU totale des GRA (k ha)	6 678	818	253	474	1 048	733	1 975	1 377
% SAU enquêtée par rapport à la SAU régionale	18%	22%	19%	17%	19%	10%	17%	18%



**Carte 7** Nombre d'enquêtes PKGC 2017 par UMA (toutes cultures confondues)

L'analyse statistique impose d'avoir des échantillons d'une taille suffisamment grande pour avoir des résultats significatifs : une trentaine d'enquêtes au minimum. Or, ce ne serait pas le cas en utilisant la maille des UMA (**Carte 7**), à laquelle certaines cultures ne sont parfois représentées que par quelques enquêtes, quand elles sont présentes (**Tableau 6**). Comme évoqué précédemment (§1.3), c'est pour cette raison que ce volet de l'étude est conduit à la maille des GRA. Pour affiner la localisation des types d'itinéraires techniques et leur description, une étape ultérieure d'enquêtes à dire d'experts a complété cette étape d'analyse statistique (cf. infra).

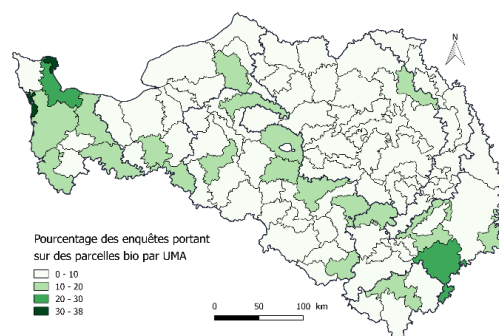
21 cultures différentes sont enquêtées, et couvrent 15 des 17 grandes cultures ou types de prairies renseignés dans ARSEINE. Les deux cultures manquantes correspondent à l'avoine, dont les surfaces n'ont cessé de diminuer sur le bassin depuis 1970 (**Figure 4**), et les prairies temporaires artificielles (luzerne principalement). Dans ce cas, soit un itinéraire technique est proposé par un expert, soit on utilise l'itinéraire renseigné sur la période précédente, avec comme hypothèse sous-jacente que les pratiques de ces cultures marginales n'ont pas beaucoup évolué.

**Tableau 6** Nombre d'enquêtes PKGC 2017 par espèce sur le bassin Seine-Normandie, classées par ordre décroissant. Hors agriculture biologique, voir infra. La 21<sup>ème</sup> culture correspond à la canne à sucre, absente du territoire métropolitain.

<b>Espèce</b>	<b>Nombre d'enquêtes</b>	<b>Espèce</b>	<b>Nombre d'enquêtes</b>
Maïs grain	839	Triticale	251
Orge	730	Lin fibre	167
Pois protéagineux	643	Prairie temporaire	134
Pomme de terre	596	Mélange fourrager	115
Colza	593	Mélange avec protéagineux	85
Blé tendre	568	Tournesol	75
Betterave sucrière	548	Lin oléagineux	69
Maïs fourrage	502	Blé dur	63
Féverole	402	Mélange de céréales	25
Prairie permanente	379	Soja	0

#### - Cas des surfaces conduites en Agriculture Biologique

Les précédentes versions de la base de données ARSEINE ne prenaient pas en compte les surfaces conduites en Agriculture Biologique (AB), et c'est toujours le cas ici. Bien que l'AB soit toujours globalement sous-représentée sur le bassin par rapport au reste du territoire métropolitain (§1.2.1 **Tableau 1**), on peut voir sur la **Carte 8** que les surfaces en AB enquêtées sont importantes dans certaines UMA, ou GRA (**Tableau 7**), en accord avec la croissance de l'AB au niveau national sur cette période.



**Carte 8** Pourcentage des enquêtes PKGC 2017 portant sur des parcelles en AB par UMA

**Tableau 7** Echantillonnage de parcelles en AB par l'enquête PKGC 2017 dans le bassin Seine-Normandie

	<b>bassin</b>	<b>GRA 1</b>	<b>GRA 2</b>	<b>GRA 3</b>	<b>GRA 4</b>	<b>GRA 5</b>	<b>GRA 6</b>	<b>GRA 7</b>
Nombre total de parcelles enquêtées	7261	870	250	494	1387	654	1982	1624
Dont bio	477	79	23	26	82	92	75	100
% d'exploitations bio dans l'échantillon	7%	9%	9%	5%	6%	14%	4%	6%

ARSEINE a vocation à rendre compte des successions et pratiques culturelles majoritaires, ce qui invisibilise la plupart du temps l'agriculture biologique et les pratiques alternatives de manière générale. Les 477 parcelles concernées ont ainsi été supprimées de l'échantillon.

- *Des typologies de pratiques entrant en jeu dans les transferts d'azote pour reconstituer les itinéraires techniques des cultures*

Les typologies sont mises en œuvre en deux temps : analyse multivariée pour réduire la dimensionnalité du jeu de données, puis Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) (voir §3.2.1 pour plus de détails sur le choix de la méthode). Elles ont été réalisées sur le logiciel R, à l'aide du package FactoMineR (Lê, Josse et Husson, 2008).

Le chapitre §3.4 du rapport d'étude écrit à l'issue de la création d'ARSEINE (Puech, Schott et Mignolet, 2015) décrit en détail la caractérisation des itinéraires techniques (ITK), brièvement résumée ici. Après sélection des 8 variables permettant de rendre compte des pratiques citées en §2.1, et devant l'hétérogénéité de leur nature (qualitatives et quantitatives), le choix de la méthode d'analyse multivariée s'est porté sur une ACM, pour Analyse des Correspondances Multiples. Les variables quantitatives ont alors été discrétisées, sur la base de leurs quantiles (quartiles ou centiles), selon leur distribution et le nombre de modalités finales souhaité. Ce dernier a en effet pu être réduit dans certains cas afin d'améliorer l'inertie de l'ACM, dépendante du nombre de modalités, et dont il a été décidé que la valeur minimum acceptable pour les deux premières composantes se situait autour de 30%.

**Tableau 8** Variables utilisées pour l'ACM et modalités. Les variables qualitatives sont indiquées en vert, les quantitatives à l'origine (puis discrétisées) en bleu, et les variables supplémentaires en gris et italique.

<b>Variable</b>	<b>Modalités</b>
Fertilisation azotée minérale totale (kg N / ha)	Quantiles
Fractionnement des apports d'azote minéral	0, 1, 2, 3 ou plus
Apport de fertilisants organiques	Oui / non
Date de semis	Quantiles
Durée des repousses (j)	Quantiles, plus modalité pas de repousses
Durée du couvert (j)	Quantiles, plus modalité pas de couvert
Date de labour	Quantiles, plus modalité pas de labour
Devenir des résidus du précédent cultural	Restitués / autre (exportés)
<i>Date de récolte</i>	<i>Quantiles</i>
<i>Rendement</i>	<i>Quantiles</i>
<i>Nombre de travaux du sol hors labour et semis</i>	<i>0, 1, 2, 3 ou plus</i>

Les variables dont une des modalités est présentée par plus de 90% de l'échantillon sont considérées comme ayant peu de variabilité et sont exclues de l'ACM. Le nombre de variables actives a également été utilisé en levier d'amélioration de l'inertie : dans ce cas, des variables peu discriminantes, ou ne représentant pas de gros enjeu pour la culture ont été passées en variables supplémentaires. La date de récolte, le rendement et le nombre de travaux du sol hors labour et semis sont des variables supplémentaires dès le départ, les deux premières parce qu'elles sont fonction des choix techniques de l'exploitant et du contexte pédoclimatique.

Les typologies sont réalisées sur des couples culture / GRA. Parfois, et même souvent, le nombre d'enquêtes d'une culture est insuffisant au sein d'une GRA : plusieurs régions sont alors regroupées, sur la base de leur proximité géographique et en termes de pratiques. Par ailleurs, et comme justifié dans Puech, Schott et Mignolet (2015), il est également nécessaire, pour certaines cultures, et afin d'éviter les conflits de date (incohérents agronomiquement et posant problème dans la modélisation sur STICS par la suite), de distinguer : semis de printemps ou d'automne (pour féverole, lin, orge et pois, voir **Tableau 9**, qui sont considérés comme des cultures différentes dans ARSEINE), et précédent tardif ou précoce (pour le blé, l'orge et le maïs). Autrement, il y aurait par exemple un risque de renseigner dans un itinéraire de blé un travail du sol qui interviendrait avant la date de récolte d'un précédent tardif, comme la betterave ou le maïs.

**Tableau 9** Pourcentages de semis d'automne des cultures de l'enquête PKGC 2017. En jaune, les cultures discriminées par dates de semis. Pour les autres, les parcelles semées en période minoritaire n'ont pas été conservées dans l'analyse.

<b>Espèce</b>	<b>Pourcentage de semis d'automne</b>
Colza	99,8%
Triticale	99%
Blé tendre	99%
Blé dur	95,4%
Orge	69,7%
Lin oléagineux	51,8%
Pois protéagineux	18,4%
Féverole	15,4%
Lin fibre	2,9%

Ces différentes contraintes ont abouti à un total de 58 couples culture (avec, éventuellement, le détail de la période de semis et du précédent) et GRA ou regroupement de GRA, sur lesquels ont été réalisées

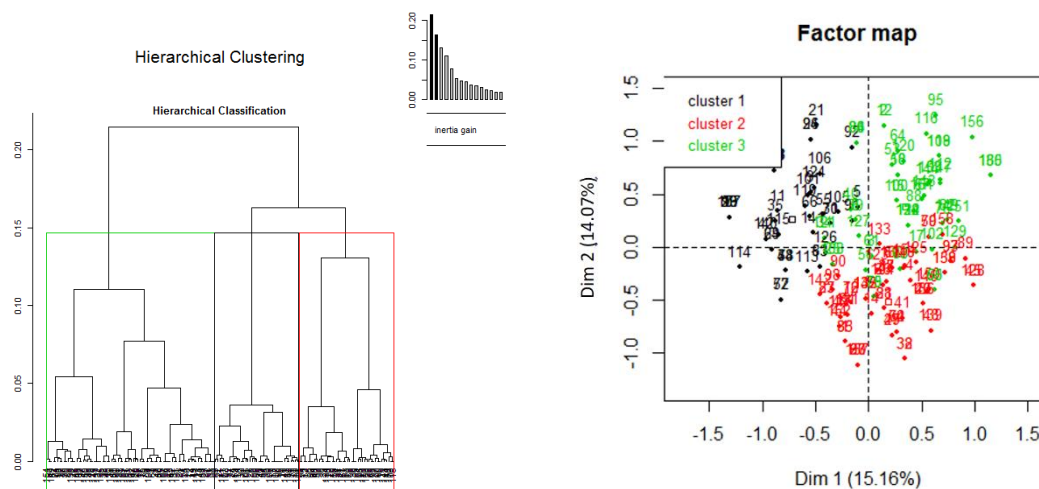
les typologies. Elles ont donné lieu à la définition de 141 itinéraires techniques en grandes cultures, recensés dans le

**Tableau 11.** Ce chiffre ne correspond pas exactement au nombre de clusters issus des CAH : l'effectif de certains était insuffisant pour les conserver.

A titre d'exemple, sont illustrées dans le **Tableau 10** les modalités des variables utilisées en entrée de l'ACM pour la betterave sucrière dans la GRA 7, et **Figure 9** les 3 clusters obtenus en sortie sur R à partir de cet échantillon, que l'on peut retrouver ligne 3 du **Tableau 11**.

**Tableau 10** Modalités des variables utilisées en entrée de l'ACM pour la betterave sucrière dans la GRA 7 (161 enquêtes)

<b>Variable</b>	<b>modalité 1</b>	<b>modalité 2</b>	<b>modalité 3</b>	<b>modalité 4</b>
Fertilisation azotée minérale totale (kg N / ha)	< 78	78-98	98-117	> 117
Fractionnement des apports d'azote minéral	0	1	2	3
Apport de fertilisants organiques	avec	sans		
Date de semis	avant le 20/03	20/03-28/03	après le 28/03	
Durée des repousses (j)	≤ 33	> 33	pas de repousses	
Durée du couvert (j)	≤ 87	> 87	pas de couvert	
Date de labour	avant le 16/11	16/11-12/02	après le 12/02	pas de labour
Devenir des résidus du précédent	restitués	autre		
Date de récolte	avant le 10/10	10/10-01/11	après le 01/11	
Rendement (t/ha)	< 90	90-98	98-106	> 106
Nombre de travaux du sol hors labour et semis	0	1	2	≥ 3



**Figure 9** Clusters obtenus en sortie de CAH sur R pour la betterave sucrière sur la GRA 7

**Tableau 11** 141 ITK grandes cultures issus de l'enquête PKGC 2017 par région et culture (d'après Puech, Schott et Mignolet (2015)). Les régions non représentées correspondent à des régions où il n'y a pas d'enquête pour la culture en question.

<b>Culture</b>	<b>Semis</b>	<b>Précédent</b>	<b>GRA</b>	<b>Nombre d'ITK</b>
Betterave sucrière			3,6	3
			4,5	3
			7	3
Blé dur			7	3
Blé tendre	hiver	précoce	1,2,3	2
	hiver	précoce	4,5	3
	hiver	précoce	6	2
	hiver	précoce	7	2
	hiver	tardif	3,6,7	2
	hiver	tardif	4,5	3
Colza			1,2,3	3
			4,5	3
			6	2
			7	3
Féverole	hiver		1,3,4,5,6,7	1
	printemps		1,3	1
	printemps		4,5	3
	printemps		6	2
	printemps		7	2
Lin fibre			3,6,7	3
			4	3
Lin oléagineux	hiver		1,2,3,7	1
	printemps		1,2,3,7	1
Maïs fourrage		précoce	1,2,3	3
		précoce	4,5,6,7	4
		tardif	1,2,3	2
		tardif	4,5,6,7	2
Maïs grain		précoce	1,2	2
		précoce	3	4
		précoce	6	3
		précoce	7	4
Maïs grain		tardif	1,2,3	2
		tardif	6,7	3
Orge	hiver	précoce	1,2,3	2
	hiver	précoce	4,5	3
	hiver	précoce	6	4
	hiver	précoce	7	2
	printemps	précoce	1,2,3	1
	printemps	précoce	6	3
	printemps	précoce	7	3
	printemps	tardif	1,3,4,5,6,7	2
Pois protéagineux	hiver		toutes	3
	printemps		1,2,3	4
	printemps		4,5	3
	printemps		6	4
	printemps		7	4
Pomme de terre			3,6	5
			4	3
			7	4
Tournesol			1,2,3,7	2
Triticale			1,2,3	3
			4,5	3

Chaque cluster regroupe un ensemble de parcelles présentant une certaine hétérogénéité sur une partie des variables malgré la classification. S’est donc ensuite posée la question de synthétiser les clusters sous la forme d’itinéraires techniques cohérents. Deux options étaient ici possibles :

- Utiliser l’itinéraire technique du parangon<sup>6</sup> de chaque type – cette option présente l’intérêt de représenter des itinéraires ayant existé et donc cohérents agronomiquement,
- Synthétiser l’information sous forme « d’itinéraires médians ».

Devant les différences parfois importantes entre parangons et autres parcelles des clusters, il a été fait le choix de représenter les itinéraires sous une forme médiane. Cette dernière était calculée lorsque c’était possible, et la modalité majoritaire de la variable était sinon retenue (par exemple, un apport de fumure organique est intégré à l’itinéraire s’il est réalisé par plus de la moitié du type). Quelques ajustements ont par conséquent parfois été nécessaires, pour éviter par exemple un labour postérieur à un semis, le travail du sol étant alors positionné juste avant le semis.

Dans ARSEINE, les itinéraires techniques sont affectés aux cultures des successions sur la base de leur importance dans la région. Chaque itinéraire statistique est ainsi associé à une fréquence correspondant à une part d’effectif enquêté, chiffre discuté a posteriori en entretien.

### Cas des prairies

Le principe est le même pour les prairies, avec un jeu de variables différent adapté à la conduite de ces surfaces (**Tableau 12**).

**Tableau 12** Variables utilisées pour les ACM des prairies et modalités. Les variables qualitatives sont indiquées en vert, les quantitatives à l’origine (puis discrétisées) en bleu, et les variables supplémentaires en gris.

<b>Variable</b>	<b>Modalités</b>
Type de prairie	Pâturée, mixte ou fauchée
Nombre de pâtures	0, 1, 2, 3 et plus
Nombre de fauches	0, 1, 2, 3 et plus
Pression de pâturage (jUGB/ha)	Quantiles
Fertilisation organique	Oui / non
Nombre d’apports d’azote minéral	0, 1, 2, 3 et plus
Fertilisation azotée minérale totale (kg N / ha)	Quantiles
Complémentation de la ration au pâturage	Oui / non / pas de pâturage
Rendement de fauche (t/ha)	Quantiles

Les prairies temporaires présentent la particularité de nécessiter de définir en plus un itinéraire dédié pour les années d’implantation, avec l’addition des travaux du sol et du semis. Les résultats des typologies ont en dernier lieu été comparés à des conduites réelles décrites dans Launay et al. (2011) et repris quand nécessaire, avec l’appui de Thomas Puech, auteur d’ARSEINE.

### Cas de la vigne

L’enquête pratiques culturales en viticulture 2019 n’a pas été traitée dans le cadre de ce travail, et les itinéraires techniques définis lors de la période précédente, décrits dans Puech, Schott et Mignolet (2015), ont été utilisés.

<sup>6</sup> Individu le plus proche du centre d’une classe (Husson, Josse et Pages, 2010).

### 2.2.3. Enquêtes à dire d'experts pour consolider les itinéraires techniques et consolidation de la base de données ARSEINE

#### - Enquêtes auprès de professionnels du conseil agricole

Les paragraphes précédents introduisent un certain nombre de limites des itinéraires techniques statistiques :

- Les typologies ont souvent été conduites à l'échelle de très grands territoires, voire du bassin entier ;
- Certaines cultures n'ont pas été enquêtées : prairies temporaires artificielles (luzerne) et avoine, ou pas partout comme le maïs grain dans l'Ouest, présent mais pas représenté dans l'enquête ;
- La caractérisation des types est parfois difficile, ces derniers pouvant être très hétérogènes sur certaines variables.

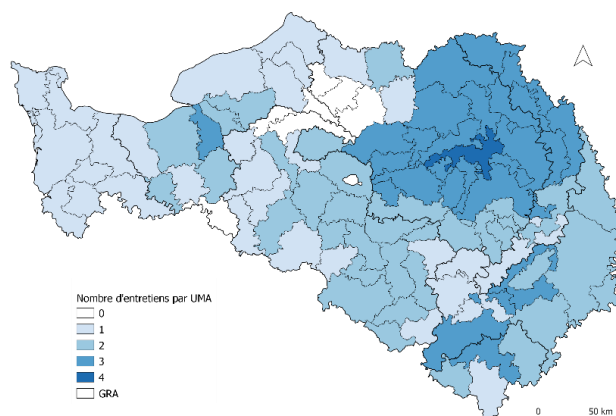
La troisième phase d'actualisation consiste ainsi en une phase d'entretiens auprès de professionnels du conseil agricole avec le double objectif de :

- Relocaliser les pratiques culturelles à un grain plus fin ;
- Confronter les itinéraires statistiques à leur expertise des pratiques réelles.

Compte tenu du temps limité pouvant être consacré à cette phase, le programme d'entretiens a été allégé par rapport aux éditions précédentes, et combine entretiens en face à face avec visioconférences, aujourd'hui largement démocratisées dans les institutions concernées. Le **Tableau 13** présente l'origine des 37 acteurs du conseil agricole rencontrés au cours de 30 entretiens, et la **Carte 9** le nombre d'entretiens par UMA :

**Tableau 13** Origine des personnes enquêtées

<b>Institution</b>	<b>Nombre de personnes rencontrées</b>
Chambres d'agriculture	22
Instituts techniques (ITB, Arvalis)	6
Coopératives	5
CETA	3
GIE	1
<b>Total</b>	<b>37</b>



**Carte 9** Nombre d'entretiens par UMA (la plupart des experts couvrent plusieurs UMA)

Les entretiens durent pour la plupart entre 1 et 2 heures, avec une partie centrale de reprise des itinéraires techniques statistiques obtenus lors de la phase précédente. Afin de faciliter l'appropriation des itinéraires techniques par les acteurs, ces derniers ont été représentés sous la forme de frises (**Figure 10**), comme il avait été fait pour la période précédente d'ARSEINE (Puech, Schott et Mignolet, 2015). Une fois imprimées, ces dernières peuvent être directement modifiées par les personnes enquêtées. Dans le cas des visioconférences, le format tableur des frises permet également de facilement les modifier au cours de l'entretien. Le guide d'entretien utilisé est disponible Annexe 6.

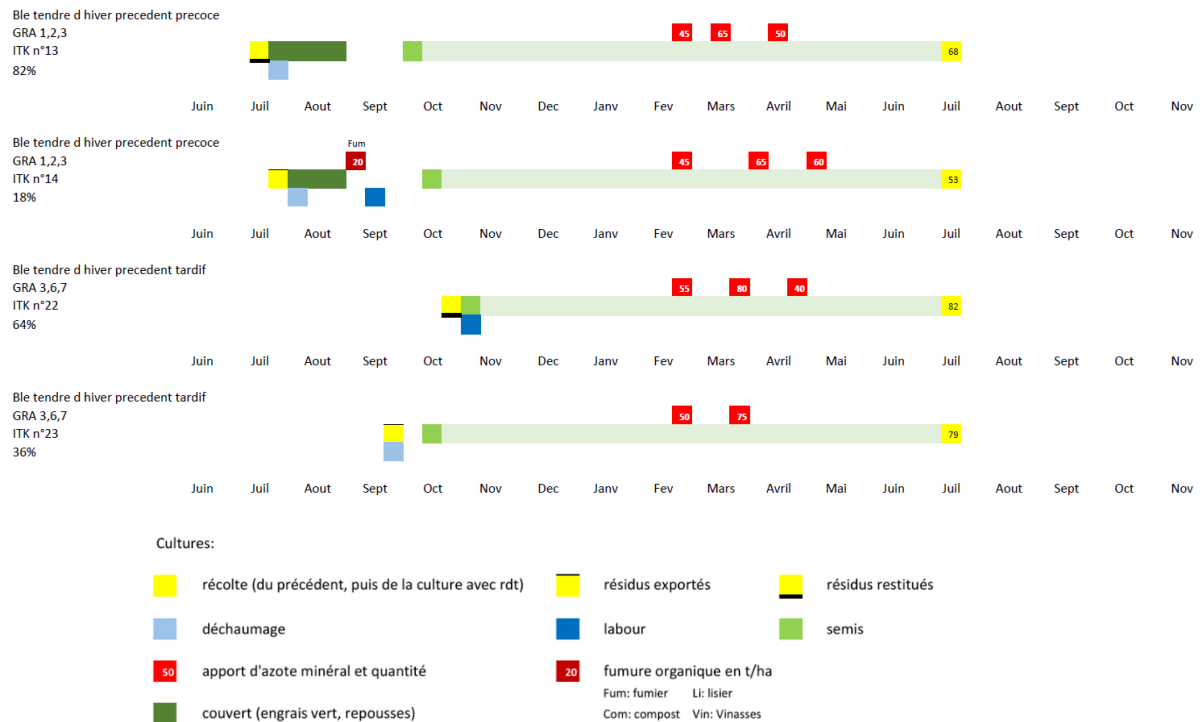


Figure 10 Exemple de frise utilisée en entretien et légende

A chaque personne rencontrée (et donc, à chaque nouvel itinéraire décrit) sont attribuées une ou plusieurs UMA, en fonction de leur secteur d'expertise. Cette étape permet d'obtenir à ce stade de la démarche d'actualisation un « pool » d'itinéraires techniques à affecter à chaque culture de chaque UMA, étape finale de la consolidation d'ARSEINE.

- Consolidation de la base de données ARSEINE

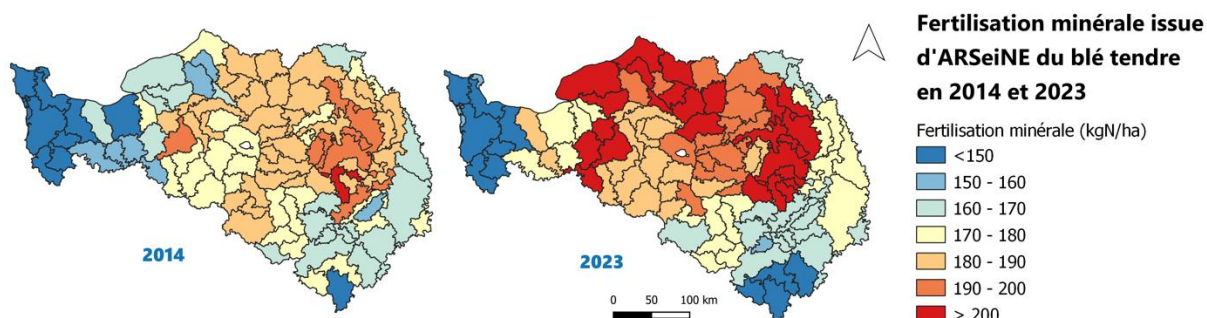


Figure 11 Affectation des ITK aux cultures des successions (exemple du colza sur l'UMA 194)

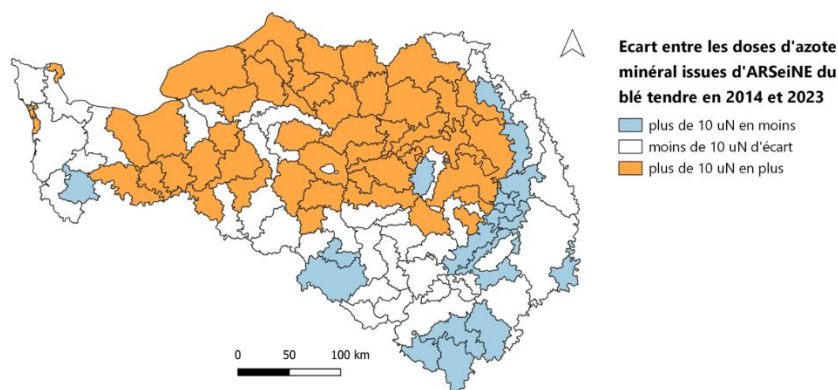
Les itinéraires techniques sont affectés aux cultures des successions en fonction de la fréquence qui leur a été attribuée, soit à partir du nombre de parcelles dans le type pour les itinéraires « statistiques », soit par la personne enquêtée pour les itinéraires « expert ». On voit sur la **Figure 11** que, lorsqu'ils étaient disponibles, ce sont les itinéraires « expert » qui ont été favorisés, car définis à un grain plus fin, et considérés plus proches des pratiques réelles.

### 2.3. Estimation de l'évolution de la pression azotée

A l'issue de cette démarche méthodologique, les doses d'azote renseignées sur le blé tendre sont pour la plupart des UMA supérieures, et parfois de façon significative, à celles renseignées sur la période précédente (**Carte 10, Carte 11**) :



**Carte 10** Fertilisation minérale totale du blé tendre issue d'ARSEINE en 2014 et 2023, fin des deux dernières périodes renseignées dans la base de données.



**Carte 11** Ecart entre les doses d'azote minéral issues d'ARSEINE du blé tendre en 2014 et 2023. On considère qu'il y a décrochage dès lors qu'il y a plus de 10 unités d'azote d'écart.

Les apports sont en revanche stables, voire en diminution pour d'autres cultures (**Tableau 14**), notamment le maïs grain et la betterave sucrière, une sur-fertilisation entraînant une baisse de la richesse en sucre pour cette dernière.

**Tableau 14** Evolution de la fertilisation tirée d'ARSEINE de 5 cultures depuis la période 2006-2014

Type de culture	2014	2020
Betterave sucrière	105.9	92.3
Blé tendre	173.3	182.1
Colza	166.8	170.8
Maïs grain	132.6	114.4
Orge d'hiver	148	147.4

L'estimation de l'état actuel de pollution des masses d'eau souterraine vis-à-vis de la pollution nitrique obtenue à l'issue de la modélisation des transferts de nitrates est disponible dans le rapport technique d'étude ARMINES (Gallois, 2023).

Devant les effets avérés de la fertilisation minérale azotée sur la qualité de la ressource en eau, ou encore des exploitations fragilisées par un marché globalisé et volatil et le dérèglement climatique, ces dernières décennies ont vu se développer la notion de transition des exploitations agricoles et des territoires vers des systèmes plus durables. Un scénario de transition écologique du bassin Seine-Normandie avait ainsi déjà été exploré lors de précédents travaux (Puech, Schott et Mignolet, 2018). Le dernier volet de cette étude s'intéresse cette fois aux transitions et pratiques des exploitations agricoles du bassin, à l'aide des Recensements Agricoles. Il permet par ailleurs de passer de l'échelle du système de culture à celle du système de production, le premier découlant du second, et les deux étant en interaction (**Figure 5**).

# Partie 2 – Typologie d’exploitations en transition

**Responsables scientifiques :** Pierre Guillemin, Catherine Mignolet

**Ingénierie des données et analyse de résultats :** Marie Hermès, Pierre Guillemin, Louise de la Haye Saint Hilaire, Céline Schott, Catherine Mignolet

## 3. Développement et résistances de systèmes de production plus durables sur le bassin Seine-Normandie

### 3.1. Etude et suivi des transitions vers des systèmes plus durables en agriculture

La documentation croissante des externalités négatives de l’agriculture a été accompagnée par l’émergence d’appels à la transition des systèmes de production agricole. L’utilisation du terme transition, défini comme le passage d’un état à un autre, implique la nécessité de pouvoir suivre l’évolution des systèmes. De nombreux travaux autour de la mise en place de méthodes et d’indicateurs de suivi ont ainsi vu le jour : indicateurs de suivi de la politique agro-écologique pour la France (Chevassus-au-Louis, Villien et Claquin, 2016 ; Midler et Boy, 2017), indicateurs mobilisés par des organismes de développement international, ou encore indicateurs plus « grossiers » utilisés sur de grands territoires, comme ceux développés pour la Commission Européenne afin de qualifier les zones d’agriculture à Haute Valeur Naturelle (HVN) (Chayre et Pointereau, 2021).

Nombre d’entre eux mobilisent des outils d’évaluation plus ou moins intensifs en temps et moyens, qui permettent d’établir des diagnostics de la durabilité ou engagement dans un processus de transition des exploitations (outils IDEA (Zahm et al., 2019) ou TAPE (Lucantoni, et al., 2021) par exemple) ou des territoires.

