HAL open science

Viabilité des microfermes maraîchères biologiques.

Kevin Morel

▶ To cite this version:

Kevin Morel. Viabilité des microfermes maraîchères biologiques.. Sciences du Vivant [q-bio]. Université Paris Saclay (COMUE); ABIES Doctoral School, 2016. Français. NNT : . tel-02801554v1

HAL Id: tel-02801554

https://hal.inrae.fr/tel-02801554v1

Submitted on 5 Jun 2020 (v1), last revised 25 Sep 2018 (v3)

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

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

Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

NNT : 2016SACLA023

THESE DE DOCTORAT
DE
L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY
PREPAREE A
AGROPARISTECH

ECOLE DOCTORALE N° 581
Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement et Santé (ABIES)
Spécialité de doctorat : Sciences Agronomiques

Par

Kevin Morel

Viabilité des microfermes maraîchères biologiques.
Une étude inductive combinant méthodes qualitatives et modélisation.

Thèse présentée et soutenue à Paris le 15/12/2016:

Composition du Jury :
M. Thierry DORÉ, Professeur, AgroParisTech, Président
Mme. Dominique BARJOLLE, Maître d'enseignement et de recherches (HDR), École Polytechnique Fédérale de Zurich, Rapporteur
Mme. Katrien DESCHEEMAEKER, Professeure assistante, Université de Wageningen, Rapporteur
M. Jan Douwe VAN DER PLOEG, Professeur, Université de Wageningen, Examinateur
M. Michel PIMBERT, Professeur, Université de Coventry, Examinateur
Mme. Christine AUBRY, Ingénieur de Recherches (HDR), INRA, Examinatrice
M. Stéphane BELLON, Ingénieur de Recherches, INRA, Examinateur
M. François LÉGER, Ingénieur de Recherches, AgroParisTech, Directeur de thèse

VIABILITE DES MICROFERMES MARAICHERES BIOLOGIQUES. UNE ETUDE INDUCTIVE COMBINANT METHODES QUALITATIVES ET MODELISATION.

Ce document fait l'objet d'une license Creative Commons. Pour les conditions d'utilisation, se référer à : *https://creativecommons.org*.

À Papipe, à qui je dois tant et dont les derniers mots furent « *c'est beau* ».

À Mamie Christiane, dont la gentillesse a traversé tant d'épreuves.

« C*haque fois que nous nous vantons d'avoir trouvé un mode de penser (ou de discourir) nouveau et plus rigoureux, chaque fois ne nous nous mettons à insister fortement sur une certaine procédure opérationnelle, sur une certaine logique symbolique, ou sur quelque autre réseau essentiel de rails conceptuels, nous perdons un peu de notre aptitude à avoir derechef des pensées nouvelles. Il en va de même, bien sûr, chaque fois que nous nous rebellons contre la rigidité stérile de la pensée et du discours formels, et que nous laissons, pour ainsi dire, nos idées en liberté. Tel que je le vois, le progrès en sciences provient toujours d'une combinaison de pensées décousues et de pensées rigoureuses ; et, à mon sens, cette combinaison est notre outil le plus précieux.* »

Grégory Bateson. *Vers une écologie de l'esprit.*

« *Nous avons objectivé la Terre, bleue comme une orange, comme le prévoyait Éluard, à partir des images retransmises de la Lune sur nos écrans de télévision. Nous devons la subjectiviser, y enraciner l'idée de patrie. Nous devons y fonder notre religion, qui reprend l'héritage de toutes les religions universelles : nous sommes frères. Mais la religion terrestre nous dit, à la différence des religions célestes : nous devons être frères, non parce que nous serons sauvés, mais parce que nous sommes perdus, perdus dans cette planète d'un Soleil de banlieue, dans une galaxie diasporée d'un univers sans centre, perdus parce que promis à la mort individuelle et à l'anéantissement final de la vie, de la Terre, du Soleil. Aussi devons-nous ressentir une infinie compassion pour tout ce qui est humain et vivant, pour tout enfant de la Terre…* »

Edgar Morin. *La complexité humaine.*

REMERCIEMENTS

« *Ce que j'ai connu de plus beau sur la terre,*
Ah ! Nathanaël ! c'est ma faim.
Elle a toujours été fidèle.
A tout ce qui toujours l'attendait.
Est-ce de vin que se grise le rossignol ?
L'aigle, de lait ? ou non point de genièvre les grives ?
L'aigle se grise de son vol. Le rossignol s'enivre des nuits d'été. La plaine tremble de chaleur. Nathanaël, que toute émotion sache te devenir une ivresse. Si ce que tu manges ne te grise pas, c'est que tu n'avais pas assez faim. »

André Gide. *Les nourritures terrestres*.

Merci à toutes les personnes, lieux, pigeons, livres, idées, notes de musique qui m'ont nourri pendant ces trois dernières années. Ils ont calmé ma faim tout en l'alimentant.

Merci à toutes les paysannes et paysans qui m'ont accueilli, écouté, parlé, montré, impressionné et enrichi. Sans eux et leur enthousiasme, rien n'aurait été possible.

Merci à François, compagnon d'aventure, dont la bienveillance, l'ouverture et la culture hallucinante m'ont aidé à naviguer dans les méandres de la thèse. Merci d'avoir fait confiance à un jeune ingénieur survolté qui lui exposait son enthousiasme à l'idée de faire une thèse entre une planche de bettes et une planche de radis, dans une allée automnale d'une ferme normande. Merci d'avoir canalisé mes élans euphoriques et mes préoccupations métaphysiques, délivrés par mails nocturnes. Merci d'avoir su décrypter et amadouer mes pensées, envies et angoisses entremêlées. Je crois que si nous nous sommes si bien entendus c'est qu'à certains égards nous nous ressemblons et désirons remettre de la poésie dans la science. Et merci pour m'avoir fait découvrir les romans ethno-policiers de Tony Hillerman. Les *mesas* du territoire *navajo* ont peuplé mon paysage de thèse.

Merci à tous les membres de mon comité de thèse : André, Claudio, Julien, Guillaume, Rodolphe, Marc et Magali la dernière recrue, pour leurs conseils avisés et remarques constructives. Un grand merci en particulier à Rodolphe, Guillaume et Magali qui ont assuré le *service après-vente modélisation* et ont été très actifs dans la relecture de l'article 3.

Merci à celles et ceux qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'être dans mon jury de thèse et pour avoir initié des discussions si passionnantes lors de ma soutenance.

Merci à l'écosystème de l'UMR SADAPT et en particulier à Morgane et Florence pour leur aide et leur réactivité qui m'ont quasiment fait aimer les notes de frais et qui ont allégé l'organisation de tous mes voyages par monts et microfermes. Merci aux gentils organisateurs des JDD (spéciale dédicace à Bernadette) et à la grande famille des doctorants du SAD pour

ces moments uniques passés au Hameau de l'Etoile, entre épistémologie, retour dans le Grand Monde, accents québécois, concours de péteux, SOLEIL, bonne bouffe et massages tantriques au petit-déjeuner. Ces trois semaines m'ont été d'une aide précieuse pour clarifier ma posture de recherche et mon rapport à l'action. C'est quand on commence à employer les mots *posture* et *action* dans la même phrase qu'on se dit que le SAD est là, à l'intérieur (*reflexivity for ever*). Les JDD, ce sont aussi de des copains et copines qui m'ont ouvert leurs portes et prêté un matelas dans des petits coins de France.

Merci à mes collègues d'*open space,* désignation avantageuse du *rotolactor* préfabriqué qui nous a servi de bureau, trop chaud en été, trop froid en hiver. Cela ne nous a pas empêché d'être super méga productifs entre deux cafés et de bien nous amuser. Un grand merci spécial à Camille pour son adorabilité à tous les niveaux. Elle restera à jamais pour moi la Grande Prêtresse de R, éclaireuse des mystérieux arcanes du code sacré.

Merci à toute l'équipe Agricultures Urbaines, jeune (toi aussi Christine malgré ta médaille) et motivée. Merci à Christine pour son dynamisme, sa gentillesse et son engagement pragmatique, ne s'arrêtant pas aux clivages idéologiques. Merci à Agnès, pour toute la biblio agronomique qu'elle m'a filée et son *powerpoint* magique sur l'exploitation agricole. Merci à tous les stagiaires et membres d'EXPAU qui ont fait de notre petit fond de couloir un endroit vivant (notre grotte préhistorique à nous). Merci à Lucie pour sa motivation et la qualité de son travail de stage que j'essaierai de mieux valoriser dans le futur. Merci spécial à Anne-Cé et Baptiste, pour nos échanges professionnels et beaucoup moins professionnels. En particulier merci pour avoir pris cette initiative d'organiser des discussions matinales d'articles scientifiques au *Café d'Avant*. Et surtout merci d'avoir permis l'évolution de ce concept : « *bah oui, le matin c'est un peu tôt quoi ; plutôt en soirée donc, et puis plutôt autour d'une bière car on boit déjà assez de café ; oh et puis en fait finalement on n'a pas vraiment besoin d'articles pour ça* ».

Merci aux chercheuses et chercheurs du CAWR qui m'ont accueilli pendant 3 mois à Coventry et pour la richesse de ce lieu où même les doctorants ont le droit de parler de transdisciplinarité. Merci à Marina qui m'a ouvert les réseaux de l'agriculture urbaine à Londres, pour nos échanges fructueux et notre collaboration très riche. Merci aussi pour m'avoir permis de squatter son appartement à Londres lors des phases de terrain. Merci à Sue et John pour leur accueil généreux dans leur *Farmhouse.* Quelle cadre pour modéliser que la vue sur le château de Warwick, les vertes prairies et les chênes centenaires, entre veaux, faisans et séries pour ados de la BBC (en particulier *Merlin* à qui j'ai dédié mon modèle). Sue et John sont quasiment venus à bout de ma méfiance envers la cuisine britannique (même s'il ne faut jamais baisser la garde). Tant que nous sommes sur l'île, un grand merci à Chloé pour m'avoir initié à la théorie de l'Acteur-Réseau pendant nos randonnées dans le *Peak District* qui ont été mes bouffées d'air anglais. Merci pour nos dégustations d'*ales*, nos *cream teas* et son pain au levain.

Merci *aux filles,* Ol (Olympe), Chouni (Laurie), Fanny et Al pour leur présence rafraîchissante et nos rires pendant ces trois ans, ponctués de soirées potins au Wen zhou, de brunchs potins à Paris et d'après-midis potins à Morêt. Votre soutien psychologique a été « divin ».

Merci à Fanny et Al (sans oublier Zouzou, il est trooop mignon) pour leurs conseils très pro sur l'*open-access* et pour illustrer parfaitement que l'astrologie est une science aussi exacte que le tricot et le récurage de tonnelles.

Merci à Ol dont l'*implication «* majeure *»* dans les derniers stades de ma thèse aura été « *autant intellectuelle que culinaire* » (Cracquault, 2016). Merci pour ces journées « estivales » où elle a déployé ses dons de cuisinière en « chef », appliquée et imaginative, pour nourrir trois *êtres en rédaction*. Merci pour les *burgers* de la dernière « ligne droite », ses relectures « pertinentes » et particulièrement *consciencieuses* ; et surtout nos discussions sur mon utilisation « intempestive », incontrôlée et *inappropriée* des guillemets et de l' « italique » dans mon manuscrit.

Merci à Chouni pour avoir partagé et « déliré » avec moi de cette expérience du « *grand jeu de la thèse ; retournez à la case biblio, sans toucher votre salaire, piochez une carte correction d'article, puis une carte chance, ah pas de chance en fait, votre dernière sauvegarde a été effacée, passez votre tour* ». Merci surtout de me supporter depuis cette première année de maternelle fatidique où nos destins se lièrent. Depuis on se connaît « un peu », en tout cas plus que ce « qu'on connaît mal », je veux dire à l'échelle du canton.

Merci à Biboune pour ses encouragements, son écoute et nos discussions trop rares.

Merci à Sascha, *mi hermano*, et Tatouchkaya pour votre accueil en Aveyron, le plaisir d'arroser vos légumes entre deux simulations et le plaisir encore plus grand de les savourer avec un bisap frais dans le hamac et la canicule. Merci de me ramener aux réalités du terrain et de faire du Rouergue une autre maison sur cette Terre.

Merci à Emilie pour son soutien, son hospitalité, pour prendre soin de Chapou, son petit grain de folie et sa manière d'aller droit au but qui font toujours du bien.

Merci à Jean-François et Olivier Glinec pour leur accueil, leurs conseils et leur bon sens pratique. Ils sont les preuves vivantes que la pointe de l'innovation est avant tout la pointe du Finistère. Ils m'ont fait basculer de manière irréversible dans le monde paysan à coup de monotraite, de vêlages groupés et de génétique multicolore ! Je ne les remercierai jamais assez.

Merci à Khalil, pour avoir avivé mes rêves, m'avoir ouvert des mondes et fait grandir.

Merci au joyeux clan du donjon, Gwendal mon petit frère, Thibault, Baptiste, Camille, Laure pour tous ces éclats de rire, ces piles de croque-monsieur, ces bourses dérobées dans le sommeil, ces cafés au cœur de la nuit pour tenir éveillés face à la nécessité de sauver le monde des revenants maléfiques d'une « *ancienne civilisation perdue* », ces jets de détection, de

sauvegarde, de bluff et de représentation pour charmer l'aubergiste ; car oui, tout commence toujours par « *vous êtes dans une auberge* ».

Merci aux troubadours, saltimbanques, baladins, qui s'éloignent au long des jardins pour se rapprocher de l'essentiel. Merci aux Oies Grasses, Pauline, Nolwenn, Florence pour ces si belles envolées dont je me suis gavé. Merci à Baptiste, le poète des rencontres, grâce à qui tout commença un samedi d'octobre à Villarceaux, nombril du monde. Merci à Solane, Matthias, Martyna et le gang des Mexicains baroques qui ont rejoint nos pas. Merci à tous pour nos rondes festives, nos promenades champêtres, nos parties de cache-cache, nos polyphonies perpétuelles, nos mains sur les menhirs et l'odeur du feu de bois. Un merci en particulier à Dame Pauline Amie-des-Loutres, pour nos complicités escarbunesques, son rire primesautier, nos chants médiévaux dans les tunnels, et son *ode aux microfermes* composée sur un chemin du Perche. Son *bendir* sait faire battre mon cœur.

Merci à Florian, mon coloc, pour nos discussions épistémologiques au rhum arrangé, le partage de nos peines et de nos joies de cœur, notre capacité à théoriser perpétuellement qu'il ne faut pas trop théoriser et pour ses explications astronomiques qui m'ont surtout fait prendre conscience que tout bouge et que c'est pas très clair tout ça: « *mais en fait, si le soleil c'est la salière et les Pléiades c'est la cafetière, ça veut dire qu'après une révolution sidérale, la pleine lune ne sera plus trop en moutarde, je veux dire en Bélier, non ?* ».

Merci à ma famille qui m'a toujours soutenu, encouragé, inspiré, aimé. Je sais que ces trois dernières années, mes retours étaient souvent des coups de vent, entre deux fermes, deux présentations, deux articles, deux trains. Merci à maman pour nos verres de muscat sous le cerisier en remontant de la plage, nos bains ressources dans cette crique de Manche que nous connaissons comme notre poche ; et pour m'avoir éduqué à l'exigence, à la sincérité et à l'empathie. Merci à papa pour notre bout de chemin de St Jacques, ses tartes au thon (ou aux poireaux) à peine arrivé de la gare, qui pour moi signifient « maison » ; et pour m'avoir toujours martelé l'importance de l'humilité, de la simplicité et du dévouement. Merci à mamie t'Annette pour ses galettes de sarrasin et de m'ouvrir toujours les portes de Ker Anao, au bord de cette Rance de famille. C'est le meilleur endroit pour travailler, dormir et respirer. Merci à tous les korrigans de Bretagne à qui j'essaye de garder une place dans un recoin d'enfance. Ils me rappellent la joie de regarder et d'écouter le monde. Merci à papy Jacques qui sait raconter les histoires et qui me voit déjà ministre de l'agriculture.

Merci à Alix qui nourrit mon bonheur depuis plus d'un an. Son soutien moral, logistique, affectif et esthétique (pour la mise en page, les chemises et un début d'amour compliqué des cubes en béton) reste un miracle quotidien. Merci pour nos débats enflammés, nos confrontations architecturalo-agronomiques, centralo-décentralisatrices, jacobino-régionalites, pragmatico-idéalistes ; les lectures à voix haute dans l'odeur du café et notre futur labrador (si si !). Je nous fais confiance pour continuer à tracer un chemin de potamochères, dans une dimension cachée qui nous garde de l'apesanteur et de l'échafaud.

