

**Étude exploratoire de la diversité des maraîchages
biologiques sur petite surface en région tempérée.
Création d'un outil d'aide à la décision à destination
des porteurs de projet.**

Présenté par William Gyselynck

Promoteur : Prof. Philippe Baret (UCL/ELI/ELIA)
Lecteurs : Prof. Pierre Bertin (UCL/ELI/ELIA)
Prof. Emmanuel Hanert (UCL/ELI/ELIE)

Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de:
Bioingénieur: sciences agronomiques

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier très chaleureusement mon promoteur, Philippe Baret, pour ses remarques, conseils et son suivi tout au long du mémoire. Sans vous, ce travail n'aurait sûrement pas cette cohérence et cette profondeur.

Un grand merci à Kevin Morel et à Antoinette Dumont de m'avoir transmis vos cas d'études. Merci à Bernadette Govaerts et Xavier Draye pour vos réponses claires et précises par rapport à l'art de la comparaison de moyennes.

Merci Mme Anglade, Mr. Fergusson, Mr. Marquet et Mr. Volk d'avoir pris le temps de répondre à mes questions et pour votre intérêt envers ce travail.

Un grand merci à vous, Papa et Maman, pour vos conseils et votre écoute. Merci à Loïc et Martin, compagnons d'infortune devant l'éternel, pour ces séances d'étude intensives et parfois douloureuses. Merci aux membres des Compagnons De La Terre pour vos remarques et votre intérêt envers mes résultats.

Merci à Mr. Husson et aux autres contributeurs du MOOC "Analyse des données multidimensionnelles" sans qui l'apprentissage des analyses multivariées aurait été bien moins aisé. Merci aux membres de la communauté StackExchange pour les réponses aux questions inhérentes à l'apprentissage du langage R et à l'écriture d'un document en *L^AT_EX*.

Enfin, le plus immense des mercis à Hanna pour ton soutien, ton enthousiasme et ton intérêt jamais feint (ou presque) tout au long de ce travail.

Comment lire ce travail

Ce préambule s'adresse aux lecteurs renvoyés vers ce document par l'outil d'aide à la décision qui ne sont pas nécessairement issus du monde scientifique. Il a pour but de souligner les sections nécessaires à la compréhension de l'outil d'aide à la décision afin de ne pas rebuter les utilisateurs de l'outil à cause de notions théoriques et d'analyses statistiques ne leur étant pas nécessaires.

Ce travail est un mémoire de fin d'étude réalisé dans un cadre universitaire. Il reprend la structure générale d'un document scientifique en exposant d'abord ses cadres théoriques (chapitre 2) et méthodologiques (chapitre 3) avant d'entrer dans la présentation de ses résultats (chapitres 4, 5, 6) pour ensuite mettre le travail en perspective au travers d'une discussion (chapitre 7). Une lecture linéaire de ce travail n'est pas nécessaire pour en comprendre les résultats principaux.

Aux maraîchers ou autres utilisateurs de l'outil, je vous conseille de suivre le schéma suivant :

1. Lecture de l'introduction (chapitre 1)
2. Passage par le tableau des variables (tableau 3.2, page 21) que l'on isole (soit en l'imprimant soit en faisant une capture d'écran) afin de pouvoir facilement consulter, si nécessaire, les différents acronymes par la suite.
3. L'un des résultats de l'outil d'aide à la décision est un graphique présentant les fermes étudiées sur un plan formé par deux axes. S'il le souhaite, le lecteur peut comprendre comment ces axes sont formés en passant par :
 - La lecture des notions de bases d'une analyse multivariée (section 3.4.3, page 28). Le graphique de l'outil d'aide à la décision mentionné plus haut se base sur un résultat d'une telle analyse.
 - L'application des notions lues au point précédent à la base de données utilisée dans ce travail à la section 4.2.1, page 37.

Sinon il peut passer directement à l'étape suivante.

4. Rentrer dans le vif du sujet à la section 5.3, page 55 avec la présentation des différents types de la typologie. Les différentes informations de cette section sont résumées au tableau 5.3, page 51.
5. Pour pouvoir utiliser l'outil, lire les deux premières sections du chapitre 6

Bien sûr, le lecteur curieux ne doit pas se sentir limité par ce plan et est libre de satisfaire sa curiosité en lisant les autres parties du travail qui l'intéresse. Une lecture de la conclusion (chapitre 8) est un moyen efficace d'identifier les parties lui semblant les plus pertinentes.

Les scientifiques ou conseillers agricoles lisant ce travail seront probablement plus intéressés par le processus de création de la typologie. Il est expliqué en détail au chapitre 3 et est mis en pratique au chapitre 5. Les personnes s'intéressant à la caractérisation des fermes maraîchères sont grandement encouragées à lire le chapitre 7 présentant des documents dont la méthodologie permet de caractériser des fermes avec relativement peu de critères. Il présente également certains critères actuellement peu utilisés, mais apportant des informations importantes et des pistes de réflexion liées à la mise en place de nouveaux indicateurs.

Table des matières

Table des figures	iii
Liste des tableaux	v
Liste des équations	v
1 Introduction	1
2 Cadre théorique	4
2.1 L'agriculture comparée	4
2.1.1 Bases théoriques	4
2.1.2 L'agriculture comparée appliquée aux systèmes maraîchers dans la littérature scientifique	5
2.2 Les niveaux d'organisation du vivant	8
2.3 La construction d'un outil d'aide à la décision	9
3 Méthodologie	11
3.1 Résumé de la méthodologie	11
3.2 Recherche de cas d'étude de la littérature	13
3.3 Construction de la base de données	15
3.3.1 Choix des critères de caractérisation	15
3.3.2 Les différentes surfaces au sein du maraîchage	22
3.3.3 Caractérisation du niveau de motorisation d'un maraîchage (MOT)	23
3.3.4 Homogénéisation de la base de données	24
3.3.5 Présentation des bases de donnée finale	26
3.4 Analyses de la base de données	27
3.4.1 Distributions	28
3.4.2 Matrice des corrélations	28
3.4.3 Analyses multivariées	28
3.5 Construction de la typologie	29
3.5.1 Classification ascendante hiérarchique (HCPC)	29
3.5.2 Subdivisions manuelles arbitraires	30
3.5.3 La typologie finale	34
4 Analyse de la base de données	35
4.1 Analyses préliminaires	35
4.1.1 Distribution des variables	35
4.1.2 Corrélations entre variables	35
4.2 Analyse multivariée	37
4.2.1 Base de données DB1	37
4.2.2 Base de données DB2	42

5	Présentation de la Typologie	44
5.1	Construction de la typologie - Résultats intermédiaires	44
5.1.1	Analyse en Composantes Principales (ACP)	44
5.1.2	Classification ascendante hiérarchique (HCPC)	46
5.1.3	Remaniement manuel	47
5.1.4	Subdivisions arbitraires	49
5.2	Présentation de la typologie	50
5.3	Présentation des différents types	55
5.3.1	Les fermes peu motorisées ayant une productivité de la terre importante (PmPte+)	55
5.3.2	Les fermes peu motorisées ayant une productivité de la terre faible (PmPte-)	56
5.3.3	Les fermes à niveau de motorisation intermédiaire avec des salariés (ItEte-)	57
5.3.4	Les fermes à niveau de motorisation intermédiaire sans salarié (ItEte+)	57
5.3.5	Les fermes très motorisées (Tm)	58
5.4	Discussions	59
5.4.1	Analyse du comportement de différentes variables en fonction des types	59
5.4.2	Comparaison avec d'autres typologies issues de la littérature scientifique	65
6	Présentation de l'outil d'aide à la décision	71
6.1	Objectifs	71
6.2	Résultats présentés par l'outil	71
6.3	Méthodologie	75
6.4	Réflexions liées à l'évolution de l'outil d'aide à la décision	76
7	Discussions générales	78
7.1	Les limites de l'étude	78
7.2	Les systèmes maraîchers conventionnels	79
7.3	La caractérisation des fermes maraîchères	80
7.3.1	Méthodologie	80
7.3.2	Critères de caractérisation supplémentaires	80
7.3.3	Indicateurs de performance inexistantes	82
7.3.4	Élargissement de la base de données	87
8	Conclusion	88
9	Bibliographie	93
	Annexe A Cadre théorique - Tableau comparatif des différents travaux étudiés	98
	Annexe B Méthodologie - Construction de la Typologie	102
	Annexe C Analyse de la base de données	104
C.1	Histogrammes	104
C.2	Matrice de corrélation de la base de donnée DB2	107
C.3	Tableaux reprenant les valeurs des corrélations entre les variables et les dimensions de l'ACP1 pour les bases de données DB1 et DB2	108
	Annexe D Présentation de la typologie	110
D.1	Distribution des indicateurs de performance et de la variable MOT pour les trois clusters	110
D.2	Caractéristiques des clusters	111
D.3	Tableaux reprenant les valeurs des corrélations entre les variables et les dimensions de l'ACP2	112

Table des figures

2.1	Niveaux d'organisation en biologie. L'écologie étudie les niveaux supérieurs (marqués d'un astérisque) (Weiner, 2003).	8
3.1	Schéma récapitulatif de la méthodologie	13
3.2	Les différents niveaux d'organisation de l'exploitation maraîchère - Paysage (social et physique), Ferme (atelier maraîcher et autres ateliers), Parcelle maraîchère (Input, Output).	20
3.3	Cultures sous abris en maraîchage (La Pachamama Ferme éco-citoyenne, 2017; Verger Maraîcher Mange-tout, 2017)	22
3.4	Les différentes surfaces de l'exploitation maraîchère	23
3.5	Représentation schématique de la base de données complète. Les zones grisées indiquent que les données sont disponibles. Les zones blanches indiquent que les données sont manquantes. Les sources de cas d'étude sont présentées au tableau 3.1 tandis ce que les différentes variables de caractérisation sont présentées au tableau 3.2.	27
3.6	Arbre de la classification ascendante hiérarchique construit à partir de l'ACP2.	30
3.7	Transfert des cas d'études entre les clusters et les groupes.	31
3.8	Occurrences des modalités de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) au sein des différents clusters et groupes. Les acronymes des modalités sont explicités à la section 3.3.3.	32
3.9	Séparation des groupes suivant la productivité de la terre (PTE). Seul le groupe A (Pm) présente un saut de productivité important.	33
3.10	Séparation des groupes suivant la part du travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE). Seul le groupe B (It) constitue des sous groupes de taille suffisante pour pouvoir être analysés dans la suite de ce travail.	34
3.11	Résumé de la méthodologie utilisée pour développer la typologie à partir de la base de données DB1 (Figure 3.5). Les rectangles représentent les différents sous-échantillons. Leur longueur est proportionnelle au nombre de cas d'étude dans chaque sous-échantillon. Lorsqu'un rectangle est coloré, cela indique que le groupe est retrouvé tel quel à l'issue du processus. *Classification ascendante hiérarchique, **Acronymes explicités au tableau 3.2, page 21.	34
4.1	Matrices de corrélation de la base de données DB1.	37
4.2	Cercles de corrélations issus de l'ACP1.	38
4.3	Graphique des individus issu de l'ACP1 (dimensions 1 & 2)	40
4.4	Graphique des individus issu de l'ACP1 (dimensions 1 & 3)	41
5.1	Cercles de corrélations issus de l'ACP2.	46
5.2	Arbre de la classification ascendante hiérarchique construit à partir de l'ACP2. Cette figure a déjà été présentée dans ce travail à la figure 3.6.	46

5.3	Projection des clusters issus de la classification ascendante hiérarchique (HCPC) (figure 5.3a) et des groupes après le remaniement manuel (figure 5.3b) sur le plan formé par les deux premières dimensions de l'ACP1.	48
5.4	Séparation des groupes suivant la productivité de la terre (PTE) et la part du travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE). Ces figures ont déjà été présentées au chapitre 3.	50
5.5	Distribution des variables VMO, PTE, PTR et MOT (acronymes explicités au tableau 3.2) pour les cinq classes de la typologie finale	52
5.6	Projection des cas d'étude sur les deux premières dimensions de l'ACP1 (section 4.2) séparés suivant les différents types de la typologie finale.	54
5.7	Surface sous serre (SSS) (a) et part de surface sous serre (PSS) (b) en fonction de la surface brute en légumes (SBL).	60
5.8	Nombre d'équivalent(s) temps plein (a) et chiffre d'affaires en légumes (b) en fonction de la surface brute en légumes (SBL).	61
5.9	Productivités de la terre (PTE) (a) et du travail (PTR) (b) en fonction de la surface brute en légumes (SBL).	63
5.10	Productivités de la terre (PTE) (a) et du travail (PTR) (b) en fonction du volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO)	64
5.11	Productivité de la terre (PTE) en fonction de la productivité du travail (PTR).	65
6.1	La feuille 2 de l'outil d'aide à la décision, où l'utilisateur doit rentrer ses données (1), peut connaître certaines caractéristiques de bases de son exploitation calculées par l'outil (2), visualiser sa position dans l'échantillon étudié (3) et connaître les types et cas d'étude dont il est proche (4). Les données d'une ferme hypothétique ont été rentrées dans les cellules B3 à B12 afin d'illustrer sa position sur le graphique (croix rouge aux coordonnées (1,6;-3))	73
6.2	La feuille 3 de l'outil d'aide à la décision, où l'utilisateur peut comparer ses données avec les moyennes des différents types. La présentation de la feuille 4 (permettant de comparer les données de l'utilisateur avec les distributions des différents types) est semblable.	74
6.3	Structure schématique du prototype de l'outil d'aide à la décision.	76
B.1	Classification avec MOT comme variable supplémentaire	102
B.2	Classification sans variable supplémentaire	103
C.1	Histogrammes des variables de la base de données DB1. La signification des acronymes des différentes variables est présentée au tableau 3.2, page 21	104
C.2	[1/2] - Histogrammes de variables de la base de données DB2. La signification des acronymes des différentes variables est présentée au tableau 3.2, page 21	105
C.3	[2/2] - Histogrammes de variable de la base de données DB2. La signification des acronymes des différentes variables est présentée au tableau 3.2, page 21	106
C.4	Matrices de corrélation de la base de données DB2	107
D.1	Distribution des variables VMO, PTE, PTR et MOT (acronymes explicités au tableau 3.2) pour les trois clusters issus de la classification ascendante hiérarchique (HCPC).	110

Liste des tableaux

3.1	Sources des cas d'étude	14
3.2	Définition des critères de caractérisation. La première colonne indique si la variable est descriptive ($\times$), dérivée ($\bullet$) ou qualitative (q). La deuxième indique l'acronyme donné à la variable. La troisième indique le nom complet de la variable.	21
5.1	Variables significativement supérieures ou inférieures à la moyenne générale pour les trois clusters	47
5.2	Caractérisation des trois groupes de fermes après le remaniement manuel.	49
5.3	Valeurs moyennes des différents types pour les variables SBL, PSS, CAL, ETE, ETS, ETB, PTE, PTR, VMO (acronymes explicités au tableau 3.2).	51
5.4	Caractéristiques principales des systèmes techniques issus de l'étude de Morel (2016). . .	66
5.5	Caractéristiques principales des systèmes techniques issus de l'étude de Dumont (2017). .	68
A.1	Tableau récapitulatif des différentes études analysées	99
C.1	Corrélation entre les variables quantitatives et les dimension construites par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et position des barycentres des différentes modalités de la variables MOT sur les dimensions - Base de données DB1.	108
C.2	Corrélation entre les variables quantitatives et les dimension construites par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et position des barycentres des différentes modalités de la variables MOT sur les dimensions - Base de données DB2.	109
D.1	Valeurs des variables significativement différentes de la moyenne générale pour les trois classes générées par la classification ascendante hiérarchique (HCPC).	111
D.2	Corrélation entre les variables quantitatives et les dimension construites par l'ACP1 . .	112

Liste des équations

3.1	Calcul du nombre d'ETP exploitant pour les cas d'étude MAR, MAQ et MSV	26
-----	--	----

Chapitre 1

Introduction

Depuis plusieurs années, le maraîchage biologique sur petite surface est une activité recevant de plus en plus d'intérêt de la part du public. Que ce soit par la sortie de livres (Coleman and Petit, 2013; Fortier, 2016; Bedouet, 2017; Volk and Ableman, 2017), d'une série télévisée (Unis.ca, 2018) ou par la création de diverses communautés sur internet. Cet intérêt est principalement lié à :

- L'impact environnemental de ces exploitations supposé plus faible (voir positif) que celui des modèles agricoles conventionnels.
- La qualité des produits.
- Le soutien d'acteurs locaux.

Il en résulte l'entrée dans ce secteur de nouveaux producteurs (Berry, 2017), souvent non issus du monde rural avec des sources d'inspiration non conventionnelles (agriculture naturelle (Fukuoka et al., 2005), permaculture (Holmgren, 2002), agriculture biointensive (Fortier, 2016), etc.) (Morel, 2016). Ces exploitations d'un nouveau genre se distinguent du modèle dominant par leur petite surface, leur faible niveau de motorisation, leurs techniques agricoles (culture sur butte, associations, etc.), la vente de leurs produits en circuit court et les aspirations sociales et environnementales fortes des exploitants (Morel, 2016; Berry, 2017).

Beaucoup de questions sont posées par les fermiers (Herve-Gruyer, 2014; Stone, 2015), les organismes de conseil agricole (Berry, 2017) et la communauté scientifique (Morel, 2016; Dumont, 2017) quant à la viabilité de tels systèmes. Ces questions sont d'autant plus complexes au vu de la très grande diversité de modes de fonctionnement existant dans ce milieu (Agricultures & Territoires, 2012; Marquet and Gomez, 2015; Marquet et al., 2017; Maraîchage sur Sol Vivant, 2018). À l'heure actuelle, il n'existe pas de consensus au sein de la communauté scientifique par rapport à la viabilité économique de ces systèmes maraîchers biologiques sur petite surface (Léger and Guégan, 2015; Hainaut et al., 2018).

Ce travail a pour but de répondre à un écart de connaissance par rapport à la diversité de ces systèmes. Les objectifs concrets de ce mémoire sont :

- L'étude de la diversité des systèmes maraîchers biologique sur petites surface en région tempérée. Cette étude se basera sur les concepts théoriques de l'agriculture comparée explicités au chapitre 2 et impliquera la création d'une typologie des systèmes étudiés.
- La transmission de ces résultats aux acteurs de terrain (maraîchers, organismes de conseil) par la construction d'un outil d'aide à la décision visant à permettre aux utilisateurs d'effectuer un diagnostic de leur projet par rapport à l'échantillon étudié dans ce travail. Les aspects théoriques liés à la construction de cet outil sont également explicités au chapitre 2.

Pour répondre à ces objectifs, nous nous sommes basés sur la méthodologie présentée au chapitre 3, résumée dans les paragraphes suivants.

Il a tout d'abord fallu trouver les exploitations agricoles à analyser. Afin de pouvoir en étudier un grand nombre en relativement peu de temps, il a été décidé de baser ce travail sur des cas d'étude¹ de fermes maraîchères issues de la littérature.

La première difficulté liée à cette approche a été le fait que les différentes sources de cas d'étude (présentées au tableau 3.1) ne mesuraient pas nécessairement toutes les mêmes choses. Afin d'identifier quels critères seraient étudiés dans ce travail, un modèle conceptuel de ferme maraîchère a été construit (figure 3.2, les aspects théoriques mobilisés dans la construction de ce modèle sont explicités au chapitre 2). Outre le fait de mettre en évidence certains critères de caractérisation essentiels, ce modèle a permis de déterminer l'échelle d'étude de ce travail : l'exploitation agricole.

Ces différents critères de caractérisation n'étaient pas nécessairement mesurés de la même façon entre les différents cas d'étude. Un travail d'harmonisation a donc dû être effectué, particulièrement en ce qui concerne la mesure de la quantité de main-d'œuvre sur l'exploitation (section 3.3.4) et son niveau de motorisation (section 3.3.3). Une fois les cas d'étude compilés et harmonisés au sein d'une base de données, il est apparu qu'elle était incomplète pour certaines variables (figure 3.5, page 27). Certaines variables et cas d'étude ont donc été abandonnés pour les analyses ultérieures. Au total, soixante-cinq cas d'étude et quinze variables constituaient la base de données principale de ce travail.

À partir de cette base de données, quelques analyses statistiques préliminaires ont été effectuées (chapitre 4), une analyse multivariée (section 3.4.3) a permis de mettre en évidence des liens existants entre certaines variables.

Ensuite, la typologie a été construite en trois étapes, détaillées au chapitres 3 et 5. Ces étapes sont :

1. **Une classification ascendante hiérarchique (HCPC)** (section 3.5.1) qui a séparé les cas d'étude en trois clusters.
2. **Un remaniement des clusters suivant le niveau de motorisation des fermes**, car cette variable n'était pas une variable active de la classification². Malgré cela, les fermes au sein de chaque cluster présentaient des niveaux de motorisation relativement homogènes. Cependant, certaines d'entre elles présentaient des résultats incohérents avec un niveau de motorisation très différent des autres fermes de leur cluster. Pour répondre à cette problématique, les clusters ont été remaniés manuellement suivant les niveaux de motorisation des individus les composant. Cela a créé trois nouveaux groupes de fermes ayant des niveaux de motorisation plus homogènes et présentant des résultats cohérents entre elles.
3. **Séparation des groupes en types suivant deux facteurs** : la productivité de la terre (en euros par hectare) et le statut de la main-d'œuvre (plus particulièrement si la ferme employait de la main-d'œuvre salariée ou non). Seuls les sous-groupes pertinents ont été retenus pour constituer un type. Par pertinent nous entendons des types présentant des résultats différents du groupe dont ils sont issus et un nombre d'individus suffisant pour des analyses statistiques ultérieures.

Au final cinq types ont été retenus :

— Peu motorisé, peu productif (PmPte-)

1. Un cas d'étude correspond à une fiche d'une ou quelques pages présentant les informations principales d'une exploitation agricole (taille, chiffre d'affaires, main-d'œuvre, etc.) ainsi que quelques commentaires qualitatifs. Cela permet d'avoir une vision globale du fonctionnement de l'exploitation.

2. Étant la seule variable qualitative de notre base de données, elle avait un poids trop important si elle était une variable active de la classification. Lorsque c'était le cas, cinq groupes étaient créés, ceux-ci correspondant exactement aux différentes modalités de la variable caractérisant le niveau de motorisation (section 3.3.3).

- Peu motorisé, productif (PmPte+)
- Niveau de motorisation intermédiaire, sans salarié (ItEte+)
- Niveau de motorisation intermédiaire, avec salarié (ItEte-)
- Très motorisé (Tm)

Ces différents types présentent des comportements très distincts les uns des autres comme le montre le tableau 5.3, page 51, notamment au niveau de la surface cultivée, de la part de surface sous serre, de la productivité de la terre, de la productivité du travail et du volume de main-d'œuvre par hectare. La typologie et ses différents types ont été analysés et comparés à d'autres typologies issues de la littérature scientifique (Morel, 2016; Dumont, 2017).

Bien que les cinq types de fermes isolés dans cette étude soient un résultat dont la compréhension ne nécessite aucune compétence particulière, la typologie a été construite grâce à une méthodologie rigoureuse. Elle fait appel à des notions de statistiques généralement inconnues du grand public. La diffusion des résultats de ce travail aux acteurs de terrain du secteur maraîcher nécessite un effort de vulgarisation sortant du cadre d'un document tel que celui-ci.

Il a donc été décidé d'intégrer la typologie dans un outil d'aide à la décision (chapitre 6). Il permet d'utiliser les connaissances développées dans ce travail ayant une application concrète auprès des acteurs principaux du secteur maraîcher : les fermiers eux-mêmes. Cet outil, développé sous la forme d'un tableur, est actuellement un prototype. Il permet à l'utilisateur de situer son projet au sein de notre échantillon avec relativement peu de données. L'utilisateur peut comparer sa situation avec les moyennes et distributions des types d'exploitations issus de la typologie, mais également se comparer aux cas d'étude utilisés pour la construire.

Cet outil permet aux maraîchers d'appréhender leur projet sous un nouvel angle qui ne se base plus sur l'étude de pionniers, mais sur une approche plus généraliste. Cela permet d'une part de reconnaître la diversité, mais également de la caractériser et de la valoriser afin de permettre aux fermiers de prendre des décisions stratégiques adaptées à son projet.

Une réflexion liée à l'évolution de l'outil a été amorcée dans ce travail afin de remédier à ses deux limites principales : le fait que ce travail reste nécessaire à sa compréhension étant donné que le format de tableur ne permet pas une explication détaillée des différents types et le fait qu'il soit nécessaire pour l'utilisateur de pouvoir exploiter un document au format tableur.

Enfin, le chapitre 7 présente une discussion générale par rapport à ce travail, les sujets abordés concernent :

- Les limites de ce travail, principalement liées à l'utilisation de cas d'étude de sources diverses et aux principes de construction d'une typologie.
- Des suggestions concernant les futures caractérisations de fermes maraîchères sous forme de cas d'étude en soulignant les méthodologies ayant abouti à des cas d'étude de qualité et en proposant l'utilisation de critères supplémentaires manquant dans la plupart des cas d'étude utilisés dans le cadre de ce travail.
- Des pistes de réflexion concernant la création de nouveaux critères et indicateurs afin de permettre une caractérisation plus complète des fermes maraîchères.

Rappelons pour terminer que la bonne compréhension des résultats principaux de ce mémoire (l'outil d'aide à la décision et la typologie) ne nécessite pas une lecture linéaire de ce travail. Cette manière d'aborder ce document pourrait même décourager le lecteur non familier avec la présentation d'un travail universitaire. Les points importants nécessaires à une utilisation efficace et compréhensive de l'outil sont explicités dans le préambule de ce document à la page iv.

Chapitre 2

Cadre théorique

2.1 L’agriculture comparée

2.1.1 Bases théoriques

L’agriculture comparée est une science présentant différents outils conceptuels permettant d’étudier le développement agricole. Par développement agricole, nous entendons, un *processus général de transformation de l’agriculture, inscrit dans la durée, et dont les éléments, causes et mécanismes peuvent être à la fois d’origine endogène et le fruit de différents apports, enrichissements ou innovations exogènes* (Cochet, 2011).

Pour ce faire, l’agriculture comparée va étudier les mécanismes liés à l’agriculture de l’échelle de la parcelle à une échelle globale. Ces différentes échelles sont hiérarchisées entre elles suivant le schéma suivant : L’échelle la plus globale est celle du système agraire, défini comme *l’expression théorique d’un type d’agriculture historiquement constitué et géographiquement localisé, composé d’un écosystème cultivé caractéristique et d’un système social productif défini, celui-ci permettant d’exploiter durablement la fertilité de l’écosystème cultivé correspondant* (Mazoyer and Roudart (2002) dans Cochet (2011)). Le système agraire englobe :

- Le système de production qui constitue l’écosystème cultivé du système agraire. Il est composé d’exploitations agricoles produisant des matières premières à partir de la terre, de force de travail et éventuellement d’intrants (engrais, semences, produits phytosanitaires, etc.). Ce système de production est lui-même constitué par deux entités de base :
 - les systèmes de cultures ;
 - les systèmes d’élevages.

Ils sont caractérisés par un certain nombre d’outils, de pratiques et une artificialisation du milieu plus ou moins importante. Il s’agit, plus simplement, de la parcelle cultivée ou du troupeau élevé.

- Le système social productif, lié à l’écosystème cultivé qui comprend, entre autres, le reste de la filière agroalimentaire, les rapports sociaux s’y rapportant, la répartition de la valeur ajoutée qui en résulte et le système politique qui le dirige.

À côté de ces concepts, Cochet (2011) explicite plusieurs caractéristiques importantes de l’agriculture comparée :

L’interdisciplinarité : suivant les aspects étudiés, combiner des aspects agronomiques avec des aspects économiques, sociaux, anthropologiques et historiques permet de replacer le développement agricole ou les choix stratégiques d’exploitants dans leur contexte.

La combinaison de différentes échelles : suivant l'objet de son analyse, le chercheur s'intéressera à la parcelle ou troupeau, à l'exploitation ou, plus largement, à une région agricole. Cependant, des liens pourront être faits entre ces différentes échelles (Conway, 1987). Par exemple des pratiques agricoles qui influencent les résultats économiques d'une exploitation ou le système politique qui influence les pratiques des agriculteurs (Huat et al., 2014).

L'analyse systémique : prenant en compte les interactions entre les différents éléments du système étudié en insistant sur les synergies, antagonismes ou cercles vicieux pouvant exister. Le but est d'étudier ou d'anticiper tous les processus inattendus suite à un changement de pratique ou de politique.

Une science de terrain : qui se base sur les pratiques, les expériences et le ressenti des agriculteurs qui sont souvent les premiers concernés par les sujets étudiés.

La reconnaissance du principe de rationalité des agriculteurs : le chercheur reconnaît que les agriculteurs ont "*de bonnes raisons de faire ce qu'ils font*". Certains choix pouvant paraître irrationnels à un œil extérieur sont en fait justifiés par le contexte dans lequel l'agriculteur évolue (Devienne and Wybrecht, 2012).

Toujours d'après Cochet (2011), le but est d'arriver à une comparaison de différents systèmes en :

- soulignant les ressemblances et différences ;
- mais également les originalités et généralités ;
- cela afin d'expliquer et interpréter ces différences et la diversité de systèmes existants. Outre le contexte, cela peut se faire en analysant l'histoire du système étudié ;
- le tout permettant de déterminer les évolutions possibles du système.

2.1.2 L'agriculture comparée appliquée aux systèmes maraîchers dans la littérature scientifique

Afin de voir comment l'agriculture comparée peut être mise en pratique dans le cadre du maraîchage sur petite surface, neuf études scientifiques s'y rapportant ont été analysées. Leurs caractéristiques principales sont résumées dans le tableau A.1, annexe A. Elles ont été sélectionnées pour la diversité des phénomènes étudiés et de méthodologies. Notons tout d'abord que ces travaux ne font généralement pas référence directement à l'agriculture comparée (seule la thèse de Dumont (2017) s'y réfère clairement dans son cadre théorique tandis que la thèse de Morel (2016) en fait mention dans sa discussion générale). Cependant, ces différentes études par leur analyse comparative de pratiques ou d'exploitations agricoles correspondent aux caractéristiques de l'agriculture comparée présentées plus haut. Elles permettront donc de comprendre comment ce genre d'analyse est généralement menée.

Échelles d'étude

L'analyse est souvent faite à l'échelle de l'exploitation agricole (Lanciano et al., 2010; Navarrete et al., 2015; Morel, 2016; Dumont, 2017; van Oost, 2016; Gafsi and Favreau, 2014; Anglade et al., 2016) qui correspond au système de production défini plus haut. Cependant, le caractère multiéchelle de l'agriculture comparée permet également d'étudier des pratiques précises de l'exploitant à l'échelle de la parcelle (Huat et al., 2014), de placer les exploitations maraîchères dans un contexte plus global avec des aspects législatifs (Le Chatelier, 2017) et avec d'autres acteurs du système alimentaire (Dumont, 2017; Gafsi and Favreau, 2014) ou encore en comparant certains aspects du maraîchage sur petite surface à des formes de maraîchage plus conventionnelles (Dumont, 2017; Le Chatelier, 2017; Anglade et al., 2016).

Interdisciplinarité

Tous les travaux ont un aspect agronomique plus ou moins important dans leur démarche. Cet aspect est évident lorsque des pratiques agricoles sont analysées (Anglade et al., 2016; Huat et al., 2014; Navarrete et al., 2015). Cependant, aucun travail ne se limite à une étude d'aspects agronomiques. Les différentes études combinent donc à ces aspects agronomiques des aspects sociologiques en particulier le rapport au travail (Dumont, 2017; Lanciano et al., 2010; Navarrete et al., 2015), des aspects économiques en particulier au niveau des filières commerciales (Navarrete et al., 2015; Dumont, 2017; Le Chatelier, 2017; van Oost, 2016), ou encore des aspects environnementaux liés aux impacts des pratiques agricoles (Gafsi and Favreau, 2014; Huat et al., 2014; Le Chatelier, 2017; Anglade et al., 2016).

Méthodologie

L'agriculture comparée étant une science de terrain, la plupart des travaux se basent sur des entretiens directs avec les maraîchers (Dumont, 2017; Gafsi and Favreau, 2014; Huat et al., 2014; Lanciano et al., 2010; Morel, 2016; Navarrete et al., 2015; van Oost, 2016; Anglade et al., 2016). Lorsque le cadre du travail ne permet pas de réaliser une grande quantité d'entretiens, des données de terrain (Le Chatelier, 2017; van Oost, 2016) et/ou par un sondage en ligne (Le Chatelier, 2017) sont utilisés.

Le nombre d'exploitations étudiées est assez variable et va dépendre de l'objectif du travail. Notons tout d'abord une exception dans notre échantillon : le travail de Le Chatelier (2017) qui ne base son étude sur aucun cas concret de ferme, mais uniquement sur des données statistiques officielles afin de décrire plus largement le secteur du maraîchage biologique en circuit court et le comparer au maraîchage conventionnel. Pour le reste des travaux, le nombre moyen d'exploitations étudiées est de vingt-cinq¹. On remarque que ce nombre sera plus important lorsque les types d'exploitations étudiées sont plus divers. Par exemple les septante-quatre exploitations de Gafsi and Favreau (2014) qui étudient les logiques de fonctionnement des exploitations en agriculture biologique d'une région, quelle que soit leur orientation technique. Ou encore, les quarante et une interviews faites par Dumont (2017) qui étudie les conditions de travail sur tous les types d'exploitations produisant des légumes frais en Région wallonne (Belgique), quelle que soit leur taille ou leur mode de production.

En ce qui concerne l'échelle de temps, aucune étude ne suit les exploitations sur plus de deux ans ni ne s'intéresse à leurs résultats antérieurs. Seule la thèse de Dumont (2017) utilise une approche historique afin d'expliquer certains choix stratégiques des maraîchers. L'article de Anglade et al. (2016), lui, compare les rendements de maraîchers actuels avec ceux obtenus par les maraîchers parisiens du XIX^e siècle (Stanhill, 1976; Moreau and Daverne, 1845).

On peut également observer que plusieurs études vont combiner des aspects quantitatifs et qualitatifs que ce soit dans leur enquête (Dumont, 2017; Lanciano et al., 2010; Morel, 2016; Navarrete et al., 2015) ou dans leur approche (Dumont, 2017; Lanciano et al., 2010; Huat et al., 2014; Morel, 2016). Cela permet de satisfaire plus facilement le principe d'interdisciplinarité. Par exemple en mettant en lien des résultats économiques avec une vision du maraîcher par rapport à son métier (Lanciano et al., 2010; Morel, 2016). Mais également les principes de science de terrain et de rationalité des agriculteurs. En effet, pour de nombreux exploitants, des principes qualitatifs sont extrêmement importants dans la vision qu'ils ont de leur travail (Morel, 2016). Cela permet donc de mieux les comprendre et d'interpréter plus justement leurs choix stratégiques.

1. Pour les thèses ayant des échantillons différents en fonction des objets d'étude (Dumont, 2017; Morel, 2016), chaque échantillon a été comptabilisé comme un échantillon indépendant des autres.

Création d'une typologie

Pour répondre à leur(s) objectif(s), les travaux étudiés vont avoir des approches différentes. Il est assez commun qu'ils aient recours à la création d'une typologie. Deux manières de procéder ont été dégagées :

Création d'une typologie en amont de l'étude. Cette typologie est faite à partir d'un (Huat et al., 2014) ou plusieurs critères (Dumont, 2017; Navarrete et al., 2015; Morel, 2016) qualitatifs ou quantitatifs assez descriptifs. Il s'agit par exemple de la taille (Dumont, 2017; Navarrete et al., 2015), du nombre de légumes cultivés (Navarrete et al., 2015), ou du statut des exploitants (Huat et al., 2014). Ces typologies permettent par la suite d'effectuer des analyses statistiques (Navarrete et al., 2015; Huat et al., 2014) ou des observations plus qualitatives (Dumont, 2017) qui mettent en évidence les différences existant entre les types.

Création d'une typologie en aval de l'étude. D'autres travaux vont émettre une typologie basée sur des critères moins descriptifs (Gafsi and Favreau, 2014; Lanciano et al., 2010). Pour Lanciano et al. (2010), cela se fait par des entretiens poussés avec les exploitants qui permettent de déterminer certaines caractéristiques sociologiques (recherche de sens dans les pratiques, rapport au temps de travail ou à l'investissement). Par contre, pour Gafsi and Favreau (2014), la création de la typologie se fait par une analyse statistique². Cette méthodologie présente plusieurs caractéristiques :

- Elle permet de se baser sur des critères plus proches du sujet étudié (Vanwindekens et al., 2014) et de ce fait d'établir une typologie qui pourra être plus pertinente.
- Elle permet de baser la typologie sur un plus grand nombre de paramètres. En effet, on ne se base pas sur une catégorisation comme lorsque l'on établit la typologie en amont, mais l'on cherche les relations entre phénomènes et les combinaisons de variables interdépendantes les plus discriminantes (Bergert and Dufumier, 2012).
- De ce fait, elle ne nécessite pas de hiérarchiser les différents critères (Bergert and Dufumier, 2012).
- Par contre, elle nécessite un plus grand échantillon afin d'obtenir des relations statistiques significatives (septante-quatre exploitations pour Gafsi and Favreau (2014), presque le triple de la taille moyenne des échantillons des travaux analysés).

Trois études sortent de ces catégories : Les travaux de van Oost (2016), Anglade et al. (2016) et Le Chatelier (2017). Pour Le Chatelier (2017), il est impossible de réaliser une typologie étant donné que l'étude ne se base que sur des données statistiques officielles. Pour van Oost (2016) et Anglade et al. (2016), le nombre d'exploitations étudiées n'est pas suffisant pour justifier la création d'une typologie.

Nous pouvons conclure de cette analyse de la littérature scientifique appliquant le cadre de l'agriculture comparée dans l'étude des systèmes maraîchers que, généralement :

- L'échelle de l'étude est l'exploitation agricole.
- L'objet de l'étude ne se limite pas à des aspects agronomiques, mais va également toucher des aspects économiques, environnementaux ou sociaux. Ces aspects pourront à la fois être analysés qualitativement et quantitativement.
- Les recherches se basent sur des cas d'études concrets. Le nombre de cas d'étude va dépendre de l'objectif et de la méthodologie du travail.
- Ces cas d'études ne sont pas suivis sur un grand nombre d'années. Ils correspondent plus à une photographie à un instant t des exploitations.
- Si une typologie est réalisée, elle pourra l'être à partir de critères discriminants ou sur base de relations statistiques.

2. Cette méthodologie est également celle proposée par Bergert and Dufumier (2012).

2.2 Les niveaux d'organisation du vivant

Les niveaux d'organisation du vivant est un concept issu de l'écologie : la science étudiant la biologie des populations, communautés et écosystèmes (Weiner, 2003). Il sépare l'organisation du vivant en différentes échelles ou couches ayant chacune leurs caractéristiques propres. Cela permet de séparer les phénomènes observables dans le monde du vivant de l'échelle moléculaire à l'échelle globale en passant par plusieurs échelles intermédiaires (organisme, communauté, écosystème, etc.) comme le montre la figure 2.1.

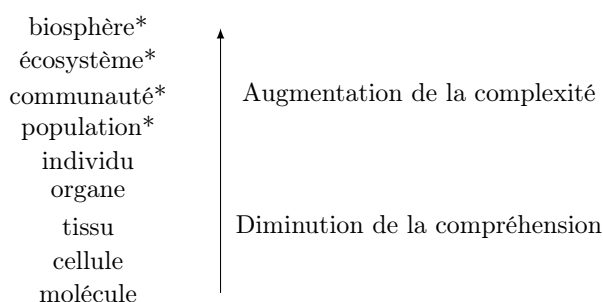


FIGURE 2.1 – Niveaux d'organisation en biologie. L'écologie étudie les niveaux supérieurs (marqués d'un astérisque) (Weiner, 2003).

Dans le cadre de ce mémoire, nous n'utiliserons pas tel quel ce modèle conceptuel, mais l'adaptions afin de construire un modèle conceptuel de la ferme maraîchère. Cela permettra de mieux cerner l'objet de notre étude et participera au choix des critères de caractérisation retenus pour étudier les cas d'étude. Intéressons-nous à la manière dont les niveaux d'organisation du vivant ont été construits.

D'après l'article de Rowe (1961), chaque couche des niveaux d'organisation est occupée par un objet, défini comme un certain volume séparé de son environnement dans l'espace et dans le temps. Ces objets se trouvent à des niveaux d'organisation différents apparentés entre eux. Ceux des niveaux supérieurs contiennent en termes de volume et de structure ceux des niveaux inférieurs. Cela implique qu'un certain objet constitue l'environnement immédiat de l'objet du niveau inférieur tout en étant un élément structurel et/ou fonctionnel de l'objet de niveau supérieur.

Notons que les objets peuvent être hétérogènes. Ils peuvent être composés de plusieurs systèmes de niveau inférieur associés dans l'espace, qui ne sont pas nécessairement caractérisés comme un objet ayant sa couche propre³. D'autre part, les relations entre différents objets ne sont pas nécessairement symétriques (Rowe, 1961). Autrement dit, l'augmentation de la taille des objets constituant les niveaux d'organisation n'augmente pas nécessairement de manière constante.

Suivant le point de vue de l'organisateur (spatial ou temporel), les objets seront organisés suivant leur forme ou leur fonction. Par ailleurs, deux approches méthodologiques dans la création de niveaux d'organisation peuvent être distinguées (Rowe, 1961) :

- La première implique de considérer l'objet lui-même comme un centre d'intérêt se trouvant dans un environnement non catégorisé composé d'un ensemble d'éléments dont les relations ne sont pas étudiées⁴.

3. Rowe (1961) prend l'exemple de l'individu qui n'est pas seulement l'assemblage de différents organes, mais également d'un ensemble de matrices les reliant entre eux.

4. Rowe (1961) utilise une analogie mathématique en parlant d'un environnement "factorisé", dans le sens où il serait la somme de différents produits.

- La deuxième considère l'objet comme un élément structurel et/ou fonctionnel compris dans un niveau supérieur plus inclusif. C'est-à-dire qu'il est un constituant actif d'un ensemble plus important qui dirige son activité. L'environnement est considéré comme une entité organisée. Ce qui implique des relations avec l'objet devant être caractérisées.

La différence majeure entre ces deux approches est donc la relation d'un certain objet à son environnement. Ce dernier est toujours pris en compte, cependant les relations entre l'environnement et l'objet ne sont pas nécessairement définies et caractérisées.

2.3 La construction d'un outil d'aide à la décision

La vocation de l'outil d'aide à la décision est de permettre une diffusion plus large et une utilisation plus simple des résultats du mémoire, particulièrement par les maraîchers eux-mêmes qui n'ont souvent pas accès aux canaux de communication scientifique. Or, la vulgarisation de résultats doit être faite avec soin pour qu'elle soit réellement efficace. C'est pourquoi il est important que nous nous intéressions à la théorie derrière la conception d'un outil d'aide à la décision avant de débiter sa construction.

Sévila (2001) distingue plusieurs parties prenantes d'un outil d'aide à la décision :

L'agent est la personne à qui est destiné l'outil. C'est lui qui devra utiliser les enseignements de l'outil pour prendre une décision. Il sera influencé par son environnement (et éventuellement par d'autres agents contribuant à la décision).

Le concepteur de l'outil qui sera influencé par son contexte.

L'outil en lui même caractérisé par sa facilité d'utilisation et sa pertinence par rapport à la décision à prendre.

L'objet de la décision et l'environnement dans lequel devra se prendre la décision.

Le concepteur de l'outil doit donc prendre en compte ces différents éléments en étant attentif aux différents environnements qui les caractérisent.

La première étape de réflexion du concepteur est d'établir le besoin pour lequel il crée l'outil. Cela implique de connaître la nature de la décision de l'agent. Celle-ci peut être (Sévila, 2001) :

- De conduite lorsque la décision porte sur le fonctionnement d'un système de production ou d'une organisation.
- De conception lorsque la décision porte sur l'élaboration d'une solution nouvelle ou d'une évolution.
- De diagnostic lorsque l'objectif est de caractériser le fonctionnement ou le dysfonctionnement d'un système.
- De négociation lorsque l'objectif est la prise d'une décision avec un partenaire ne partageant pas nécessairement les mêmes intérêts.

Bien sûr, la nature d'une décision peut également être hybride et combiner plusieurs de ces éléments.

Il est également important pour le concepteur de l'outil de visualiser le processus de décision auquel prendra part l'agent (Sévila, 2001) :

1. L'agent devra comprendre et définir le problème posé.
2. Il devra élaborer un plan d'action pertinent en vue de résoudre la situation problème.
3. il devra faire un choix parmi plusieurs attitudes possibles :
 - Choisir l'un des plans d'action.
 - Ne choisir aucun plan et revenir à l'étape d'élaboration.

- Revenir à l'origine de sa démarche et remettre en cause la définition du problème posé ou sa vision du projet.

Le concepteur devra donc définir sur quelle(s) étape(s) du processus de décision son outil jouera un rôle.

Enfin, l'auteur de l'outil devra pouvoir évaluer sa qualité. Les principaux points d'attention à ce niveau sont (Sévila, 2001) :

- L'ergonomie de l'outil. C'est à dire son confort d'utilisation par l'agent.
- La pertinence de l'outil par rapport à la décision à prendre, que ce soit par rapport à :
 - L'adéquation entre les données d'entrées réclamées et de sorties proposées par l'outil.
 - La possibilité technique d'utilisation de l'outil par l'utilisateur.
 - La compatibilité et la cohérence de l'outil avec les outils déjà existants.
 - Une certaine cohérence entre les propositions de l'outil et le contexte de l'agent dans lequel elles s'insèrent.

Cela afin que l'outil d'aide à la décision puisse effectivement être utilisé par l'agent.

Chapitre 3

Méthodologie

3.1 Résumé de la méthodologie

Cette section présente un résumé de la méthodologie suivie dans ce mémoire de fin d'études. Les paragraphes suivants sont à mettre en lien avec la figure 3.1 qui schématise ce processus méthodologique. Chaque étape sera développée dans les sections indiquées.

La première étape de ce travail a été la recherche de sources bibliographiques liées au maraîchage biologique sur petite surface et, plus spécifiquement, de cas d'étude (section 3.2). Dans le cadre de ce mémoire, un cas d'étude est défini comme un résumé de la situation d'une ferme maraîchère à un moment donné. Il se présente communément sous la forme d'une fiche d'une ou quelques pages présentant la situation d'une ferme au moment de la récolte des données¹. Septante et un cas d'étude ont été recensés. Les sources de cas d'étude sont rassemblées au tableau 3.1.