La définition de transition comporte par ailleurs un aspect dynamique, avec différentes trajectoires qui peuvent être empruntées par les systèmes pour passer d’un état à un autre (Chantre, 2011).

Plus représentatifs que les enquêtes dans un échantillon de fermes, et plus détaillés que des données obtenues, par exemple, par satellite, les Recensements Agricoles (RA) permettent d’obtenir tous les dix ans environ un instantané de l’intégralité des exploitations agricoles françaises.

Ils peuvent ainsi être mobilisés pour réaliser des analyses diachroniques de l’agriculture française : c’est par exemple le cas dans (La Haye Saint Hilaire, 2023) sur le secteur de la Lorraine Haute-Marne, ou (Perrot et al., 2024) sur les évolutions récentes des exploitations avec élevage.

Le prisme de la transition a lui déjà été abordé par Bermond et Guillemin (2024) au travers d’une analyse diachronique des deux derniers RA, après un premier état des lieux de l’engagement des exploitations françaises dans l’Agriculture Biologique et les circuits courts à partir du RA 2010 (Bermond, Guillemin et Maréchal, 2019). Au-delà de ces deux indicateurs, le travail qui suit a pour objectif d’explorer de nouvelles clés de classification des exploitations, et de dresser un portrait du positionnement des exploitations du bassin Seine-Normandie à partir de ces dernières.

## 3.2. Typologie des exploitations en transition à partir des Recensements Agricoles 2000, 2010 et 2020

### 3.2.1. Choix de la méthode et des variables

- *Agroécologie : un terme générique pour décrire une partie de la diversité des formes d'agriculture durable*

Théorisée dans sa conception actuelle au cours des décennies 1980 et 1990 (Altieri, 1983 ; Gliessman, 1990), puis graduellement démocratisée depuis, la notion d'agroécologie est aujourd'hui associée à un ensemble de concepts et pratiques diverses. Si elle est pour certains une notion purement écologique et agronomique, renvoyant à des « *systèmes de production agricole qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes* » (Schaller, 2013), elle intègre pour d'autres une dimension sociale fondamentale - c'est notamment le cas en Amérique du sud où elle est associée à la lutte pour la préservation de l'agriculture familiale (Wezel et al., 2009). Un certain nombre de principes font toutefois globalement consensus (Schaller, 2013) :

- ***S'appuyer sur des processus naturels.*** En mobilisant par exemple, en lieu et place de produits phytosanitaires, des auxiliaires des cultures, en s'appuyant sur la complémentarité entre cultures et élevage pour se passer d'engrais de synthèse, en introduisant des légumineuses pour fixer l'azote atmosphérique, ou encore en valorisant les surfaces herbagères dans le cadre de l'élevage extensif d'herbivores.
- ***Favoriser la (bio)diversité.*** Cette dernière se retrouve à plusieurs échelles : celle du système de production, avec une diversité de productions pour plus de résilience (Puech, Schott et Mignolet, 2018), ou une diversité d'espèces et/ou races élevées. L'agrobiodiversité<sup>7</sup> peut également être favorisée au niveau du système de culture, en substitution de rotations triennales à base de cultures d'hiver (notamment colza, blé et orge) qui ont montré leurs limites. De la parcelle au paysage, les infrastructures agroécologiques, et parmi elles l'agroforesterie, limitent la propagation des bioagresseurs en augmentant l'hétérogénéité des couverts, servent de refuge aux auxiliaires mentionnés précédemment ou encore préservent les continuités écologiques entre milieux.
- ***Diminuer les impacts sur leur environnement.*** En limitant ou arrêtant l'usage d'engrais de synthèse et de pesticides, en préservant les sols pour limiter leur érosion et appauvrissement, ou encore en diminuant les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) en utilisant moins d'énergies fossiles.
- ***S'inscrire dans leurs territoires.*** En réinsérant les systèmes de production dans les systèmes alimentaires locaux et raccourcissant les filières quand c'est possible, pour plus de résilience face aux cours mondiaux des matières premières, plus de valeur ajoutée, moins d'émissions de GES, et permettre à l'agriculture de remplir ses fonctions sociales et sociétales (Plumecocq et al., 2018), pour une transition agri-alimentaire.

Les pratiques citées à titre d'exemples ci-dessus peuvent par ailleurs souvent servir à illustrer plusieurs principes.

---

<sup>7</sup> L'agrobiodiversité, ou biodiversité agricole, est la part de la biodiversité reconnue comme ressource par des agriculteurs pour la production agricole. Comme la biodiversité, elle se décline en trois niveaux d'organisations qui interagissent entre eux : diversité génétique, spécifique et agroécosystémique (Hazard, 2016).

- *Une typologie pour appréhender la diversité des 1 544 942 exploitations agricoles recensées*

Pour déceler certaines de ces pratiques dans les recensements agricoles, et présenter les transitions identifiées de manière synthétique, il est nécessaire de passer par une étape de classification des exploitations. Cette dernière a été faite par le biais d'une typologie d'exploitations, comme ce fut le cas précédemment pour des assolements de communes (§ 1.3) ou des combinaisons de pratiques à la base des itinéraires techniques (§ 2.2.2).

Travailler à partir des trois derniers recensements permet de s'inscrire dans le temps long, et ainsi de contextualiser une partie des évolutions des systèmes de culture décrits dans la base de données ARSEINE.

Le champ de la typologie est celui de la France métropolitaine : ce choix a été fait pour apprécier la situation du bassin Seine-Normandie sur les questions de transition par rapport au reste du territoire.

L'analyse est de manière générale englobante, et peu d'exploitations ont été exclues des traitements (28 au total) de par des structures ou valeurs de certaines variables trop particulières.

Les travaux de typologie à partir de bases de données décrivant les individus par des variables se font traditionnellement en deux étapes de traitement principales (Köbrich, Rehman et Khan, 2003) :

1. **Analyse factorielle** : réduit le nombre de variables, et donc la dimensionnalité du problème, en construisant un ensemble de facteurs à partir de l'ensemble de variables. Le type d'analyse factorielle utilisé dépend du jeu de données de départ. Jusqu'à présent ont été réalisées une Analyse en Composantes Principales (ACP) à partir de variables quantitatives (§1.3, typologie d'assolements), et une ACM à partir de variables qualitatives (§2.2.2).
2. **Classification** sur les axes factoriels de l'analyse précédente : dégage de grands « types » d'individus, de sorte à maximiser l'hétérogénéité entre les types et l'homogénéité au sein des types. Deux algorithmes sont aujourd'hui les plus fréquemment utilisés :
  - **L'agrégation autour des centres mobiles**, plus adaptée aux ensembles volumineux de données, mais dépendante des centres de classes choisis, dont le nombre doit être fixé a priori.
  - La **classification hiérarchique**, déterministe et qui donne donc cette fois toujours le même résultat à partir des mêmes données, avec des indications sur le nombre de classes à retenir. C'est cette méthode qui est en général favorisée quand elle peut être utilisée.

La taille de l'échantillon utilisé ici a toutefois imposé de passer par des étapes supplémentaires pour réaliser ce que Lebart, Morineau et Piron (1995) qualifient de « classification mixte » (**Figure 12**):

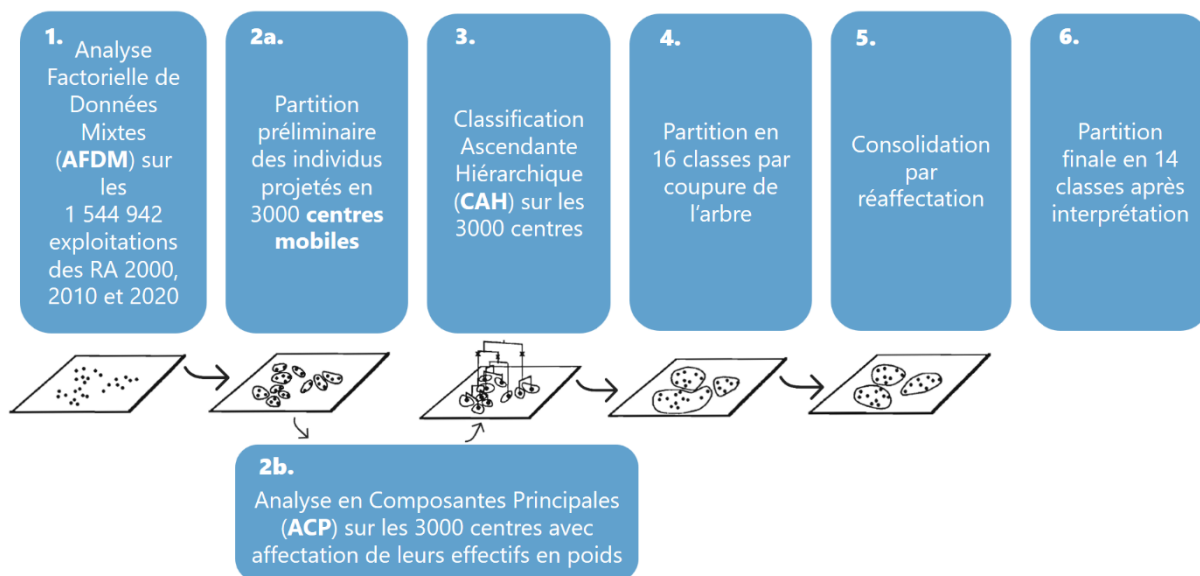


Figure 12 Méthode utilisée pour réaliser la typologie (d'après Kunkar et al., 2024 ; Lebart, Morineau et Piron, 1995)

Cette dernière présente la particularité de combiner agrégation autour des centres mobiles et classification hiérarchique, le premier algorithme permettant de « dégrossir » le nombre important d'individus de départ.

- Une AFDM à partir de 8 variables actives pour réduire la dimensionnalité du jeu de données

Afin de ne pas se limiter dans le choix des variables par rapport à leur caractère quantitatif ou qualitatif, deux options d'analyse factorielle étaient possibles : soit une AFDM, pour Analyse Factorielle de Données Mixtes, soit une ACM, en discrétisant les variables quantitatives. Dans le but de conserver la robustesse des analyses de données quantitatives, il a été fait le choix de réaliser une AFDM, méthode plus récente que les traditionnelles ACP ou ACM, mais qui tend aujourd'hui à se démocratiser dans les analyses typologiques (Ballot et al., 2017 ; Kunkar et al., 2024). Comme plus haut dans le rapport §2.2.2, l'analyse a été réalisée sur le logiciel R avec le package FactoMineR.

Nombre de pratiques considérées comme agroécologiques (cf. supra) ont été renseignées dans les Recensements Agricoles. Le caractère diachronique de l'analyse impose toutefois de retrouver les mêmes informations sur les trois années, ce qui est en revanche rarement le cas. Certaines des caractéristiques des exploitations en lien avec l'agroécologie les plus évidentes, comme la fertilisation des cultures, n'ont ainsi pas pu être intégrées, n'étant pas documentées sur les trois années. Les principaux leviers se retrouvent plutôt autour de la diversité culturale, les recensements proposant chaque année l'assolement exhaustif des exploitations, malgré des nomenclatures légèrement différentes.

D'autres critères entrent par ailleurs en ligne de compte dans la sélection des variables : limiter le nombre de variables actives et privilégier les variables synthétiques (Kostrowicki, 1977 ; cité dans Köbrich, Rehman et Khan, 2003), ou encore représenter tous les types de systèmes (ceux avec élevage et ceux sans) sans pour autant faire rentrer les OTEX (Orientations technico-économiques) des exploitations dans l'analyse (la typologie résultante correspondrait alors à la diversité des OTEX).

Les 8 variables finalement utilisées comptent ainsi 3 variables calculées à partir des assolements :

#### - **Indice de diversité des cultures**

La diversité culturelle est aujourd'hui souvent mesurée avec des indices issus du domaine de l'écologie des écosystèmes, en assimilant les différentes cultures aux différentes espèces. Le plus utilisé d'entre eux est celui de Shannon (Shannon et Weaver, 1949 ; cités dans Puech, Schott et Mignolet, 2018):

$$H' = -\sum_i p_i \log_b p_i$$

Avec :

$p_i$  abondance proportionnelle de la culture  $i$  (surface / SAU totale)

$b$  base du logarithme

Un autre indice, celui dit de Simpson, donne moins de poids aux espèces rares, ou dans notre cas aux cultures représentant de petites surfaces :

$$D = \sum p_i^2$$

Avec :

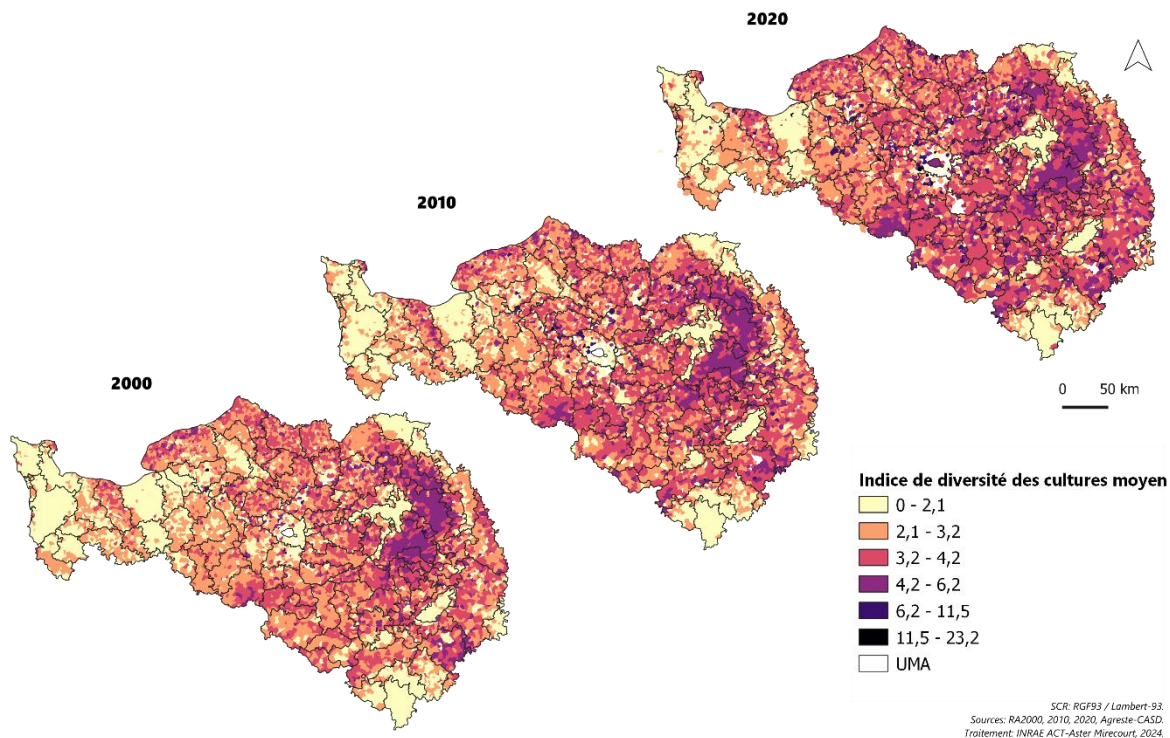
$p_i$  abondance proportionnelle de la culture  $i$  (surface / SAU totale)

Plusieurs formes de l'indice de Simpson ont toutefois tendance à être utilisées de manière interchangeable. En effet, ce dernier est peu intuitif car plus il est proche de 1 (son maximum), plus le peuplement est homogène (peu divers), et à l'inverse plus il est proche de 0 plus la diversité est grande. Ainsi, ce sont souvent les valeurs  $1 - D$  ou  $1/D$  qui sont données, et qui permettent cette fois d'avoir un indice élevé quand la diversité est grande.

Cette dernière formulation de l'indice ( $1/D$ ) correspond à ce que E. Revoyron désigne dans sa thèse portant sur les trajectoires de diversification des cultures (2022) d' « *indice de diversité des cultures* » (traduction littérale).

C'est aujourd'hui un indice couramment utilisé (Agreste, 2024a ; Bockstaller, 2018 ; Chantrel-Valat, Lavoisy et Pailloux, 2021 ; Chevassus-au-Louis, Villien et Claquin, 2016 ; Revoyron, 2022 ; Sirami et Midler, 2021), et celui qui a été choisi dans le cas présent, afin de différencier les exploitations ayant plusieurs cultures dans des proportions similaires de celles plus déséquilibrées (ce que l'indice de Shannon ne ferait pas).

Une nomenclature de cultures commune aux trois recensements en 95 postes différents a ainsi été définie (Annexe 7). Elle a été établie selon le principe du plus petit dénominateur commun, appliqué strictement afin de conserver le niveau de détail le plus élevé possible. Seul le détail des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales (PPAM) n'a pas pu être inclus, n'étant disponible que depuis 2010 (hors persil, présent dans la table légumes en 2000).



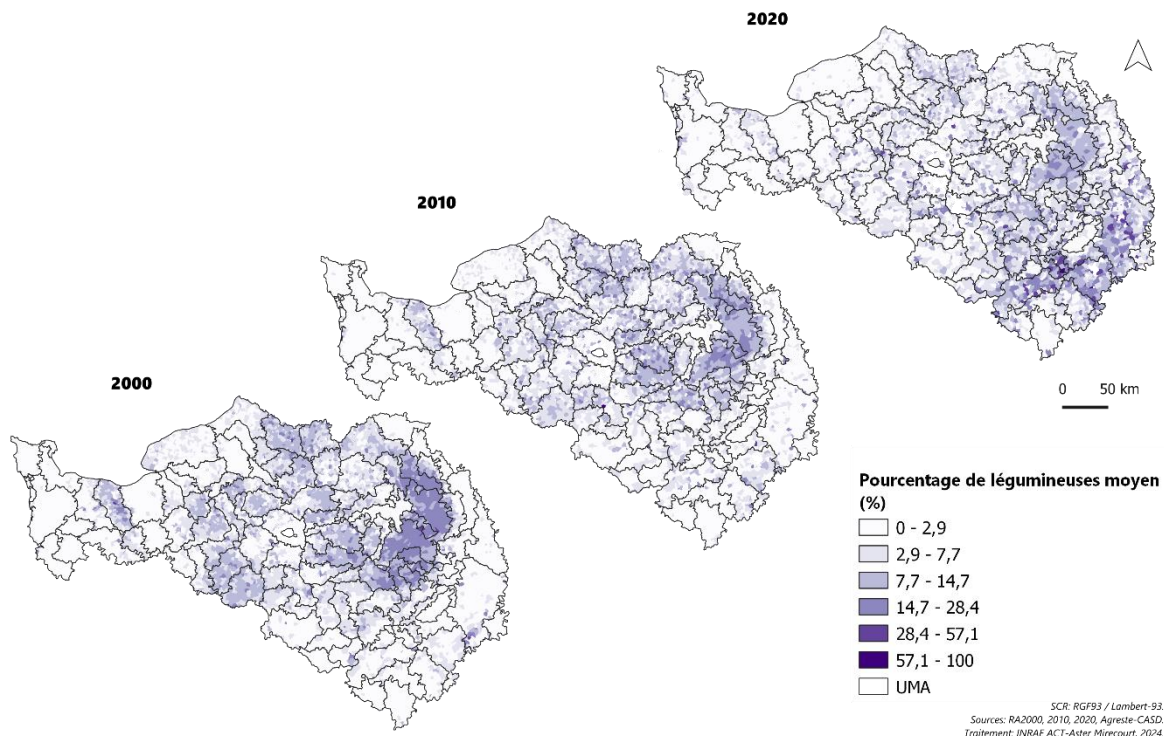
*Carte 12* Indice de diversité des cultures moyen des exploitations des communes

Si la diversité des cultures est identifiée comme un pilier de l'agroécologie, on voit sur la **Carte 12** que les secteurs se démarquant le plus sont ceux où les conditions et infrastructures sont favorables à la production de nombreuses grandes cultures différentes (par exemple, en plus de cultures « classiques », lin et pomme de terre en Seine-Maritime, ou légumes industrie dans le Santerre et le Nord en général), sans qu'il y ait forcément d'approche systémique et de réflexion sur les pratiques derrière. Le choix a donc été fait de compléter cet indice de diversité avec d'autres indicateurs sur les cultures, cette fois plus à même de différencier les démarches durables.

- **Part des légumineuses dans la SAU**

Les légumineuses sont depuis longtemps identifiées comme un levier majeur de transition, que ce soit pour réduire l'usage des intrants azotés, ou autour de l'enjeu de l'autonomie protéique des élevages.

La **Carte 13** permet d'observer l'évolution des surfaces en légumineuses sur le bassin Seine-Normandie, de la luzerne en Champagne Crayeuse au Barrois et Plateaux Langrois et de Bourgogne en 2020.



Carte 13 Part moyenne des légumineuses dans la SAU des exploitations des communes

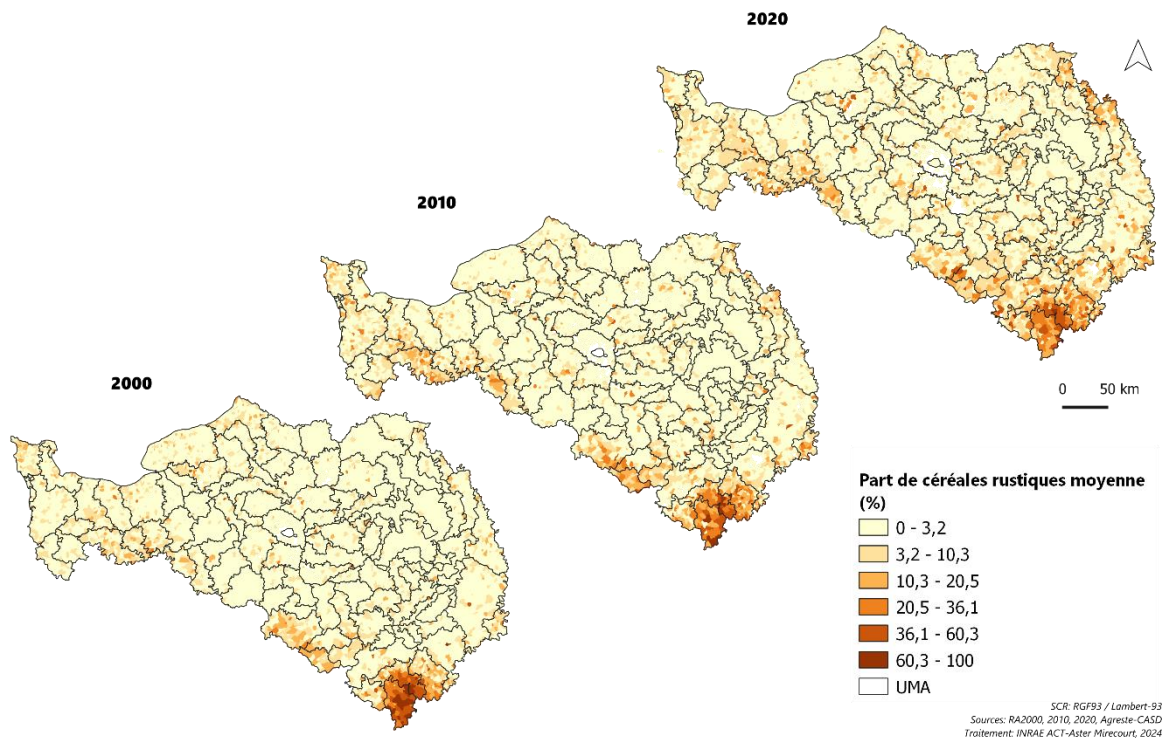
- **Part des céréales rustiques dans la surface en céréales**

Les céréales dites rustiques présentent des caractéristiques qui leur permettent par exemple de s’adapter à plus de contextes pédoclimatiques que d’autres, mieux résister à la sécheresse, moins demander d’engrais, ou encore d’avoir une meilleure résistance à certaines maladies. Le détail des céréales catégorisées ici comme « rustiques » est visible pour chaque recensement **Tableau 15**, et leur localisation **Carte 14** :

**Tableau 15** Céréales catégorisées comme "rustiques" dans les RA 2000, 2010 et 2020

<b>RA 2000</b>	<b>RA 2010</b>	<b>RA 2020</b>
Avoine, triticale, seigle, autres (mélanges, sarrasin...)	Avoine hiver, avoine printemps, triticale, seigle, autre cultures hiver (mélanges), autres cultures printemps (mélanges)	Avoine d’hiver, avoine de printemps, seigle, triticale, sarrasin, mélanges de céréales d’hiver, mélanges de céréales de printemps, autres céréales (millet, alpiste, quinoa...)

La variable « part de céréales rustiques dans la surface en céréales » prenait moins le pas sur les autres (en termes de contribution aux axes de l’AFDM) que celle donnant le pourcentage de céréales rustiques dans la SAU, utilisée en premier lieu en miroir de la part de légumineuses dans la SAU.



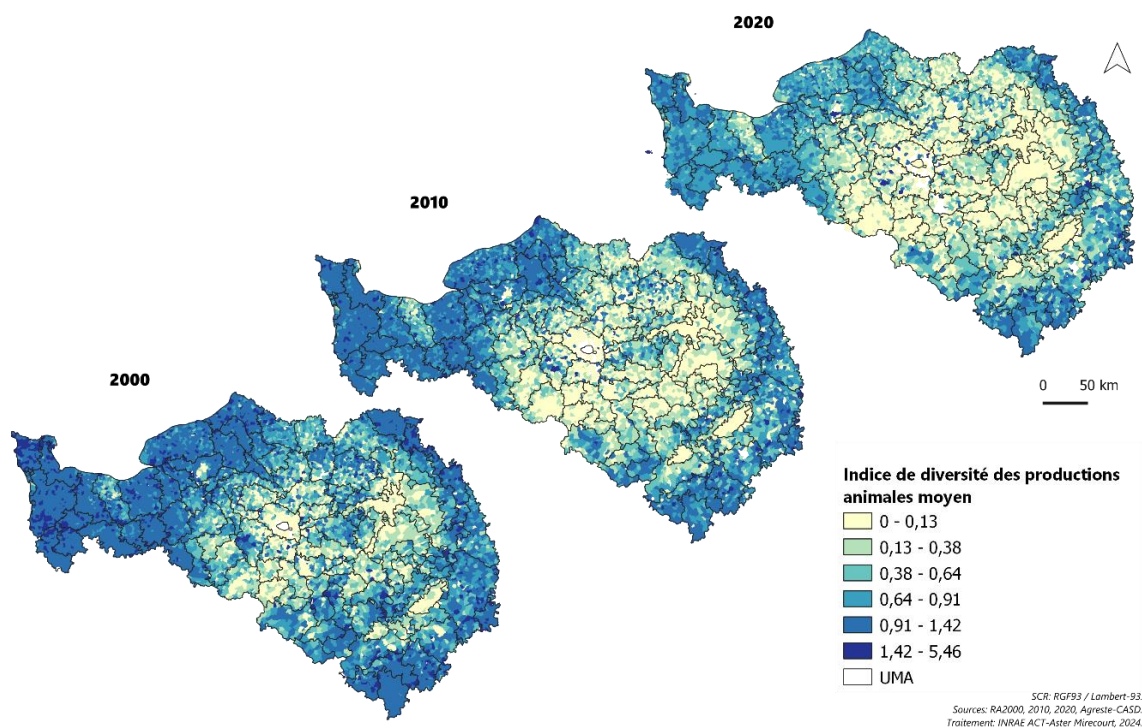
*Carte 14 Part moyenne de la surface en céréales rustiques dans la surface en céréales des exploitations des communes*

#### - **Indice de diversité des productions animales**

Cette variable est le pendant élevage de l'indice de diversité des cultures. Le principe du plus petit dénominateur commun a de la même façon été appliqué strictement (nomenclature Annexe 8) et a permis d'obtenir 16 catégories de productions animales différentes.

Pour la diversité animale sont différenciées vaches allaitantes et laitières, de même pour les brebis, et poules pondeuses et poulets de chair. Les types d'animaux pour lesquels il n'était pas possible de différencier laitier et allaitant n'ont pas été comptés dans le calcul de l'indice (veaux par exemple).

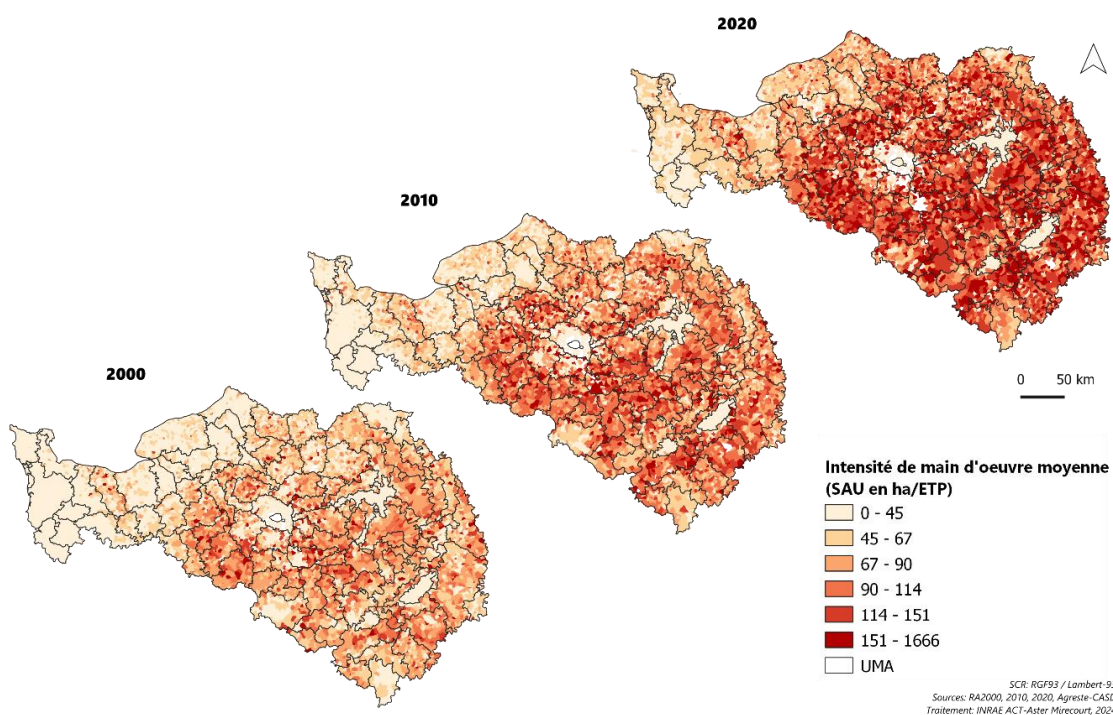
Les régions d'élevage du bassin Seine-Normandie présentent les indices de diversité les plus élevés, avec une diminution globale au cours des deux dernières décennies (**Carte 15**).