FINANCEMENT

Cette thèse a été financée par la Région Ile-de-France dans le cadre du DIM ASTREA. Je remercie la Région de la confiance accordée et Sabine Riou qui a été une intermédiaire et interlocutrice efficace dans ce partenariat.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION : DE L'ANTHROPOCENE AUX MICROFERMES 19

1 LA GRANDE ACCELERATION DE L'ANTHROPOCENE 23
2 PENSEE INDUSTRIELLE ET MARCHANDE : LES ROUAGES DE L'ANTHROPOCENE 25
3 L'AGRICULTURE DE L'ANTHROPOCENE, MODERNISATION AGRICOLE ET RESISTANCES PAYSANNES 27
4 REPEUPLER LES IMAGINAIRES AGRICOLES SANS NOSTALGIE 33
5 LES MICROFERMES : ALTERNATIVES HYBRIDES 36
5.1 Invention et conventionalisation de l'agriculture biologique 36
5.2 Les microfermes : dans l'esprit des pionniers de la bio 38
6 LA PERMACULTURE : DES ABORIGENES AU DESIGN HOLISTE 42
6.1 Le Rêve aborigène 42
6.2 Et le Rêve devient design 43
7 LE BIOINTENSIF : MAIN HUMAINE ET DENSITE 49
7.1 Les maraîchers parisiens du XIXème siècle 49
7.2 Chadwick et Jeavons : le biointensif traverse l'Atlantique 50
7.3 Coleman : le biointensif pour une petite ferme 52
7.4 Fortier : grelinette et businessplan 54
8 L'AGRICULTURE NATURELLE : LE NON-AGIR 56

PROBLEMATIQUE, QUESTIONS DE RECHERCHE ET ARTICULATION DES ARTICLES 59

1 NAISSANCE DU PROJET DE RECHERCHE : QUAND LE CHERCHEUR SE SITUE 61
1.1 Des antécédents 61
1.2 Tout a commencé au Bec Hellouin 62
2 UNE PROBLEMATIQUE A TROIS NIVEAUX 64
2.1 L'enjeu de la viabilité des microfermes 64
2.2 Produire des connaissances génériques à partir d'une faible population de fermes 65
2.3 Penser et étudier les fermes alternatives 66
3 QUESTIONS DE RECHERCHE 68
4 ORGANISATION GENERALE DE LA THESE POUR REPONDRE AUX QUESTIONS DE RECHERCHE 69
4.1 Première approche de la viabilité sur l'étude de cas du Bec Hellouin (Article 1) 69
4.2 Définition des microfermes et approche qualitative de la viabilité par les choix stratégiques (Article 2) 69
4.3 Modélisation quantitative de la viabilité économique de microfermes rurales (Article 3) 70
4.4 Gestion de la complexité de planification temporelle et spatiale des cultures sur les microfermes (Article 4) 70
4.5 Exploration de la viabilité économique de microfermes urbaines à Londres combinant modélisation et discussion avec les praticiens (Article 5) 71

POSTURE, FERMES ENQUETEES ET METHODES **73**

1 LE CADRE GENERAL DE L'AGROECOLOGIE A L'AMERICAINE 75
1.1 Définition de l'agroécologie considérée 75
1.2 Démarche inductive 75
1.3 Participation des acteurs de terrain 76
2 AGRONOMIE A LA FRANÇAISE ET APPROCHE SYSTEMIQUE DES CHOIX STRATEGIQUES 78
2.1 Assumer d'être un agronome 78
2.2 La systémique comme épistémologie et non comme ontologie 79
3 DIVERSITE DES MICROFERMES ETUDIEES 82
3.1 Repérer des microfermes au nord de la Loire et créer une collaboration 82
3.2 Glissements entre urbain et rural, entre France et Angleterre 84
3.3 Description générale des microfermes enquêtées 85
3.4 La permaculture dans les microfermes enquêtées 87
3.5 Le biointensif dans les microfermes enquêtées 89
3.6 L'agriculture naturelle dans les microfermes enquêtées 91
3.7 Hybridation des sources d'inspiration sur les microfermes 92
4 UNE COMBINAISON DE METHODES 94
4.1 Méthodologie d'étude de cas et analyse qualitative 94
4.2 Entretiens semidirectifs 95
4.3 Le choix de la modélisation quantitative 97
4.4 Le choix des *idéaltypes* plutôt que de la typologie agronomique 98
4.5 Acquisition des données quantitatives 100
4.6 Méthode comptable et calcul du revenu 102

RÉSULTATS **105**

ARTICLE 1. CAN AN ORGANIC MARKET GARDEN WITHOUT MOTORIZATION BE VIABLE THROUGH HOLISTIC THINKING? THE CASE OF A PERMACULTURE FARM **107**
1 INTRODUCTION 109
2 MATERIALS AND METHODS 109
2.1 Site and production measurements 109
2.2 Income and global workload estimations 109
2.3 Qualitative approach of farmers' holistic thinking 110
3 RESULTS AND DISCUSSION 110
3.1 Holistic thinking of farmers 110
3.2 Income and workload 110
3.3 Viability without motorization 112
4 CONCLUSION 113
5 ACKNOWLEDGEMENTS 113
TRANSITION **115**
ARTICLE 2. A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ALTERNATIVE FARMERS' STRATEGIC CHOICES: THE CASE OF FRENCH ORGANIC MARKET GARDENING MICROFARMS **117**
1 INTRODUCTION 119
1.1 The challenge of alternative farmers' strategic choices 119
1.2 Market gardening microfarms: growing alternative farming systems 120
2 MATERIAL, METHODS AND CONCEPTS 120

2.1 An agroecological case study combining systemic agronomy and social sciences..... 120
2.2 A farm sampling based on theoretical relevance..... 121
2.3 Data collection through qualitative interviews..... 123
2.4 Building the conceptual framework..... 123
2.5 Discussing the conceptual framework in the field..... 124
3 RESULTS..... 124
3.1 The determinants of microfarmers' strategic choices..... 124
3.2 A variety of integrated strategic choices..... 128
3.3 A conceptual framework linking farmers' aspirations, perception of situation and strategic choices..... 132
4 DISCUSSION..... 138
4.1 Adaptation of our framework to other types of alternative farms..... 138
4.2 Assessing and supporting alternative farms viability..... 138
4.3 Furthering the understanding of tradeoffs between aspirations..... 139
5 CONCLUSION..... 140
6 ACKNOWLEDGMENTS..... 140
TRANSITION 141
ARTICLE 3. SMALL CAN BE BEAUTIFUL FOR ORGANIC MARKET GARDENERS: A "GROUNDED" MODELLING EXPLORATION OF THE VIABILITY OF FRENCH MICROFARMS 143
1 INTRODUCTION..... 145
2 MATERIAL AND METHODS..... 146
2.1 A grounded systemic approach..... 146
2.2 Predicting yields and production workload according to farming practices..... 149
2.3 Modelling crop planning to match commercial requirements..... 154
2.4 Calculating income, utilised agricultural area and annual workload..... 155
2.5 Assessing the viability of scenarios..... 158
3 RESULTS..... 160
3.1 Land use intensity, labour, and land productivity..... 160
3.2 Effect of the different scenarios on viability..... 162
3.3 Utilised agricultural area and share of tunnels in the viable scenarios..... 166
3.4 Validation of the model..... 168
4 DISCUSSION OF THE STUDY..... 170
4.1 The economic viability of microfarms..... 170
4.2 Limits of the model and perspectives..... 171
5 GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSION: GROUNDED MODELS FOR PIONEER SYSTEMS? 172
6 ACKNOWLEDGEMENTS..... 173
TRANSITION 175
ARTICLE 4. STRATEGIES TO MANAGE CROP PLANNING COMPLEXITY IN VERY DIVERSIFIED DIRECT SELLING FARMING SYSTEMS: THE EXAMPLE OF ORGANIC MARKET GARDENERS..... 177
1 INTRODUCTION..... 179
2 MATERIALS AND METHODS..... 179
3 RESULTS AND DISCUSSION..... 179
4 CONCLUSION..... 181

TRANSITION **183**
ARTICLE 5. CAN URBAN MICROFARMS BE VIABLE ? RECONCILING ECONOMIC VIABILITY AND SOCIOECOLOGICAL ASPIRATIONS IN LONDON **185**
1 INTRODUCTION 187
2 MATERIALS AND METHODS 188
2.1 The first step of a participatory action research process 188
2.2 Simulating the viability of contrasted scenarios of London farms 189
2.3 A collective participatory workshop to validate and discuss the model with microfarmers 194
3 RESULTS AND DISCUSSION 194
3.1 Modelling outputs 194
3.2 Collective qualitative discussion with microfarmers 202
3.3 Accessing ressources and remunerating labour 203
4 GROUNDED SPECULATIONS AND CONCLUSIONS 204

DISCUSSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES **207**

1 PRINCIPAUX RESULTATS DE LA THESE (EN FRANÇAIS) 209
2 REFLEXIONS EPISTEMOLOGIQUES ET METHODOLOGIQUES 219
2.1 Validité de la démarche inductive 219
2.2 Limites et perspectives du modèle quantitatif 225
2.3 La ferme comme système : implications et limites 231
2.4 Viabilité des microfermes et durabilité 232
3 ÊTRE PETIT ET FAIRE PETIT EN AGRICULTURE 234
3.1 Échelle, productivité et éthique 234
3.2 Faire petit en milieu urbain 237
4 LES MICROFERMES DANS LA TRANSFORMATION DES SYSTEMES ALIMENTAIRES 238
4.1 Perception du terme « microferme » par les paysans et rapports au changement 238
4.2 Les petites fermes, ferments de la transition? 240
4.3 Limites et évolution du terme « microferme » 241
5 PENSER LES FERMES ALTERNATIVES : LA TRANSDISCIPLINARITE AU SERVICE DE L'AGRONOMIE ? 243
6 PERSPECTIVES OPERATIONNELLES ET ACADEMIQUES 246

CONCLUSION : VERS UNE AUTRE MODERNITE ? **249**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES **253**

ANNEXES DES ARTICLES **279**

ANNEXES DE L'ARTICLE 3 ..... **281**
1 APPENDIX 3.A: PROCEDURE TO ESTIMATE WORKLOAD PER CROP ON ALL FARMS OF THE SAMPLE 282
2 APPENDIX 3.B: BUILDING THE MIXED MODELS TO PREDICT YIELDS AND PRODUCTION WORKLOAD 285
3 APPENDIX 3.C: BUILDING THE LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR CROP PLANNING (SM3)... 287
4 APPENDIX 3.D: SENSITIVITY ANALYSIS OF THE MODEL 318

ANNEXE DE L'ARTICLE 5 ..... **323**
1 APPENDIX 5.A: ADAPTING THE FRENCH SIMULATION MODEL MERLIN TO LONDON URBAN FARMS 324

ANNEXES GENERALES : DIFFUSION DE MES TRAVAUX DE THESE **335**

1 ANNEXE A : ACTIONS DE DIFFUSION DIVERSE 337
1.1 Présentations à des colloques et séminaires scientifiques 337
1.2 Participation à des ouvrages collectifs 337
1.3 Encadrement de mémoire 337
1.4 Diffusion vers un plus large public 338
2 ANNEXE B : L'ESSOR DES MICROFERMES EN FRANCE 341
3 ANNEXE C : CULTIVER UN JARDIN ET DES IDEAUX 345
4 ANNEXE D : MICROFERMES : SE NOURRIR DU REVE ET L'ENRACINER 347
5 ANNEXE E : DE LA NECESSITE DU DIALOGUE DANS LE DEVELOPPEMENT DES AGRICULTURES URBAINES 351

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: MICROFERMES ENQUETEES EN FRANCE 86
TABLE 1.1: NET INCOME ESTIMATIONS FOR A SINGLE MARKET GARDENER DEPENDING ON SALES AND COST HYPOTHESIS (€) 112
TABLE 2.1: PRESENTATION OF THE 14 STUDIED MICROFARMS 122
TABLE 2.2: MICROFARMERS' PERCEPTION OF THEIR SITUATION DETERMINING STRATEGIC CHOICES 127
TABLE 2.3: DIVERSITY OF MICROFARMS' MAIN STRATEGIC CHOICES 129
TABLE 2.4: EXAMPLES OF TRADEOFFS AND ADAPTATION ON THE 14 MICROFARMS 134
TABLE 3.1: MAJOR ABBREVIATIONS USED IN THE PAPER, IN ALPHABETIC ORDER 146
TABLE 3.2: CHARACTERISTICS OF THE 10 MICROFARMS USED TO CALIBRATE THE MODEL 149
TABLE 3.3: CHARACTERISTICS OF THE 50 CROPS CONSIDERED IN THE MODEL 150
TABLE 3.4: SUBMODEL 1 (SM1), A MIXED MODEL FOR LOG(Y) [YIELD IN LOG (KG M^2)] 152
TABLE 3.5: SUBMODEL 2 (SM2), A MIXED MODEL FOR (WP) [PRODUCTION WORKLOAD IN LOG (MIN M^2)] 152
TABLE 3.6: RANGE OF MAXIMAL CROPPING INTENSITY (MCI) ACCORDING TO THE TECHNICAL SYSTEMS AND LOCATION 156
TABLE 3.7: ANNUAL GLOBAL COSTS, EXPENSES AND SUBSIDIES (€) FOR THE THREE TECHNICAL SYSTEMS 157
TABLE 3.8 : ADDITIONAL COSTS AND SUBSIDIES (IN €) DURING THE SETUP PERIOD 157
TABLE 3.9: SHARE OF VIABLE SIMULATIONS OF EACH SCENARIO ACCORDING TO VIABILITY CONSTRAINTS 164
TABLE 3.10: LIMITS OF THE MODEL AND FURTHER INVESTIGATION PERSPECTIVES 171
TABLE 4.1: COMBINATION OF CROP PLANNING STRATEGIES AMONG THE 12 STUDIED FARMS (X MEANS "PRESENCE") 181
TABLE 5.1: PRESENTATION OF THE 10 LONDON MICROFARM CASE STUDIES 190
TABLE 5.2: MAIN ADAPTATIONS OF MERLIN FOR SIMULATING LONDON MICROFARMS 190
TABLE 5.3: VARIABLES AND OPTIONS CONSIDERED TO BUILD SCENARIOS OF URBAN FARMS 191
TABLE 5.4: CHARACTERISTICS OF THE CROPS CONSIDERED IN THE SIMULATIONS 192
TABLE 5.5: IMPACT OF VARIABLES ON LABOUR PRODUCTIVITY (£.H^1) AND LAND PRODUCTIVITY (£.M^2) 195
TABLE 3.A.1: LINEAR MODEL ESTIMATING NORMALISED WP IN MIN.M^2 BASED ON FARM C AND F (SM0) 283
TABLE 3.C.1: CHARACTERISTICS OF CROPS CONSIDERED IN SUBMODEL 3 (SM3) 290
TABLE 3.C.2: QUANTITY AND DIVERSITY CONDITIONS FOR VEGETABLE BOXES ACCORDING TO CLIMATE AND MARKETING STRATEGY 292
TABLE 3.C.3 POSSIBLE CROPPING CYCLES (1053) FOR THE 50 CROPS ACCORDING TO CLIMATE AND MARKETING STRATEGY 293
TABLE 3.D.1: PARAMETERS CONSIDERED IN THE SENSITIVITY ANALYSIS FROM SUBMODELS SM1 AND SM2 319
TABLE 3.D.2: OTHER PARAMETERS OF THE MODEL CONSIDERED IN THE SENSITIVITY ANALYSIS 320
TABLE 5.A.1: CROPPING CYCLES CONSIDERED IN THE CROP PLANNING SUBMODEL OF MERLIN FOR LONDON MICROFARMS 327
TABLE 5.A.2: PARAMETERS OF SM1 FOR PREDICTING YIELDS (Y) AND SM2 FOR PREDICTING PRODUCTION WORKLOAD (WP) 333

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : LOCALISATION DES 20 MICROFERMES ETUDIEES EN FRANCE 87
FIGURE 1.1: MIND MAP OF STRATEGIES IMPLEMENTED BY THE STUDIED MARKET GARDENERS 111
FIGURE 2.1: MICROFARMERS' SOCIAL AND ENVIRONMENTAL ASPIRATIONS 126
FIGURE 2.2: ILLUSTRATION OF THE CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR STRATEGIC CHOICES OF FARM I 136
FIGURE 2.3: ILLUSTRATION OF THE CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR STRATEGIC CHOICES OF FARM N 137
FIGURE 3.1: GLOBAL ARCHITECTURE OF MERLIN AND DATA COLLECTED TO PROVIDE THE PARAMETERS FOR THE MODEL 148
FIGURE 3.2: EFFECT OF THE MARKETING AND FARMING PRACTICES ON (A) LAND PRODUCTIVITY, (B) LANDUSE INTENSITY, AND (C) LABOUR PRODUCTIVITY. 161
FIGURE 3.3: MONTHLY INCOME ACCORDING TO THE 18 SCENARIOS FOR AN ANNUAL WOKLOAD OF (A) 1800 H AND (B) 2500 H. 163
FIGURE 3.4: UTILISED AGRICULTURAL AREA (M^2) FOR VIABLE SIMULATIONS ACCORDING TO SCENARIOS FOR AN ANNUAL WORKLOAD OF (A) 1800 H AND (B) 2500 H. 167
FIGURE 3.5: COMPARISON OF MODELLINF OUTPUTS AND REAL DATA FOR (A) UTILISED AGRICULTURAL AREA ACCORDING TO TECHNICAL SYSTEM, (B) INCOME PER HOUR WORKLOAD ACCORDING TO MARKETING AND CLIMATIC CONDITIONS, AND (C) INCOME PER OUR WORKLOAD ACCORDING TO TECHNICAL SYSTEM AND INVESTMENT HYPOTHESIS. 169
FIGURE 5.1 : VIABRATIO ACCORDING TO MARKETING OFFER, PRICES AND STAGE FOR THE L LOW COST HYPOTHESIS (A) AND THE H HIGH COST HYPOTHESIS (B) 197
FIGURE 5.2: VIABRATIO ACCORDING TO THE SHARE OF TUNNELS AND THE LEVEL OF COMMERCIAL WORKLOAD (CW) FOR THE L LOW COST HYPOTHESIS (A) AND THE H HIGH COST HYPOTHESIS (B) 199
FIGURE 5.3: UTILISED AGRICULTURAL AREA ACCORDING TO THE SHARE OF TUNNELS IN CULTIVATED ACREAGE AND THE LEVEL OF SELLING PRICES FOR THE LOW COST (L) HYPOTHESIS (A) AND THE HIGH COST (H) HYPOTHESIS (B) 201
FIGURE 3.A.1: FARMER CATEGORISING THE LEVEL OF WORKLOAD FOR THE MANAGEMENT PHASE OF HIS CROPS 284
FIGURE 3.D.1 : VARIATION IN MEAN INCOME CAUSED BY PARAMETERS FROM SUB-MODELS 1 AND 2 WITH A WORKLOAD OF 2150 H 321
FIGURE 3.D.2 : VARIATION EN MEAN INCOME CAUSED BY VARIATION OF OTHER PARAMETERS 321

INTRODUCTION : DE L'ANTHROPOCENE AUX MICROFERMES

« *Si le futur et l'avenir nous entraînent dans des directions différentes, il en est de même du mot sol. Selon que vous parlez du sol comme glèbe et terroir, ou du sol comme Terre, l'orientation de la flèche du temps change immédiatement. Vous basculez de l'attitude réactionnaire à l'attitude progressiste. Insister sur la glèbe et le terroir, c'est être réactionnaire à l'ancienne manière – en invoquant « la terre qui ne ment pas »,* Blut und Boden. *[…] Contre ces appels à rester « en arrière », les révolutionnaires en ont toujours appelé à l'émancipation. Et pourtant, ce qu'ils ne pouvaient imaginer, c'est qu'il pût y avoir une autre signification dans l'attachement au vieux sol, au sens cette fois de « cette bonne vieille Terre ». Aussitôt que vous dîtes cela, les choses se renversent, et la terre qui était auparavant ce que l'on devait quitter pour profiter de la modernisation, devient la nouvelle Terre qui vient à vous. Contrairement à ce que disent les nostalgiques, le retour de la Terre ne ressemble en rien au retour à la terre !* »
.

Bruno Latour. *Face à Gaïa : huit conférences sur le nouveau régime climatique* (2015)

1 LA GRANDE ACCELERATION DE L'ANTHROPOCENE

Homo sapiens est devenu une force géologique. Le concept d'Anthropocène proposé par Paul Crutzen, colauréat du prix Nobel de chimie de 1995 pour ses travaux sur l'atmosphère, a été largement repris par la communauté scientifique internationale comme l'illustrent l'éditorial du numéro 473 de *Nature* (2011) sur the « *Human Epoch* » et plusieurs articles discutant de l'Anthropocène dans ce même journal (Lewis & Maslin, 2015 ; Monastersky, 2015 ; Zalasiewicz, 2015).