Les cas d'étude ont été compilés au sein d'une base de données (section 3.3). La première difficulté a été que, étant donné la diversité des sources, les différents cas d'étude n'utilisaient pas nécessairement les mêmes critères pour caractériser les fermes. Il a donc d'abord fallu choisir les critères de caractérisation retenus dans le cadre de ce mémoire (section 3.3.1). Les variables retenues sont présentées au tableau 3.2. À cela s'ajoute le fait que lorsque deux sources utilisaient le même critère, elles n'utilisaient pas nécessairement la même unité de mesure. Un travail d'harmonisation a donc été nécessaire pour plusieurs variables afin qu'elles soient exprimées dans les mêmes unités pour tous les cas d'étude (section 3.3.4).

Certains cas d'étude ont été éliminés de la base de données, soit parce qu'ils ne présentaient pas assez d'informations, soit parce qu'ils étaient des cas extrêmes qui auraient pu fausser les analyses ultérieures. À l'issue de ce processus, deux bases de données ont été retenues : la première, la base de données DB1 présente un grand nombre de cas d'étude (65), mais un nombre relativement réduit de variables (15). La seconde, la base de données DB2 présente moins de cas d'étude (44), mais une sélection plus large de variables (23). Le schéma de la figure 3.5 montre spécifiquement quels cas d'étude et quelles variables sont utilisés dans les deux bases de données.

Une fois la base de données construite, quelques analyses préliminaires ont été effectuées grâce au programme R (R Project, 2018) (section 3.4). Il s'agit principalement d'analyses liées à la distribution des variables utilisées et aux corrélations existant entre elles. Les résultats de ces analyses sont présentés à la section 4.1.

1. Notons que les cas d'étude peuvent également être issus d'une base de données utilisée dans le cadre d'un autre travail scientifique, d'un livre ou d'un article de magazine.

Les 65 fermes composant la base de données DB1 ont été séparées en différents types sur base d'une procédure présentée en détail à la section 3.5. Les étapes principales de cette procédure sont :

1. Classification ascendante hiérarchique (HCPC) se basant sur les résultats d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) (réalisée grâce au package FactoMineR du programme R (Husson et al., 2008)). Il en résulte une séparation des 65 cas d'étude en trois clusters :
 - Deux clusters extrêmes, l'un correspondant à des fermes de petite taille, peu motorisées, très intensives en main-d'œuvre (beaucoup de travailleur par unité de surface). L'autre composé de fermes de plus grande taille, très motorisées avec peu de travailleurs par unité de surface.
 - Un cluster intermédiaire reprenant environ la moitié de l'échantillon.
2. Remaniement de ces trois groupes basé sur leur niveau de motorisation. Certains cas d'étude ont été déplacés d'un groupe à l'autre.
3. Séparation arbitraire des groupes en types suivant deux critères : la productivité de la terre (le chiffre d'affaires par unité de surface) et le statut de la main-d'œuvre (plus particulièrement le fait que la ferme ait de la main-d'œuvre salariée ou non). Seuls les types jugés pertinents ont été retenus. C'est-à-dire qu'ils présentent des comportements différents du groupe dont ils sont issus et assez d'individus pour permettre des analyses statistiques ultérieures.

Il en résulte une typologie composée de cinq types :

- des fermes peu motorisées ayant une productivité de la terre importante (PmPte+);
- des fermes peu motorisées ayant une productivité de la terre faible (PmPte-);
- des fermes moyennement motorisées avec de la main-d'œuvre salariée (ItEte-);
- des fermes moyennement motorisées avec des exploitants indépendants (ItEte+);
- des fermes très motorisées (Tm).

Les caractéristiques et performances de ces différents types sont détaillées au chapitre 5.

La dernière étape de ce mémoire a été la construction d'un outil d'aide à la décision permettant de rendre les résultats du travail facilement accessibles par les différents acteurs liés au maraîchage biologique. L'outil a été construit dans le tableur LibreOffice Calc (LibreOffice, 2018) (compatible avec Excel (Microsoft Corporation, 2018)). L'utilisateur doit remplir quelques cellules avec des données de bases (principalement liées à sa surface, son chiffre d'affaires et la quantité de main-d'œuvre sur la ferme). Il se base sur les résultats d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de mettre en évidence les ressemblances entre la ferme de l'utilisateur et un ou plusieurs types de la typologie. Cela permet à l'utilisateur de situer sa ferme au sein de l'échantillon, d'imaginer quelles pourraient être ses évolutions ou, si la ferme est encore au stade de projet, d'étudier son réalisme. Cet outil d'aide à la décision est présenté au chapitre 6. Une réflexion a été amorcée quant au développement d'un programme informatique intégrant l'outil et les différentes informations nécessaires à sa compréhension afin qu'il puisse être utilisé de manière autonome par tous sans être familier avec les résultats du mémoire ou l'utilisation d'un tableur. Cette nouvelle version n'a pas été développée dans le cadre de ce mémoire.

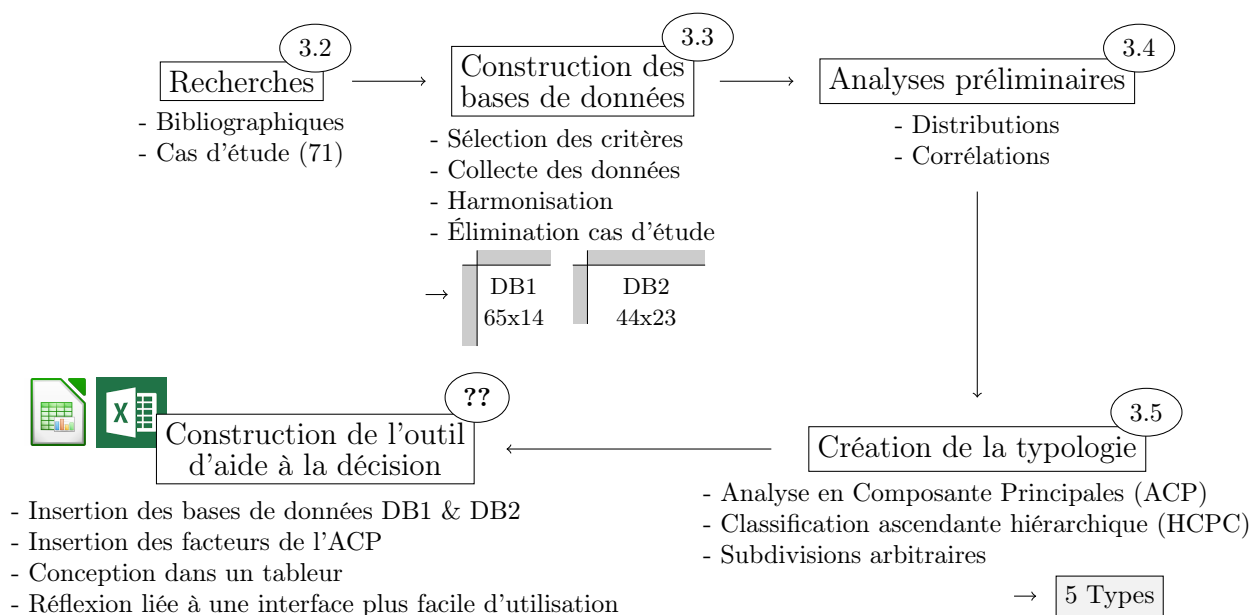


FIGURE 3.1 – Schéma récapitulatif de la méthodologie

3.2 Recherche de cas d'étude de la littérature

La recherche bibliographique a été faite grâce aux moteurs de recherches *Google* et *Google Scholar*. D'une manière générale, peu de cas d'étude proviennent de la littérature scientifique (Morel (2016) dans le cadre de sa thèse et van Oost (2016) dans le cadre d'un stage). Cela est dû au fait que la plupart des travaux scientifiques se concentrent sur un aspect spécifique lié au maraîchage. Par exemple la fertilisation (Anglade et al., 2016), la diversification (Ferguson and Lovell, 2017), l'écoulement de la production (Navarrete et al., 2015), le désherbage (Brown and Gallandt, 2017), etc. Il manque alors des informations essentielles concernant la main-d'œuvre et les résultats économiques de l'exploitation.

Certains livres destinés au grand public (Herve-Gruyer, 2014; Coleman and Petit, 2013; Volk and Ableman, 2017; Bedouet, 2017; Hartman, 2015) ont également été écartés, car, bien que comportant de nombreuses informations qualitatives, ils ne permettent généralement pas une caractérisation rigoureuse des exploitations présentées (ici aussi le manque d'information est principalement lié à la main-d'œuvre et aux résultats économiques). Par ailleurs, peu de cas d'étude provenant de la littérature anglophone ont été trouvés. En effet, lorsque des recherches sont faites avec des mots clés comme "*market garden analysis*" ou "*vegetable farm case studies*", l'on retrouve de nombreux guides aidant au lancement d'une activité maraîchère ou des business plans, mais pas de cas d'étude en tant que tel.

Il en résulte que la grande majorité des cas d'étude retenus sont des références techniques relatives au maraîchage provenant d'organismes français (Marquet and Gomez, 2015; Marquet et al., 2017; Maraîchage sur Sol Vivant, 2018; Agricultures & Territoires, 2012; Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie, 2015a,b) à destination de professionnels du milieu maraîcher. Les différentes sources utilisées dans la création de la base de données sont présentées au tableau 3.1.

Une majorité de ces cas d'étude proviennent de Normandie (42 cas sur 65 proviennent des départements de Haute-Normandie et de Basse-Normandie). Il s'agit des fermes provenant des documents

Agricultures & Territoires (2012), Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie (2015a), Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie (2015b), Marquet and Gomez (2015), Marquet et al. (2017). Les cas d'étude provenant de la thèse de Morel (2016) proviennent de la moitié nord de la France. Cependant leur localisation exacte n'a pas été communiquée. Les cas d'étude provenant du document de l'organisme Maraîchage sur Sol Vivant (2018) sont répartis travers la France (dont 4 provenant de la région Midi-Pyrénées) tandis ce que ceux issus du mémoire de van Oost (2016) proviennent tous deux du Brabant Wallon (Belgique). Enfin, le dernier cas d'étude construit à partir du livre de Fortier (2016) se situe au Québec. Les résultats issus de cette étude s'appliquent donc en premier lieu à des maraîchages biologiques se situant dans des zones où le climat est comparable au climat normand.

TABLE 3.1 – Sources des cas d'étude

Code	Source	Type de document	Nombre de cas d'étude	Cas d'étude retenus
MAQ	Maraîchage bio en Normandie : Trajectoires de fermes et évolutions des systèmes (Marquet et al., 2017)	Références techniques	18	18
MAR	Maraîchage Bio En Basse-Normandie : Des Clés Pour Se Repérer (Marquet and Gomez, 2015)	Références techniques	14	14
MOR	Viability of organic market gardening microfarms. An inductive study combining qualitative methods and modelling (Morel, 2016)	Thèse	13	11
MSV	13 Portraits de fermes : Technique - Agronomique - Economique. Le sol vivant au coeur des pratiques (Maraîchage sur Sol Vivant, 2018)	Références techniques	10	10
FER	Fermoscopie (Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie, 2015a)	Références techniques	6	6
GHN	Fermoscopie Bio (Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie, 2015b)	Références techniques	2	2
CAN	Vivre des légumes biologiques en Normandie : Trois cas types (Agricultures & Territoires, 2012)	Références techniques	2	2
VAO	Aménagement d'une ferme urbaine agro-écologique à Louvain-la-Neuve (van Oost, 2016)	Mémoire de fin d'étude	2	1
FOR	Le jardinier-maraîcher : Manuel d'agriculture biologique sur petite surface (Fortier, 2016)	Livre	1	1
STO	The Urban Farmer : Growing Food for Profit on Leased and Borrowed Land (Stone, 2015)	Livre	1	0
BBG	Patrice Bounet : Grandes cultures, légumes plein champs et légumes sous serre (Anonyme, 2013)	Article de magazine	1	0
BOW	L'actu du bio - Portraits de maraîchers passionnés, artisans du vivant (Wiaux et al., 2017)	Article de magazine	1	0
Total :			71	65

3.3 Construction de la base de données

Pour synthétiser et comparer les différents cas d'étude, il a tout d'abord fallu réunir les informations disponibles au sein d'une base de données. Cela est fait grâce à un tableau au sein duquel chaque ligne représente un cas d'étude et chaque colonne une variable.

3.3.1 Choix des critères de caractérisation

Le choix des variables utilisées pour caractériser les cas d'étude est important. Il conditionne les futures analyses et interprétations. Afin de choisir des critères de caractérisation pertinents, ayons tout d'abord une réflexion sur les exploitations maraîchères sur petite surface en général.

Hétérogénéité des structures

Il est important d'insister sur le fait que les exploitations maraîchères sur petite surface présentent une hétérogénéité très importante. Que ce soit dans leurs structures ou dans leurs fonctionnements (Lanciano et al., 2010; Gauche et al., 2011; Jammes et al., 2012; Dumont, 2017; Berry and Dansette, 2014; Berry, 2017; Jouanneau and Froger, 2010; Morel, 2016). Ces différences se situent à tous les niveaux de l'exploitation :

Les sources d'inspiration des maraîchers sont variées (Morel, 2016). Certaines mettent l'accent sur des aspects environnementaux (Fukuoka et al., 2005; Holmgren, 2002) tandis que d'autres prennent en compte non seulement des aspects environnementaux, mais également économiques (Fortier, 2016; Stone, 2015). Des maraîchers peuvent également avoir des inspirations plus conventionnelles (Dumont, 2017).

L'âge de l'exploitation a une influence non négligeable sur ses résultats économiques (Gauche et al., 2011; Jouanneau and Froger, 2010). On considère que durant les cinq premières années, l'exploitant est en phase de "constitution de son capital matériel et immatériel" (maîtrise technique, mise en place des circuits de commercialisation et investissements). L'on considère que l'organisation des moyens de productions et de distributions est relativement stabilisée à partir de la cinquième année de production, ce qui la rend plus performante économiquement.

La surface maraîchère de l'exploitation est également fort variable. Elle va de moins d'un hectare à plus d'une dizaine (Lanciano et al., 2010; Marquet and Gomez, 2015; Navarrete et al., 2015; Berry, 2017). De même, la proportion de surface sous abris va également varier (Marquet and Gomez, 2015).

Au niveau agronomique la structure des planches, la diversité des légumes cultivés (Navarrete, 2009), les stratégies de gestion des adventices (Brown and Gallandt, 2017), des ravageurs, de la fertilité (Anglade et al., 2016) et de l'irrigation vont fortement influencer la quantité de légumes produits et de main-d'œuvre nécessaire pour assurer cette production.

L'utilisation d'outils de gestion pour la planification des cultures ou pour la comptabilité n'est pas généralisée dans ces exploitations maraîchères. Il a été observé que celles s'en passant avaient un résultat économique moins important par rapport à celles utilisant des outils de planification et de comptabilité (Gauche et al., 2011).

D'autres activités peuvent être exercées par le maraîcher que ce soit des activités productives sur la ferme (comme une autre production agricole) ou des activités non productives sur ou en dehors de la ferme (écotourisme, consultation, activité complémentaire, etc.) (Ferguson and Lovell, 2017).

Les niveaux de mécanisation et de motorisation sont également des variables importantes². Le niveau de motorisation va fortement influencer le volume de main-d'œuvre sur l'exploitation. S'il

2. L'on distingue les niveaux de motorisation, c'est-à-dire la quantité de travaux effectués par des appareils motorisés et le niveau de mécanisation qui fait référence aux outils (pouvant être manuels) utilisés sur l'exploitation.

est important, peu de travailleur(s) seront nécessaires par unité de surface (ce qui augmente le chiffre d'affaires par travailleur). Cela aura également des conséquences sur la conduite des cultures, l'utilisation d'outils motorisés nécessitant des écarts plus importants entre les légumes (ce qui diminue le chiffre d'affaires par unité de surface).

Les circuits de vente des exploitations maraîchères sont extrêmement variés. Certaines exploitations vendront une majorité de leur production en circuit long tandis que d'autres préféreront les circuits courts³. Ces derniers peuvent prendre de nombreuses formes, avec des résultats variables : vente sur les marchés, système de paniers hebdomadaire ou encore la vente à un magasin. Même au sein d'un même circuit, les résultats peuvent fortement varier. Deux marchés pouvant générer une valorisation horaire allant du simple au double suivant la clientèle, la localisation, le jour de la semaine, etc. (Berry and Dansette, 2014). Généralement, les maraîchers vont combiner ces différents circuits de vente dans des proportions variables (Navarrete et al., 2015; Gauche et al., 2011).

Cette hétérogénéité dans les structures et modes de fonctionnement des systèmes maraîchers se traduit également par une hétérogénéité au niveau des résultats de ces exploitations. Les performances de la ferme peuvent être étudiées à différents niveaux :

Environnemental, par l'utilisation plus ou moins importante d'engrais organiques et de produits phytosanitaires. Afin de diminuer leur impact environnemental, certaines exploitations vont se baser sur l'augmentation de la biodiversité se trouvant sur la ferme afin d'améliorer le "système immunitaire" général de l'exploitation (Morel, 2016). D'une part en augmentant le nombre de productions (légumes, fruits, animaux, etc.) et le nombre d'espèces cultivées au sein de chaque production (ce qui augmente également la complexité de gestion de l'exploitation (Navarrete et al., 2015)). D'autre part en augmentant le nombre de milieux différents au sein de la ferme (cultures, haies, mares, prairies, etc.) et favorisant les synergies entre ceux-ci (Holmgren, 2002). Notons qu'une exploitation ayant une source d'inspiration mettant l'accent sur des aspects environnementaux n'aura pas nécessairement un impact environnemental totalement positif comme le montre l'étude de Anglade et al. (2016) qui met en évidence qu'il n'est pas rare pour des maraîchages biologiques d'appliquer des quantités trop importantes de matières organiques. Cela entraîne un lessivage d'éléments minéraux, notamment de l'azote, entraînant des pollutions.

Social, d'une part par la quantité et le statut de la main-d'œuvre employée sur la ferme (stagiaires, bénévoles, wwoofers⁴, saisonniers, employés) (Dumont, 2017). D'autre part par les interactions que les fermes auront avec le reste de la société, notamment par la sensibilisation au métier de maraîcher et la production de légumes frais et locaux (Ferguson and Lovell, 2017). Par ailleurs, les exploitants peuvent également participer à diverses formations et rencontres leur étant destinées. Il a été observé que les maraîchers impliqués dans ce genre de rencontres avec leurs pairs et dans des démarches collectives ont généralement de meilleurs résultats économiques que ceux n'y étant pas impliqués (Gauche et al., 2011; Ferguson and Lovell, 2017).

Économique, lié à la quantité et aux types de légumes produits, à la quantité et au statut de la main-d'œuvre nécessaire à la production, aux charges de l'exploitation et au(x) circuit(s) de vente pratiqué(s). Il est indispensable pour l'exploitation maraîchère d'être viable économiquement afin d'assurer un revenu au maraîcher et à ses éventuels employés leur permettant de vivre dignement de leur activité. Le salaire cible va dépendre des situations et objectifs spécifiques des différents maraîchers ce qui rend sa caractérisation difficile (Morel, 2016).

Productif, par l'utilisation de divers indicateurs comme la productivité de la terre, du travail ou du capital⁵. Ces variables vont fortement dépendre des nombreux choix stratégiques effectués par

3. L'on considère comme circuit court, un circuit de vente avec au maximum un intermédiaire entre le producteur et le consommateur (Morel, 2016). S'il n'y a pas d'intermédiaire, l'on parlera de vente directe.

4. Travailleurs bénévoles cherchant à acquérir une expérience dans le domaine de l'agriculture biologique en échange du gîte et du couvert.

5. Qui correspondent au rapport entre le chiffre d'affaires lié à la production de légumes et la surface, le volume de main d'œuvre ou la quantité de capital nécessaire à cette production

les exploitants et sont essentielles lorsque l'on cherche à comparer différents systèmes productifs. Le volume de main-d'œuvre par unité de surface, la productivité de la terre et la productivité du travail sont les seuls indicateurs de performances ayant pu être utilisés dans le cadre de ce travail. Une réflexion liée au développement d'indicateurs de performance supplémentaires est présentée au chapitre 7.

Les niveaux d'organisation de l'exploitation maraîchère

Pour faciliter l'étude de fermes présentant un grand nombre de caractéristiques très hétérogènes et des résultats variables, nous avons développé un modèle conceptuel de ferme maraîchère sur petite surface (figure 3.2). Celui-ci se compose de trois couches auxquelles sont reliés les différents éléments explicités plus haut.

Les éléments théoriques mobilisés pour la création de ce modèle conceptuel proviennent de l'article de Rowe (1961) et sont explicités à la section 2.2.

Insistons sur le fait que ce mémoire se concentre sur l'atelier de production maraîchère de la ferme. Les autres ateliers, productifs (élevage, grande culture, verger, etc.) ou non (formation, écotourisme, etc.), et leurs interactions avec l'atelier maraîcher n'ont pas été pris en compte⁶. La présence éventuelle d'un ou plusieurs autre(s) atelier(s) est néanmoins mentionnée dans le modèle et prise en compte dans une variable de caractérisation (variable PAM, tableau 3.2).

Les niveaux d'organisation (ou objets pour reprendre la terminologie de Rowe (1961)) de notre modèle sont principalement caractérisés par leur forme plutôt que par leur fonction. Le but derrière ce choix est de rendre ce modèle plus intuitif. Nous utilisons la première approche méthodologique présentée à la section 2.2 qui reconnaît l'existence de relations entre les différents objets et leur environnement, mais ne cherche pas à les caractériser afin de simplifier l'élaboration et la compréhension de ce modèle.

Notre modèle conceptuel comporte plusieurs éléments qui ne sont pas repris dans le cadre théorique explicité par Rowe (1961) :

- Les différents objets sont systématiquement séparés en deux "sous-objets". Les sous-objets sont caractérisés principalement par leur fonction plutôt que par leur forme. Ils permettent l'attribution des différentes caractéristiques d'une ferme maraîchère plus fine au sein de chaque objet.
- Les éléments caractérisant les différents objets sont explicités sur le schéma. Certains d'entre eux (**en gras**) sont utilisés tels quels comme critères de caractérisations des cas d'étude dans la base de données. D'autres (*en italique*) ne sont pas repris tels quels comme critère. Cependant certains critères de caractérisations de la base de données y sont liés. Cette présentation permet de mieux appréhender la suite du travail.

Ces légers éloignements par rapport au cadre théorique de Rowe (1961) ne rentrent pas en conflit avec celui-ci et sont justifiés. En effet, ils permettent une construction plus fine du modèle et une meilleure compréhension des critères de caractérisation des cas d'étude qui nous suivront tout au long de ce mémoire.

Le modèle est hiérarchisé suivant plusieurs éléments :

6. Parfois la limite entre différents ateliers sera très complexe à définir. C'est par exemple le cas des systèmes agroforestiers (Dupraz and Liagre, 2011) combinant des cultures légumières annuelles et des cultures pérennes comme des arbres fruitiers. Non seulement les espaces physiques des ateliers sont confondus, mais les temps de travail, de récolte et de vente qui y sont liés peuvent également être difficiles à dissocier. L'on peut ajouter à cela les interactions existant entre ces ateliers et l'écosystème par la création de microclimats, la régulation de ravageurs par la faune auxiliaire, la compétition pour différentes ressources, etc. qui influencent l'atelier de production maraîchère. L'on comprend donc qu'il peut exister de nombreux liens entre différents ateliers.

- Les objets (ou niveaux), représentés par un rectangle dont les bords peuvent être continus ou en pointillés.
- Les sous-objets, au sein de chaque niveau, séparés par une ligne en pointillés
- Les classes de critères de caractérisation qui se trouvent des deux côtés du schéma.

Ces différents éléments sont explicités dans les paragraphes suivants.

Le modèle comporte trois niveaux distincts les uns des autres :

Le paysage, qui est le milieu naturel, social et économique dans lequel s'inscrit la ferme.

La ferme, qui reprend les différents ateliers, productifs ou non, et les différents moyens de production mis en œuvre.

La parcelle maraîchère, qui est le lieu de production des légumes.

Ces différents niveaux sont caractérisés par des limites physiques. Elles sont généralement assez simples à définir en ce qui concerne les parcelles maraîchères (généralement sous forme de planches) ou en ce qui concerne la ferme (qui possède généralement des limites administratives). Cependant, ces limites sont plus floues en ce qui concerne le paysage. C'est pourquoi cet objet est symbolisé par un cadre en pointillé.

Au sein de chaque objet, l'on retrouvera les sous-objets suivants :

Le paysage :

- Social, qui représente le contexte socio-économique dans lequel se trouve la ferme.
- Physique, qui représente le contexte physique (pluviométrie, vents dominants, etc.) de l'exploitation.

La ferme :

- L'atelier maraîcher, qui est l'atelier de production de légumes. Celui-ci peut-être plus ou moins diversifié suivant le nombre d'espèces différentes cultivées.
- Les autres ateliers de la ferme qui peuvent être productifs ou non productifs. Autrement dit, ce sont les éléments constituant le niveau de diversification de la ferme.

La parcelle maraîchère :

- Les inputs qui sont les différents facteurs de production mobilisés pour la production de légumes.
- Les outputs qui sont, d'une part, les légumes produits et, d'autre part, les externalités liées à la production.

Ces sous-objets permettent d'associer aux différents espaces physiques leurs fonctions. En outre, ils permettent une division plus fine des différents éléments caractérisant une exploitation maraîchère.

L'on peut faire un parallèle entre les objets de notre modèle et les échelles d'étude de l'agriculture comparée (chapitre 2). En effet, le paysage correspond aux éléments du système agraire influençant l'exploitation d'une manière ou d'une autre. La ferme est un système de production qui va être composé d'au moins un système de culture, représenté dans notre modèle par la parcelle maraîchère.

Les variables liées au paysage

Aucune variable liée au paysage physique n'a été prise en compte. Toutes les fermes sont situées dans des zones de climat tempéré et se situent majoritairement dans le nord de la France. L'on considère donc que les variations de ces variables au sein de notre échantillon sont négligeables. Néanmoins, l'utilisation de variables reprenant des données météorologiques de base est discutée au chapitre 7. En ce qui concerne le paysage social, différentes variables retenues sont liées aux circuits de vente (NBC, CAM, CAP, CAF, CAA, CAG, tableau 3.2).

Les variables liées à la ferme

Ce travail se concentrant sur l'atelier maraîcher de différentes fermes, les variables utilisées pour les caractériser sont donc essentiellement liées à cet atelier⁷. L'on retrouve différentes variables liées à la surface maraîchère (SBL, SSS, SDV, les différents types de surfaces sont explicités à la section 3.3.2) et le degré de diversité de cette production (le nombre de légumes produits, DLC). L'on retient également des variables liées au système social productif maraîcher (ETP, SDT, CAT, CAL, tableau 3.2).

Les variables liées à la parcelle

Peu de variables sont directement liées aux pratiques en champs ou au mode de gestion de l'exploitant. En effet, cela aurait amené à la création d'un trop grand nombre de variables dont la caractérisation aurait été difficile étant donné que la base de données se base exclusivement sur des cas d'étude et ne peut être complétée ou corrigée par des observations sur le terrain. La seule variable directement liée aux pratiques agricoles est le niveau de motorisation (MOT). Notons au passage qu'il s'agit de la seule variable qualitative retenue.

Les variables transversales et dérivées

La seule variable transversale présentée à la figure 3.2 est le chiffre d'affaires en légumes (CAL). En effet, ce résultat est lié non seulement à la production issue de la parcelle, mais également aux circuits de ventes du paysage social. Il peut également être influencé par diverses pratiques du maraîcher comme l'achat-revente⁸.

Il existe un grand nombre d'autres variables transversales. Celles-ci ne sont pas présentées à la figure 3.2 afin de ne pas l'alourdir. Ces variables ont une autre caractéristique les distinguant de celles présentées jusqu'à maintenant, elles sont construites à partir d'une ou de plusieurs autres variables. Ce sont des *variables dérivées*. Comme toutes les autres variables, elles sont présentées au tableau 3.2. Ce sont, par exemple, des indicateurs de productivité (du travail, PTR (€/ETP); de la terre PTE (€/ha)), un volume de main-d'œuvre par unité de surface (ETP/ha), un pourcentage du temps de travail (TPR, TCO, TGE, TRC), etc.

7. Les autres ateliers de la ferme sont sous-entendus dans le sous-objet "autre(s) atelier(s)" de l'objet ferme. Ils partagent d'ailleurs le même système social productif et l'écosystème cultivé de l'atelier maraîcher.

8. L'achat-revente est une pratique consistant en l'achat de légumes à un grossiste par un maraîcher pour ensuite les revendre au détail (Dumont, 2017).

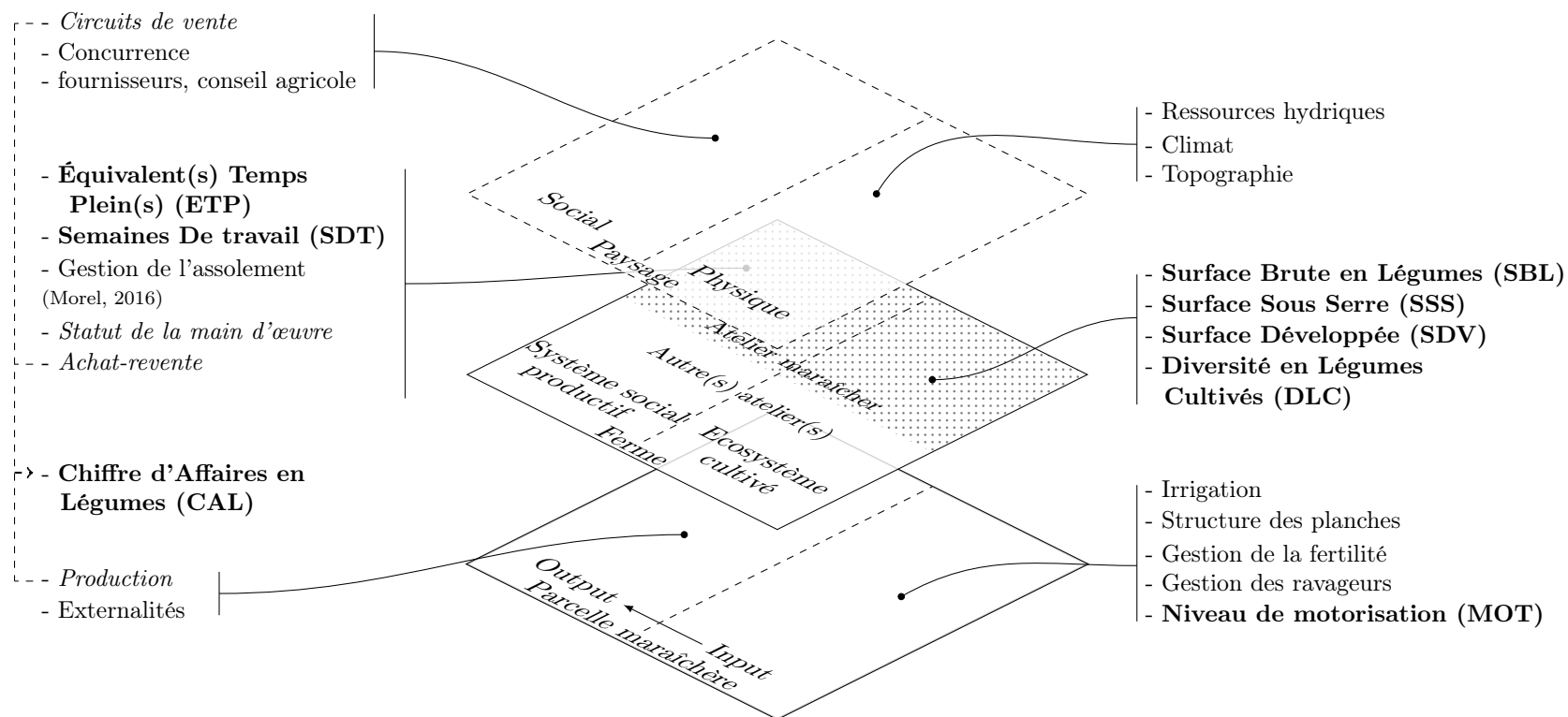


FIGURE 3.2 – Les différents niveaux d'organisation de l'exploitation maraîchère - Paysage (social et physique), Ferme (atelier maraîcher et autres ateliers), Parcelle maraîchère (Input, Output).

TABLE 3.2 – Définition des critères de caractérisation. La première colonne indique si la variable est descriptive ($\times$), dérivée ($\bullet$) ou qualitative (q). La deuxième indique l’acronyme donné à la variable. La troisième indique le nom complet de la variable.

Type	Code	Variable	Unité
$\times$	AGE	Age de la ferme	[an]
$\times$	ATT	Nombre d’atelier(s) autre que le maraîchage sur la ferme	[ateliers]
$\times$	SBL	Surface brute en légumes ⁱ	[ha]
$\times$	SSS	Surface sous serre ⁱ	[ha]
$\times$	SDV	Surface développée ⁱ	[ha]
$\times$	STT	Surface totale de l’exploitation ⁱ	[ha]
$\times$	ETP	Nombre d’équivalent(s) temps plein dédiés à l’activité maraîchère ⁱⁱ	[-]
$\times$	NBC	Nombre de circuit(s) de commercialisation	[circuits]
$\times$	EBE	Excédent brut d’exploitation	[€]
$\times$	CAT	Chiffre d’affaires total de la ferme	[€]
$\times$	CAL	Chiffre d’affaires en légumes	[€]
$\times$	REV	Revenu annuel du/des exploitants	[€]
$\times$	SDT	Nombre de semaines de travail par an	[semaines/an]
$\times$	DLC	Diversité en légumes cultivés	[-]
q	MOT	Niveau de motorisation de l’atelier maraîcher ⁱⁱⁱ	(-)
$\bullet$	VMO	Volume de main-d’œuvre à l’hectare (ETP/SBL)	[ETP/ha]
$\bullet$	PTE	Productivité de la terre (CAL/SBL)	[€/ha]
$\bullet$	PTR	Productivité du travail (CAL/ETP)	[€/ETP]
$\bullet$	IIN	Indice d’intensification (SDV/SBL)	[-]
$\bullet$	PSM	Part de la surface maraîchère (SBL/STT)	[-]
$\bullet$	PSS	Part de surface sous serre (SSS/SBL)	[-]
$\bullet$	PAM	Part du Chiffre d’affaires provenant de l’atelier maraîcher (CAL/CAT)	[-]
$\bullet$	RDI	Part du revenu disponible par rapport au Chiffre d’affaires (EBE/CAT)	[-]
$\bullet$	CAP	Part du chiffre d’affaires générée par un système de paniers	[-]
$\bullet$	CAG	Part du chiffre d’affaires générée par la vente en gros	[-]
$\bullet$	CAM	Part du chiffre d’affaires générée par la vente sur les marchés	[-]
$\bullet$	CAF	Part du chiffre d’affaires générée par la vente à la ferme	[-]
$\bullet$	CAA	Part du chiffre d’affaires générée par la vente par d’autres circuits courts	[-]
$\bullet$	CAR	Part du CAL constitué par l’achat revente	[-]
$\bullet$	IPA	Indice de performance agronomique	[-]
$\bullet$	ETE	Part du travail effectuée par le/les exploitant(s)	[-]
$\bullet$	ETS	Part du travail effectuée par un/des salariés	[-]
$\bullet$	ETB	Part du travail effectuée par de la main-d’œuvre bénévole	[-]
$\bullet$	TCO	Part du temps de travail consacrée à la commercialisation	[-]
$\bullet$	TRC	Part du temps de travail consacrée à la récolte	[-]
$\bullet$	TGE	Part du temps de travail consacrée à la gestion	[-]
$\bullet$	TPR	Part du temps de travail consacrée à la production	[-]

ⁱ Discussion concernant les différents types de surface page 22. ⁱⁱ Discussion concernant l’homogénéisation de la variable ETP page 24. ⁱⁱⁱ Construction de la variable MOT page 23.

3.3.2 Les différentes surfaces au sein du maraîchage

Lorsque l'on cherche à caractériser un système maraîcher, plusieurs types de superficies peuvent être étudiées. Tout d'abord, la **superficie totale (STT)** reprend la totalité de la surface de la ferme. Cela comprend la surface dédiée aux activités de maraîchage, mais également celles dédiées à d'autres activités comme une production céréalière, un élevage d'animaux ou un centre de formation.

De cette superficie peut être isolée la **superficie brute en légumes (SBL)**. Cette superficie comprend uniquement la surface dédiée à l'activité maraîchère de l'exploitation (chemins compris). Nous considérons que c'est cette surface qui permet de définir un système maraîcher sur petite surface. L'on peut donc considérer comme du maraîchage sur petite surface un agriculteur ayant plusieurs dizaines d'hectares de grandes cultures (céréales, betteraves, etc.) et qui se diversifie sur quelques hectares avec une production de légumes.

De cette superficie brute en légumes (SBL), nous pouvons isoler la **superficie sous serre (SSS)** qui correspond à la superficie cultivée sous un abri à l'intérieur duquel l'exploitant ou un travailleur peut exercer son activité de maraîchage. L'un des exemples les plus répandus est la "serre tunnel" (Figure 3.3a). Ne sont donc pas reprises dans cette surface les éventuelles cultures sous voile (Figure 3.3b) dont le degré d'utilisation varie au cours de la saison. L'utilité première des serres est de cultiver des légumes à haute valeur ajoutée pouvant difficilement être cultivés sous un climat tempéré sans protection (tomates, poivrons, etc.). Elles permettent également d'allonger la période de culture d'autres légumes en les protégeant du froid (Coleman and Petit, 2013; Berry and Dansette, 2014). On considère que la proportion optimale de surface couverte pour une exploitation maraîchère se situe entre 10 et 20 % (Gauche et al., 2011; Berry and Dansette, 2014).



(a) Serres tunnel



(b) Voiles maraîchers

FIGURE 3.3 – Cultures sous abris en maraîchage (La Pachamama Ferme éco-citoyenne, 2017; Verger Maraîcher Mange-tout, 2017)

Une caractéristique plus subtile des exploitations maraîchères est leur **superficie développée (SDV)**. De nombreuses cultures maraîchères sont des cultures à cycle court. Plusieurs cycles de culture peuvent donc s'enchaîner sur une même parcelle afin de mieux la valoriser. La superficie développée correspond donc à la superficie brute en légumes (SBL) multipliée par le nombre de cycles de cultures maraîchères sur cette surface. Pour certains, augmenter au maximum cette superficie développée (SDV) est un objectif qui influence fortement leur production (Stone, 2015; Moreau and Daverne, 1845). Les cultures intercalaires (engrais verts, piège à nitrates) ne sont pas reprises dans la superficie développée (SDV) (Berry and Dansette, 2014). La superficie développée (SDV) sera généralement plus importante sous abris qu'en extérieur. D'une part, car les abris permettent d'allonger la saison et donc permettent un plus grand nombre de cycles de cultures. D'autre part, car ces abris sont un investissement qui doit être amorti (Jouanneau and Froger, 2010).

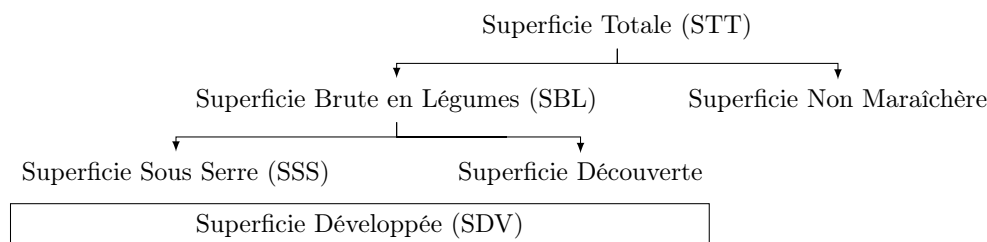


FIGURE 3.4 – Les différentes surfaces de l'exploitation maraîchère

3.3.3 Caractérisation du niveau de motorisation d'un maraîchage (MOT)

Un critère de caractérisation important n'est toujours pas défini. Il s'agit d'un critère permettant de mesurer *le niveau de motorisation de la ferme* (MOT).

Tout d'abord, distinguons deux termes proches, mais présentant une certaine nuance. Le niveau de motorisation d'une ferme maraîchère est lié à la quantité de travaux culturels effectués avec un outil actionné et/ou tracté par une machine présentant un moteur (un tracteur ou un motoculteur par exemple). Le niveau de mécanisation d'une ferme correspond à la quantité de travaux effectués grâce à un outil mécanique. Ce dernier n'étant pas forcément motorisé (c'est par exemple le cas de certaines planteuses à bulbilles (Terrateck, 2018))⁹.

Un indicateur fréquemment utilisé pour caractériser le niveau de motorisation est le rapport entre l'énergie issue d'engins motorisés et l'énergie totale utilisée sur l'exploitation (Fadavi et al., 2010; Olaoye and Rotimi, 2010; Samavatean et al., 2011). Ces données sont fastidieuses à relever et ne sont donc pas reprises par les différentes sources de cas d'étude. C'est également le cas pour la méthode utilisée par Dumont (2017), qui se base sur le pourcentage d'opérations motorisées réalisées sur une sélection de légumes. Un document établissant une typologie des fermes maraîchères de la région PACA (France) (Jammes et al., 2012) propose une autre méthode. Il utilise un indicateur discret dont les modalités vont de 1 à 4. Les fermes 1 étant moins motorisées que les fermes 4. Malheureusement la méthodologie utilisée pour établir le niveau de motorisation d'une ferme n'est pas explicitée. Morel (2016), lui, distingue trois niveaux de motorisation :

M, les fermes manuelles, y compris pour le travail du sol (qui peut éventuellement être fait en traction animale).

T, les fermes travaillant le sol avec des outils motorisés.

Mo, les fermes motorisées.

C'est de cette dernière méthodologie dont nous allons nous inspirer pour créer notre indicateur du niveau de motorisation. Nous allons également nous baser sur un indicateur discret. Celui-ci est composé de cinq modalités :

Les fermes manuelles (MA)¹⁰

Les fermes où le travail du sol est effectué de façon motorisée (MT)

9. Notons que certains outils arrivant sur le marché sont hybrides. Par exemple le Quick-cut Greens HarvesterTM (Farmer's Friend, 2018) servant à récolter divers légumes feuilles à couper (mesclun, roquette, épinard, etc.), actionné par un moteur de perceuse électrique. Il semble cependant difficile de considérer un tel outil comme "motorisé" malgré le fait qu'il soit techniquement actionné par un moteur.

10. Notons qu'il existe de nombreuses logiques de fonctionnement différentes au sein des fermes manuelles : traction animale, autoconstruction de matériel, utilisation d'outils innovants, etc. Il pourrait être opportun de séparer ces différentes catégories à l'avenir. Malheureusement notre échantillon ne comporte que peu d'individus pouvant être qualifiés de manuels. Ils ont donc tous été rassemblés au sein de la modalité MA.

Les fermes où une petite proportion des opérations sont motorisées (ME-)

Les fermes où une grande proportion des opérations sont motorisées (ME+)

Les fermes où la plupart des opérations sont motorisées (MC)

L'attribution des différentes modalités de cette variable se base soit sur des commentaires qualitatifs soit sur la liste du matériel de l'exploitation (c'est notamment le cas des documents de Marquet and Gomez (2015), Marquet et al. (2017) et Maraîchage sur Sol Vivant (2018)). Si l'exploitant possède un outil de travail du sol, il est exclu de la modalité MA. Pour établir s'il appartient à la catégorie MT, ME-, ME+, l'on regarde s'il possède des outils motorisés pour les opérations suivantes :

- l'épandage de fertilisants organiques ;
- le semis de graines ;
- la transplantation de plantules ;
- le désherbage ;
- la récolte d'un ou plusieurs légumes.

Si aucune de ces opérations n'est motorisée, la ferme est une ferme MT. Si c'est le cas de trois opérations ou moins, la ferme est classée comme ME-. Si quatre opérations sont motorisées, la ferme est ME+. La ferme est classée comme MC quand toutes les opérations culturales, y compris la récolte de certains légumes, sont réalisées de façon mécanisée. La ferme est plus proche d'une logique de production "de plein champ".

3.3.4 Homogénéisation de la base de données

La quantité de main d'œuvre sur la ferme (ETP)

De toutes les variables utilisées pour caractériser les fermes, celle ayant demandé le travail d'homogénéisation le plus important est celle caractérisant la quantité totale de main-d'œuvre sur la ferme (ETP).

La main-d'œuvre est un aspect essentiel d'une production maraîchère. En effet, de tels systèmes peuvent être très intensifs en main-d'œuvre et présentent une grande diversité de tâches (Lanciano et al., 2010). Par ailleurs, elle peut être un des points posant le plus de difficultés et de stress aux exploitants (Berry and Dansette, 2014; Dumont, 2017). Lorsque l'on parle de main d'œuvre, celle-ci comprend toutes les opérations nécessaires à la mise en œuvre de l'exploitation :

- la planification de la saison maraîchère ;
- les différentes étapes de la production, de la préparation du sol à la récolte ;
- les traitements post-récolte (lavage, conditionnement) et les éventuelles transformations ;
- la vente des produits ;
- la gestion administrative de la ferme et des éventuelles activités de diversification.

Dans notre étude, seule la main-d'œuvre dédiée à l'atelier maraîcher de la ferme est comptabilisée. Le travail effectué à d'éventuel(s) autre(s) atelier(s) (élevage, grandes cultures, etc.) n'a, à priori, pas été pris en compte.

Une autre difficulté liée à la quantification de la main d'œuvre est le rapport que chaque maraîcher entretient avec son travail. En effet, certains ont tendance à "ne pas compter leurs heures" et donc à confondre les temps professionnel et non professionnel tandis que d'autres vont mettre une barrière claire entre leur temps de travail et de "non-travail". C'est particulièrement le cas pour les maraîchers ayant une famille (Lanciano et al., 2010).