Carte 15 Indice de diversité des productions animales moyen des exploitations des communes

- **Intensité de main d'œuvre**

Ce que nous appelons « intensité de main d'œuvre » correspond à la SAU par ETP. Cette variable a pour objectif de rendre compte de la dimension des exploitations agricoles et du niveau d'intensification des systèmes (Fourrié, Letailleur et Cresson, 2013). Les valeurs les plus élevées se trouvent sur le Bassin parisien et les croissant des « petites terres à cailloux » (Carte 16).



Carte 16 Intensité de main d'oeuvre (SAU en ha / ETP) moyenne des exploitations des communes

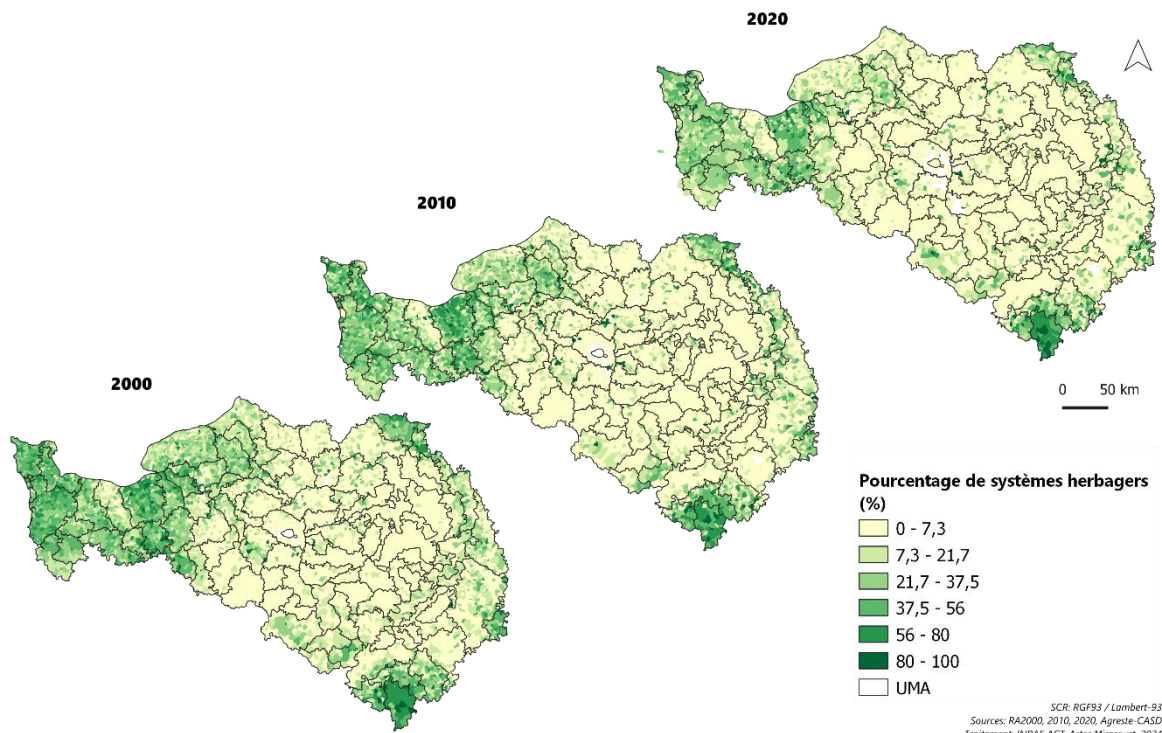
- **Système herbager ou pastoral**

Afin d'identifier les exploitations extensives d'élevage herbivore reposant principalement sur les surfaces herbagères, un indicateur synthétique basé sur deux composantes a été créé, dans la continuité des réflexions de Bermond, Guillemain et Maréchal (2019) :

- SFP / SAU > 75% et surface de maïs fourrage / SFP < 10% (Alard, Béranger et Journet, 2002)
- UGB / ha SFP (chargement instantané) < moyenne de la PRA  
D'après Josien, Dedieu et Chassaing (1994) : « Avec ce critère UGB/ha SFP, nous définissons comme extensive une exploitation d'élevage pour laquelle le niveau de chargement annuel est nettement plus faible que la moyenne observée dans la région étudiée [...] »

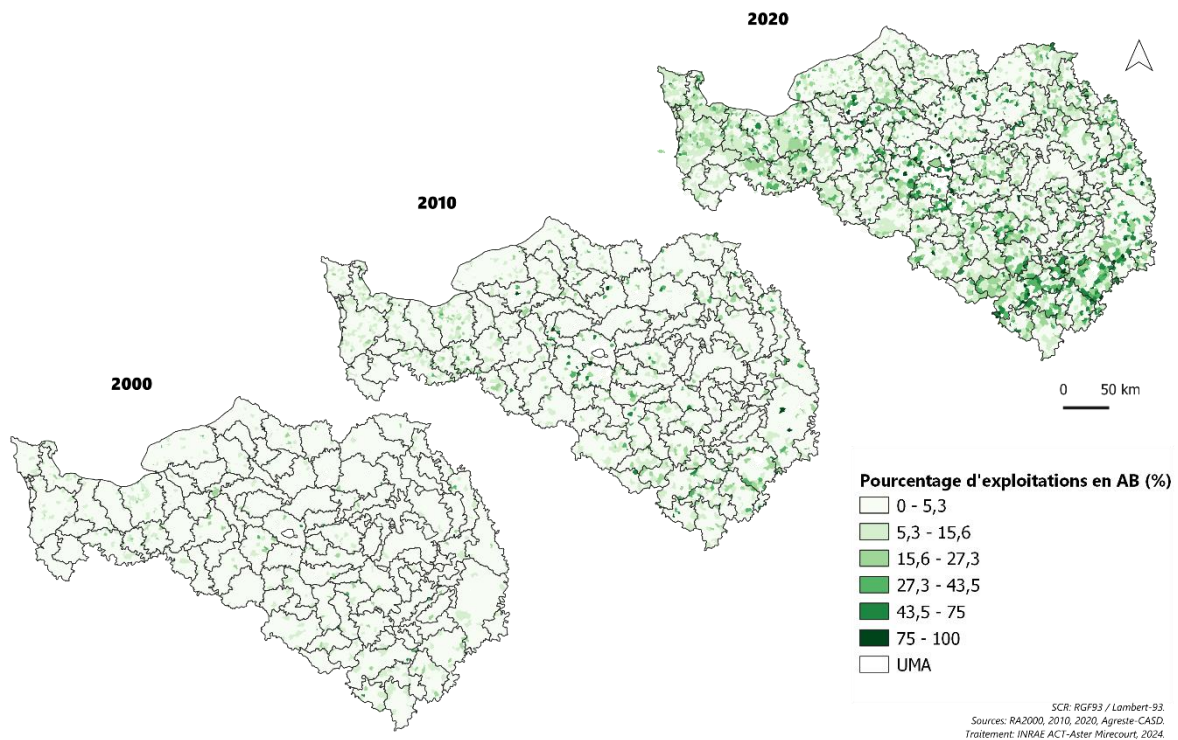
La SFP correspond à la Surface Fourragère Principale.

Toute exploitation remplissant ces critères, en plus d'avoir un nombre d'UGB > 0, est considérée dans l'analyse comme un système herbager (**Carte 17**).



*Carte 17 Pourcentage de systèmes herbagers par commune*

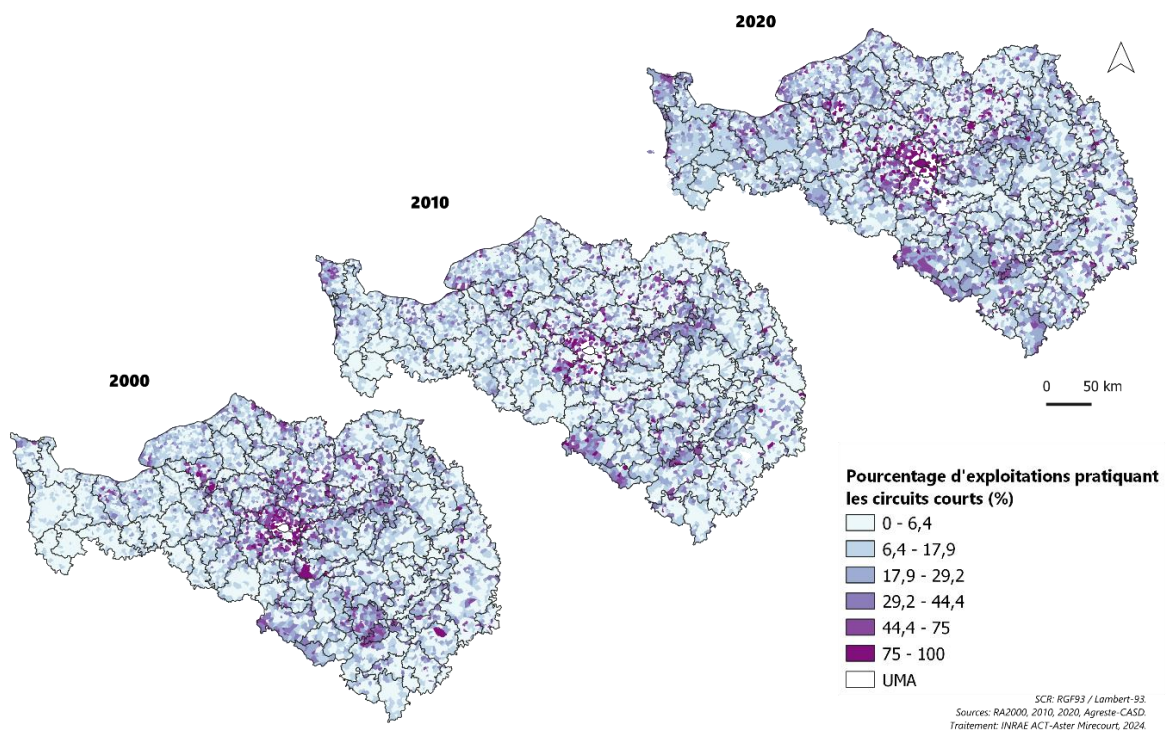
- **Agriculture biologique**



*Carte 18 Pourcentage d'exploitations en AB par commune*

L'AB se développe sur le bassin Seine-Normandie entre 2000 et 2020, en lien avec sa croissance sur le territoire métropolitain. Les secteurs présentant des surfaces notables de légumineuses et céréales rustiques ressortent notamment en 2020 (**Carte 18**).

- **Présence de circuits courts**



*Carte 19 Pourcentage d'exploitations commercialisant au moins une partie de leur production en circuits courts par commune*

Les circuits courts sont particulièrement présents autour de Paris ou d'autres agglomérations comme Rouen (**Carte 19**).

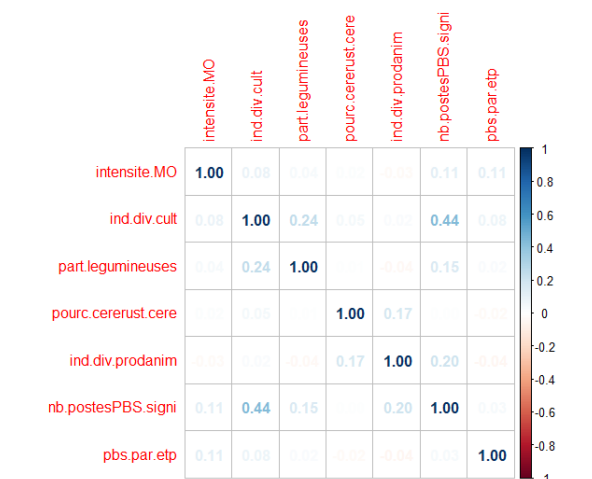
**Tableau 16** Synthèse des 8 variables actives de l'AFDM. Les variables quantitatives apparaissent en bleu, celles qualitatives en jaune. Les 4 numéros en colonnes correspondent aux quatre principes de l'agroécologie énumérés plus haut : 1) s'appuyer sur des processus naturels, 2) favoriser la (bio)diversité, 3) diminuer les impacts sur l'environnement, et 4) s'inscrire dans son territoire.

Variable	1	2	3	4	Unité ou modalités	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Min	Max
Indice de diversité des cultures					∅	2,33	1,86	1,71	0	42,09
Part des légumineuses dans la SAU					%	2,55	0	8,49	0	100
Intensité de main d'œuvre					ha / ETP	46,07	27,36	163,58	0	1666
Part des céréales rustiques					%	7,93	0	22,96	0	100
Indice de diversité des productions animales					∅	0,77	1	0,75	0	9,43
Système herbager ou pastoral ?					oui / non					
Bio ?					oui / non					
Circuits courts ?					oui / non					

### 3.2.2. Mise en œuvre de la typologie

Selon la méthode décrite **Figure 12**.

- Etape 1 : AFDM



**Figure 13** Matrice de corrélation des variables quantitatives de l'AFDM. Les deux dernières variables du tableau correspondent à deux variables supplémentaires, le nombre de postes PBS supérieurs à 10% de la PBS totale, et la PBS par ETP.

Parmi les variables quantitatives actives de l'AFDM, seules la part de légumineuses et l'indice de diversité des cultures sont, sans surprise, légèrement corrélées (**Figure 13**). Après exécution, cinq composantes principales ont été conservées, afin de retenir près des ¾ de l'information tout en réduisant la dimension (l'information correspond ici à la variance expliquée, maximale lorsque l'on conserve toutes les composantes de départ, 8 ici) (**Figure 14**) :

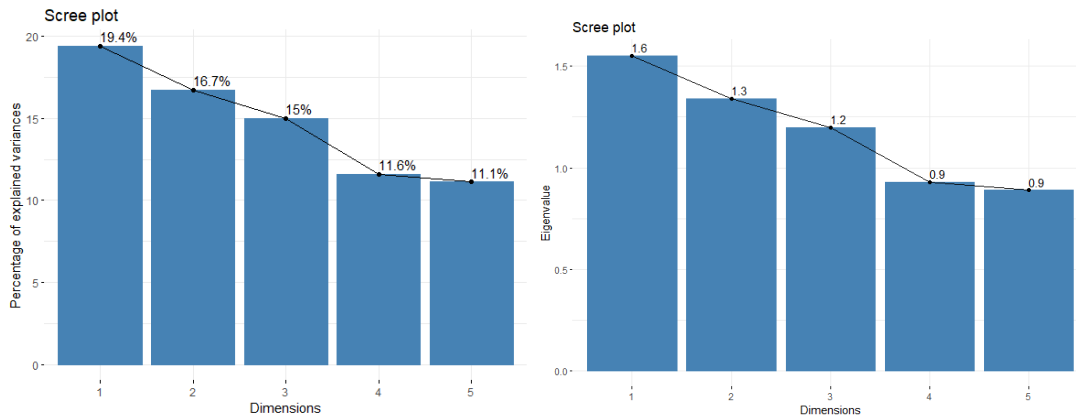


Figure 14 Pourcentages de variance (à gauche) et valeurs propres (« eigenvalue ») (à droite) de l'AFDM sur les 5 premières composantes principales

Deux des critères habituellement utilisés dans le choix du nombre de composantes principales à conserver sont : garder celles dont la valeur propre est supérieure à 1, ou garder celles au-dessus d'une cassure dans l'éboulis des valeurs (Köbrich, Rehman et Khan, 2003). Le premier était ici difficilement applicable, avec plusieurs valeurs à 0,9, et il a été jugé qu'utiliser seulement les 3 premières composantes ne conservait que trop peu de variance, à environ 50%.

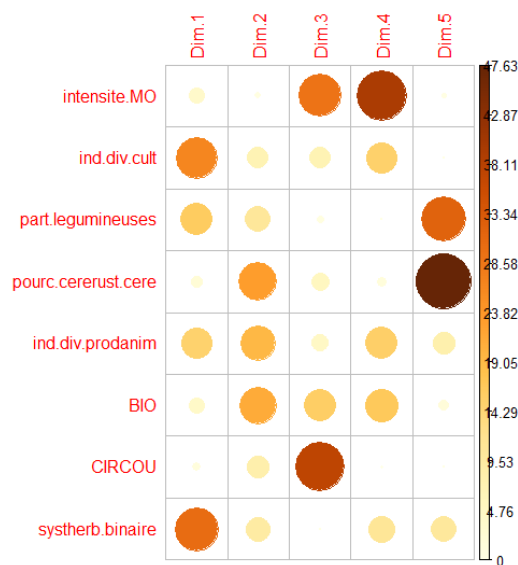


Figure 15 Contribution des 8 variables actives à la construction des axes de l'AFDM

La Figure 15 montre que toutes les variables ont contribué à la construction des axes, de façon équilibrée sur les 2 premiers, et sans monopoles non plus sur celles restantes.

- Etape 2 : agrégation préliminaire des exploitations par la méthode des centres mobiles

L'étape d'analyse factorielle est habituellement directement suivie d'une CAH, réalisée avec la fonction HCPC() du package FactoMineR sur R. Pour les jeux de données de taille importante, suivant le principe de classification mixte détaillé plus haut, cette fonction propose un argument qui permet de directement réaliser une agrégation autour des centres mobiles en amont de la CAH (avec la fonction kmeans()), en précisant le nombre de classes voulu.

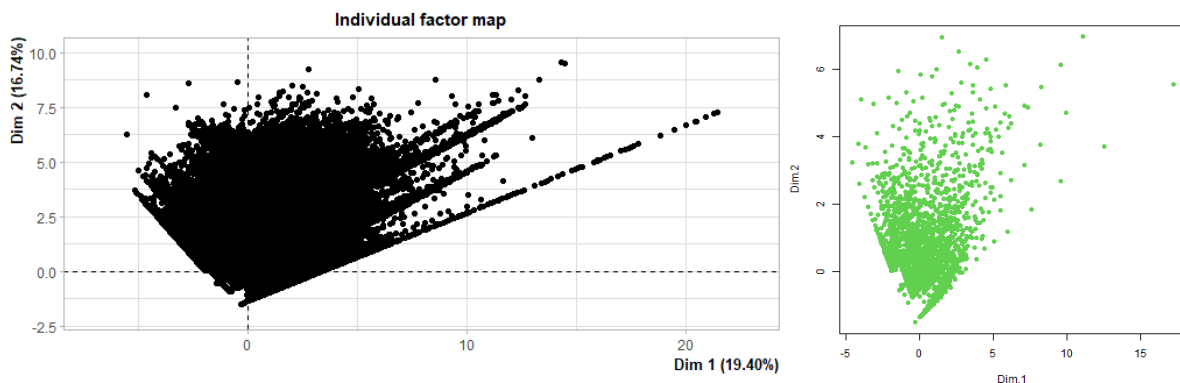
Ces classes sont utilisées en points de départ de la CAH, et ne correspondent donc pas aux classes finales : leur nombre doit pouvoir conserver l'essentiel de la variabilité du jeu de données de départ, et se situe en général à plus de 100 ou 1000.

Comme mentionné plus haut (§3.2.1), le résultat de l'algorithme des centres mobiles est très dépendant des centres de départ. La fonction `kmeans()` donne la possibilité de préciser un nombre d'ensembles de centres de départ qui seront testés avant de sélectionner le meilleur (celui avec les classes finales les plus homogènes). Or, en utilisant la fonction `kmeans()` intégrée à `HCPC()`, ce nombre d'essais n'est égal qu'à 4.

Afin de pouvoir augmenter ce paramètre, ainsi que dans l'optique d'avoir les résultats les plus reproductibles possibles (l'algorithme n'étant pas déterministe comme l'est la CAH), nous avons fait le choix de lancer l'algorithme des centres mobiles séparément de la fonction `HCPC()`, et d'utiliser les coordonnées des centres obtenus en entrée de cette dernière, de la façon qui suit, et en s'inspirant de la méthode mise en œuvre dans Puech et Mignolet (2022):

```
kktypo = kmeans(res.AFDM$ind$coord, 3000, iter.max = 100, nstart = 100)
centers = data.frame(kktypo$centers)
centers$cluster.kmeans = rownames(kktypo$centers)#exportation et sauvegarde de ce
tableau pour pouvoir ensuite obtenir le meme resultat a chaque iteration de la CAH
res.ACP = PCA(centers[,-c(1,2)], row.w = centers$size, ncp = Inf)#affectation des
effectifs des classes obtenues en poids des classes
typo = HCPC(res.ACP, description = TRUE, graph = FALSE)
```

Le nombre de centres a été fixé à 3000 au total, dans ce qui nous a semblé être un compromis satisfaisant entre réduction de la taille de l'échantillon initial et diversité des exploitations (**Figure 16**).



**Figure 16** Pré-partition des 1 544 942 exploitations en 3000 centres mobiles. A gauche, les individus de l'AFDM projetés sur les deux premières composantes principales (les « encoches » visibles sur le nuage correspondent aux modalités des variables binaires). A droite, les 3000 centres mobiles définis à partir des individus (barycentres de classes).

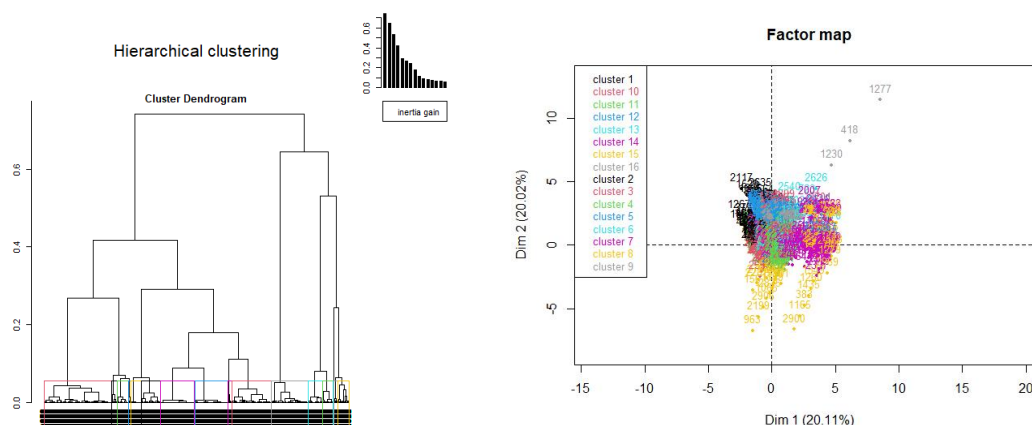
Le tableau obtenu associe les 3000 barycentres avec leurs coordonnées dans les 5 dimensions conservées dans l'analyse. Utiliser directement ce tableau en entrée de la CAH impliquerait de donner le même poids à des classes de tailles différentes (comprenant plus ou moins d'exploitations agricoles). Afin de remédier à ce problème, et comme dans le cas où la fonction `kmeans()` est directement intégrée à la fonction `HCPC()`, nous avons réalisé une ACP sur les coordonnées des barycentres, la fonction `PCA()` de `FactoMineR` permettant d'utiliser un argument affectant un poids aux individus (ici, les effectifs des classes).

- *Étapes 3, 4 et 5 : Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)*

La CAH est ainsi lancée sur le résultat de l'ACP (cf. supra). Le choix du nombre de types final a été basé sur deux critères :

- « cassure » dans l'éboulis des gains d'inertie en fonction du nombre de classes (gain d'inertie lorsque l'on passe de N à N+1 classes), à partir de laquelle on considère que passer à un nombre de classes supérieur n'amène plus un gain d'inertie intéressant. La fonction HCPC() suggère un nombre de classes qui maximise la variabilité inter-groupes tout en minimisant la variabilité intra-groupes, ici, souvent entre 3 et 5.
- Nombre de classes suffisant au vu du nombre et de la diversité des exploitations agricoles françaises. Le nombre de classes suggéré par HCPC() n'a ainsi pas été retenu, au profit d'un nombre de classes compris entre 10 et 20 (plus de 20 aurait été difficilement gérable en termes de temps d'interprétation et de présentation des résultats) pour lequel il y avait un léger décrochage d'inertie, ici 16.

La **Figure 17** illustre le dendrogramme ainsi que le plan factoriel obtenus à l'issue de la CAH :



**Figure 17** Graphiques obtenus en sortie de CAH. A gauche, le dendrogramme, et à droite le plan factoriel. Il est normal que ce dernier ne corresponde plus à celui obtenu en sortie de fonction kmeans() (Figure 16), les barycentres ayant été reprojétés par ACP depuis.

La classification mixte préconise enfin une dernière consolidation des classes par algorithme des centres mobiles (étape 5 de la **Figure 12**), mais cette dernière étape est directement intégrée dans la fonction HCPC() comme paramètre par défaut. La position de départ des barycentres utilisée est alors celle des barycentres des classes obtenues par CAH.

- *Étape 6 : Interprétation et validation des types*

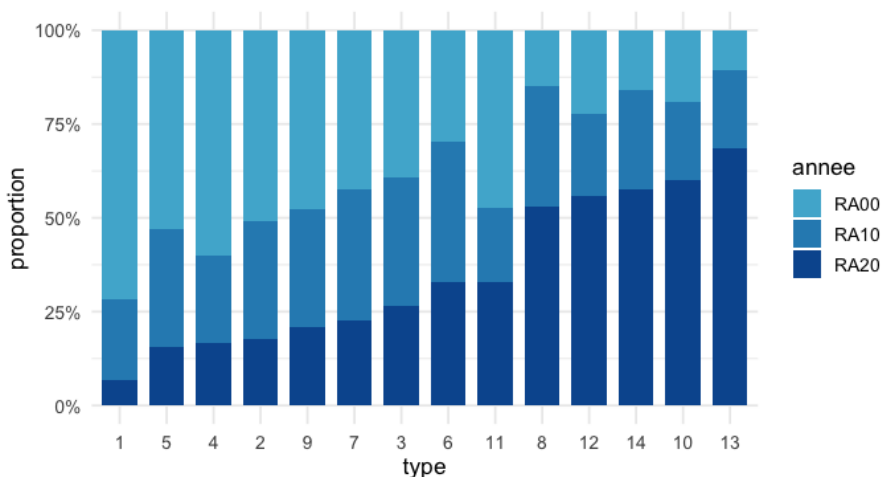
Köbrich, Rehman et Khan (2003) rappellent l'importance de valider la classification en s'assurant que les types obtenus correspondent à de véritables types d'exploitations, et n'existent pas seulement du fait de la méthode utilisée, sans ancrage au réel.

Ici, un artefact dû à la présence de groupements pastoraux dans le Recensement Agricole 2010 a entraîné la non prise en compte de deux des types obtenus, qui correspondent en 2000 et 2020 à des versions encore plus poussées du type 10 - « grandes exploitations de grandes cultures en filières longues avec travail externalisé » (cf. infra), avec des SAU par ETP encore plus importantes.

Les groupements pastoraux présentaient en effet les caractéristiques suivantes dans le RA 2010 : très grandes surfaces, très faibles ETP, un seul type de surface (STH) et absence d'animaux, caractéristiques

partagées avec certaines très grandes exploitations de grandes cultures. Ces deux types ne représentaient que 919 structures au total sur les trois recensements, très largement situées hors du bassin Seine-Normandie.

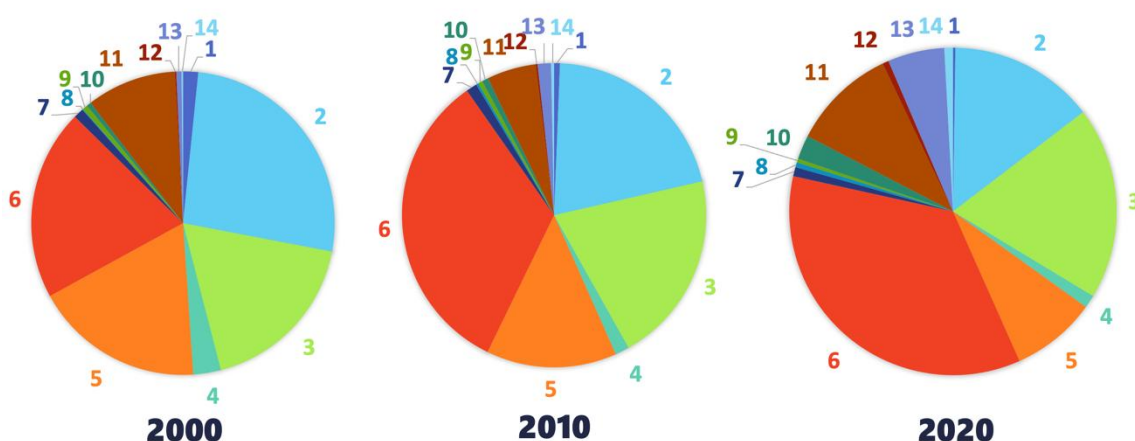
### 3.2.3. Résultats : 14 types retenus au final pour décrire la diversité des exploitations en transition



**Figure 18** Proportion des différents recensements dans les types sur le bassin Seine-Normandie. Les types sont classés par ordre d'abondance croissante en 2020.

Les 14 types obtenus au final sont plus ou moins représentés pour chaque année de recensement (**Figure 18**). Le recensement 2010 est globalement mieux réparti dans les types que ne le sont les recensements 2000 et 2020, appuyant une interprétation en termes de transitions.

Certains types pléthoriques représentent toutefois l'écrasante majorité des exploitations agricoles (notamment types 2, 3, 5 et 6, **Figure 19**).



**Figure 19** Proportion des différents types dans les recensements

Les pages qui suivent présentent des cartes de la répartition des types sur le territoire, français et du bassin Seine-Normandie. Les textes accompagnant ces cartes se trouvent après, à partir de la p. 68.