L'Anthropocène signifie que l'humanité façonne une nouvelle ère géologique, où son activité est responsable de phénomènes dont certains sont identifiables dans la stratigraphie :

- perturbations des cycles biogéochimiques (carbone, azote, phosphore, soufre) par l'extraction et la transformation des ressources naturelles ;
- bouleversements des cycles de l'eau à travers l'intervention sur les cours d'eau et les changements d'occupation du sol ;
- effondrement de la biodiversité tel qu'on parle actuellement de sixième extinction biologique (Steffen *et al.*, 2011).

La date précise à laquelle fixer le début officiel de l'Anthropocène est débattue par la communauté scientifique. Il est néanmoins admis que les contraintes d'accès aux ressources énergétiques ont longtemps limité l'impact d'*Homo sapiens*. Fondée sur l'exploitation des énergies fossiles, la Révolution Industrielle, débutant en Europe à la fin du XVIIIème siècle, a démultiplié sa puissance de transformation du monde (Thompson, 2014). L'impact des humains sur la Terre a explosé après la Seconde Guerre Mondiale, dans ce qu'on nomme la « *Grande Accélération* » (Hibbard *et al.*, 2006 ; Steffen *et al.*, 2015). La Guerre a mis fin aux derniers vestiges préindustriels en Europe. De plus, l'effort scientifique de guerre a produit nombre de technologies nouvelles, principalement basées sur le pétrole. Réinvesties dans l'économie civile, elles ont été le socle de l'effort massif de reconstruction canalisé par les Etats-Unis autour de principes économiques néo-libéraux favorisant les échanges et les flux de capitaux (Steffen *et al.*, 2011). Les symptômes de cette Grande Accélération sont nombreux et désormais bien connus :

- croissance démographique et technologique ;
- migration des populations vers les centres urbains ;
- accentuation drastique de l'impact anthropique sur la biodiversité et sur les cycles biogéochimiques, changement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre.

Les ours blancs sur des glaçons flottant au cœur de l'océan ne sont que la face émergée et médiatique de l'iceberg Anthropocène.

L'Anthropocène dresse au départ un panorama de l'impact matériel destructeur de l'homme sur la Terre. Pour parer à ces impacts, issus de la croissance technologique consommatrice de

ressources, un pan de la communauté scientifique envisage de développer d'autres innovations technologiques, curatives, emplis de confiance dans le progrès humain qui trouvera toujours des solutions techniques aux problèmes techniques qu'il a lui-même créés. Dans le champ du réchauffement climatique, une illustration parlante de cet état d'esprit est la géoingénierie qui consiste à intervenir délibérément sur le système climatique global en extrayant du dioxyde de carbone de l'air ou en agissant sur l'absorption de la radiation solaire par la Terre via diverses technologies. Ces initiatives semblent parfois tellement surréalistes et irresponsables[1] quant à leurs conséquences potentielles que Hamilton (2013) parle d'« *apprentis sorciers du climat* ».

Les conséquences socio-politiques des bouleversements matériels créés par l'Anthropocène sont de plus en plus abordées par les travaux scientifiques et les médias. En témoignent les discussions sur l'iniquité entre pays historiquement pollueurs et non pollueurs dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre (Baer *et al.*, 2000) ou la question des réfugiés climatiques (Biermann & Boas, 2010 ; Hartmann, 2010) abordée lors de la COP 21[2]. Dans ce domaine aussi, on envisage des solutions curatives via des politiques de régulation (Biermann & Boas, 2010). Cependant, la pensée dominante scientifique et politique ne s'interroge pas ou peu sur les causes philosophiques et éthiques des phénomènes qui caractérisent l'Anthropocène même si Steffen, Grinewald, Crutzen et Mac Neill, scientifiques durs, reconnaissent que « *l'Anthropocène questionne directement la notion de progrès humain et la place de l'humanité dans le monde naturel […] et le système de croyances et d'hypothèses qui sous-tend la pensée économique néo-classique qui a été la cause majeure de la Grande Accélération […] qui menace la viabilité de notre civilisation contemporaine et peut-être même la future existence d'Homo sapiens*[3] » (Steffen *et al.*, 2011).

---

[1] Je ne parle pas ici des initiatives qui consistent à fixer du carbone atmosphérique en plantant des arbres ou en augmentant la matière organique des sols, mais par exemple de la projection dans l'atmosphère de quantités faramineuses d'aérosols soufrés (Caldeira & Wood, 2008 ; Crutzen, 2006) via des canons de l'artillerie navale ou une flotte d'aéronefs (Crutzen estime à 5 millions de tonnes par an la quantité de soufre nécessaire pour bloquer environ 2% du rayonnement solaire) ou de la fertilisation massive des océans en fer pour encourager l'activité photosynthétique des diatomées (de Baar *et al.*, 2008) sans s'interroger sur les impacts écosystémiques de telles actions.

[2] La Conférence de Paris de 2015 sur le climat a eu lieu du 30 novembre 2015 au 12 décembre 2015 au Bourget en France. Il s'agit de la 21e conférence des parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la 11e conférence des parties du protocole de Kyoto (CMP-11). *http://www.cop21.gouv.fr/comprendre/cest-quoi-la-cop21/* [consulté le 10/09/16].

[3] Traduction par mes soins.

2 PENSEE INDUSTRIELLE ET MARCHANDE : LES ROUAGES DE L'ANTHROPOCENE

J'ai déjà évoqué la place centrale de la Révolution Industrielle dans ce passage à l'Anthropocène, par l'exploitation des énergies fossiles et le foisonnement technologique permis par une énergie à bas coût. Les bouleversements matériels de la Révolution industrielle ne peuvent cependant être dissociés d'une vision du monde : la modernisation.

La modernisation, projet philosophique développé en Europe à partir du XVIIème siècle, repose sur l'idée de la maîtrise du monde matériel par la connaissance comme moyen d'émancipation de l'humanité. Elle s'est imposée politiquement au XIXème siècle, assimilant et réduisant le progrès humain au progrès technique (Latour, 2005 ; Touraine, 1995). Ce progrès passe par une science qui se développe en séparant d'un côté la nature ou la matière de l'homme. Nature et matière sont considérées comme des assemblages purement physiques et mécaniques, inanimés, c'est-à-dire à la fois régis par des lois immuables et sans âme. L'homme seul possède esprit, conscience et âme qui lui permettent, en explorant les rouages de la nature comme un observateur extérieur de se projeter dans le futur (Whitehead & Douchement, 2006). C'est ce que Latour (2015) appelle « *l'obsession des Modernes à désanimer le monde* ».

Dans les sociétés européennes prémodernes, la raison (liée à la connaissance) était équilibrée par le jugement (lié au droit et à l'éthique de la tradition) et en cas de tension, c'était le jugement qui – pour le meilleur ou pour le pire – l'emportait. Avec le développement de la science moderne et sa prodigieuse capacité à prédire les phénomènes et à produire des technologies efficaces, les préoccupations éthiques se voient reléguées au second plan et la raison mécaniste devient dominante (Serres, 1992). Puisque la nature est désanimée[4], elle peut alors être raisonnablement considérée comme un ensemble de ressources dont l'exploitation permet le progrès de l'humanité (Latour, 2015).

Si les hommes n'ont pas attendu la modernité pour s'exploiter les uns les autres et exploiter la nature (Bookchin, 2005), l'exploitation prend dans la modernité la forme inédite de l'industrialisation qui est l'exploitation d'une nature désanimée par la raison *mécaniste*. La pensée industrielle ne raisonne qu'en termes de fonctionnalité, d'opérationnalité, de productivité, de fonctionnement, de simplification, de standardisation, d'optimisation, de maîtrise et de contrôle sans s'embarrasser de l'éthique ou du sens (Boltanski & Thévenot, 2006)[5]. La géo-ingénierie qui propose par exemple d'infléchir le réchauffement climat en réduisant l'albedo terrestre par la pulvérisation d'aérosols soufrés dans l'atmosphère vise à « *forcer* » (*forcing* en anglais) la « *machine climatique* » à fonctionner comme on le souhaite

[4] Tout comme les peuples « primitifs naturels » – voir la fameuse controverse de Valladolid sur la question de l'existence ou non de l'âme des amérindiens (Fabre, 2006). Au final, il a été tranché que les amérindiens avaient une âme, au contraire des noirs, ce qui a légitimé l'esclavage des noirs.

[5] Je me réfère ici aux principes de justification de la cité industrielle définit par les auteurs.

(Lenton & Vaughan, 2009). Elle est une bonne illustration de la logique industrielle de contrôle et d'exploitation que Serres (1992) va jusqu'à qualifier de « *parasitique* » dans le sens où l'homme moderne prend tout à la Terre, son hôte, et ne donne rien ; ce qui « *condamne à mort celui qu'il pille [l'hôte] et qu'il habite sans prendre conscience qu'à terme il se condamne lui-même à disparaître* ».

L'accélération industrielle est inséparable de l'accélération compulsive de la consommation, qui écoule – ou gaspille – l'offre produite par la logique industrielle (Baudrillard & Mayer, 1996). On ne sait d'ailleurs pas bien laquelle précède l'autre. Mais, dans la Grande Accélération, la pensée industrielle est inséparable de la pensée marchande, définie par Boltanski & Thévenot (2006)[6] comme une pensée qui ne raisonne qu'en termes de profit, de compétition, de possession, de négociation, de « tirer parti », de monétarisation.

Sur les cités de Bolstanski et Thévenot

Le cadre théorique des cités de Boltanski & Thévenot (2006), mobilisé ici de manière minimaliste pour définir la pensée industrielle et la pensée marchande, s'inscrit dans l'économie des conventions. Les auteurs présentent 7 cités types théoriques (cité de l'inspiration, cité domestique, cité de l'opinion, cité civique, cité marchande, cité industrielle et, plus récemment, cité du projet) régies chacune par un ensemble de valeurs de références, de caractéristiques et de procédures pour juger de la valeur d'un événement ou d'une chose. Ce cadre est utilisé pour étudier différents types de logiques qui peuvent mener à des tensions dans l'interaction entre différentes organisations humaines ou au sein même d'une même organisation. Il est riche pour décrire et interpréter les différentes aspirations, parfois contradictoires d'un agriculteur (l'organisation étant alors la ferme), comme illustré dans l'article 2 de ma thèse. Dans cette introduction, il m'a paru intéressant de lire la Grande Accélération de l'Anthropocène comme une *surexpression* dans la société des logiques de deux cités : la cité marchande et la cité industrielle.

[6] Je me réfère ici aux principes de justification de la cité marchande définie par les auteurs.

3 L'AGRICULTURE DE L'ANTHROPOCENE, MODERNISATION AGRICOLE ET RESISTANCES PAYSANNES

L'agriculture est au centre des enjeux de l'Anthropocène à plusieurs titres. Pragmatiquement, l'agriculture est à la fois un secteur d'activités contribuant fortement aux impacts de l'homme sur la Terre (voir paragraphe suivant) et est également fortement affectée par le changement climatique (Howden *et al.*, 2007) et la croissance démographique (Evans, 1998). Philosophiquement, l'agriculture est une matérialisation centrale de la relation symbolique entre les sociétés et la nature (Serres, 2003) que questionne l'Anthropocène. La manière dont une société envisage l'agriculture se répercute bien au-delà du strict champ agraire, dans la structuration des organisations humaines, leur intégration aux écosystèmes et les rapports entre les hommes (Haudricourt, 1962).

L'industrialisation et la marchandisation du monde, socles de la modernisation, n'ont pas épargné champs, bocages, veaux, vaches, cochons et pour ce qui nous concerne navets, betteraves et choux. En France, cette modernisation est concomitante de la Grande Accélération[7]. Au sortir de la Seconde Guerre Mondiale, la France s'est retrouvée importatrice nette de denrées agricoles de base. La modernisation programmée par le Conseil National de la Résistance dès 1944 avait pour objectif premier de restaurer sa souveraineté alimentaire (Klatzmann, 1953). Elle visait aussi à inscrire une nation encore rurale dans l'univers de la modernité industrielle. Les modalités et conséquences techniques de cette modernisation sont bien connues :

- agrandissement et remembrement pour favoriser la motorisation et les économies d'échelle[8] ;
- sélection génétique pour doper la productivité ;
- développement des engrais de synthèses et des produits phytosanitaires ;
- spécialisation croissante des fermes, des bassins de production, des filières de transformation et de distribution.

Il s'agissait de simplifier, de rationaliser et ainsi de gagner en efficacité dans un univers concurrentiel international où la compétitivité se basait sur des critères exclusivement

---

[7] Si c'est la fin de la Seconde Guerre Mondiale qui a accéléré drastiquement la modernisation en agriculture, ses prémisses se sont constituées au XIXème siècle avec le développement de la chimie (par exemple avec les travaux de Liebig sur la fertilisation minérale). La Première Guerre Mondiale a également joué un rôle important car un grand nombre d'usines ont été construites pour produire les nitrates nécessaires à la fabrication des explosifs (nitroglycérine). Cette production de nitrates a été ensuite réorientée vers la chimie agricole. Cela explique que la modernisation de l'agriculture ait déjà été critiquée dès le début du XXème siècle par certains pionniers de l'agriculture biologique comme Albert Howard ou Rudolf Steiner (Calame, 2007).

[8] Le principe de l'économie d'échelle part du présupposé que l'augmentation de la taille des unités de production permettrait de réduire fortement le coût de production par unité de produit en diluant les charges fixes (Mazoyer & Roudart, 2002). Il sera détaillé et discuté dans la discussion de notre travail.

marchands (Hervieu & Purseigle, 2013; Mazoyer & Roudart, 2002). Ces évolutions ont été accompagnées par la recherche agronomique, la structuration de l'enseignement et du conseil agricole et les politiques publiques, nationales et européennes. Au regard des objectifs fixés, la modernisation agricole a été d'une redoutable efficacité. La productivité brute du travail agricole a explosé (Mazoyer & Roudart, 2002), la France, redevenue exportatrice nette de denrées agricole dès 1948 (Broder, 1998), est actuellement le 6ème pays exportateur mondial agroalimentaire[9] après avoir longtemps tenu la seconde place.

Ces grands traits de la modernisation agricole française se retrouvent dans la plupart des pays industrialisés. Ils ont ensuite été exportés – « pour leur plus grand bien » – vers les pays du Sud avec la Révolution verte à partir des années 1960-1970. Cette colonisation technique a visé à remplacer les agricultures traditionnelles, complexes, variées et plus résilientes[10] de ces pays – orientées prioritairement vers l'autoconsommation, combinant de façon plus ou moins sophistiquée polycultures, arboriculture, élevage et piscicultures – par *des paquets techniques* standardisés pour quelques cultures, plus efficaces dans la logique industrielle, marchande et consumériste (Mazoyer & Roudart, 2002)[11].

La modernisation de l'agriculture a tenu ses promesses en termes de production quantitative, contribuant à la sécurité alimentaire d'une partie de la population à un moment historique donné[12]. Cependant, elle a contribué et contribue de manière majeure aux problèmes écologiques et sociaux de l'Anthropocène, aujourd'hui bien identifiés :

- déclin de l'agrobiodiversité au profit de variétés standardisées ;
- disparition de la biodiversité non cultivée par la destruction des habitats (par exemple les haies en France) ;
- réchauffement climatique[13] ;
- pollution des eaux par les pesticides et eutrophisation ;
- érosion des sols liée à la baisse de la matière organique et certaines pratiques culturales motorisés inappropriées ;
- problèmes de santé publique liés à l'exposition aux pesticides ;

---

[9] Selon le site du ministère de l'économie https://www.tresor.economie.gouv.fr/File/422039

[10] La diversité permettant de réduire les risques associée à chaque production (Mazoyer & Roudart, 2002).

[11] Portée par les centres internationaux de recherche agricole financés par de grandes fondations privées, la « Révolution verte » a exporté la plupart des éléments de la modernisation agricole : fertilisation minérale, produits phytosanitaires, mécanisation et a diffusé sur la surface du globe des variétés homogènes et très productives de riz, blé, maïs et soja, qui ont permis d'augmenter très fortement les rendements de la production de grains dans certaines régions mais en excluant beaucoup de paysans pauvres qui ne pouvaient avoir accès aux paquets techniques.

[12] Les 870 millions de personnes qui souffrent de sous-alimentation chronique dans le monde encore en 2012 illustre bien la réussite toute relative de la modernisation de l'agriculture, dont les bénéfices sont très localisés dans le temps et dans l'espace.
http://www.fao.org/news/story/fr/item/161824/icode/ [consulté le 21/09/16]

[13] Autour de 25% des émissions anthropiques directes et indirectes de gaz à effet de serre sont dues à l'agriculture, la foresterie et les changements d'utilisation des sols (IPCC, 2014)

- exode rural ;
- diminution drastique du nombre de fermes et de l'emploi agricole[14] ;
- déstructuration des liens sociaux en milieu rural ;
- accentuation des inégalités sociales dans les pays du Sud ;
- marginalisation des petits paysans ;
- destruction des paysages et des identités traditionnels (Hervieu & Purseigle, 2013 ; Holt-gimenez & Patel, 2009 ; IPCC, 2014 ; Mazoyer & Roudart, 2002 ; Stoate *et al.*, 2009 ; Tilman, 1999).

D'un point de vue philosophique, la pensée moderne industrielle en agriculture « *disjoint le monde* » (Berque, 1996). Basée sur l'exploitation parasitique de la Terre, elle induit selon Serres (2003) une logique de « *séparation* » avec les plantes, animaux et écosystèmes avec lesquels nous avions coévolué tout au long de l'histoire agricole. C'est ce qu'il appelle la « *codomestication* » où un ensemble d'être vivants dépendent des humains qui en dépendent également et reconnaissent en dépendre, plaçant le lien et la relation avec la nature au cœur des sociétés humaines. La pensée industrielle, basée sur une désanimation du monde met à mal cette symbiose : « *Nul n'habite plus avec l'autre […]. Nous survivons sous le régime de la séparation. Nous partageons avec nos anciens compagnons l'origine de cette rupture, brusque ou lente, de la codomestication* » (*ibid.*). Une fois le vivant séparé de nous, les garde-fous éthiques traditionnels de la relation homme-nature volent en éclats, rendant possible l'avènement d'une agriculture sans respect des écosystèmes.