Dans la littérature et nos sources de cas d'étude, l'on trouve plusieurs manières pour caractériser cette main-d'œuvre :

L'Unité de Travail Humain (UTH), où 1 UTH correspond au volume de travail d'une personne. Cependant, la définition de ce critère varie suivant les sources. En effet, certains (Jammes et al., 2012; Berry and Dansette, 2014) vont distinguer :

- Les UTH exploitant : chaque exploitant ou associé représentant une UTH, quel que soit le nombre d'heures travaillées. Dans la réalité, une UTH exploitant correspond à plus de 2000 heures annuelles (et peut s'approcher des 3000 dans certains cas).
- Les UTH salarié : correspondent à 1650 heures annuelles¹¹

Cependant, les sources de nos cas d'étude utilisant l'UTH (Maraîchage sur Sol Vivant, 2018; Marquet et al., 2017; Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie, 2015b) ne font pas cette distinction. Une personne travaillant à temps plein (ou plus) correspond à une UTH. La méthodologie utilisée pour comptabiliser des personnes ne travaillant pas à temps plein (qui comptent pour moins d'une UTH) n'est pas spécifiée. Par exemple, lorsqu'une ferme est gérée par un exploitant (dont le nombre d'heures de travail a été calculé par l'équation 3.1) employant un saisonnier pour 0,2 UTH, il n'est pas spécifié si les 0,2 UTH correspondent à vingt pour cent d'un temps plein ou du temps de travail de l'exploitant.

L'Unité de Main-d'Œuvre (UMO), utilisée dans le dossier d'Agricultures & Territoires (2012) est semblable à l'UTH. Elle correspond au travail d'un exploitant, quel que soit le nombre d'heures prestées et à 1650 heures annuelles pour un salarié.

L'Unité de Travail Annuel (UTA), utilisée dans le document Groupement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie (2015a). Une UTA correspond au travail d'une personne à temps plein, ce qui correspond à 1800 heures par an (Eurostat, 2018). Notons que ce temps de travail est un temps minimal et qu'un exploitant travaillant un nombre d'heures plus important pourra être comptabilisé comme une UTA.

L'Equivalent Temps Plein (ETP), est utilisé par Morel (2016). Pour lui, un ETP correspond à une charge de travail allant de 35 à 50 heures par semaine.

Quelque chose d'assez frappant est qu'aucune de ces unités n'est absolue. Quelle que soit l'unité utilisée, l'on ne connaît pas, même de manière approximative, le nombre d'heures travaillées sur la ferme.

Pour remédier à ce problème, nous pouvons nous tourner vers les documents de van Oost (2016) et de Dumont (2017). Ici, la définition donnée à l'équivalent temps plein (ETP) est une charge de travail correspondant à 1824 heures annuelles, qu'elles soient prestées par l'exploitant ou un salarié (Dumont, 2017). Cela correspond donc à 35 heures de travail par semaine durant 52 semaines. Il a donc fallu convertir une grande partie des données liées au travail par les différents cas d'étude en équivalent temps plein (ETP), où un équivalent temps plein (ETP) correspond à 1824 heures prestées.

La même méthodologie a été appliquée aux documents MAR, MAQ, MSV, GHN (qui représentent 45 cas d'étude sur 65, voir tableau 3.1). En effet, ceux-ci présentent à la fois :

- le nombre de semaines de vacances ($NbSV$) du ou des exploitant(s) ;
- le nombre d'heures hebdomadaires travaillées durant la haute saison (NbH_{HS}) ;
- le nombre d'heures hebdomadaires travaillées durant la basse saison (NbH_{BS}).

Le nombre d'heures prestées annuellement par un exploitant ($ETP_{\text{par exploitant}}$) a été calculé suivant la méthode proposée par l'équation 3.1. L'on considère que la haute saison dure huit mois (mars-octobre) tandis ce que la basse saison en dure quatre (novembre-février)¹². L'on considère également que les éventuelles vacances sont prises durant la basse saison.

$$ETP_{\text{par exploitant}} = \frac{NbH_{HS} \times 4 \times 8 + NbH_{BS} \times 4 \times 4 - NbH_{BS} \times NbSV}{1824} \quad (3.1)$$

11. Un saisonnier travaillant 35 heures par semaine entre avril et septembre représentera par exemple 0,55 UTH.

12. Ces deux durées sont basées sur les heures de travail hebdomadaire du document CAN (Agricultures & Territoires, 2012)

Lorsque plusieurs collaborateurs travaillaient sur la ferme, le nombre d'équivalents temps plein (ETP) par exploitant ($ETP_{\text{par exploitant}}$) a été multiplié par le nombre d'exploitants. Lorsqu'un ou plusieurs salariés travaillent sur la ferme l'on a soit :

- considéré qu'il correspondait à un équivalent temps plein (ETP) s'il était indiqué qu'il travaillait à temps plein ;
- calculé à combien d'équivalents temps plein (ETP) il correspond si le nombre d'heures prestées était indiqué ;
- si la seule indication disponible était une fraction d'UTH, d'UMO ou d'UTA (voir plus haut), l'on a considéré que le nombre d'équivalents temps plein (ETP) salarié correspond à cette fraction.

Cette méthodologie a été utilisée pour la plupart des cas d'étude. Le nombre d'équivalents temps plein (ETP) qui en résulte est donc bien une estimation et non une valeur absolue.

Illustrons cette méthode à travers un exemple. La ferme MAQ3 ("*earl Autour du potager*" du document Marquet et al. (2017)) emploie deux collaborateurs à temps plein, une conjointe collaboratrice à temps partiel et un saisonnier. Le document indique que le volume de main-d'œuvre sur l'exploitation correspond à 2,4 UTH. (2 UTH pour les collaborateurs à temps plein, 0,3 UTH pour la conjointe collaboratrice, 0,1 UTH pour le saisonnier). Pour calculer le nombre d'ETP de l'exploitation l'on suit la méthode suivante :

- Calcul du temps de travail en équivalent temps plein (ETP) par collaborateur à temps plein en utilisant les données présentes dans le document ($NbSV = 4$, $NbH_{HS} = NbH_{BS} = 40$)
- Multiplication des équivalents temps plein (ETP) par collaborateur par le nombre de collaborateurs à temps plein. Ici il y en a deux.
- L'on ne connaît pas le nombre d'heures prestées par la conjointe collaboratrice ou par le travailleur saisonnier. L'on considère donc que le nombre d'équivalent temps plein (ETP) est de 0,3 pour le troisième collaborateur et de 0,1 pour le saisonnier.

L'on obtient donc un nombre total d'équivalents temps plein (ETP) sur l'exploitation de 2,33 ETP.

Le nombre d'équivalents temps plein (ETP) des cas d'étude issus du travail de Morel (2016) (MOR) ont été calculés à partir de ses données brutes (nombre d'heures annuelles) qu'il a personnellement communiquées.

En ce qui concerne les fermes provenant du document FER, le nombre d'UTA est conservé tel quel. L'on considère que $1 \text{ UTA} = 1 \text{ ETP}$.

Chiffre d'affaires des fermes canadiennes

Deux cas d'étude sont des fermes canadiennes (FOR et STO). Leurs chiffres d'affaires en dollars canadiens ont été convertis en euros avec un taux de change de 0,65¹³ ($1\text{CAD} = 0,65\text{EUR}$)

3.3.5 Présentation des bases de donnée finale

Maintenant que les différentes variables ont été choisies, qu'elles ont été complétées (quand cela était possible) pour les différents cas d'étude et que la base de données a été homogénéisée, il est intéressant d'y jeter un coup d'œil. La base de données complète est schématisée à la figure 3.5. Elle est représentée par le rectangle en trait discontinu nommé DB0. La première chose que l'on peut remarquer est le fait que cette base de données est très incomplète (particulièrement dans la partie inférieure droite de la matrice). L'on ne peut donc pas effectuer d'analyses statistiques (corrélations, analyses multivariées, etc.) sur cette base de données.

13. Taux de change au 12 février 2018 (European Central Bank, 2018)

L'on va donc subdiviser la base de données DB0 en deux nouvelles bases de données. Celles-ci seront composées de cas d'étude ayant une valeur pour chaque variable (à quelques exceptions près) :

La base de données 1 (DB1), qui reprend la quasi-totalité des cas d'étude, mais un nombre assez réduit de variables.

La base de données 2 (DB2), qui reprend un plus grand nombre de variables, mais élimine 25 cas d'étude.

Ces deux bases de données seront utilisées ultérieurement dans l'élaboration de la typologie. L'on remarque que trois cas d'étude ont été éliminés des bases de données DB1 et DB2, car ils ne présentaient pas assez de données. Il s'agit des cas d'étude MOR11, BOW1 et BBG1.

Comme le montre la figure 3.5, les bases de données DB1 et DB2 sont complètes à quelques exceptions près. Pour les cas d'étude CAN1 et CAN2, les variables AGE et SDT ont été complétées grâce au package MissMDA (Josse and Husson, 2016). En ce qui concerne les variables SSS et PSS des cas d'étude VAO1, VAO2 et STO1, la variable PSS est considérée comme égale à la moyenne de l'échantillon. La variable SSS est calculée en conséquence ($SSS = SBL * PSS$). Ce sont ces bases de données complétées qui sont utilisées dans les analyses ultérieures.

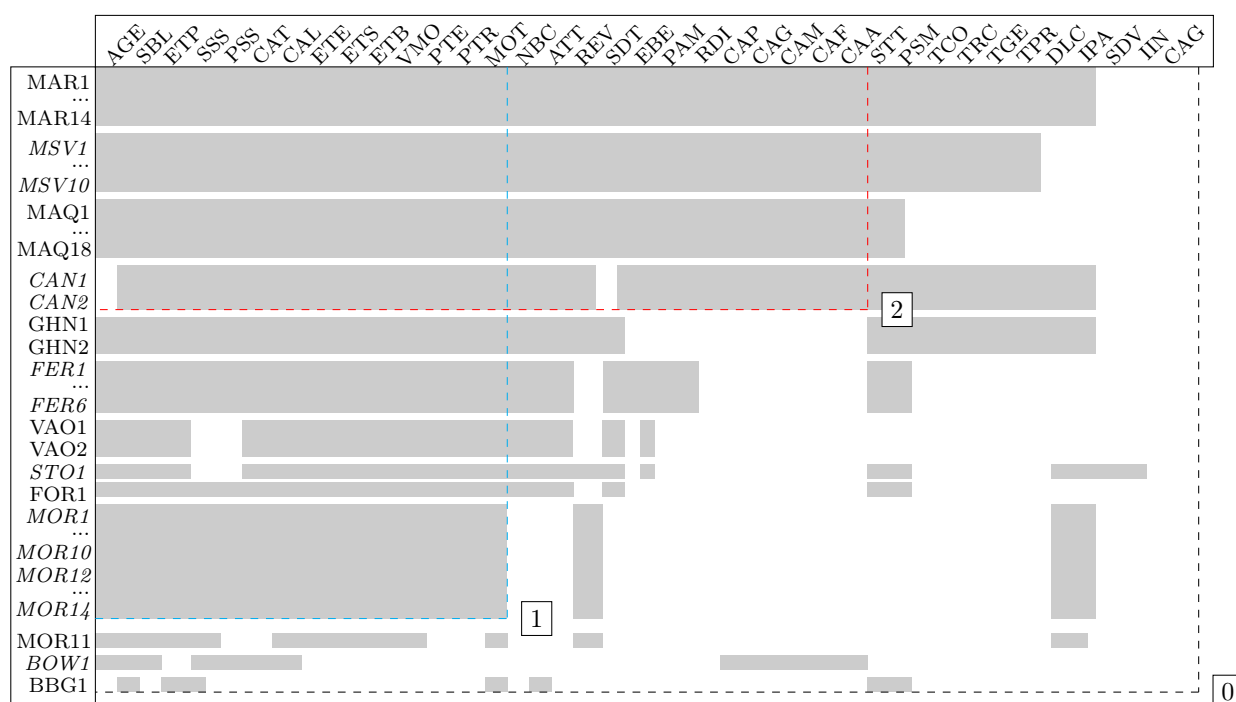


FIGURE 3.5 – Représentation schématique de la base de données complète. Les zones grisées indiquent que les données sont disponibles. Les zones blanches indiquent que les données sont manquantes. Les sources de cas d'étude sont présentées au tableau 3.1 tandis ce que les différentes variables de caractérisation sont présentées au tableau 3.2.

3.4 Analyses de la base de données

Cette section a pour but d'exposer la méthodologie utilisée pour analyser les bases de données. Les résultats de ces analyses sont présentés au chapitre 5. Toutes ces analyses ont été effectuées grâce au programme R (R Project, 2018).

3.4.1 Distributions

Les distributions des différentes variables ont été représentées par des histogrammes construits grâce à la fonction *hist()* de R. Ces histogrammes sont présentés aux figures C.1 à C.3, annexe C.

3.4.2 Matrice des corrélations

Les matrices de corrélations des deux bases de données (Figure 4.1 & C.4, annexe C) ont été construites grâce au package *corrplot* de R (Wei and Simko, 2013). Les différentes variables ont été ordonnées suivant leurs affinités par l'argument *AOE* du package afin de faciliter l'analyse de la matrice.

3.4.3 Analyses multivariées

Les analyses statistiques multivariées sont des méthodes statistiques permettant de résumer un jeu de données.

Lorsqu'une base de données caractérise les individus qui la composent suivant deux variables, une représentation graphique en deux dimensions est aisée. Cette représentation est également faisable lorsque trois variables de caractérisation sont présentes (la représentation est alors en trois dimensions). Lorsque le nombre de variables augmente encore, la représentation de la base de données devient plus complexe.

Pour pallier à ce problème, les analyses multivariées vont réduire le nombre de variables nécessaires à la représentation d'un jeu de données. De nouvelles entités, appelées "*dimensions*", vont être créées. Ces dimensions sont des combinaisons linéaires des variables initiales. La création de ces dimensions est sujette à une contrainte : elles ne doivent pas être corrélées entre elles. En effet, si c'était le cas, elles ne pourraient pas être utilisées comme axes d'un plan cartésien permettant de représenter le jeu de données.

Chaque dimension explique une partie de la variance totale de la base de données. Au plus cette part est importante, au plus la dimension est performante, car l'on garde alors le plus d'informations sur la forme générale du nuage de point en n dimensions. La première dimension retenue va donc être celle maximisant la part de variance expliquée. La deuxième sera la dimension maximisant la part de variance expliquée tout en étant non corrélée avec la première dimension. La troisième maximisera également la part de variance expliquée tout en étant non corrélée avec les deux premières dimensions, etc.

Les résultats principaux d'une analyse multivariée seront donc les différentes dimensions construites à partir des variables initiales. Ces dimensions peuvent ensuite être utilisées pour représenter et expliquer le comportement du jeu de données. Ces résultats sont représentés par deux graphiques :

Le cercle des corrélations, qui représente les corrélations entre les variables de base et deux dimensions construites par l'analyse. Deux exemples de cercle de corrélation sont présentés à la figure 4.2.

Le graphique des individus, qui projette les individus d'une base de données sur le plan formé par deux dimensions construites par l'analyse multivariée. Un exemple de graphique des individus est présenté à la figure 4.3.

Des informations complémentaires sur les analyses multivariées sont disponibles en français sur la chaîne YouTube de François Husson (<https://www.youtube.com/user/HussonFrancois>).

Avant d'effectuer les analyses multivariées, les bases de données ont été centrées réduites grâce à la fonction *scale()* de R. Les différentes analyses ont été effectuées grâce au package *FactoMineR* de R (Husson et al., 2008). La fonction utilisée est la fonction *PCA()* (Principal Component Analysis).

L'utilisation de cette fonction implique que la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) des cas d'étude n'a pas été prise en compte car c'est une variable qualitative¹⁴.

3.5 Construction de la typologie

Cette section a pour but d'exposer la méthodologie utilisée dans la construction de la typologie. Un schéma résumant cette méthodologie est présenté à la figure 3.11 afin de permettre une meilleure compréhension du texte. Une présentation détaillée des différents types composant la typologie est reprise au chapitre 5.

3.5.1 Classification ascendante hiérarchique (HCPC)

La typologie est construite au départ d'une classification ascendante hiérarchique (HCPC). L'objectif de la classification est la séparation d'un groupe d'individus en un certain nombre de sous-groupes. Les individus composant un sous-groupe devant être relativement semblables entre eux par rapport aux individus des autres sous-groupes. Cette méthode va construire un arbre de classification (comme celui de la figure 3.6) dont les individus (ou groupes d'individus) les plus proches sont rassemblés au sein d'un même groupe jusqu'à ce que tous les individus soient réunis.

La méthode implique donc de décider combien de groupes qui seront créés, ce nombre n'étant pas connu à priori. Ce choix est très important, car si l'on choisit un nombre de groupes trop important, certaines classes risquent d'être composées d'un nombre trop réduit d'individus, ne permettant pas d'effectuer des analyses statistiques significatives. Dans le cas contraire, certaines classes risquent d'être trop hétérogènes.

Cette classification a été réalisée grâce à la fonction *HCPC()* du package FactoMineR (Husson et al., 2008). Cette fonction doit obligatoirement se baser sur les résultats d'une analyse multivariée.

L'analyse se base donc sur les résultats d'une Analyse en Composantes Principales (ACP). La variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) est donc, ici aussi, une variable supplémentaire. En effet, lorsque la classification se base sur une Analyse Factorielle Multiple (AFM) avec la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) comme variable active, les fermes sont séparées en cinq classes correspondant chacune à une modalité de la variable MOT (annexe B, figure B.2).

La différence entre l'Analyse en Composante Principales (ACP) utilisée pour l'analyse de la base de données (appelée ACP1) et celle utilisée pour la classification (appelée ACP2) est que, lors de la classification (ACP2), certaines variables qualitatives sont considérées comme variables supplémentaires (en plus de la variable MOT). Ce sont soit des variables¹⁵ qui rapprochent de manière injustifiée les différentes fermes (AGE) soit des variables ayant une valeur variant assez peu d'une ferme à l'autre (PAM, ETE, ETB, ETS, CAT). Lorsque les résultats de l'ACP1 sont utilisés pour la classification, la forme de l'arbre indique qu'il peut y avoir un effet de chaîne (annexe B, figure B.1, l'arbre à une forme "en escalier"). Cela rend, d'une part, plus difficile le choix du nombre de groupes pertinents à utiliser et, d'autre part, cela rapproche les différents individus de proche en proche sans que ce rapprochement

14. Ce choix est dû au fait que, lorsque cette variable était une variable active de l'analyse multivariée (on utilisait alors la fonction *AFM()* du package FactomineR), le poids de cette variable était trop important. Sa contribution à la construction des deux premières dimensions de l'analyse dépassant respectivement les 25 et 30 %, plus de deux fois plus élevé que les contributions les plus importantes des variables quantitatives. C'est probablement dû au fait que la fonction *AFM()* sépare les différentes variables en groupes, chaque groupe devant avoir un poids semblable dans la construction des dimensions. Pour ces analyses, trois groupes avaient été constitués : les variables descriptives, les variables dérivées et la variable qualitative (tableau 3.2). Comme le troisième groupe n'était composé que d'une seule variable, sa contribution dans l'analyse était disproportionnée.

15. Voir tableau 3.2 pour les acronymes des différentes variables.

soit nécessairement pertinent (Husson, 2014).

L'arbre dont est issue la typologie finale se base donc sur une Analyse en Composante Principales (ACP), appelée ACP2, construite à partir avec la base de données DB1. La variable MOT est considérée comme une variable qualitative supplémentaire tandis que les variables AGE, PAM, ETE, ETB, ETS, CAT (acronymes explicités au tableau 3.2) sont considérées comme des variables quantitatives supplémentaires. Cet arbre est présenté à la figure 3.6.

La fonction *HCPC()* propose un niveau de coupe lors de la construction de l'arbre. Dans notre cas, ce niveau de coupe sépare les cas d'étude en trois clusters. Ce nombre de clusters proposé a été retenu, car, d'une part, le gain d'inertie de la séparation en quatre ou cinq clusters est faible et, d'autre part, car la séparation en quatre clusters aurait impliqué la création d'un cluster composé de quatre individus. Les résultats liés à l'analyse de ce cluster n'auraient donc eu qu'une portée limitée.

À l'issue de cette analyse, l'on obtient donc trois clusters :

- Le cluster 1, composé de quinze individus.
- Le cluster 2, composé de trente-six individus, intermédiaire entre les clusters 1 et 3.
- Le cluster 3, composé de quatorze individus.

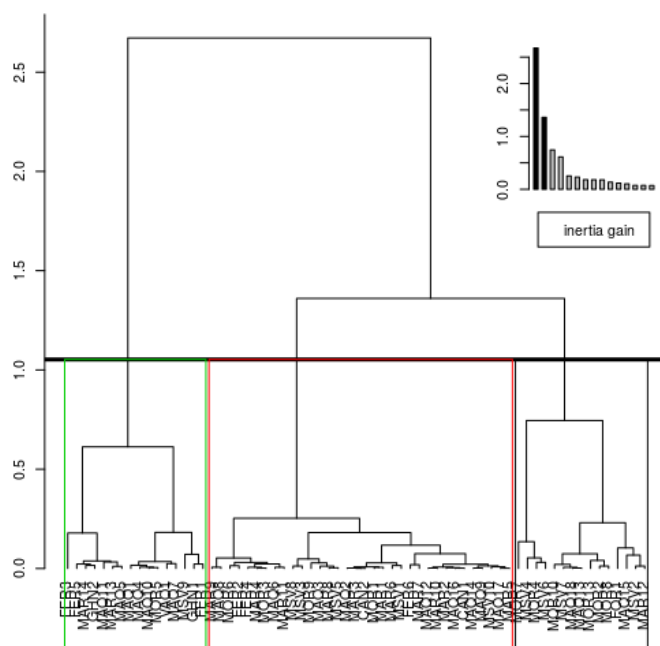


FIGURE 3.6 – Arbre de la classification ascendante hiérarchique construit à partir de l'ACP2.

3.5.2 Subdivisions manuelles arbitraires

Le résultat issu de la classification hiérarchique (deux clusters extrêmes et un cluster moyen) n'était pas totalement satisfaisant car ces clusters présentaient une variance assez importante pour plusieurs indicateurs clés et rassemblaient des fermes ayant des niveaux de motorisation relativement éloignés (figure D.1, annexe D). Les clusters issus de cette classification ont donc été remaniés (en groupes) et divisés (en types) suivant différents facteurs. Pour ce faire trois étapes ont été nécessaires :

- Un remaniement suivant le niveau de motorisation (MOT).

- Une séparation suivant la Productivité de la Terre (PTE).
- Une séparation suivant le statut de la main-d'œuvre.

Ces différentes étapes ont été appliquées dans cet ordre à tous les clusters et groupes. Cependant, les différents sous-groupes créés n'ont été retenus que lorsqu'ils étaient considérés comme pertinents. C'est-à-dire que les deux sous-groupes présentaient des résultats significativement différents et un nombre d'individus suffisant pour permettre des analyses statistiques ultérieures. Ce processus est détaillé dans les paragraphes suivants et schématisé à la figure 3.11.

Remaniement suivant le niveau de motorisation (MOT)

Les niveaux de motorisation au sein de chaque cluster étaient relativement homogènes. Le cluster 1 était surtout composé de fermes peu motorisées (MA et MT), le cluster 2 de fermes intermédiaire (MT, ME- et ME+) et le cluster 3 de fermes motorisées (ME+ et MC). Cependant, certaines fermes ne semblaient pas correspondre au cluster auquel elles avaient été attribuées. Par exemple, une ferme était incluse dans le cluster 2 (intermédiaire) alors que la plupart des travaux agricoles y sont réalisés en traction animale (la ferme 10 du document Marquet and Gomez (2015) (MAR10)). Selon toute vraisemblance, ses faibles résultats économiques (particulièrement une productivité de la terre (PTE) relativement faible) avaient influencé son placement dans le cluster 2.

Afin de les rendre plus cohérents, les trois clusters ont été remaniés en trois groupes. Ce remaniement s'est basé, d'une part, sur le niveau de motorisation (MOT) et, d'autre part, sur le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO). En effet, la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) se base parfois sur des éléments indirects (comme la liste de matériel possédé par le maraîcher, voir section 3.3.3), le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) donne une information complémentaire. Les transferts effectués entre les clusters et les groupes sont schématisés à la figure 3.7. Le nombre d'occurrences des modalités de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) au sein de chaque cluster et de chaque groupe est présenté à la figure 3.8

Au total, il y a donc eu :

- Huit fermes transférées du groupe Clust 2 au groupe A (peu motorisé (Pm)).
- Une ferme transférée du groupe Clust 1 au groupe B (intermédiaire (It)).
- Trois fermes transférées du groupe Clust 3 au groupe B (intermédiaire (It)).
- Quatre fermes transférées du groupe Clust 2 au groupe C (très motorisé (Tm)).

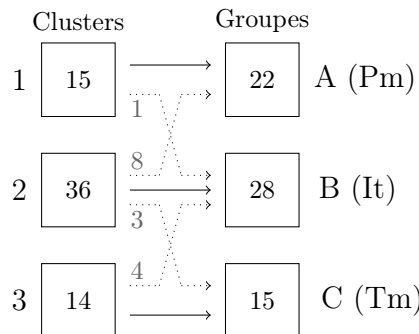


FIGURE 3.7 – Transfert des cas d'études entre les clusters et les groupes.

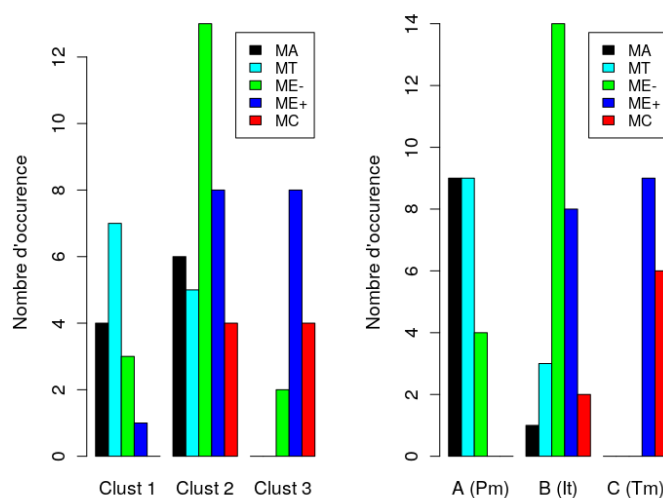


FIGURE 3.8 – Occurrences des modalités de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) au sein des différents clusters et groupes. Les acronymes des modalités sont explicités à la section 3.3.3.

Après ce remaniement, l'on retrouve trois groupes :

- Un groupe A (peu motorisées (Pm)) composé 22 fermes ;
- Un groupe B (intermédiaire (It)) composé de 28 fermes.
- Un groupe C (très motorisé (Tm)) composé de 15 fermes ;

Subdivision suivant la productivité de la terre (PTE)

Les fermes des différents groupes ont été classées suivant leur productivité de la terre (PTE). L'augmentation de cette productivité est continue pour les groupes 2 (intermédiaire (It)) et 3 (très motorisé (Tm)) (figure 3.9). Il n'a donc pas été possible de séparer ces groupes suivant leur productivité de la terre (PTE). Ce n'est pas le cas pour le groupe A (peu motorisé (Pm)) où l'on observe un saut d'environ 15.000 €/ha entre deux exploitations (figure 3.9). Ce saut a été choisi comme limite arbitraire pour séparer le groupe A en deux types¹⁶ :

- Le type Aa (peu motorisé, productivité de la terre faible (PmPte-)), composé de onze individus.
- Le type Ab (peu motorisé, productivité de la terre élevée (PmPte+)), composé de onze individus.

Cette séparation fait sens dans notre échantillon car, outre la productivité de la terre (PTE), elle met en évidence d'autres différences notamment au niveau du volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) (comme le montre le tableau 5.3).

16. Il semble téméraire de penser qu'il serait possible de faire une telle séparation si nous avions analysé toute la population des fermes maraîchères peu motorisées. Il est fort probable que si tel était le cas, l'augmentation de productivité de la terre (PTE) serait continue (comme observé pour les fermes intermédiaires et très motorisées).

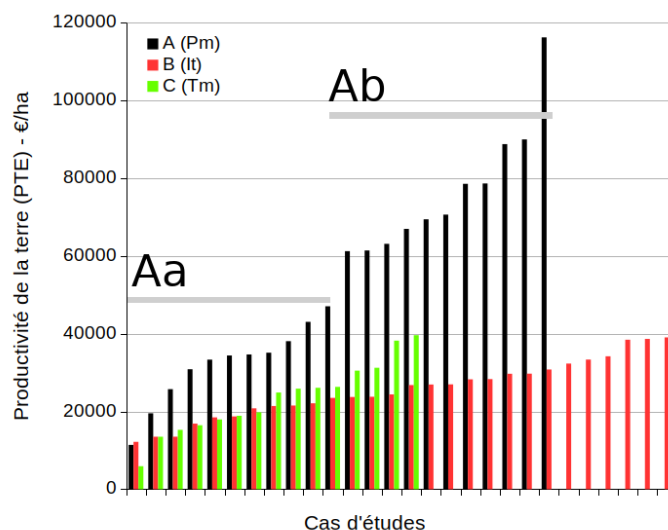


FIGURE 3.9 – Séparation des groupes suivant la productivité de la terre (PTE). Seul le groupe A (Pm) présente un saut de productivité important.

Subdivision suivant le statut de la main-d'œuvre (ETE)

Comme il a été souligné plus haut, les variables liées au statut de la main-d'œuvre (ETE, ETS, ETB, acronymes explicités au tableau 3.2), n'ont pas été prises en compte dans l'ACP2 utilisée pour construire la classification ascendante hiérarchique (HCPC). En effet, elles participaient à la formation d'un effet de chaîne. Cependant, le statut de la main-d'œuvre peut tout de même être utilisé dans la création de nos différents groupes. En effet, nous pouvons subdiviser les quatre catégories de ferme que nous avons actuellement suivant le fait que la ferme emploie des salariés ou non. Ici aussi, la séparation est arbitraire. Nous considérons que le ou les exploitant(s) sont indépendant(s) si leur temps de travail représente au moins 95% du temps de travail total de l'exploitation.

Cette subdivision peut être faite pour tous les groupes. Cependant, en ce qui concerne les groupes Aa, Ab et C, l'on obtient des sous-groupes très réduits composés de quatre, cinq ou six individus (figure 3.10). L'on peut questionner la portée qu'auraient des analyses effectuées sur des groupes si restreints.

En ce qui concerne le groupe B, la subdivision permet la création de deux sous-groupes de quinze et treize individus (les groupes Ba et Bb de la figure 3.10) qui se différencient non seulement par le statut de la main d'œuvre sur l'exploitation, mais également par une autre variable majeure la productivité de la terre (PTE) (comme le montre le tableau 5.3).

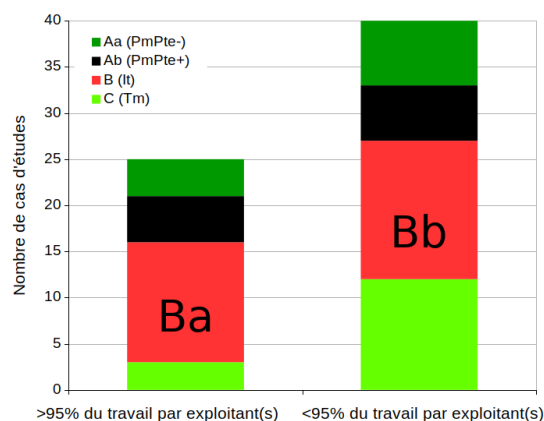


FIGURE 3.10 – Séparation des groupes suivant la part du travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE). Seul le groupe B (It) constitue des sous groupes de taille suffisante pour pouvoir être analysés dans la suite de ce travail.

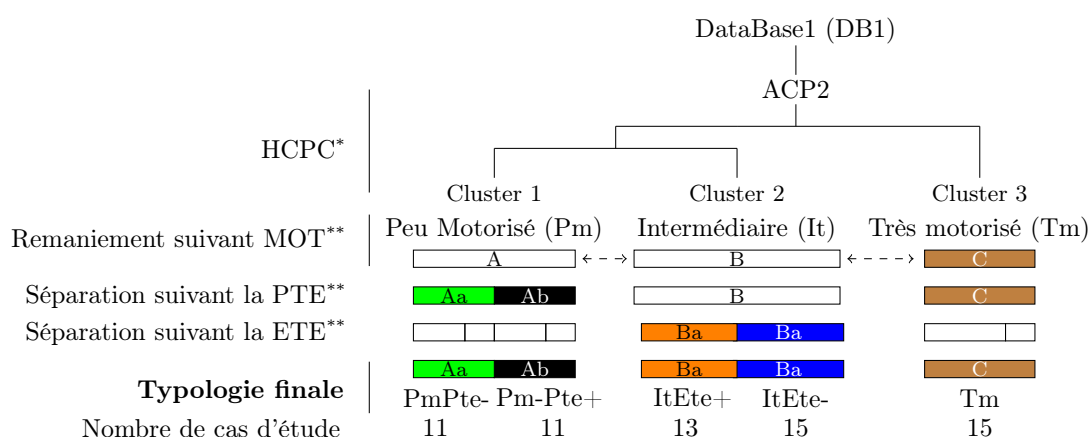


FIGURE 3.11 – Résumé de la méthodologie utilisée pour développer la typologie à partir de la base de données DB1 (Figure 3.5). Les rectangles représentent les différents sous-échantillons. Leur longueur est proportionnelle au nombre de cas d'étude dans chaque sous-échantillon. Lorsqu'un rectangle est coloré, cela indique que le groupe est retrouvé tel quel à l'issue du processus. *Classification ascendante hiérarchique, ** Acronymes explicités au tableau 3.2, page 21.

3.5.3 La typologie finale

Après ces différentes manipulations, l'on obtient donc une typologie séparant les 65 cas d'étude retenus en 5 catégories :

Fermes peu motorisées intensives (PmPte+)

Fermes peu motorisées non intensives (PmPte-)

Fermes très motorisées (Tm)

Fermes intermédiaires exploitant(s) indépendant(s) (ItEte-)

Fermes intermédiaires exploitant(s) entrepreneur(s) (ItEte+)

Ces différents groupes et leurs caractéristiques sont explicités au chapitre 5.

Chapitre 4

Analyse de la base de données

La méthodologie suivie pour effectuer les analyses préliminaires des données est présentée au chapitre 3 à la section 3.4. Toutes les variables utilisées (présentées au tableau 3.2) sont liées à un code de trois lettres en majuscule. Cela permet une meilleure gestion des bases de données et permet de ne pas surcharger certains graphiques. Lorsqu'une variable est mentionnée, ce code suit ladite variable entre parenthèses.

4.1 Analyses préliminaires

4.1.1 Distribution des variables

Les histogrammes représentant les distributions des différentes variables de caractérisation peuvent être consultés à l'annexe C aux figures C.1 à C.3.

Peu de commentaires peuvent être faits par rapport à ces histogrammes. La plupart des variables ne présentent pas une distribution normale. Notons quelques exceptions comme la productivité du travail (PTR, le chiffre d'affaires généré par unité de main-d'œuvre), le revenu annuel de l'exploitant (REV) et le rapport entre l'excédent brut d'exploitation et le chiffre d'affaires total de l'exploitation (RDI).

4.1.2 Corrélations entre variables

La matrice de corrélation des variables de la base de données DB1¹ est présentée à la figure 4.1. Celle de la base de données DB2 est présentée à l'annexe C à la figure C.4. La couleur des disques indique si deux variables sont corrélées positivement (en bleu) ou négativement (en rouge). L'importance de la corrélation (qu'elle soit positive ou négative) est indiquée par l'intensité de la couleur et la taille du disque. Si la case est vierge, cela signifie que la corrélation entre les deux variables correspondantes n'est pas significativement différente de zéro ($\alpha=0,05$).

Base de données (DB1)

En observant la figure 4.1, l'on peut identifier deux groupes de variables :

Sur la gauche, un groupe de variables présentant peu de corrélations significativement différentes de zéro. Notons tout de même pour le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) des corrélations :

- Positive avec la productivité de la terre (PTE, le chiffre d'affaires généré par unité de surface).

1. Pour des explications concernant les différentes bases de données, se référer à la figure 3.5.

- Négatives avec les superficies brutes en légumes² (SBL), la superficie sous serre (SSS) et avec la proportion de travail réalisée par l'exploitant (ETE).

Sur la droite, un groupe de variables fortement liées entre elles. La surface sous serre (SSS), la surface brute en légumes (SBL), la productivité du travail (PTR), l'âge de l'exploitation (AGE), le chiffre d'affaires en légumes (CAL), le chiffre d'affaires total (CAT), le nombre d'équivalents temps plein sur l'exploitation (ETP) et la proportion du travail salarié (ETS) étant des variables presque systématiquement corrélées positivement entre elles.

Ces observations semblent indiquer que l'on peut distinguer au moins deux groupes de fermes. Tout d'abord des fermes ayant comme caractéristiques :

- une surface en légumes relativement faible ;
- un besoin important de main-d'œuvre par unité de surface ;
- un revenu par unité de surface importante ;
- où l'exploitant s'entoure de main-d'œuvre salariée et/ou bénévole³.

Ensuite, des fermes ayant comme caractéristiques :

- Une surface en légumes relativement élevée (mais ayant une plus petite proportion de leur surface sous serre) ;
- un chiffre d'affaires en légumes important ;
- un nombre d'équivalents temps plein travaillant sur la ferme important (généralement des salariés) ;
- un revenu par unité de main-d'œuvre important ;
- d'être plus anciennes.

L'on peut s'attendre à ce que ces deux groupes aient des logiques de fonctionnement très différentes, notamment en ce qui concerne le niveau de motorisation. Cependant la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) étant une variable qualitative, elle ne peut pas être incluse dans l'analyse d'une matrice de corrélations.

Notons deux observations étonnantes :

- La productivité du travail (PTR) et la productivité de la terre (PTE) ne sont pas significativement corrélées entre elles. Or, l'on pourrait s'attendre à ce que lorsqu'une ferme produit une grande valeur par unité de surface (par exemple en plantant les légumes de manière très dense ce qui limite les possibilités de motorisation), elle ne produise que peu de valeur par unité de travail et inversement. Il pourrait donc y avoir des fermes arrivants à combiner productivité de la terre et du travail.
- Le volume de main d'œuvre à l'hectare (VMO) n'est pas significativement corrélé négativement avec la productivité du travail (PTR). Ce résultat paraît contre-intuitif étant donné que ces indicateurs sont tous deux construits par un quotient utilisant le nombre d'équivalents temps plein sur l'exploitation (ETP), mais pour l'un le nombre d'équivalents temps plein est au numérateur (divisé par la surface brute en légumes (SBL) pour le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO)) tandis que pour l'autre, il est au dénominateur (divise le chiffre d'affaires en légumes (CAL) pour la productivité du travail (PTR)) comme l'indique le tableau 3.2.

2. Explication des différents types de surface à la section 3.3.2.

3. Il n'est pas possible de mettre un type de main d'œuvre plus en avant qu'un autre étant donné que les variables représentant la proportion de travail salarié (ETS) et bénévole (ETB) ne sont pas significativement corrélées avec les variables caractérisant la productivité de la terre (PTE) ou le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO).

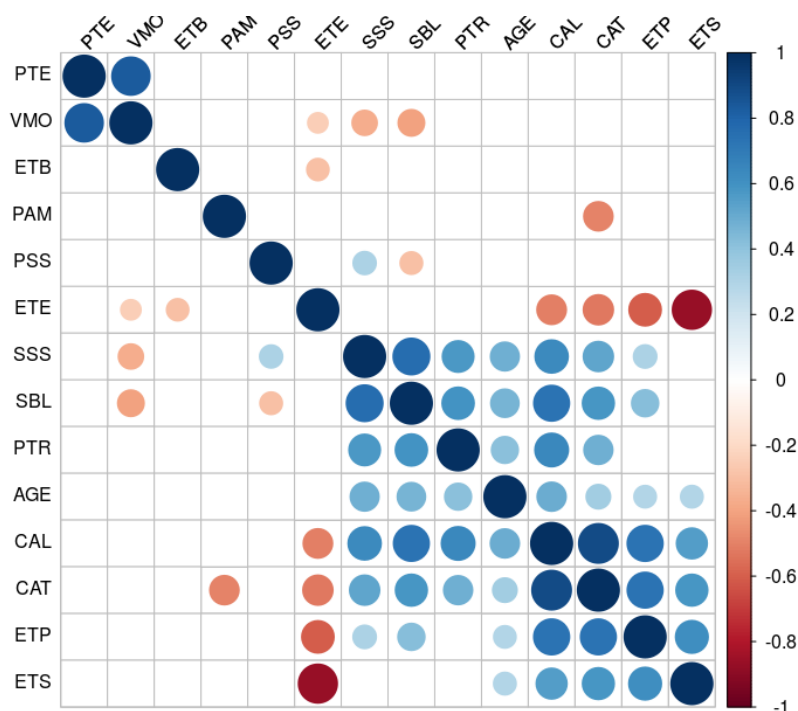


FIGURE 4.1 – Matrices de corrélation de la base de données DB1.

Deuxième base de données (DB2)

La matrice de corrélation des variables de la base de données DB2 est présentée à la figure C.4, annexe C. Les observations et conclusions lorsque l'on considère l'échantillon réduit de la base de données DB2 sont similaires à celles présentées précédemment. Notons qu'ici aussi la productivité de la terre (PTE) et la productivité du travail (PTR) ne sont pas corrélées entre elles. Cependant, contrairement à ce qui a été observé précédemment, le volume de main d'œuvre à l'hectare (VMO) est ici corrélé négativement à la productivité du travail (PTR).

4.2 Analyse multivariée⁴

4.2.1 Base de données DB1

Les trois premières dimensions de l'Analyse en Composante Principale (ACP) expliquent respectivement 38,33, 18,86 et 12,29% de la variabilité totale observée.

Étude des variables

La figure 4.2 présente les cercles de corrélations issus de cette analyse pour les trois premières dimensions. La valeur des corrélations significativement différentes de zéro ($\alpha = 0,05$) sont présentées au tableau C.1, annexe C.

4. Explication succincte des principes d'une analyse multivariée à la section 3.4.3.

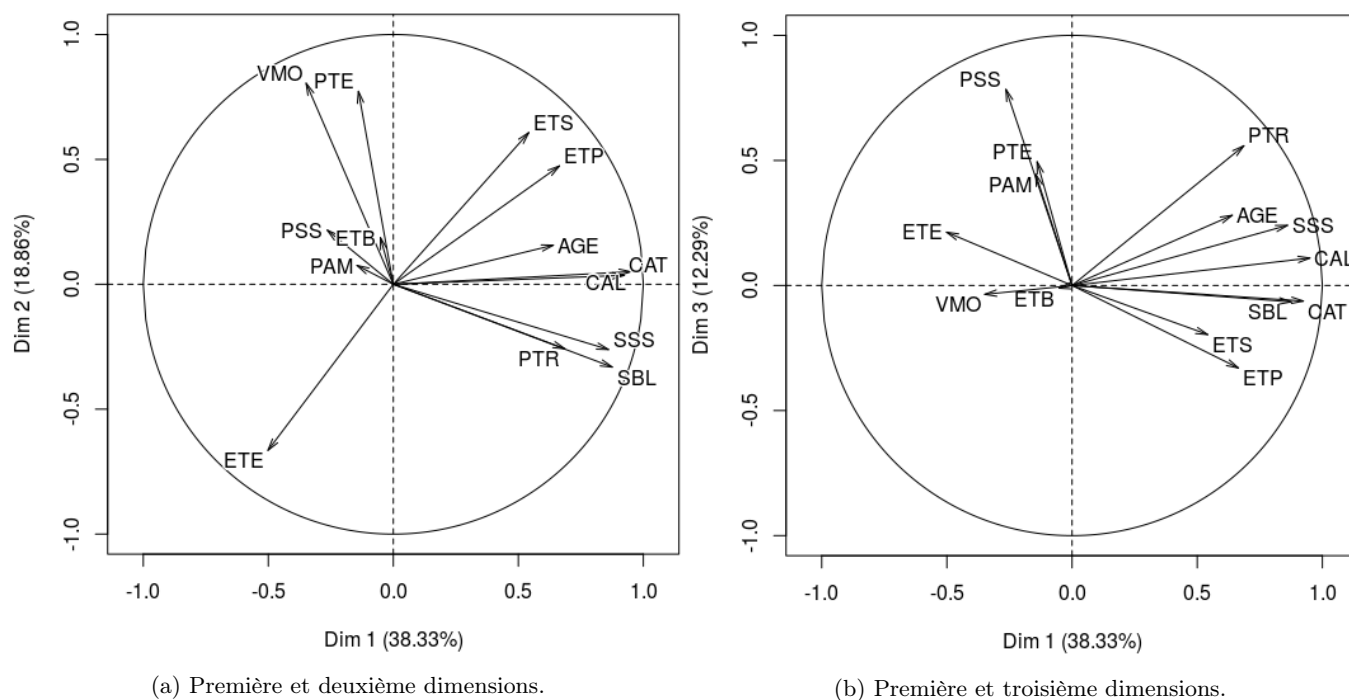


FIGURE 4.2 – Cercles de corrélations issus de l'ACP1.

La première dimension (horizontale sur les figures 4.2a et 4.2b) est significativement positivement corrélée avec :

- les chiffres d'affaires total et en légumes (CAT, CAL) ;
- les surfaces brutes en légumes et sous serre (SBL, SSS) ;
- la productivité du travail (PTR) ;
- le nombre d'équivalents temps plein sur l'exploitation (ETP) ;
- l'âge de l'exploitation (AGE) ;
- la proportion de travail effectuée par des salariés (ETS).

Elle est significativement négativement corrélée avec :

- la proportion de travail effectuée par l'exploitant (ETE) ;
- le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) ;
- la proportion de surface sous serre (PSS).

L'on retrouve à peu de choses près l'un des groupes de variables isolé à la section 4.1.2.

La deuxième dimension (verticalement sur la figure 4.2a) est significativement corrélée positivement avec :

- le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) ;
- la productivité de la terre (PTE) ;
- la proportion de travail effectuée par de la main-d'œuvre salariée (ETS) ;
- le nombre d'équivalents temps plein sur l'exploitation (ETP).

Elle est significativement négativement corrélée avec :

- la proportion de travail effectuée par l'exploitant (ETE) ;

- les surfaces brutes en légumes et sous serre (SSS et SBL) ;
- la productivité du travail (PTR).

L'on retrouve ici le deuxième groupe de variables isolé à la section 4.1.2.

La troisième dimension (verticalement sur la figure 4.2b) est significativement corrélée positivement avec :

- la part de surface sous serre (PSS) ;
- les productivités du travail et de la terre (PTR, PTE) ;
- la part de l'atelier maraîcher dans le chiffre d'affaires (PAM) ;
- l'âge de l'exploitation (AGE).