#### **Encart méthodologique : lissage de cartes communales**

La maille la plus fine disponible dans les recensements agricoles est celle des communes. Un nombre croissant de publications présente ces données communales sous forme de cartes lissées (Agreste, 2024b ; Barry, Fresson-Martinez et Blond, 2024). Ici, ces représentations nous ont semblé intéressantes afin de pouvoir facilement et rapidement repérer les secteurs de concentration des types, et gommer en partie le biais lié à la taille des communes dans la lecture de cartes communales (qui fait toujours mieux ressortir les secteurs avec de très grandes communes - Landes, Sologne, Camargue ou depuis peu sud du Calvados - par rapport au nord de la France ou la Moselle par exemple, où les communes sont toujours de petite taille). Ce type de visualisation permet par ailleurs de mieux différencier les types d'exploitation qui essaient sur le territoire de ceux présents de manière plus continue.

Les paramètres utilisés sont :

- mailles de 1 km<sup>2</sup>

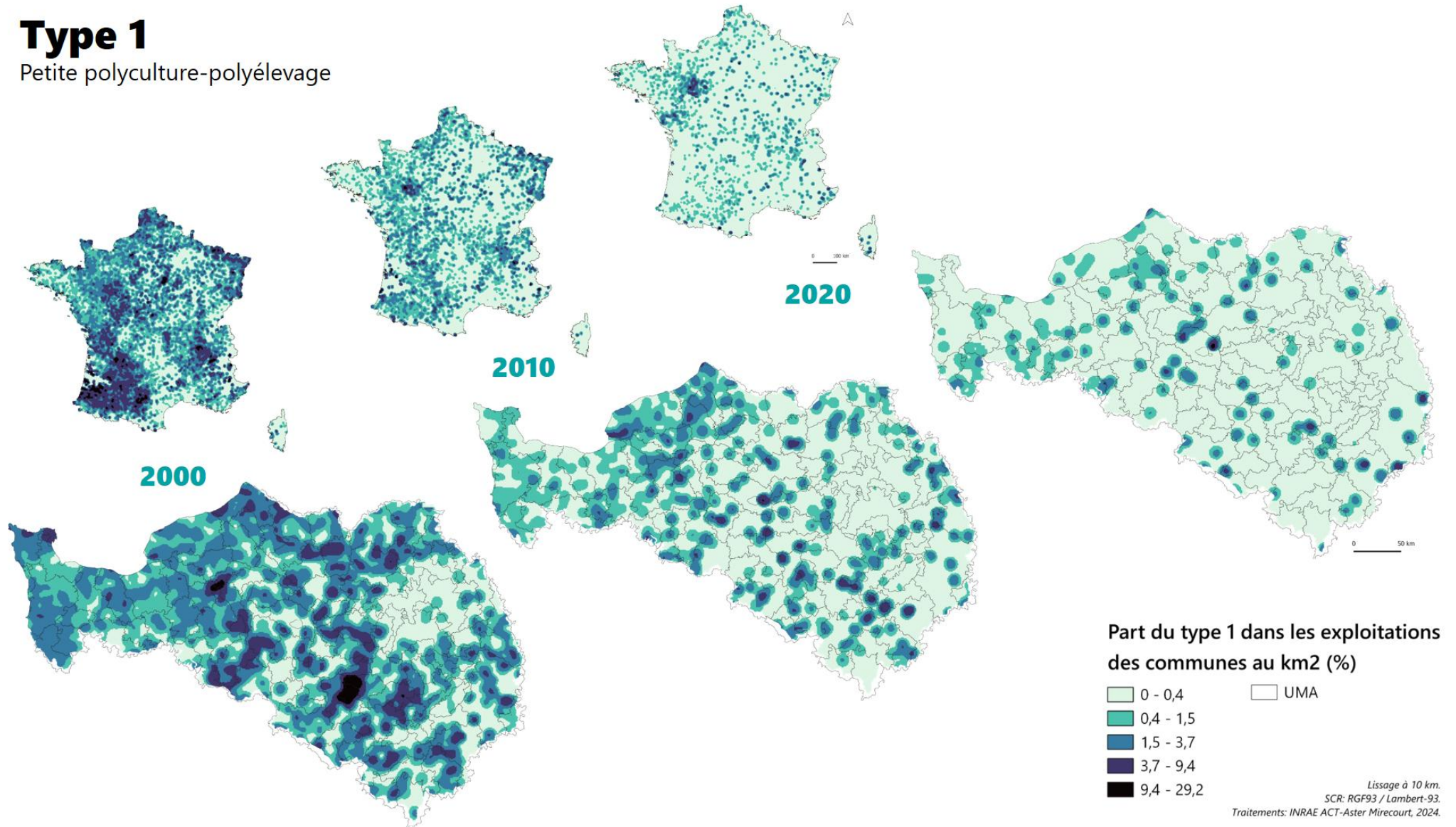
- lissage sur 10 km à partir des barycentres des communes (porteurs de la valeur)

D'après les cartes éditées par le SRISSET de la DRAAF Occitanie (2022). Le détail de la méthode est disponible dans le chapitre dédié au lissage spatial de Loonis et de Bellefon (2018).

Les valeurs lissées correspondent au pourcentage des exploitations de la commune de chaque type et non le nombre d'exploitations, afin de ne pas biaiser la représentation en faveur des régions ayant traditionnellement plus d'exploitations, et ne pas seulement illustrer l'importante diminution du nombre d'exploitations depuis 2000.

# Type 1

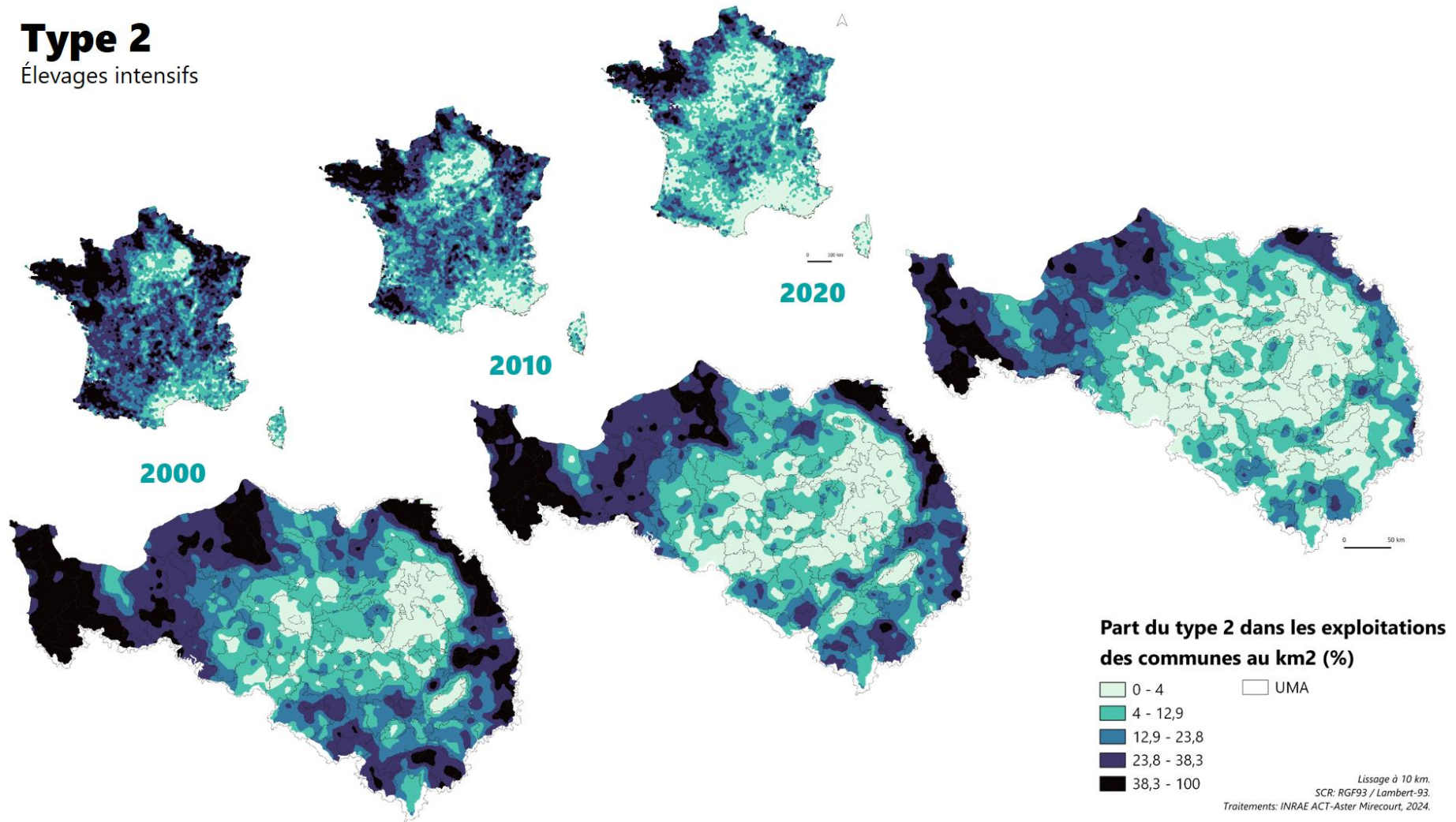
Petite polyculture-polyélevage



Carte 20 Part du type 1 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 2

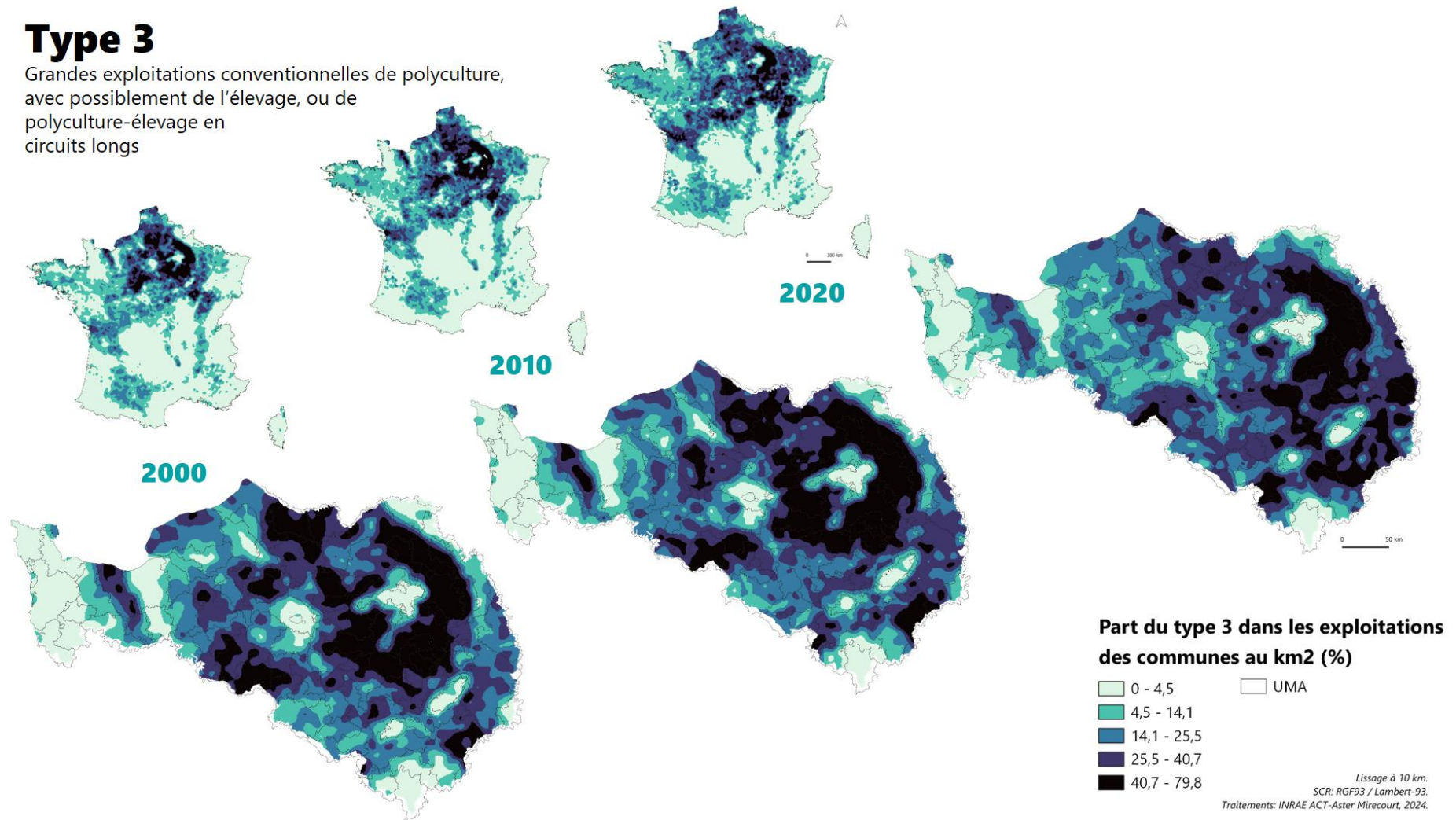
Élevages intensifs



Carte 21 Part du type 2 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

## Type 3

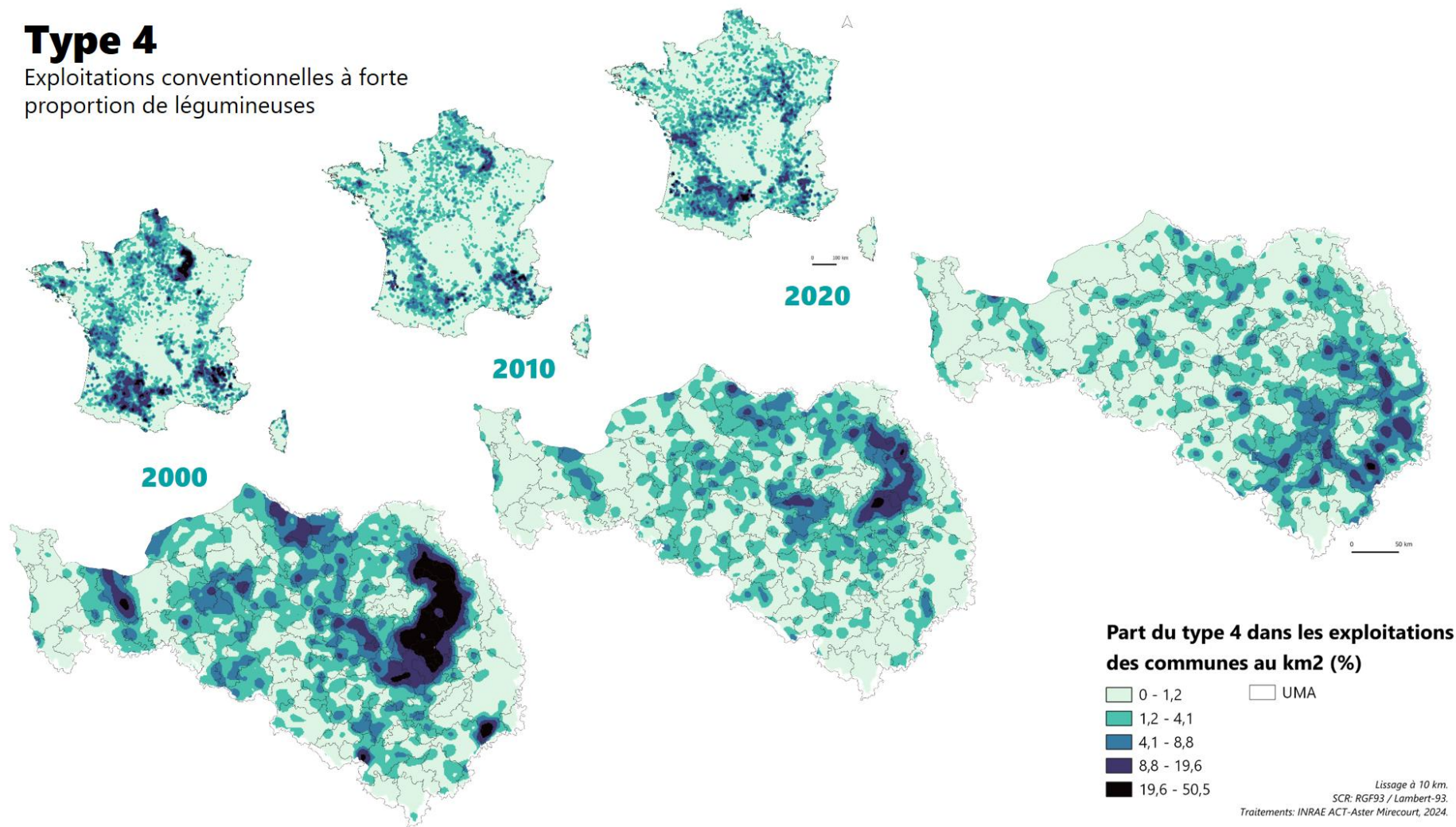
Grandes exploitations conventionnelles de polyculture, avec possiblement de l'élevage, ou de polyculture-élevage en circuits longs



Carte 22 Part du type 3 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 4

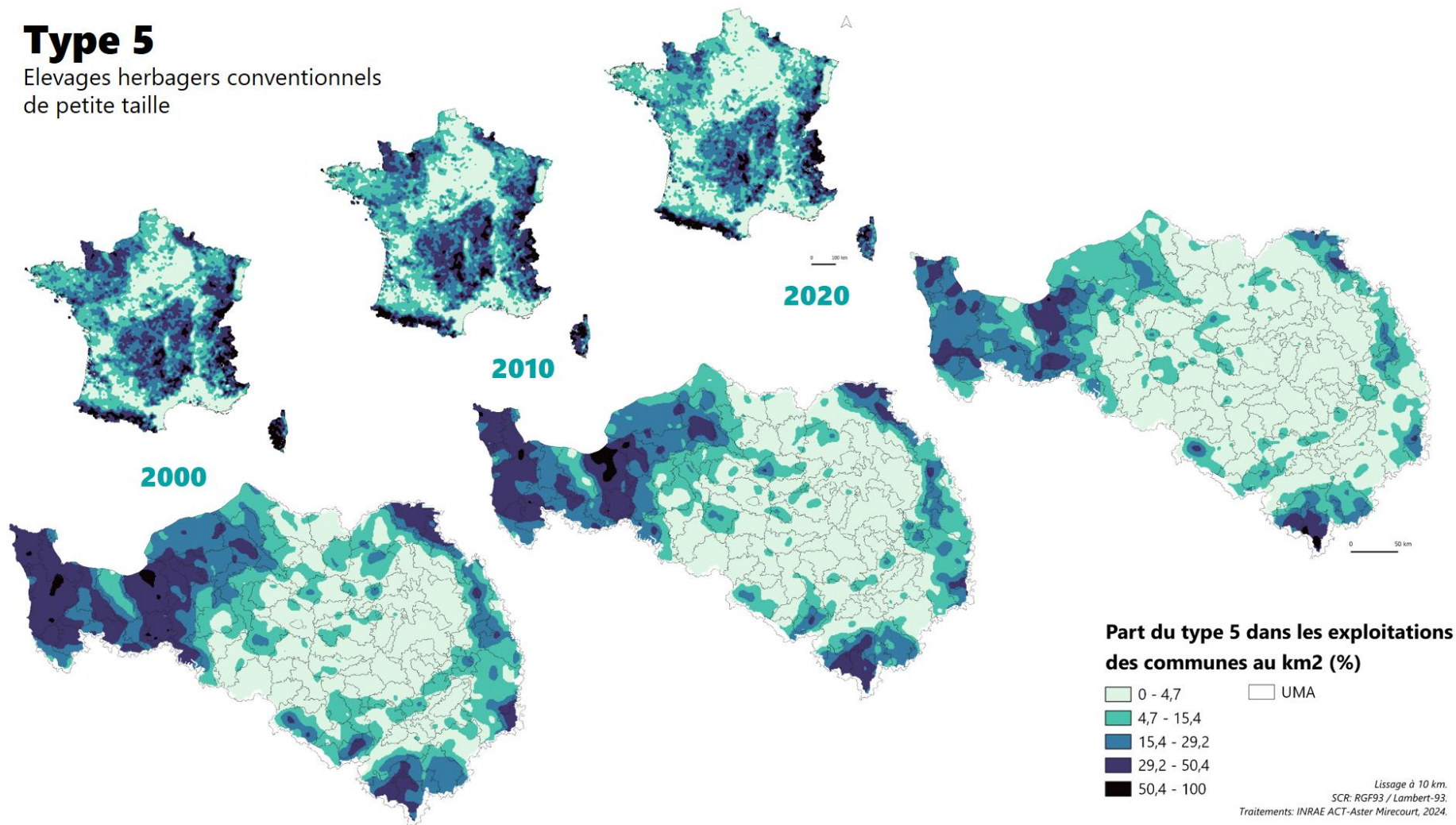
Exploitations conventionnelles à forte proportion de légumineuses



Carte 23 Part du type 4 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 5

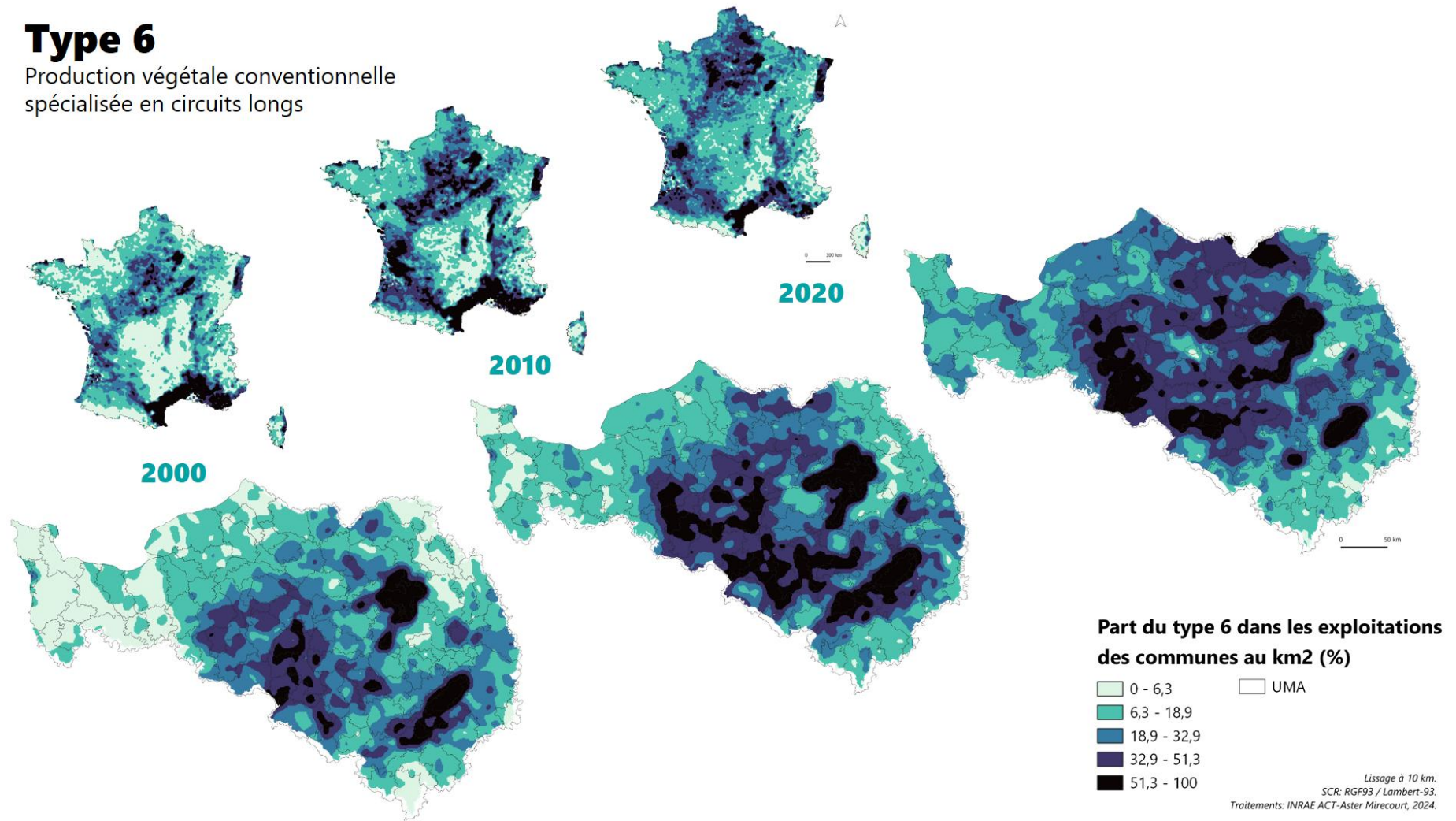
Elevages herbagers conventionnels de petite taille



Carte 24 Part du type 5 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 6

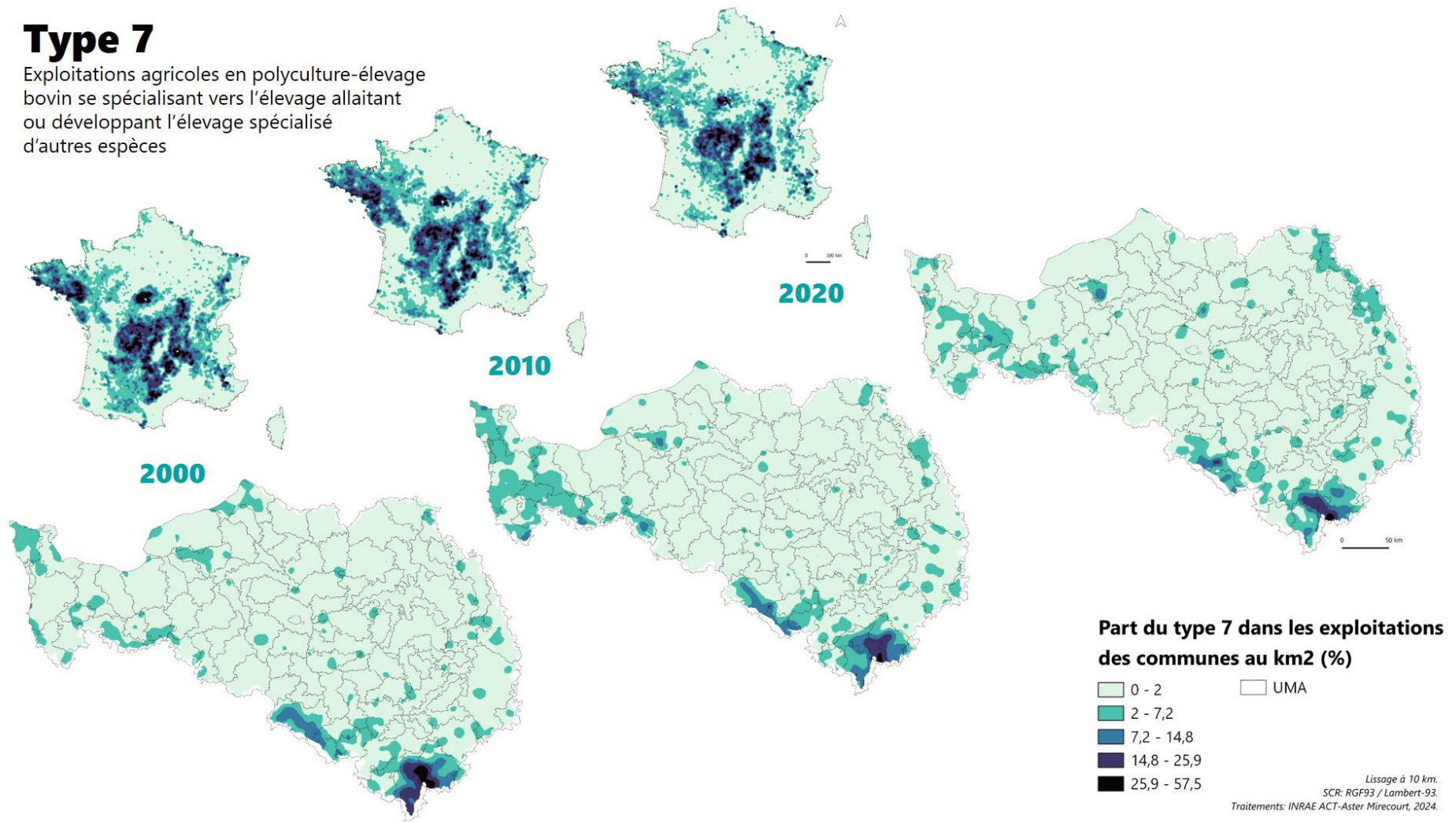
Production végétale conventionnelle spécialisée en circuits longs



Carte 25 Part du type 6 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

## Type 7

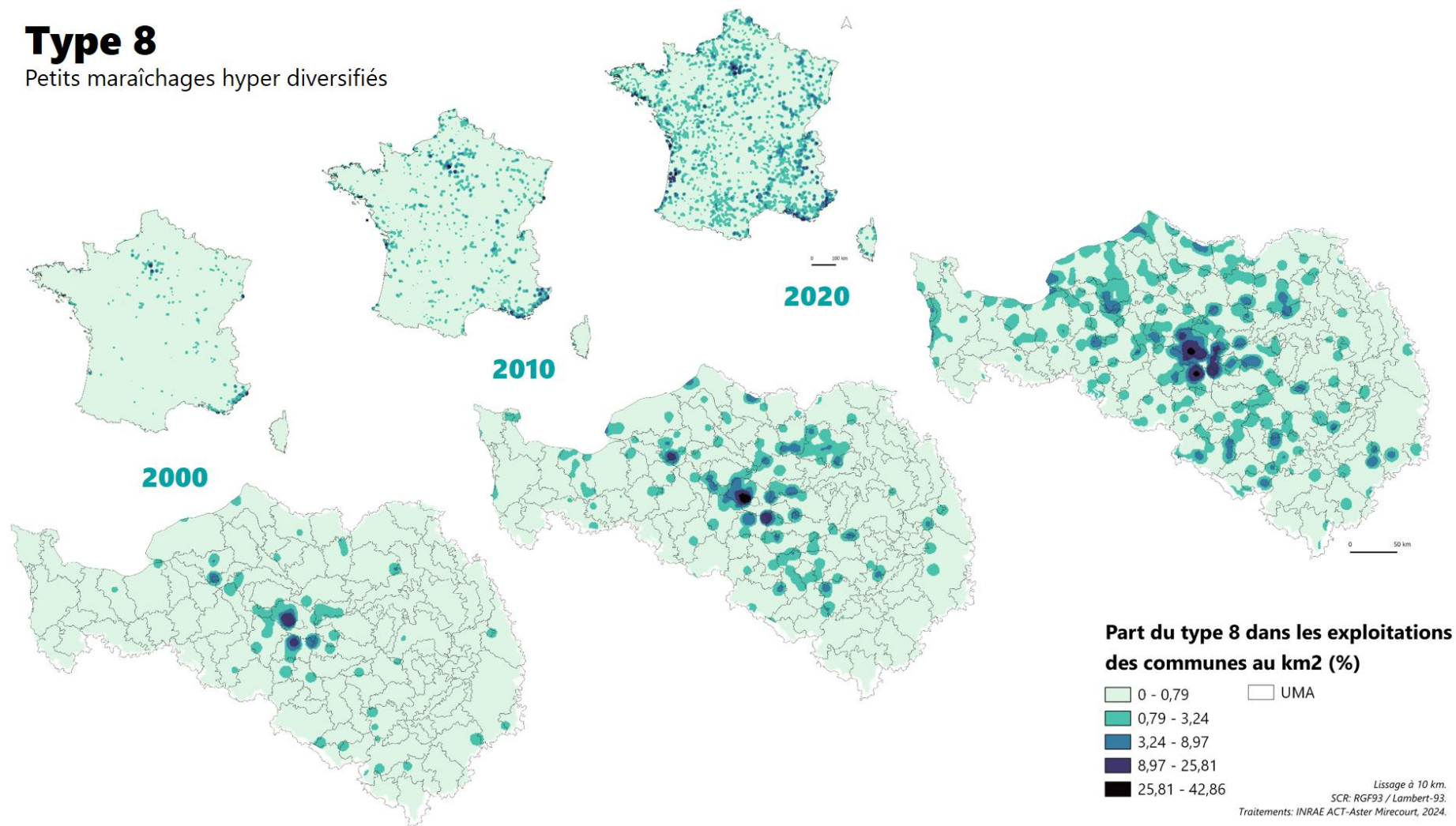
Exploitations agricoles en polyculture-élevage bovin se spécialisant vers l'élevage allaitant ou développant l'élevage spécialisé d'autres espèces