D'un point de vue technique, cette séparation est illustrée par :

- la dépendance croissante de l'agriculture industrielle aux intrants extérieurs, produits par l'industrie, au détriment des logiques traditionnelles qui privilégiaient le recours aux ressources locales par le bouclage des cycles de matières pour la fertilité ;
- le remplacement de la diversité des variétés végétales et des races animales patiemment adaptées par les humains aux lieux par des variétés standardisées en laboratoire pour exprimer leur plein potentiel en conditions contrôlées. Ces variétés demandent donc de reproduire ces conditions au champ en faisant table rase des spécificités locales, ce que Callon *et al.* (2014) appellent la « *laboratorisation du monde* », symptomatique de la pensée industrielle ;
- l'utilisation de produits phytosanitaires exogènes produits par l'industrie pour maintenir « sains » des agroécosystèmes simplifiés à l'extrême plutôt que les logiques

[14] En 1955, la France comptait 2,3 millions d'exploitations agricoles, en 2003 elles ne sont plus que 590 000. Deux millions de personnes vivaient sur ces exploitations en 2000, soit quatre fois moins qu'en 1955. La population active agricole, familiale et salariée, atteignait 6,2 millions de personnes en 1955, soit 31 % de l'emploi total en France. En 2000, cette part est tombée à 4,8 % avec 1,3 million de personnes (Desriers, 2007). En 2010, on compte autour de 500 000 exploitations agricoles en France métropolitaine et 970 000 personnes qui y travaillent régulièrement (Ministère de l'Agriculture, 2011).

traditionnelles qui maintenaient le système immunitaire global des écosystèmes (Bonaudo *et al.*, 2013) par une grande diversité biologique et des motifs paysagers complexes singuliers à chaque zone géographique.

Les agriculteurs ont souvent su trouver des arrangements avec cette pensée industrielle et guider leurs actions par des principes appartenant aux autres cités de Boltanski & Thévenot (2006) comme le bien-être familial (cité domestique) ou collectif (cité civique). Un certain nombre d'entre eux revendiquent politiquement et collectivement le droit de collaborer avec le vivant et de respecter « leurs lieux », qui incluent aussi les autres habitants humains. Ces agriculteurs, marginalisés par la pensée dominante industrielle et marchande qu'ils critiquent, parfois perçus comme un « *obstacle au développement* » (Byres *et al.*, 1991), sont souvent désignés et s'auto-désignent comme *paysans.*

Le lien avec le vivant et les lieux caractérisaient les pensées agricoles traditionnelles que l'on pourrait qualifier de paysannes. Le mot paysan vient du latin *pagus* qui signifie le pays et marque la relation des humains au lieu qu'ils habitent. Il est révélateur de constater que la pensée moderne a longtemps rendu ce terme synonyme d'arriéré, comme si le lien à la Terre était un archaïsme honteux que la modernisation visait à dépasser. D'ailleurs, Mendras (1984) a défendu l'idée que la modernisation agricole entraînait la « *Fin des paysans* » et Van der Ploeg (2014) a souligné que l'agriculture industrielle créait des « *non-lieux* » puisque rien ne ressemble plus à un champ de blé industriel qu'un champ de blé industriel sur toute la surface du globe.

Sur l'emploi du terme « traditionnel »

Dans cette thèse, le terme de « traditionnel » n'est pas employé de manière béate pour désigner des visions du monde ou des savoir-faire quasi-magiques et merveilleux qui remonteraient à la plus haute Antiquité et qui seraient seuls à même de sauver l'homme des affres de la modernité. Il décrit très pragmatiquement des pratiques et des philosophies évolutives qui se sont constituées avant la modernisation dans un milieu donné par un long processus itératif d'essai-erreur qui leur assure donc une certaine pertinence « darwinienne » dans ce milieu, surtout d'un point de vue écologique. Cependant, la tradition ne doit pas être idéalisée car elle est aussi limitative dans le sens où elle peut dans certains cas empêcher une forme de progrès et justifier des actions qui peuvent être discutables d'un point de vue éthique. Certains travaux illustrent que certaines sociétés traditionnelles ont aussi développé des pratiques à fort impact écologique qui ont pu causer leur disparition (Diamond, 2009).

Les mouvements paysans – entendus ici comme revendications en réaction à la modernisation agricole dans les pays industrialisés et à sa traduction par la Révolution verte dans les pays du Sud – sont complexes et multiples. Ils ont commencé à émerger à partir des années 1960-70 (Bernstein & Byres, 2001 ; Gliessman, 2013)[15]. Ils ont, entre autres, mené à la création de la Confédération paysanne et à la Via Campesina à l'international (*campesino* étant l'équivalent hispanique du paysan). Van der Ploeg (2014) définit la condition paysanne par la « *lutte pour l'autonomie et le progrès dans un contexte caractérisé par des relations de dépendance, la marginalisation et les privations*» qui se traduit à l'échelle de la ferme par « *des formes de coproduction entre l'homme et la nature vivante* » en favorisant la constitution sur la ferme d'une « *base de ressources autogérée* » qui accroît l'autonomie. Ainsi, le maintien de liens *organiques* avec le lieu et le vivant est à la fois une question de sens, d'identité et un moyen de résistance politique. Le développement historique de l'agriculture biologique peut aussi être considéré comme un mouvement paysan car il défendait un projet de société global où les questions d'équité allaient de pair avec la reconstruction des liens aux écosystèmes[16].

Les agriculteurs qui ont été l'objet de ma thèse et se sont engagés dans l'aventure des microfermes se revendiquent pour la plupart comme paysans et paysannes et se reconnaissent à des degrés divers dans ces dynamiques collectives. C'est la raison pour laquelle j'emploierai le terme *paysan* pour les désigner dans les parties en français de ma thèse. Dans les articles en anglais, j'ai paradoxalement employé le terme plus neutre de *farmer* et non *peasant* car mon travail se focalisait sur l'échelle individuelle de la ferme et non sur les mouvements collectifs. Ce terme était en adéquation avec les revues ciblées, en particulier les revues agronomiques comme *Agricultural Systems*. De plus en anglais, le mot *peasant* est particulièrement lié aux *peasant studies* qui mettent en avant les questions de luttes de classes[17] et a donc peut-être une connotation encore plus spécifique qu'en français. De même, je ne parlerai pas d'*exploitation agricole*, vocable qui relève directement de la logique industrielle critiquée par ces mêmes paysans. Je lui préfèrerai le terme de *ferme* – bien qu'historiquement ce terme dérive du régime foncier particulier du fermage – car c'est comme cela que la plupart des paysans en France appellent leur *exploitation*. Nous verrons par la suite que les microfermes - objet de ma thèse - ont été nommées ainsi par des paysans qui préfèrent ce terme à celui de « micro-exploitations ».

---

[15] Je restreins ici aux mouvements paysans qui s'opposent à la modernisation mais les « peasant studies » intègrent des mouvements et des revendications qui ont lieu bien plus tôt dans l'histoire. Les peasant studies insistent sur le fait que ces mouvements ne sont pas uniquement des réactions à la pensée industrielle mais également à la marchandisation du monde via le capitalisme, autre socle de la modernisation (et au colonialisme dans les pays du Sud). Il est à noter que l'agroécologie américaine représentée dans la citation par Gliessman, fortement influencée par ces dynamiques paysannes ne fait pas souvent de références explicites au mot *peasant* mais parle de *smallholders*, de *traditionnal* ou de *indigenous farmer*.

[16] Voir les principes de l'agriculture biologique définis par l'IFOAM, la fédération nationale de l'agriculture biologique *http://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/principles-organic-agriculture* [consulté le 21/09/16]

[17] Comme le montre le « scope » du Journal of Peasant Studies : *http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=aimsScope&journalCode=fjps20* [consulté le 21/09/16]

De plus *ferme* correspond directement à l'anglais *farm* (et *microfarm*), plus neutre, que j'emploie dans les articles.

4 REPEUPLER LES IMAGINAIRES AGRICOLES SANS NOSTALGIE

Pour Bonneuil (2014), « *L'Anthropocène apporte une réfutation massive, géologique, au projet moderne d'émancipation-arrachement, au rêve d'un devenir humain et social coupé de toute détermination naturelle : les Modernes ont cru que leur liberté impliquait de s'arracher à toute détermination naturelle et ils se découvrent aujourd'hui liés à la Terre par mille rétroactions ; rattrapés par le retour de Gaïa, avec ses lois, ses limites et sa violence dans la sphère politique et sociale* ». Si de nombreux scientifiques continuent de croire de manière optimiste qu'on se sortira des problèmes de l'Anthropocène par le pur progrès technique, un nombre croissant de scientifiques et de philosophes reconnaissent que le fondement des dérives de l'Anthropocène est avant tout éthique et idéologique et appellent à « *un changement dans la définition même de ce que signifie avoir, tenir ou occuper un espace* » (Latour, 2015). Selon Berque (1996), « *il s'agit de réformer la modernité puisque c'est elle qui a rendu cette question inévitable. Il ne suffira pas d'imaginer des solutions techniques, à la façon moderne et en restant dans le cadre de la modernité ; c'est jusqu'au niveau profond de ce qui motive les comportements humains qu'il faut engager cette réforme de notre civilisation* » et d'ajouter : « *Une construction dont la technique serait purement fondée sur la science […] autrement dit purement fonctionnelle, serait totalement inhumaine. En bien ou en mal, l'habiter humain ne peut être qu'éthique.* » Ainsi, seuls un basculement éthique et une reconfiguration des paradigmes d'action peuvent, non pas nous sortir de l'Anthropocène – car certaines dynamiques enclenchées sont irréversibles – mais nous permettre de construire des sociétés humaines plus résilientes face aux incroyables incertitudes et instabilités écologiques, politiques et sociales actuelles qui ne seront qu'accentuées dans les temps troubles, troublés et troublants à venir.

Cependant, face à l'énormité et à la globalisation des problématiques de l'Anthropocène, il peut être tentant de baisser les bras et de critiquer la « *naïveté dérisoire des alternatives des militants, des décroissants, des bio, des chasseurs-cueilleurs en extinction, des transitionneurs et autres colibris* » (Bonneuil, 2014). Selon cet auteur, pour sortir de la complaisance fataliste qui entend « *désarmer toute velléité de changement radical des modes de production, de vie et de consommation* », il y a urgence à favoriser la pluralité des discours et à « *multiplier les récits alternatifs féconds* ». Bonneuil insiste sur le fait que la société ne doit pas attendre de manière passive que les scientifiques sauvent la planète et proclame que c'est dans « *l'ensemble du tissu social et des peuples que se trouvent les savoirs, les initiatives et les solutions* » venant de « *voix multiples et ancrées dans des lieux tous uniques puisque l'hégémonie du global, de la mobilité et d'un regard dé-terrestré sur la Terre appelle au contraire à une réhabilitation du lieu et des liens* ».

Si on admet que l'Anthropocène est le produit de la séparation consommée avec la nature, ce basculement éthique implique un « *retour à la terre* » qui selon Serres (1992) passe par une redécouverte du lien intime avec les écosystèmes et le développement d'une « *connaissance [qui] ne supposerait plus la propriété* » et d'une « *action qui ne supposerait plus la maîtrise* ».

Le retour à la terre que Serres propose va bien au-delà de l'activité agricole. Cependant, puisque l'agriculture est symboliquement fondatrice des relations homme-nature, on comprend la recrudescence dans les pays industrialisés des « *néo-paysans* » (Allens & Leclair, 2016) qui s'installent en agriculture sans être issus de ce milieu et souhaitent incarner concrètement ce basculement éthique[18].

La plupart de ces nouveaux paysans se connectent aux mouvements paysans contestataires plus traditionnels. En résonnance avec les principes de l'écologie sociale de Bookchin (2007), ils défendent l'idée que les problématiques écologiques et sociales de l'Anthropocène sont intimement entremêlées. Ils revendiquent un basculement éthique qui soit à la fois écologique et social, car la modernisation de l'agriculture basée sur l'industrialisation et la marchandisation ne procède pas que de l'exploitation de la nature par l'homme mais également de l'exploitation de l'homme par l'homme, illustrée par la pression via les prix exercée par l'aval des filières sur les producteurs ou la course à la compétitivité internationale. Le *retour à la terre* n'a pas de sens sans *retour à l'homme* et la solidarité avec l'atmosphère, les ours blancs et les nappes phréatiques n'a pas de sens sans solidarité humaine.

Ces néo-paysans peuvent être qualifiés d'*alternatifs* car ils entendent incarner des modes de penser et pratiquer l'agriculture en rupture avec le modèle dominant, plus adaptés aux enjeux de l'Anthropocène. Beus & Dunlap (1990) ont montré que la pensée alternative en agriculture s'est constituée en miroir inverse de la pensée industrielle dominante. Cependant, en retournant ses principes en négatif, elle peut courir le risque de devenir un récit réactionnaire, totalitaire ou sectariste qui ferme le débat et idéalise un âge d'or de la paysannerie. Le mythe du « bon sauvage » est remplacé par le mythe du « bon paysan » vivant en symbiose totale avec la nature, dans un éternel champ d'abondance et de papillons joyeux, en totale solidarité avec les voisins du village, occultant totalement la réalité paysanne occidentale historique, faite d'exploitation, de sérieuses difficultés dans les périodes de soudure[19] et de disettes régulières (Mazoyer & Roudart, 2002).

Une pensée alternative figée et nostalgique serait en opposition totale avec la « *multiplicité des récits* » dont parle Bonneuil (2014). En ce sens repenser la modernité en agriculture ne veut pas dire rejeter en bloc et sans discussion tous les apports de la modernité mais au contraire interroger ce que l'on souhaite garder de la modernité (Latour, 2005) – par exemple l'idée de progrès, la technologie ou la pensée cartésienne – et comment la réaménager, l'hybrider avec d'autres formes de rapports au monde soucieux des liens et des lieux dans une réflexivité

[18] En France, on compte actuellement environ 30% des installations agricoles aidées qui relèvent de personnes non issues du milieu agricole (Jeunes Agriculteurs 2013).

[19] Période de l'année où les récoltes stockées de l'année précédente viennent à manquer et où les récoltes de l'année en cours n'ont pas encore commencé (variable selon les années et les zones). Les Anglais utilisent l'expression très parlante de « *Hungry gap* » pour désigner cette période.

constante sur l'éthique qui sous-tend nos actions. Il s'agit donc de *réaménager la modernité* pour ne pas tomber dans le désenchantement nihiliste et relativiste du post-modernisme.

5 LES MICROFERMES : ALTERNATIVES HYBRIDES

5.1 INVENTION ET CONVENTIONALISATION DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Dans les pays dits du Sud, les mouvements paysans alternatifs se basent souvent sur un socle de pratiques et de philosophies traditionnelles encore vivaces qui ont été perpétuées malgré la Révolution verte pour intégrer certains éléments modernes issus de recherches scientifiques et mieux s'adapter ainsi au contexte actuel. Cette intégration des savoirs traditionnels et de la science, où scientifiques et paysans dialoguent sur un pied d'égalité, est caractéristique de la posture de l'agroécologie américaine[20] impulsée par le travail pionnier de Hernandez (1977) à l'université de Chapingo au Mexique, développée aux USA dans le monde académique à partir des années 80 (Altieri, 1989 ; Altieri *et al.*, 2011 ; Francis *et al.*, 2003 ; Gliessman, 2006 ; Gliessman, 2013 ; Holt Giménez & Shattuck, 2011 ; Méndez *et al.*, 2013). Elle constitue un point d'ancrage des mouvements paysans, en particulier au Brésil.

En Europe, l'impact de la modernisation a été tel que les mouvements paysans alternatifs, en particulier de l'agriculture biologique, ont dû « s'inventer » presque totalement. Ils ont certes puisé dans les pratiques traditionnelles locales ou étrangères. Mais ils se sont surtout développés autour d'expérimentations en contexte réel plutôt qu'en laboratoire ou en parcelles expérimentales[21], dans une démarche combinant pensée cartésienne, littérature scientifique, intuition et empirisme des paysans[22]. Cette hybridation est très bien illustrée par les travaux de Howard (1945), un des pères fondateurs de l'agriculture biologique. Le développement historique et foisonnant de l'agriculture biologique a été fortement marqué par des revendications sociales fortes, comme l'illustrent les positions de Hans et Maria Müller et de Hans Peter Rusch, fondateurs de l'agriculture organo-biologique suisse qui défendaient l'autonomie des petits paysans (Besson, 2011), et par la critique d'une vision réductionniste et

---

[20] Au sens du double continent américain et non seulement des Etats-Unis ! Si Wezel *et al.*, (2009) parlent de l'agroécologie dans le contexte particulier des Etats-Unis et de l'Amérique centrale, ils n'emploient pas directement le terme « agroécologie américaine » que j'emprunte aux cours sur l'histoire de l'agroécologie donnés par mon directeur de thèse François Léger à AgroParisTech.

[21] L'agriculture biologique est au départ très peu soutenue par la recherche scientifique et ne peut donc pas établir des dispositifs expérimentaux vastes et « statistiquement rigoureux » dont d'ailleurs elle se méfie. La connaissance générée, si elle s'appuie sur un raisonnement cartésien est souvent établie à partir d'essais réels en fermes « non significatifs » mais *signifiants* et de partage d'expériences entre praticiens. Pour tous les éléments sur l'histoire de l'agriculture biologique, je m'appuie aussi sur les cours d'histoire de l'agroécologie de François Léger à AgroParisTech.

[22] Je distingue ici la pensée cartésienne réductionniste qui vise à déterminer l'impact de la variation d'un seul facteur « toutes choses égales par ailleurs » qui est parfois utilisée par les paysans sur des tests ponctuels même si le « toutes choses égales par ailleurs » est toujours assez discutable sur une ferme même entre deux parcelles voisines de l'empirisme qui serait plus proche d'une expérimentation-systémique où de nombreux facteurs bougent en même temps et de laquelle le praticien ne cherche pas à extraire une vérité scientifique mais un enseignement fonctionnel et utile pour la pratique en résonnance avec la théorie du « *reflexive design in action* » de Schön(1983).

utilitariste du monde, ce qui dans certaines de ses ramifications s'est traduit par des idéologies[23] *non modernes* dans le sens où elles redonnaient littéralement une âme à la nature, comme dans la biodynamie dérivée de l'anthroposophie de Steiner (1924).