Elle est significativement négativement corrélée avec le nombre d'équivalents temps plein de la ferme (ETP).

Les résultats présentés ici sont cohérents avec ceux issus de l'observation de la matrice de corrélation. L'on observe toujours les deux mêmes groupes de variables caractérisant au moins deux groupes de fermes :

- soit des fermes de grande taille avec un volume de main-d'œuvre à l'hectare relativement faible et une productivité du travail importante ;
- soit des fermes plus petites avec un plus grand nombre de travailleurs à l'hectare, qui dégagent un plus grand revenu par unité de surface.

La troisième dimension semble indiquer qu'il existe un troisième groupe de fermes :

- des fermes combinant à la fois une productivité du travail et de la terre (PTR, PTE) supérieures à la moyenne. Ces exploitations sont également caractérisées par une part de la surface sous serre (PSS), une part de l'atelier maraîcher dans le chiffre d'affaires (PAM) et un âge (AGE) plus importants.

Les fermes appartenant au premier groupe auront une valeur élevée sur la première dimension, celles appartenant au deuxième groupe auront une valeur élevée sur la deuxième dimension tandis que les fermes appartenant au troisième groupe auront une valeur élevée sur la troisième dimension.

Une nuance importante est apportée par cette analyse par rapport aux productivités de la terre (PTE) et du travail (PTR). Ici, la deuxième dimension de l'ACP1 oppose de manière significative les productivités du travail et de la terre (PTE, PTR) tandis que la troisième dimension les rassemble de manière significative⁵.

Il semble donc qu'il est plus commun pour les fermes appartenant au premier groupe de combiner à la fois une productivité du travail (PTR) relativement importante et une productivité de la terre (PTE) moyenne tandis qu'il semble plus rare pour les fermes du deuxième groupe de combiner une productivité de la terre (PTE) importante et une productivité du travail (PTR) moyenne. Les fermes du troisième groupe semblent, elles, combiner des productivités de la terre (PTE) et du travail (PTR) moyennes ou supérieures à la moyenne.

Étude des individus

Les figures 4.3 et 4.4 reprennent les projections des cas d'étude dans les plans formés par les deux premières dimensions (figure 4.3) et par la première et la troisième dimension (figure 4.4) de l'ACP1. Les individus sont distingués suivant les différentes modalités de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT).

5. Rappelons tout de même que la première dimension n'oppose pas de manière significative les deux productivités.

En ce qui concerne la première dimension, l'on remarque sur la figure 4.3 qu'il semble exister un gradient du niveau de motorisation (MOT)⁶ des valeurs basses aux valeurs hautes de cette dimension. En effet, les barycentres des modalités MA et MT sont significativement négatifs tandis ce que ceux des modalités ME+ et MC sont significativement positifs (Tableau C.1).

Ce genre de commentaire ne peut pas être fait pour la deuxième dimension. En effet, aucun des barycentres des différentes modalités de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) n'est significativement différent de zéro sur la deuxième dimension (Tableau C.1).

Par ailleurs, soulignons les variabilités importantes des fermes ME+ et MC sur la première dimension (principalement corrélée à la surface brute en légumes (SBL), au chiffre d'affaires en légumes (CAL) et à la productivité du travail (PTR)) et des fermes MA et MT sur la deuxième dimension (principalement corrélée au volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) et à la productivité de la terre (PTE)). Cela indique que les fermes appartenant aux groupes ME+ et MC ont des valeurs relativement homogènes pour les variables corrélées à la deuxième dimension, mais pas pour celles corrélées à la première dimension. La situation est inverse pour les fermes ayant comme modalité MA et MT.

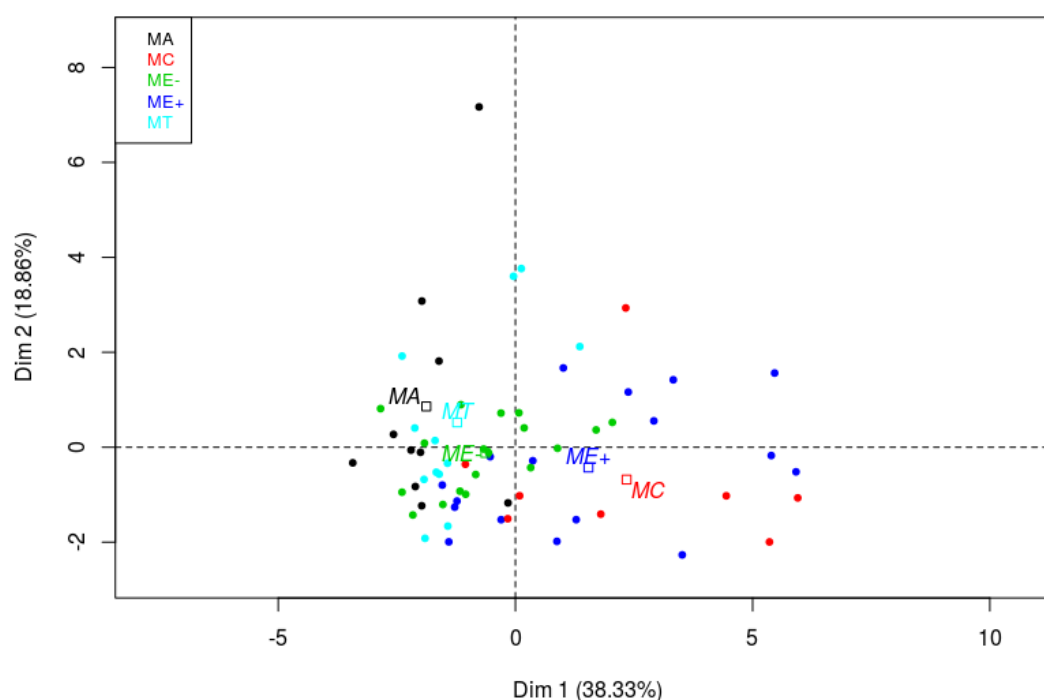


FIGURE 4.3 – Graphique des individus issu de l'ACP1 (dimensions 1 & 2)

En ce qui concerne la troisième dimension, l'on peut observer à la figure 4.4 et dans le tableau C.1 que seul le barycentre de la modalité MT de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) est significativement positif. Les barycentres des autres modalités n'étant pas significativement différents de zéro. Par ailleurs, l'on remarque que, mis à part les modalités MA et MC, toutes les modalités de la variable MOT présentent une variabilité importante sur la troisième dimension.

6. Rappelons que cette variable catégorielle n'est pas une variable active de l'ACP1. Elle ne participe donc pas à la construction des axes.

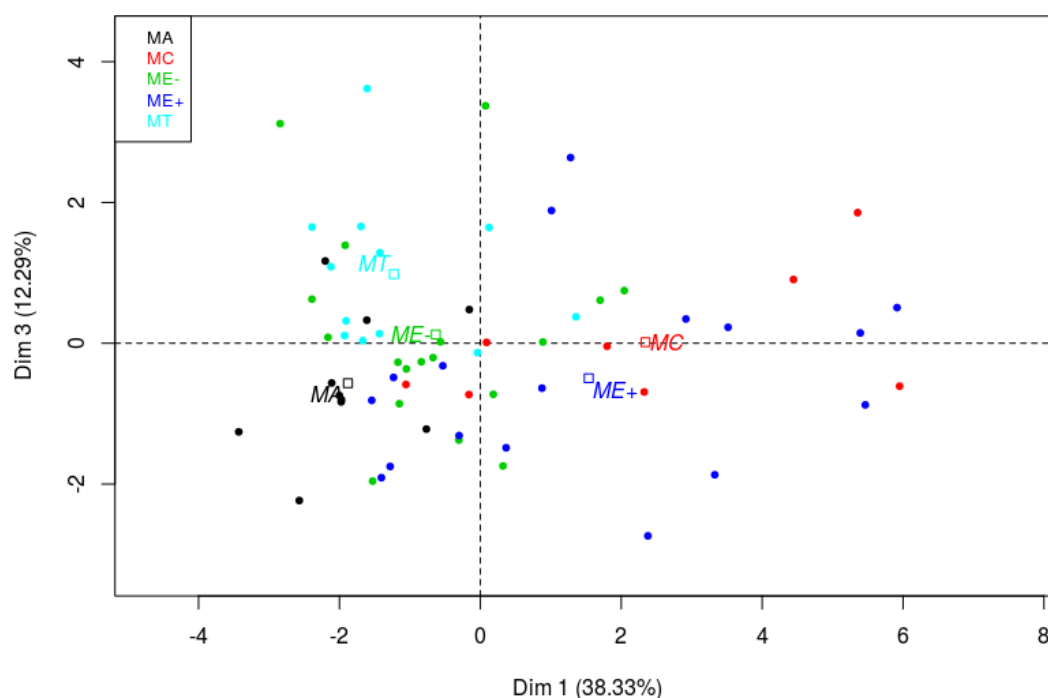


FIGURE 4.4 – Graphique des individus issu de l'ACP1 (dimensions 1 & 3)

Ces différentes observations sont à mettre en lien avec les variables utilisées pour construire ces différentes dimensions (figures 4.2a et 4.2b). L'analyse de la première dimension nous indique que, au plus le niveau de motorisation (MOT) d'une ferme est important, au plus sa surface brute en légumes (SBL) et son chiffre d'affaires en légumes (CAL) seront importants. Son fonctionnement nécessitera un plus grand volume de main-d'œuvre (ETP), généralement salariée (ETS), mais cette quantité de main-d'œuvre est relativement faible lorsque l'on la ramène à la surface totale de la ferme (VMO). Sa productivité du travail (PTR) sera importante.

La deuxième dimension nuance ces affirmations. Elle montre que ce n'est pas parce qu'une ferme a un niveau de motorisation faible qu'elle aura nécessairement un volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) et une productivité de la terre (PTE) plus importants. Lorsque l'on regarde la figure 4.3, l'on voit que ce sont plus particulièrement les fermes ME- qui ont des valeurs faibles sur cette deuxième dimension tandis que les fermes MA et MT ont une dispersion très importante avec certaines fermes présentant des valeurs très élevées tandis que d'autres fermes présentent des valeurs très faibles sur cette dimension.

La troisième dimension nous montre que des fermes utilisant des outils motorisés uniquement pour le travail du sol (MT) auront plus de chance de combiner productivité de la terre (PTE) et du travail (PTR) que les autres. Par ailleurs, la combinaison de productivité de la terre (PTE) et du travail (PTR) est corrélée positivement avec la proportion de surface sous serre (PSS). Elle n'est pas significativement corrélée au volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) ou à la surface totale de l'exploitation (SBL). Certaines fermes très intensives en main-d'œuvre (généralement peu motorisées) pourront donc également combiner les deux types de productivité, tout comme des fermes cultivant sur de plus grandes surfaces (généralement plus motorisées).

4.2.2 Base de données DB2

Lorsque l'Analyse en Composantes Principales (ACP) est effectuée sur la base de données DB2, les trois premières dimensions de l'analyse expliquent respectivement 29,63 ; 13,4 et 8,83% de la variabilité totale observée.

Les conclusions de cette analyse sont assez semblables à celles présentées plus haut, particulièrement en ce qui concerne les graphiques de projection des individus. Quelques observations importantes sont tout de même détaillées dans les paragraphes suivants.

La base de données DB2 reprenant un plus grand nombre de variables que la base de données DB1, les groupes de variables observés précédemment sont quelque peu élargis.

La première dimension de cette analyse est analogue à la première dimension de l'analyse précédente (principalement corrélée positivement à la surface brute en légumes (SBL) et au chiffre d'affaires en légumes (CAL)). Cette dimension est significativement corrélée positivement aux variables issues de la base de données DB2 suivantes :

- l'excédent brut d'exploitation (EBE) ;
- la part du chiffre d'affaires générée par de la vente en gros (CAG) ;
- le nombre de circuits de vente (NBC) ;
- le revenu annuel de l'exploitant (REV).

Une variable corrélée significativement négativement à cette dimension est la part de l'excédent brut d'exploitation par rapport au chiffre d'affaires total (RDI).

En ce qui concerne la deuxième dimension de cette analyse, elle est analogue à la troisième dimension de l'analyse précédente (corrélée positivement à la fois à la productivité de la terre (PTE) et à la productivité du travail (PTR)), elle est significativement corrélée positivement aux variables issues de la base de données DB2 suivantes :

- La part du chiffre d'affaires générée par la vente sous forme de paniers hebdomadaires (CAP) ;
- la part de l'excédent brut d'exploitation par rapport au chiffre d'affaires total (RDI) ;
- le revenu annuel de l'exploitant (REV).

Cette dimension est significativement négativement corrélée aux variables issues de la base de données DB2 suivantes :

- Le nombre de circuits de vente de l'exploitation (NBC) ;
- le nombre de semaines de travail (SDT) ;
- la part du chiffre d'affaires générée par des marchés (CAM) ;
- le nombre d'atelier(s) autre(s) que le maraîchage pratiqués sur la ferme (ATT) ;
- la part du chiffre d'affaires générée par la vente sur la ferme (CAF).

Enfin, la troisième dimension de cette analyse est analogue à la deuxième dimension de l'analyse précédente (principalement corrélée positivement au volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) et à la productivité de la terre (PTE)) est significativement corrélées positivement aux variables issues de la base de données DB2 suivantes :

- La part du chiffre d'affaires générée par la vente sous forme de paniers hebdomadaires (CAP) ;
- Le nombre de semaines de travail (SDT) ;
- la part du chiffre d'affaires générée par la vente sur la ferme (CAF).

Cette dimension est significativement corrélée négativement à la part du chiffre d'affaires générée par des circuits de vente autre que les paniers, les marchés, la vente à la ferme ou la vente en gros (CAA). Les valeurs de différentes corrélations sont présentées au tableau C.2., annexe C.

L'on peut donc compléter la description présentée plus haut :

Les fermes ayant une productivité du travail (PTR) importante avec une surface brute en légumes (SBL) et un chiffre d'affaires en légumes (CAL) importants génèrent une plus grande partie de leur chiffre d'affaires par de la vente en gros (CAG). Par ailleurs, elles écoulent leur production par un plus grand nombre de circuits de vente différents (NBC). Notons que, malgré le fait que la part de charges dans le chiffre d'affaires (RDI) soit plus importante, le revenu des exploitants (REV) de telles fermes est corrélé positivement à la première dimension des deux analyses.

Les fermes ayant un volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) et une productivité de la terre (PTE) importants ont une plus grande part de leur chiffre d'affaires constituée par de la vente sous forme de paniers (CAP) et à la ferme (CAF). Ces fermes semblent également être plus diversifiées étant donné que la part de l'atelier maraîcher dans le chiffre d'affaires (PAM) est négativement corrélée à la troisième dimension de l'analyse effectuée sur la base de données DB2. Par ailleurs, les exploitants de ces fermes semblent prendre moins de semaines de vacances par an (SDT).

Les fermes combinant productivité de la terre (PTE) et du travail (PTR) avec une plus grande proportion de leur surface sous serre (PSS) constituent une relativement grande partie de leur chiffre d'affaires sous forme de paniers (CAP) (et tendent à moins utiliser la vente à la ferme (CAF) et sur les marchés (CAM)). Ces fermes ont également une part de charges dans leur chiffre d'affaires (RDI) relativement peu importante et combinent cela à un revenu de l'exploitant (REV) plus important. Notons au passage que ces exploitants prennent plus de semaines de vacances durant l'année (SDT). Ces fermes semblent être plus spécialisées dans leur activité maraîchère étant donné que, d'une part, la proportion de l'atelier maraîcher dans le chiffre d'affaires (PAM) est relativement importante tandis que le nombre d'ateliers productifs autre que le maraîchage (ATT) est moins important.

Bien que ces groupes de fermes semblent cohérents, il est bon de souligner plusieurs points :

- Tout d'abord, les différents groupes définis plus haut l'ont été fait de manière qualitative et relative. Aucune variable caractérisant ces groupes n'a été chiffrée.
- Ensuite, même si les caractéristiques des différents groupes ont été bien définies par les différentes variables utilisées dans les analyses, aucun cas d'étude n'a été attribué à l'un ou l'autre groupe.
- Enfin, il semble assez héroïque de défendre l'hypothèse que tous les cas d'étude puissent rentrer dans l'un de ces trois groupes de manière pertinente. C'est particulièrement le cas de certains cas d'étude présentant à la fois une valeur faible pour les deux premières dimensions de la première analyse (Figure 4.3) qui semblent combiner à la fois une productivité de la terre (PTE) et du travail (PTR) faibles.

C'est pourquoi ce chapitre a pour but d'être une première approche de la base de données, permettant de mieux appréhender les liens existants entre les différentes variables et le positionnement des individus au sein de la distribution de la base de données. Il permet de mieux appréhender la suite du travail, qui consiste en la construction d'une typologie plus rigoureuse qui répond aux remarques relevées dans ce paragraphe.

Chapitre 5

Présentation de la Typologie

Afin d'affiner l'analyse de la base de données et de la rendre plus pertinente pour les maraîchers, il a été décidé de séparer les cas d'étude en différentes catégories. Ce chapitre sert donc de complément à l'analyse présentée au chapitre 4 et permet d'établir les bases qui seront mobilisées dans la création de l'outil d'aide à la décision au chapitre 6.

La méthodologie derrière la construction de la typologie est présentée au chapitre 3 à la section 3.5. Elle se base sur une classification ascendante hiérarchique (HCPC) réalisée à partir d'une Analyse en Composante Principales (ACP). Ensuite, les catégories issues de la classification ascendante hiérarchique (HCPC) ont été retravaillées et subdivisées.

5.1 Construction de la typologie - Résultats intermédiaires

5.1.1 Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'utilisation du package FactoMineR (Husson et al., 2008) pour séparer les individus d'une base de données en différents types nécessite d'effectuer une analyse multivariée en amont de la classification. Plusieurs essais ont été effectués :

- D'abord avec une Analyse Factorielle Multiple (AFM), permettant de prendre en compte la variable de caractérisation du niveau de motorisation (MOT). Le résultat n'était pas satisfaisant étant donné que les cinq catégories proposées correspondaient à 100% aux différentes modalités de la variable (une catégorie par modalité). L'arbre présentant cette classification se trouve à l'annexe B, figure B.2.
- Ensuite, avec l'Analyse en Composantes Principales (ACP) utilisée pour décrire la base de données au chapitre 4 (ACP1). La classification issue de cette analyse séparait l'échantillon en trois catégories. Ici non plus, le résultat n'était pas satisfaisant. En effet, l'arbre de classification présente un effet de chaîne (il a une forme d'escalier, annexe B, figure B.1). Cela peut indiquer un rapprochement d'individus de proche en proche sans qu'il soit pertinent (Husson, 2014).
- Une nouvelle Analyse en Composantes Principales (ACP) a donc été réalisée spécialement pour construire la typologie (ACP2). La différence entre cette nouvelle analyse et celle présentée à la section 4.2 est que certaines variables quantitatives¹ ne sont plus des variables actives de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), car elles pouvaient rapprocher de manière injustifiée des exploitations agricoles. Les résultats de cette nouvelle analyse sont assez semblables à ceux de l'analyse présentée à la section 4.2. Ils sont néanmoins détaillés dans les paragraphes suivants.

1. PAM, ETE, ETB, ETS, AGE, CAT, acronymes explicités au tableau 3.2.

Pour plus de clarté, rappelons que l'Analyse en Composantes Principales (ACP) présentée à la section 4.2 (où aucune variable quantitative n'est supplémentaire) est nommée ACP1 tandis que celle utilisée pour construire la typologie (où certaines variables quantitatives sont supplémentaires) est nommée ACP2.

Les trois premières dimensions de L'ACP2 expliquent respectivement 48,78 ; 22,93 et 18,63 % de la variabilité observée². L'on remarque que le pourcentage de variance expliquée est plus important que pour l'ACP1. C'est probablement dû au fait que, d'une part, moins de variables sont utilisées la quantité de variance à expliquer est donc moins importante. D'autre part, certaines variables actives de l'ACP1 ont une distribution assez homogène au sein de l'échantillon³. Lorsqu'elles ne sont plus prises en compte dans l'ACP2, la séparation des variables en différentes dimensions est donc plus nette.

Les figures 5.1a et 5.1b présentent les cercles de corrélation de l'ACP2. Les variables supplémentaires sont symbolisées par des vecteurs en pointillés bleus. Par rapport à l'ACP1 notons que :

- La première dimension est quasiment semblable. La seule différence est que cette dimension est maintenant significativement négativement corrélée à la productivité de la terre (PTE).
- La deuxième dimension est proche. Cependant elle n'est plus significativement corrélée négativement à la surface brute en légumes (SBL), à la surface sous serre (SSS) et à la productivité du travail (PTR). Par ailleurs, elle est maintenant significativement corrélée à la part de surface sous serre (PSS), aux chiffres d'affaires en légumes (CAL) et total (CAL) et à l'âge de l'exploitation (AGE).
- La troisième dimension est relativement différente. Elle n'est plus corrélée significativement à la productivité de la terre (PTE)⁴, à l'âge de l'exploitation (AGE) et à la part de l'atelier maraîcher dans le chiffre d'affaires total (PAM). Cette dimension est maintenant significativement corrélée positivement avec la part de travail assurée par le ou les exploitant(s) (ETE) tandis que qu'elle est corrélée négativement avec la part de travail réalisée par des salariés (ETS) et au volume de main-d'œuvre par unité de surface (VMO). Enfin, le barycentre de la modalité MA (travail exclusivement manuel) de la variable caractérisant le niveau de motorisation de la ferme (MOT) a maintenant une valeur significativement négative sur cette dimension.

Les valeurs des corrélations significativement non nulles entre les dimensions de cette ACP2 et les différentes variables sont présentées en annexe au tableau D.2 de l'annexe D.

2. La quatrième dimension n'expliquant que 4,23% de la variabilité observée, elle peut être négligée. C'est également le cas des dimensions suivantes.

3. Notamment PAM, ETB, ETS, acronymes explicités au tableau 3.2.

4. Cette dimension n'est donc plus corrélée à la fois à la productivité de la terre (PTE) et du travail (PTR).

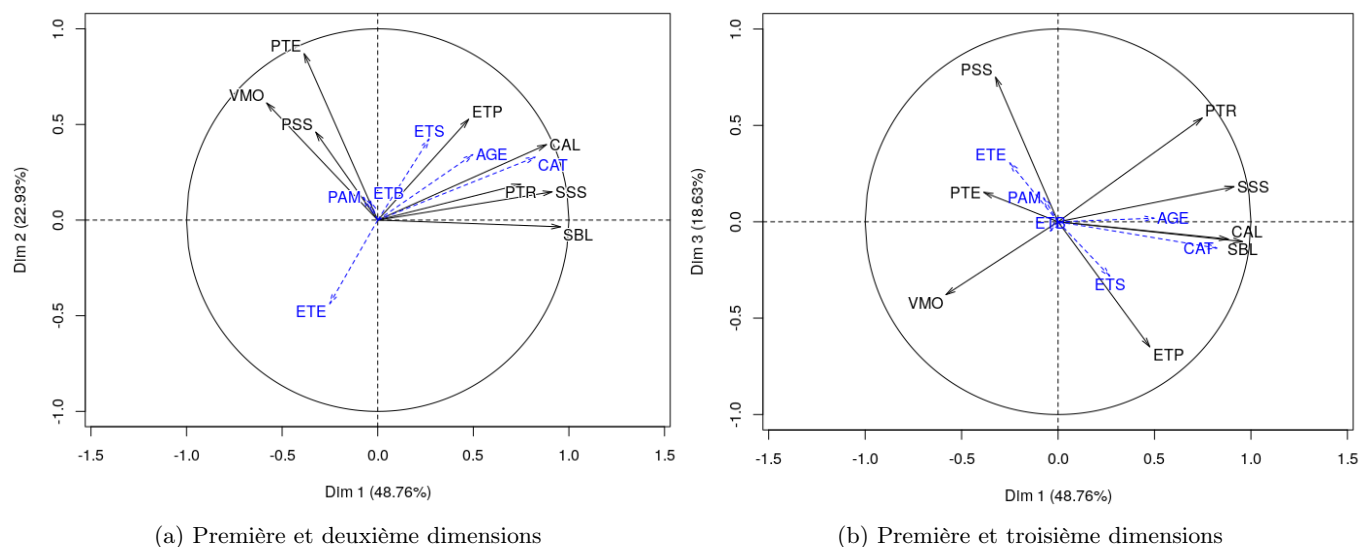


FIGURE 5.1 – Cercles de corrélations issus de l'ACP2.

5.1.2 Classification ascendante hiérarchique (HCPC)

La classification ascendante hiérarchique (HCPC) effectuée grâce au package FactoMineR du programme R (Husson et al., 2008) sépare les individus de la base de données DB1 en trois groupes comme le montre la figure 5.2. Ces groupes, appelés *clusters* dans la suite du travail, sont projetés à la figure 5.3a sur le plan formé par les deux premières dimensions de l'ACP1.

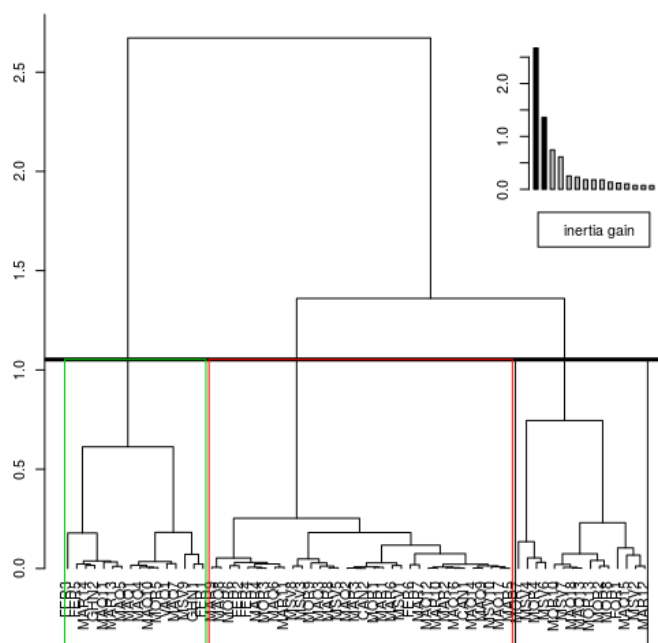


FIGURE 5.2 – Arbre de la classification ascendante hiérarchique construit à partir de l'ACP2. Cette figure a déjà été présentée dans ce travail à la figure 3.6.

La figure 5.2 présente les différents cas d'étude séparés en trois clusters par la classification ascendante hiérarchique (HCPC) tandis que la figure 5.3a présente la projection des cas d'étude sur les deux premières dimensions de l'ACP1 et les distingue suivant le cluster auquel ils appartiennent.

Clust 1, composé de quinze cas d'étude. Le barycentre de cette classe a une valeur significativement négative sur la première dimension et significativement positive sur la deuxième et la troisième dimension de l'ACP1. Par rapport à la moyenne générale, son barycentre présente une surface brute en légumes (SBL) significativement inférieure. Cependant, il présente une productivité de la terre (PTE), une part de surface sous serre (PSS) et un besoin de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) significativement supérieurs. Cette classe est significativement liée à la modalité MT (travail du sol motorisé) de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT). En effet, 46,67% des fermes le composant présentent cette modalité.

Clust 2, composé de trente-six cas d'étude. Le barycentre de cette classe a une valeur significativement négative sur les trois dimensions de l'ACP1. Par rapport à la moyenne générale, son barycentre présente une proportion de travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE) significativement plus importante. Il présente des valeurs significativement inférieures à la moyenne générale pour un grand nombre de variables, notamment le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO), la surface brute en légumes (SBL), la part de surface sous serre (PSS), l'âge de l'exploitation (AGE) et les productivités de la terre (PTE) et du travail (PTR). Aucune modalité de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) n'est significativement liée à cette classe.

Clust 3, composé de quatorze cas d'étude. Le barycentre de cette classe a une valeur significativement positive sur la première dimension et non significativement différente de zéro sur les deux autres dimensions de l'ACP1. Par rapport à la moyenne générale, son barycentre présente une valeur significativement plus importante pour de nombreuses variables, notamment la surface brute en légumes (SBL), la productivité du travail (PTR), l'âge de l'exploitation (AGE) et la proportion de travail réalisée par de la main-d'œuvre salariée (ETS). Il présente une valeur significativement moins importante pour le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO). Cette classe est significativement liée à la modalité ME+ (grande proportion des opérations motorisées) de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT). Les fermes présentant cette modalité représentant 57,14% des fermes de la classe.

Les caractéristiques principales des clusters sont résumées au tableau 5.1. Le tableau annexe D.1 présente les valeurs moyennes des clusters pour les variables dont cette moyenne est significativement différente de la moyenne générale.

TABLE 5.1 – Variables significativement supérieures ou inférieures à la moyenne générale pour les trois clusters

Variables significativement			
	n	> moyenne générale	< moyenne générale
Clust1	15	PTE, PSS, VMO	SSS, SBL
Clust2	36	ETE	VMO, SBL, ETP, PSS, CAT, PTR, SSS, AGE, CAL, PTE
Clust3	14	SSS, SBL, CAL, CAT, PTR, AGE, ETP, ETS	VMO

5.1.3 Remaniement manuel

Un élément clé lié au fonctionnement d'une exploitation maraîchère n'a pas été pris en compte dans la formation des différents clusters. Il s'agit du niveau de motorisation (MOT) de l'exploitation. Pour rendre la classification plus cohérente, il a été décidé de remanier les trois clusters en trois nouveaux

groupes en se basant d'une part, sur le niveau de motorisation (MOT) et, d'autre part, sur le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO). En effet, la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT) se basant parfois sur des éléments indirects (comme la liste de matériel possédée par le maraîcher, voir section 3.3.3), le volume de main-d'œuvre à l'hectare donne une information complémentaire. Ce processus est détaillé au chapitre 3, section 3.5.2. Ces transferts peuvent être visualisés en comparant les figures 5.3a et 5.3b.

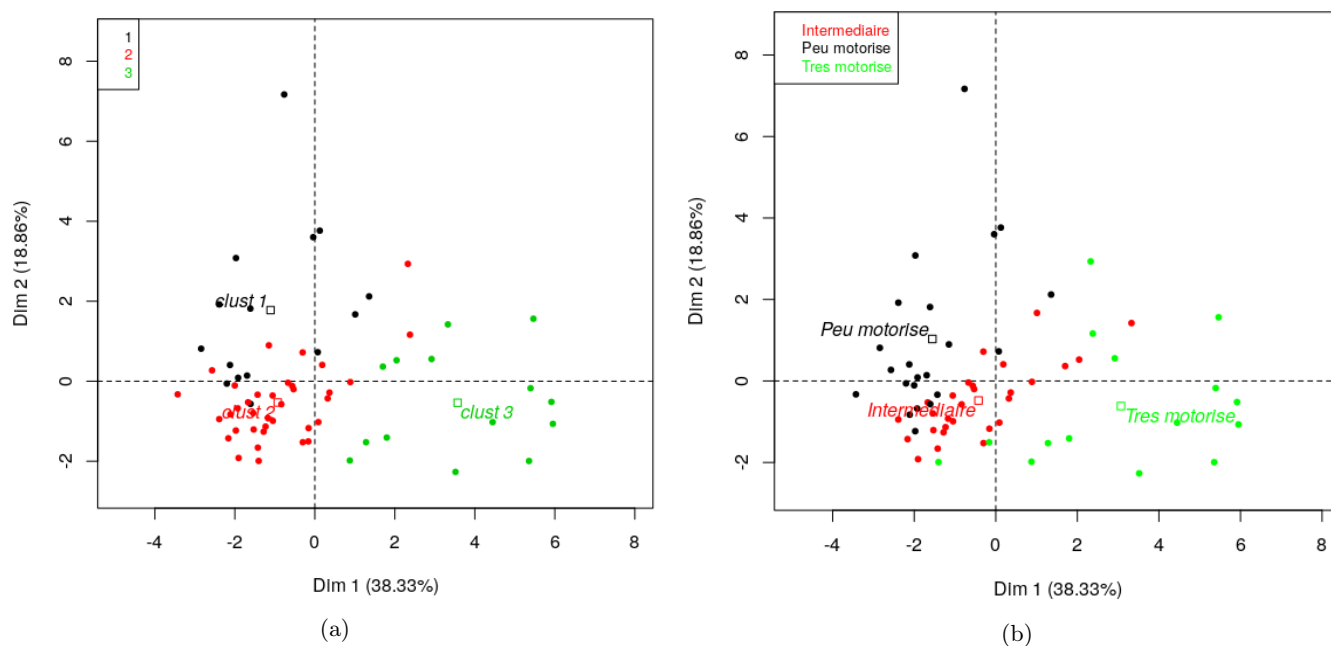


FIGURE 5.3 – Projection des clusters issus de la classification ascendante hiérarchique (HCPC) (figure 5.3a) et des groupes après le remaniement manuel (figure 5.3b) sur le plan formé par les deux premières dimensions de l'ACP1.

Par rapport à la moyenne générale, l'on observe pour les différents groupes les différences significatives suivantes. Ces caractéristiques sont explicitées au tableau 5.2.

Le groupe A (peu motorisé (Pm)), composée de vingt-deux individus, correspondant en grande partie à l'ancien groupe Clust 1. Il présente un plus grand besoin de main-d'œuvre par unité de surface (VMO), une plus grande productivité de la terre (PTE), une plus grande part de surface sous serre (PSS) et une plus grande proportion de travail effectuée par de la main-d'œuvre bénévole (ETB). Ce groupe présente une productivité du travail (PTR) et une surface brute en légumes (SBL) significativement moins importantes. Ce groupe est significativement lié aux modalités MA (travail entièrement manuel) et MT (travail du sol motorisé) de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT).

Le groupe B (intermédiaire (It)), composée de vingt-huit individus, correspondant en grande partie à l'ancien groupe Clust 2. Il présente une productivité de la terre (PTE) et un volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) significativement moins importants. Ce groupe est significativement lié aux modalités MA (travail entièrement manuel) et ME- (une petite proportion des travaux sont motorisés).

Le groupe C (très motorisé (Tm)), composée de quinze individus, correspondant en grande partie à l'ancien groupe Clust 3. Il présente une surface brute en légumes (SBL) et une productivité

du travail (PTR) plus importantes. Ce groupe est composé de fermes plus anciennes (AGE) où une plus grande proportion de la main-d'œuvre est constituée par des salariés (ETS). Les fermes de ce groupe ont, en moyenne, une proportion de surface sous serre (PSS), une productivité de la terre (PTE) et un volume de main-d'œuvre à l'hectare moins importants. Ce groupe est significativement lié aux modalités ME+ (grande proportion des travaux motorisés) et MC (toutes les opérations peuvent être motorisées) de la variable caractérisant le niveau de motorisation (MOT).

TABLE 5.2 – Caractérisation des trois groupes de fermes après le remaniement manuel.

Variable	Unité	Moyenne Générale	Groupes		
			A (Pm)	B (It)	C (Tm)
		65	22	28	15
Surface brute en légumes (SBL)	ha	2,52	<i>0,85</i>	2,04	<i>5,86</i>
Part de surface sous serre (PSS)	%	0,10	<i>0,13</i>	0,08	<i>0,07</i>
Nombre d'équivalents temps plein (ETP)	ETP ¹	2,60	2,28	2,46	<i>3,30</i>
Chiffre d'affaires en légumes (CAL)	10 ³ .€	72,26	<i>44,92</i>	62,96	<i>129,72</i>
Part du travail réalisée par le(s) exploitant(s) (ETE)	%	0,81	0,82	0,84	<i>0,69</i>
Part du travail réalisée par des salariés (ETS)	%	0,15	0,10	0,12	<i>0,26</i>
Part du travail réalisée par des bénévoles (ETB)	%	0,05	<i>0,09</i>	<i>0,02</i>	0,04
Volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO)	ETP/ha	1,71	<i>3,07</i>	<i>1,21</i>	<i>0,66</i>
Productivité de la terre (PTE)	10 ³ .€/ha	36,98	<i>54,47</i>	<i>30,52</i>	<i>23,37</i>
Productivité du travail (PTR)	10 ³ €/ETP	27,48	<i>21,42</i>	25,65	<i>39,78</i>

Les valeurs en italique indiquent qu'elles sont significativement différentes de la moyenne générale ($\alpha = 0,05$).

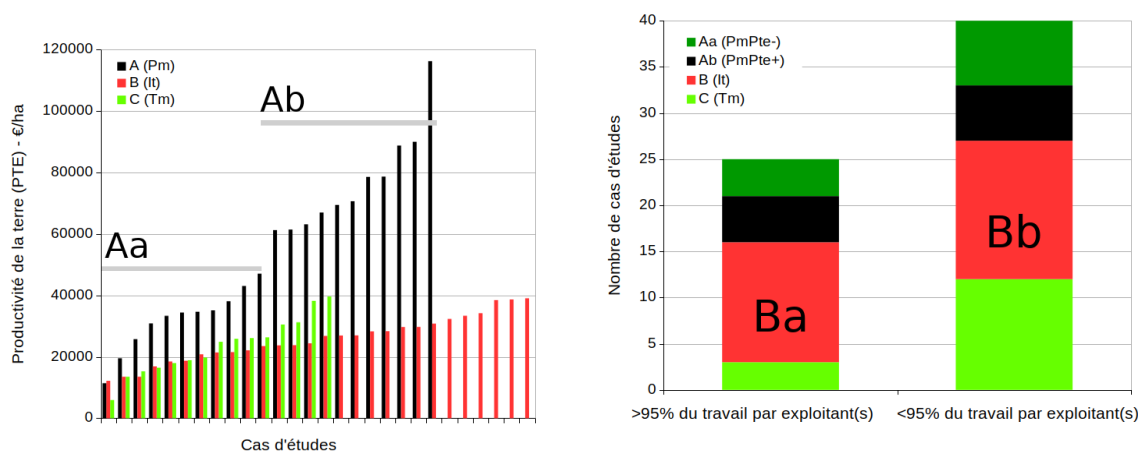
¹ Un ETP correspond à 1824 heures prestées en un an, que ce soit par un exploitant, un salarié ou un bénévole (section 3.3.4).

5.1.4 Subdivisions arbitraires

Pour affiner la typologie, les différents groupes ont été divisés suivant leur productivité de la terre (PTE) et la proportion de travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE). Ces divisions sont présentées à la figure 5.4. Seuls les types considérés comme pertinents ont été conservés :

- Seul le groupe A (fermes peu motorisées (Pm)) a pu être divisé suivant la productivité de la terre (PTE). En effet c'est le seul groupe présentant un saut de productivité assez important (figure 5.4a). L'on obtient donc deux types de fermes peu motorisées : un type ayant une productivité de la terre faible (Aa, PmPte-) et un type ayant une productivité de la terre élevée (Ab, PmPte+).
- Seul le groupe B (fermes intermédiaires (It)) a pu être divisé suivant la proportion de travail réalisée par le ou les employés (ETE). En effet, lorsque cette division est appliquée aux autres classes (Aa (PmPte), Ab (PmPte+) et C (Tm)), les sous-groupes formés sont trop petits pour pouvoir obtenir des résultats significatifs (figure 5.4b). L'on obtient donc deux nouveaux types de fermes présentant un niveau de motorisation intermédiaire : un type où plus de 95% de la charge de travail est assurée par le ou les exploitants (Ba, ItEte+) et un type où une part non négligeable du travail (plus de 5%) est effectuée par des salariés (Bb, ItEte-).

Ces différents types sont présentés à la section 5.2.



(a) Séparation des groupes suivant la productivité de la terre (PTE). Notons que seul le groupe A (Pm) présente un saut de productivité important.

(b) Séparation des groupes suivant la part du travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE). Notons que seul le groupe B (It) constitue des sous groupes de taille suffisante pour pouvoir être analysés dans la suite de ce travail.

FIGURE 5.4 – Séparation des groupes suivant la productivité de la terre (PTE) et la part du travail réalisée par le ou les exploitant(s) (ETE). Ces figures ont déjà été présentées au chapitre 3.

5.2 Présentation de la typologie

Notre typologie finale est donc composée de cinq types :

- Un type de fermes peu motorisées présentant une productivité de la terre faible (Aa), que l'on nommera dans la suite du travail PmPte-. Ce type est composé de onze cas d'étude.
- Un type de fermes peu motorisées présentant une productivité de la terre (PTE) élevée (Ab), que l'on nommera dans la suite du travail PmPte+. Ce type est composé de onze cas d'étude.
- Un type de fermes présentant un niveau de motorisation intermédiaire, où au moins 95% du travail est assuré par le ou les exploitants (Ba), que l'on nommera dans la suite du travail ItEte+. Ce type est composé de quatorze individus.
- Un type de fermes présentant un niveau de motorisation intermédiaire, où au moins 5% du travail est assuré par un ou plusieurs salarié(s) (Bb), que l'on nommera dans la suite du travail ItEte-. Ce type est composé de quatorze individus.
- Un type de fermes très motorisées (C), que l'on nommera dans la suite du travail Tm. Ce type est composé de quinze individus.

Les caractéristiques de ces différents types sont chiffrées au tableau 5.3.

TABLE 5.3 – Valeurs moyennes des différents types pour les variables SBL, PSS, CAL, ETE, ETS, ETB, PTE, PTR, VMO (acronymes explicités au tableau 3.2).

		PmPte+		PmPte-		ItEte-		ItEte+		Tm	
Surface brute en légumes (SBL)	ha	0,78	b	0,91	b,c	2,22	c	1,83	b,c	5,86	a
Part de surface sous serre (PSS)	%	14,44	b	11,27	a,b	8,38	a	8,50	a	7,13	a
Nombre d'équivalents temps plein (ETP)	ETP	2,78	a,b	1,80	b	2,81	a,b	2,05	b	3,30	a
Chiffre d'affaires annuel en légumes (CAL)	10 ³ €	60,42	b,c	29,42	b	79,56	c	43,79	b,c	129,72	a
Part du travail réalisée par le/les exploitant(s) (ETE)	%	75,18	a	88,11	a,b	74,01	a	99,37	b	69,28	a
Part du travail réalisée par des salariés (ETS)	%	16,90	a,b	2,99	b	22,88	a	0,63	b	26,29	a
Part du travail réalisée par des bénévoles (ETB)	%	9,45	a	9,14	a,b	5,43	a	0,00	b	4,44	a
Productivité de la terre (PTE)	10 ³ €/ha	76,83	b	32,12	a,c	36,00	c	24,20	a	23,37	a
Productivité du travail (PTR)	10 ³ €/ETP	25,83	b	17,00	b	27,99	b	22,95	b	39,78	a
Volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO)	ETP/ha	4,03	b	2,10	c	1,29	a,c	1,11	a,c	0,66	a
Nombre d'individus		11		11		15		13		15	

Les lettres en minuscule associées aux différentes colonnes désignent les valeurs significativement différentes entre elles ou non. Elles ont été établies à l'aide de la fonction *pairwise.t.test()* de R avec comme méthode d'ajustement la méthode de Holm.

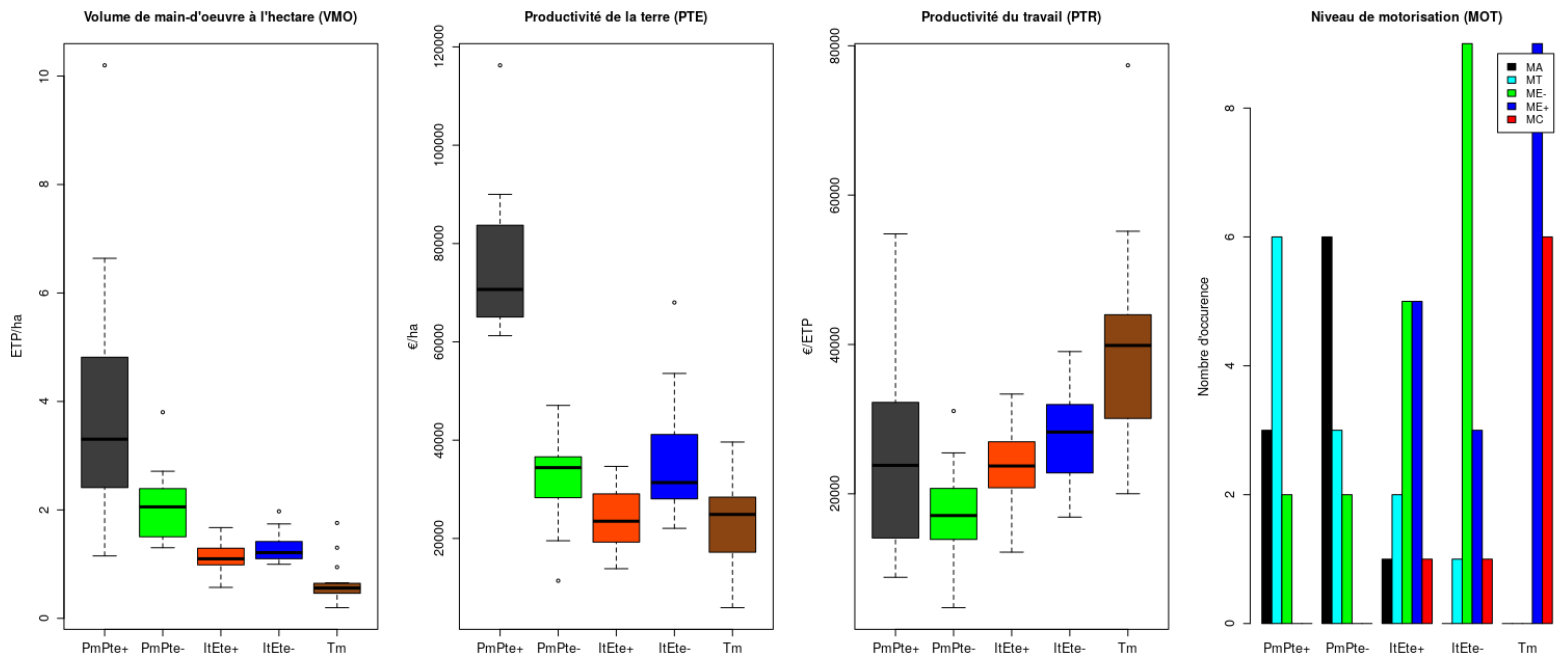


FIGURE 5.5 – Distribution des variables VMO, PTE, PTR et MOT (acronymes explicités au tableau 3.2) pour les cinq classes de la typologie finale

La figure 5.5 permet de comparer le comportement des différents groupes par rapport au volume de main-d'œuvre par hectare (VMO), à la productivité de la terre (PTE) et à la productivité du travail (PTR). L'on voit que, pour ces trois variables, le groupe peu motorisé, productivité de la terre importante (PmPte+) présente une distribution plus large que celle des autres groupes.