Carte 26 Part du type 7 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 8

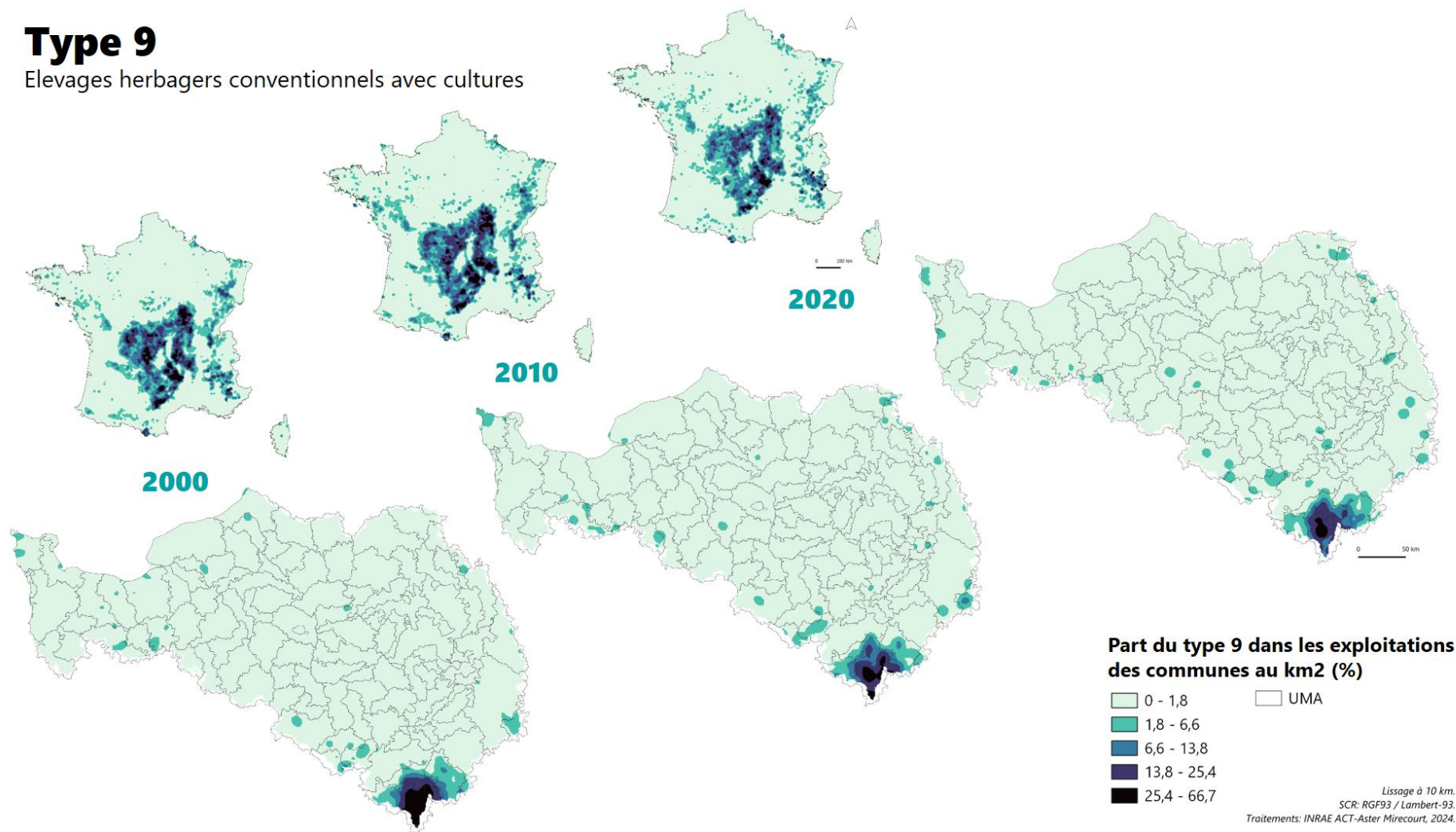
Petits maraîchages hyper diversifiés



Carte 27 Part du type 8 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 9

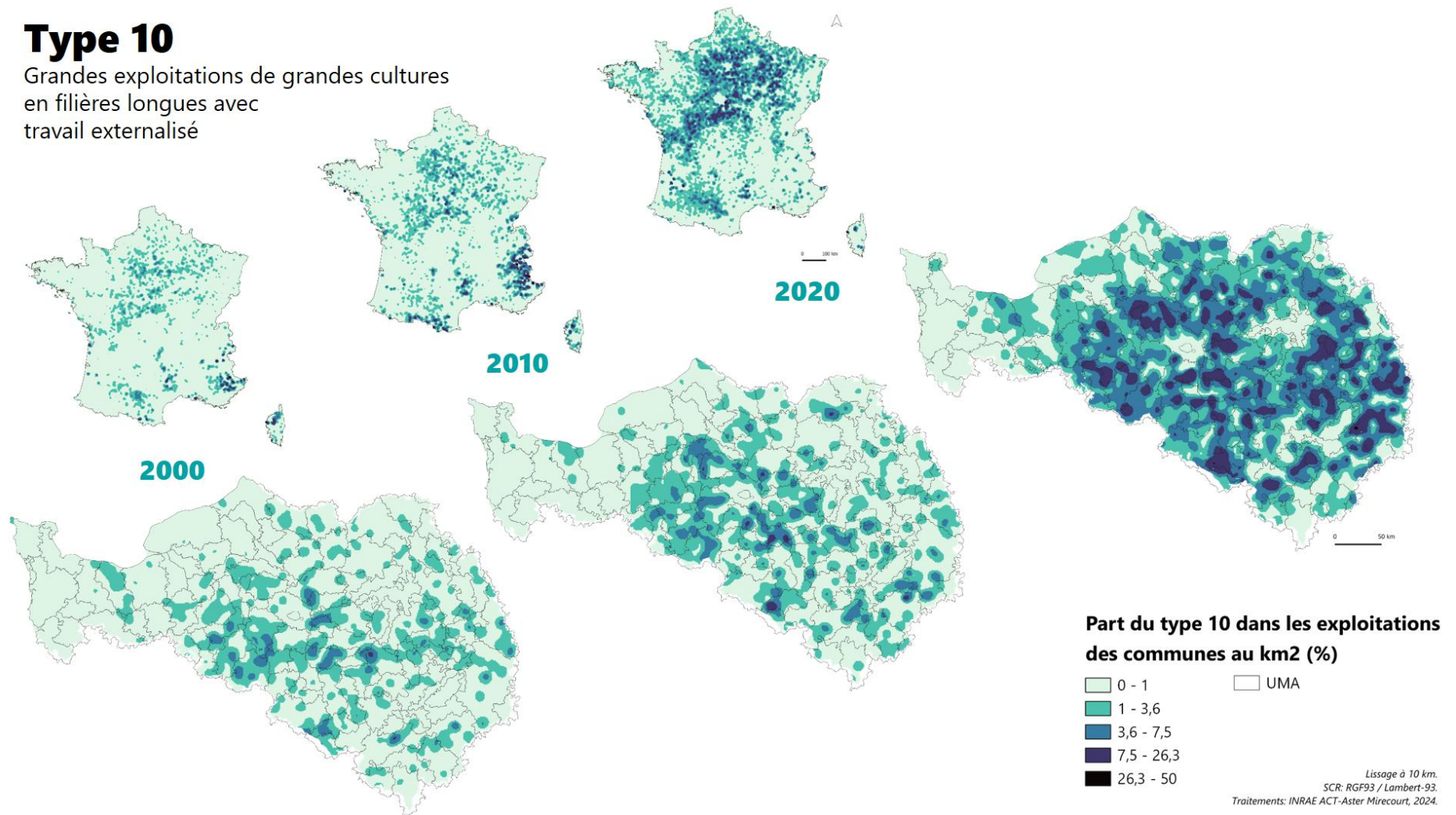
Elevages herbagers conventionnels avec cultures



Carte 28 Part du type 9 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 10

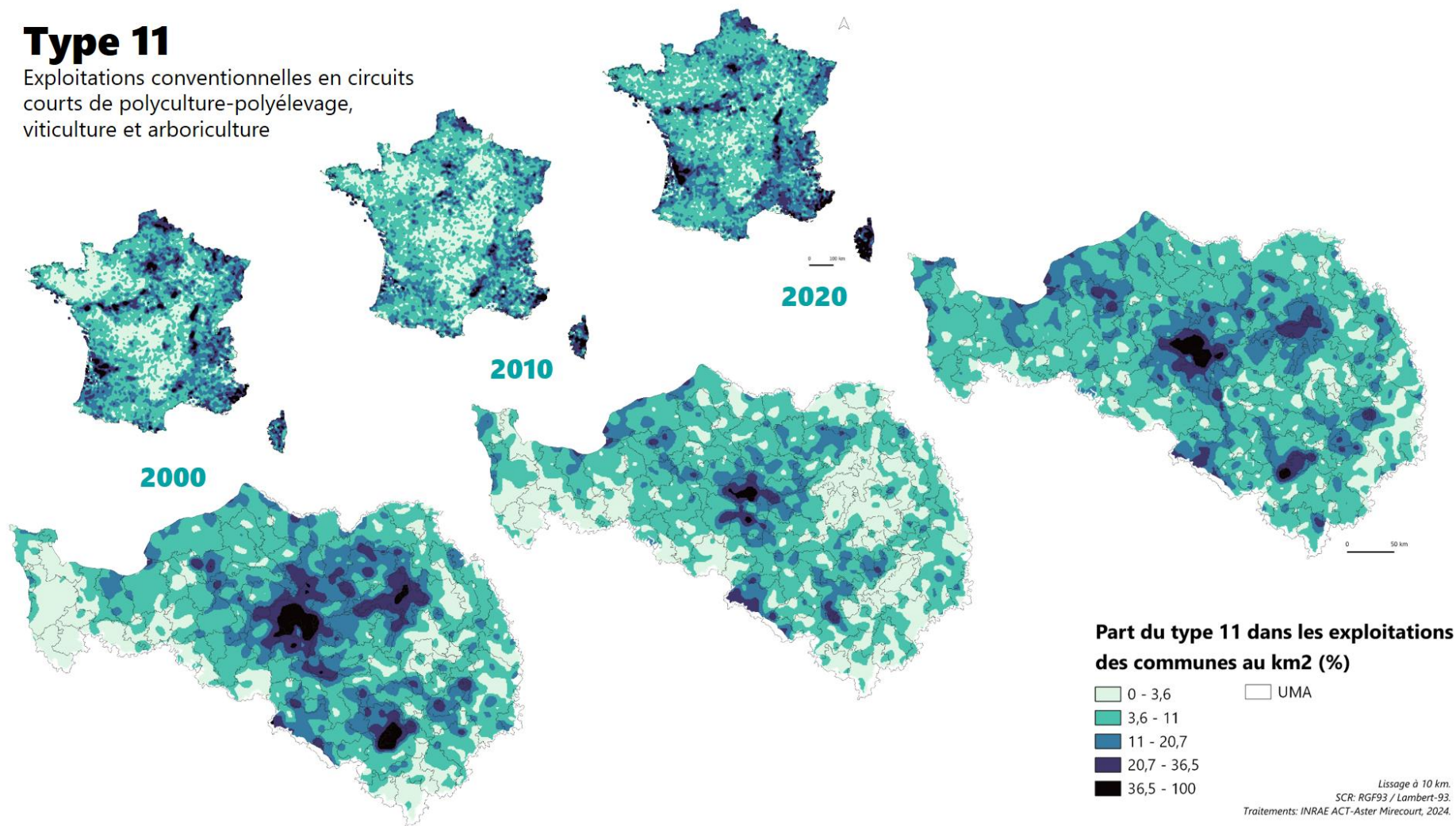
Grandes exploitations de grandes cultures  
en filières longues avec  
travail externalisé



Carte 29 Part du type 10 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 11

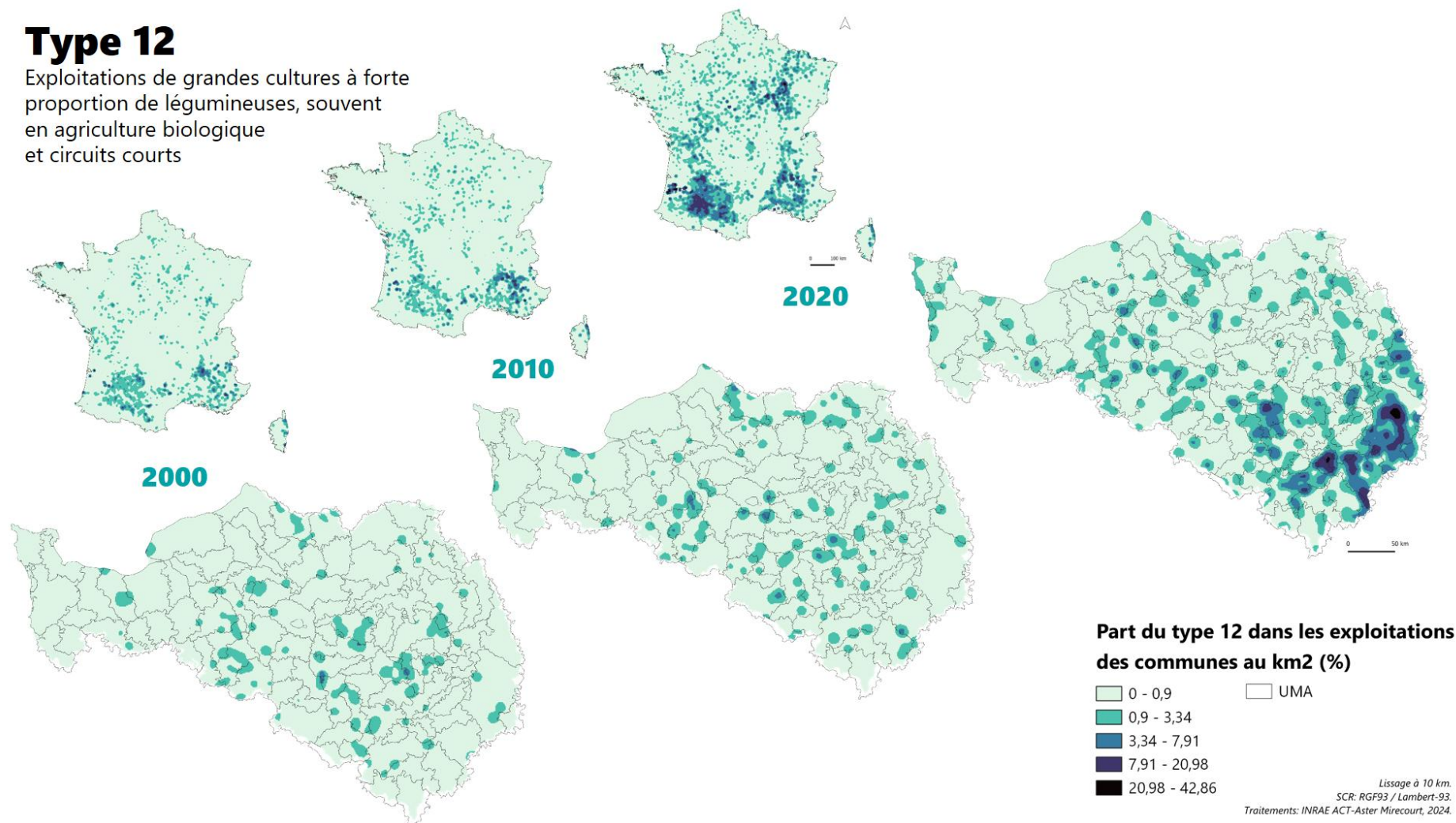
Exploitations conventionnelles en circuits courts de polyculture-polyélevage, viticulture et arboriculture



Carte 30 Part du type 11 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

## Type 12

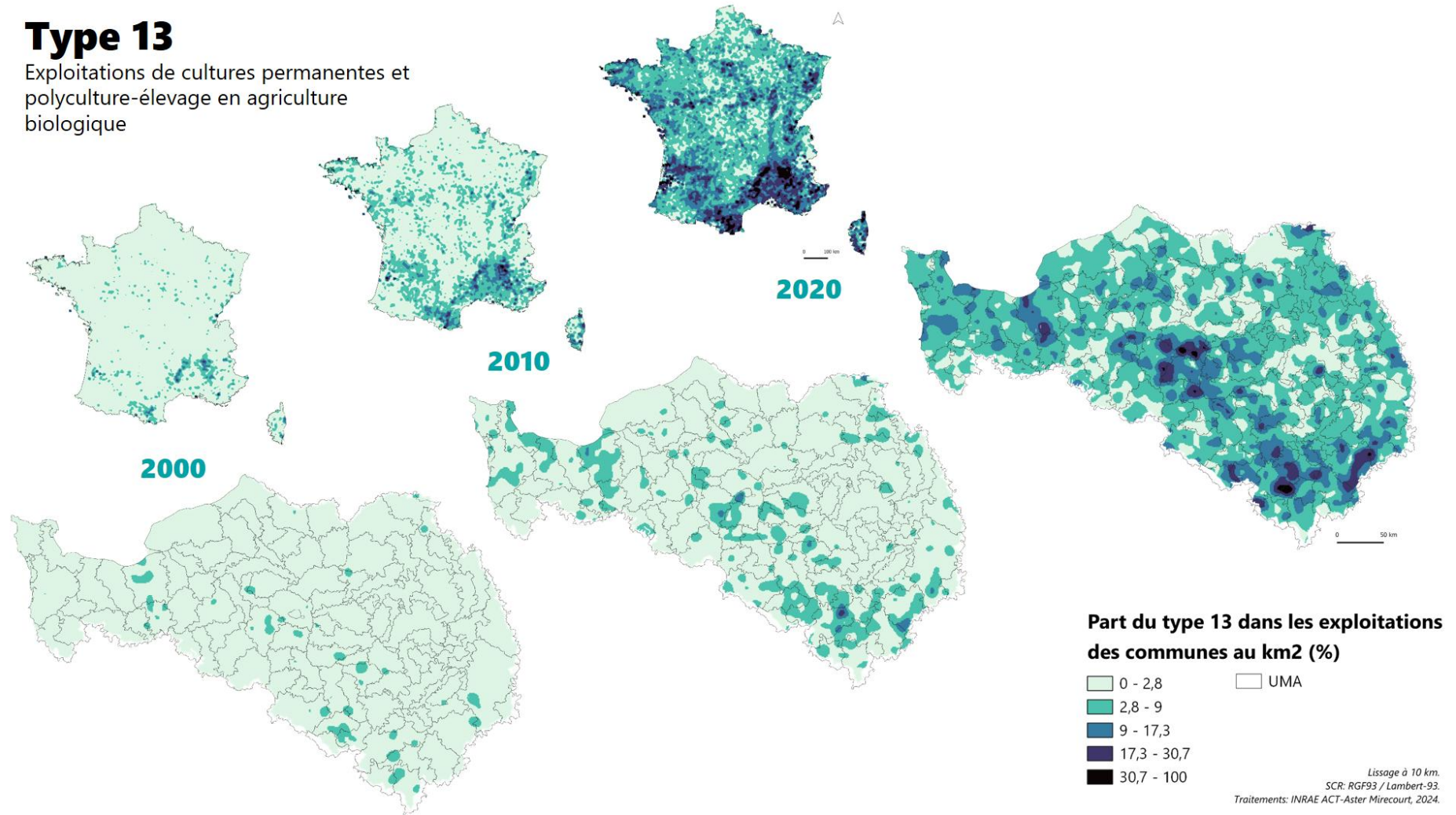
Exploitations de grandes cultures à forte proportion de légumineuses, souvent en agriculture biologique et circuits courts



Carte 31 Part du type 12 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 13

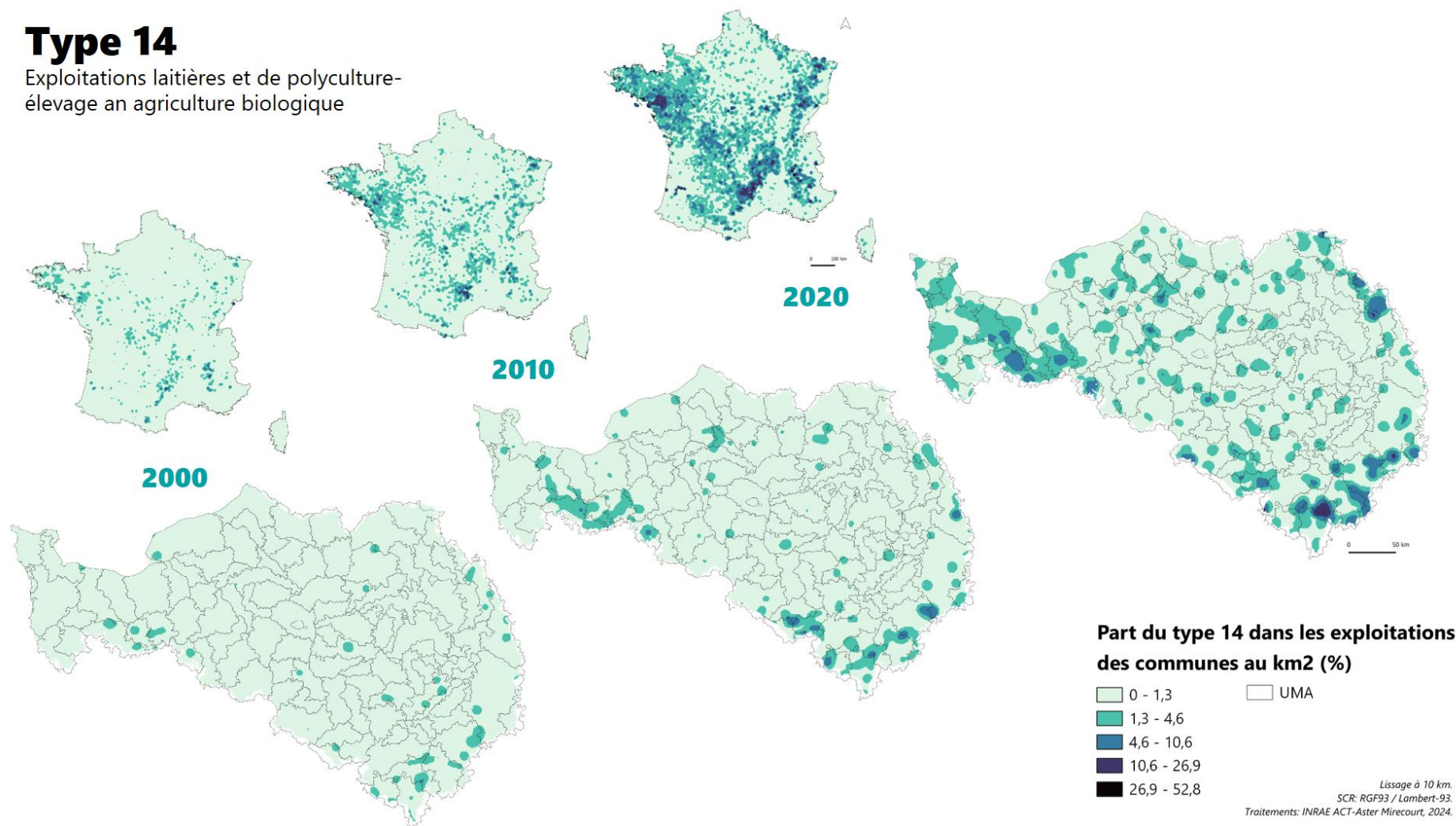
Exploitations de cultures permanentes et polyculture-élevage en agriculture biologique



Carte 32 Part du type 13 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

# Type 14

Exploitations laitières et de polyculture-élevage an agriculture biologique



Carte 33 Part du type 14 dans les exploitations des communes au km<sup>2</sup> (%)

Le **type 1 (Carte 20)** est minoritaire dans la série et diminue fortement entre 2000 et 2020 : sa part est divisée par 8 sur le bassin Seine-Normandie, passant de 1,6 à 0,2 % des exploitations (Annexe 9). Il est caractérisé par la plus forte valeur de l'indice de diversité des productions animales moyen des types, à 3,4. La principale OTEX rencontrée est ainsi la polyculture et/ou polyélevage, suivie de céréales et/ou oléoprotéagineux, bien que l'intégralité des exploitations présentent une activité d'élevage. Cette dernière est de taille modeste sur les deux premiers recensements, passant de 13 à 25 UGB (coefficient alimentation totale), mais voit sa taille presque tripler entre 2010 et 2020, en passant à 73 UGB. A titre de comparaison, sur l'ensemble de l'échantillon, la taille des cheptels n'a augmenté que de 33%, contre 192% ici. Cette évolution permet de faire l'hypothèse que le type d'exploitation classé dans cette catégorie a évolué entre 2010 et 2020, et comprendrait plus d'exploitations avec des ateliers d'élevage tournés vers la vente plutôt que l'autoconsommation. Les effectifs animaux avant 2010 font également écho aux « *exploitations gérant quelques animaux sans aucun atelier d'élevage de taille significative* » décrites par Perrot et al. (2024), dont la part diminue de façon importante à chaque recensement, notamment en lien avec la disparition des basses-cours.

A l'échelle de la France métropolitaine, il est initialement présent sur trois principaux bassins : celui des systèmes de polyculture-polyélevage du Sud-Ouest (Choisis et al., 2010), ceux de la Bresse (Delfosse et Moraine, 2020), et la Sarthe. En 2020, il se concentre sur cette dernière région et plus largement les Pays de la Loire, probablement en lien avec la production de volailles sous Signes Officiels de la Qualité et de l'Origine (SIQO) hors agriculture biologique (DRAAF Pays de la Loire, 2021). Ce dernier aspect conforte l'hypothèse selon laquelle le type d'exploitation classé en type 1 a évolué, ici vers les élevages de volailles sous signes de qualité, qui peuvent, avec les différents types de volailles, obtenir des valeurs importantes de l'indice de diversité des productions animales. Sur le bassin Seine-Normandie, il est présent sur la majorité du territoire en 2000, à l'exception de la Champagne crayeuse, déjà dominée par les productions végétales. Sa répartition apparaît toutefois plus diffuse en Normandie qu'à l'Est, où il semble plus ponctuel. En 2020, on ne le retrouve plus que de manière ponctuelle. Le type 1 correspondrait ainsi sur le bassin à de **petites à moyennes exploitations de polyculture-polyélevage** avec de petits ateliers d'élevage qui se professionnalisent à partir de 2010.

Le **type 2 (Carte 21)** est un autre type pour lequel toutes les exploitations présentent des activités d'élevage, cette fois de dimension bien plus importante avec en moyenne 74 UGB sur l'ensemble de l'échantillon, et 109 UGB en 2020. Premier type du bassin en 2000 avec 26% des exploitations, il passe à la troisième position en 2020 à 14%, en lien avec le recul de l'élevage. L'orientation principale du type est l'élevage de bovins lait, cette dernière OTEX représentant 35% de l'effectif, suivie de polyculture et/ou polyélevage puis des autres OTEX bovines. Parmi ces élevages, aucun n'est en système herbager et le chargement instantané moyen s'élève à 2,4 UGB / ha SFP (coefficient alimentation grossière), le plus élevé des types dont les exploitations sont majoritairement tournées vers l'élevage. Le type 2 est aussi celui présentant la plus grande part d'élevages en OTEX porcins, bien que cette orientation reste inférieure à 2%.

A l'échelle de l'ensemble du territoire métropolitain, le type est présent sur tout le territoire hors arc méditerranéen et bassin de la Seine en 2000, puis régresse de façon importante en dehors du « croissant laitier », de la Bretagne à l'Auvergne. Il est intéressant d'observer le relatif maintien du type à l'Ouest, tandis qu'il diminue plus fortement à l'Est (hors secteur qui pourrait correspondre à l'aire de production du comté et autres fromages sous signe de qualité dans le Doubs et Jura). Ce phénomène s'observe dans une moindre mesure sur le bassin. Comme pour le type 1, sur le bassin, le secteur du bassin de la Seine est presque exempt d'élevage, dès l'année 2000 pour la Champagne crayeuse.