Afin de promouvoir sa reconnaissance croissante par les milieux scientifiques et sa démocratisation au niveau du grand public, l'agriculture biologique est progressivement devenue uniquement un mode de production agricole sans intrants chimiques, garanti par un cahier des charges techniques labellisé et bien identifiable par le consommateur. Une lecture marxiste pourrait dire que l'agriculture biologique a été en quelque sorte « *cooptée* » par le modèle dominant (Biel, 2011), c'est-à-dire exploitée comme une ressource venue de la société civile dont le modèle dominant aurait tort de se priver car elle permet de laisser croire que les choses avancent tout en désamorçant tout ce que l'agriculture biologique aurait de radical et menaçant pour le système en place. Cette thèse pourrait être soutenue par ce que Darnhofer *et al*. (2010) appellent la « *conventionalisation* » de l'agriculture biologique, c'est-à-dire qu'un nombre croissant d'agriculteurs conventionnels se convertissent à l'agriculture biologique à des fins purement marchandes (pour bénéficier des débouchés et des prix du bio[24]) et remplacent juste les intrants chimiques par des intrants organiques dans une logique de substitution, sans rompre avec la pensée industrielle et marchande ni repenser leur système de manière holistique, ce qui était la base de l'agriculture biologique historique (Darnhofer *et al.*, 2010 ; Rosset & Altieri, 1997).

Une lecture du développement de l'agriculture biologique uniquement comme processus de conventionalisation et de cooptation par le modèle dominant serait simpliste et fausse. En France, au sein même du réseau de la Fédération Nationale d'Agriculture Biologique (FNAB), avec laquelle j'ai collaboré pendant ma thèse aux échelons départementaux, régionaux et national, existe une grande diversité de visions et de pratiques, des plus radicales au plus conciliantes, des plus holistes au plus substitutives (Sylvander *et al*., 2006), sous la bannière de « *la FNAB est la Fédération des TOUS les agriculteurs bio* ». Au niveau national, face à la demande croissante en produits bio, la stratégie du bio conventionnel de grande échelle apparaît pour certains comme un compromis acceptable car elle permet à la fois d'augmenter les volumes de production et les surfaces sans pesticides tout en gagnant du poids politique. Cependant, cette augmentation des volumes par le bio conventionnel est avant tout destinée à la grande distribution et continue de s'inscrire dans le schéma industriel et marchand : grandes exploitations motorisées, peu de diversité cultivée, dépendance aux intrants du commerce, standardisation, calibrage, prix bas, perte des liens avec les économies locales. Elle ne remet donc absolument pas en question les fondements de la modernisation agricole à l'origine des

[23] Ce terme n'est pas utilisé ici dans son sens actuel péjoratif mais désigne un système d'idées et de catégories à partir desquelles la réalité est analysée.
[24] L'abréviation « *le* bio » réfère aux produits et « *la* bio » à l'agriculture biologique.

catastrophes écologiques et sociales déjà évoquées, même si elle est sans doute plus vertueuse en se refusant l'usage d'intrants chimiques.

C'est la raison pour laquelle certains des paysans biologiques les plus radicaux n'adhèrent plus à la FNAB ou n'ont plus recours à la certification biologique qu'ils jugent vidée de sens, adhérant parfois à d'autres démarches plus en accord avec leurs valeurs comme Nature et Progrès ou se basant uniquement sur la communication directe et la confiance avec les consommateurs. D'autres, adhèrent à la FNAB, car ils reconnaissent l'importance d'une représentation politique nationale forte[25] et soustraient au label Agriculture Biologique (AB) mais le complètent par d'autres démarches : labels intégrant des dimensions sociales, engagement dans des dynamiques locales – formalisées comme les Associations pour le Maintien de l'Agriculture Paysanne (AMAP)[26] ou plus informelles –, participation à d'autres mouvements sociaux ou politiques.

5.2 LES MICROFERMES : DANS L'ESPRIT DES PIONNIERS DE LA BIO

Au sein de l'agriculture biologique, les *microfermes* font partie de ces initiatives[27] qui continuent de questionner les fondements même de la modernisation et d'expérimenter dans des démarches hybrides intégrant de multiples sources d'inspiration, pensée cartésienne, intuition et empirisme paysan, à l'image des pionniers de l'agriculture biologique. Une conseillère en maraîchage biologique du réseau FNAB confrontée à la multiplication des microfermes en Bretagne m'a ainsi confié : « *l'attitude des microfermes me rappelle les pionniers de la bio* ».

Les microfermes sont des initiatives de maraîchage biologique qui remettent en cause la modernisation agricole à différents niveaux[28] :

- contrepied à l'agrandissement et à la théorie de l'économie d'échelle en développant des fermes plus petites que ce qui est couramment admis comme viable en maraîchage biologique, c'est-à-dire en dessous de 1,5 ha cultivés par équivalent temps plein (GRAB/FRAB, 2009) ;

---

[25] Et aussi car le label AB est le seul qui ouvre le droit aux aides à l'installation et au maintien de l'agriculture biologique et au crédit d'impôt bio pour laquelle la FNAB s'est battue. De plus, dans des circuits longs de commercialisation, le label AB reste le label le plus reconnu des consommateurs.

[26] Elles se basent sur un partenariat fort entre producteurs et consommateurs (dialogue, entraide) qui s'engagent de manière contractuelle pour soutenir les paysans sur au moins une année de production.

[27] Ces initiatives concernent toutes les productions agricoles (élevage, grandes cultures, arboriculture, vigne etc.) et pas seulement le maraîchage biologique dans le cas spécifique des microfermes.

[28] Cette définition des microfermes a été élaborée au cours de mon travail de thèse. Elle s'appuyait sur des hypothèses de départ forgées d'après les microfermes que je connaissais avant mon travail de thèse mais s'est enrichie au contact du terrain. Cette définition et le concept de la microferme seront discutés à la fin de ma thèse.

- contrepied à la simplification industrielle en intégrant une diversité cultivée supérieure à ce qui est admis comme raisonnable en maraîchage biologique, c'est-à-dire au-dessus de 30 types de légumes cultivés ;
- contrepied à la marchandisation poussée à l'extrême, à la standardisation des produits et à la perte de liens entre producteurs et consommateurs en favorisant les circuits courts ;
- remise en cause de la nécessité absolue de la motorisation et de l'agriculture capitalistique en réfléchissant à des formes moins ou pas motorisées de production nécessitant très peu d'investissement de départ ;
- critique de la modernisation de l'agriculture biologique en remettant au cœur de leur projet une démarche holistique basée sur la conception d'agroécosystèmes complexes reposant sur l'idée de collaboration avec la nature et entre les humains ;
- critique d'une rationalité agronomique basée uniquement sur l'optimisation (cité industrielle) et la maximisation du profit (cité marchande) et revendication d'autres registres d'action faisant la part belle à la qualité de vie, à l'esthétique, au plaisir, au bien-être collectif, à l'intuition et à l'éthique qui appartiennent aux logiques des cités civique et de l'inspiration de (Boltanski & Thévenot, 1991).

Popularisées en France par des praticiens (Fortier, 2012 ; Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014), les initiatives de microfermes rencontrent un étonnant succès médiatique depuis quelques années.[29] Alors que ce terme, tout comme celui de permaculture que nous détaillerons bientôt, était à peu près inconnu il y a encore 5 ans, aujourd'hui microfermes et permaculture font l'objet d'articles jusque dans Paris-Match, ont la part belle dans les documentaires télévisuels sur les initiatives durables[30] et sont devenues la marotte d'élus territoriaux[31] qui souhaitent tous avoir « leur » microferme. Des enseignants en maraîchage biologique dans les formations du Brevet Professionnel Responsable d'Exploitation Agricole (BPREA), diplôme permettant d'avoir accès aux aides agricoles, confient que « *maintenant sur une classe de 30 étudiants, 25 arrivent en ne parlant que de microfermes et de permaculture* », un engouement

[29] L'attrait médiatique des microfermes est principalement due à une forte communication autour de la ferme du Bec Hellouin (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014) renforcée par l'étude menée sur cette ferme par François Léger d'AgroParisTech/INRA intitulée « Maraîchage biologique en permaculture et performance économique ». Cette étude, initialisée en 2011 sur la ferme avec 3 ans de mesures principalement de 2012 à 2015 a eu un écho médiatique complètement inattendu et la page présentant l'étude sur le site de l'INRA est à ce jour celle qui a été la plus visionnée du site ! Les différents rapports sur cette étude sont consultables à *http://www.fermedubec.com/publications.aspx* Actuellement, la communication autour des microfermes est renforcée/relayée par d'autres projets très visibles comme le projet de la ferme de la Bourdaisière du Réseau Fermes d'Avenir (*http://www.fermesdavenir.org/*), la ferme des Rufaux (*http://www.fermedesrufaux.com/*) ou plus localement la ferme des Petits Pas (*http://lafermedespetitspas.fr/*).

[30] Comme dans le film *Demain* qui a remporté en 2016 le César du meilleur film documentaire ou plus modestement le film *Je nourris la Planète* diffusée avant la COP 21 pour sensibiliser le public aux défis agricoles et où j'ai eu l'honneur de pouvoir intervenir comme « expert ».

[31] En particulier en zone urbaine comme le montre le cycle de conférences organisé récemment par la mairie de Paris sur la permaculture.

confirmé par les réseaux qui accompagnent l'installation et la vie des fermes biologiques comme la FNAB, la FNCIVAM ou la FADEAR.[32]

Si la médiatisation et la visibilité des microfermes est très récente, il faut néanmoins reconnaître que de nombreux paysans pionniers ont expérimenté depuis des années des formes de maraîchage diversifié écologique sur petite surface qu'on pourrait qualifier de microfermes sans spécialement chercher de visibilité ou à témoigner de leur expérience. La particularité du phénomène actuel est que la microferme en tant qu'elle représente un modèle radicalement différent de celui de l'agriculture moderne est mise en avant, revendiquée, comme pouvant participer à une transformation plus globale de l'agriculture en accord avec des principes plus éthiques. Toutes les initiatives qui correspondent aux critères de définition de la microferme que j'ai présentés plus haut n'emploient pas nécessairement le terme *microferme* pour se désigner, certains le jugeant même quasiment péjoratif. Par exemple, les maraîchers lorrains avec lesquels j'ai travaillé pendant ma thèse parlent de « *maraîchage biologique diversifié sur petite surface* » et de démarche paysanne. J'ai pris le parti de m'approprier le terme médiatique de microferme car nous verrons plus loin que la problématique de thèse a été en partie construite pour répondre à cet intérêt médiatique. Cependant, je discuterai de l'emploi de ce terme à la fin de mon travail.

Comme je l'ai déjà évoqué, les microfermes ont une démarche hybride et adaptent à leur contexte des éléments provenant de philosophies et de pratiques de différentes origines. Si ces sources sont multiples, on peut en identifier trois principales, majoritairement évoquées lors des entretiens menés sur des microfermes lors de ma thèse au nord de la Loire en France rurale et en milieu urbain à Londres[33] : la permaculture, le maraîchage biointensif et l'agriculture naturelle. Ces trois approches mettent en avant des pratiques qui répondent au cahier des charges technique de l'agriculture biologique. Elles sont peu détaillées dans les articles qui constituent le cœur de mon travail de thèse, qui s'attachent avant tout à la réalité concrète des microfermes. Il me semble toutefois inévitable de les présenter dans cette introduction (je décrirai comment ces approches ont été intégrées par les microfermes dans la partie présentant mes terrains d'étude). Il faut cependant avoir à l'esprit que chaque paysan constitue son assemblage personnel de références en fonction de sa compréhension[34] et de sa perception de ces différentes approches et d'autres non mentionnées ici (biodynamie), de ses aspirations, de son contexte, de ses propres expérimentations et intuitions, des échanges avec ses collègues et

---

[32] FNCIVAM : Fédération Nationale de Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural ; FADEAR : Réseau de l'Agriculture Paysanne, comme son nom ne l'indique pas (au départ Fédération des Associations pour le Développement de l'Emploi Agricole et Rural).

[33] Entretiens semi-directifs menés sur vingt microfermes au nord de la Loire et 6 microfermes urbaines à Londres (+ 4 études de cas issues de documentation existante à Londres). La méthodologie d'entretien et la sélection des cas seront présentées en détails dans la partie « méthodologique ».

[34] Et surtout de la littérature disponible. Par exemple, la permaculture étant un mouvement au départ anglo-saxon, la plupart des ouvrages n'ont pas été traduits en français ou difficilement trouvables en France (même si certains paysans lisent l'anglais avec plaisir au coin du feu).

en ayant dans la plupart des cas une culture théorique plus ou moins importante sur le maraîchage biologique classique , acquise lors de formations et complétée par des expériences pratiques avant l'installation (stages, salariat agricole). A cet égard, les récits alternatifs que proposent les microfermes sont pluriels et foisonnants, à l'image de la richesse des récits que Bonneuil (2015) appelle de ses vœux.

6 LA PERMACULTURE : DES ABORIGENES AU DESIGN HOLISTE

Dans cette partie, la description des relations entre la permaculture et la vision du monde des aborigènes d'Australie est un petit extrait de recherches personnelles qui ont fait l'objet d'une communication revue par les pairs (principalement experts en sciences humaines) au colloque transdisciplinaire *Rêve et Espace*, organisé à l'Université de Montréal le 15 et 16 septembre 2016. Cette communication, intitulée *Importer le Rêve Aborigène dans l'espace agricole occidental : Transformations et (ré)-appropriations* fera l'objet d'un article dans un ouvrage collectif réalisé à partir du colloque. Pour une description académique complète et détaillée de la permaculture, je renvoie le lecteur à l'excellent article de mon ami Rafter Sass Ferguson et de sa directrice de thèse (Ferguson & Lovell, 2014).

6.1 LE REVE ABORIGENE

Permaculture One, le livre fondateur de la permaculture a été publié en 1978 en Australie par Mollison, biologiste et biogéographe tasmanien et par Holmgren un de ses étudiants en *environmental design* avec (Mollison et Holmgren, 1978). Mollison avait travaillé pendant de nombreuses années avec les Aborigènes de Tasmanie et s'était imprégné de leur culture et de leur vision du monde écologique. Dans son ouvrage *Permaculture : a designer's manual* (Mollison, 1988) – qui est sans doute le plus gros ouvrage sur la permaculture à ce jour (600 pages richement illustrées de schémas en tous genres) et qui sert de base aux formations de permaculture – Mollison insiste à plusieurs reprises sur le fait qu'il a été grandement influencé par la philosophie et les pratiques aborigènes. D'ailleurs, sur la couverture de l'ouvrage figure le Serpent-Arc-en-Ciel, figure cosmologique aborigène qui a modelé les reliefs de la Terre.

La pensée aborigène est non moderne, dans le sens où toutes les choses du monde, êtres biologiques, reliefs, paysages, éléments sont doués d'un esprit. Elle s'organise autour du concept central du *Rêve* (*Dreaming* en anglais) qui ici revêt un sens tout autre que le songe nocturne. Le *Rêve* appelé aussi *Temps du Rêve* (*Dreamtime*) est une dimension cosmologique originelle dans laquelle les différents esprits et ancêtres ont façonné physiquement le monde, tel esprit modelant les montagnes, tel autre le cours des rivières. En façonnant ainsi le monde, les esprits l'ont imprégné physiquement de motifs organisateurs (*pattern*) qui sous-tendent l'ordre juste des choses (Eliade, 1967). La particularité du *Temps du Rêve* est que cette dimension organisatrice n'est pas révolue aux temps mythiques des origines mais constamment présente, comme gravée à l'intérieur même des choses, ce que l'anthropologue Stanner (1979) a appelé la dimension du *everywhen*, très complexe à appréhender du point de vue occidental. Les aborigènes sont totémistes (Descola, 2011), c'est-à-dire que chacun d'entre eux est particulièrement relié par un lien de parenté au *Rêve* singulier de certains lieux, êtres vivants, éléments. Ces liens de famille avec la nature confèrent aux aborigènes la responsabilité et le devoir de la préserver. Pour cela, les aborigènes doivent comprendre les *motifs* d'ordre cachés

dans le *Rêve* des choses et les réactualiser constamment pour maintenir l'abondance non seulement des ressources alimentaires mais également de tous les êtres et paysages (Eliade, 1967). Pour appréhender ces motifs et en particulier les relations entre eux, l'observation de la nature est centrale (Glowczewski, 1996). Cette observation ne fait pas uniquement intervenir l'intellect mais également l'intuition et la perception humble et silencieuse du monde que les aborigènes appellent *dadirri* (Reichardt, 2013). Cette pensée en *motifs* et en *relations entre motifs* est perceptible visuellement dans l'art aborigène, mis en peintures depuis les années 70[35]. Elle se traduit concrètement par un aménagement de l'espace en mosaïques, en *patchs*, dans lequel les bordures et lisières entre différents milieux, matérialisations des « zones de relation », ont une importance centrale (Gammage, 2005).

Avant l'arrivée des Occidentaux, le paysage australien était un *patchwork* de motifs paysagers riche en lisières consciemment entretenu par les aborigènes pour maintenir l'équilibre écologique dont ils se sentaient les garants. Par exemple, par l'observation, les aborigènes avaient compris que le *Rêve du kangourou* faisait intervenir plusieurs motifs : le motif de la prairie dans lequel le kangourou se nourrit et le motif de la forêt ouverte dans lequel le kangourou s'abrite. La survie du kangourou dépendait de la relation entre ces deux motifs. Ainsi, les Aborigènes entretenaient consciemment des zones de prairies par une technique spécifique de brûlis à proximité de zones de forêt ouverte créées par une autre technique de brûlis en veillant à ce que les zones d'interface entre prairies et forêt ouverte soient les plus importantes possibles pour maintenir le plus grand nombre de kangourous. De tels raisonnements en *motifs et interfaces* étaient appliqués pour toutes les espèces animales chassées et toutes les plantes cueillies formant des mosaïques paysagères imbriquées et consciemment conçues dont la complexité nous échappe. Cette pensée de l'aménagement écologique, fondée par une vision du monde *relationnelle*, a permis aux aborigènes de maintenir durablement une société humaine dans leur contexte géographique plutôt extrême. Les Aborigènes présents depuis 50 000 ans en Australie constituent le plus long peuplement historique continu d'un peuple dans un même lieu (Rasmussen *et al.*, 2011).