L'on peut également observer que le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) diminue lorsque le niveau de motorisation augmente. Un tel gradient ne se dégage pas de manière claire en ce qui concerne la productivité de la terre (PTE) ou du travail (PTR).

Si l'on compare les deux groupes de fermes peu motorisées (PmPte+ et PmPte-) l'on voit que, d'une part, le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) des fermes peu productives (PmPte-) est moins important et que, d'autre part, une plus grande proportion des fermes de ce groupe (PmPte-) sont totalement manuelles (modalité MA de la variable MOT). Il en résulte une charge de travail plus importante (le travail du sol devant être réalisé manuellement) tout en ayant un volume de main-d'œuvre disponible par unité de surface (VMO) moins important. Moins de travail peut donc être consacré à la production, à la vente ou à la transformation des produits. La productivité de la terre (PTE) des systèmes peu productifs (PmPte-) est donc bien moins importante⁵. Elle est si faible que, malgré le fait que le volume de main d'œuvre à l'hectare (VMO) soit également moins important, la productivité du travail (PTR) de ces systèmes (PmPte-) semble être inférieure à celle des systèmes productifs (PmPte+), bien que cette différence ne soit pas significative. L'on peut supposer que les exploitants de systèmes peu motorisés et peu productifs (PmPte-) sous-estiment la charge de travail liée à une production maraîchère majoritairement manuelle tout en ne limitant pas cette charge par la motorisation du travail du sol (par choix ou pour éviter des investissements). Il en résulte un revenu annuel (REV) faible, même pour les standards de ce secteur d'activité.

Si l'on compare les deux types de fermes ayant un niveau de motorisation intermédiaire (ItEte+ et ItEte-), l'on voit qu'elles ont un volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) relativement semblable. Cependant les fermes engageant de la main-d'œuvre extérieure (ItEte-) ont généralement une productivité de la terre (PTE) et une productivité du travail (PTR) plus élevée que celles se contentant de la main-d'œuvre de l'exploitant (ItEte+). L'étude de Berry and Dansette (2014) émet une hypothèse pouvant expliquer ce phénomène. L'augmentation du niveau de mécanisation (MOT) et de la surface cultivée (SBL) des fermes ne se basant pas sur de la main-d'œuvre extérieure (ItEte+) peut résulter d'un besoin de cultiver plus pour compenser un manque de rendement lié à une technique insuffisante. Cependant, le volume de main-d'œuvre limité (un ou deux exploitant(s) maximum) ne permet pas d'augmenter suffisamment la surface cultivée pour obtenir un résultat économique satisfaisant. Ces exploitants sont bloqués dans ce système, car employer de la main-d'œuvre supplémentaire ou augmenter leur niveau de motorisation est un risque que leur faible productivité de la terre (PTE) décourage à prendre. Cela entraîne des résultats économiques relativement faibles par rapport au groupe engageant de la main-d'œuvre extérieure (ItEte-).

La figure 5.6 est la projection des cas d'étude distingués suivant le groupe de la typologie auquel ils appartiennent sur l'axe formé par les deux premières dimensions de l'ACP1⁶.

5. Rappelons que d'autres facteurs rentrent en jeu dans la construction de la productivité de la terre. Il s'agit des types de légumes produits et des circuits de vente. Malheureusement ces éléments n'ont pas pu être étudiés par manque de données.

6. Les résultats de l'ACP1 sont présentés en détail à la section 4.2. Rappelons rapidement que :

- La première dimension est principalement corrélée positivement au chiffre d'affaires en légumes (CAL), à la surface brute en légumes (SBL), à la productivité du travail (PTR) et négativement à la part de surface sous serre (PSS) et au volume de main-d'œuvre par hectare (VMO).
- La deuxième dimension est principalement corrélée positivement au volume de main d'œuvre par hectare (VMO), à la productivité de la terre (PTE) et négativement à la productivité du travail (PTR) et à la surface brute en légumes (SBL).

L'on voit que, en moyenne :

- Les fermes peu motorisées avec une productivité de la terre importante (PmPte+) ont une valeur non significativement différente de zéro sur la première et significativement positive sur la deuxième dimension de l'analyse.
- Les fermes peu motorisées avec une productivité de la terre faible (PmPte-) ont une valeur significativement négative sur la première et non significativement différente de zéro sur la deuxième dimension de l'analyse.
- Les fermes avec un niveau de motorisation intermédiaire se basant uniquement sur la main-d'œuvre de l'exploitant (ItEte+) ont une valeur significativement négative sur les deux premières dimensions de l'analyse.
- Les fermes avec un niveau de motorisation intermédiaire engageant de la main-d'œuvre extérieure (ItEte-) ont une valeur non significativement différente de zéro sur les deux premières dimensions de l'analyse.
- Les fermes très motorisées (Tm) ont, elles, une valeur significativement positive sur la première et non significativement différente de zéro sur la deuxième dimension de l'analyse.

Si l'on regarde les points individuellement, l'on voit que des fermes des groupes très motorisé (Tm), intermédiaire basées sur de la main-d'œuvre extérieure (ItEte-) et peu motorisées productives (PmPte+) peuvent obtenir des valeurs relativement importantes sur les deux dimensions de l'analyse. La quasi-totalité des fermes des groupes peu motorisés peu productif (PmPte-) et intermédiaire se basant sur la main-d'œuvre de l'exploitant (ItEte+) sont cantonnées à la zone du graphique combinant une faible valeur sur au moins une des dimensions de l'analyse.

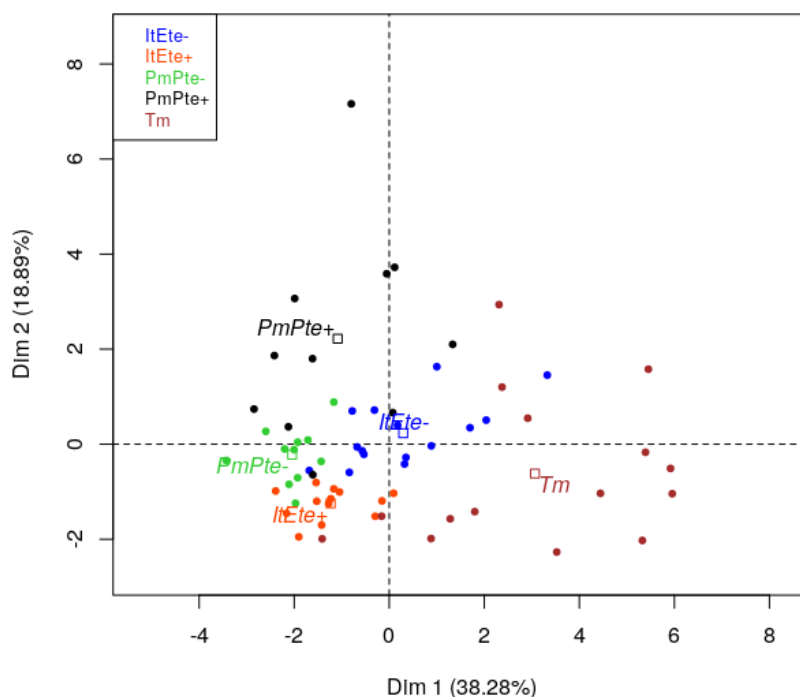


FIGURE 5.6 – Projection des cas d'étude sur les deux premières dimensions de l'ACP1 (section 4.2) séparés suivant les différents types de la typologie finale.

5.3 Présentation des différents types

5.3.1 Les fermes peu motorisées ayant une productivité de la terre importante (PmPte+)

La surface brute en légumes (SBL) de ces fermes est presque systématiquement inférieure à un hectare. Seules deux fermes de notre échantillon dépassent ce seuil. Par ailleurs, la surface brute en légumes (SBL) de certaines d'entre elles est très réduite, trois fermes de notre échantillon ont une surface brute en légumes (SBL) inférieure à un demi-hectare. La part de cette surface sous serre (PSS) est généralement supérieure à dix pour cent. Seules trois fermes de ce type ne sont pas dans ce cas.

Le nombre d'équivalent(s) temps plein dédié(s) au maraîchage (ETP) est assez variable (de moins d'un à plus de cinq) et n'est pas corrélé de manière significative à la surface brute en légumes (SBL). Cinq fermes de ce groupe n'ont pas recours de manière significative (au moins cinq pour cent) à un autre type de main-d'œuvre que celle du ou des exploitants (ETE). Notons tout de même que pour trois exploitations, cinquante pour cent ou plus de la main-d'œuvre est salariée (ETS) et que pour cinq fermes, de la main-d'œuvre bénévole (ETB) est employée de manière significative. Par ailleurs deux fermes combinent des niveaux de main-d'œuvre salariée (ETS) et bénévole (ETB) significatifs. L'emploi de main-d'œuvre bénévole n'est corrélé ni à la surface brute en légumes (SBL), ni au nombre d'équivalents temps plein (ETP) ni aux proportions de main-d'œuvre d'un autre statut (ETS, ETE).

Le chiffre d'affaires en légumes (CAL) de ces fermes est assez variable, généralement compris entre trente et nonante mille euros (deux fermes dépassent les cent-mille euros). Il est significativement corrélé positivement à la surface brute en légumes (SBL).

En ce qui concerne les différents indicateurs de performances :

Le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO), n'est inférieur à deux équivalents temps plein par hectare que dans un seul cas d'étude. Il est généralement compris entre deux et quatre équivalents temps plein par hectare, mais dépasse cinq équivalents temps plein par hectare pour trois cas d'étude. Logiquement, cette variable est significativement négativement corrélée à la productivité du travail (PTR)⁷. Un résultat plus étonnant est qu'elle est également significativement négativement corrélée à la part de surface sous serre (PSS). Il semblerait donc que les fermes moins intensives en main-d'œuvre compensent cela en allongeant de manière plus importante leur saison de production et en allouant une part de surface plus importante à des cultures à haute valeur ajoutée.

La productivité de la terre (PTE), varie peu entre les différentes fermes : autour des septante mille euros par hectare. La seule exception est le cas d'étude FOR1 (Fortier, 2016) qui atteint les cent mille euros par hectare. Cela peut être expliqué, d'une part par sa maîtrise technique, mais également par le prix des légumes biologiques, plus élevé au Canada (Stone, 2015) et par le fait qu'il cultive en priorité des légumes à haute valeur ajoutée. Par ailleurs, notons que cette productivité n'est atteinte que sur une période relativement courte, la production s'étalant sur 33 semaines (mars-décembre) et la vente sur 21 semaines (juin-novembre).

La productivité du travail (PTR) varie assez peu autour de la moyenne de vingt-cinq mille euros par équivalent temps plein. Les cas d'étude s'éloignant fortement de la moyenne emploient soit beaucoup soit peu de main-d'œuvre à l'hectare (VMO). Comme dit plus haut, ces deux variables sont significativement négativement corrélées. La productivité du travail (PTR) est significativement positivement corrélée avec la part de surface sous serre (PSS). C'est probablement lié aux espèces de légumes et à la période potentielle de production que permettent les serres, mais

7. Étant donné que dans un cas, le nombre d'équivalents temps plein (ETP) est au numérateur d'une fraction (VMO) et au dénominateur dans l'autre (PTR), ce résultat est logique.

également au fait que, comme dit plus haut, les fermes ayant une part de surface sous serre (PSS) élevée emploient généralement moins de main-d'œuvre à l'hectare (VMO).

Étant donné que les informations concernant les circuits de vente et la rentabilité de ce type d'exploitation ne sont disponibles que pour quatre cas d'étude, ces variables ne seront pas commentées.

5.3.2 Les fermes peu motorisées ayant une productivité de la terre faible (PmPte-)

Ces fermes ont une surface brute en légumes (SBL) assez homogène, généralement proche d'un hectare⁸. Ce n'est pas le cas de la part de surface sous serre (PSS) qui peut être soit assez faible (autour des six pour cent pour quatre cas d'étude) soit relativement élevée (à plus de quinze pour cent pour quatre cas d'étude). Trois cas d'étude présentent une part de surface sous serre (PSS) intermédiaire autour des dix pour cent. Notons que cette variable est significativement corrélée positivement à la productivité de la terre (PTE).

Le nombre d'équivalent(s) temps plein est également relativement constant, autour de 1,6 ETP. Peu de fermes emploient de la main-d'œuvre salariée (ETS) de manière significative (trois cas d'étude). Quatre exploitations de ce groupe ont recours de manière significative à de la main-d'œuvre bénévole (ETB). Aucune ferme n'a recours à la fois à de la main-d'œuvre salariée et bénévole. Il en résulte que quatre fermes de ce groupe ne se basent que sur la force de travail du ou des exploitant(s) (ETE).

Le chiffre d'affaires en légumes (CAL) de ces exploitations est également homogène autour des trente-mille euros. Ici aussi, cette variable est significativement corrélée positivement à la surface brute en légumes (SBL).

En ce qui concerne les différents indicateurs de performances :

Le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO), est compris entre 1,5 et 2,5 équivalents temps plein par hectare pour neuf cas d'étude sur onze. Comme l'on pouvait s'y attendre, cette variable est négativement corrélée à la productivité du travail (PTR).

La productivité de la terre (PTE), est généralement comprise entre vingt et quarante-sept mille euros par hectare. Cette variable est significativement positivement corrélée à la part de surface sous serre (PSS). La productivité de la terre est également significativement corrélée positivement à la productivité du travail (PTR). Ce résultat avait déjà été observé lors de l'analyse préliminaire de la base de données au chapitre 4 et est discuté plus en détail à la section 5.4.1.

La productivité du travail (PTR), est assez variable, mais reste en deçà des trente mille euros par équivalent temps plein. Cette variable ne montre pas d'autre corrélation significativement non nulle, mis à part avec le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO, corrélation négative) et avec la productivité de la terre (PTE, corrélation positive).

Ces fermes ont généralement deux à quatre circuits de vente différents, répartis relativement équitablement entre la vente sous forme de paniers, la vente à la ferme et la vente sur les marchés.

Les charges représentent un peu plus de cinquante pour cent du chiffre d'affaires, le revenu annuel d'un exploitant au sein de ces systèmes est compris entre deux et neuf mille euros.

8. La seule exception étant une ferme en première année de production.

5.3.3 Les fermes à niveau de motorisation intermédiaire avec des salariés (ItEte-)

Ces fermes ont systématiquement une surface brute en légumes (SBL) supérieure à un hectare et demi. Seuls deux cas d'étude sur quinze ont une surface brute en légumes (SBL) supérieure à trois hectares. La part de surface sous serre (PSS) est généralement comprise entre six et dix pour cent. Pour ce groupe également, la part de surface sous serre (PSS) est significativement positivement corrélée à la productivité de la terre (PTE).

Le nombre d'équivalent(s) temps plein (ETP) alloué(s) à l'activité maraîchère est relativement variable, allant d'un et demi à plus de trois équivalent(s) temps plein (ETP). Cette variable est fortement corrélée à la surface brute en légumes (SBL). Seules trois exploitations de ce groupe n'ont pas une part significative de main-d'œuvre assurée par des salariés (ETS). Elles font alors appel à de la main-d'œuvre bénévole (ETB). Les autres exploitations ont entre vingt et quarante pour cent de leur charge de travail assurée par des salariés (ETS). Outre le fait qu'elles soient significativement négativement corrélées entre elles, les variables désignant le statut de la main-d'œuvre (ETE, ETS, ETB) ne sont significativement corrélées avec aucune autre variable.

Le chiffre d'affaires en légumes (CAL) de ces exploitations est compris entre cinquante et cent mille euros. Ici encore, cette variable est fortement corrélée avec la surface brute en légumes (SBL).

En ce qui concerne les indicateurs de performance :

Le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO), est assez homogène entre les cas d'étude et compris entre un et un et demi équivalent temps plein par hectare. Cette variable ne présente aucune corrélation significativement non nulle.

La productivité de la terre (PTE), est également relativement homogène au sein de ce groupe. La plupart des cas d'étude ont une productivité de la terre (PTE) comprise entre vingt-cinq et trente-cinq mille euros par hectare. Cette variable est significativement positivement corrélée avec la part de surface sous serre (PSS), l'âge de l'exploitation (AGE) et la productivité du travail (PTR).

La productivité du travail (PTR), a également une distribution assez restreinte. Pour la plupart des cas d'étude, elle est comprise entre vingt et trente milles euro par équivalent temps plein. Comme dit plus haut, cette variable est corrélée significativement positivement à la productivité de la terre (PTE).

L'on voit que les trois indicateurs de performances sont assez homogènes entre les différents cas d'étude de ce type.

Ces fermes vendent leur production par trois à cinq canaux de distribution différents, privilégiant généralement la vente sur les marchés et par système de paniers. Les charges représentent trente-cinq à quarante-cinq pour cent du chiffre d'affaires et le revenu annuel d'un exploitant est d'environ quinze mille euros.

5.3.4 Les fermes à niveau de motorisation intermédiaire sans salarié (ItEte+)

Ces fermes ont une surface brute en légumes (SBL) comprise entre un et deux hectares et demi pour une part de surface sous serre (PSS) généralement sous la barre des dix pour cent (autour des huit pour cent).

Les fermes de ce type nécessitent entre un et demi et trois équivalent(s) temps plein (ETP). Rappelons que six de ces fermes possèdent deux exploitants travaillant à temps plein sur l'exploitation. La part de travail du ou des exploitant(s) (ETE) dépasse systématiquement les nonante-cinq pour

cent. Ce résultat est logique étant donné que c'est l'un des facteurs utilisés pour construire ce groupe. Aucune de ces fermes n'a recours à de la main-d'œuvre bénévole (ETB).

Le chiffre d'affaires en légumes (CAL) de ces exploitations est compris entre vingt-cinq et quarante mille euros. Il est significativement corrélé à la surface brute en légumes (SBL).

En ce qui concerne les indicateurs de performance :

Le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO), est assez homogène et légèrement supérieur à un équivalent temps plein par hectare.

La productivité de la terre (PTE), est généralement comprise entre quinze et vingt-cinq mille euros par hectare. Trois fermes de ce groupe dépassent cependant le seuil des trente mille euros par hectare.

La productivité du travail (PTR), est comprise entre quinze et vingt-cinq mille euros par équivalent temps plein avec trois exploitations dépassant les trente mille euros par équivalent temps plein.

Ces fermes ont généralement trois circuits de vente différents et privilégient le système de vente par paniers (représentant en moyenne quarante pour cent du chiffre d'affaires). Les charges représentent environ quarante-cinq pour cent du chiffre d'affaires et le revenu annuel d'un exploitant est compris entre huit et douze mille euros.

5.3.5 Les fermes très motorisées (Tm)

Ces fermes ont une surface brute en légumes (SBL) supérieure à trois hectares, pouvant aller jusqu'à dix hectares. Généralement, la part de surface sous serre (PSS) est comprise entre quatre et neuf pour cent. Cette part de surface sous serre (PSS) est corrélée significativement positivement avec l'âge de l'exploitation (AGE).

Ces fermes emploient entre deux et cinq équivalents temps plein (ETP). Pour ce groupe, le nombre d'équivalents temps plein n'est pas significativement corrélé avec la surface brute en légumes (SBL). Cet élément est discuté à la section 5.4.1. Généralement, environ septante pour cent de la charge de travail est assurée par l'exploitant (ETE). Notons que pour trois fermes de ce groupe, la proportion de travail réalisée par l'exploitant (ETE) est sous la barre des cinquante pour cent. Le reste du travail est assuré par des salariés (ETS). Lorsque la ferme fait appel à de la main-d'œuvre bénévole (ETB), il s'agit d'une aide familiale.

Le chiffre d'affaires en légumes (CAL) de ces exploitations dépasse généralement les cent-mille euros et peut atteindre les deux-cent-mille euros. La distribution de cette variable est relativement large. Elle est significativement corrélée avec la surface brute en légumes (SBL).

En ce qui concerne les indicateurs de performance :

Le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO), est presque systématiquement sous la barre d'un équivalent temps plein par hectare, généralement autour d'un demi-équivalent temps plein par hectare. Cette variable est significativement positivement corrélée à la part de travail réalisée par des salariés (ETS) et à la productivité de la terre (PTE). Il semble donc que, même dans des systèmes motorisés, augmenter le nombre de travailleurs à l'hectare peut permettre d'augmenter la productivité de la terre. Ce résultat est détaillé à la section 5.4.1.

La productivité de la terre (PTE), est comprise entre quinze et trente mille euros par hectare. Elle est significativement positivement corrélée à l'âge de l'exploitation (AGE) et au volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO).

La productivité du travail (PTR), est généralement supérieure à la productivité de la terre (PTE), mais possède une distribution plus large. Elle est comprise entre vingt et cinquante mille euros par équivalent temps plein et est significativement positivement corrélée à la surface brute en légumes (SBL).

Ces fermes écoulent leur production par quatre à cinq canaux de distribution. Elles privilégient généralement la vente par paniers ou sur les marchés. La vente à un magasin est privilégiée par rapport à la vente en gros.

5.4 Discussions

5.4.1 Analyse du comportement de différentes variables en fonction des types

Les surfaces brutes en légumes et sous serres (SBL & SSS)

Il semble exister un gradient de surface brute en légumes (SBL) suivant le niveau de motorisation. Il en résulte que les fermes peu motorisées (PmPte+ et PmPte-) cultiveront une surface relativement faible (souvent inférieure à un hectare) tandis ce que les fermes très motorisées (Tm) cultiveront des surfaces plus étendues, généralement supérieures à trois hectares (tableau 5.3). La transition étant assurée par les fermes ayant un niveau de motorisation intermédiaire (ItEte+ et ItEte-) dont la surface cultivée tourne autour des deux hectares.

Le comportement inverse est observé en ce qui concerne la part de surface sous serre (PSS) (même si la différence entre les fermes très motorisées (Tm) et intermédiaires (ItEte+ et ItEte-) est moins évidente, tableau 5.3). Ce résultat est logique, d'une part il est plus difficile de motoriser une large gamme d'interventions culturales dans une serre et, d'autre part, les fermes plus motorisées misent sur des économies d'échelles pour assurer leur rentabilité et ont donc besoin de surfaces plus importantes. Il semble que l'installation d'une surface de serre importante soit un investissement trop conséquent et pas assez rentable dans ces systèmes. Ce n'est pas le cas des fermes peu motorisées (PmPte+ et PmPte-) qui vont devoir rentabiliser leur petite surface au maximum, que ce soit en allongeant leur période de production ou en cultivant des légumes à haute valeur ajoutée. Par ailleurs, étant donné leur surface réduite, l'investissement nécessaire à l'installation d'une plus grande proportion de serres est moindre.

La figure 5.7a montre que, dans l'intervalle de surfaces étudiées, il ne semble pas exister de plateau pour la surface sous serre (SSS). Cependant, la figure 5.7b montre que, lorsque la surface brute en légumes (SBL) augmente, la part de surface sous serre (PSS) va rapidement atteindre un plateau autour des 7%.

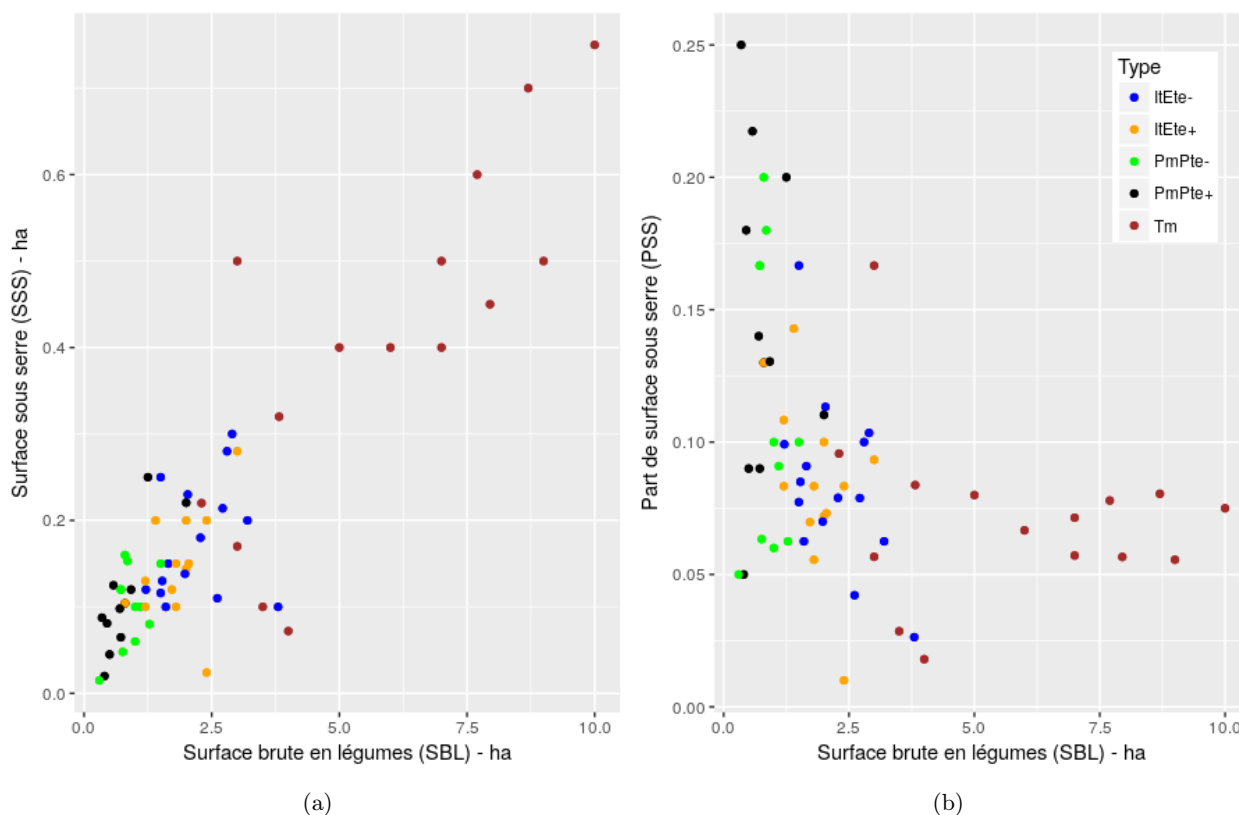


FIGURE 5.7 – Surface sous serre (SSS) (a) et part de surface sous serre (PSS) (b) en fonction de la surface brute en légumes (SBL).

Étant donné que le chiffre d'affaires en légumes (CAL) et le nombre d'équivalents temps plein (ETP) de l'atelier maraîcher sont systématiquement ou presque corrélés avec la surface brute en légumes (SBL), il paraît logique qu'ils augmentent également entre les fermes peu motorisées (PmPte+ et PmPte-) et très motorisées (Tm). Cependant, cette affirmation doit être nuancée. En effet, comme le montre la figure 5.8a, il n'est pas rare pour des fermes peu ou moyennement motorisées de nécessiter autant, voire plus, de main-d'œuvre sur l'exploitation (ETP) que pour des fermes plus motorisées. Même au sein des fermes très motorisées (Tm), l'on voit que entre 7,5 et 8 ha, l'on atteint un pic de main-d'œuvre au sein de l'exploitation (ETP) après lequel le nombre d'équivalents temps plein diminue lorsque la surface augmente. Cela semble indiquer un niveau de motorisation (MOT) des exploitations qui augmente à partir de cette surface. En ce qui concerne le chiffre d'affaires en légumes (CAL), l'on voit à la figure 5.8b que, globalement, il augmente avec la surface brute en légumes (SBL) et le niveau de motorisation. Cependant, il n'est pas rare que des fermes peu ou moyennement motorisées aient un chiffre d'affaires comparable, voire supérieur, à celui d'une ferme plus motorisée.

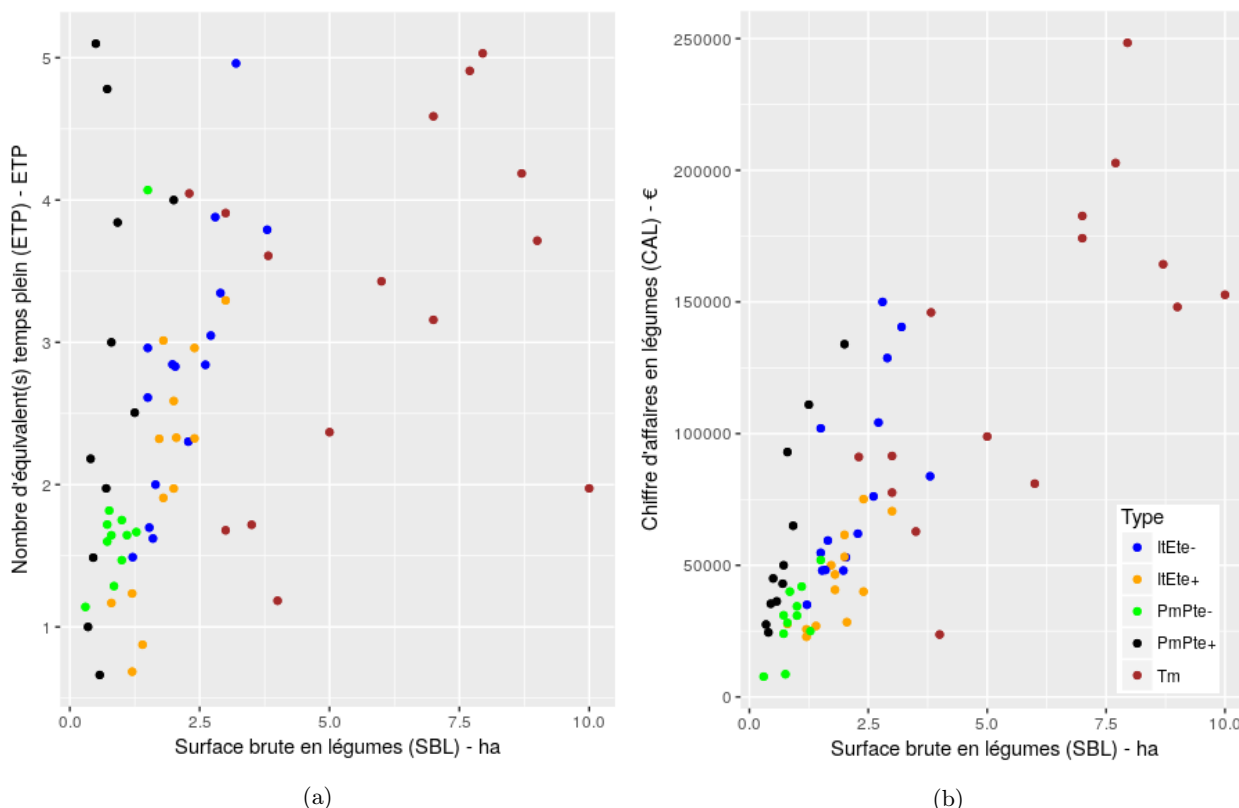


FIGURE 5.8 – Nombre d'équivalent(s) temps plein (a) et chiffre d'affaires en légumes (b) en fonction de la surface brute en légumes (SBL).

La quantité et le statut de la main-d'œuvre (ETP, ETE, ETS & ETB)

Les proportions de travail réalisées par les exploitants (ETE), les salariés (ETS) ou de la main-d'œuvre bénévole (ETB) sont relativement homogènes entre les différentes classes. Seul le groupe de fermes intermédiaires où une part non négligeable du travail est réalisée par des salariés (ItEte-) se distingue avec généralement au moins vingt pour cent du volume de travail réalisé par des salariés (ETS).

Les productivités de la terre et du travail (PTE & PTR)

La figure 5.9 présente les productivités de la terre (PTE) et du travail (PTR) en fonction de la surface brute en légumes (SBL) pour chaque cas d'étude.

La figure 5.9a montre que la productivité de la terre (PTE) chute rapidement lorsque l'on passe du système peu motorisé, productif (PmPte+) aux autres systèmes. Le tableau 5.3 montre d'ailleurs que, mis à part pour le type de fermes intermédiaires avec des salariés (ItEte-), les trois autres types (PmPte-, ItEte+ et Tm) n'ont pas des productivités de la terre (PTE) significativement différentes. Remarquons quelques cas d'étude particuliers :

- Fortier (2016) (FOR1), avec une productivité de la terre proche des 120.000 €/ha. Son système technique est basé sur un volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) important tout en limitant

la charge de main-d'œuvre au maximum sur certains points clés⁹, la production de légumes à haute valeur ajoutée (en analysant lesquels rentabilisent au mieux la surface cultivée et la main-d'œuvre nécessaire à la production) de manière intensive (une grande partie de la production est plantée sous forme de motte, ce qui permet de mieux rentabiliser la surface cultivée, mais implique une charge de travail plus importante) et la vente de la production en direct (par paniers et au marché). Bien que la maîtrise technique de ce système soit impressionnante, rappelons tout de même qu'elle est assumée sur une période plus courte (production durant 33 semaines, vente pendant 21 semaines) que pour le reste de l'échantillon (production durant 48 semaines en moyenne¹⁰).

- La ferme 12 du document de Marquet and Gomez (2015) (MAR12), avec une productivité de la terre de 68.000 €/ha pour une surface de 1,5 ha. Ce cas semble très particulier, car il présente également une productivité du travail (figure 5.9b) importante par rapport à son groupe et à sa surface. Cette ferme est caractérisée par un taux de motorisation relativement important (ME+), et une part de surface sous abris de 17%. La production est relativement spécialisée (choux, légumes feuilles, légumes racine, alliacées). Le travail est assuré par un exploitant (de 50 à 70 heures par semaines) et un salarié, pour un volume de main-d'œuvre de 1,74 ETP/ha ce qui est assez élevé pour ce groupe. Le fait que ce maraîcher trouvait son revenu (13.200 €/an) insuffisant au regard du travail fourni, est l'un des facteurs l'ayant amené à se reconverter après 12 ans d'activités.

La figure 5.9b montre que la productivité du travail (PTR) augmente avec la surface brute en légumes (SBL), mais qu'elle semble atteindre un plateau autour des 2,5 hectares (pour 45.000 €/ETP). Notons que seule la productivité du travail (PTR) des fermes très motorisées (Tm) est significativement différente de celles des autres groupes (PmPte+, PmPte-, ItEte+, ItEte-). Quelques points particuliers méritent notre attention :

- La ferme 15 du document Marquet et al. (2017) (MAQ15), une petite exploitation individuelle (0,45 ha - 0,66 ETP) où seul le travail du sol est motorisé. La charge de travail relativement faible de cette exploitation (1,15 ETP/ha) par rapport aux fermes du même type peu s'expliquer par : le souhait du producteur de travailler moins, son choix d'abandonner la production de légumes contraignants (particulièrement les choux), la réorganisation de l'exploitation (rapprochement des bâtiments et des surfaces cultivées, baisse de plus de 60% de la surface cultivée en trois ans) et la vente d'une majeure partie de la production à des magasins¹¹. La productivité de la terre (PTE), bien qu'en dessous de la moyenne de ce type reste acceptable (63.000 €/ha) grâce à une spécialisation dans la production de légumes à forte valeur ajoutée (comme en atteste la proportion de surface sous serre, au-dessus des 20%). Ce système permet au maraîcher de dégager un revenu conséquent par rapport aux standards du milieu (26.400 €/an), notamment grâce à la proportion de charges liée à la production très faible.
- La ferme 2 du document Maraîchage sur Sol Vivant (2018) (MSV2) ou deux exploitants (2,5 ETP) cultivent une surface brute en légumes de 1,25 ha. Il n'y a pas de travail du sol, mais un ajout de matières organiques important (notamment afin de diminuer l'hydromorphie du sol) de manière motorisée. Une originalité de cette exploitation est la production de 95% de ses plants, opération relativement chronophage, nécessitant de l'espace et généralement plus coûteuse que d'externaliser cette production. Une poinçonneuse à poireaux est utilisée pour faire les trous dans le sol dans lesquels seront plantés les plants. Cette pratique semble être une des causes importantes de cette productivité du travail (PTR) élevée. 95% du chiffre d'affaires est constitué par de la

9. Principalement par la standardisation des planches cultures sans associations, le travail du sol mécanique, l'utilisation de bâches pour limiter le désherbage et l'utilisation d'outils ergonomiques et performants.

10. Variable (SDT) issue de la base de données DB2 (figure 3.5) présentant un sous-échantillon de celui utilisé pour la construction de la typologie.

11. Ce circuit permet de limiter le temps de vente par rapport aux marchés et le temps de préparation par rapport au système de paniers. Les prix pratiqués, bien que plus importants que dans la vente en gros, restent généralement en dessous du prix en vente directe.

vente à diverses AMAP¹² qui permet d’avoir une avance sur la trésorerie et un prélèvement de 20.400 €/an pour le couple d’exploitants.

- Deux fermes très motorisées (Tm) présentent des valeurs de productivité du travail (PTR) élevée pour leur type. Il s’agit des fermes 3 et 5 du document Groupement Régional d’Agriculture Biologique Haute Normandie (2015a) (FER3 et FER5). Ces deux exploitations produisent également des céréales et se basent sur une motorisation importante. La production de plants est externalisée. La production est vendue en direct sur des marchés, par des AMAP et sur la ferme. Dans les deux cas, 3% du chiffre d’affaires est issu de l’achat-revente. Les deux systèmes de production nécessitent une charge de travail importante et sont peu performants économiquement (les charges sont relativement élevées), ce qui engendre du stress chez les exploitants.

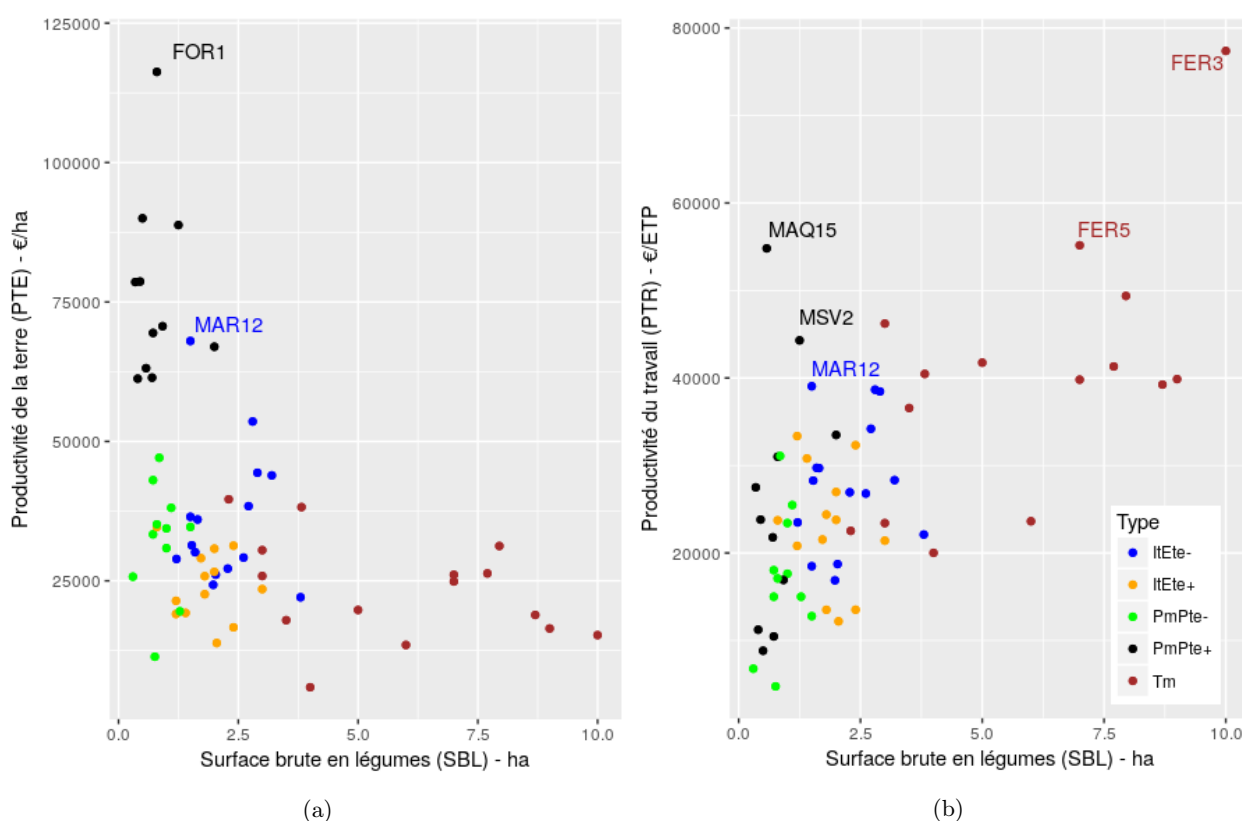


FIGURE 5.9 – Productivités de la terre (PTE) (a) et du travail (PTR) (b) en fonction de la surface brute en légumes (SBL).

La figure 5.10 présente les productivités de la terre (PTE, figure 5.10a) et du travail (PTR, figure 5.10b) en fonction du volume de main-d’œuvre à l’hectare (VMO). L’on voit que la productivité de la terre (PTE) semble atteindre un plateau à partir de 2,5 ETP/ha pour une valeur d’environ 75.000 €/ha. La figure 5.10b montre que, pour un même volume de main-d’œuvre par unité de surface (VMO), les fermes peu motorisées, productives (PmPte+) auront systématiquement une productivité du travail (PTR) plus importante que les autres groupes.

12. Association pour le Maintien d’une Agriculture Paysanne.

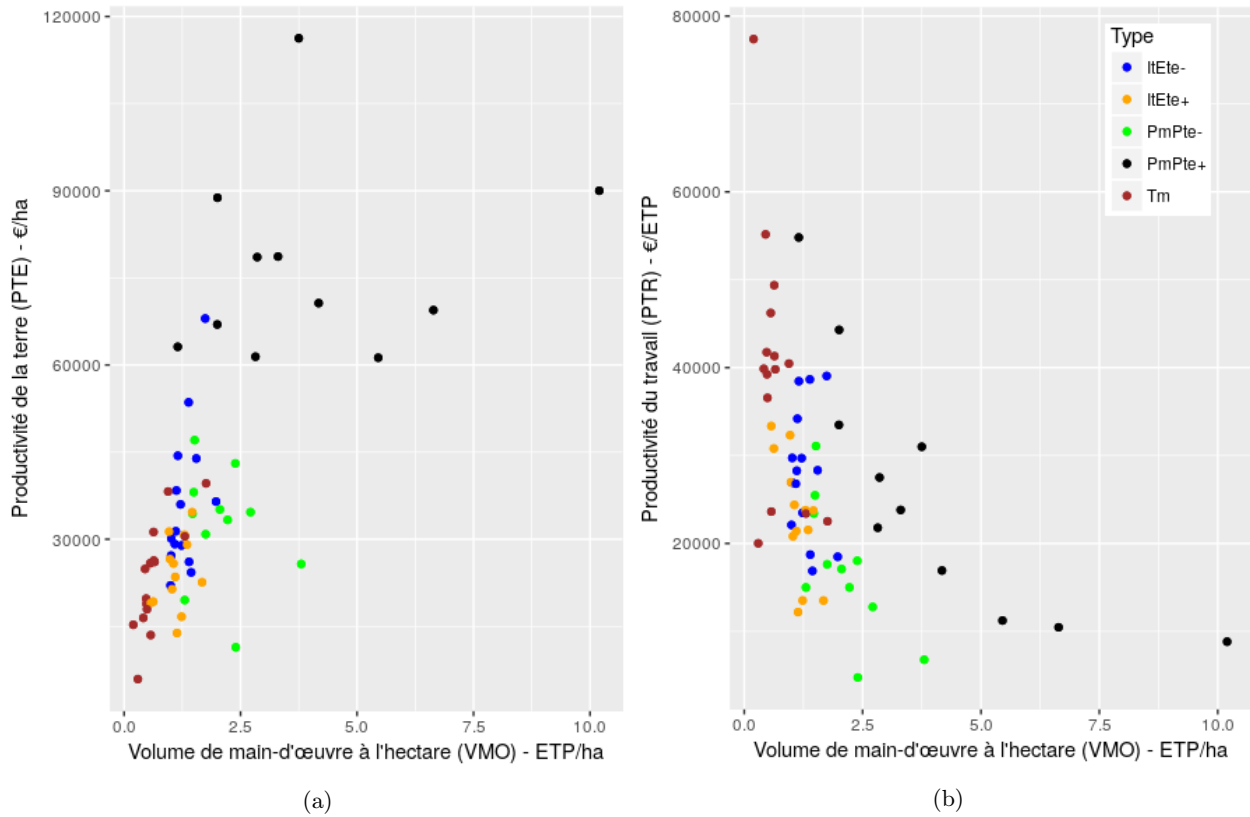


FIGURE 5.10 – Productivités de la terre (PTE) (a) et du travail (PTR) (b) en fonction du volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO)

La figure 5.11 présente le graphique de la productivité de la terre (PTE) en fonction de la productivité du travail (PTR). Remarquons tout d'abord que ces variables sont corrélées aux deux premières dimensions de l'ACP1 (section 4.2). Ce graphique est donc comparable à celui projetant les différents cas d'étude sur les deux premières dimensions de cette analyse (figure 5.6). Notons également que trois fermes arrivent à combiner une productivité de la terre et du travail relativement élevées (MAQ15, MAR12 et MSV2). Les particularités de ces trois exploitations ont été explicitées précédemment.

Bien que cette situation ne soit pas commune, il semble donc possible pour des fermes maraîchères de combiner à la fois une productivité du travail (PTR) et de la terre (PTE) relativement importantes. Notre échantillon montre que c'est le cas de deux exploitations peu motorisées (l'une utilisant la motorisation pour le travail du sol (MAQ15), l'autre pour l'épandage de matières organiques et une étape de la plantation de mottes (MSV2)), mais également, dans une moindre mesure, pour une exploitation où une plus grande proportion des travaux est motorisée (MAR12 est une ferme ME+). Il semble donc que l'éventail de stratégies permettant de combiner productivité du travail (PTR) et de la terre (PTE) soit assez large et mérite d'être étudié. Notons que seul un des trois systèmes fait appel à de la main-d'œuvre salariée (ETS). Il se pourrait donc que, malgré la combinaison des deux productivités, un volume de main-d'œuvre salariée suffisante ne puisse être maintenu sur l'exploitation, ce qui n'est pas le cas de fermes favorisant l'une ou l'autre des productivités. Cependant, étant donné le peu de cas d'étude présentant cette caractéristique, il est difficile de lier la combinaison des deux productivités à une rentabilité ou une viabilité de l'exploitation plus importante. Enfin, rappelons qu'il est très commun pour des fermes maraîchères de combiner productivité du travail (PTR) et de la terre

(PTE) relativement faibles comme le montre la figure 5.11.