Le type 2 se concentre en revanche dans la Manche, le Pays de Bray et les Ardennes en 2000 et 2010, où il reste présent mais s'estompe en 2020. Les exploitations agricoles du type 2 sont ainsi des

### **exploitations conventionnelles ayant connu une trajectoire de modernisation avec agrandissement et intensification des surfaces et des élevages.**

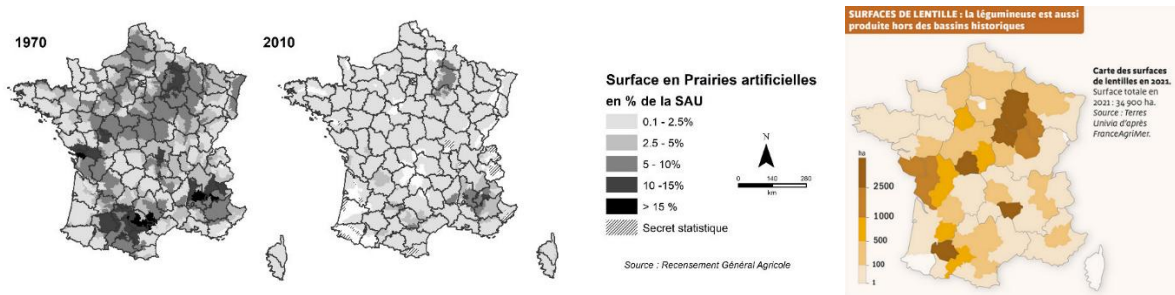
Le **type 3 (Carte 22)** est relativement stable sur le bassin au fil des trois années de recensement et passe de 18 à 19%, avec un maximum à 20% en 2010. Les OTEX céréales et oléoprotéagineux (43% des exploitations du type en moyenne), autres grandes cultures (29% des exploitations du type) et polyculture-élevage (19% des exploitations du type, en diminution de 21 à 17% sur la période) sont majoritaires. Alors qu'environ 20% des exploitations sont classées dans l'OTEX polyculture-élevage, près de la moitié des exploitations du type ont de l'élevage en moyenne sur les trois recensements, mais ce pourcentage diminue de 12 points au cours de la période et passe de 55 à 43% des exploitations. Cette diminution reflète une céréalisation des exploitations du type et un abandon progressif de l'élevage qui reste malgré tout encore bien présent en 2020 (hormis dans des secteurs tels que la Champagne crayeuse ou la Beauce où il a disparu). Le type 3 illustre ainsi une des conclusions de Perrot et al. (2024) qui pointe, dans les recensements agricoles, une surestimation de la spécialisation des exploitations et une sous-estimation de la place de la polyculture-élevage qui resterait « *un pilier de l'agriculture française plébiscité par de nombreux agriculteurs de plaine* ». En corollaire d'une taille économique moyenne parmi les plus élevées des types (qui progresse de 170 à 263 k€ entre 2000 et 2020), les SAU sont les plus grandes de l'ensemble des exploitations et progressent de 133 à 173 ha en moyenne par exploitation entre 2000 et 2020. Plus particulièrement, ce type est caractérisé par une forte productivité de la main d'œuvre, avec un ratio d'ha par ETP près de deux fois supérieur à l'ensemble des exploitations (de 86 à 124 ha/ETP entre 2000 et 2020). De la même façon, la diversité des cultures et la part des légumineuses correspondent au double ou à plus du double des valeurs moyennes générales, avec un nombre d'espèces cultivées supérieur à 7 en moyenne (malgré les regroupements de cultures rendus nécessaires par le besoin d'une nomenclature commune aux trois recensements). Cette diversité culturelle peut être liée, notamment, à la présence de cultures destinées à l'alimentation humaine et à l'alimentation animale, dans les exploitations où l'élevage s'est maintenu.

Ce type est très bien représenté sur le bassin Seine-Normandie : Bassin parisien avec la Champagne crayeuse qui ressort nettement, Beauce, Haute-Normandie, ou encore Plaine de Caen. Seules les zones herbagères et viticoles en sont exemptes, le vignoble Champenois se démarquant clairement de la Champagne Crayeuse. Sur le territoire métropolitain, on le retrouve dans d'autres secteurs de grandes cultures et en particulier celui de la « zone intermédiaire » qui s'étend de la Lorraine au Poitou-Charentes et dans lequel il se renforce au cours des deux décennies étudiées. Le type 3 correspond ainsi à de **grandes exploitations conventionnelles de polyculture, avec possiblement de l'élevage, ou de polyculture-élevage en circuits longs.**

Le **type 4 (Carte 23)** est le premier de deux types présentant des parts de légumineuses dans la SAU très importantes, à 26% en moyenne. Son effectif est faible et en diminution, passant de 3 à 1% des exploitations sur la période. L'élevage y est toujours majoritaire (concerne 64% des exploitations au global, et toujours 55% en 2020) et l'OTEX polyculture et/ou polyélevage représente 20% des exploitations, derrière les céréales et/ou oléoprotéagineux à 34% et les autres grandes cultures à 28%. Toutes les exploitations sont conventionnelles mais les circuits courts y sont bien représentés et atteignent 30% des exploitations en 2020. Leur taille est moyenne à grande à 95 ha, en particulier sur le bassin puisque la taille moyenne à l'échelle France métropolitaine est de 67 ha.

La localisation du type évolue sur le bassin au cours de la période : en 2000, il est très présent en Champagne crayeuse et sur la plaine de Caen, alors qu'il est quasiment absent de ces régions en 2020. A l'échelle de la France métropolitaine, sa présence se renforce le long de la « zone intermédiaire » introduite dans le précédent paragraphe. La répartition du type suit de manière générale la

cartographie de la luzerne en France, avec une forte concentration dans la Drôme, le Lot-et-Garonne, la Charente-Maritime, et sur le bassin Seine-Normandie la Champagne crayeuse en 2000 et 2010, où la nature des sols lui est favorable et où des usines de déshydratation se sont implantées (Schott, Mignolet et Benoît, 2009). Sur les exploitations avec élevage, elle est utilisée pour l'affouragement des animaux. On retrouve par ailleurs la répartition d'autres types de légumineuses, comme la lentille (**Carte 34**).



**Carte 34** Implantation de la luzerne (gauche) et la lentille (droite) sur le territoire métropolitain à différentes périodes (sources: Perspectives Agricoles (2022) pour la lentille ; Schott, Puech et Mignolet (2018) pour la luzerne)

Le type 4 correspond ainsi à **des exploitations conventionnelles moyennes à grandes à forte proportion de légumineuses**.

Le **type 5 (Carte 24)** représente 14% des exploitations en moyenne, mais diminue de 10 points sur la période en passant de 18 à 8% des exploitations, le double de la diminution enregistrée à l'échelle France métropolitaine. L'intégralité des exploitations du type ont une activité d'élevage herbivore, avec de petits cheptels : 27 UGB (coefficient alimentation grossière) de moyenne pour les bovins, 6 pour les équins (mais dont la taille est multipliée par près de 3 sur la période, probablement en lien avec le Pays d'Auge), 3 pour les ovins, et moins d'un pour les caprins. L'orientation des élevages bovins est allaitante, avec l'OTEX bovins viande à 32% de l'effectif, celle équidés et/ou autres herbivores à 30% et les ovins et/ou caprins à 20%. En lien avec les cheptels réduits, la surface moyenne des exploitations est de 21 ha, la plus petite avant le type dédié au maraîchage. Cet élément, associé à un nombre d'ETP moyen à 0,7 (mais en progression, à 1 en 2020), laisse penser qu'une partie de ces exploitations correspondent à des activités complémentaires et non principales, surtout avant 2020.

A l'échelle France métropolitaine, ces élevages présents sur les grandes zones herbagères reculent mais résistent mieux dans les massifs montagneux. Sur le bassin, ils restent importants dans le pays d'Auge, le Morvan et la Manche dans une moindre mesure. Le type 5 correspond ainsi à de **petits élevages herbagers conventionnels**.

Le **type 6<sup>8</sup> (Carte 25)** est un type pléthorique regroupant la majorité des exploitations sans élevage, conventionnelles et en circuits longs, avec en moyenne plus du quart des exploitations des trois années de recensement (de 20% en 2000 à 35% en 2020).

Les principales orientations des exploitations sont la viticulture (41 %) et les grandes cultures (34% pour les céréales et/ou oléoprotéagineux et 17% pour les autres grandes cultures). Ce type est

<sup>8</sup> La compréhension de ce type requiert un erratum : les circuits courts des exploitations viticoles du RA 2010 n'ont par erreur pas été inclus dans l'analyse (ils sont comptabilisés dans une variable distincte, ce qui n'est pas le cas des deux autres recensements). Les types 11 et 6 sont impactés : au lieu d'être intégralement présentes dans le type 6, les exploitations viticoles du RA 2010 auraient dû être réparties entre les types 6 et 11, comme c'est le cas pour les deux autres recensements.

caractérisé par la plus faible diversité cultivée (hors types herbagers) avec 1,4 espèce en moyenne, en lien avec la viticulture, et les exploitations en grandes cultures ne cultivent ni céréales rustiques ni légumineuses. Les exploitations du type figurent parmi les plus spécialisées, avec une moyenne de 1,8 poste PBS significatif (représentant plus de 10% de la PBS totale). Toujours en lien avec la viticulture, la SAU moyenne est l'une des plus faibles de tous les types et varie de 43 à 58 ha sur la période.

Sur le territoire métropolitain, ce type ressort d'abord nettement sur les principaux vignobles, puis sur des secteurs de grandes cultures, dont notamment l'Alsace et le sud du Bassin parisien. En lien avec la légère diminution de la part d'exploitations viticoles dans le type, concomitante avec la progression de la part des exploitations en autres grandes cultures, on observe un phénomène d'étalement géographique du type, en particulier en 2020, qui devient plus ubiquiste, y compris dans des régions telles que la Bretagne ou la Basse-Normandie historiquement tournées vers l'élevage (tendance à la céréalisation des exploitations et à l'abandon de l'élevage). Sur le bassin Seine-Normandie, sa présence au sud du Bassin parisien n'est pas sans rappeler le secteur où domine le colza-blé-orge sur la typologie d'assolements communaux présentée **Carte 6**. Le type 6 correspond ainsi à des **exploitations en production végétale spécialisée en circuits longs**.

Le **type 7 (Carte 26)** regroupe majoritairement des exploitations d'élevages bovins (25% laitiers, 22% allaitants et 7% mixtes), de polyculture et/ou polyélevage (16%) et de céréales et/ou oléoprotéagineux (15%). Parmi les élevages (87% des exploitations), aucun n'est en système herbager. Ce type est caractérisé par une part de céréales rustiques moyenne très élevée à 73%, et semble correspondre à des exploitations cultivant du triticale. Il est très peu présent sur le bassin Seine-Normandie en dehors du Morvan, une petite partie du Gâtinais/Orléanais, et de manière plus diffuse sur la Manche et les Ardennes. Il représente environ 1% des effectifs et correspond à des **exploitations de polyculture-élevage bovin à forte proportion de céréales rustiques**.

Le **type 8 (Carte 27)** est un autre type avec de très faibles effectifs, mais qui cette fois sont multipliés par plus de 5 sur la période, passant de 0,09% à 0,48% en 2020. La principale orientation de ses exploitations est légumes ou champignons à 58%, suivie d'horticulture puis polyculture et/ou polyélevage. Les exploitations sont caractérisées par un nombre moyen de cultures à plus de 27, une SAU moyenne à 6 ha, 3,2 ETP en moyenne, 100% de circuits courts en 2020 et presque autant avant, et atteignent 41% d'agriculture biologique en 2020, alors que cette dernière était anecdotique en 2000. Ce type, en forte progression sur les trois recensements, confirme son ancrage en périphérie d'agglomérations (ici, parisienne) tout en essaimant, et correspond à de **petits maraîchages hyper diversifiés**.

Le **type 9 (Carte 28)** est, comme le type 7, très peu présent sur le bassin Seine-Normandie, à 0,48% en moyenne sur la période et en diminution. Comme le type 5 cette fois, il regroupe des exploitations d'élevage herbivore, conventionnelles en système herbager, mais avec une plus grande part de cultures dans la SAU (la SFP représente en moyenne 89% de la SAU). A l'échelle France métropolitaine, on le retrouve ainsi dans le Massif Central et en contrefort de massifs (Vosges du Nord, Vosges du Sud aux contreforts du Jura, Allier/Creuse/Haute-Vienne et Aveyron/Lozère, ...), et quasiment exclusivement dans le Morvan sur le bassin. Le type 9 correspond ainsi à des **élevages herbagers conventionnels avec cultures**.

Les exploitations du **type 10 (Carte 29)** apparaissent marginales (environ 1% du total des exploitations en moyenne sur les trois recensements) mais leur part est multipliée par près de 5 entre 2000 et 2020 (de 0,5 à 2,4% du total des exploitations). Plus des deux-tiers du type appartiennent à l'OTEX céréales et oléoprotéagineux, 24% en moyenne à l'OTEX autres grandes cultures, avec une SAU moyenne parmi les plus importantes de tous les types de l'ordre de 130 ha. La caractéristique majeure du type 10 est

Le nombre moyen très faible d'ETP à 0,3, ce qui porte le critère d'intensité de main d'œuvre à une valeur particulièrement élevée de 504 ha par ETP en moyenne, suggérant des formes de travail externalisé avec recours à des entreprises de travaux agricoles (SSP, 2022). Alors que le nombre d'hectares par ETP est relativement stable sur la période étudiée, la dimension économique des exploitations du type, exprimée en PBS par ETP, varie presque du simple au double entre 2000 et 2020 (de 450 à 844 k€) et figure parmi les plus élevées de tous les types, ce qui indique une forte progression de la valeur ajoutée des productions. Cette forte progression pourrait s'expliquer notamment par l'importante augmentation des effectifs de granivores (surtout des ateliers porcins dont la taille moyenne passe de 23 à 416 UGB entre 2000 et 2020) qui côtoient les grandes cultures dans les exploitations qui ont une activité d'élevage (de 16% des exploitations du type en 2000 à 9% en 2020). Le type présente également un niveau moyen de diversité culturelle (inférieur toutefois au type 3), qui progresse légèrement sur la période étudiée.

Sur le territoire métropolitain, le type se concentre sur le bassin de la Seine et la « zone intermédiaire » en 2020. Sa localisation dans les Alpes et Pyrénées en 2010 est due au même artefact que mentionné à l'étape 6 du §3.2.2 qui a entraîné la non prise en compte de 2 des 16 types obtenus à l'issue de la classification statistique, et n'est pas à prendre en compte. Le type 10 correspond ainsi à de **grandes exploitations de grandes cultures en filières longues avec travail externalisé**.

Le **type 11<sup>8</sup> (Carte 30)** est relativement stable entre 2000 et 2020, autour de 10% des exploitations. Il correspond à des **exploitations conventionnelles en circuits courts**, sur le bassin **de viticulture** (28%), **polyculture et/ou polyélevage** (21%) et autres grandes cultures (12%). A l'échelle France métropolitaine, l'OTEX fruits ou autres cultures permanentes est également bien représentée, en lien avec sa présence dans le Sud-Est du territoire. Il s'agit d'exploitations de plutôt petite taille (51 hectares de moyenne), assez intensives en main d'œuvre (2,6 ETP de moyenne), à relier à l'importance de la viticulture.

Sur le bassin Seine-Normandie, la présence de circuits courts ressort nettement autour de la métropole parisienne, mais aussi autour de Rouen ou encore des vignobles (notamment celui de Chablis). On observe par ailleurs en 2020 le développement du type sur les régions d'élevage d'où il était quasiment absent. Il semble en revanche s'être légèrement rétracté sur des régions tournées vers l'industrie et l'export de grandes cultures, comme au nord de Paris.

Le **type 12 (Carte 31)** regroupe des exploitations en agriculture biologique pour 43% d'entre elles (mais passage de 4 à 67% entre 2000 et 2020), et en circuits courts pour près de 20%. C'est un type à très faible effectif (0,3% en moyenne), mais multiplié par plus de 3 en 20 ans, en lien avec le développement de l'agriculture biologique. Il est caractérisé par la part de légumineuses dans la SAU la plus élevée de tous les types à 77%, avec à l'inverse une diversité cultivée légèrement en dessous de la moyenne de l'ensemble des exploitations.

Au niveau de sa répartition, il se concentre dans le Sud-Ouest à l'échelle de l'ensemble du territoire métropolitain, en lien probable avec la culture de soja biologique.

Sur le bassin, on ne le retrouve que de manière diffuse avant 2020, période à partir de laquelle il ressort sur le Barrois et les Plateaux Langrois et de Bourgogne, un secteur qui fait écho à celui où s'est développée l'agriculture biologique sur le bassin (**Carte 18**) et où le pois représente toujours une part significative de l'assolement (**Carte 6**). Le type 12 correspond ainsi à des **exploitations de grandes cultures à forte proportion de légumineuses, souvent en agriculture biologique**.

Le **type 13 (Carte 32)** est, parmi ceux regroupant la plupart des exploitations en agriculture biologique, celui de plus grand effectif à 2% en moyenne (mais plus près du double à l'échelle France

métropolitaine), passant de 0,6% à 5,6% des exploitations entre 2000 et 2020. Près de la moitié d'entre elles sont en circuits courts, et leurs OTEX sont diverses : céréales et/ou oléoprotéagineux (17%), polyculture et/ou polyélevage (15%), autres grandes cultures (12%), viticulture (12%) ou encore bovins lait (12%). Il s'agit de structures de taille moyenne (82 hectares), avec un nombre d'ETP moyen relativement élevé à 2,4 (contre 1,5 sur l'ensemble de l'échantillon). Les chefs d'exploitation y sont jeunes (47 ans en moyenne) et 44% d'entre eux ont suivi une formation supérieure. 44% des fermes comprennent des herbivores, et environ la moitié d'entre elles sont en système herbager. Les valeurs de diversité cultivée, part de légumineuses dans la SAU et part de céréales rustiques dans les céréales sont, enfin, toutes au-dessus de la moyenne de l'échantillon.

La diversité des orientations des exploitations se retrouve également au niveau de leur répartition : à l'échelle de l'ensemble du territoire, le type initialement concentré en Ariège, dans les Cévennes et dans le Diois se diffuse ensuite au reste du territoire, toujours en lien avec le développement de l'agriculture biologique. Sur le bassin Seine-Normandie, il ressort autour de Paris, dans le sud-est du bassin où se développe l'agriculture biologique, ou encore sur une partie du Pays d'Auge. Les exploitations du type 13 correspondent ainsi à des **exploitations de grandes cultures, cultures permanentes et polyculture-élevage en agriculture biologique**.

Le dernier type, le **type 14 (Carte 33)**, regroupe des exploitations laitières et de polyculture-élevage en agriculture biologique et dont les circuits courts constituent un débouché pour 24% des exploitations en 2000 et près de 40% en 2020. De très faible effectif (0,4% en moyenne), la part des exploitations qu'il représente est toutefois multipliée par plus de 5 sur la période. 85% des exploitations ont une activité d'élevage, dont presque toutes des herbivores, et près de la moitié sont en système herbager. 34% de la sole est en moyenne dédiée aux cultures, et en moyenne 75% de la surface en céréales correspond à des céréales rustiques. Les trois indicateurs de diversité des cultures sont en progression entre 2000 et 2020, et supérieurs aux moyennes de l'ensemble de l'échantillon. La tendance est en revanche plutôt à la spécialisation pour les productions animales, dont l'indice de diversité diminue sur la période.

A l'échelle France métropolitaine, on le retrouve de manière diffuse sur certains bassins laitiers et dans la Drôme ou la Lozère et l'Aveyron en 2000, d'où il diffuse dans l'Ouest et le Centre. L'observation de la diffusion spatiale du type permet d'identifier des bassins liés à des stratégies de firmes : périmètre de la coopérative « Les 300 laitiers bio » en Loire-Atlantique (Les 300 Laitiers Bio, en ligne), Terra Lacta et la laiterie des Fayes en Haute-Vienne (2018), ou Unicoollait et Lactalis en Alsace bossue (Hellec et Blouet, 2011). C'est un type peu présent sur le bassin Seine-Normandie par rapport au reste du territoire, bien qu'on le retrouve sur sa frange Est, à proximité du Morvan et dans le sud du Calvados, en lien avec les secteurs de présence de céréales rustiques identifiés (**Carte 14**). Les exploitations du type 14 correspondent ainsi à des **exploitations laitières et de polyculture-élevage en agriculture biologique**.

### 3.3. Discussion et mise en perspective

Cet exercice de typologie a permis de mettre en évidence l'émergence et le développement de systèmes en transition, ou mettant en place des pratiques agroécologiques, tout en soulignant que les systèmes traditionnels, liés aux contraintes du milieu, ou intensifs agro-industriels, liés à la modernisation agricole, dominant toujours largement, et notamment sur le bassin Seine-Normandie.

La définition de l'agriculture en transition utilisée dans Bermond et Guillemin (2024) a pu être en partie élargie, avec des systèmes herbagers en apparence peu intensifs, une importante diversité de cultures dans certains secteurs, ou encore la présence de légumineuses dans les successions. Le

développement de l'agriculture biologique et des circuits courts y est visible sur une période plus étendue, partant pour l'agriculture biologique d'une très faible présence en 2000. De par l'inclusion de ces deux variables dans l'analyse, structurantes sur cette question de transition, on retrouve pour certains types la géographie des exploitations en transition identifiées dans Bermond et Guillemin (2024).

La surreprésentation d'une seule pratique apparentée à de l'agroécologie dans un type ne permet toutefois souvent pas de conclure à une transition des systèmes dans lesquelles elle s'inscrit. Par exemple, la diversification des cultures, qui est souvent assimilée à une pratique agroécologique, a effectivement dégagé un type, le type 3, mais en s'intéressant à la géographie de ce dernier, on le retrouve dans des espaces qui ne sont de manière générale pas emblématiques de transition.

Par ailleurs, malgré l'intérêt du travail diachronique, ce dernier a entraîné beaucoup de contraintes dues à la disponibilité des données et aux méthodes statistiques en elles-mêmes.

Pour aller plus loin, le présent travail décrit une typologie d'exploitations « en transition », comme des exploitations mettant en œuvre un certain nombre de pratiques jugées agroécologiques ou s'inscrivant dans une démarche de transition agri-alimentaire avec les circuits courts. Ce auquel il s'intéresse peu est le principe de transition en lui-même (cf. §3.1). Il pourrait ici être étudié de deux façons différentes :

- Soit en faisant le choix d'une maille spatiale (UMA, PRA, départements, cantons...) et en observant l'évolution de la composition en types de chaque entité, dans une démarche appelée « analyse des histoires » par Benzécri (1973 ; cité dans Bermond et Guillemin, 2024), et comme mis en œuvre par Rivière et al. (2021) sur les divisions socioprofessionnelles de quartiers, ou Bermond et Guillemin (2024) et La Haye Saint Hilaire et Mignolet (à paraître) à partir des Recensements Agricoles.
- Soit à partir de l'échantillon constant des exploitations recensées sur les trois années, pour cette fois s'intéresser aux transitions individuelles des exploitations (mais regroupées en classes par le biais d'une typologie), à partir de leur numéro SIRET (Système d'Identification du Répertoire des Etablissements).

L'échelle France métropolitaine inclut de nombreux territoires très contrastés et présente ses intérêts, mais se pose ensuite la question d'illustrer des différences au-delà de ces identités territoriales. Il est également toujours peu aisé d'obtenir une classification qui met en évidence des différences et similitudes au-delà des différents systèmes de production, et les types obtenus ici ont souvent une OTEX assez largement majoritaire, sans que cette dernière variable ait été prise en compte dans l'analyse. La description du paysage agricole français ne permet enfin pas de dépasser un certain stade dans l'analyse et nécessiterait d'amener des méthodes qualitatives d'entretien pour véritablement préciser les pratiques liées aux différents types identifiés.

## Conclusion

Le travail de construction de la base de données ARSEINE a permis et continuera de permettre son actualisation, en appliquant une même méthode mixte à des sources de données en constante évolution. ARSEINE décrit ainsi les dynamiques spatio-temporelles des occupations des sols agricoles et pratiques associées sur le bassin Seine-Normandie de 1970 à 2023 et éclaire les pressions azotées qui s'exercent sur le territoire, au cœur des enjeux de préservation de la qualité de l'eau.

L'étude des systèmes de production dans lesquels s'inscrivent les systèmes de culture décrits, par le biais d'une typologie d'exploitations agricoles, a permis de mettre en lumière le développement de

pratiques agroécologiques et de systèmes agri-alimentaires plus locaux, tout en confortant la place prépondérante des systèmes conventionnels sur le territoire. Le développement de l'agriculture biologique entre 2000 et 2020 y est visible, tout comme celui des circuits courts au-delà des alentours de la région parisienne, bien qu'à un rythme moindre que celui observé sur le reste du territoire français.

## Bibliographie

AESN, 2020, « Etat des lieux 2019 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands ».

AESN, 2022, « Programme de mesures 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers Normands ».

AGRESTE, 2020, « Les régions agricoles (RA), petites régions agricoles (PRA) », *Agreste* : <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/methodon/Z.1/!searchurl/listeTypeMethodon/> (consulté le 28/08/2024).

AGRESTE, 2024a, « Les performances environnementales et économiques des exploitations de grandes cultures du Grand Est », *Agreste Les Dossiers*, 1.

AGRESTE, 2024b, « Fiche territoriale détaillée RA 2020 « France métropolitaine » ».

AGRESTE, en ligne, « Production Brute Standard (PBS) » : <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/methodon/N.3/!searchurl/listeTypeMethodon/> (consulté le 26/09/2024).

ALARD V., BERANGER C., JOURNET M., 2002, *A la recherche d'une agriculture durable: Etude de systèmes herbagers économes en Bretagne*, Quae, 352 p.

ALTIERI M.A., 1983, *Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture*, Division of Biological Control, University of California, Berkeley, 184 p.

BALLOT R., SOULIE M., GUICHARD L., MIGNOLET C., PELZER E., PUECH T., SCHOTT C., 2017, « Analyse des systèmes de culture présents en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire », report.

BARRY C., FRESSON-MARTINEZ C., BLOND I.L., 2024, *Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires: Édition 2024.*, Paris, Insee (Mesurer pour comprendre), 138 p.

BENOIT M., BORNERAND C., MIGNOLET C., BIENAIME E., COSSERAT-MANGEOT R., MARI J.-F., TROMMENSCHLAGER J.-M., 2000, « Etude rétrospective des dynamiques agricoles dans le bassin de la Seine depuis les années 70 », *Rapport PIREN-Seine*, PIREN-Seine.

BENZECRI J.-P., 1973, *L'analyse des données*, Dunod. Paris.

BERMOND M., GUILLEMIN P., 2024, « Vers une transition des systèmes agricoles en France métropolitaine ? Une géographie contrastée et en mouvement (2010 et 2020) », *Cybergeo: European Journal of Geography*.

BERMOND M., GUILLEMIN P., MARECHAL G., 2019, « Quelle géographie des transitions agricoles en France ? Une approche exploratoire à partir de l'agriculture biologique et des circuits courts dans le recensement agricole 2010 », *Cahiers Agricultures*, 28, p. 16.

BOCKSTALLER C., 2018, « Crop Diversity Index Factsheet [DiverIMPACTS Indicator # 7,1] ».

CELLULE TRANSFERT DES CONNAISSANCES DU PIREN-SEINE, 2024, « pyNuts-Riverstrahler : modéliser le fonctionnement hydroécologique des réseaux hydrographiques. Les fiches "outils" du PIREN-Seine #2. ».

CENTRE DE GEOSCIENCES, en ligne, « Plateforme CAWAQS » : <https://www.geosciences.minesparis.psl.eu/systemes-hydrologiques-et-reservoirs/plateforme-cawaqs/> (consulté le 27/08/2024).

- CHANTRE E., 2011, *Apprentissages des agriculteurs vers la réduction d'intrants en grandes cultures : Cas de la Champagne Berrichonne de l'Indre dans les années 1985-2010.*, phdthesis, AgroParisTech.
- CHANTREL-VALAT D., LAVOISY P., PAILLOUX E., 2021, « 14 INDICATEURS DE BIODIVERSITÉ AGRICOLE pour les filières agro-alimentaires ».
- CHAYRE A., POINTEREAU P., 2021, « Guide Méthodologique 2021 Haute Valeur Naturelle », Solagro.
- CHEVASSUS-AU-LOUIS B., VILLIEN C., CLAQUIN P., 2016, « Rapport d'avancement du Comité d'évaluation de la politique agro-écologique », Centre d'études et de prospective.
- CHOISIS J.-P., SOURDRIL A., DECONCHAT M., BALENT G., GIBON A., 2010, « Comprendre la dynamique régionale des exploitations de polyculture élevage pour accompagner le développement rural dans les Coteaux de Gascogne », *Cahiers Agricultures*, 19, 2, p. 97-103 (1).
- DELFOSE C., MORAINÉ M., 2020, « Les systèmes polyculture - élevage : trajectoire d'innovation et enjeux actuels », *Agronomie, environnement et sociétés*.
- DRAAF PAYS DE LA LOIRE, 2021, « Les Pays de la Loire, deuxième région de production avicole ».
- FOURRIE L., LETAILLER F., CRESSON C., 2013, « Référentiel AB : Présentation des indicateurs ».
- GALLOIS N., 2023, « Modélisation des pollutions diffuses d'origine agricole sur le territoire Seine-Normandie: Actualisation des modélisations de l'état de pollution nitrique des masses d'eau en prévision de l'état des lieux 2025 », ARMINES / Mines Paris, PSL Université - Centre de Géosciences.
- GALLOIS N., en ligne, « STICS-CaWaQS : Hydrogéologie et agriculture », *Centre de Géosciences*: <https://www.geosciences.minesparis.psl.eu/systemes-hydrologiques-et-reservoirs/stics-cawaqs/> (consulté le 25/04/2024).
- GALLOIS N., BLANCHOUD H., GARNIER J., à paraître, « Fascicule 5: Impact des pollutions diffuses agricoles sur la ressource en eau ».
- GLIESSMAN S.R., 1990, « Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture », dans GLIESSMAN S.R. (dir.), *Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*, New York, NY, Springer, p. 3-10.
- HAZARD L., 2016, « Agrobiodiversité : Définition », *Dictionnaire d'Agroécologie*.
- HELLEC F., BLOUET A., 2011, « L'essor de l'agriculture biologique en Alsace bossue. », dans *Le bio en devenir: le cas alsacien*, Bruxelles, Peter Lang.
- HUSSON F., JOSSE J., PAGES J., 2010, « Principal component methods - hierarchical clustering - partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? ».
- IGN, ASP, 2023, « RPG Registre Parcellaire graphique Version 2.1: Descriptif de contenu et de livraison ».
- INRAE, en ligne, « Présentation du modèle STICS » : <https://www6.paca.inrae.fr/stics/Qui-sommes-nous/Presentation-du-modele-Stics> (consulté le 27/08/2024).
- INSEE, 2017, « Définition - Production brute standard / PBS ».