6.2 ET LE REVE DEVIENT DESIGN

Inspirée par cette pensée relationnelle et écologique, la permaculture est un « *cadre conceptuel organisateur qui utilise la pensée systémique et des principes de design pour concevoir des paysages durables qui imitent les motifs et les relations observées dans la nature afin de répondre aux besoins locaux en alimentation, énergie, fibres et aux autres besoins*

[35] Avant cela, les représentations étaient principalement réalisées sur des supports périssables comme des dessins dans le sable ou sur des écorces.

matériels et immatériels » (Holmgren, 2002 ; Mollison, 1988)[36]. Etymologiquement, le mot anglais *design* recouvre en français la signification des deux mots *dessin* et *dessein,* qui laisse entendre que le *design* est la conception d'un système, qui prend souvent une forme graphique ou visuelle, afin de parvenir à un objectif. Comme dans la culture aborigène, la permaculture s'organise autour d'une éthique de la responsabilité et de la collaboration avec trois principes fondamentaux : prendre soin de la terre, prendre soin des hommes (*care*) et poser des limites à la population et à la consommation (Mollison, 1988). Si les deux premiers principes sont relativement consensuels, le troisième plus malthusien a été formulé par Mollison dans une situation de réflexion angoissée sur le *peak oil* et les limites de la croissance. Il a depuis été remplacé par « partager équitablement », qui met plus l'accent sur la question de l'accès à des ressources finis qu'à la finitude même de ces ressources (Holmgren, 2002). Ces principes sont en résonnance forte avec ceux de l'agriculture biologique historique de santé, équité, écologie et du prendre-soin (*care*).

La permaculture n'est pas un ensemble de bonnes pratiques agricoles mais avant tout un cadre méthodologique qui permet de penser et d'articuler des pratiques agricoles venant de nombreuses sources, en puisant en particulier dans la « base de données » des pratiques traditionnelles et indigènes qui sont une inspiration majeure de la permaculture (Ferguson & Lovell, 2014). Comme dans la pensée aborigène, la permaculture conçoit les espaces comme des *paysages comestibles* en insistant fondamentalement sur le fait que les espaces agricoles ne sont pas uniquement des lieux de production, mais avant tout des lieux de vie et que l'esthétique et la qualité de vie ont une place centrale dans leur conception. D'ailleurs Mollison insiste sur le fait que la beauté est également un rendement comme l'indique la notion de « *besoins immatériels* » dans la définition de la permaculture. La notion de durabilité est au cœur de cette définition. Le mot permaculture est d'ailleurs la contraction de *permanent-agriculture*[37]. Comme chez les aborigènes, la définition de la permaculture met l'accent sur l'observation et l'intégration de *motifs* en pensant consciemment *les relations* entre ces motifs.

La permaculture s'est développée à partir des travaux de Mollison et Holmgren, comme un mouvement international informel[38] (principalement anglophone) avec de nombreux auteurs et

---

[36] Depuis sa création et en fonction des époques et des auteurs qui ont développé le concept, de nombreuses définitions de la permaculture ont été données. J'ai pris ici la liberté de combiner deux définitions complémentaires donnée par les auteurs afin d'obtenir la définition la plus parlante pour mon propos.

[37] Au départ, la permaculture s'est principalement développée autour de la production agricole mais ensuite les méthodes de *design* ont été élargies à la conception de tous types de systèmes humains (transport, énergie, économie, relations humaines, éducation etc.) – le mot permaculture devenant alors la contraction de permanent-culture.

[38] Dans ce mouvement/réseau informel, la formation tient un rôle important. En effet, la permaculture est principalement diffusée par des enseignants reconnus (parfois itinérants) lors de formations collectives intensives qui délivrent le « certificat de design en permaculture », PDC (*Permaculture Design Certificate*). Ces formations, souvent onéreuses, sont un grand sujet de débat au sein même du réseau par rapport aux valeurs de solidarité et d'accès à tous prônés par la permaculture. C'est la raison pour laquelle plusieurs initiatives proposent des formations gratuites ou à bas prix, en particulier dans les pays dits du Sud.

praticiens qui l'ont enrichie d'expérimentations locales et de recherches personnelles (*ibid.*). Concrètement, plusieurs méthodes de *design* ont été mises au point depuis l'origine de la permaculture et il serait trop ambitieux et fastidieux de toutes les décrire ici. Cependant, toutes ces méthodes ont en commun d'accorder une importance fondamentale à l'observation attentive d'un site sur une longue durée et à l'intuition pour comprendre sa logique avant toute intervention. Les différentes étapes de la méthode de design dite OBREDIM[39] (*Observation-Boundaries-Ressources-Evaluation-Design-Implementation-Maintenance*), illustre bien le rôle premier de l'observation afin de comprendre le *système* (on retrouve ici la notion de *Boundaries* ou *frontières* propre à la pensée systémique). Le paysage est appréhendé en termes d'*éléments,* de *fonctions* et de *zones*. Les *éléments* et *fonctions* particuliers préexistants dans le site du design sont cartographiés. Dans une logique d'adaptation fine au milieu, ils seront valorisés au maximum quand le permaculteur intègrera de nouveaux éléments et fonctions dans le processus de design.

Les *fonctions* que le paysage doit remplir sont déterminées par rapport au *dessein* de l'individu qui réalise le *design*, des plus globales comme « créer de la beauté et nourrir le paysan » aux plus concrètes comme « fertiliser le jardin n°5 » ou « couper les vents dominants ». Les *éléments* sont toutes les parties du paysage qui peuvent remplir des *fonctions*. Ainsi un poulailler, un jardin, un verger, une haie, une mare sont des éléments. Le *design* consiste à représenter sur une carte la disposition des différents éléments et les *services-fonctions* qu'ils se rendent les uns aux autres. Par exemple, le poulailler peut « fertiliser » le jardin n°5, ce qui sera symbolisé par une flèche entre le poulailler et le jardin, tout comme les résidus du jardin peuvent « nourrir les poules » ce qui sera symbolisé par une flèche dans l'autre sens. Les différents éléments du *design* seront positionnés sur la carte, par un processus itératif reposant sur de nombreux design intermédiaires, afin de maximiser les interactions positives entre les différents éléments et en s'assurant que chaque fonction est assurée par plusieurs éléments et que chaque élément remplit plusieurs fonctions, dans une logique de redondance écologique, afin de garantir la résilience du système. Pour guider le processus de *design*, le permaculteur dispose d'une liste de *principes de design* à avoir en tête qui sont décrits très précisément par Holmgren (2002) et assurent par exemple que le permaculteur considère au mieux la création de microclimats favorables aux différentes espèces animales et végétales, le bouclage des cycles de matière et l'utilisation optimale de l'eau et de l'énergie.

Un objectif central du design en permaculture est de créer des paysages comestibles productifs qui demandent le moins d'effort humain et d'énergies fossiles possibles. La constitution de *zones* paysagères est un outil de design clé à cet égard. Les zones (de 0 à 5)

---

[39] *https://www.permaculture.org.uk/knowledge-base/other-methods-and-processes* [consulté le 24/09/13], un exemple de l'application de cette méthode pour le design de la ferme de la Bourdaisière près de Tours est accessible à *http://www.fermesdavenir.org/wp-content/uploads/2014/10/rapport-public-Bourdaisi%C3%A8re-avril-2014.pdf*

s'organisent autour du point central du paysage (zone 0) qui peut être la maison d'habitation ou le bâtiment de la ferme. A partir de la zone 0, les différents éléments du design sont disposés en zones de plus en plus éloignées du centre (de 1 à 5) en fonction de la fréquence de visite qu'ils demandent afin de limiter les déplacements. Plus les éléments demandent des soins réguliers, plus ils sont situés à proximité de la zone 0. Les cultures et les animaux sont ainsi échelonnés entre les zones 1 à 3. La zone 4 est considérée comme « semi-sauvage » (prairies, bois entretenus). Elle est valorisée par la cueillette ponctuelle ou la récolte de bois. La zone 5 est une zone où en théorie l'homme n'intervient pas. Elle constitue à la fois un réservoir de biodiversité « sauvage » et une zone d'observation qui permet à l'homme de voir quelles espèces se développent spontanément dans son milieu, ce qui peut l'inspirer pour les autres zones (par exemple en cultivant des espèces domestiquées apparentées à des espèces sauvages qui prolifèrent dans la zone 5). Ce schéma de zonage par l'usage et la fréquence d'intervention correspond à une logique courante dans de nombreux systèmes traditionnels, depuis les jardins créoles jusqu'au zonage *ager-saltus-silva* européen médiéval (Mazoyer & Roudart, 2002).

Les fondateurs de la permaculture se sont également inspirés de recherches scientifiques, en particulier des travaux écologiques, énergétiques, et biologiques des frères Odum (Odum, 1993 ; Odum, 2013) qui analysent les écosystèmes à la lumière de la thermodynamie et des flux d'énergie. D'après Holmgren (2002), un point essentiel du design est de construire un paysage dont l'évolution « spontanée » permettra de substituer progressivement l'énergie que doivent fournir les humains par l'énergie accumulée grâce à la succession d'états des couverts. Cette vision dynamique des écosystèmes part du principe que limiter l'intervention humaine (en particulier le travail du sol et le désherbage) favorise le passage des végétations pionnières aux stades suivants des successions végétales avec une place croissante des plantes pérennes et ligneuses qui se traduit par une accumulation de matière et d'énergie dans le système. Cette accumulation d'énergie dans l'écosystème diminuerait son entropie et lui confèrerait une plus grande stabilité. Le travail du sol et le désherbage, en remettant à chaque fois les « pendules thermodynamiques à zéro » sont donc contradictoires avec le principe fondamental de calage sur les successions naturelles[40].

Du point de vue agronomique, le *design* en permaculture tend à accorder une place centrale :

- à l'imbrication entre végétaux et animaux (polycultures-élevages) pour favoriser le bouclage des cycles de matière localement et le système immunitaire global de l'agroécosystème (Bonaudo *et al.*, 2013) ;
- à l'optimisation de l'utilisation de l'espace et des ressources par les associations de cultures (étagement vertical de différentes strates, combinaison de plantes aux ports et systèmes racinaires complémentaires dans l'interception de la lumière, de l'eau et des nutriments) ;

[40] Cette réflexion thermodynamique, fondamentale dans les travaux fondateurs de la permaculture est peu mise en avant par les réseaux actuels.

- au non travail du sol et à la limitation du désherbage ;
- aux couvertures végétales (entre autres pour une gestion économe en eau et enrichir les sols en matières organiques) ;
- à la création de microclimats favorables (via des haies, des buttes rondes, l'utilisation et la création de pentes pour favoriser l'interception de la lumière) ;
- au travail manuel pour limiter l'utilisation de pétrole ;
- à la présence dense de zones refuges pour la biodiversité (haies, mare, vieux troncs, nichoirs, bandes fleuries) ;
- à la création de paysages en mosaïques pour favoriser les lisières et bordures riches en biodiversité ;
- à l'utilisation au maximum de plantes pérennes (arbres fruitiers, légumes perpétuels) pour limiter les interventions humaines (Ferguson & Lovell, 2014).

Les actions nombreuses pour favoriser la biodiversité visent à la fois à promouvoir les régulations biologiques naturelles pour maintenir la santé des plantes, créer un environnement de travail vivant et agréable et participent de la recherche éthique globale du « *prendre soin de la nature* ». L'intégration des plantes pérennes peut se faire de multiples manières mais un *motif* très populaire en permaculture est celui de la *forêt-jardin (food forest* ou *forest garden* en anglais*)* qui consiste à imiter la structure d'une forêt pour concevoir un paysage comestible intégrant différentes strates de végétation[41] (Hart, 1996 ; Whitefield, 2002).

La permaculture reprend des principes courants dans de nombreux aménagements écologiques traditionnels. Cependant, sa singularité réside dans le fait qu'elle repose sur un corpus très dense d'ouvrages et de publications de praticiens qui mènent parfois des expérimentations depuis des décennies. Ces praticiens ont tenté d'analyser et d'objectiver les principes de différents systèmes traditionnels, et proposent à l'homme occidental des méthodologies précises, détaillées et organisées, pour articuler et utiliser ces principes dans le design d'un espace agricole. Ce corpus intègre également divers travaux et concepts scientifiques (comme ceux des frères Odum mentionnés plus haut) dont l'usage par la permaculture est parfois taxé de pseudo-scientifique dans le sens où les permaculteurs ont tendance à extrapoler certains résultats de recherche au-delà de leur périmètre de validité. Cependant, une dynamique récente vise à renforcer le dialogue avec les scientifiques comme le montre le lancement en 2015 du *Permaculture International Research Network* (PIRN)[42].

La permaculture est une tentative pour réaménager la modernité sans la rejeter en bloc. En effet, si elle s'inspire au départ de visions non modernes dans lesquelles le lien organique

[41] Hart (1996) qui depuis les années 60 fait des expériences sur la forêt-jardin en zone tempérée distingue les 7 strates suivantes : canopée, strate arborée basse, strate arbustive, couche herbacée de légumes et herbes vivaces, couche couvre-sol de plantes comestibles à propagation horizontale, rhizosphère qui est la dimension souterraine des plantes cultivées pour racines et tubercules, couche verticale de lianes et plantes grimpantes (vigne).
[42] *https://pirn.permaculture.org.uk/about* [consulté le 25/09/2016]. J'ai eu la chance de participer au lancement de ce réseau à un sommet international de permaculture à Londres en septembre 2015.

homme-nature est fondamental, la permaculture est le produit d'une réappropriation occidentale de cette pensée, avec des outils conceptuels de l'homme moderne. Les notions de *design, système, fonction, optimisation, maximisation des interactions* relèvent tout à fait de la logique industrielle dans le sens de (Boltanski & Thévenot, 1991) mais sans la recherche de standardisation, ni d'uniformisation et avec une critique forte de la consommation sans limite et de la marchandisation. Contrairement à la pensée industrielle qui repose sur la contruction d'un process optimal pour remplir un objectif statique, la permaculture intègre le caractère dynamique des paysages dont l'évolution doit être accompagnée, plutôt que maîtrisée. La pensée industrielle est donc hybridée avec d'autres logiques qui accordent une place centrale à la collaboration plutôt qu'à l'exploitation et à des fonctions éthiques, esthétiques et collectives.

7 LE BIOINTENSIF : MAIN HUMAINE ET DENSITE

Sous le terme de maraîchage biointensif, je regroupe différentes approches qui s'inspirent de pratiques agricoles traditionnelles mettant l'accent sur l'obtention de niveaux élevés de production sur des petites surfaces par un haut niveau de soin manuel des cultures, une forte densité et une attention centrale accordée au sol. Selon Jeavons (2001) qui a promu une forme d'agriculture biointensive à partir des années 70 – sous le nom déposé de GROW BIOINTENSIVE – de telles pratiques existaient depuis 1000 à 4000 ans dans différentes régions du monde : Chine, Grèce, Bolivie, Pérou, Mexique, Japon, et plus récemment en France, Russie, Irlande et autres pays d'Europe.

7.1 LES MARAICHERS PARISIENS DU XIXEME SIECLE

Au XXème siècle, le développement – ou la découverte réactualisée – de l'agriculture biointensive s'est principalement fondée sur l'héritage des maraîchers parisiens du XIXème siècle[43]. En 1845, la surface maraîchère dans « *l'enceinte de Paris* » était de 1378 hectares répartis en 1800 jardins (Moreau & Daverne, 1845). En 1880, le département de la Seine[44] était pratiquement autosuffisant en légumes frais. Une partie de sa production, dont la qualité était très réputée, étant même exportée vers les marchés londoniens (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014).

Les maraîchers parisiens avaient développé un ensemble de techniques d'intensification pour atteindre des niveaux de productivité très élevés, ce qui faisait dire au maraîcher Ponce (1869) que « *produire beaucoup sur un petit espace, fournir en légumes l'alimentation de 1000 individus par la culture d'un terrain dont la superficie n'en nourrirait pas 50 si l'on y appliquait les procédés ordinaires, et si l'art ne venait pas en aide à la nature, tel est le problème posé chaque jour à la culture maraîchère des environs de Paris, et le problème a chaque jour sa solution* ».

Le système technique des maraîchers parisiens se caractérisait par :

- une forte densité des cultures intégrant des associations entre plantes et la pratique des cultures-relais, appelées « *contre-plantations* » (Dumas, 1880), qui consistait à « *faire pousser des plantes sur un terrain déjà occupé par des légumes dont la croissance est beaucoup plus rapide* » (*ibid.*) ;

---

[43] Pour l'historique du maraîchage biointensif, je me suis basé en particulier sur une description très riche et détaillée fournie par (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014) que j'ai complétée par la lecture directe des différentes sources mentionnées par ces auteurs.

[44] Le département de la Seine regroupait les départements actuels de Paris, Haut de Seine, Seine Saint Denis et val Marne.

- un grand nombre de cycles de cultures par an, jusqu'à huit ou 9, permis par la pratique de la contre-plantation mais également par une culture intense en hiver et précoce au printemps *via* la culture sur couches chaudes constituées de fumier de cheval qui chauffait et dont la chaleur était préservée grâce à un grand nombre de cloches en verre et châssis recouverts de nattes en paille isolantes les nuits hivernales[45]. De plus la plupart des plantes étaient d'abord repiquées deux fois en pépinière ce qui permettait d'accélérer les cycles de production à la parcelle ;
- un soin intense de la fertilité du sol par des apports massifs et réguliers de fumier de cheval en provenance de la ville. Les maraîchers avaient en effet une fonction de recyclage des déchets organiques urbains, dont ceux abondamment produits par la traction hippomobile (Barles, 2005) ;
- un soin intense donné aux cultures par un travail manuel constant et acharné[46] qui paraît inenvisageable à l'heure actuelle puisque « *le maraîcher, pendant sept mois de l'année, travaille dix-huit et vingt heures sur vingt-quatre, et, pendant les cinq autres mois, ceux d'hiver, il travaille quatorze et seize heures par jour, et bien souvent encore, il se lève la nuit pour interroger son thermomètre, pour doubler les couvertures des cloches et des châssis qui renferment ses plus chères espérances, son avenir, qu'un degré de gelée peut anéantir*» (Moreau & Daverne, 1845).

7.2 CHADWICK ET JEAVONS : LE BIOINTENSIF TRAVERSE L'ATLANTIQUE

Les travaux des maraîchers parisiens ont inspiré le jardinier anglais Alan Chadwick, qui dans le courant du XXème siècle a réalisé une synthèse de leurs pratiques et de la biodynamie qu'il a étudiée auprès de Steiner (1924). Basée sur cette synthèse appelée *Méthode française intensive et biodynamique,* Chadwick a créé en 1967 un jardin avec les étudiants de l'université de Santa Cruz en Californie et deviendra l'une des figures phares du développement de l'agriculture biologique en Amérique du Nord. Ce jardin suscitera l'enthousiasme d'un groupe d'expérimentation et d'enseignement né dans les années 70, appelé *Ecology Action*, dont John Jeavons (2001) deviendra le fer de lance et qui développera la méthode GROW BIOINTENSIVE.

Ses travaux (Jeavons, 2001a, 2001b, 2012) ne correspondent pas à une recherche de production commerciale agricole mais visent avant tout à assurer l'autonomie alimentaire

---

[45] Les ancêtres du châssis (cadre de bois surmontés d'une plaque de verre pour conserver la chaleur) ont été expérimentés sous Louis XIV par les maîtres jardiniers du Potager du roi comme La Quintinie et ont été appliqués pour la première fois en maraîchage par Fournier en 1780 (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014).