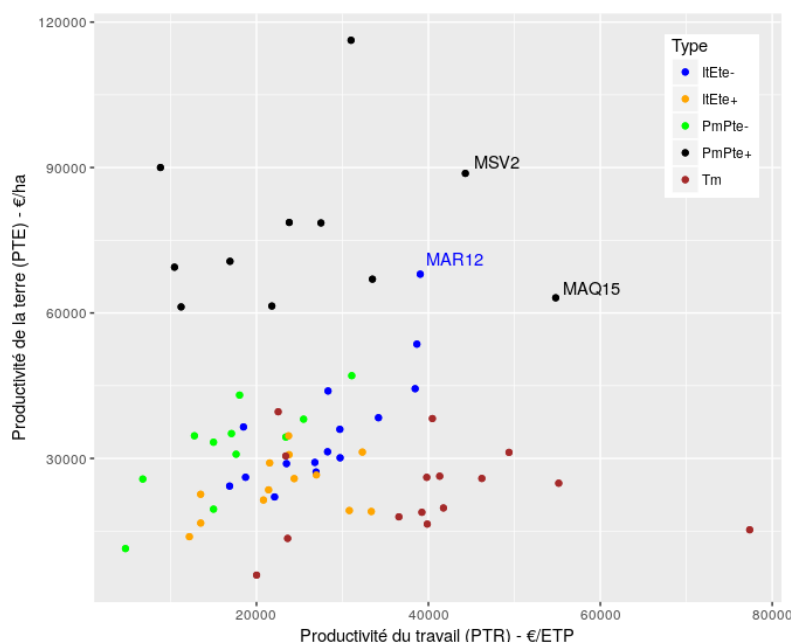


FIGURE 5.11 – Productivité de la terre (PTE) en fonction de la productivité du travail (PTR).

5.4.2 Comparaison avec d'autres typologies issues de la littérature scientifique

La comparaison de cette typologie avec celles d'autres travaux permet de mettre en perspective les résultats développés dans ce chapitre. L'on comparera la typologie créée dans ce travail avec des typologies développées dans les travaux de Morel (2016) et Dumont (2017).

Les systèmes techniques de Morel (2016)

Morel (2016) a étudié la viabilité de fermes maraîchères¹³ par modélisation stochastique statique. Pour ce faire, il a séparé son échantillon en trois systèmes techniques différents :

Mi, microagriculture manuelle ne se basant pas sur la motorisation même pour le travail du sol.

Ce système est très intensif, sur une petite surface et se base sur l'association de culture et une succession très rapide de culture sur une parcelle (de deux à six cycles cultureux par parcelles).

Bi, biointensif où le travail du sol est la seule opération motorisée. Les cultures sont densément plantées, non associées et un à quatre cycles de cultures se succèdent sur une parcelle.

Cl, maraîchage diversifié classique où la plupart des opérations sont motorisées, sauf la récolte de certains légumes. Les légumes sont donc plantés moins densément. Il n'y a pas de cultures associées et un à deux cycles de cultures se succèdent sur une parcelle.

13. Plus spécifiquement ce qu'il nomme des "microferme" ayant comme caractéristiques :

- Le maraîchage comme principale création de revenus sur la ferme.
- Une surface cultivée en maraîchage sous les 1,5 hectare par équivalent temps plein (ce qui correspond à au minimum 0,66 équivalent temps plein par hectare (VMO)).
- Pas d'utilisation de "fertilisants et de produits phytosanitaires chimiques, avec ou sans certification biologique".
- Au moins trente types de légumes différents cultivés sur la ferme.

Les caractéristiques principales de ces différents types sont présentées au tableau 5.4. Les conclusions principales issues du travail de Morel (2016) sont que, dans le contexte des microfermes, les systèmes techniques Mi et Bi ont de plus grandes chances d'être viables que les systèmes Cl, sur des surfaces moins importantes. Rappelons que certaines fermes issues des fermes étudiées par Morel (2016) ont été incluses dans notre étude (comme le montre le tableau 3.1).

TABLE 5.4 – Caractéristiques principales des systèmes techniques issus de l'étude de Morel (2016).

		Mi	Bi	Cl
Superficie Brute en Légumes (SBL)	ha	0,2	0,5	1
Productivité de la terre (PTE)	10 ³ €/ha	95	75	25
Volume de main-d'œuvre (VMO)	ETP/ha	6	3	1,3
Productivité du travail (PTR)	10 ³ €/ETP	16,42	23,71	18,24

Les différentes valeurs présentées dans ce document se basent sur les graphiques présentant les performances des trois systèmes techniques suivant deux stratégies de vente différentes. Elles ne sont pas explicitées dans l'étude de Morel (2016) et peuvent présenter une distribution assez large.

Plusieurs différences fondamentales existent entre la typologie développée dans le cadre de ce mémoire et celle de Morel (2016) :

- Sa typologie a été développée a priori. C'est-à-dire que la récolte de donnée n'a pas abouti à la création de la typologie comme dans notre étude, mais qu'il a identifié trois *idéal-types*¹⁴ (présentés au tableau 5.4) auxquels chacun de ses cas d'étude pouvait être associé.
- Il en résulte que ces idéal-types sont définis par un "*système technique*" général et non par des caractéristiques qui leur sont propres (comme leur niveau de motorisation, leur productivité ou le statut de la main-d'œuvre dans notre cas).
- L'utilisation d'idéal-types a permis à Morel (2016) de baser son étude sur un plus petit nombre de cas d'étude. Dix cas d'étude ont été utilisés pour développer sa typologie.
- La création d'une typologie n'était pas une fin en soi de son travail. Elle était une étape préliminaire nécessaire à la création d'un modèle de performance économique. Aux différents systèmes techniques ont été ajoutés deux stratégies de commercialisation et trois hypothèses d'investissement. Il en résulte la création de différents scénarios (dix-huit au total) permettant une analyse plus fine des performances économiques des différents systèmes.

Ces différences n'empêchent pas la comparaison avec notre typologie. En effet, la définition des différents systèmes techniques se base, entre autres, sur certaines caractéristiques clés des maraîchages comme leur niveau de motorisation. De plus, les caractéristiques présentées au tableau 5.4 déduites après un grand nombre d'itérations du modèle stochastique les distinguent fortement les uns des autres suivant les mêmes variables que celles utilisées pour caractériser la performance des types de ce travail. Plusieurs observations peuvent être faites suite à l'analyse des systèmes techniques de Morel (2016).

L'on voit que le système technique biointensif (Bi) est assez proche du type de fermes peu motorisées productives (PmPte+) développé dans ce travail. Le système microagriculture manuelle (Mi) ne trouve pas d'équivalent dans notre typologie. Seule la productivité du travail de ce système technique est proche de la productivité du travail du type peu motorisé peu productif (PmPte-). Mis à part cela, sa productivité de la terre (PTE) et son volume de main-d'œuvre (VMO) sont bien plus élevés que ce qui est observé dans notre typologie. Le système classique (Cl) ne trouve pas non plus d'équivalent dans notre typologie. Cependant, ses résultats sont moins exceptionnels étant donné que sa surface brute en légumes (SBL) et son volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) sont proches de ce qui est

14. Au sens de la sociologie weberienne, les idéal-types sont des constructions théoriques créées par le chercheur afin de mettre l'accent sur les tendances observées dans la réalité complexe. Les objets empiriques étudiés ne correspondent jamais exactement aux idéal-types mais ils peuvent y être rattachés (Coenen-Huther, 2003).

observé pour les groupes de fermes intermédiaires (It). Sa productivité du travail (PTR) est proche de celle du type peu motorisé peu productif (PmPte-) et sa productivité de la terre (PTE) est proche de celle du type de fermes très motorisées (Tm).

À priori, le système classique (Cl) devrait être proche du type très motorisé (Tm). Les faibles productivités du système classique (Cl) par rapport au type très motorisé (Tm) peuvent être expliquées par deux éléments :

- Le fait que le volume de main-d'œuvre (VMO) relativement élevé des fermes motorisées étudiées par Morel (2016) et le peu d'informations qualitatives disponibles ont fait que ces fermes n'ont pas été placées dans le groupe de fermes très motorisées (Tm), mais dans les groupes de fermes présentant un niveau de motorisation intermédiaire (ItEte+ et ItEte-) par la classification ascendante hiérarchique (HCPC).
- Les limites que Morel (2016) donne aux systèmes qu'il étudie (les microfermes). En effet, il n'étudie que des exploitations avec au moins 0,66 équivalent temps plein par hectare. Or, notre étude montre qu'il est commun pour les fermes très motorisées (Tm) d'avoir un volume de main-d'œuvre par hectare inférieur (c'est le cas de douze fermes sur les quinze fermes très motorisées (Tm) de notre échantillon et peut être observé à la figure 5.10). Les fermes appartenant au système technique classique (Cl) sélectionnées sont donc, par défaut, des fermes profitant peu de la réduction de main-d'œuvre par unité de surface que permet un niveau de motorisation plus élevé. En faisant le choix de la motorisation, elles acceptent d'avoir une productivité de la terre (PTE) potentielle moins importante (principalement à cause de l'écartement plus grand entre les légumes). Cependant, cette baisse de productivité ne peut être diluée dans une surface cultivée plus importante étant donné la taille réduite de ces exploitations (environ un hectare contre plus de trois pour les fermes Tm de notre typologie comme le montre les figures 5.7, 5.8 et 5.9). Cette baisse de productivité de la terre (PTE) n'est pas compensée par une productivité du travail (PTR) plus importante, car, pour une raison inconnue, ces fermes ne semblent pas profiter de la baisse de charge de travail que peut apporter un niveau de motorisation plus élevé. Cela peut être observé aux graphiques de la figure 5.10 où les fermes très motorisées (Tm) de notre échantillon ont une productivité de la terre (PTE) en général faible par rapport aux autres types (figure 5.10a) tandis que les fermes très motorisées ayant un volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) inférieur à 0,66 présente généralement une productivité du travail (PTR) importante (figure 5.10b)

Dans ce contexte de surface brute en légumes (SBL) faible et de volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO) relativement élevé, le système technique classique (Cl) n'est pas viable (particulièrement à l'installation qui nécessite des investissements plus importants que pour les autres systèmes techniques) (Morel, 2016). Cependant, notre étude montre qu'il existe des situations où des systèmes motorisés peuvent être viables. Il s'agit des fermes du groupe très motorisé (Tm) qui ont des surfaces plus importantes (plus de trois hectares), un volume de main-d'œuvre par hectare moins important (environ 0,5 ETP/ha). Il en résulte une productivité du travail importante (environ 40.000 €/ETP) pour une productivité de la terre proche de ce qui est observé par Morel (2016) (environ 23.000 €/ha).

La similitude entre le système biointensif (Bi) et le type peu motorisé ayant une productivité élevée (PmPte+) montre qu'une des raisons pouvant rendre un système biointensif non viable est un volume de main-d'œuvre par unité de surface (VMO) trop faible ce qui peut être un facteur d'une baisse trop importante de la productivité de la terre (PTE). Cette baisse n'est pas compensée par la diminution du volume de main d'œuvre (VMO) ce qui entraîne une productivité du travail (PTR) trop faible.

Les résultats des systèmes de microagriculture manuelle (Mi) ne se retrouvent pas dans notre typologie. La productivité de la terre très élevée (PTE) de ces systèmes peut être due à deux éléments :

- Une maîtrise technique très importante permettant notamment à l'aide des associations de cultures, d'un grand volume de main-d'œuvre par unité de surface (VMO, permettant de cultiver des légumes avec de faibles écartements) et des synergies entre les différents éléments de l'écosystème d'obtenir un maximum des cultures (Morel, 2016).
- La culture de légumes ayant une haute valeur ajoutée, comme l'on observe dans les fermes en milieu urbain (Morel, 2016; Stone, 2015). Ces derniers ont comme caractéristiques principales (Stone, 2015) :
 - une période de croissance courte ;
 - un haut rendement ;
 - un prix de vente élevé ;
 - une période de récolte allongée ;
 - une popularité élevée chez les clients.

À cela j'ajouterais la caractéristique de "récolte non fastidieuse"¹⁵. Des légumes correspondant assez bien à ces différentes caractéristiques sont les légumes feuilles comme les épinards ou le mesclun.

Une étude de ces petites structures semble pertinente, particulièrement suite aux résultats de l'étude de Morel (2016) et à l'enthousiasme social lié aux fermes de petites tailles (Volk and Ableman, 2017; Fortier, 2016; Coleman and Petit, 2013; Herve-Gruyer, 2014). Par ailleurs, cela permettra d'établir si la création d'un type spécifique à de telles exploitations est pertinente ou si elles peuvent être incluses dans un ou plusieurs types de la typologie établie dans ce travail (PmPte+ ou PmPte-).

Les systèmes de production de Dumont (2017)

Dumont (2017) a étudié les conditions d'emplois dans le secteur de la production de légumes frais en Région wallonne. Pour cela, elle a commencé par analyser la diversité des systèmes de production existants. Au total, huit types ont été définis. Deux d'entre eux peuvent être comparés avec les types de notre typologie. Il s'agit des types :

- Maraîchages sur petite surface agroécologiques (MPS-AE)¹⁶
- Maraîchages sur moyenne surface agroécologique (MMS-AE)

Dont les caractéristiques principales sont présentées au tableau 5.5.

TABLE 5.5 – Caractéristiques principales des systèmes techniques issus de l'étude de Dumont (2017).

		MPS-AE	MMS-AE
Superficie Brute en Légumes (SBL)	ha	<2,5	2-10
Productivité de la terre (PTE)	10 ³ €/ha	59*	145*
Volume de main-d'œuvre (VMO)	ETP/ha	1,5-2,5	1,5-5
Productivité du travail (PTR)	10 ³ €/ETP	32,5*	175*

*Ces valeurs ont été calculées à partir des valeurs des valeurs maximales et minimales des surfaces brutes en légumes, nombre d'équivalents temps plein et chiffre d'affaires présentées dans le travail de Dumont (2017).

Ici aussi, la typologie a été établie à priori et non à partir d'une analyse en profondeur de la base de données. Les différents systèmes techniques ont été établis suivant des caractéristiques communes

15. Pour certains maraîchers, le fait que la récolte de certains légumes soit fastidieuse (comme celle des haricots ou des pois par exemple) est une raison suffisante pour ne pas les produire (Fortier, 2016).

16. Pour être qualifiés d'agroécologique, les maraîchages devaient répondre à une série de critères socio-économiques définis dans le travail de Dumont (2017).

de nombreuses exploitations étudiées au niveau de la surface cultivée, du niveau de motorisation et des rotations pratiquées. Le niveau de motorisation (MOT) des fermes étant un critère utilisé dans la construction des types et la superficie brute en légumes (SBL) étant une variable présentant des valeurs distinctes entre plusieurs de nos types, nous pouvons comparer les deux typologies.

Par rapport aux résultats de ce mémoire, deux observations peuvent être faites :

- Le volume de main-d'œuvre par unité de surface (VMO), semble augmenter entre les exploitations petites (MPS-AE) et moyennes (MMS-AE). Ce résultat est d'autant plus étonnant que la proportion d'opérations mécanisées sur les exploitations moyenne est plus importante.
- Non seulement la productivité de la terre (PTE), mais également la productivité du travail (PTR) semblent augmenter avec le volume de main-d'œuvre à l'hectare (VMO).

Ces deux observations peuvent en partie être expliquées par la grande proportion du chiffre d'affaires des maraîchages sur moyenne surface (MMS) constituée par l'achat-revente¹⁷ (entre 50 et 85% contre 20%, quand l'achat-revente est pratiqué, pour les producteurs MPS). Un seul cas d'étude de notre échantillon (MAQ5) présente une proportion d'achat-revente aussi importante dans son chiffre d'affaires. Cela peut être expliqué par une différence de régime d'imposition entre la France (où les producteurs sont fiscalement considérés comme "commerçant" lorsque plus de 30% de leur chiffre d'affaires est généré par de l'achat-revente) et la Belgique (où les producteurs sont taxés au barème forfaitaire du maraîchage, quel que soit leur niveau d'achat-revente) (Dumont, 2017). La ferme MAQ5 (EARL biau courtil - SARL jardin partageo) sépare d'ailleurs ses activités de production et d'achat-revente par deux sociétés distinctes. Dans notre étude, seul l'atelier de production a été analysé, l'activité d'achat-revente de ce cas d'étude a donc été considérée comme une diversification de l'exploitation (au même titre qu'un atelier d'élevage par exemple).

Les bénéfices issus de l'achat-revente permettent de financer l'atelier de production maraîcher, particulièrement au niveau du maintien de la main-d'œuvre. Le volume de main-d'œuvre par unité de surface (VMO) plus important des maraîchages sur moyenne surface (MMS) est donc en grande partie financé par de l'achat-revente. Cela permet à ces fermes d'allouer un plus grand nombre d'équivalents temps plein et une plus grande proportion de leur main-d'œuvre à la commercialisation des produits. Par ailleurs, les salariés de tels systèmes ont une situation plus stable et des perspectives d'évolution professionnelles plus importantes que dans les autres systèmes de production (Dumont, 2017). L'achat-revente permet, en outre, de combler le déficit de productivité du travail (PTR) lié à une production peu mécanisée.

Le recours massif à l'achat-revente des systèmes maraîchers sur moyenne surface (MMS) étudiés par Dumont (2017) rend difficile la comparaison avec les systèmes issus de notre étude. En effet, leurs surfaces les rapprochent des systèmes intermédiaires (It) ou très motorisés (Tm) tandis ce que leurs productivités de la terre (PTE) et du travail (PTR) sont très largement supérieures à celles observées dans le cadre de ce travail. L'applicabilité de la typologie au contexte belge peut donc être, en partie, remise en question.

La catégorie des maraîchages sur petite surface (MPS) de Dumont (2017) peut être comparée aux groupes peu motorisés (PmEte+ et PmEte-) et intermédiaires (ItEte+ et ItEte-) de notre typologie. Tout d'abord, observons que les productivités de la terre (PTE) et du travail (PTR) moyennes des systèmes MPS sont assez importantes. La combinaison de productivités de cette ampleur se retrouve

17. L'achat-revente est une pratique consistant à acheter des légumes en gros pour ensuite les revendre au détail. Cette pratique permet d'augmenter l'offre disponible afin d'être plus attractif pour le consommateur (par exemple en complétant son étal avec des fruits) ou d'économiser un coût de production (et de main-d'œuvre) pour certains légumes. L'étude de Dumont (2017) montre que cette pratique est très controversée au sein du milieu maraîcher et parfois même considérée comme tabou lors de certaines rencontres.

dans six cas d'étude de notre échantillon : quatre fermes peu motorisées productives (PmPte+) et deux fermes intermédiaires employant des salariés (ItEte-). Par rapport à nos observations, les performances des systèmes sur petite surface (MPS) présentées par Dumont (2017) sont donc plausibles, mais sont plus élevées que les valeurs moyennes de notre étude. Ici aussi, la pratique de l'achat-revente pourrait avoir tiré les productivités des systèmes sur petite surface (MPS) vers le haut (dans une proportion moindre que pour les systèmes MMS).

Cette discussion met en évidence qu'une typologie de système maraîcher est grandement dépendante :

- Du contexte des fermes étudiées. Dans notre cas une différence de législation entre deux pays implique de grandes différences dans la gestion de la main-d'œuvre et dans les performances des systèmes étudiés. L'applicabilité d'une certaine typologie à un contexte différent de celui sur lequel elle base son étude doit donc être étudiée et discutée en amont de sa transposition à ce nouveau contexte.
- De l'échantillon étudié. Suivant sa composition et ses limites, certains types peuvent être isolés ou non. Dans notre cas, les limites liées au volume de main-d'œuvre par unité de surface de l'étude de Morel (2016) semblent jouer un rôle important dans la définition des différents types étudiés. La réflexion découlant de cette constatation est la pertinence d'inclure de tels groupes ou s'il est acceptable qu'ils soient dilués dans un ou plusieurs type(s) d'une typologie au spectre d'étude plus large.

Quoi qu'il en soit, l'applicabilité des résultats des études scientifiques implique leur diffusion sur le terrain. C'est pourquoi la typologie développée dans ce chapitre a été incluse dans un outil d'aide à la décision permettant à n'importe quel maraîcher de situer son projet au sein de notre échantillon.

Chapitre 6

Présentation de l'outil d'aide à la décision

6.1 Objectifs

L'outil d'aide à la décision doit permettre à l'utilisateur de situer son projet au sein de l'ensemble de fermes étudiées dans le cadre de ce travail. Pour ce faire, la manière la plus directe semble être de se comparer aux différents types de la typologie dont la construction et la caractérisation ont été détaillées dans les chapitres précédents.

Un diagnostic de l'exploitation dont les données sont fournies par l'utilisateur ne sera pas émis par l'outil. Il permettra à l'utilisateur de connaître les systèmes desquels il est proche ou éloigné et de pouvoir situer ses performances à travers l'échantillon étudié dans ce mémoire.

Par rapport aux notions théoriques présentées à la section 2.3, la nature des décisions pouvant être orientées par l'outil sont de conduite, de conception et de diagnostic.

6.2 Résultats présentés par l'outil

L'outil se présente sous la forme d'un tableur informatique composé de dix feuilles. Après avoir parcouru la feuille d'introduction de l'outil (feuille 1 du tableur informatique), présentant les éléments essentiels à sa compréhension et renvoyant vers ce travail, l'utilisateur rentre ses données dans la feuille 2 (rectangle 1 de la figure 6.1). Des données concernant sa surface (surface brute en légumes (SBL) et surface sous serre (SSS)), son chiffre d'affaires en légumes (CAL) et son temps de travail (éventuellement celui de la main-d'œuvre salariée ou bénévole) doivent obligatoirement être complétées. D'autres données facultatives concernant principalement l'origine du chiffre d'affaires permettent d'apporter des informations supplémentaires à l'utilisateur.

L'outil d'aide à la décision présente trois résultats principaux :

- Tout d'abord, à la feuille 2 un graphique permettant à l'utilisateur de voir où se situe son projet au sein d'un nuage de point représentant les différents cas d'étude (rectangle 3 de la figure 6.1). Ce graphique est la projection des cas d'étude sur les deux premières dimensions de L'ACP2. Le point de l'utilisateur est également projeté sur ce graphique grâce aux données qu'il aura préalablement fournies.

- La distance sur le graphique de la feuille 2 (rectangle 4 de la figure 6.1) du point de l'utilisateur avec :
 - Les barycentres des différents types. Il peut donc savoir de quel type il est plus ou moins proche.
 - Les cinq cas d'étude les plus proches. L'utilisateur peut par la suite aller analyser les fiches de ces cas d'étude et se comparer avec des situations réelles¹.
- Ensuite deux tableaux aux feuilles 3 et 4. L'un permettant de comparer les données de l'utilisateur aux valeurs moyennes des différents types de la typologie (feuille 3, figure 6.2). L'autre permettant à l'utilisateur de se situer au sein de la distribution des différents types (feuille 4, les valeurs présentées sont la médiane, le premier et troisième quartile).

1. Seuls les cas d'étude issus du travail de Morel (2016) ne sont pas repris dans cette liste étant donné qu'il n'existe pas de fiche reprenant toutes les informations de ces cas d'étude et que les données liées aux chiffres d'affaires sont gardées confidentielles à la demande de l'auteur.

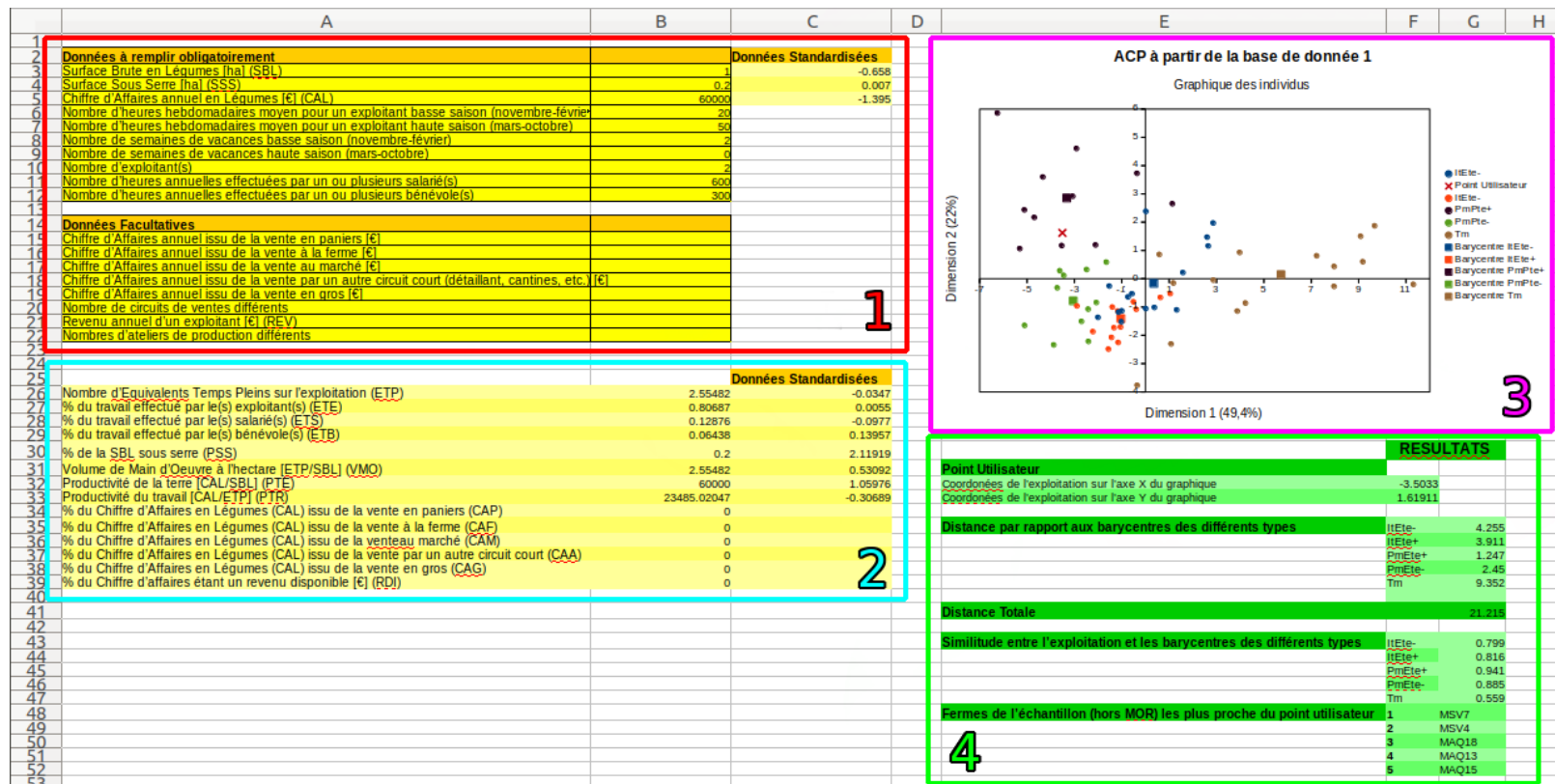


FIGURE 6.1 – La feuille 2 de l'outil d'aide à la décision, où l'utilisateur doit rentrer ses données (1), peut connaître certaines caractéristiques de bases de son exploitation calculées par l'outil (2), visualiser sa position dans l'échantillon étudié (3) et connaître les types et cas d'étude dont il est proche (4). Les données d'une ferme hypothétique ont été rentrées dans les cellules B3 à B12 afin d'illustrer sa position sur le graphique (croix rouge aux coordonnées (1,6;-3))

	A	B	C	D	E	F	G	H
		Ferme utilisateur	PMInt Peu Motorisé Intensif Barycentre	PMNoInt Peu Motorisé Non Intensif Barycentre	ITEnt Intermédiaire Entrepreneur Barycentre	ITInd Intermédiaire Indépendant Barycentre	TM Très Motorisé Barycentre	
1								
2								
3								
4								
5	Surface Brute en Légumes [ha] (SBL)	1	0.788	0.912	2.22	1.828	5.865	
6								
7	Surface Sous Serre [ha] (SSS)	0.2	0.111	0.101	0.175	0.146	0.405	
8								
9	Part de la Surface sous Serre [-] (PSS)	0.2	0.144	0.113	0.084	0.085	0.071	
10								
11	Chiffre d'Affaires en Légumes [€] (CAL)	60000	60421.636	29421.182	79578.063	43786.538	129716.342	
12								
13	Nombre d'Équivalents Temps Plein (ETP)	2.555	2.776	1.801	2.815	2.052	3.3	
14								
15	Part de la main d'œuvre assurée par le(s) exploitant(s) [-] (ETE)	0.807	0.752	0.881	0.717	0.994	0.693	
16								
17	Part de la main d'œuvre assurée par le(s) salariés(s) [-] (ETS)	0.129	0.169	0.03	0.229	0.006	0.263	
18								
19	Part de la main d'œuvre assurée par le(s) bénévoles(s) [-] (ETB)	0.064	0.094	0.091	0.054	0	0.044	
20								
21	Volume de Main d'Œuvre à l'hectare [ETP/ha] (VMO)	2.555	4.032	2.101	1.295	1.114	0.658	
22								
23	Productivité de la Terre [€/ha] (PTE)	60000	76832.647	32116.257	35998.572	24198.764	23368.319	
24								
25	Productivité du travail [€/ETP] (PTR)	23485.02	25829.503	17002.543	27986.093	22946.422	39781.162	
26								
27	Part du chiffre d'affaire issu de la vente de paniers [-] (CAP)	0	0.725	0.29211	0.31042	0.38909	0.3975	
28								
29	Part du chiffre d'affaire issu de la vente à la ferme [-] (CAF)	0	0.04	0.25667	0.12167	0.12636	0.06125	
30								
31	Part du chiffre d'affaire issu de la vente sur les marchés [-] (CAM)	0	0.25	0.25789	0.46	0.27909	0.29875	
32								
33	Part du chiffre d'affaire issu de la vente par un autre circuit court [-] (CAA)	0	23.25	0.08333	0.09708	0.19	0.20875	
34								
35	Part du chiffre d'affaire issu de la vente en gros [-] (CAG)	0	0	0	0.0025	0	0.0325	
36								
37	Nombre de circuits de ventes [-] (NBC)	0	2.5	3.667	4	3.636	4.375	
38								
39	Part du CA étant disponible pour le revenu [-] (RDI)	0	0.566	0.415	0.437	0.468	0.329	
40								
41	Revenu annuel d'un exploitant [€] (REV)	0	12224	6049.444	15251.333	9822.545	14112	
42								
43								
44	Peu de données (moins de 10 individus), les comparaisons doivent être prudentes :							
45								
46								

FIGURE 6.2 – La feuille 3 de l'outil d'aide à la décision, où l'utilisateur peut comparer ses données avec les moyennes des différents types. La présentation de la feuille 4 (permettant de comparer les données de l'utilisateur avec les distributions des différents types) est semblable.

6.3 Méthodologie

Il a été décidé de se baser sur les résultats de l'ACP2 utilisée pour construire la typologie. Cela permet, grâce à une quantité de données relativement peu importante fournie par l'utilisateur, de le placer sur le plan créé par les deux premières dimensions de l'ACP2. L'on peut donc assez facilement savoir à quelle distance il se trouve des barycentres des différents types, mais également à quelle distance il se trouve des autres points expérimentaux. L'on peut considérer que l'utilisateur est un individu supplémentaire de l'ACP2.

Pour produire un outil fonctionnel en relativement peu de temps, l'utilisation d'un tableur² a été privilégiée. Cette solution paraît pertinente étant donné que les programmes permettant d'exploiter un tableur sont assez répandus, simples d'utilisation et peuvent être gratuits.

Le document créé est un tableur composé de 10 feuilles. L'utilité de ces différentes feuilles est détaillée dans les paragraphes suivant et schématisée à la figure 6.3. Bien qu'il soit utilisable, ce document n'est néanmoins pas idéal pour plusieurs raisons :

- Il est nécessaire d'être un minimum familier avec un certain nombre d'éléments clés du mémoire (les critères de caractérisations de la base de données DB1, le principe de fonctionnement d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) et la typologie finale). Ces éléments ne pouvant que très difficilement être synthétisés au sein d'un tableur.
- Bien que le nombre d'opérations devant être effectuées par l'utilisateur pour faire fonctionner l'outil soit limité, il doit tout de même être un tant soit peu familier avec l'utilisation d'un tableur informatique.

L'outil créé dans le cadre de ce mémoire est donc un prototype. Une réflexion liée à la construction d'un outil regroupant toutes les informations issues de ce mémoire et pouvant être utilisé par un utilisateur sans connaissances informatiques particulières a également été faite. Cette réflexion est présentée à la section 6.4 et a pour but principal d'améliorer l'ergonomie de l'outil.

Les principaux tableurs présents sur le marché (LibreOffice, 2018; Microsoft Corporation, 2018) ne permettent pas d'effectuer des analyses multivariées sans utiliser de modules complémentaires. Il en résulte que les valeurs des facteurs de corrélation entre les deux premières dimensions de l'ACP2 et les différentes variables ont été encodées dans le tableur. Ils sont présentés à la feuille 8. L'utilisation de l'outil ne demande donc pas une force de calcul importante de la part de l'ordinateur de l'utilisateur ni l'installation de module complémentaire. Les possibilités techniques d'utilisation de l'outil sont donc assez larges.

Le graphique projetant les cas d'étude sur les deux premières dimensions a été reconstruit dans le tableur (feuille 2) suivant la méthodologie suivante :

- La base de données DB1 a été implantée à la feuille 5³.
- Ces données ont été standardisées à la feuille 7.
- En combinant ces données standardisées (feuille 7) et les facteurs de l'ACP2 (feuille 8), la position des cas d'étude sur les deux premières dimensions de l'ACP2 a été calculée. Les barycentres des différents types sont les positions moyennes des cas d'étude les composant. Ces différentes valeurs ont été calculées à la feuille 8.
- Le point de l'utilisateur est calculé à partir des données complétées par celui-ci au sein des cellules B3 à B12 de la feuille 2. Elles sont standardisées par les mêmes facteurs que ceux utilisés pour

2. Le programme LibreOffice Calc (LibreOffice, 2018) a été utilisé pour développer l'outil. Ce dernier est compatible avec le programme Microsoft Excel (Microsoft Corporation, 2018).

3. Les cas d'étude MOR (Morel, 2016) sont cachés à la demande de l'auteur.

les autres cas d'étude (feuille 8). La position du point de l'utilisateur est ensuite calculée de la même manière que pour les cas d'étude en utilisant les facteurs issus de l'ACP2 (feuille 8).

Ensuite, les distances entre le point de l'utilisateur et les barycentres des différents types ont été calculées au sein des cellules G34 à G38 de la feuille 2. Les cinq fermes les plus proches du point utilisateur sont présentées aux cellules G47 à G51 de la feuille 2. Ces fermes sont déterminées aux colonnes F à J de la feuille 10. Les codes de ces fermes sont isolés grâce aux formules de la colonne M de la feuille 10.

Les valeurs présentées dans les tableaux des feuilles 3 et 4 ont été calculées à partir des bases de données de la feuille 9. Celles-ci séparent les cas d'étude suivant le type qui leur a été attribué à l'issue de la construction de la typologie.

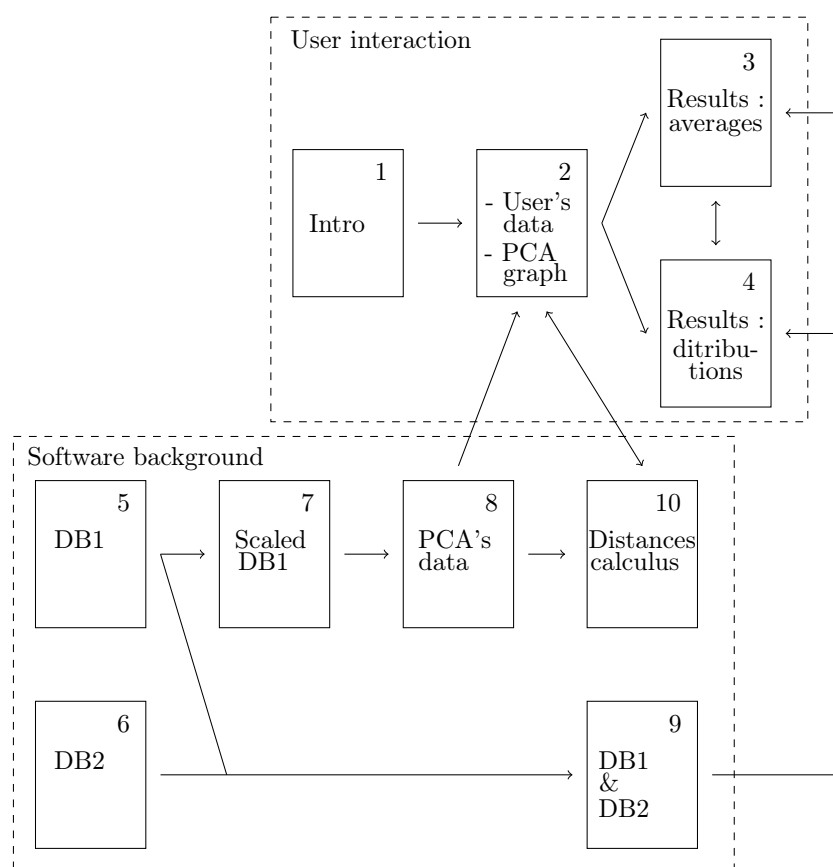


FIGURE 6.3 – Structure schématique du prototype de l'outil d'aide à la décision.

6.4 Réflexions liées à l'évolution de l'outil d'aide à la décision

Comme dit précédemment, la présentation de l'outil d'aide à la décision sous forme de tableur présente des limites, notamment au niveau des informations disponibles pour l'utilisateur et de l'ergonomie de l'outil. Le but de cette section est d'entamer la conception d'une nouvelle version de l'outil, avec une interface plus adaptée qu'un tableur, qui serait plus compréhensible et simple à utiliser. Cette version n'a pas été construite dans le cadre de ce travail, car cela sort du cadre de ce mémoire de fin d'études.

Ce programme comporterait quatre fenêtres principales :

1. Une fenêtre comportant des explications qualitatives concernant :
 - Le graphique projetant les cas d'étude sur le plan formé par les deux premières dimensions de l'ACP2 utilisée par l'outil.
 - Les différents types d'exploitations.
 - Les données nécessaires à l'utilisation de l'outil.

Il n'y aurait donc pas d'interaction entre l'utilisateur et l'outil à cette fenêtre.

2. Une fenêtre permettant à l'utilisateur d'entrer les données de son maraîchage avec une explication des différents critères. Il y aurait donc une interaction entre l'utilisateur et l'outil à cette fenêtre.
3. Une fenêtre présentant les résultats préliminaires : le graphique comportant le point de l'utilisateur et les cas d'étude proches (dont les fiches pourraient être consultées). Il y aurait donc une interaction limitée entre l'utilisateur et l'outil (consulter ou non les fiches de cas d'étude).
4. Une fenêtre comportant les résultats principaux : la comparaison entre le point de l'utilisateur et les types dont il est proche. Il pourrait éventuellement choisir d'afficher un ou plusieurs autre(s) type(s) s'il le souhaite. Un code couleur permettrait à l'utilisateur d'identifier en un coup d'œil les caractéristiques des différents types dont son projet est proche ou éloigné. Ici aussi, l'interaction entre l'utilisateur et l'outil serait limitée (choix de se comparer à d'autre(s) type(s) ou non).

Cette procédure permettrait à l'utilisateur d'être progressivement introduit au fonctionnement de l'outil et aux résultats proposés tout en l'aidant au maximum à diagnostiquer sa situation de la manière la plus précise possible.

Deux langages informatiques me paraissent adaptés à cette fin : les langages Java et Python. Ceux-ci permettent de créer une application fonctionnant à partir d'un site internet, ce qui permet une mise à jour de l'outil facile, permet de ne pas limiter les systèmes d'exploitation compatibles, et évite à l'utilisateur de devoir télécharger et installer un programme.

Chapitre 7

Discussions générales

7.1 Les limites de l'étude

Comme cela a été souligné dans le chapitre 3, les informations utilisées dans le cadre de ce travail sont des cas d'étude provenant de divers travaux antérieurs (tableau 3.1). Cela implique :

- Que les différentes sources ne cherchent pas toutes à étudier la même chose. Elles peuvent donc caractériser les fermes suivant des variables différentes. Lorsque ce n'est pas le cas, la variable utilisée n'est pas forcément caractérisée suivant la même méthodologie.
- Ces cas d'étude sont issus en grande majorité du nord de la France (particulièrement de Normandie).

Ces deux points ont différentes implications qui sont les principales limites de ce travail :

- Un travail d'harmonisation assez important a été nécessaire pour inclure certaines variables clés. Notamment par rapport la quantité de main-d'œuvre sur l'exploitation (ETP, section 3.3.4) et au niveau de motorisation (MOT, section 3.3.3). Cette harmonisation a été faite de la manière la plus rigoureuse possible. Il n'empêche que diverses approximations ont dû être faites.
- La base de données de départ est incomplète pour certaines variables (DB0 de la figure 3.5). Il a donc fallu restreindre le nombre de variables étudiées afin de permettre des analyses statistiques robustes.
- L'impossibilité de vérifier ou compléter les informations présentées dans les cas d'étude sur le terrain a rendu la caractérisation de certains critères clés (comme la quantité de main-d'œuvre sur l'exploitation (ETP) ou le niveau de motorisation (MOT)) difficile et a contraint à ne pas pouvoir en utiliser d'autres.
- Comme le montre la comparaison avec les travaux de Morel (2016) et Dumont (2017), la typologie développée dans ce travail ne peut se prétendre exhaustive.
 - D'une part parce qu'il est possible que certains types d'exploitations (notamment des exploitations de très petite taille avec un volume de main-d'œuvre par unité de surface et une productivité de la terre très importants (Morel, 2016; Stone, 2015)) n'aient pas été étudiées dans ce travail, dû au fait que l'on n'en retrouvait pas une quantité suffisante dans nos cas d'étude pour en faire une catégorie à part. Cette différence illustre deux options méthodologiques. Soit, dans notre cas, couvrir une large gamme d'exploitations différentes soit, comme Morel (2016), étudier une sélection de fermes plus restreinte.
 - D'autre part parce que certaines caractéristiques importantes des fermes maraîchères vont dépendre de leur contexte, celui-ci pouvant fortement varier d'une région à l'autre (notamment au niveau des différences de régime fiscal lié à la pratique d'achat-revente entre la France et la Belgique (Dumont, 2017)).

Étant donné que ce travail ne se limite pas à la création de la typologie en soi, mais à son implémentation dans un outil d'aide à la décision destiné aux maraîchers, il est important que ces limites (notamment la caractérisation difficile ou impossible de certains critères et la non-exhaustivité de la typologie) soient clairement communiquées lors de la diffusion de l'outil.

7.2 Les systèmes maraîchers conventionnels

Les systèmes maraîchers conventionnels n'ont pas été abordés dans cette étude. La cause principale étant que ces systèmes semblent très peu étudiés à l'échelle de l'exploitation agricole et que seuls quelques cas d'étude (issus du travail de Dumont (2017)) ont pu être trouvés lors de la recherche bibliographique. Même si le contexte actuel met en avant les fermes biologiques de petites tailles peu motorisée au niveau du public (Bedouet, 2017; Coleman and Petit, 2013; Fortier, 2016; Fukuoka et al., 2005; Hartman, 2015; Herve-Gruyer, 2014; Holmgren, 2002; Jacke and Toensmeier, 2006; Sinaï et al., 2015; Stone, 2015; Volk and Ableman, 2017) et que la proportion de ces exploitations semble augmenter depuis plusieurs années (Berry, 2017), il nous semble important de ne pas négliger les productions conventionnelles. Notamment pour un accompagnement de ces agriculteurs et pour une comparaison entre les systèmes conventionnels et biologiques (notamment au niveau des performances environnementales (Hainaut et al., 2018; Anglade et al., 2016), économique et de la productivité).

Cette comparaison a été amorcée par Berry and Dansette (2014) et Dumont (2017) dans leurs travaux respectifs. Les éléments principaux ressortant de ces comparaisons sont :

- Un temps de travail par unité de surface supérieur (29%) entre les systèmes biologiques et conventionnels (Berry and Dansette, 2014) ¹.
- La productivité de la terre (par unité de surface développée) est assez semblable entre les systèmes biologiques et conventionnels (écart de 3% en faveur des systèmes biologiques) (Berry and Dansette, 2014). Cette conclusion n'est pas partagée par l'étude de Dumont (2017) où le chiffre d'affaires de l'atelier maraîcher des systèmes biologiques peut être le double de celui des systèmes conventionnels pour une même surface (en ne tenant pas compte d'une éventuelle activité complémentaire). Cela peut indiquer soit, que les rendements sont équivalents, mais, que les circuits de vente des produits biologiques ne permettent pas de valoriser cette production dans le cas de Berry and Dansette (2014) (l'inverse dans le cas de Dumont (2017)), soit que les rendements sont plus faibles, mais que les circuits de ventes des produits biologiques pratiquent des prix permettant de compenser cette baisse (de manière plus importante pour Dumont (2017)).
- Les charges totales des systèmes biologiques sont supérieures de 12% par rapport aux systèmes conventionnels (Berry and Dansette, 2014). Il en résulte un excédent brut d'exploitation (EBE, la différence entre le chiffre d'affaires et les charges totales hors remboursement des annuités et des emprunts) des exploitations maraîchères biologiques inférieur de 10% par rapport aux systèmes conventionnels (Berry and Dansette, 2014). La valorisation commerciale ne compense donc pas le coût des charges supplémentaires (et la baisse de rendement éventuelle, mais non établie).
- Sur petite surface, le nombre de légumes cultivés différents est comparable entre les deux orientations techniques. Les fermes conventionnelles vont, pour des raisons techniques, plus souvent cultiver certains légumes (notamment les pommes de terre et les asperges). Ces fermes vont également favoriser la culture de deux à trois légumes à forte valeur ajoutée (typiquement la tomate, le chicon, l'asperge et la fraise). Les fermes biologiques vont plus communément inclure des variétés peu communes et pas forcément recommandées par les centres techniques (Dumont, 2017).

1. Cette augmentation du temps de travail est surtout liée au temps de gestion de l'entreprise (+157% principalement dû à la vente par système de paniers et à la technicité importante des systèmes de productions biologiques). Les temps de production et de récolte-conditionnement sont également supérieurs (+38 et 39%). Le temps de commercialisation est inférieur (-14%) pour les systèmes biologiques (ici aussi, cela semble être lié au système de vente par paniers) (Berry and Dansette, 2014).