JOSIEN E., DEDIEU B., CHASSAING C., 1994, « Etude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif bovin Limousin », *Etude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif bovin Limousin*, 138, p. 115-134.

KÖBRICH C., REHMAN T., KHAN M., 2003, « Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan », *Agricultural Systems*, 76, 1, p. 141-157.

KOSTROWICKI J., 1977, « Agricultural typology concept and method », *Agricultural Systems*, 2, 1, p. 33-45.

KUNKAR S., HEALY S., RONGERE M.-L., JEANNEAUX P., 2024, « Huit profils d'agriculture de projet : de l'entrepreneuriat collectif à l'entrepreneuriat individuel et multi-sociétaire »,.

LA HAYE SAINT HILAIRE L. DE, 2023, *Dynamiques agricoles et agro-industrielles en zone intermédiaire de polyculture-élevage. Une géographie des filières pour penser la transformation des systèmes agro-alimentaires*, These de doctorat, université Paris-Saclay.

LA HAYE SAINT HILAIRE L., MIGNOLET C., à paraître, « Une histoire agricole des cantons en zone intermédiaire de polyculture-élevage : entre spécialisation des exploitations et diversification des territoires ? », *Cybergeo: European Journal of Geography*.

LAUNAY F., BAUMONT R., PLANTUREUX S., FARRIE J.-P., MICHAUD A.A., POTTIER É., 2011, *Prairies permanentes : des références pour valoriser leur diversité*, Institut de l'Elevage.

LÊ S., JOSSE J., HUSSON F., 2008, « FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis », *Journal of Statistical Software*, 25, p. 1-18.

LEBART L., MORINEAU A., PIRON M., 1995, *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, Paris, Dunod, 456 p.

LE ROBERT, en ligne, « Typologie » : <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/typologie> (consulté le 20/08/2024).

LES 300 LAITIERS BIO, en ligne, « 300 Producteurs Laitiers Unis en Coopérative » : <https://les300laitiersbio.fr/qui-sommes-nous/> (consulté le 24/09/2024).

LOONIS V., BELLEFON M.-P. DE, 2018, *Manuel d'analyse spatiale: Théorie et mise en œuvre pratique avec R*, Insee Eurostat, (Insee Méthodes), 392 p.

LUCANTONI, D., MOTTET A., BICKSLER A., DE ROSA F., SCHERF B., SCOPEL É., LOPEZ-RIDAURA S., GEMILL-HERREN B., BEZNER KERR R., SOURISSEAU J.-M., PETERSEN P., CHOTTE J.-L., LOCONTO A., TITTONELL P., 2021, « Évaluation des transitions vers des systèmes agricoles et alimentaires durables : un outil pour l'évaluation des performances agroécologiques (TAPE) », *Agronomie, environnement & sociétés*, 11, 1.

MIDLER E., BOY A., 2017, « La démarche évaluative de la politique agro-écologique : premiers outils et perspectives ».

MIGNOLET C.C., SCHOTT C., BENOIT M., MEYNARD J.-M., 2012, « Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures », *Innovations Agronomiques*, 22, p. 1.

PERROT C., FOURDIN S., LE LAY A., ROGUET C., 2024, « Diversité et évolution des exploitations avec élevage à partir des recensements agricoles : quels enseignements pour l'analyse de la crise du secteur ? ».

PERSPECTIVES AGRICOLES, 2022, « Diagnostic de la filière « Lentille » : une culture d'avenir mais encore fragile », *Perspectives Agricoles* : <https://www.perspectives-agricoles.com/economie/diagnostic-de-la-filiere-lentille-une-culture-davenir-mais-encore-fragile> (consulté le 19/09/2024).

PIREN-SEINE, en ligne, « Qui sommes-nous ? » : [https://www.piren-seine.fr/piren\\_seine/qui\\_sommes\\_nous](https://www.piren-seine.fr/piren_seine/qui_sommes_nous) (consulté le 27/08/2024).

PLUMECOCQ G., DEBRIL T., DURU M., MAGRINI M.-B., SARTHOU J.-P., THEROND O., 2018, « Caractérisation socio-économique des formes d'agriculture durable », *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, 363, p. 99-120.

PORTAIL DE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS, en ligne, « TERUTI LUCAS » : <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/bases-donnees/teruti-lucas> (consulté le 29/08/2024).

PUECH T., SCHOTT C., MIGNOLET C., 2020, « Characterising the diversity and spatial differentiation of crop managements at a regional scale », *European Journal of Agronomy*, 120, p. 112-126.

PUECH T., MIGNOLET C., 2022, « Caractériser la morphologie des parcelles agricoles à l'échelle de la France », *Cybergeo: European Journal of Geography*.

PUECH T., SCHOTT C., MIGNOLET C., 2018, « Evolution des bases de données pour caractériser les dynamiques des systèmes de culture sur le bassin Seine-Normandie », report, Agence de l'Eau Seine Normandie.

PUECH T., SCHOTT C., MIGNOLET C., 2015, « Modélisation de la pollution nitrique d'origine agricole des grands aquifères du bassin de Seine-Normandie à l'échelle des masses d'eau. Vol. 1. Évolution des systèmes de culture sur le bassin Seine- Normandie depuis les années 2000 : construction d'une base de données spatialisée sur les pratiques agricoles », report, Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN).

RANNOU-HEIM C., 2021, « Population légale de l'Île-de-France - 12 262 544 habitants au 1er janvier 2019. Insee Flash Ile-de-France. ».

REUSSIR LAIT, 2018, « Terra lacta développe son activité bio » : <https://www.reussir.fr/lait/terra-lacta-developpe-son-activite-bio> (consulté le 24/09/2024).

REVOYRON E., 2022, *Des leviers pour accompagner les trajectoires de diversification des cultures dans les exploitations agricoles et les territoires. Cas de trois régions européennes*, phdthesis, Université Paris-Saclay.

RIVIERE J., MADORE F., BATARDY C., GARAT I., RAIMBAULT N., 2021, « Les divisions socioprofessionnelles en mouvement d'une métropole attractive. Le cas de l'aire urbaine de Nantes (1975-2015) », *Cybergeo: European Journal of Geography*.

SCHALLER N., 2013, « L'agroécologie : des définitions variées, des principes communs ».

SCHOTT C., GILLET E., JACQUET A., 2012, « Teruti-Miner : Un logiciel dédié à la fouille de données annuelles sur l'occupation du sol ».

SCHOTT C., MIGNOLET C., BENOIT M., 2009, « Agriculture du bassin de la Seine ».

SCHOTT C., MIMET A., MIGNOLET C.C., 2010, « Création d'une base de données sur les pratiques agricoles de Basse-Normandie de 1970 à 2006 », report.

SCHOTT C., PUECH T., MIGNOLET C., 2018, « Dynamiques passées des systèmes agricoles en France: une spécialisation des exploitations et des territoires depuis les années 1970 », *Fourrages*, 235, p. 153.

SHANNON C.E., WEAVER W., 1949, *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana.

SIGES Seine-Normandie, en ligne, « Zones vulnérables » : <https://sigessn.brgm.fr/spip.php?article78> (consulté le 28/08/2024).

SIRAMI C., MIDLER E., 2021, « Hétérogénéité des paysages agricoles, biodiversité et services écosystémiques ».

SRISSET DRAAF OCCITANIE, 2022, « Part de l'agriculture biologique dans la SAU hors STH (Occitanie) ».

SSP, 2022, « Main-d'œuvre et externalisation des travaux: le volume de travail des salariés permanents non familiaux augmente de 8 % en dix ans ».

WEZEL A., BELLON S., DORÉ T., FRANCIS C., VALLOD D., DAVID C., 2009, « Agroecology as a science, a movement and a practice. A review », *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 4, p. 503-515.

ZAHM F., UGAGLIA A.A., BARBIER J.-M., BOUREAU H., DEL'HOMME B., GAFSI M., GASSELIN P., GIRARD S., GUICHARD L., LOYCE C., MANNEVILLE V., MENET A., REDLINGSHÖFER B., 2019, « Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité », *Cahiers Agricultures*, 28, p. 5.

## Glossaire

**Agrobiodiversité** : L'agrobiodiversité, ou biodiversité agricole, est la part de la biodiversité reconnue comme ressource par des agriculteurs pour la production agricole. Comme la biodiversité, elle se décline en trois niveaux d'organisations qui interagissent entre eux : diversité génétique, spécifique et agroécosystémique (Hazard, 2016).

**Ilot** : Un îlot est composé d'une ou plusieurs parcelles culturales contiguës, exploitées par un même agriculteur, portant une ou plusieurs cultures, délimité par des éléments facilement repérables et permanents (chemin, route, ruisseau...) ou par d'autres exploitations. Concept mobilisé dans le cadre de l'instruction des aides de la PAC.

**Parangon** : Individu le plus proche du centre d'une classe (Husson, Josse et Pages, 2010).

**PIREN-Seine** : Le programme interdisciplinaire du PIREN-Seine (Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement) a pour objectif le développement d'une vision d'ensemble du fonctionnement du système formé par le réseau hydrographique de la Seine, son bassin versant et les personnes qui y vivent (PIREN-Seine, en ligne).

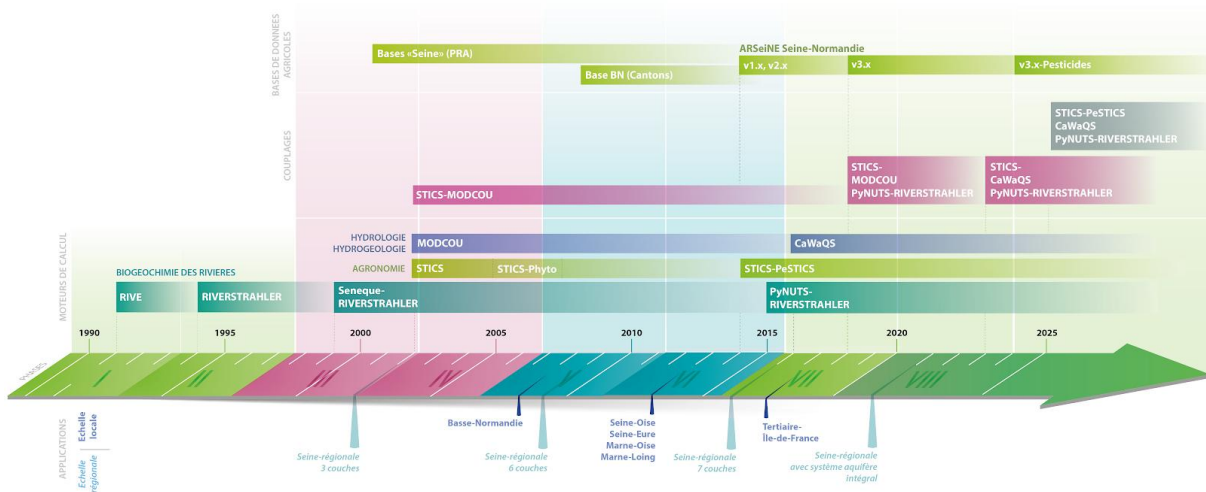
**Production Brute Standard (PBS)** : La Production Brute Standard (PBS) décrit un potentiel de production des exploitations et permet de classer les exploitations selon leur dimension économique (Insee, 2017). Les coefficients de PBS qui permettent de la calculer représentent la valeur de la production potentielle par hectare ou par tête d'animal présent hors toute aide. Ils sont exprimés en euros. Leur valeur est régionalisée lorsque cette régionalisation a un sens. Ces coefficients permettent une classification (typologie) des exploitations agricoles dont le but est de les répartir selon leur spécialisation et leur dimension économique (Agreste, en ligne).

**Typologie** : Science de l'élaboration des types, facilitant l'analyse d'une réalité complexe et la classification (Le Robert, en ligne).

**Zones Vulnérables aux Nitrates** : Une zone vulnérable est définie réglementairement et correspond à une partie du territoire où la pollution des eaux par le rejet direct ou indirect de nitrates d'origine agricole et d'autres composés azotés susceptibles de se transformer en nitrates, menace à court terme la qualité des milieux aquatiques et plus particulièrement l'alimentation en eau potable (SIGES Seine-Normandie, en ligne). Ce zonage implique certaines pratiques agricoles spécifiques, comme la couverture des sols ou la tenue d'un Plan Prévisionnel de Fumure. On retrouve des zonages spécifiques au sein des zones vulnérables, comme les Zones d'Actions Renforcées.

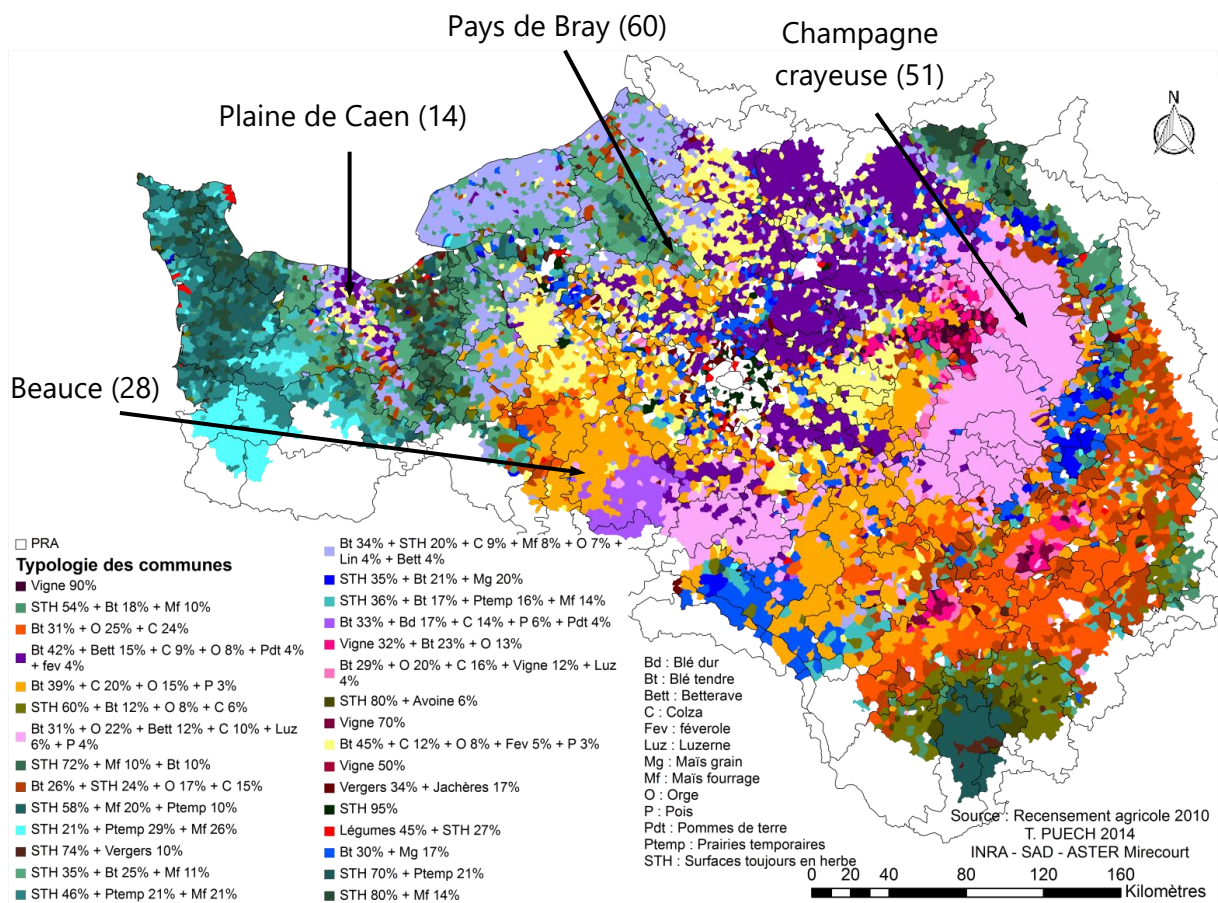
# Annexes

## Annexe 1 - Couplages de modèles historiques (Gallois, Blanchoud et Garnier, 2024)



## Annexe 2 – Petites Régions Agricoles sur fond de typologie d’assolement communal (Puech, Schott et Mignolet, 2015)

Typologie à partir d’une nomenclature en 25 postes de surfaces: 24 postes de cultures annuelles exprimés en % des terres labourables et les prairies permanentes exprimées en % de la SAU. L’objectif est de donner plus de poids aux cultures annuelles qu’aux surfaces en herbe et d’ainsi mieux faire ressortir les différences entre régions de grandes cultures.



### Annexe 3 - Libellés des UMA

UMA	Libellé	UMA	Libellé
101	Champagne humide	261	Bocage (Sud - Ouest)
102	Perthois et Champagne humide	262	Bocage Ornais
103	Argonne et Champagne humide (Nord)	271	Région de Fougères, Avranchin Sud et Zone d'élevage
104	Champagne Crayeuse (Nord) et crêtes pré-ardennaises	272	Le Mortainais
11	Plateau Langrois et Barrois (Sud)	281	Pays de Caux
111	Puisaye (Nord - Ouest)	291	Entre Bray et Picardie
112	Gâtinais pauvre (Ouest)	292	Pays de Bray (Sud)
113	Bocage gâtinais et basse Seine	293	Plateau Picard (Centre)
114	Champagne Crayeuse et Basse Yonne	301	Petit Caux et Vimeux
115	Gâtinais pauvre (Est)	302	Pays de Bray (Nord)
116	Brie Champenoise	31	Bassigny
117	Brie Champenoise viticole	311	Plateau Picard (Sud Ouest)
12	Barrois (Nord)	312	Plateau Picard (Nord)
121	Gâtinais	321	Saint Quentin et Laonnois et Thierache (Sud Ouest)
122	Gâtinais riche	322	Clermontois et Plateau Picard
123	Beauce riche	323	Soissonnais (Ouest) et Noyonnais
131	Beauce (Sud-Est)	324	Soissonnais
141	Vignoble de Champagne	325	Santerre
151	Perche	331	Tardenois, Tardenois et Brie
152	Drouais Thimerais	341	Vieille France et Valois et Multien
153	Beauce (Nord-Ouest)	342	Valois et Orxois
154	Drouais et Plateau de Madrie	343	Butte de Dammartin, Goele et Multien
161	Hurepoix	351	Vallée de Seine et Pays de Lyons
162	Plaine de Versailles et Yvelines	352	Pays de Thelle et Vexin Normand
163	Pays de Bière, Brie Humide et Montois	353	Vexin Bossu et Vallée de Seine
164	Beauce (Nord - Est)	361	Vallée de la Marne et du Morin, Brie laitière
171	Plateau d'Evreux Saint André	362	Brie boisée et Brie Est
172	Plateau de Neubourg	371	Vexin et Vexin Français
181	Brie Française, Brie centrale et Brie Champenoise	381	Ceinture de Paris
191	Perche Ornais	41	Nivernais central
192	Pays d'Ouche	42	Morvan (Nord) et Terre plaine
193	Lieuvin	43	Auxois
194	Roumois et marais Vernier	51	Morvan Sud
195	Vallée de Seine et pays entre Caux et Vexin	61	Vignobles de l'Aube
201	Pays d'Auge (Sud), Marlerault et pays d'Ouche Ouest	62	Vignoble de Chablis
202	Pays d'Auge (Nord)	71	Orléanais et Gâtinais pauvre (Ouest)
21	Vallées	72	Puisaye et Berry
211	Plaine de Caen	73	Puisaye (Sud - Est)
22	Plateaux de Bourgogne et Bourgogne Nivernaise	81	Champagne Crayeuse (Nord)
221	Plaine d'Alençon	82	Champagne Crayeuse et Nogentais
23	Plateau Langrois	83	Champagne Crayeuse (Centre)
231	Bessin Est et Bocage Nord	84	Vallée de la Marne
24	Tonnerrois et la vallée	85	Vallée de la Champagne Crayeuse
241	Zones maraîchères normandes	86	Champagne Crayeuse (NO) et pays Remois
25	Pays d'Othe	91	Argonne
251	Bocage de Valognes et la Hague	92	Crêtes Pré-Ardennaises et Thierache (E)
252	Cotentin et Bessin Ouest	93	Thierache
253	Bocage de Coutances et Saint Lô		

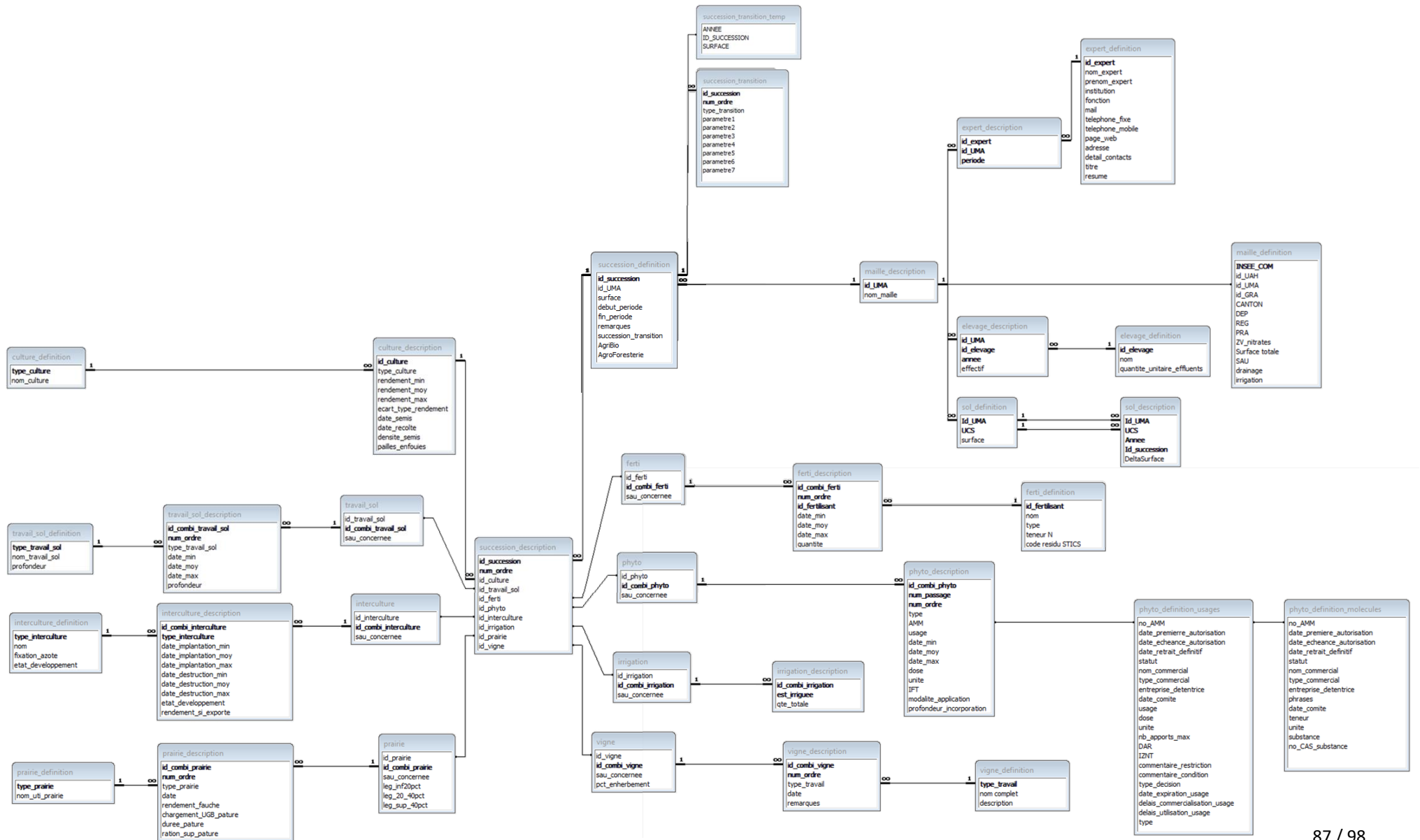
Annexe 4 – Nomenclature en 25 postes utilisée pour réaliser la typologie d'assolements communaux à partir du Recensement Agricole 2020

**Méthode :** Analyse en Composantes Principales (ACP) avec en individus les communes et en variables les parts de surface de terres labourables ou de SAU (pour la STH) de chacune des 25 catégories de cultures. CAH sur les 8 premières composantes principales issues de l'ACP (50.95% de l'inertie).

<b>Culture ou ensemble</b>	<b>Code</b>	<b>Libellé RA</b>
Blé tendre	1111110	Blé tendre d'hiver
	11111200	Blé tendre de printemps
Blé dur	11112100	Blé dur d'hiver
	11112200	Blé dur de printemps
Orge	11121000	Orge d'hiver et escourgeon
	11122000	Orge de printemps
Autres céréales	11111120	Epeautre
	11141000	Triticale
	11132000	Avoine de printemps
	11131000	Avoine d'hiver
	11170000	Sorgho grain
	11180000	Riz
	11191100	Mélange de céréales d'hiver
	11192100	Mélange de céréales de printemps
	11192200	Sarrasin
11150000	Seigle	
11195000	Autres céréales	
Maïs grain	11160000	Maïs grain et maïs semence
Betterave	11231000	Betterave à sucre (semences non comprises)
Colza	11211000	Colza grain et navette
Tournesol	11212000	Tournesol
Autres oléagineux	11213000	Soja
	11214100	Lin oléagineux
	11214200	Autres oléagineux
Lin textile	11221000	Lin textile
Autres cultures industrielles	11222100	Chanvre
	11222200	Autres plantes à fibres
	11232000	Houblon
	11233000	Tabac
	11238000	Autres plantes industrielles
	11238210	Racine d'endive
Pois	11311200	Pois de printemps
	11311100	Pois d'hiver
Féverole	11312000	Féverole
Autres protéagineux	11352000	Pois chiche
	11353000	Haricot sec
	11351000	Lentille
	11313000	Lupin doux
	11370000	Mélanges de protéagineux et de céréales
	11360000	Mélanges de protéagineux
	11399000	Autres protéagineux (récoltés pour la graine : vesce...)
Maïs fourrage	11410000	Maïs fourrage et ensilage
Autres cultures fourragères	11431300	Mélange de légumineuses fourragères annuelles et de céréales
	11431200	Mélange de légumineuses fourragères annuelles
	11420000	Plante sarclée fourragère (betterave, chou...)
	11431100	Légumineuse fourragère annuelle pure (hors luzerne)
	11432100	Céréales fourragères autres que le maïs (sorgho fourrager...)
	11432200	Autres fourrages annuels (navette, colza fourrager, etc...)
Prairies temporaires artificielles	11433200	Luzerne déshydratée
	11433100	Luzerne (hors déshydratée)
	11433300	Prairies artificielles (prairie temporaire uniquement semée de légumineuses : trèfle violet...-hors luzerne)

Prairies temporaires semées	11434000	Prairies temporaires
Prairies permanentes	12100000 12200000 12300000  23200000	Prairies permanentes productives (pâturages et prés) Prairies permanentes peu productives STH non productive mais ouvrant droit au versement de subventions Bois pâturés
Pommes de terre	11512000 11514000 11511000 11513000	Pommes de terre de conservation ou demi-saison Pommes de terre de féculerie Pommes de terre primeurs ou nouvelles Plants de pommes de terre
Légumes	11611000  11612000  11620000  11631000  11632000	Légumes frais, melons ou fraises [...] sous serre ou abri haut chauffé Légumes frais, plants de légumes, melons ou fraises [...] sous serre ou abri haut non chauffé Légumes frais [...] plein air ou abri bas [...] en rotation avec des légumes Légumes frais [...] plein air ou abri bas [...] en rotation avec des GC destinés au marché du frais Légumes frais [...] plein air ou abri bas [...] en rotation avec des GC destinés à la transfo
PPAM	11234300 11234400	PPAM plein air abri bas PPAM sous serre abri haut
Vignes	13111000 13112000 13113000 13114000 13121000 13122000 13131100 13132000	Vin d'appellation d'origine protégée (AOP) Vin avec indication géographique protégée (IGP) Vin sans indication géographique Vin apte pour la production d'eau-de-vie (AOP) Vigne à raisin de table en plein air Vigne à raisin de table sous serre ou abri haut Pépinière viticole en plein air Vigne mère de porte-greffe
Vergers	13211000 13212100 13212200 13213100 13213200 13214100 13214200 13215000 13216000 13221000 13222000 13223000 13224000 13225000 13226000 13228000 13231100 13231900 13233000 13234000 13235000 13251000 13252100 13252200 13252310 13252320 13252400 13311000 13312000 13340000 13350000	Abricotier Cerisier (hors transfo) Cerisier pour la transfo Pêcher, nectarinier Pêcher de Pavie Prunier Prunier d'Ente pour la transformation Olivier Autres fruits à noyaux Pommier de table Pommier à cidre Poirier de table Poirier à poiré Kiwi Figuier Autres fruits à pépins Clémentinier Mandariniers et hybrides Oranger et hybrides Citronnier Autres agrumes Noyer Amandier Châtaignier Noisetier (hors mycorhizé) Noisetier mycorhizé Autres fruits à coques Framboisier en plein air Framboisier sous serre ou abri haut Myrtilier Autres petits fruits
Jachères	11800000	Jachères

Annexe 5 – Modèle conceptuel Access de la base de données ARSEINE v3.4.3 (Puech, Schott et Mignolet, 2018)



### **Présentation du projet et objectifs**

- Caractérisation des pratiques agricoles du bassin (hors produits phytosanitaires) qui serviront de données d'entrée à la modélisation des transferts d'azote dans les aquifères, étude orientée nitrates et pollution nitrique sur le bassin
- Sur le temps long : des années 70 à aujourd'hui, mise à jour d'une base de données
- Phases précédentes :
  - Définition de successions de cultures à l'échelle d'UMA (~ PRA)
  - Typologie d'itinéraires techniques à partir de l'enquête pratiques culturales en grandes cultures et prairies 2017 (PKGC2017)
  - Puis affectation d'ITK parmi ceux définis aux cultures des successions
- Entretien pour adapter aux spécificités locales des résultats statistiques acquis sur de grandes régions

### **Contexte**

- Votre mission / travail au sein de l'organisation ?
- Depuis ?
- Quelle représentativité du secteur agricole ? (groupe DEPHY par exemple)
- Y-a-t-il dans la région de grosses industries agro-alimentaires qui influencent les productions agricoles (conserveries, usines de déshydratation de luzerne) ?