[46] Pour effectuer les différentes actions de repiquage et de récolte à la main, construire les couches chaudes en récoltant et empilant du fumier, ouvrir-fermer chaque jour en fonction des conditions climatiques et entretenir les milliers de cloches et châssis – voire recouvrir de nattes et d'autres couches de fumier les cloches lors de grands froids (Moreau & Daverne, 1845).

individuelle – bien que ces pratiques aient été utilisées par un grand nombre de programmes de développement pour améliorer la résilience de communautés paysannes de pays dits du Sud, intégrant une part de commercialisation. L'inspiration des maraîchers parisiens via Chadwick se retrouve dans :

- la place du travail exclusivement manuel (on est dans les années 70-80 et non plus au XIXème) ;
- la densité importante de plantation (en quinconce) permise par ce travail manuel contrairement aux pratiques motorisées qui nécessitent de laisser des espaces « perdus » entre les rangs de plantes pour le passage des outils de désherbage motorisé ;
- une grande importance accordée au double repiquage en pépinière pour quasiment toutes les cultures afin d'optimiser l'occupation de l'espace et d'utilisation de l'eau (plus facile à gérer en pépinière dans les premiers temps où la culture a besoin de beaucoup d'eau) ;
- une place centrale accordée au sol avec la technique originale du double-bêchage (*double digging*) qui permet d'ameublir manuellement le sol sur une grande profondeur (60-80 cm) ;
- l'importance primordiale du compostage et d'une fertilisation adaptée qui utilise une grande diversité de fertilisants et d'amendements pour répondre aux besoins du sol, identifiés par des analyses pédologiques régulières ;
- une recherche poussée sur les plantes compagnes (*companion planting*) qui se décline dans des principes de rotations et d'associations spatiales.

Les recherches de Jeavons ont été menées pour répondre à des préoccupations éthiques revendiquées : nourrir en préservant les ressources naturelles, en particulier l'eau et l'énergie (*ibid.*). Une grande originalité de cette démarche réside dans le fait que Jeavons effectue constamment le lien entre les pratiques agricoles et les régimes alimentaires. Il cherche à estimer la surface nécessaire pour couvrir tous les besoins alimentaires d'un individu pour différentes options alimentaires en partant du principe que la conduite du jardin doit permettre de renouveler la majeure partie des nutriments prélevés pour l'alimentation humaine. Il calcule par exemple que, pour un régime végétarien, 60% de la surface cultivée doit être consacrée à des cultures dont la production par unité de surface est riche en carbone et faible en calories (principalement les céréales), 30% de la surface doit être cultivée en cultures à haute production calorique par unité de surface (par exemple les pommes de terre) et 10% doit être consacrée aux légumes fournissant les minéraux et les vitamines (Jeavons, 2012). Cette répartition tient à la fois compte des besoins nutritionnels de l'homme mais également des besoins du système pour renouveler la matière exportée. Par exemple, le carbone fixé par la surface en graines est ensuite composté et transférée à toute la surface cultivée.

Si Jeavons présente en détail son raisonnement, ses hypothèses et les différentes étapes et résultats de ses calculs (voir les 3 publications de Jeavons citées), à ma connaissance aucune validation scientifique extérieure de ces chiffres dans différents contextes n'a été menée. Il semblerait que par ces méthodes, il obtienne en moyenne des rendements 2 à 6 fois plus élevés

que la moyenne des Etats-Unis (*ibid.*). Cependant, il faudrait ramener ses rendements au travail manuel élevé nécessaire pour les obtenir. Afin de rendre ce travail le moins éreintant possible et pouvoir le maintenir dans la durée, *Ecology Action* a également mené une réflexion importante sur l'ergonomie du mouvement et les positions physiques adaptées.

7.3 COLEMAN : LE BIOINTENSIF POUR UNE PETITE FERME

Parallèlement au travail de Jeavons, Eliot Coleman, un autre pionnier de l'agriculture biologique aux Etats-Unis[47], va s'inspirer des maraîchers parisiens pour établir lui aussi sa propre approche biointensive. Il se basera en particulier sur des expérimentations constantes sur sa ferme dans le nord-est des Etats-Unis, fortement inspirées par plusieurs visites en France à partir des années 70 où il fit la rencontre décisive de Louis Savier, un maraîcher de la banlieue sud de Paris qui pratiquait encore de nombreuses techniques issues des maraîchers du XIXème siècle. Reconnu internationalement pour son expertise, Coleman a publié plusieurs ouvrages (Coleman, 1995, 1999, 2009). La philosophie de Coleman est très proche de celle des pionniers de l'agriculture biologique en Europe. Elle est centrée sur la nécessité de défendre l'autonomie et d'améliorer les conditions de travail et de vie de petites fermes qui créent de l'emploi et participent aux dynamismes des communautés locales. La production d'aliments sains pour les hommes et les animaux est également primordiale. Par rapport à la conventionalisation de l'agriculture biologique, que Coleman nomme l'agriculture biologique « *superficielle* » (*shallow*), il appelle à développer une vision « *profonde* » (*deep-organic farming*) qui ne consiste pas « *seulement à rejeter la chimie agricole, mais à élaborer des modes de production agricoles plus vertueux* [*better ways to farm*] ». Coleman, pacifiste et objecteur de conscience, met également en avant l'écoute et l'observation attentive et « bienveillante » des écosystèmes. Les maladies et ravageurs ne sont pas perçus comme des ennemis à éliminer mais comme des « *feedbacks* » qui donnent une information sur l'état du sol et des plantes et sont perçus plutôt comme des « *opportunités* », de s'améliorer, de se dépasser[48] et de mieux comprendre l'écosystème du lieu.

A l'image de la permaculture, Coleman revendique la nécessité de « *s'inspirer de l'élégance des systèmes naturels et d'essayer d'imiter les motifs* [*patterns* encore une fois] *de l'économie sol-plante des mondes naturels* »[49] (Coleman, 2009). Cette notion d' « *économie sol-plante* » est particulièrement intéressante d'un point de vue anthropologique car elle illustre que Coleman lui aussi aménage la pensée industrielle et marchande en lui réintégrant une dimension naturelle et éthique. Coleman ne cache pas que, selon lui, le bien-être des paysans passe aussi

[47] Il a été deux ans directeur de l'IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements).
[48] Coleman est féru d'alpinisme et voit dans l'agriculture comme dans la montagne des occasions pour l'homme de se perfectionner sans cesse (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014).
[49] Traduction personnelle.

par une bonne rentabilité économique et conseille aux paysans biologiques de « *making it pay* » (Coleman, 2009). L'originalité de Coleman réside dans sa recherche pour adapter pragmatiquement les pratiques des maraîchers du XIXème siècle au contexte actuel d'une ferme commerciale (contrairement à Jeavons), ce qui passe par une réflexion poussée sur une forme respectueuse de standardisation et une recherche d'efficacité technique dans un cadre général éthique de collaboration avec la nature.

Là encore, le soin du sol, le travail manuel, la densité des cultures et les rotations jouent un rôle majeur. Contrairement au double-bêchage de Jeavons qui requière énormément de temps, Coleman milite pour un travail du sol superficiel et rapide réalisé ponctuellement par un motoculteur ou un petit tracteur[50]. Il a développé un système technique cohérent autour de planches de cultures de largeur standardisée (75-80 cm) et toute une gamme d'outils manuels qui permettent de gagner en efficacité comme l'emblématique semoir manuel à 6 rangs de 40 cm de large. Ce semoir permet de semer en deux passages jusqu'à 12 rangs de légumes sur une planche de 80 cm alors qu'en maraîchage motorisé une planche de 80 cm ne pourrait abriter que 3 rangs[51] pour permettre le passage d'outil de désherbage mécanique. Il a également développé des outils manuels ergonomiques de précision pour le travail du sol, le désherbage (déjà limité par la densité de semis/plantation) et pour les récoltes, comme un récolte-mesclun ou un petit cultivateur qui fonctionnent avec un moteur de perceuse (parmi d'autres). Coleman, très bricoleur a proposé beaucoup d'innovations simples pour rendre le travail manuel plus efficace et ergonomique et critique le fait que la recherche sur les outils en agriculture concerne uniquement les outils motorisés.

Pour qu'une petite ferme soit viable, Coleman insiste sur la nécessité de maximiser l'utilisation du sol en cultivant le plus de cycles de légumes par an sur une planche et en désherbant impeccablement les planches[52]. Sur sa ferme, il cultive sur une même planche en moyenne 3 cycles de cultures par an en plein champ et 6 sous serre. Inspiré par les maraîchers parisiens qui cultivaient en hiver grâce aux couches chaudes et au châssis, Coleman est particulièrement connu pour son expertise sur la culture au cœur de l'hiver (Coleman, 2009), dans une région où le thermomètre descend régulièrement sous les -25°C, en combinant des variétés résistantes au froid (*hardy crops*), des serres à double paroi[53], la couverture des rangs de légumes à l'intérieur des serres avec un voile de forçage (P17 par exemple) et dans certains

[50] Avec le temps et l'enrichissement du sol en matière organique, ce travail du sol motorisé est de moins en moins nécessaire selon Coleman.
[51] Cet outil est présenté sur cette page : *http://www.johnnyseeds.com/p-6613-six-row-seeder.aspx* [consulté le 25/09/16]
[52] Ce qui l'a amené dans les années récentes à beaucoup limiter l'emploi d'engrais verts. Il argumente sa position en disant que les multiples cycles de cultures par an sur une planche créent aussi de la biomasse (résidus racinaires incorporée) et que la diversité botanique dans la rotation est suffisante pour limiter les problèmes sanitaires.
[53] La paroi de la serre est doublée avec un espace entre les deux parois qui permet d'améliorer ses performances thermiques.

cas l'utilisation de chauffage (avec la préoccupation constante d'utiliser le moins d'énergie possible).

Il a aussi remis au goût du jour le concept des *serres mobiles* développé au XIXème siècle et les a réactualisées avec les nouveaux matériaux disponibles à notre époque, beaucoup plus légers, ce qui facilite le travail). Dans une ferme, l'espace sous serre coûte cher et doit donc être rentabilisé au maximum par une production la plus continue possible de cultures à hautes valeurs ajoutées. Cette contrainte peut limiter les possibilités de rotation sous serre[54] ce qui peut à terme nuire à la santé des plantes. Il est également connu que le froid hivernal assainit les populations de certains ravageurs (Karuppaiah & Sujayanad, 2012) et les espaces sous serre bénéficient donc moins de cet effet hivernal. De plus, certaines cultures encore productives sous serre à la fin de l'été doivent être supprimées prématurément afin de pouvoir implanter les cultures d'hiver avant que les températures ne diminuent trop, ce qui se traduit par une perte du potentiel de production.

Le principe des serres mobiles, que Coleman a découvert en 1976 chez un maraîcher biologique traditionnel hollandais (Coleman, 1995) est simple. Il consiste à placer les serres par exemple sur des rails afin de pouvoir les déplacer à plusieurs positions – 4 positions distinctes dans le système de Coleman (2009). Ainsi, la serre peut devenir partie intégrante de la rotation et le froid hivernal purificateur peut passer sur tous les espaces de la ferme. Il est possible par exemple de cultiver des engrais verts en plein champ, sur une position qui sera ensuite recouverte par une serre. De même, à l'automne, les cultures d'hiver peuvent être implantées en plein champ lorsque les températures sont encore clémentes, ce qui permet de prolonger le cycle des cultures d'été encore productives sous serre. Lorsque les températures diminuent, la serre peut ensuite être changée de position et placée sur les cultures hivernales. Avec une surface de serre identique, la mobilité a donc pour objectif d'augmenter le potentiel de production et l'état sanitaire général de l'agroécosystème.

7.4 FORTIER : GRELINETTE ET BUSINESS-PLAN

Un seul des ouvrages d'Eliot Coleman a été traduits en français (et partiellement seulement) uniquement en 2013[55]. C'est donc surtout par le témoignage et l'ouvrage d'un de ses disciples québécois, Jean-Martin Fortier (2012) que l'approche de Coleman et du maraîchage biointensif – pourtant inspiré par des maraîchers français tombés dans l'oubli – est parvenu en France. L'approche de Fortier est très similaire à celle de Coleman si ce n'est que Fortier met

[54] Par exemple, il est rare qu'un maraîcher accepte de « sacrifier » une partie des serres pour cultiver un engrais vert.

[55] Grâce à l'enthousiasme généré pour ses travaux via la médiatisation de la ferme du Bec Hellouin dont les créateurs vantent le rôle central que Coleman a joué dans leur approche. Ils ont incité à le traduire en français par Actes Sud (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014).

particulièrement en avant l'outil manuel de la grelinette – longue fourche à deux mains en forme de U inventée par le français André Grelin dans les années 60 – pour décompacter les sols sans retourner les horizons en complément d'une motorisation légère au motoculteur. Comme Coleman, Fortier insiste sur la diversité végétale à l'échelle de la ferme pour des raisons sanitaires et a formalisé de manière très précise une rotation sur 10 ans, intégrant des engrais verts, qu'il présente dans son ouvrage. Il défend l'idée de collaboration avec la nature, une nourriture saine, la qualité de vie et la reconstruction de liens locaux par exemple via l'agriculture soutenue par la communauté (ASC[56]). Fortier se qualifie d'ailleurs de « *fermier de famille* » en résonnance avec le médecin de famille. Il insiste encore plus que Coleman sur la nécessité de la rentabilité économique en mettant l'accent sur la limitation des investissements et des coûts de production que permet une ferme de petite taille écologiquement et financièrement bien gérée – avec des coûts de motorisation et d'intrants extérieurs limités, même s'il a recours à certains fertilisants organiques du commerce – et l'importance centrale d'un bon système de commercialisation. Fortier n'a pas peur de parler d'argent et va jusqu'à détailler dans les moindres lignes son *business-plan* dans son ouvrage (*ibid.).*

A cet égard, le « récit alternatif » de Fortier est peut-être celui qui pousse le plus loin la logique marchande parmi les praticiens qui influencent les microfermes en France. D'ailleurs, s'il reconnaît l'importance de la diversité végétale à l'échelle de la ferme, il admet ne pas cultiver de cultures qu'il juge peu rentables dans le cadre d'une agriculture manuelle – comme les pommes de terre de conservation dont la récolte est selon lui beaucoup plus efficace avec une arracheuse mécanique[57] (*ibid.*).

[56] L'équivalent canadien des AMAP (Associations pour le Maintien de l'Agriculture Paysanne). ASC est une traduction directe du système anglophone de CSA pour Community Supported Agriculture. Ces systèmes d'engagement contractuel entre consommateurs et paysans sur le base de livraison hebdomadaire de paniers de légumes dont on ne choisit pas la composition (initialement « partage des récoltes disponibles » entre tous les adhérents) sont nés au Japon à la ferme des Teikei (Lagane, 2011).

[57] Coleman met aussi en avant le fait qu'il favorise la culture des pommes de terre primeurs très bien valorisées en début de saison plutôt que les pommes de terre de conservation hivernale.

8 L'AGRICULTURE NATURELLE : LE NON-AGIR

De toutes les approches qui inspirent les microfermes, celle de l'agriculture naturelle (*natural farming*) développée par Masaonu Fukuoka est la plus déconcertante pour l'esprit moderne occidental. Fukuoka est un paysan japonais avec une formation solide de microbiologiste acquise en autres auprès du professeur Makoto Okera, au Collège Agricole de Gifu, et du professeur Eiichi Kurosawa qui a été le premier à extraire de cultures fongiques la gibbérelline, une hormone de croissance végétale. Il a partagé le début de sa carrière dans les années 30 entre son poste d'inspecteur à la Division de l'Inspection des Plantes du bureau des douanes de Yokohama et des recherches en pathologie végétale (Fukuoka, 2012). En 1937, Fukuoka dit avoir vécu une expérience spirituelle profonde qui changea radicalement sa manière de voir le monde. Lors de cette expérience, dont le récit rappelle beaucoup certaines illuminations bouddhistes, Fukuoka dit avoir pris conscience de la vanité de l'homme à vouloir comprendre le « *tout organique de la nature* » par la pensée cartésienne en « *classifiant et disséquant la nature par des classifications* » (*ibid.*). Dès lors, il décide de quitter son poste, d'arrêter la recherche scientifique, et de consacrer sa vie à expérimenter sur une ferme de l'île de Shikoku un type d'agriculture qui soit en « *communion avec la nature* » (Fukuoka, 1985). Cette approche se veut radicalement en opposition avec la pensée moderne comme l'illustre le titre de son livre *La révolution d'un seul brin de paille* (Fukuoka, 2012). Il y cultive céréales, légumes, arbres fruitiers et élèvent des volailles. Son approche, appelée *shizen noho* en japonais, se base sur le concept bouddhiste de la vacuité (*Mu*) qui intègre l'idée taoïste de *wu wei,* traduit en français par le *non-agir*.

Il est paradoxal pour l'esprit occidental de réaliser que l'idée du *non-agir* ne revient pas à ne rien faire, mais plus à limiter les interventions humaines – jugées toujours vaines et imparfaites par rapport à l'ordre du monde – à leur strict minimum pour accompagner les phénomènes naturels. L'idée du *non-agir* postule aussi que l'homme doit comprendre quand et comment intervenir, de la manière la plus juste et minimale possible, afin de ne être trop intrusif dans l'ordre de la nature à un moment ultérieur.

Concrètement, cette posture se traduit en agriculture par les principes suivants :

- pas de travail du sol ;
- pas d'utilisation de fertilisant chimique ou de compost préparé;
- pas de désherbage systématique mécanique ;
- pas d'utilisation de pesticides ;
- pas de motorisation (Fukuoka utilise pour certaines actions la traction par bœufs) ;
- pas de taille des arbres.

Le sol reste en permanence couvert par les résidus des cultures précédentes (en particulier les pailles qui limitent les mauvaises herbes et la prédation des graines par les oiseaux), des couvre-sols spontanées et dans certains cas très spécifiques délibérément semés. Les semis se

font manuellement à la volée, sous couverts, à l'aide de petites boules d'argiles (*seed balls*) dans lesquelles les graines sont incorporées au préalable pour faciliter leur germination. Les volailles peuvent circuler librement dans les champs, ce qui permet d'apporter une fertilisation naturelle et de limiter la présence de certains ravageurs. Les adventices sont perçues comme « *jouant leur rôle dans la construction de la fertilité du sol et dans l'équilibre de la communauté biologique* » et ne doivent pas être éliminées mais « c*ontrôlées* ». Pour cela, Fukuoka recommande de faucher à certains moments clés les plantes de couverture du sol et les adventices afin de limiter leur croissance et de restituer leur matière au sol. Il laisse également une partie des plantes potagères se ressemer naturellement pour réduire le travail. Contrairement aux paysans japonais qui traditionnellement créaient des terrasses pour lutter contre l'érosion des sols, il recommande uniquement de planter des arbres et arbustes le long des lignes de niveau.