- Les systèmes conventionnels sont souvent associés à une production céréalière tandis ce que les systèmes biologiques, s'ils diversifient leurs activités, vont inclure du petit élevage (cheval, brebis, cochon) et des vergers (Dumont, 2017).
- Les systèmes conventionnels seront généralement plus mécanisés, avec une quantité de main-d'œuvre par unité de surface moins importante que dans les systèmes biologiques (Dumont, 2017).

7.3 La caractérisation des fermes maraîchères

Quelques suggestions concernant les futures caractérisations de fermes maraîchères sur petites surfaces sont apparues lors de la construction de ce travail afin que les futures études de terrains soient plus complètes et que l'exploitation des données soit plus efficace.

7.3.1 Méthodologie

Plusieurs travaux se basent sur une caractérisation commune (Marquet and Gomez, 2015; Marquet et al., 2017; Maraîchage sur Sol Vivant, 2018). Ces travaux constituent une part non négligeable de notre échantillon (32 cas d'étude sur 65). La méthodologie utilisée permet une caractérisation de qualité avec un nombre relativement limité de critères. Cependant, certains critères nous ont semblé manquants. Ils sont présentés dans les paragraphes suivants.

7.3.2 Critères de caractérisation supplémentaires

Les critères présentés dans cette liste sont soit manquants, soit quantifiés de manière peu rigoureuse dans la plupart des caractérisations de cas d'étude.

- a. **Le niveau de motorisation** devrait pouvoir être défini de manière claire. La variable MOT (section 3.3.3) peut être utilisée ou adaptée à cette fin.
- b. **La part de chiffres d'affaires issue de l'achat-revente** devrait être systématiquement clairement établie. Celle-ci pourrait alors être mise en lien avec le financement de la main-d'œuvre sur l'atelier de production ou ne pas être prise en compte dans le calcul de productivité lorsque l'on souhaite étudier uniquement l'atelier de production maraîcher.
- c. **Le temps de travail consacré à l'atelier maraîcher** devrait être le plus clairement possible distingué de celui consacré à d'autres ateliers afin de ne pas surestimer la charge de travail de la production maraîchère. Par ailleurs, une unité de mesure de la main-d'œuvre absolue devrait être utilisée tant que possible. C'est le cas de l'équivalent temps plein (ETP, section 3.3.4), utilisé dans le cadre de ce mémoire.
- d. **Le travail réalisé par de la main-d'œuvre bénévole** devrait également être le mieux pris en compte possible, malgré le fait que cette main-d'œuvre ne soit pas rigoureusement comptabilisée par le maraîcher. En effet, cette source de main-d'œuvre n'est parfois pas mentionnée. Or, il semble peu probable qu'aucune ferme étudiée par certaines sources de cas d'étude n'y ait recours. Cela peut entraîner une sous-estimation de la charge de travail nécessaire au bon fonctionnement de l'atelier maraîcher.
- e. **Quelques données météorologiques de bases** (pluviométrie, températures moyennes et extrêmes) pourraient permettre de mettre en évidence des informations liées au contexte physique des fermes étudiées et de plus facilement comparer des fermes issues de régions différentes. Ces données ont déjà été récoltées dans le document Maraîchage sur Sol Vivant (2018).
- f. **La surface développée** (section 3.3.2). Ce critère permet d'apprécier un niveau d'intensification de l'activité maraîchère. Une surface développée importante par rapport à la surface brute en légumes semble être une caractéristique discriminante de certains systèmes (Morel, 2016; Stone,

2015; Dumont, 2017). Ce critère peut être déterminé en analysant le plan de culture d'un maraîchage en fin de saison et l'a déjà été dans le cadre de divers travaux (Morel, 2016; Dumont, 2017; Berry and Dansette, 2014; Berry, 2017).

- g. **Le nombre de légumes cultivés** est une variable importante pour caractériser différents systèmes techniques (Navarrete et al., 2015; Morel, 2016). Cependant, seule une minorité de cas d'étude présente une valeur de diversité en légumes cultivés. Plusieurs éléments peuvent expliquer ce manque. Tout d'abord, le fait que les maraîchers n'ont, à priori, pas besoin de connaître précisément cette valeur. Ce chiffre sera donc généralement une estimation pouvant comporter une incertitude plus ou moins grande, d'autant plus que certains exploitants peuvent confondre espèce et variété (Marquet and Gomez (2015), communication personnelle). Ensuite, le fait que la définition de la diversité en légumes cultivés n'est pas constante au sein de la littérature. En effet, certains comptent le nombre d'espèces de légumes différentes (Navarrete et al., 2015) tandis que d'autres se basent sur le nombre de produits différents (Morel, 2016). C'est à dire des légumes qui sont vendus comme des légumes distincts au consommateur même s'ils appartiennent à la même espèce botanique (les tomates et les tomates cerises par exemple). Cette dernière méthode, bien que moins exacte dans le sens où l'on ne mesure pas directement le nombre d'espèces botaniques cultivées présente l'avantage qu'il suffit d'étudier le plan de culture (les bons de commandes ou de livraisons s'ils sont détaillés) pour connaître le nombre de produits différents vendus ce qui limite la charge de travail lorsque l'on étudie un nombre d'exploitations important.
- h. **La diversité en légumes cultivés** combine les deux critères précédents : la surface développée et le nombre de légumes cultivés. Il se base sur un indicateur de biodiversité. Par exemple l'indicateur de Simpson² permettrait en définissant un nombre maximal de légumes différents pouvant être produits sur une exploitation et en connaissant la surface développée dédiée à chaque légume d'obtenir un facteur compris entre 0 et 1. La valeur de 1 serait attribuée si l'exploitation produit le nombre de légumes maximal défini et que la même surface développée est allouée à chaque légume, 0 si toute la surface développée de l'exploitation est dédiée à un seul légume. Cet indicateur permettrait d'apprécier non seulement le nombre de légumes cultivés différents, mais également l'homogénéité de la distribution de surface développée à travers les différents légumes.

Par ailleurs, une notion intéressante développée par Morel (2016) et Navarrete et al. (2015) est la mise en place par les maraîchers de *stratégies générales de gestion de l'assolement*. Celles-ci pourraient être utilisées afin de caractériser de manière qualitative les pratiques des exploitants sur le terrain. La combinaison de variables quantitatives caractérisant la performance des systèmes étudiés et de variables qualitatives liées aux stratégies appliquées par les maraîchers permettrait probablement l'émission de diagnostics plus poussés. L'étude des indicateurs de performances ne se faisant pas seulement à partir de variables descriptives, mais également par des actions concrètes des fermiers sur le terrain. Cela pourrait également permettre aux maraîchers usant de tels diagnostics d'étudier dans un premier temps les évolutions qu'ils pourraient apporter à leur façon de travailler sans changer fondamentalement de système de production.

Morel (2016) identifie quatre stratégies :

Stratégie A (combinaison de circuits de vente), qui se base sur l'adaptation des méthodes de vente. En effet la vente par le système de paniers de légumes nécessite la production de légumes en quantités et proportions bien définies, tandis que la vente au marché ou au magasin permet d'être plus flexible. Une combinaison de ces systèmes de vente permet d'utiliser les produits vendus hors du système de paniers (marchés, magasins, etc.) comme tampon afin de ne pas devoir établir un plan de culture trop précis.

Stratégie B (planification différenciée), qui se base sur la différenciation des légumes produits en "légumes clés" et "légumes complémentaires". Les légumes clés sont des légumes très attendus

2. Notons que l'indicateur de Simpson a déjà été utilisé dans d'autres cadres que la mesure de biodiversité naturelle (Ferguson and Lovell, 2017).

par les consommateurs à certaines périodes de l'année et leur planification est faite avec soin. Les autres apportent de la diversité à l'offre et peuvent n'être planifiés que peu de temps avant leur mise en place. Le niveau de flexibilité apporté par cette stratégie dépend de ce que l'exploitant considère comme légume clé ou non.

Stratégie C (planification groupée), la gestion des cultures suivant des groupes et non suivant les espèces. Cela permet à l'exploitant de ne pas baser son assolement sur un grand nombre d'espèces, mais sur un plus petit nombre de groupes. Cette catégorisation peut être faite suivant la famille botanique, la saison de production (printemps, été, automne, hiver), les besoins en fertilisant ou en eau (haute, moyenne, faible demande). Cette stratégie permet de faciliter à la fois l'allocation spatiale et l'itinéraire technique des cultures. Cette stratégie est analogue à celle présentée par Navarrete et al. (2015) disant que, quand plusieurs espèces sont cultivées sur la même planche, les apports en eau et en fertilisants n'étaient pas différenciés suivant les besoins des différentes espèces.

Stratégie D (rotation différenciée), qui se base sur la différenciation entre les légumes suivant des critères phytosanitaires. Certains légumes sont considérés comme "*sensibles*" et doivent respecter des critères de rotations stricts tandis que d'autres sont considérés comme "*peu sensibles*" et ne doivent pas respecter des critères de rotations aussi stricts. Ces légumes sont considérés à l'abri grâce au "système immunitaire" global de l'exploitation qui va dépendre de la diversité cultivée et non cultivée, de l'utilisation de variétés résistantes, etc.

Une autre stratégie n'est pas mise en évidence par, Morel (2016) mais se retrouve chez plusieurs fermes de notre échantillon et dans l'étude de Navarrete et al. (2015) est la :

Stratégie E (réduction de la gamme cultivée), qui résulte du choix du maraîcher de ne pas cultiver certaines espèces de légumes requérant trop de travail ou du matériel spécifique. À cela, l'on pourrait ajouter le choix pour certains producteurs de se concentrer sur certaines productions, typiquement les légumes feuilles à haute valeur ajoutée (Morel, 2016; Stone, 2015).

7.3.3 Indicateurs de performance inexistants

Outre le fait que certains critères de caractérisation soient peu ou pas exploités, il nous est apparu que certains indicateurs de performance des fermes maraîchères étaient également manquants. Dans ce mémoire, trois indicateurs de performance ont été utilisés :

- la productivité de la terre (PTE, €/ha) ;
- la productivité du travail (PTR, €/ETP) ;
- le volume de main-d'œuvre par unité de surface (VMO, ETP/ha).

Il nous est apparu qu'il serait judicieux de développer deux nouveaux indicateurs :

- L'un permettant d'établir quelle est la production d'un certain système (qui se rapprocherait de la notion de rendement) ;
- l'autre permettant d'établir la performance environnementale (ou plus largement la durabilité) des systèmes maraîchers sur petite surface.

Le rendement

Une unité couramment utilisée pour établir la productivité d'un système agricole est le rendement (kg/ha) permettant de connaître la quantité de produits récoltés par unité de surface. Cette unité n'est pas applicable en maraîchage car, d'une part, le nombre de productions et les espèces cultivées varient très fortement d'une exploitation maraîchère à l'autre (Navarrete et al., 2015). D'autre part, les productions étant très variées, sommer leurs masses individuelles n'a pas de sens. Un indicateur se rapprochant du rendement dans le cadre des systèmes maraîchers devrait donc prendre en compte cette diversité pour être performant. Les paragraphes suivants présentent différentes unités permettant de mesurer la productivité de systèmes maraîchers.

Les indicateurs agrégatifs

L'unité la plus basique pouvant être utilisée est *La masse totale de légumes produite*. Bien qu'elle soit très intuitive, cette unité n'est pas utilisée pour caractériser la production de systèmes maraîchers pour plusieurs raisons :

- La diversité des productions nécessite de nombreuses mesures tout au long de la saison afin d'estimer la masse totale produite. Cette tâche fastidieuse a cependant déjà été menée dans le cadre de recherches (Léger and Guégan, 2015; Morel, 2016).
- La masse totale de légumes produite ne correspond pas à grand-chose dans la réalité. En effet, l'on peut difficilement agréger dans le même indicateur la masse de légumes très différents comme des carottes et des salades.
- Elle ne prend pas en compte la diversité des légumes produits, caractéristique importante de ces systèmes diversifiés.

Une autre unité présentée dans la littérature est l'utilisation de *la masse sèche produite*, comparable entre les différents légumes (Stanhill, 1976). Cependant cela ne résout pas les problèmes de mesures fastidieuses et de prise en compte de la diversité cultivée.

Stanhill (1976) a estimé la productivité des maraîchers parisiens du XIX^e siècle en estimant *le contenu énergétique produit*. Cette unité n'est pas satisfaisante étant donné que la plupart des légumes ne sont pas consommés pour leur apport énergétique (contrairement aux céréales), mais pour un apport d'oligoéléments, de vitamines et de protéines (en proportion très variables suivant les légumes). Par ailleurs, cette unité nécessite toujours la mesure de la masse de légumes produite et ne prend pas en compte la diversité de légumes cultivés.

Le dénominateur commun de ces trois indicateurs est qu'ils sont agrégatifs. C'est-à-dire qu'ils regroupent par défaut tous les légumes produits sur l'exploitation. Cet élément rend leur utilisation non pertinente dans l'étude de systèmes maraîchers diversifiés. Il faut donc trouver des critères alternatifs qui ne présentent pas cette caractéristique.

Le nombre de paniers, utilisable, mais non généralisable

On peut estimer la productivité d'une ferme maraîchère au nombre de ses *paniers de légumes*³ (Fortier, 2016; van Oost, 2016). Cette unité de mesure présente les avantages d'être intuitive (du moins lorsque l'on est familier avec ce système de vente), ne nécessite pas de mesurer la masse de légumes produite et prend intrinsèquement en compte la diversité de la production⁴. Cependant, elle présente également des désavantages majeurs :

- Il n'existe pas de panier de référence, que ce soit en termes de quantité et diversité de légumes ou en termes de prix. La création d'une telle référence semble fastidieuse. Cette dernière risque par ailleurs d'être peu représentative et les modalités de conversion entre paniers d'une ferme particulière et paniers de référence posent question.
- De nombreux maraîchers complètent l'offre de leurs paniers par des denrées qui ne sont pas produites sur la ferme par achat-revente (Dumont, 2017; Fortier, 2016) . Cette pratique devrait donc être prise en compte dans l'élaboration de l'indicateur.
- De nombreux maraîchers combinent plusieurs systèmes de vente (Gauche et al., 2011; Navarrete et al., 2015; Dumont, 2017). Il est donc nécessaire de prendre en compte les légumes vendus par

3. Ce système de vente directe est un arrangement établi à l'avance entre le maraîcher et un particulier. À intervalles réguliers, le maraîcher lui fournit un panier de légumes en échange d'une rémunération pouvant être payée en début de saison.

4. Étant donné que le panier doit être composé d'un certain nombre de légumes différents et varier de semaine en semaine.

un autre canal de vente dans l'indicateur. La méthode proposée par Fortier (2016) se base sur une règle de trois avec le chiffre d'affaires issu de la vente des paniers et celui issu d'un autre système de vente. Le biais induit par cette conversion pose question, particulièrement pour les légumes vendus en gros qui ne présentent pas une grande diversité.

- Pour pouvoir utiliser cette méthode de conversion basée sur le chiffre d'affaires, la ferme doit vendre une partie non négligeable de sa production sous forme de paniers. Or ce circuit, bien que commun, n'est pas utilisé par tous les producteurs (Gauche et al., 2011; Navarrete et al., 2015)⁵. La productivité de certaines fermes ne pourrait donc pas être établie par cet indicateur.

Cet indicateur est plus performant que les indicateurs agrégatifs. D'une part parce qu'il est intuitif et, d'autre part, car il tient compte de la diversité cultivée des exploitations maraîchères. Il pourrait donc être utilisé, moyennant quelques précautions, pour comparer certains types dont une part importante de la production est vendue par ce circuit. Cependant il ne peut pas être généralisé à toutes les exploitations maraîchères.

Deux pistes d'indicateurs plus généralisables

Si cette discussion permet de mettre en évidence un élément, c'est qu'il est difficile de répondre à une question semblant simple : *quelle quantité de légumes produisent les systèmes maraîchers diversifiés par unité de surface ?* Cette question pourrait paraître secondaire pour certains, mettant en avant l'importance du caractère écologique de la production maraîchère sur petite surface. La question de la quantité de légumes produite par unité de surface est pourtant centrale dans de nombreux ouvrages, particulièrement par rapport à la productivité de systèmes conventionnels (Stanhill, 1990; Herve-Gruyer, 2014; Fortier, 2016; Coleman and Petit, 2013). Il n'est d'ailleurs pas rare pour certaines sources d'inspirations dites alternatives d'avancer que les systèmes s'en inspirant sont plus productifs (Holmgren, 2002; Fukuoka et al., 2005; Jacke and Toensmeier, 2006). Lorsque cette affirmation est appuyée par un indicateur, celui-ci est généralement basé sur la biomasse totale du système. Comme nous l'avons vu précédemment, cet indicateur a peu de sens dans un système diversifié, d'autant plus quand la biomasse totale du système reprend des éléments constitutifs de plantes pérennes ne pouvant être consommés (les matières lignifiées d'arbres fruitiers par exemple⁶).

Deux pistes d'indicateurs plus généralisables sont envisagées dans les paragraphes suivants. L'une se base sur la mesure de rendements de certains légumes clés tandis que l'autre se base sur une unité dérivée de la productivité de la terre (€/ha).

Le document Maraîchage sur Sol Vivant (2018) dont sont issus dix cas d'étude de notre échantillon présente la mesure du rendement de trois légumes : les carottes, les poireaux et les pommes de terre pour les fermes étudiées. Les raisons derrière le choix de ces légumes ne sont pas explicitées, mais l'on peut supposer que les auteurs considèrent ces légumes comme représentatifs et permettent d'apprécier la productivité globale de l'exploitation⁷. Des légumes représentatifs pourraient soit :

- Être utilisés soit comme indicateurs indépendants. Chaque légume deviendrait alors une nouvelle variable (comme dans le document de Maraîchage sur Sol Vivant (2018)).
- Soit être associées dans un indicateur global. Comme dit précédemment, sommer les rendements des différents légumes n'a pas de sens. Cela implique qu'établir un rendement moyen des légumes représentatifs de l'exploitation n'en aurait pas beaucoup plus. Les légumes ayant le rendement le plus élevé auraient plus de poids que les autres dans cet indicateur. Il faudrait donc standardiser

5. Notons d'ailleurs que l'utilisation du système de paniers classique (où le consommateur paye à l'avance et ne choisit pas les produits reçus ni le moment de la livraison) semble diminuer, notamment à cause de système de paniers plus flexibles pour le consommateur liés à des magasins ou des sites internet (Dumont, 2017).

6. Notons que ces éléments peuvent tout de même être valorisés par l'exploitant sous forme de bois d'œuvre, de chauffage ou de construction.

7. Notons qu'ils ont également pu être choisis car mesurer le rendement de ces légumes était plus simple que pour d'autres types de légumes comme les légumes feuilles.

les rendements des légumes représentatifs. Cela pourrait être fait en divisant chaque rendement par un rendement de référence de ce légume. Chaque rendement standardisé peut être vu comme un facteur représentant le pourcentage de surface en plus ou en moins nécessaire à la référence pour produire la même quantité de légumes⁸. En faisant la moyenne de ces facteurs, l'on obtiendrait un facteur global indiquant quelle quantité de surface, en plus ou en moins, serait nécessaire à la référence pour produire la même quantité de légumes que la ferme étudiée⁹.

Ce dernier indicateur présente l'avantage de se résumer à une seule valeur assez intuitive (une moyenne de rapports de surfaces). Bien qu'il soit agrégatif, les mesures de rendement seraient relativement limitées étant donné que l'on s'intéresse à une sélection de légumes et non à toute la gamme de l'exploitation. Enfin, la standardisation des rendements par des rendements de référence permet à l'agrégation des rendements (standardisés) d'avoir du sens, même s'il s'agit de légumes fort différents.

Par ailleurs, il faudrait trouver des critères objectifs permettant de déterminer quels légumes pourraient être des légumes de référence. Pour ce faire l'on pourrait soit :

- Sélectionner des légumes communément cultivés au sein des familles de légumes que l'on retrouve systématiquement ou presque sur les exploitations maraîchères diversifiées (*alliaceae*, *solanaceae*, *apiaceae*, *chenopodiaceae*, *asteraceae*, *brassicaceae*, *fabaceae*, *cucurbitaceae*).
- Sélectionner des légumes communément cultivés au sein des différentes catégories de production (légumes feuilles, racines, fruits, fleurs, graines).
- Analyser les différents légumes suivant une analyse multivariée afin de déceler des groupes de légumes ayant un comportement semblable au sein des maraîchages et sélectionner des légumes communément cultivés dans chaque groupe.

Il apparaît que si un tel indicateur devait être utilisé, ses créateurs devraient être très clairs sur la méthodologie ayant servi à le construire (nombre et type des légumes dont on mesure les rendements, rendement de référence, etc.) afin de pouvoir assurer son utilisation par d'autres études ultérieures.

La limite principale de cet indicateur réside dans le fait que, pour pouvoir être appliqué à une certaine exploitation, celle-ci doit cultiver les différents légumes de référence. Il se pourrait donc qu'il ne puisse pas être utilisé par établir la productivité de systèmes peu diversifiés.

Une variable de base mesurée par presque tous les maraîchers professionnels est leur chiffre d'affaires, plus particulièrement leur chiffre d'affaires issu de la vente de légumes. L'on peut obtenir un indicateur lié à la quantité de légumes produits si :

- L'on ne tient pas compte des légumes issus du système d'achat-revente (Dumont, 2017). Par exemple en soustrayant au chiffre d'affaires total le résultat de la revente de ces légumes.
- L'on considère que les légumes sont vendus à des prix relativement semblables entre les différents systèmes. Cette hypothèse est assez difficile à tenir quand une part de la production est vendue en gros à un prix plus bas qu'en vente directe (Dumont, 2017), en vente directe à un prix volontairement bas (Jammes et al., 2012) (et inversement (Stone, 2015)) ou dans un circuit avec des prix supérieurs comme des restaurants (Léger and Guégan, 2015; Stone, 2015).

8. Par exemple, si l'on observe au champ un rendement de carottes de 3,6 kg/m² (comme observé en 2016 à la ferme "Terre de goganes" (Maraîchage sur Sol Vivant, 2018)) et qu'on le divise par un rendement de référence en agriculture biologique de 3 kg/m² (Weil, 2009), l'on obtient un facteur de 1,2. C'est-à-dire qu'il faudrait 20% de surface de référence supplémentaire pour produire la même quantité de carottes que dans notre champ.

9. Si l'on utilise le même exemple que précédemment, les rendements observés en 2016 la ferme "Terre de goganes" (Maraîchage sur Sol Vivant, 2018) sont 2 kg/m² pour les poireaux et 2,34 kg/m² pour les pommes de terre. Le calcul du facteur global (toujours en utilisant comme référence Weil (2009)) est donc :

$$F = \frac{\frac{3,6}{3} + \frac{2}{2} + \frac{2,34}{2,75}}{3} = 1,02$$

Globalement, il faudrait donc 2% de surface supplémentaire à la référence pour produire la même quantité de légumes.

En divisant ce chiffre d'affaires en légumes par la surface développée, l'on obtient une variable ayant les mêmes unités que la productivité du travail (€/ha). Pour tenir compte de la diversité en légumes cultivés, cette variable peut être multipliée par :

- Le logarithme du nombre de légumes différents cultivés. Cela permet d'inclure dans l'indicateur la notion de diversité tout en temporisant son influence sur l'indicateur¹⁰. Cet indicateur ne tient pas compte des proportions des différents légumes cultivés au sein de l'assolement.
- Pour répondre à cette limite, nous pouvons nous baser sur les indicateurs de biodiversité. Par exemple l'indicateur de Simpson présenté à la section 7.3.2. Il semble que cet indicateur aurait plus de valeur que l'indicateur utilisant le logarithme. En effet, il ne suffirait pas d'augmenter le nombre de légumes produits pour augmenter la valeur de l'indicateur, mais également d'homogénéiser la surface dédiée à chaque légume.

Ces indicateurs ont l'avantage d'utiliser des données connues de la plupart des maraîchers (dans leur comptabilité ou leur plan de culture) : leur chiffre d'affaires lié à la vente de légumes effectivement produits sur l'exploitation, le nombre de légumes cultivés et la surface développée dédiée à chaque légume. Il n'est donc pas question ici de mesurer des rendements. Par ailleurs, cet indicateur pourrait également être appliqué à des fermes peu diversifiées (pour autant qu'elles cultivent plus d'un légume).

Ces indicateurs ont également des défauts non négligeables. En effet, ils sont :

- Peu intuitifs, car ils lient la productivité de la terre à un facteur représentant la diversité cultivée.
- Il se base sur le chiffre d'affaires qui peut être fortement influencé par les légumes produits, leurs circuits de vente et le contexte général dans lequel se trouve la ferme.

Ces indicateurs, bien qu'applicables assez facilement et généralisables à toutes les exploitations ne sont donc pas entièrement satisfaisants.

Cependant, ils permettent de mettre en évidence le lien existant entre la mesure de la quantité de légumes produits sur une exploitation maraîchère et l'impact environnemental de celle-ci avec la mesure de la diversité en légumes cultivés par l'indicateur de Simpson. Cela montre un aspect différenciant fortement les exploitations maraîchères biologiques sur petite surface des productions conventionnelles. La biodiversité fait partie intégrante du système au point qu'elle peut être, au moins en partie, incluse dans la construction d'un indicateur se voulant proche d'une unité aussi terre-à-terre que le rendement. Cela montre que les maraîchages sur petite surface sont des objets complexes, qui lorsqu'ils sont étudiés doivent bénéficier d'une approche systémique.

Indicateurs environnementaux

La notion de durabilité d'une exploitation agricole désigne sa capacité à demeurer productive sur le long terme Van Der Werf and Petit (2002). Aujourd'hui, la durabilité du modèle agricole dominant est remise en cause. Que ce soit dans le monde scientifique (Buttel, 2006) ou non (Jacke and Toensmeier, 2006). L'on distingue différents aspects de la durabilité : la durabilité écologique (ou environnementale), la durabilité sociale et la durabilité économique.

À notre connaissance, aucun indicateur global de la durabilité ou de performance environnementale n'a été établi pour les exploitations maraîchères sur petite surface. Il nous semble important que ce manque soit comblé. En effet les aspects de durabilité sont, en règle générale, des objectifs importants des maraîchages biologiques sur petite surface (Morel, 2016) et devraient donc être adressés. Outre cet aspect idéologique, la mise en place de tels indicateurs permettrait :

10. Le nombre de légumes cultivés pouvant aller de moins de 10 à plus de 50 (Navarrete et al., 2015; Morel, 2016; Dumont, 2017).

- De sensibiliser les maraîchers par rapport à leurs pratiques qui, même si elles se basent sur des intrants respectant le label d'agriculture biologique, peuvent avoir des conséquences environnementales indésirables. Notamment au niveau de la fertilisation azotée (Anglade et al., 2016).
- D'anticiper et de préparer les évolutions futures de la Politique Agricole Commune (PAC) européenne au sein de laquelle les mesures agri-environnementales tendent à prendre de plus en plus d'importance (Hill, 2012).

L'impact environnemental des fermes maraîchères sur petite surface est spécifiquement étudié dans le travail de Le Chatelier (2017). Bien que le spectre de réflexion soit assez large, ses conclusions restent assez générales. Aucune quantification ou indicateur de durabilité n'est proposé.

L'article de Van Der Werf and Petit (2002) compare 12 indicateurs de durabilité. Certains d'entre eux semblent pouvoir être adaptés à des fermes maraîchères sur petite surface :

La méthode IDEA (Vilain, 2008) dont la caractéristique principale est qu'elle combine les trois dimensions de la durabilité explicitées plus haut (environnementale, sociale, économique).

La méthode EOG (Rossier, 1999) qui identifie les sources principales de pollution à l'échelle de l'exploitation.

La méthode DIALECTE (Solagro, 2018) qui se targue d'être relativement facile à mettre en place et de pouvoir être utilisée par un agriculteur de manière autonome.

Ces différentes méthodes ont été choisies car elles ne se limitent pas à un seul système de production. Des fermes maraîchères diversifiées peuvent donc également être analysées dans leur globalité. Ils pourraient également servir de base pour le développement d'un indicateur spécifique aux fermes maraîchères sur petite surface. Des inspirations peuvent également être trouvées dans les travaux de Hainaut et al. (2018) à propos des mesures de la biodiversité (particulièrement celle des insectes) et d'Anglade et al. (2016) à propos de la fertilisation azotée.

7.3.4 Élargissement de la base de données

La base de données établie dans ce travail peut être facilement mise à jour. En effet, si leur caractérisation est cohérente avec celle appliquée dans ce mémoire, il suffit de rajouter les nouveaux cas d'étude à différentes feuilles du tableur de l'outil d'aide à la décision (chapitre 6). Les types auxquels ces différentes fermes appartiennent peuvent, dans un premier temps, être établis suivant leur position sur le graphique de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) comme le ferait n'importe quel utilisateur. Lorsque le nombre de ces cas d'étude ajoutés le justifie, la typologie pourrait être remise à jour en utilisant la méthodologie développée dans ce mémoire ou une autre plus adaptée au nouvel échantillon.

Cette discussion montre qu'il existe encore de nombreuses évolutions potentielles dans le domaine de la caractérisation des maraîchages biologiques à l'échelle de l'exploitation agricole et de l'étude de leur diversité. La typologie développée dans ce travail ne prétend donc pas être exhaustive ou définitive. Elle étudie des fermes issues principalement d'un certain contexte (la Normandie) selon une série de critères quantitatifs et d'indicateurs de performance qui pourrait être élargie afin de permettre une meilleure caractérisation des fermes et un meilleur diagnostic pour les maraîchers utilisant d'éventuelles versions futures de l'outil d'aide à la décision développé dans ce travail.

Chapitre 8

Conclusion

Ce travail est le résultat de l'étude de soixante-cinq fermes maraîchères sur petite surface. Il a été basé sur l'analyse de cas d'étude, en grande partie issus des travaux d'organismes de conseil agricole normands (Agricultures & Territoires, 2012; Marquet and Gomez, 2015; Marquet et al., 2017). Étant donné la diversité des sources, un travail d'harmonisation important a dû être mené.

À la suite de la création de la base de données, plusieurs enseignements peuvent être tirés afin de faire évoluer la récolte de données de terrain de maraîchages biologiques sur petite surface :

- Les cas d'étude sont des outils relativement puissants. Ils permettent avec peu d'informations d'appréhender le fonctionnement d'exploitations maraîchères et d'identifier leurs caractéristiques principales. Vu leur place centrale dans des travaux comme celui-ci, il semble important d'encourager les organismes de recherche agronomique ou de conseil agricole à étudier les cas concrets de fermes maraîchères de leur région en les compilant sous la forme de cas d'étude. En effet, ils peuvent alors être une source d'information aussi bien pour les chercheurs que pour les maraîchers eux-mêmes, pouvant appréhender le fonctionnement général d'un grand nombre d'exploitations sans se déplacer.
- Plusieurs travaux compilant de tels cas d'étude se basent sur une méthodologie commune (Marquet and Gomez, 2015; Marquet et al., 2017; Maraîchage sur Sol Vivant, 2018). Cette méthodologie permet une caractérisation assez fine des fermes maraîchères avec un nombre de critères relativement réduit. Il semble judicieux pour quiconque cherchant à produire des cas d'étude de fermes maraîchères sur petite surface de se servir de ces documents comme base. Néanmoins, quelques réserves sont exprimées dans les paragraphes suivants.
- Il semble important que des références pour certains critères majeurs soient mises en place afin que la caractérisation des fermes maraîchères soit plus constante entre les différents travaux. C'est particulièrement le cas de la quantification de la main-d'œuvre (qui se base actuellement sur divers critères relatifs) et de la caractérisation du niveau de motorisation des maraîchages (pour laquelle il ne semble pas exister de critère à l'heure actuelle). Les méthodologies utilisées dans ce mémoire pour caractériser ces deux éléments pourraient être transmises aux différents organismes produisant les fiches des cas d'étude. Cela permettrait d'avoir des indicateurs communs, absolus et objectifs pour la quantification de la main-d'œuvre et la caractérisation du niveau de motorisation de travaux futurs.
- Certains critères sont rarement utilisés ou mesurés de manière peu rigoureuse. Or ces derniers apparaissent comme essentiels pour comprendre en profondeur le fonctionnement d'une ferme maraîchère. Citons pour mémoire la surface développée, la part de chiffre d'affaire issue de l'achat-revente, le temps de travail réalisé par de la main-d'œuvre bénévole, la diversité de légumes cultivés et l'indice de diversité de légumes cultivés. Ici aussi, il semble important de transmettre

ces critères aux organismes produisant des cas d'étude de fermes maraîchères.

- D'autres éléments des fermes maraîchères ne peuvent actuellement être caractérisés faute de critères. L'un d'entre eux nous semble avoir un potentiel important, c'est un critère qualitatif qui permettrait de caractériser des stratégies générales de gestion de l'assolement. En effet, ce critère permettrait de lier les caractéristiques et performances de la ferme à des pratiques concrètes sur le terrain. Des recherches devraient être menées afin d'établir un indicateur de ce genre performant. La réflexion a déjà été amorcée dans le travail de Morel (2016) et, dans une moindre mesure, celui de Navarrete et al. (2015).
- Nous avons identifié deux indicateurs de performances actuellement inexistantes pour les fermes maraîchères sur petite surface. Tout d'abord, un indicateur permettant d'estimer ou de comparer la quantité de légumes produite par unité de surface au sein d'une ferme maraîchère. Un indicateur communément utilisé dans le monde agricole est le rendement. Il perd son sens dans le contexte du maraîchage biologique sur petite surface, car il ne prend pas en compte la diversité intrinsèque à ces systèmes. Deux pistes de réflexion sont développées dans ce mémoire pour répondre à ce manque :
 - L'une se base sur la mesure du rendement de quelques légumes clés.
 - L'autre sur la combinaison de la productivité de la terre par unité de surface développée et l'utilisation d'un indicateur de biodiversité.

Un autre indicateur actuellement non existant est un indicateur de durabilité ou au moins de performance environnementale des systèmes maraîchers sur petite surface. Cet aspect est souvent un point d'attention central des maraîchers (Morel, 2016) et devrait pouvoir être quantifié. Cela permettrait également de sensibiliser les maraîchers par rapport à leurs pratiques qui peuvent, dans certains cas, avoir des effets néfastes sur l'environnement (notamment en ce qui concerne la fertilisation azotée (Anglade et al., 2016)).

La typologie développée dans ce travail, ayant comme finalité de servir comme référence pour la création d'un outil d'aide à la décision, sépare les soixante-cinq fermes de la base de données en cinq types. Les descriptions des types présentées ci-dessous utilisent les moyennes des différents groupes.

Peu motorisé, avec une productivité de la terre importante (PmPte+), ayant une surface cultivée faible (0,78 ha) dont 14,4% sont sous serre. Ce sont des fermes ayant un niveau de motorisation faible où le travail du sol est généralement la seule opération mécanisée. Ce groupe présente une productivité de la terre importante dépassant les 75.000 €/ha pour un volume de main-d'œuvre par unité de surface de 4 ETP/ha. La productivité du travail de ce groupe est d'environ 26.000 €/ETP. Le ou les exploitants de ces fermes représentent généralement 75% de la main-d'œuvre sur l'exploitation. Le reste du travail est réalisé par des salariés (17% de la charge totale de travail) ou des bénévoles (9,5% de la charge totale de travail). Onze fermes de notre échantillon sont de ce type.

Peu motorisé, avec une productivité de la terre faible (PmPte-), ayant une surface cultivée relativement faible (0,91 ha) dont 11,3% sont sous serre. Les fermes composant ce groupe sont souvent totalement manuelles et ont, en moyenne, une productivité de la terre de 32.000 €/ha. Le volume de main d'œuvre de ces exploitations s'élève à 2,1 ETP/ha. Ce groupe présente une productivité du travail relativement faible de 17.000 €/ETP. Presque 90% du travail est réalisé par le ou les exploitants, le reste est généralement assuré par de la main-d'œuvre bénévole (9% de la charge totale de travail). Ces fermes font peu appel à de la main-d'œuvre salariée (3% de la charge totale de travail). Onze fermes de notre échantillon sont de ce type.

Niveau de motorisation intermédiaire, ne se basant pas sur de la main-d'œuvre salariée (ItEte+), ayant une surface cultivée moyenne de 1,83 ha dont 8,5 % sont sous serre. Ces fermes ont une productivité de la terre et du travail assez semblables, respectivement 24.000 €/ha et 23.000 €/ETP pour une charge de travail sur l'exploitation d'un 1,1 ETP/ha. La quasi-totalité

du travail (99%) sur ces fermes est réalisée par le ou les exploitant(s). Treize fermes de notre échantillon sont de ce type.

Niveau de motorisation intermédiaire, se basant sur de la main-d'œuvre salariée

(ItEte-), ayant une surface cultivée moyenne de 2,2 ha dont 8,4 % sont sous serre. Ces fermes présentent des niveaux de productivité de la terre et du travail plus élevées que le groupe précédent (pour un même niveau de motorisation), respectivement 36.000 €/ha et 28.000 €/ETP pour un volume de main-d'œuvre de 1,3 ETP/ha. Environ 74 % de la charge totale de travail est réalisée par le ou les exploitants. Le reste du travail est généralement réalisé par des salariés (23 % de la charge de travail) et plus rarement des bénévoles (5,43 % de la charge de travail). Quinze fermes de notre échantillon sont de ce type.

Très motorisées (Tm), ayant une surface cultivée plus importante (5,9 ha) dont 7,1 % sous serre. Ces fermes sont les seules de notre échantillon à présenter, en moyenne, une productivité du travail plus importante que celle de la terre avec respectivement 40.000 €/ETP et 23.000 €/ha. Leur volume de main-d'œuvre par unité de surface est donc plus faible avec 0,66 ETP/ha. En ce qui concerne le statut de la main-d'œuvre, 69 % de la charge totale de travail est assurée par le ou les exploitant(s). Pour le reste des travaux, ces fermes se basent généralement sur des salariés (26 % de la charge de travail). Les fermes faisant appel à de la main-d'œuvre bénévole sont relativement rares (4 % de la charge de travail totale). Lorsque c'est le cas, il s'agit d'une aide familiale. Quinze fermes de notre échantillon sont de ce type.

Suite à l'analyse de ces types, nous avons observé des tendances au sein de notre échantillon.

Dans notre intervalle de surfaces (<1 à 10 ha), la surface sous serre augmente de manière relativement linéaire avec la surface brute en légumes. Ce n'est pas le cas de la part de surface sous serre qui, elle, diminue rapidement pour atteindre un plateau autour des 2,5 ha pour environ 7 % de surface couverte.

En ce qui concerne la productivité de la terre, nous avons observé qu'elle diminue rapidement avec la surface cultivée, atteignant un plateau à partir de 2,5 ha pour environ 23.000 €/ha. Par ailleurs, elle augmente avec le volume de main-d'œuvre par unité de surface, atteignant un plateau autour des 2,5 ETP/ha pour environ 75.000 €/ha. L'on voit que les fermes ayant une productivité de la terre élevée sont souvent des fermes dont la seule opération motorisée est le travail du sol et ayant un volume de main-d'œuvre à l'hectare important, généralement supérieur à 2 ETP/ha. L'on peut supposer que le faible niveau de motorisation et la quantité de main-d'œuvre élevée par unité de surface permettent à ces systèmes de produire une quantité importante de légumes par unité de surface (principalement en limitant leurs écartements). Cette hypothèse doit être nuancée par le fait que la productivité de la terre peut être influencée par l'utilisation de circuits de vente pratiquant des prix plus élevés et la production de légumes à haute valeur ajoutée (ce que pourrait indiquer la part de surface sous serre relativement élevée de ces systèmes).

La productivité du travail augmente avec la surface brute en légumes pour atteindre un plateau autour des 3,75 ha pour environ 40.000 €/ETP. Elle baisse en fonction du volume de main-d'œuvre par unité de surface et atteint un plateau à partir de 5 ETP/ha pour 10.000 €/ETP. Les valeurs les plus élevées de productivité du travail sont atteintes par des fermes très motorisées. Cependant, certaines fermes moins motorisées atteignent aussi des valeurs de productivité du travail importantes. Celles-ci motorisent systématiquement le travail du sol et vont généralement limiter la gamme de légumes cultivés sur la ferme soit en éliminant certains légumes contraignants soit en se spécialisant dans la culture de certaines familles de légumes. C'est une stratégie communément observée dans les exploitations maraîchères en contexte urbain (Morel, 2016; Stone, 2015) qui cultivent des légumes ayant comme qualités une période de croissance courte, un haut rendement, un prix de vente élevé, une période de récolte

allongée, une popularité élevée chez les clients (Stone, 2015) et une récolte non fastidieuse. Des légumes correspondant assez bien à ces différentes caractéristiques sont les légumes feuilles comme les épinards ou le mesclun. Notons un cas particulier de notre échantillon, une ferme peu motorisée présentant une productivité du travail et de la terre relativement importante alors qu'elle ne semble pas limiter sa gamme de légumes et produit plus de 90 % de ses plants, activité chronophage et pouvant facilement être sous-traitée. Il semble que l'élément principal garantissant les bons résultats de ce système soit l'utilisation d'une poinçonneuse à poireaux motorisée permettant de limiter la charge de travail liée à la plantation des plants en motte.

De nombreuses fermes de l'échantillon combinent une faible productivité du travail et de la terre. Particulièrement les fermes des types peu motorisées, peu productives (PmPte-) et intermédiaires, n'engageant pas de salarié (ItEte+). Peu de fermes arrivent à combiner à la fois des productivités de la terre et du travail relativement élevées. Les trois exploitations de notre échantillon y arrivant se basent toutes sur des stratégies différentes. L'une est relativement motorisée tandis que les deux autres utilisent la motorisation uniquement pour le travail du sol. Deux fermes limitent leur gamme de légumes tandis que la dernière détourne l'usage spécifique d'un outil. Les stratégies permettant de combiner productivité de la terre et du travail semblent donc variées. Il n'est cependant pas garanti que cette combinaison de productivités permette une meilleure viabilité de la ferme que le fait de se concentrer que l'augmentation de la productivité de la terre ou du travail.

La comparaison de cette typologie avec deux autres typologies de systèmes maraîchers sur petites surfaces issues de la littérature scientifique (Morel, 2016; Dumont, 2017) a permis de la mettre en perspective. La typologie développée dans ce travail est la seule distinguant ses types suivant un indicateur de performance (la productivité de la terre) ou suivant le statut de la main-d'œuvre (le recours à de la main-d'œuvre salariée). Ce n'est pas le cas du niveau de motorisation qui se retrouve dans la caractérisation des groupes des deux typologies.

L'un des types de la typologie de Morel (2016) ne se retrouve pas dans notre typologie. Ce type est caractérisé par des fermes sur de très petites surfaces (0,2 ha) avec une productivité de la terre très élevée (95.000 €/ha) et un volume de main-d'œuvre à l'hectare très important (6 ETP/ha). Des études ultérieures devraient permettre de déterminer si ce type est manquant ou si ce groupe est relativement marginal et a été isolé par Morel (2016) par le spectre plus réduit de son étude. Si tel est le cas, l'approximation d'inclure ce type dans le groupe de fermes peu motorisées, productives pourrait être valide.

La comparaison avec la typologie de Dumont (2017) montre qu'il est important d'établir les contextes dans lesquels la typologie pourrait ou ne pourrait pas être appliquée. La comparaison avec le contexte belge, où le régime fiscal encourage plus l'achat-revente qu'en France, montre des fermes présentant des productivités de la terre et du travail très importantes et un volume de main-d'œuvre par unité surface qui augmente avec la superficie brute en légumes. Cela est lié à la proportion de chiffre d'affaires constituée par l'achat-revente pouvant dépasser les 50 % dans l'étude de Dumont (2017). Ce point est à prendre en considération lors de l'application de notre typologie au contexte belge.

L'intégration de ces résultats dans un outil d'aide à la décision devrait permettre aux maraîchers de confronter leurs résultats ou leurs prévisions à une base de données relativement importante et non plus sur des cas particuliers de fermes présentant des résultats dans un contexte bien spécifique. Une fois la diversité de ces fermes caractérisée, elle peut devenir un outil puissant pour le diagnostic et les perspectives d'évolutions de fermes maraîchères.

La typologie a été incluse dans cet outil d'aide à la décision à destination des maraîchers et aux autres acteurs de ce milieu. Un prototype a été construit dans ce mémoire à l'aide d'un tableur. Il permet à l'utilisateur de se replacer au sein de l'échantillon avec relativement peu de données et de se comparer avec les moyennes des différents types et les cas d'étude dont il est proche. Ses limites

principales sont qu'il est nécessaire pour l'utilisateur de savoir utiliser un tableur et d'être un minimum familier avec les résultats de ce mémoire (particulièrement une analyse en composante principale, et les différents types de la typologie). Il est prévu de faire évoluer l'outil, il ne serait plus nécessaire d'utiliser un tableur pour le faire fonctionner et il présenterait les informations nécessaires à sa compréhension sans faire référence à ce travail.

Pour conclure, ce mémoire a permis d'analyser dans leur globalité différents documents compilant des cas d'étude édités récemment. Il montre qu'il existe une cohérence entre ces documents décrivant des fermes maraîchères, mais que la population de fermes étudiée est assez hétérogène. Cependant, à l'échelle de l'exploitation agricole, une méthodologie rigoureuse peut permettre de regrouper ces fermes en types plus généraux présentant des résultats et des logiques de fonctionnement comparables. Cela devrait encourager les acteurs du système maraîcher à la production de cas d'étude et ouvrir la voie à de futurs travaux, aussi bien sur la diversité des systèmes maraîchers sur petite surface que sur des aspects spécifiques liés aux différents types de fermes isolés dans ce travail comme leur viabilité, leurs circuits de vente ou leurs techniques agronomiques.