### **Milieu / contraintes pédo-climatiques**

- Particularités et potentialités des sols de la région ?
- Caractéristiques pédoclimatiques : pluviométrie et adaptation (irrigation), portance des sols en hiver (conséquences sur la praticabilité des parcelles), sols séchants en été (conditionne les cultures possibles)
- Conditionnement des exploitations et ITKs par des contraintes physiques ou autres ? (petites terres à cailloux, agrandissement des exploitations agricoles, manque de main d'oeuvre = peu de labour...)

### **Démarche et ITKs obtenus**

- Successions de cultures à partir du RPG, limitation à une dizaine par UMA pour les besoins de la modélisation
- Typologie d'itinéraires techniques à partir de l'enquête PKGC 2017 :
  - Travail à l'échelle de grandes régions agricoles pour significativité des résultats (carte à l'appui)
  - Sélection de variables de départ qui ont ensuite été adaptées à chaque typologie (à détailler si demandé)
  - Grands « types » d'ITK définis par classification statistique, caractérisation à posteriori de chaque type à l'aide des données médianes du groupe (perfectible, d'où ces entretiens, entre autres raisons)
- Vérification des ITK avec support graphique :
  - « proportion d'agriculteurs » qui réalise ces pratiques ?
  - ITK avec semis direct ?
  - Nature de la fertilisation minérale (principalement ammo, solution 39 et urée) ?
  - Nature de l'interculture ?
  - Si irrigation, quelle quantité d'eau ?
  - *Souligner la présence de frises vides s'il y a des ITK à rajouter*
- Quelle quantité totale d'N min apportée en moyenne sur l'UMA (pour chaque culture, mais surtout Bt) ?

## **Transitions des systèmes**

- Quelles pratiques innovantes retrouve-t-on sur le territoire ?
  - Désherbage mécanique
  - Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) / semis direct
  - Lutte biologique
  - Date et densité de semis, variétés
  - Bas volume
  
- A l'échelle de l'exploitation cette fois, observation de transitions vers des systèmes plus « agroécologiques » ? Par exemple :
  - Diversification des productions et des activités
  - Conversion à l'AB
  - Développement de l'agroforesterie ou de l'Agriculture de Conservation des Sols (ACS)
  - Inscription dans des circuits courts

Annexe 7 – Nomenclature de cultures commune aux RA 2000, 2010, 2020 en 95 postes

<b>Catégorie</b>	<b>Libellés RA 2000</b>	<b>Libellés RA 2010</b>	<b>Libellés RA 2020</b>
abricotier	Abricotier	Abricotier	Abricotier
agrumes	Agrumes	Autres agrumes Citrons Combava Lime Mandarinier et ses hybrides clémentinier Oranger et ses hybrides : tangor Pamplemousse et hybrides : tangelo	Autres agrumes (y compris limes, combava...) Autres agrumes DOM Citronnier Clémentinier Combava Lime Mandariniers et hybrides (tangerine...) Oranger et hybrides Pamplemousse, chadèque, pomelo, et hybrides
aut.fourr.annu	Autres fourrages annuels (sorgho fourrager...)	Autres fourrages annuels Légumineuses fourragères	Autres fourrages annuels (navette, colza fourrager etc...) Céréales fourragères autres que le maïs (sorgho fourrager...) Légumineuses fourragère annuelle pure (hors luzerne) Mélanges de légumineuses fourragères annuelles Mélanges de légumineuses fourragères annuelles et de céréales
autres.cere	Autres (mélanges, sarrasin...)	Autres cultures hiver (mélanges) Autres cultures printemps (mélanges)	Autres céréales (millet, alpeste, quinoa...) Mélanges de céréales d'hiver Mélanges de céréales de printemps Sarrasin
autres.coques	Autres fruits à coque (amandier, châtaignier...)	Amandier Autres fruits à coque Châtaignier Noisetier	Amandier Autres fruits à coques Châtaignier Noisetier (hors mycorhizé) Noisetier mycorhizé
autres.ind	Autres (chanvre papier, chicorée à café...)	Canne à sucre Chicorée à café Autre cultures industrielles	Autres plantes industrielles (chicorée à café...) Canne à sucre pour alimentation du bétail Canne à sucre pour le jus Canne à sucre pour l'industrie
autres.ol	Autres oléagineux (lin, oeillette, ricin...)	Lin oléagineux Autres oléagineux	Autres oléagineux (hors chanvre) Lin oléagineux Oléagineux DOM (y compris semences)
autres.perm	Autres (jonc, mûrier, osier, arbres truffiers...)	Arbres de Noël Autres (jonc, mûrier, osier, arbres truffiers...) Culture à vocation énergétique	Arbres de Noël Arbres truffiers (hors noisetiers) Autres cultures permanentes (jonc, mûrier, osier...) Cultures permanentes énergétiques (miscanthus, switchgrass,...- hors taillis à courte rotation)

autres.prot	Féverole Lupin, Vesce	Féverole et vesce Lupins doux	Féverole Lupin doux Mélanges de protéagineux Mélanges de protéagineux et de céréales
autres.text	Autres plantes textiles (chanvre...)	Autres plantes textiles Chanvre	Autres plantes à fibres (semences non comprises) Chanvre (semences non comprises)
autres.vergers	Autres vergers (pomme à cidre, figuier...)	Autres fruits à noyau Autres fruits à pépins Figuier Poirier à poiré Pommier à cidre	Autres fruits à noyaux Autres fruits à pépins Figuier Poirier à poiré Pommier à cidre
avoine	Avoine	Avoine hiver Avoine printemps	Avoine d'hiver Avoine de printemps
bd	Blé dur	Blé dur hiver Blé dur printemps	Blé dur d'hiver Blé dur de printemps
bs	Betterave industrielle	Betterave industrielle	Betterave à sucre (semences non comprises)
bt.ep	Blé tendre (y c. blé de force)	Blé tendre hiver Blé tendre printemps	Blé tendre de printemps Blé tendre d'hiver Epeautre
cerisier	Cerisier	Cerisier et griottier	Cerisier (hors transformation) Cerisier pour la transformation (bigarreau d'industrie,...)
colza	Colza grain et navette	Colza hiver Colza printemps	Colza grain et navette
horti	Fleurs, plantes ornementales en plein air ou sous abri bas Fleurs, plantes ornementales en plein air ou abri haut	Fleurs plein air ou abri bas Fleurs sous serre ou abri haut chauffé Fleurs sous serre ou abri haut non chauffé	Fleurs et plantes ornementales (hors pépinières de plants ligneux ornementaux) en plein air ou sous abri bas Fleurs et plantes ornementales (hors pépinières de plants ligneux ornementaux) sous serre ou abri haut
houblon	Houblon (en production ou non)	Houblon	Houblon
jach	Jachères aidées (n c. cult. non aliment. sur terres gelées) Jachères non aidées (y c. jachère de vigne)	Autres jachères Jachères sous contrat	Jachères (surfaces improductives et non pâturées entrant en rotation avec les cultures)
kiwi	Kiwi	Kiwi	Kiwi
leg.secs	Légumes secs (haricot sec, lentille, pois chiche, fève...)	Autres légumes secs Lentille, pois chiche, fève	Haricot sec Lentille Pois chiche
lin.text	Lin textile	Lin textile	Lin textile (y compris semences)
mf	Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	Maïs fourrage et ensilage	Maïs fourrage et ensilage
mg	Maïs-grain et maïs semence	Maïs grain et semence	Maïs grain et maïs semence (y compris maïs grain humide et hors maïs doux)

noyer	Noyers	Noyer	Noyer
olivier	Oliviers	Olivier	Olivier
orge	Orge et escourgeon	Orge de printemps Orge d'hiver, escourgeon	Orge de printemps Orge d'hiver et escourgeon
pd.t.autrestub	Pommes de terre de féculerie Pommes de terre demi-saison et conservation (com. après 1er août) Pommes de terre plants Pommes de terre primeurs ou nouvelles (com. avant 1er août) Pomme de terre maraichère	PDT demi-saison, conservation PDT féculerie PDT plants PDT primeur ou nouvelle Igname Madère, dachine Manioc Patate douce Autres Pommes de terre en culture dérobée	Plants de pomme de terre Pommes de terre de conservation ou demi-saison Pommes de terre de féculerie Pommes de terre primeurs ou nouvelles Autres racines ou tubercules Igname Manioc Patate douce Taro, madère, dachine, songe
pech.nect	Pêcher et nectarinier (y c. brugnon, pavie)	Pêcher, nectarinier, pavie	Pêcher de Pavie Pêcher, nectarinier (hors pêcher de Pavie)
pepinier	Pépinières fruitières Pépinières forestières Pépinières ornementales	Pépinière ornementale, fruitière, forestière	Pépinière forestière (y c. pépinière truffière) en plein air Pépinière forestière (y c. pépinière truffière) sous serre ou abri haut Pépinière fruitière en plein air Pépinière fruitière sous serre ou abri haut Pépinière ornementale : reproduction de plantes ligneuses (y c. rosier) en plein air Pépinière ornementale : reproduction de plantes ligneuses (y c. rosiers) sous serre ou abri haut
petits.fruits	Petits fruits (cassis, framboise, groseille...)	Cassissier Framboisier Groseillier Myrtilles Autres petits fruits	Cassissier en plein air Cassissier sous serre ou abri haut Framboisier en plein air Framboisier sous serre ou abri haut Groseillier Myrtillier Autres petits fruits
plante.sarclée.fourr	Plantes sarclées fourragères (chou, betterave...)	Plantes sarclées fourragères	Plantes sarclée fourragère (betterave, chou,...)
poirier.table	Poirier de table	Poirier y compris nashi	Poirier de table
pois	Pois protéagineux	Pois protéagineux	Pois de printemps Pois d'hiver
pommier.table	Pommier de table	Pommier de table	Pommier de table
ppam.horspersil	Plantes aromatiques, à parfum, médicinales et condimentaires (lavande, lavandin, menthe, pavot...) (retrait de la surface en persil)	Plant.aromat.parf.medic.cond. (retrait de la surface en persil)	Plantes à parfum, aromatiques, médicinales (persil, basilic, lavande, piment...) cultivées en plein air ou sous abri bas

			Plantes à parfums, aromatiques, médicinales (persil, basilic, lavande, piment...) cultivées sous serre ou abri haut <i>(retrait de la surface en persil)</i>
prunier	Prunier (y c. mirabelle, quetsche)	Prunier (yc mirabellier et quetschier)	Prunier (y c. mirabellier et quetschier – hors prunier d'Ente pour la transformation) Prunier d'Ente pour la transformation
pt	Prairies semées depuis automne 94 en autres (mélanges...) Prairies semées depuis automne 94 en graminées pures	Autres prairies sem dep sep2004	Prairies temporaires (de 5 ans ou moins)
pta	Prairies artificielles (luzerne, trèfle violet...)	Prairies artificielles	Luzerne (hors déshydratée) Luzerne déshydratée Prairies artificielles (prairie temporaire uniquement semée de légumineuses : trèfle violet...- hors luzerne)
rac.endive	Endive racine	Racine endive	Racine d'endive
riz	Riz	Autre riz Riz indica	Riz
seigle	Seigle	Seigle	Seigle
semences	Semences grainières (lé., flor., Industri., fourragères)	Semences grainières	Semences destinées à la vente pour légumes, fleurs, cultures fourragères, plantes à fibres (hors lin textile), PPAM, cultures industrielles diverses
soja	Soja	Soja	Soja
sorgho	Sorgho-grain	Sorgho grain	Sorgho grain
sth	Prairies naturelles ou semées avant automne 94 STH peu productive (parcours, lande pâturée)	STH peu productive STH productive	Bois pâturés Prairies permanentes peu productives (pâturages pauvres) (y compris les parcours de volailles et porcs) Prairies permanentes productives (pâturages et prés) STH non productives mais ouvrant droit au versement de subventions
tabac	Tabac (y c. plants)	Tabac	Tabac
to	Tournesol	Tournesol	Tournesol
triticale	Triticale	Triticale	Triticale

vigne	Pépinières viticoles Vignes à raisin de cuve à vocation vin apte à la production de cognac Vignes à raisin de cuve à vocation vin d'appellation (AOC, VDQS) Vignes à raisin de cuve à vocation vin de pays Vignes à raisin de cuve à vocation vin de table Vignes à raisin de table Vignes mères de porte-greffes	Vigne mère porte-greffe Vigne Pépinière viticole Vignes Prod eau vie Vignes raisin de table Vigne vin AOP Vignes vin IGP Vignes vin sans indication geo	Pépinière viticole de plein air Pépinière viticole sous serre ou abri haut Vigne à raisin de table en plein air Vigne à raisin de table sous serre ou abri haut Vigne mère de porte-greffe Vin apte pour la production d'eau-de-vie (AOP) Vin avec indication géographique protégée (IGP) Vin d'appellation d'origine protégée (AOP) Vin sans indication géographique
ail	Ail	Ail	Ail
artichaut	Artichaut	Artichaut	Artichaut
asperge	Asperge	Asperge	Asperge
aubergine	Aubergine Aubergine sous serre et abri haut	Aubergine	Aubergine plein air ou abri bas Aubergine sous serre ou abri haut
bette	Bette Bette et carde	Bette et carde	Bette et carde
betterave	Betterave potagère (rouge)	Betterave potagère (rouge)	Betterave potagère
brocolis	Chou brocoli	Brocolis	Brocolis
carotte	Carotte	Carotte	Carotte
cel.branche	Céleri branche	Céleri-branche	Céleri branche
cel.rave	Céleri rave	Céleri-rave	Céleri rave
chou.aut	Autres choux	Chou chinois Choux – autres	Chou autres Chou chinois
chou.blanc	Chou blanc, vert, rouge	Chou blanc	Chou blanc
chou.brux	Chou de Bruxelles	Chou de Bruxelles	Chou de Bruxelles
chou.chouc	Chou à choucroute	Chou à choucroute	Chou à choucroute
chou.fleur	Chou-fleur	Chou-fleur	Chou-fleur
chou.vert	Chou vert	Chou vert	Chou vert
concombre	Concombre	Concombres	Concombre plein air ou abri bas Concombre sous serre ou abri haut
courge	Courge citrouille et potiron Courge et potiron Potiron	Potiron courge giraumon	Potiron, courge, giraumon, citrouille
courgette	Courgette Courgette sous serre et abri haut	Courgette en plein air ou s/abri bas Courgette s/serre ou s/abri haut	Courgette plein air ou abri bas Courgette sous serre ou abri haut

echalote	Echalote	Echalote (y c. échalion)	Echalote
epinard	Epinard	Epinard	Epinard
fenouil	Fenouil	Fenouil	Fenouil
feve	Fève	Fève	Fève
flageolet	Haricot flageolet	Flageolet	Flageolet
fraise	Fraise Fraise sous serre et abri haut	Fraise en plein air ou s/abri bas Fraise s/serre ou s/abri haut	Fraise plein air ou abri bas Fraise sous serre ou abri haut hors sol Fraise sous serre ou abri haut pleine terre
haricot	Haricot à écosser et demi-sec Haricot autre: demi-sec et flageolet Haricot pimpolais Haricot vert Haricot vert machine	Haricot à écosser et demi-sec Haricot coco paimpolais Haricot vert, beurre	Haricot à écosser et demi-sec Haricot vert, beurre
leg.autres	Bulbilles Cardon Cornichon Mélange de légumes < 1 are Rhubarbe	Légumes - autres Brède Christophine (chouchou, chayotte) Banane légume Gombo Chou coco, chou palmiste Pastèque	Légumes autres Brède Christophines, chayotte, chouchou Gombo Pastèque
mais	Mais doux	Mais doux	Mais doux
melon	Melon Melon sous serre et abri haut	Melon en plein air ou s/abri bas Melon s/serre ou s/abri haut	Melon plein air ou abri bas Melon sous serre ou abri haut
navet	Navet potager	Navet potager	Navet potager
oignon	Oignon blanc Oignon de couleur	Oignon blanc Oignon de couleur Oignon pays Oignons - autres	Oignon autres Oignon blanc Oignon de couleur Oignon de pays (cive, oignon vert...)
petit.pois	Petit pois	Petit pois	Petit pois
plants.leg	Plant de légumes	Plants de légumes	Plants de légumes
poireau	Poireau	Poireau	Poireau
poivron	Poivron	Poivron	Poivron
radis	Radis Radis rose	Radis	Radis
raifort	Raifort	Raifort cultivé ou radis noir	Raifort cultivé ou radis noir
salade.aut	Salade	Salade – autres	Salade – autres Salade - cresson

salade.chico	Salade chicorée frisée Salade: chicorée autre Salade: chicorée frisée et scarole Salade: chicorée frisée sous serre et abri haut Salade: chicorée scarole Salade: chicorée scarole sous serre et abri haut	Salade - chicorée	Salade - chicorée
salade.lait	Salade laitue Salade laitue autre Salade laitue autre sous serre et abri haut Salade laitue batavia Salade laitue batavia sous serre et abri haut Salade laitue pommée Salade laitue pommée sous serre et abri Salade laitue romaine Salade laitue romaine sous serre et abri haut Salade: laitue pommée et romaine	Salade - Laitue	Salade - laitue
salade.mache	Salade mâche	Salade - Mâche	Salade - mâche
salsifis	Salsifis	Salsifis	Salsifis
tomate	Tomate Tomate d'industrie Tomate grappe Tomate sous serre et abri haut	Tomate plein air Tomate sous serre : autres Tomate sous serre : grappe	Tomates plein air Tomates sous serre ou abri haut Tomates sous serre ou abri haut hors sol
persil	Persil	Persil	Persil

Annexe 8 – Nomenclature commune des productions animales des Recensements Agricoles 2000, 2010 et 2020 en 16 postes

<b>Catégorie</b>	<b>Libellés RA 2000</b>	<b>Libellés RA 2010</b>	<b>Libellés RA 2020</b>
anesmulets	Anes, mulets, bardots	Ânes, mulets, bardots	Ânes, mulets, bardots
cailles.pigeons.autresvolailles	Pigeons, cailles	Autres volailles Autres volailles pour la ponte Autruches Pigeons, cailles	Autres volailles Autruches Cailles Pigeons
canard	Canards : à rôtir Canards : à gaver	Canards à rôtir Canards en gavage, à gaver	Canard en gavage Canard prêt à rôtir Canes pondeuses
chevaux	Juments et ponettes poulinières : selle, course Juments et ponettes poulinières : races lourdes Chevaux et poneys : selle, course Chevaux et poneys : trait, boucherie, maigre	Chevaux et poneys-selle course Chevaux et poneys-trait, boucherie, maigre Juments et ponettes selle, course Poulinières (réforme exclue) races lourdes	Chevaux et poneys de race lourde Autres chevaux y compris réforme, de course de galop Autres chevaux y compris réforme, de course de trot Autres chevaux y compris réforme, de selle et poneys Juments et ponettes de race lourde Juments et ponettes reproductrices, de course de galop Juments et ponettes reproductrices, de course de trot Juments et ponettes reproductrices, de selle et poneys
chevres	Chèvres	Chèvres (y c. réforme)	Chèvres
dinde	Dindes et dindons	Dindes et dindons	Dindes et dindons Dindes pondeuses œufs à couvrir
lapins	Lapines mères	Lapines mères (race angora exclue)	Lapines mères
ovins allaitants	Brebis mères : nourrices	Brebis mères nourrices (y c. réforme)	Brebis mères nourrices
oies	Oies (à rôtir, à gaver)	Oies (à rôtir, en gavage, à gaver)	Oies à rôtir Oies en gavage Oies pondeuses œufs à couvrir Oies prêt à gaver

ovins laitiers	Brebis mères : laitières	Brebis mères laitières (y c. réforme)	Brebis mères laitières
pintades	Pintades	Pintades	Pintades Pintades pondeuses œufs à couvrir
porcs	Truies mères Jeunes truies de 50 kg et plus destinées à la reproduction Porcelets Autres porcs	Autres porcs de 50 kg et + Jeunes porcs de 20 à 50 kg Porcelets (y c. post- sevrage) Truies reproductrices de 50 kg et + (y c. cochettes, réforme exclue)	Cochettes saillies Cochettes non encore saillies Jeunes porcs de 20 à 50 kg Porcelets post sevrage Porcelets sous la mère Porcs à l'engraissement, de 110 kg ou plus Porcs à l'engraissement, de 50 kg à moins de 80 kg Porcs à l'engraissement, de 80 kg à moins de 110 kg Truies et verrats de réforme Truies reproductrices Verrats
poule.pondeuse	Poules pondeuses : d'œufs de consommation Poules pondeuses d'œufs à couvrir Poulettes	Poules pondeuses d'œufs à couvrir Poules pondeuses d'œufs de consommation Poulettes	Poules pondeuses d'œufs à couvrir Poules pondeuses d'œufs de consommation Poulettes
pouletchair.coqs	Poulets de chair et coqs	Poulets de chair et coqs	Poulets de chair et coqs
vaches allaitantes	Vaches nourrices ou allaitantes	Vaches nourrices ou allaitantes	Vaches nourrices ou allaitantes
vaches laitières	Vaches laitières	Vaches laitières	Vaches laitières Bufflones

Annexe 9 – Description des classes de la typologie d’exploitations en transition par les variables sur le bassin Seine-Normandie

Dans chaque cellule des lignes « total », le premier chiffre correspond à celui du bassin Seine-Normandie, et le second à celui de France métropolitaine.

		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9	Type 10	Type 11	Type 12	Type 13	Type 14	
Effectif % de l’effectif de l’échantillon total ou des exploitations de chaque année	total	0.9% 1.3%	21.4% 22.9%	19% 9.3%	2% 2.1%	14.2% 14.9%	28.3% 26.1%	1.1% 4.7%	0.2% 0.3%	0.5% 2.4%	1.1% 0.7%	8.4% 10.2%	0.3% 0.6%	2.2% 3.6%	0.4% 0.9%	Variables de structure
	2000	1.6%	26.4%	18.0%	2.9%	18.1%	20.3%	1.1%	0.1%	0.6%	0.5%	9.6%	0.2%	0.6%	0.2%	
	2010	0.6%	20.8%	20.4%	1.5%	13.9%	33.1%	1.2%	0.2%	0.5%	0.7%	5.2%	0.2%	1.4%	0.3%	
	2020	0.2%	14.4%	19.0%	1.3%	8.4%	35.1%	0.9%	0.5%	0.4%	2.4%	10.3%	0.6%	5.6%	0.9%	
SAU ha	total	43 35	64 53	151 130	95 67	21 39	49 33	70 66	6 4	90 81	131 137	51 37	62 37	82 51	105 86	
	2000	39	52	133	89	16	43	49	5	69	86	37	10	64	82	
	2010	44	69	155	95	22	46	81	6	99	130	71	24	76	100	
	2020	79	88	173	116	36	58	90	6	124	145	58	98	86	114	
ETP	total	1.3 1.4	1.5 1.5	1.7 1.7	1.6 1.7	0.7 1	1.2 1.3	1.5 1.6	3.2 2.6	1.5 1.5	0.3 0.3	2.6 2.4	1 1.1	2.4 2.5	2 2.1	
	2000	1.1	1.4	1.8	1.6	0.6	1.1	1.3	2.6	1.5	0.2	2.6	0.6	2.5	1.8	
	2010	1.5	1.6	1.7	1.6	0.8	1.5	1.5	3.5	1.6	0.3	2.1	0.7	2.3	2	
	2020	2.9	1.8	1.6	1.7	1	1	1.5	3.2	1.4	0.3	3	1.3	2.5	2.1	
% d’EA avec élevage	total	100% 100%	100% 100%	48% 60%	64% 73%	100% 100%	5% 5%	87% 89%	9% 14%	100% 100%	11% 20%	37% 43%	34% 43%	50% 44%	85% 86%	
	2000	100%	100%	55%	69%	100%	6%	91%	12%	100%	16%	33%	43%	72%	93%	
	2010	100%	100%	45%	59%	98%	4%	89%	7%	100%	10%	52%	27%	55%	93%	
	2020	100%	100%	43%	55%	100%	4%	78%	10%	100%	9%	32%	33%	46%	80%	
% d’EA avec herbivores	total	72% 62%	91% 79%	44% 54%	47% 57%	100% 100%	4% 4%	83% 84%	2% 3%	100% 100%	9% 18%	29% 30%	25% 32%	44% 37%	82% 81%	
	2000	71%	90%	49%	48%	100%	5%	84%	s	100%	14%	24%	28%	63%	90%	
	2010	76%	92%	42%	45%	100%	4%	86%	2%	100%	8%	43%	18%	50%	90%	
	2020	74%	92%	40%	47%	100%	4%	75%	3%	100%	8%	26%	27%	40%	76%	
UGB coefficient alimentation totale	total	20 28	74 62	72 71	44 46	18 28	41 53	85 78	5 6	72 60	33 46	70 57	38 28	66 46	91 69	
	2000	13	58	59	39	14	30	59	1	57	15	52	19	56	73	
	2010	25	80	75	42	20	41	100	1	81	26	77	21	62	85	
	2020	73	109	90	70	28	53	115	8	92	46	88	49	71	100	
% de systèmes herbagers	total	19% 12%	0% s	0% s	2% 7%	100% 100%	0% 0%	0% 0%	0% 0%	100% 100%	2% 11%	0% 0%	12% 16%	21% 20%	40% 40%	
	2000	20%	0%	0%	1%	100%	0%	0%	0%	100%	3%	0%	9%	30%	42%	
	2010	18%	0%	0%	1%	100%	0%	0%	0%	100%	3%	0%	8%	26%	45%	
	2020	12%	0%	0%	3%	100%	0%	0%	0%	100%	2%	1%	15%	18%	37%	

		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9	Type 10	Type 11	Type 12	Type 13	Type 14	Variables de construction des types
% d'EA avec agriculture biologique	total	0% s	0% 0%	0% 0%	S 0%	0% s	0% 0%	0% 0%	28% 36%	S 0%	2% 4%	0% 0%	43% 36%	100% 100%	100% 100%	
	2000	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	s	s	s	0%	4%	100%	1%	
	2010	0%	0%	0%	s	0%	0%	0%	18%	s	s	0%	21%	100%	2%	
	2020	0%	0%	0%	s	0%	0%	0%	41%	0%	4%	0%	67%	100%	s	
% d'EA avec une part de la commercialisation en circuits courts	total	32% 34%	0% 0%	0% 1%	23% 25%	7% 14%	0% 0%	8% 10%	98% 98%	7% 12%	1% 2%	100% 100%	18% 25%	44% 53%	37% 42%	
	2000	27%	0%	0%	22%	4%	0%	8%	97%	5%	1%	100%	17%	40%	24%	
	2010	40%	0%	0%	23%	7%	0%	8%	95%	6%	s	100%	14%	42%	42%	
	2020	53%	0%	1%	30%	13%	0%	10%	100%	13%	2%	100%	21%	45%	38%	
Intensité de main d'œuvre SAU par ETP	total	31 25	39 34	102 91	69 48	31 40	48 38	53 47	2 2	70 58	504 502	25 20	70 51	54 35	63 54	
	2000	31	34	86	63	26	41	41	2	55	502	18	28	37	49	
	2010	29	42	103	71	32	44	57	2	77	449	35	41	49	58	
	2020	35	49	124	87	45	58	71	3	93	524	30	98	58	70	
Indice de diversité des cultures	total	2.4 2.7	2.4 2.4	4.4 4.6	4.6 4.3	1.1 1.2	1.9 1.8	2.6 2.7	17 17.5	1.6 1.8	3.5 3	2.3 2.2	2.3 2.1	3 2.5	3 2.9	
	2000	2.4	2.3	4.3	4.6	1.1	1.8	2.5	12.1	1.6	3.2	2.1	1.5	2.7	2.7	
	2010	2.4	2.4	4.4	4.5	1.1	1.8	2.8	15	1.7	3.3	2.8	2	3	2.8	
	2020	2.9	2.6	4.5	4.5	1.1	2	2.7	19.6	1.7	3.6	2.3	2.7	3.1	3.2	
% de légumineuses dans la SAU	total	3% 2%	0% 0%	10% 9%	26% 30%	0% 0%	0% 0%	1% 1%	10% 9%	1% 1%	6% 4%	2% 1%	77% 76%	8% 5%	6% 5%	
	2000	3%	0%	11%	25%	0%	1%	1%	12%	1%	7%	2%	84%	5%	3%	
	2010	2%	0%	10%	27%	0%	0%	1%	12%	1%	5%	2%	81%	7%	4%	
	2020	3%	1%	8%	29%	0%	0%	1%	8%	2%	5%	2%	72%	9%	7%	
% de la surface en céréales rustiques dans la surface en céréales	total	1.9% 4%	1.3% 2%	1.5% 4%	1.2% 5%	0.5% 1%	0.3% 0%	72.6% 77%	0.8% 1%	82.1% 83%	1.7% 4%	0.8% 1%	3.8% 3%	5% 3%	73.5% 79%	
	2000	2.1%	1.1%	1%	0.9%	0.5%	0.2%	71.5%	2%	82.8%	1.4%	0.6%	0.5%	3.2%	72.6%	
	2010	1.4%	1.5%	1.4%	0.8%	0.5%	0.3%	72.9%	0.2%	81.9%	1.6%	1.3%	1.5%	4%	72.8%	
	2020	2.4%	1.4%	2.2%	2.7%	0.6%	0.3%	74.1%	0.8%	80.7%	1.8%	0.8%	6%	5.5%	74.1%	
Indice de diversité des productions animales	total	3.4 3.3	1.2 1.3	0.5 0.6	0.9 1	1.2 1.2	0 0	1.1 1.2	0.1 0.2	1.2 1.3	0.1 0.2	0.4 0.5	0.4 0.5	0.6 0.6	1 1.1	
	2000	3.4	1.3	0.6	1	1.3	0	1.2	0.2	1.3	0.2	0.4	0.6	1	1.2	
	2010	3.4	1.2	0.5	0.8	1.2	0	1.1	0.1	1.2	0.1	0.6	0.4	0.7	1.1	
	2020	3.2	1.1	0.4	0.7	1	0	0.9	0.1	1.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.9	

s : secret statistique (moins de 3 individus)