Chapitre 9

Bibliographie

- Agricultures & Territoires (2012). *Vivre des légumes biologiques en Normandie Trois cas types*.
- Anglade, J., Medina, M. R., Billen, G., and Garnier, J. (2016). Organic market gardening around the Paris agglomeration : agro-environmental performance and capacity to meet urban requirements. *Environmental Science and Pollution Research*, pages 1–10.
- Anonyme (2013). Patrice Bounet : Grandes cultures, légumes plein champs et légumes sous serre. *Objectif Bio - Le journal des agriculteurs biologiques et biodynamiques du Gers*, 38.
- Bedouet, L. (2017). *Créer sa micro-ferme : permaculture et agroécologie*. RUSTICA.
- Bergert, P. and Dufumier, M. (2012). Analyser la diversité des exploitations agricoles. In *Mémento de l'agronome*, page 321–344. Quæ edition.
- Berry, D. (2017). Maraîchage sur petite surface : Données technico-économiques des systèmes maraîchers diversifiés sur moins de 1ha cultivé. Technical report, Chambre d’agriculture Rhône-Alpes.
- Berry, D. and Dansette, T. (2014). Approche technico-économique des systèmes de production maraîchères diversifiées de Rhône-Alpes. Technical report, Chambre d’agriculture Rhône-Alpes.
- Brown, B. and Gallandt, E. R. (2017). A Systems Comparison of Contrasting Organic Weed Management Strategies. *Weed Science*, pages 1–12.
- Buttel, F. H. (2006). Sustaining the unsustainable : agro-food systems and environment in the modern world. *Handbook of rural studies*, pages 213–229.
- Cochet, H. (2011). *L’agriculture comparée*. Versailles, quæ edition.
- Coenen-Huther, J. (2003). Le type idéal comme instrument de la recherche sociologique, El modelo ideal como instrumento de la investigación sociológica. *Revue française de sociologie*, 44(3) :531–547.
- Coleman, E. and Petit, E. (2013). *Des légumes en hiver, produire en abondance, même sous la neige*. ACTES SUD, Arles.
- Conway, G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2) :95–117.
- Devienne, S. and Wybrecht, B. (2012). Analyser le fonctionnement d’une exploitation. In *Mémento de l'agronome*, page 321–344. Quæ edition.
- Dumont, A. (2017). *Analyse systémique des conditions de travail et d’emploi dans la production de légumes pour le marché du frais en Région wallonne (Belgique), dans une perspective de transition agroécologique*. Theses, Université Catholique de Louvain-la-Neuve.

- Dupraz, C. and Liagre, F. (2011). *Agroforesterie, des arbres et des cultures*. France Agricole, Paris, 2e édition edition.
- European Central Bank (2018). Cb euro reference exchange rate : Canadian dollar (cad). http://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-cad.en.html. En ligne, consulté le 12 février 2018.
- Eurostat (2018). Statistiques sur la structure des exploitations agricoles - Statistics Explained. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farm_structure_statistics/fr. En ligne, consulté le 30 avril 2018.
- Fadavi, R., Keyhani, A., and Mohtasebi, S. S. (2010). Estimation of a mechanization index in apple orchard in Iran. *Journal of Agricultural Science*, 2(4) :180.
- Farmer's Friend (2018). Quick-cut Greens Harvester. <https://farmersfriendllc.com/products/harvest/quick-cut-greens-harvester>. En ligne, consulté le 16 mai 2018.
- Ferguson, R. S. and Lovell, S. T. (2017). Livelihoods and production diversity on U.S. permaculture farms. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(6) :588–613.
- Fortier, J.-M. (2016). *Le jardinier-maraîcher - Manuel d'agriculture biologique sur petite surface*. Ecosociété, édition revue et augmentée edition.
- Fukuoka, M., Berry, W., and Lamothe, B. P. D. d. (2005). *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*. Editeur Guy Tredaniel, Paris, 3e édition edition.
- Gafsi, M. and Favreau, J.-L. (2014). Diversité des logiques de fonctionnement et durabilité des exploitations en agriculture biologique, Diversity of operating logics and sustainability of organic farms. *Économie rurale*, (339—340) :129–143.
- Gauche, A., Chiggoleau, Y., Prevost, B., Touzard, J.-M., and Tozanli, S. (2011). Exploitations maraîchères en circuits courts : diversité des modèles et approche des performances. Technical report, INRA, Agro Sup Dijon.
- Groupeement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie (2015a). Fermoscopie. Technical report.
- Groupeement Régional d'Agriculture Biologique Haute Normandie (2015b). Fermoscopie Bio. Technical report.
- Hainaut, H., Henreaux, J., Hostie, Y., Kerckhove, M., Van Cauter, J., and Vereecken, N. (2018). Evaluation de la performance écologique et économique d'un système diversifié de polyculture maraîchage-arboriculture fruitière (modèle "verger-maraîcher") sur petite surface en Région Wallonne - Rapport final (janvier 2018). Technical report.
- Hartman, B. (2015). *The Lean Farm : How to Minimize Waste, Increase Efficiency, and Maximize Value and Profits With Less Work*. Chelsea Green Publishing Co, White River Junction, Vermont.
- Herve-Gruyer, C. (2014). *Permaculture*. ACTES SUD, Arles.
- Hill, B. (2012). *Understanding the Common Agricultural Policy*. Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon ; New York, NY, 1 edition edition.
- Holmgren, D. (2002). *Permaculture : Principles and Pathways Beyond Sustainability*. Holmgren Design Services, Hepburn, Vic.
- Huat, J., Aubry, C., and Dore, T. (2014). Understanding Crop Management Decisions for Sustainable Vegetable Crop Protection : A Case Study of Small Tomato Growers in Mayotte Island. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(7) :764–785. bibtex : [Huat2014a].

- Husson, F. (2014). Cours de classification - Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=YdcKe09hj-4>. En ligne, consulté le 13 février 2018.
- Husson, F., Josse, J., Lê, S., and Mazet, J. (2008). FactoMineR : an R package for multivariate analysis. *Journal of statistical software*, 25(1) :1–18.
- Jacke, D. and Toensmeier, E. (2006). *Edible Forest Gardens : Ecological Design And Practice For Temperate-Climate Permaculture*. Chelsea Green Publishing Co, White River Junction, Vt.
- Jammes, D., Levitre, P., and Vian, A. (2012). Connaissances typologiques des systèmes maraîchers biologiques en région PACA et Production de fiches conseils thématiques. Technical report, Bio de Provence.
- Josse, J. and Husson, F. (2016). missMDA : A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis | Josse | Journal of Statistical Software. *Journal of Statistical Software*, 70(1).
- Jouanneau, J. and Froger, J.-M. (2010). Référentiel des systèmes maraîchers Bio des Pays de la Loire. Technical report, CAB Pays de la Loire.
- La Pachamama Ferme éco-citoyenne (2017). Le Maraîchage | La Pachamama Ferme éco-citoyenne. <https://fermelapachamama.com/actualites-2/la-ferme/le-maraichage/>. En ligne, consulté le 2 décembre 2017.
- Lanciano, E., Bon, N., Hérault-Fournier, C., and Aubrée, P. (2010). Diversité des logiques de travail dans les exploitations maraîchères en circuits courts.
- Le Chatelier, A. (2017). L'agriculture maraîchère sur petites surfaces au Québec : portrait et impact environnemental. DOI : <http://hdl.handle.net/11143/10143>.
- LibreOffice (2018). Calc | Communauté LibreOffice francophone. <https://fr.libreoffice.org/discover/calc/>. En ligne, consulté le 16 juin 2018.
- Léger, F. and Guégan, S. (2015). *Rapport final de l'étude "Maraîchage biologique permaculturel et performance économique" - Ferme du Bec Hellouin, France*.
- Maraîchage sur Sol Vivant (2018). 13 Portraits de fermes : Technique - Agronomique - Economique. Le sol vivant au coeur des pratiques. Technical report.
- Marquet, A. and Gomez, A. (2015). Maraîchage Bio En Basse-Normandie : Des Clés Pour Se Repérer. Technical report, Agrobio Basse-Normandie.
- Marquet, A., Gomez, A., and Bocquet, F. (2017). Maraîchage bio en Normandie : Trajectoires de fermes et évolutions des systèmes. Technical report, Bio Normandie.
- Mazoyer, M. and Roudart, L. (2002). *Histoire des agricultures du monde : Du néolithique à la crise contemporaine*. Seuil, Paris.
- Microsoft Corporation (2018). Microsoft Excel 2016, Tableur, Version d'évaluation gratuite. <https://products.office.com/fr-be/excel>. En ligne, consulté le 16 juin 2018.
- Moreau, J. G. and Daverne, J. J. (1845). *Manuel Pratique de La Culture Maraichere de Paris*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Morel, K. (2016). *Viability of organic market gardening microfarms. An inductive study combining qualitative methods and modelling*. Theses, Université Paris-Saclay.
- Navarrete, M. (2009). How do Farming Systems Cope with Marketing Channel Requirements in Organic Horticulture? The Case of Market-Gardening in Southeastern France. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33(5) :552–565.

- Navarrete, M., Dupré, L., and Lamine, C. (2015). Crop management, labour organization, and marketing : three key issues for improving sustainability in organic vegetable farming. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13(3) :257–274.
- Olaoye, J. O. and Rotimi, A. O. (2010). Measurement of agricultural mechanization index and analysis of agricultural productivity of farm settlements in Southwest Nigeria. *Agricultural Engineering International : CIGR Journal*, 12(1).
- R Project (2018). R : The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>. En ligne, consulté le 19 juin 2018.
- Rossier, D. (1999). L'écobilan, outil de gestion écologique de l'exploitation agricole. *Revue suisse Agric*, 31(4) :179–185.
- Rowe, J. S. (1961). The level-of-integration concept and ecology. *Ecology*, 42(2) :420–427.
- Samavatean, N., Rafiee, S., and Mobli, H. (2011). An analysis of energy use and estimation of a mechanization index of garlic production in Iran. *Journal of Agricultural Science*, 3(2) :198.
- Sinaï, A., Stevens, R., Carton, H., and Servigne, P. (2015). *Écosociété | Petit traité de résilience locale*.
- Solagro (2018). DIALECTE - Qui-suis-je? <http://dialecte.solagro.org/qui.php>. En ligne, consulté le 1 mai 2018.
- Stanhill, G. (1976). An urban agro-ecosystem : The example of nineteenth-century Paris. *Agro-ecosystems*, 3 :269–284.
- Stanhill, G. (1990). The comparative productivity of organic agriculture. *Agriculture, ecosystems & environment*, 30(1-2) :1–26.
- Stone, C. A. (2015). *The Urban Farmer : Growing Food for Profit on Leased and Borrowed Land*. New Society Publishers, Gabriola Island, BC, Canada.
- Sévila, F. (2001). La conception des outils d'aide à la décision. In *Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*, pages 75–91. Quæ edition.
- Terrateck (2018). Planteuse à bulbilles d'oignons et d'ails mono-rang. <http://www.terrateck.com/fr/semoir-et-planteuse/133-planteuse-monorang-a-bulbes-pl-3.html>. En ligne, consulté le 16 mai 2018.
- Unis.ca (2018). Les fermiers. <https://unis.ca/les-fermiers>. En ligne, consulté le 15 août 2018.
- Van Der Werf, H. and Petit, J. (2002). Évaluation de l'impact environnemental de l'agriculture au niveau de la ferme. Comparaison et analyse de 12 méthodes basées sur des indicateurs. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, (46) :121–133.
- van Oost, A. (2016). Aménagement d'une ferme urbaine agro-écologique à Louvain-la-Neuve.
- Vanwindekens, F. M., Baret, P. V., and Stilmant, D. (2014). A new approach for comparing and categorizing farmers' systems of practice based on cognitive mapping and graph theory indicators. *Ecological Modelling*, 274(Supplement C) :1–11.
- Vergers Maraîchers Mange-tout (2017). Nouvelles | Mangetout. <http://www.mangetoutbio.be/blog>. En ligne, consulté le 2 décembre 2017.
- Vilain, L. (2008). *La méthode IDEA : Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles-Guide d'utilisation*. Educagri éditions.

- Volk, J. and Ableman, M. (2017). *Compact Farms : 15 Proven Plans for Market Farms on 5 Acres or Less ; Includes Detailed Farm Layouts for Productivity and Efficiency*. Storey Publishing, LLC, North Adams, MA.
- Wei, T. and Simko, V. (2013). corrrplot : Visualization of a correlation matrix. *R package version 0.73*, 230(231) :11.
- Weil, A. (2009). Chapitre 3 : Planification des superficies de légumes nécessaires. In *Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée*. Equiterre edition.
- Weiner, J. (2003). Ecology – the science of agriculture in the 21st century. *The Journal of Agricultural Science*, 141(3-4) :371–377.
- Wiaux, F., Maughan, N., Richelle, L., Van den Abeele, N., Welsh, L., Brissier, C., and Jamar, L. (2017). L’actu du bio - Portraits de maraîchers passionnés, artisans du vivant. *Itinéraire bio - Bio Wallonie*, 37 :50–52.

Annexe A

Cadre théorique - Tableau comparatif des différents travaux étudiés

TABLE A.1 – Tableau récapitulatif des différentes études analysées

Étude	Objectif(s)	Échelle de l'étude	Type d'enquête	Taille de l'échantillon	Approche de l'étude	Résultats
Anglade et al. (2016)	- Analyse des rejets d'azotes de maraîchages biologiques - Étude de la capacité des maraîchages à fournir de la nourriture pour une grande ville (Paris)	Exploitation agricole	Entretiens	6 exploitations	Pour chaque ferme, calcul du SSB*1 de l'azote et mise en relation du rendement avec la fertilisation azotée	- Mise en évidence des risques de pollution des eaux en cas de sur fertilisation azotée des maraîchages biologiques - Calcul de la surface nécessaire pour fournir Paris en légumes frais par ce système
Dumont (2017)	Analyser les conditions de travail dans les unités de production de légumes frais wallons	Exploitation agricole	Entretiens, enquêtes qualitatives et quantitatives	- Entretiens qualitatifs : 41 - Classification : 34 - CA*2 : 26 - Proxy revenu : 16 - Conditions d'emplois : 28	Typologie (8 types) des exploitations suivant leur taille (4 types) et leur mode de production (3 types)	- Analyse des résultats économiques, du nombre, statut et parcours des actifs. - Analyse du rapport aux principes socio-économiques de l'agroécologie des différentes catégories par une approche historique. - Analyse des conditions d'emplois et de travail des différents systèmes
Gafsi and Favreau (2014)	- Analyser les différentes logiques de fonctionnement des exploitations en AB - Analyser si la durabilité de ces systèmes dépend des logiques de fonctionnement	Exploitation agricole	Entretiens	74 exploitations	Analyse statistique par la méthode d'ACP (Analyse Composantes Principales)	Typologie des exploitations en AB suivant leur mode de fonctionnement (3 types)

Étude	Objectif(s)	Échelle de l'étude	Type d'enquête	Taille de l'échantillon	Approche de l'étude	Résultats
Lanciano et al. (2010)	Analyse des logiques de travail d'exploitations maraîchères en circuit court	Exploitation agricole	Entretiens	16 exploitations	Analyse de l'approche de chaque exploitation par rapport à 3 variables : 2 sociologiques et 1 économiques (2 catégories par variables)	Création d'une typologie des exploitations étudiées (5 catégories)
Le Chatelier (2017)	Évaluation des impacts environnementaux des maraîchages sur petite surface	Secteur d'activité – Système agricole	Recherches bibliographiques et sondage en ligne	(Données statistiques publiques et 49 réponses au questionnaire)	Recherches bibliographiques et analyse du sondage	Portrait du maraîchage sur petite surface et de son impact environnemental
Huat et al. (2014)	Étude des pratiques phytosanitaires liées à la culture de la tomate sur l'île de Mayotte en vue d'une utilisation plus raisonnée	Parcelle et plantes individuelles	Entretiens et observation en champs	50 parcelles (35 exploitations)	Création d'une typologie (4 types) suivant le statut du fermier	- Mise en évidence de l'absence de lien entre quantité et nombre d'applications de pesticide et l'infestation de la parcelle – Explication du comportement des exploitants suivant leur contexte

Étude	Objectif(s)	Échelle de l'étude	Type d'enquête	Taille de l'échantillon	Approche de l'étude	Résultats
Morel (2016)	Étude des stratégies liées aux "microfermes" ^{*3} et création d'un modèle de performance économique	Exploitation agricole	Entretiens	- Modèle décisionnel : 14 - Modèle stochastique : 20 - Stratégies de gestion liées aux rotations : 12 - Adaptation du modèle au contexte urbain : 10	- Analyse qualitative des choix stratégiques liés à la gestion des rotations - Modélisation des Typologies des stratégies - Modélisation et recherche participative	- Modèle conceptuel permettant d'analyser les liens entre différents choix stratégiques - Modèle stochastique permettant d'estimer le revenu et la charge de travail d'une microferme^{*3} - / - Modèle stochastique permettant d'estimer le revenu et la charge de travail d'une microferme^{*3} en milieu urbain
Navarrete et al. (2015)	Étude de l'impact de la diversification des types de légumes produits sur l'organisation d'un maraîchage biologique	Exploitation agricole	Entretiens	30 exploitations	Typologie des exploitations (4 types) suivant leur degré de diversification (2 catégories) et leur taille (2 catégories)	Analyse des réseaux de distribution des différents types d'exploitations et dégagement de tendances par tests statistiques
van Oost (2016)	Analyse comparative de la performance économique et de la productivité de maraîchages agroécologique et application à une ferme projet	Exploitation agricole	Entretiens et recherches bibliographiques	- 8 exploitations réelles + 2 exploitations en projet - Comparaison d'un projet avec 2 exploitations réelle	Établissement des productivités et résultats économiques de différentes exploitations (y compris celles en projet)	Application des productivités de 2 exploitations à l'une des fermes projets afin d'établir une critique de la productivité estimée de la ferme projet

^{*1} Soil Surface Balance, ^{*2} Chiffre d'Affaire, ^{*3} La définition de "microferme" est explicitée dans le travail de Morel (2016)

Annexe B

Méthodologie - Construction de la Typologie

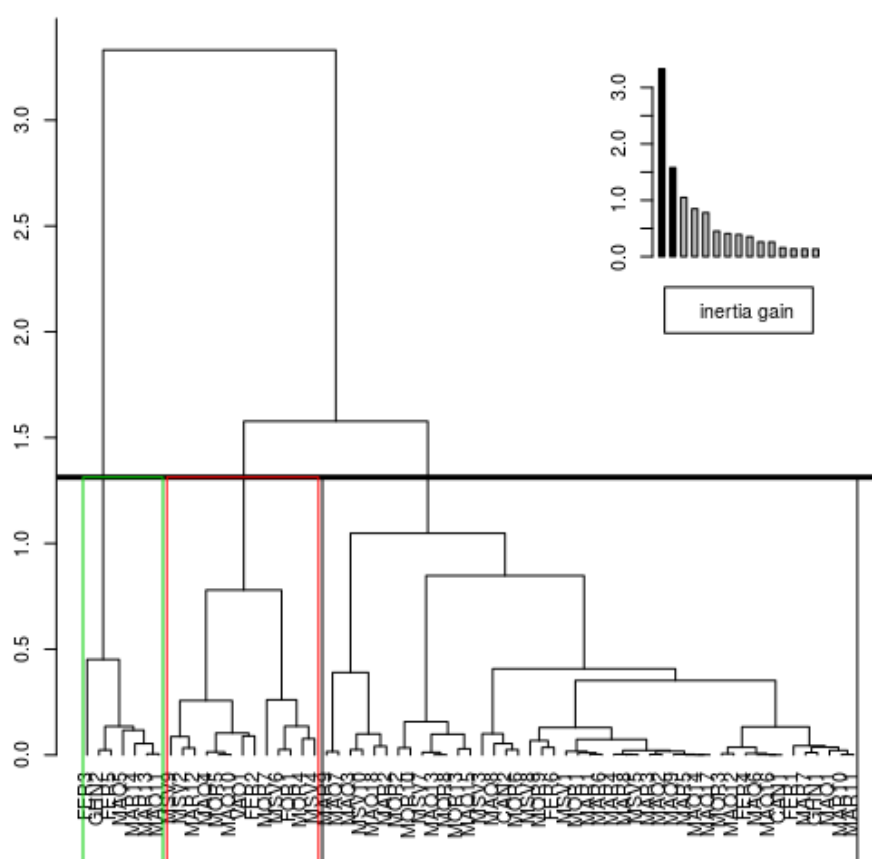


FIGURE B.1 – Classification avec MOT comme variable supplémentaire

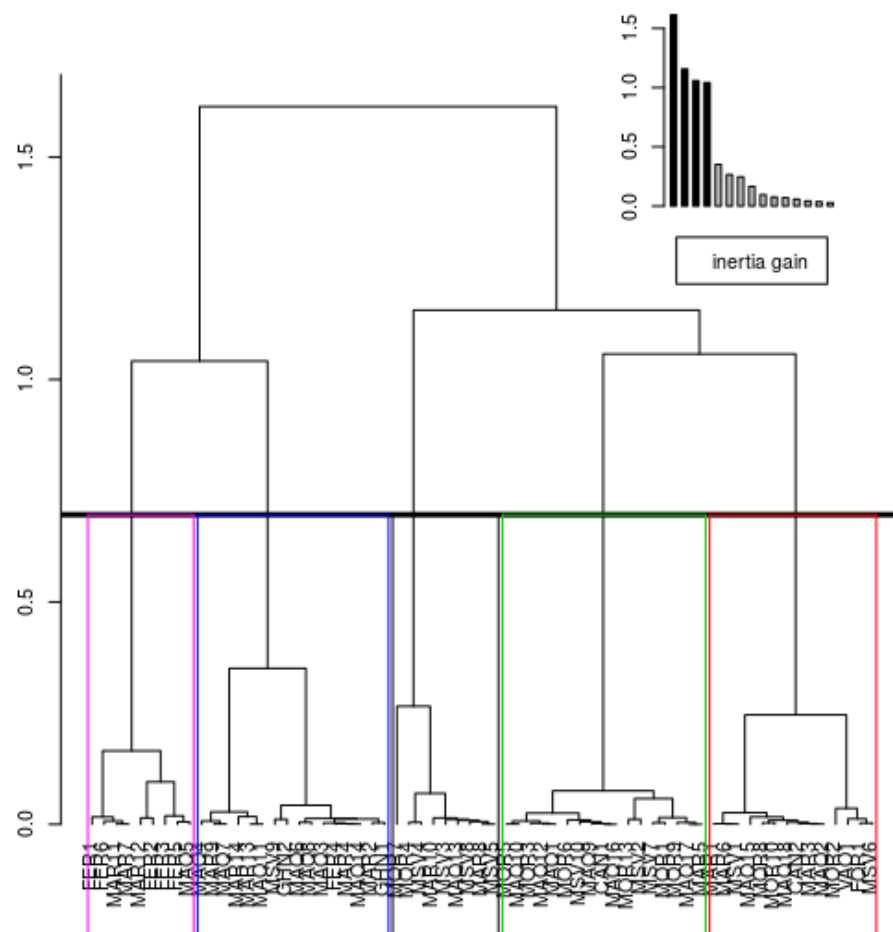


FIGURE B.2 – Classification sans variable supplémentaire

Annexe C

Analyse de la base de données

C.1 Histogrammes

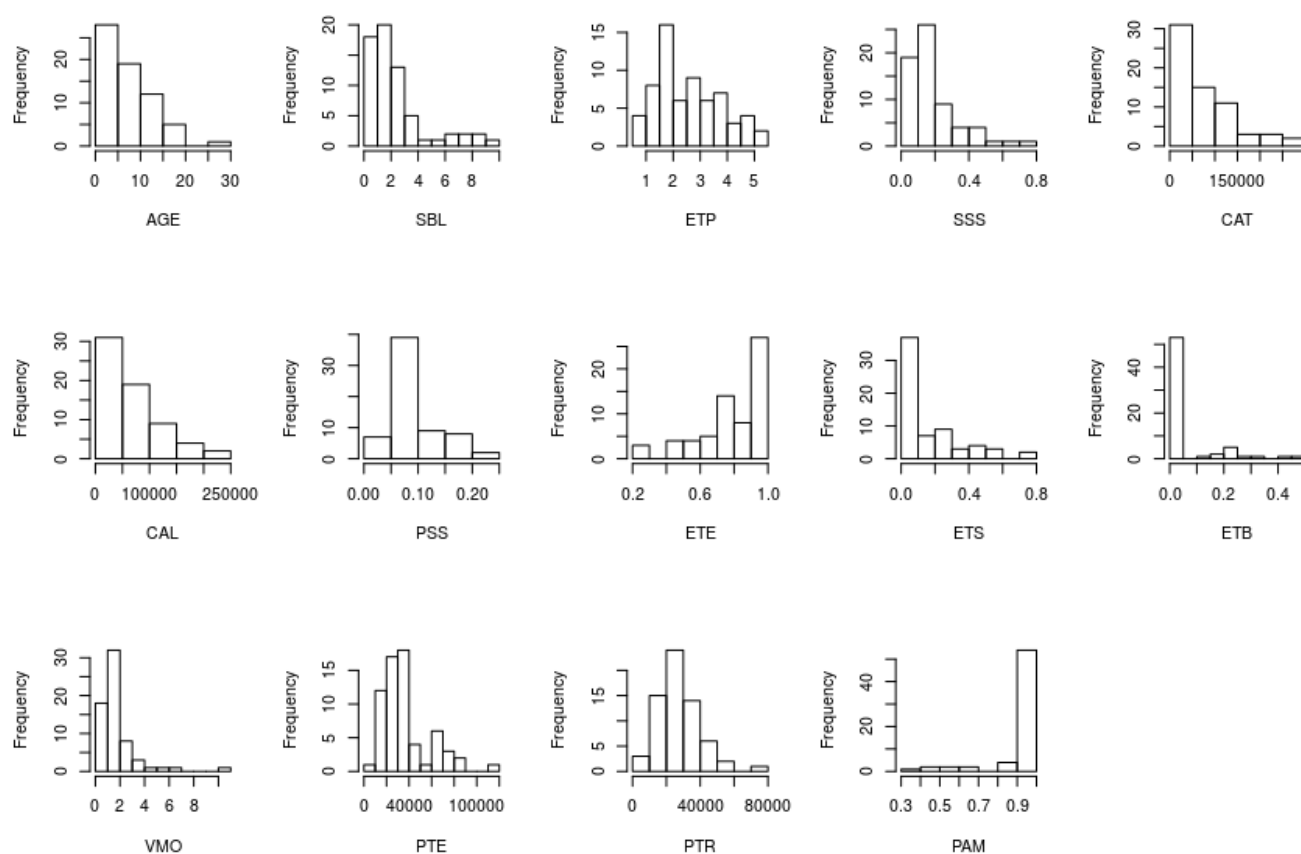


FIGURE C.1 – Histogrammes des variables de la base de données DB1. La signification des acronymes des différentes variables est présentée au tableau 3.2, page 21

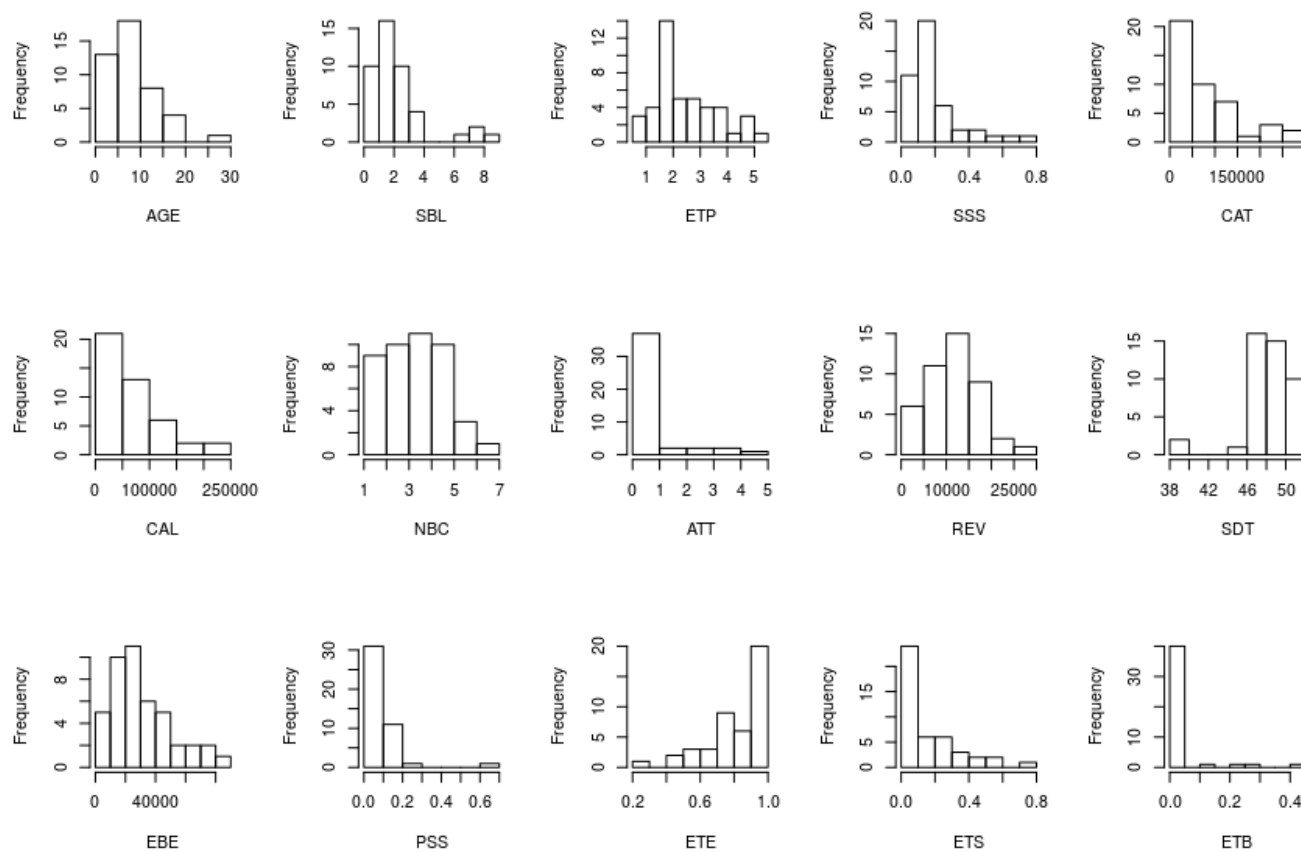


FIGURE C.2 – [1/2] - Histogrammes de variables de la base de données DB2. La signification des acronymes des différentes variables est présentée au tableau 3.2, page 21

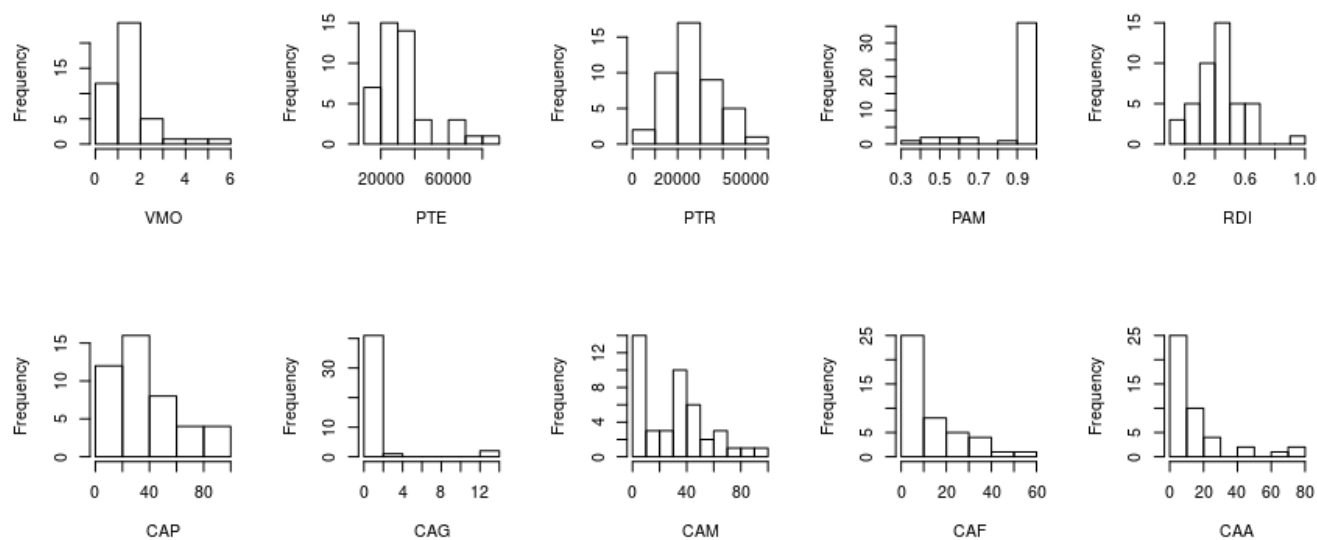


FIGURE C.3 – [2/2] - Histogrammes de variable de la base de données DB2. La signification des acronymes des différentes variables est présentée au tableau 3.2, page 21

C.2 Matrice de corrélation de la base de donnée DB2

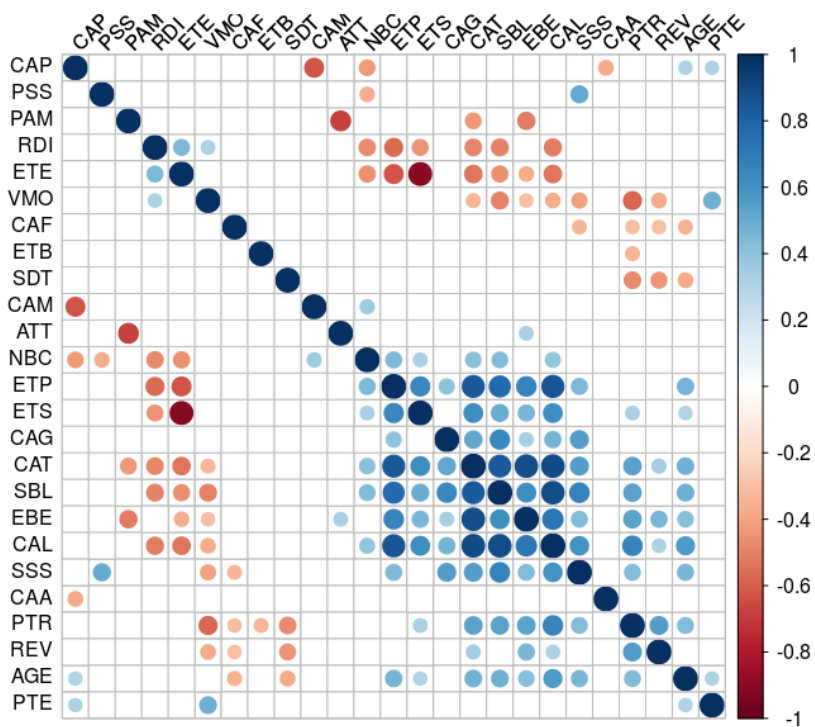


FIGURE C.4 – Matrices de corrélation de la base de données DB2

C.3 Tableaux reprenant les valeurs des corrélations entre les variables et les dimensions de l'ACP1 pour les bases de données DB1 et DB2

TABLE C.1 – Corrélation entre les variables quantitatives et les dimension construites par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et position des barycentres des différentes modalités de la variables MOT sur les dimensions - Base de données DB1.

Variables quantitatives			Variable qualitative (MOT)		
Dimension 1 (38,33%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
CAL	0,9488	<0,001	MC	2,6581	<0,001
CAT	0,9234	<0,001	ME+	1,559	<0,001
SBL	0,8914	<0,001	MT	-1,4036	0,034
SSS	0,86	<0,001	MA	-2,0248	0,004
PTR	0,6808	<0,001			
ETP	0,6645	<0,001			
AGE	0,6347	<0,001			
ETS	0,5309	<0,001			
PSS	-0,3012	0,016			
VMO	-0,368	<0,003			
ETE	-0,4937	<0,001			
Dimension 2 (18,86%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
VMO	0,7961	<0,001			
PTE	0,7382	<0,001			
ETS	0,6199	<0,001			
ETP	0,492	<0,001			
SSS	-0,2714	0,031			
PTR	-0,2992	0,025			
SBL	-0,2992	0,017			
ETE	-0,6971	<0,001			
Dimension 3 (12,29%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
PSS	0,7783	<0,001	MT	0,9546	0,004
PTR	0,5604	<0,001			
PTE	0,5218	<0,001			
PAM	0,4429	<0,001			
AGE	0,279	0,027			
ETP	-0,3173	0,011			

TABLE C.2 – Corrélation entre les variables quantitatives et les dimension construites par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et position des barycentres des différentes modalités de la variables MOT sur les dimensions - Base de données DB2.

Variables quantitatives			Variable qualitative (MOT)		
Dimension 1 (29,63%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
CAT	0,9495	<0,001	ME+	2,1862	<0,001
CAL	0,9383	<0,001	MA	-2,5243	0,005
SBL	0,9061	<0,001			
ETP	0,8506	<0,001			
EBE	0,7961	<0,001			
ETS	0,7039	<0,001			
SSS	0,6243	<0,001			
PTR	0,6172	<0,001			
CAG	0,5499	<0,001			
AGE	0,5097	<0,001			
NBC	0,4591	0,002			
REV	0,3933	0,008			
VMO	-0,4459	0,002			
RDI	-0,534	<0,001			
ETE	-0,6431	<0,001			
Dimension 2 (13,4%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
PTR	0,5759	<0,001	MT	1,1315	0,045
AGE	0,543	<0,001			
CAP	0,5371	<0,001			
PTE	0,4237	0,004			
RDI	0,406	0,006			
PAM	0,3919	0,008			
PSS	0,3729	0,013			
REV	0,3691	0,014			
SSS	0,3042	0,045			
ETB	-0,324	0,032			
CAF	-0,3618	0,016			
ATT	-0,3854	0,01			
CAM	-0,5399	<0,001			
SDT	-0,5628	<0,001			
NBC	-0,6623	<0,001			
Dimension 3 (8,83%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
VMO	0,621	<0,001			
PTE	0,5707	<0,001			
CAP	0,5171	<0,001			
SDT	0,3439	0,022			
CAF	0,3162	0,036			
PAM	-0,3466	0,021			
CAA	-0,4448	0,002			

Annexe D

Présentation de la typologie

D.1 Distribution des indicateurs de performance et de la variable MOT pour les trois clusters

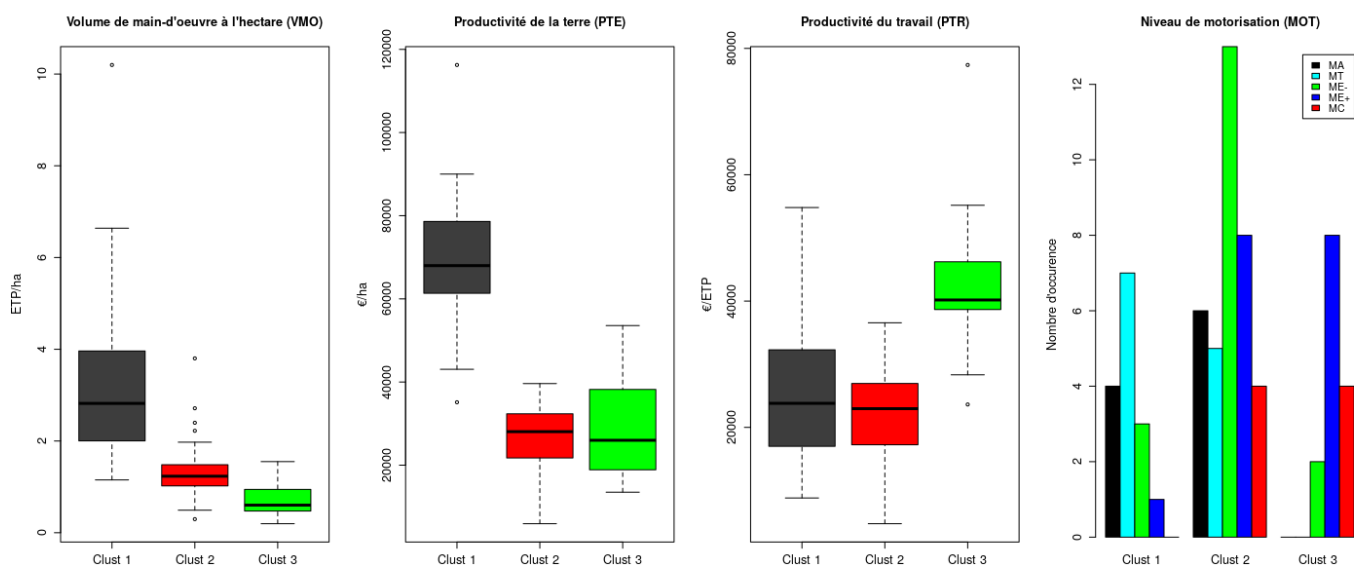


FIGURE D.1 – Distribution des variables VMO, PTE, PTR et MOT (acronymes explicités au tableau 3.2) pour les trois clusters issus de la classification ascendante hiérarchique (HCPC).

D.2 Caractéristiques des clusters

TABLE D.1 – Valeurs des variables significativement différentes de la moyenne générale pour les trois classes générées par la classification ascendante hiérarchique (HCPC).

	Variable	Unité	Moyenne Classe	Moyenne Générale	p.valeur
Clust 1 15 individus	PTE	[€/ha]	69226,94	36977,31	<0,001
	PSS	[-]	0,15	0,1	<0,001
	VMO	[ETP/ha]	3,47	1,71	<0,001
	SSS	[ha]	0,13	0,2	0,046
	SBL	[ha]	0,84	2,52	0,001
Clust 2 36 individus	ETE	[-]	0,85	0,81	0,035
	VMO	[ETP/ha]	1,36	1,71	0,049
	SBL	[ha]	1,86	2,52	0,011
	ETP	[ETP]	2,22	2,59	0,005
	PSS	[-]	0,08	0,1	<0,001
	CAT	[€]	56407,32	80660,82	<0,001
	PTR	[€/ETP]	22137,06	27476,38	<0,001
	SSS	[ha]	0,13	0,2	<0,001
	AGE	[année(s)]	5,67	7,95	<0,001
	CAL	[€]	48204,9	72260,19	<0,001
	PTE	[€/ha]	26853,74	36977,31	<0,001
Clust 3 14 individus	SSS	[ha]	0,45	0,2	<0,001
	SBL	[ha]	6	2,52	<0,001
	CAL	[€]	149699,83	72260,19	<0,001
	CAT	[€]	167268,71	80660,82	<0,001
	PTR	[€/ETP]	42832,13	27476,38	<0,001
	AGE	[année(s)]	13	7,95	<0,001
	ETP	[ETP]	3,63	2,6	<0,001
	ETS	[-]	0,24	0,15	0,045
	VMO	[ETP/ha]	0,72	1,71	0,008
	Modalité		Classe/Modalité	Modalité/Classe	p.valeur
Clust 1	MT		58,33	46,67	0,004
Clust 2					
Clust 3	ME+		47,06	57,14	0,006
	MT		0	0	0,039

D.3 Tableaux reprenant les valeurs des corrélations entre les variables et les dimensions de l'ACP2

TABLE D.2 – Corrélation entre les variables quantitatives et les dimension construites par l'ACP1

Variables quantitatives			Variable qualitative (MOT)		
Dimension 1 (38,33%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
SBL	0,9563	<0,001	MC	2,149	<0,001
SSS	0,9121	<0,001	ME+	1,328	<0,001
CAL	0,8827	<0,001	MT	-1,1607	0,02
CAT	0,8242	<0,001	MA	-1,8827	<0,001
PTR	0,7474	<0,001			
AGE	0,4977	<0,001			
ETP	0,4977	<0,001			
ETS	0,2686	0,03			
ETE	-0,2510	0,04			
PSS	-0,3240	0,008			
PTE	-0,3850	0,001			
VMO	-0,5810	<0,001			
Dimension 2 (18,86%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
PTE	0,8698	<0,001			
VMO	0,6122	<0,001			
ETP	0,5269	<0,001			
PSS	0,4599	<0,001			
ETS	0,4238	<0,001			
CAL	0,3946	0,001			
AGE	0,3425	0,005			
CAT	0,3293	0,007			
ETE	-0,4369	<0,001			
Dimension 3 (12,29%)					
Variable	Corrélation	p.valeur	Modalité	Valeur	p.valeur
PSS	0,7495	<0,001	MT	0,92286	0,003
PTR	0,5381	<0,001	MA	-0,8316	0,017
ETE	0,3062	0,013			
ETS	-0,2826	0,022			
VMO	-0,3782	0,002			
ETP	-0,6486	<0,001			

Étude exploratoire de la diversité des maraîchages biologiques sur petite surface en région tempérée.**Création d'un outil d'aide à la décision à destination des porteurs de projet.****Présenté par William Gyselynck**

Le résultat principal de ce travail est un outil d'aide à la décision à destination des maraîchers biologiques sur petite surface. Il leur permet de situer leur projet au sein de la grande diversité des systèmes maraîchers que l'on observe sur le terrain.

L'outil d'aide à la décision se base sur l'analyse de soixante-cinq cas d'étude de fermes maraîchères. La plupart sont issus de la littérature de vulgarisation d'organismes de conseil agricoles à destination des maraîchers. Une méthodologie rigoureuse a permis de séparer ces cas d'étude en cinq types :

- Peu motorisé, productif (PmPte+)
- Peu motorisé, peu productif (PmPte-)
- Motorisation intermédiaire, sans salarié (ItEte+)
- Motorisation intermédiaire, avec salarié(s) (ItEte-)
- Très motorisé (Tm)

L'outil se présente sous forme d'un tableur informatique. Son utilisation nécessite une quantité limitée de données fournies par l'utilisateur. Il permet de visualiser le projet de l'utilisateur au sein du nuage de points formé par les cas d'étude analysés (grâce à un graphique issu d'une analyse en composante principale). L'utilisateur peut également comparer son projet aux moyennes et aux distributions des différents types, mais aussi aux cas d'étude dont il est proche. Cet outil est amené à évoluer, que ce soit par sa construction sur un autre support qu'un tableur informatique ou par l'ajout de nouveaux cas d'étude à la base de données.

Outre l'outil d'aide à la décision et la typologie développés dans ce travail, l'utilisation des cas d'étude a également permis de mettre en évidence plusieurs éléments importants :

- Des méthodologies permettant une bonne caractérisation des fermes maraîchères existent et devraient être diffusées.
- Cependant certains critères clés, notamment concernant la mesure de la main-d'œuvre et du niveau de motorisation, ne sont ni absolus ni homogènes à travers les différentes sources de cas d'étude.
- Des critères pouvant apporter des informations importantes sur les fermes étudiées ne sont souvent pas utilisés ou sous-exploités.
- De nouveaux indicateurs pourraient être développés afin de caractériser des aspects plus complexes des exploitations maraîchères sur petite surface. Notamment en ce qui concerne la quantité de légumes produite par unité de surface et l'impact environnemental des maraîchages biologiques sur petite surface.