Fukuoka part du principe que sa démarche permet une biodiversité foisonnante favorisant les régulations biologique et des plantes non « *perturbées* » et « *fortes* » à même de résister aux maladies et aux ravageurs qui, dit-il, ne sont pas un problème sur sa ferme où « *seule une minorité de plantes faibles sont attaquées* ». Laisser se ressemer au maximum les plantes permet de créer des variétés adaptées aux conditions locales. Il se vante par exemple d'avoir ainsi créé « *en collaboration avec les insectes de ces champs* » une variété de riz (*Happy Hill*) particulièrement productive et résistante (Fukuoka, 1985). La renommée de Fukuoka à l'international, qui a influencé nombre de pionniers de l'agriculture biologique dans différents contextes[58], est due aux très bons rendements qu'il obtenait sur sa ferme, équivalent aux rendements obtenus en riz avec les méthodes chimiques ou les méthodes japonaises traditionnelles (beaucoup plus gourmandes en travail et qui nécessitent de maintenir le riz sous l'eau alors que Fukuoka cultive le riz en sec) et supérieurs pour les céréales d'hiver.

La recherche globale de Fukuoka sur l'agriculture naturelle s'appuie avant tout sur la redéfinition d'un style de vie sobre et sain, basé sur une alimentation de saison qu'il souhaite accessible à tous. D'ailleurs, il défend l'idée que puisque l'agriculture naturelle permet de limiter les intrants et l'intervention humaine, elle devrait être vendue moins chère. Le type et le moment juste des interventions humaines doivent être réfléchis en s'adaptant finement à chaque lieu et en privilégiant une observation patiente de la nature. Fukuoka confie par exemple recueillir beaucoup d'informations sur l'état sanitaire de ses champs en observant le comportement et les populations d'araignées (Fukuoka, 2012).

La pensée de Fukuoka est déroutante à bien des égards car s'il critique allègrement la pensée analytique scientifique, il intellectualise beaucoup ses pratiques qui se basent sur une compréhension fine des mécanismes de son écosystème qu'il décrit avec grande précision en utilisant des concepts issus de sa formation de microbiologiste et calcule de manière très précise

[58] Selon Besson (2011), Fukuoka a fortement influencé le développement de l'agriculture biologique occidentale. L'agriculture naturelle a également été adaptée aux pays du sud, comme avec le *Rishi Keti* en Inde.

ses rendements et ses coûts de production. Ce paradoxe, peut-être caractéristique de la pensée bouddhiste, laisse penser que la virulence de Fukuoka envers la pensée scientifique est avant tout dirigée vers sa prétention à vouloir tout connaître et tout simplifier mais qu'il ne rejette pas dans la pratique une pensée analytique mise au service d'une conception plus large et humble de la nature.

PROBLEMATIQUE, QUESTIONS DE RECHERCHE ET ARTICULATION DES ARTICLES

1 NAISSANCE DU PROJET DE RECHERCHE : QUAND LE CHERCHEUR SE SITUE

1.1 DES ANTECEDENTS

Dans son livre sur les défis de l'Anthropocène où Latour (2015) critique les excès de la modernité, il invite les chercheurs, qui ont longtemps tenté de s'extraire du monde par la recherche d'une objectivité universelle, à oser se situer et à dire « *d'où ils pensent et à quels lieux ils appartiennent* ». Selon ce philosophe et sociologue des sciences renommé[59], toute recherche scientifique a un contexte et les chercheurs ne sont jamais totalement objectifs car ils restent avant tout des hommes et des citoyens. Il n'entend pas par ces propos discréditer les chercheurs et la méthode scientifique. Il montre au contraire que c'est justement la part subjective et située des chercheurs qui permet l'innovation et que ce sont les débats et les controverses entre chercheurs situés différemment qui constituent le moteur même de la science (Latour & Woolgar, 2005). Parce que le projet de recherche de cette thèse est né à la suite de rencontres avec des gens, des lieux et des idées, je dois me situer en tant que chercheur.

Ingénieur agronome formé à AgroParisTech, spécialisé dans la durabilité des systèmes agricoles, j'ai été très tôt intéressé par les formes variées d'agricultures alternatives rencontrées lors de différents stages : des éleveurs finistériens herbagers pionniers de la monotraite en France à l'agroforesterie pour des plantations de café biologique en Amazonie péruvienne. C'est en 2010 lors d'un stage long en Irlande sur le maraîchage biologique sur petite surface que j'ai entendu parler pour la première fois de permaculture et de maraîchage biointensif. Mais ne connaissant absolument rien au maraîchage, le caractère singulier de ces approches ne m'avait pas frappé. Mon stage de fin d'études d'ingénieur à l'INRA de Toulouse, dans un projet en partenariat avec l'Institut de l'Elevage portant sur la co-conception collective de systèmes fourragers en élevage[60] m'a passionné par sa dimension participative et orientée vers l'action. Ce passage dans la recherche-action et mes expériences antérieures m'ont conduit à envisager de poursuivre en thèse, sur la thématique des agricultures alternatives, en lien fort avec des paysans afin de répondre à des problématiques concrètes soulevées par le terrain. Cependant, j'ai décidé de me donner du temps pour mûrir mon projet.

Résidant alors à Paris, je me suis particulièrement intéressé à l'agriculture urbaine. En 2012, dans une conférence, j'ai entendu parler de la ferme du Bec Hellouin, alors beaucoup moins médiatisée. Cette ferme était évoquée comme un exemple de ferme écologique de petite

---

[59] Latour a fait partie des 10 chercheurs les plus cités en sciences humaines au monde en 2007 et est un des intellectuels français qui à l'heure actuelle bénéficie d'une des plus grandes reconnaissances internationales : *https://www.timeshighereducation.com/news/most-cited-authors-of-books-in-the-humanities-2007/405956.article* [consulté le 26/09/16]

[60] *Via* un jeu de plateau connecté à un outil de simulation, le Rami Fourrager (Piquet *et al.* 2013).

dimension qui, par sa petite taille et par sa multifonctionnalité revendiquée, correspondait au contexte et aux attentes urbaines : production alimentaire saine et respectueuse de l'environnement, dimension paysagère, biodiversité, potentialité de recycler les déchets organiques urbains, support pédagogique qui permet de présenter une grande diversité de légumes aux enfants urbains déconnectées de la campagne etc. Le nom me frappe car j'ai grandi en Normandie non loin du village du Bec Hellouin, que je connais très bien pour son abbaye et ses agréables balades forestières.

1.2 TOUT A COMMENCE AU BEC HELLOUIN

Après une recherche vaine de travail à Paris et les coûts de la vie étant ce qu'ils sont, je décide de rentrer en Normandie pour y mener ma recherche d'emploi. Un jour d'octobre, désireux de mettre mon temps libre à profit, je toque à la porte de la ferme du Bec Hellouin pour demander si je peux « *donner un coup de main et apprendre* », en WWOOFING[61] ou d'une autre manière. Charles et Perrine Hervé-Gruyer m'accueillent à bras ouverts et me permettent de venir « *m'imprégner de la ferme* » en travaillant dans les jardins et en échangeant avec eux. A cette époque, l'étude menée sur la ferme par François Léger (UMR SADAPT AgroParisTech/INRA) vient de commencer. Cette étude, intitulée *Maraîchage biologique en permaculture et performance économique* part du constat qu'en Amérique du Nord (et dans d'autres contextes), des maraîchers biointensifs parviennent à se rémunérer sur des surfaces inférieures à ce qui est généralement admis comme viable en France en créant une forte valeur économique par unité de surface – 20$ par m^2 cultivé pour (Coleman (2009) et 13$ par m^2 pour Fortier (2012). Par des mesures systématiques de récoltes et de temps de travail sur 3 ans, l'étude vise à quantifier la valeur économique créée sur une surface de 1 000m² et à voir si cette valeur permet de rémunérer le travail investi par le maraîcher[62]. Cette surface, cultivée de façon très intensive, ne représente qu'une partie de la ferme. L'ambition est en effet non pas de produire des références sur la ferme, mais sur ces techniques, jamais évaluées dans un contexte français.

Ces mesures impliquent un protocole lourd. A chacune de leurs intervention sur une planche ou une butte[63] de la surface étudiée, les maraîchers de la ferme doivent enregistrer par écrit le numéro de la planche – il y en a plus d'une centaine – le nom de l'intervenant, la culture concernée, le type d'intervention, le temps de travail associé à chaque tâche et peser les récoltes s'il y a lieu. En participant aux travaux de la ferme, je me retrouve sans le vouloir impliqué

---

[61] *http://www.msa.fr/lfr/embauche/wwoofing*

[62] Les différents documents présentant l'étude et ses résultats sont consultables à : *http://www.fermedubec.com/publications.aspx*

[63] Comme expliqué dans la partie présentant les fermes enquêtées, la ferme du Bec Hellouin combine des planches permanentes plates travaillées superficiellement inspirées d'Eliot Coleman et des buttes rondes moins travaillées.

dans cette étude et je me rends compte de la pénibilité des mesures. En bon ingénieur, je me dis qu'il y a sûrement moyen d'optimiser le procédé[64]. A cet égard je ne me situe pas en dehors de de la pensée industrielle que j'ai évoquée dans l'introduction. En tant qu'ingénieur, je suis un pur produit de cette pensée cartésienne d'optimisation – merveilleuse à bien des égards malgré ses dérives évoquées – et c'est pour cela que ma thèse est animée par l'intention de participer à mon niveau à aménager la modernité et la pensée industrielle dans un cadre plus vaste, et non pas de la rejeter.

Basée sur mon expérience au quotidien du protocole de mesure, je rentre en contact avec François Léger pour lui faire des propositions qui permettraient selon moi de faciliter la tâche des maraîchers. Ce dernier était parti du principe que les premiers temps de l'étude seraient aussi une phase-test du protocole et avait prévu la possibilité d'aménagements. Il accueille donc ma proposition avec bienveillance et nous commençons à discuter par courriel, suivi par de nombreuses discussions sur la permaculture et la science quand il vient à la ferme pour ses visites régulières de suivi. A cette époque, j'ai également la chance de pouvoir participer à plusieurs sessions de formation à la permaculture et au maraîchage biointensif organisées sur la ferme qui attirent des porteurs de projet et des maraîchers déjà installés désireux d'en savoir plus sur cette approche. Cette période de formation sera décisive à deux niveaux. Elle me fait prendre conscience de la richesse d'approches peu connues en France dont je perçois qu'elles peuvent potentiellement mener à des innovations paysannes. Elle me permet de rencontrer un grand nombre de porteurs de projets[65] et de maraîchers biologiques enthousiasmés par ces approches mais qui posent sempiternellement la même question : *« Est-ce que c'est viable ? Est-ce qu'on pourrait en vivre sur une ferme ? »*. C'est à partir de cette préoccupation pragmatique, qui n'a d'ailleurs cessé de croître ces dernières années avec l'engouement croissant pour les microfermes, que je propose à François Léger de rédiger un projet de thèse. Il accepte.

[65] J'emploie le terme *porteur de projet*, couramment employé par les organismes de développement agricole en France pour désigner des personnes qui souhaitent s'installer en agriculture mais n'ont pas encore débuté leur activité (cela va de personnes pour qui l'idée reste encore vague à des personnes qui ont déjà un terrain et sont sur le point de débuter leur activité).

2 UNE PROBLEMATIQUE A TROIS NIVEAUX

2.1 L'ENJEU DE LA VIABILITE DES MICROFERMES

Dans une posture de recherche que je souhaitais orientée vers l'action, le premier niveau de ma problématique répondait directement à la question très concrète soulevée par les nombreux porteurs de projet rencontrés avant ma thèse : « *Est-ce que les microfermes*[66] *peuvent être viables ?* ». Cette question n'intéressait pas uniquement les porteurs de projet souhaitant s'installer sur des microfermes mais aussi les enseignants de BPREA[67], de plus en plus sollicités pour accompagner des projets de microfermes maraîchères biologiques. Plus généralement, les structures d'enseignement et d'accompagnement agricoles étaient submergées par les demandes d'étudiants et de conseillers, techniciens et animateurs suivant l'installation et la vie de ces fermes[68]. Vu le caractère très récent et radical des microfermes, ces structures m'ont souvent avoué être démunies sur le discours à tenir et les méthodes d'enseignement et d'accompagnement adaptées à ce type de projet, avec au départ certaines réticences quant à leur caractère supposé irréaliste, voire romantique. Pour beaucoup, si les microfermes étaient intéressantes en théorie, en pratique, il était difficilement concevable qu'elles puissent être réellement viables. La même interrogation était partagée par les banques très réticentes à financer des projets d'installation si atypiques.

Au-delà de la sphère purement agricole, il faut aussi signaler que les collectivités territoriales, en particulier en milieu urbain, étaient très enthousiasmées par l'idée d'installer des microfermes sur leur territoire, car elles répondaient parfaitement aux fantasmes urbains de petites fermes diversifiées, écologiques, s'insérant dans les interstices des villes et participant ainsi à leur « verdissement ». Ces collectivités, en la personne des urbanistes, aménageurs et élus, souvent déconnectés des problématiques agricoles, exprimaient également une forte demande d'éléments concrets comme la surface minimale nécessaire et la possibilité des microfermes à être autonomes financièrement pour qu'elles ne coûtent pas à la municipalité. D'ailleurs, le projet de thèse initialement déposé, financé par la Région Ile-De-France et mené au sein de l'équipe de recherche *Agricultures urbaines* de l'UMR SADAPT, s'intitulait *Etude de la viabilité de systèmes maraîchers diversifiés éco-intensifs conduits sur des fermes de très petites dimensions pouvant s'inscrire dans des espaces sous forte influence urbaine.*

---

[66] J'ai déjà proposé une caractérisation des microfermes dans la partie 1.5.2 de l'introduction et reviendrai dans la partie 3 sur l'élaboration progressive de cette définition.

[67] Le Brevet Professionnel de Responsable d'Exploitation Agricole qui donne le droit de touche les aides à l'installation et par lequel « passent » beaucoup de personnes souhaitant devenir paysan ou se « reconvertir » dans l'agriculture.

[68] La description de ces différents organismes est faite dans la partie 1.5.2.

Cependant, si la question de la viabilité répondait à des enjeux très pragmatiques de terrain, elle revêtait également une dimension théorique abordée dans l'introduction et portant sur la nécessité d'un réaménagement de la modernité en agriculture. Les microfermes pouvaient être considérées comme des lieux d'expérimentation concrète d'un tel réaménagement. La question de leur viabilité équivalait donc à la mise en épreuve du réel de ces considérations théoriques. Sans une telle mise à l'épreuve, les questionnements soulevés dans l'introduction sont voués à rester des élucubrations théoriques, auxquels on peut adhérer au non, mais qui restent de l'ordre du vœu pieu. Derrière la question de la viabilité des microfermes, que les Anglo-Saxons pourraient appeler un *reality check,* il y a donc une question fondamentale de crédibilité des alternatives agricoles car, comme l'a fait remarquer l'anthropologue Boutinet (2012), les projets alternatifs sont la plupart du temps considérés comme des utopies, peut-être séduisantes mais éphémères, dont le pouvoir transformateur de la société et des modes de pensée reste dérisoire et qui ne convainquent que les déjà convaincus.

Un grand nombre d'alternatives agricoles radicales utopistes présentent souvent l'argument que si elles ne sont pas viables dans le contexte actuel, c'est parce que le contexte politique et économique leur est défavorable : « *le coût du pétrole est encore trop bas mais quand il augmentera alors là on sera viable* » ou bien « *les aides de la PAC ne soutiennent pas nos initiatives sur petite surface car beaucoup d'aides sont des aides à la surface* »[69]. La singularité des microfermes et d'autres alternatives agricoles qu'on pourrait qualifier de *réalistes,* c'est que sans remettre en question la nécessité du soutien politique à d'autres types d'agriculture[70], elles n'entendent pas se réfugier uniquement derrière cet argument et ambitionnent de faire la démonstration que d'autres formes d'agriculture sont possibles dès maintenant. Seule une telle démonstration permettra le développement de ces initiatives jugé urgent en raison de la gravité des catastrophes écologiques et sociales évoquées. A cet égard, ces initiatives rejoignent les propos de Harvey (1973) qui considère que les alternatives doivent être « *fermement ancrées dans la réalité* » et « *offrir des choix réels pour des moments futurs* ».

2.2 PRODUIRE DES CONNAISSANCES GENERIQUES A PARTIR D'UNE FAIBLE POPULATION DE FERMES

L'étude du Bec Hellouin – dont le cas singulier constituera mon premier article de thèse – s'est focalisée sur une ferme emblématique, dont l'expérience était jugée à beaucoup d'égards comme non reproductible par les organismes agricoles : forte médiatisation qui permet d'avoir accès à la main d'œuvre gratuite de nombreux stagiaires, gros capital financier de départ, intégration à la ferme d'un centre de formation générant d'importantes sources de revenu pour

[69] Même après les réformes de la PAC qui favorisent les cinquante premiers hectares. Car sur une ferme de deux hectares, même avec une aide supplémentaire par hectare, le montant global d'aides à la surface reste très faible.
[70] Qui restent une vraie problématique.

équilibrer l'économie de la ferme, mise à disposition gracieuse de grandes quantités de fumier de cheval par le centre équestre voisin.[71] Pour ces structures agricoles, les « *chiffres du Bec Hellouin* » ne pouvaient pas servir à l'accompagnement/enseignement, d'une part car les performances atteintes étaient jugées « *trop belles pour être vraies* » et d'autre part car le Bec Hellouin était considéré comme n'étant pas une « *vraie ferme* » et ne correspondait pas à la réalité financière et médiatique de la plupart des porteurs de projet. Un des enjeux de ma thèse était donc de démultiplier les cas d'étude sur des microfermes avec des contraintes plus proches de celles expérimentées par la majorité et d'étudier dans quelle mesure de tels niveaux de performance pouvaient être atteints ailleurs.

Cependant, si la demande sociétale concernant la viabilité des microfermes était large, les initiatives concrètes de microfermes au début de ma thèse étaient encore très limitées ou en tout cas très peu visibles. La production de données quantitatives (revenu, temps de travail) paraissait cruciale pour les structures d'enseignement et d'accompagnement agricole. Un des enjeux de ma recherche était donc d'abord d'identifier et de créer un partenariat avec d'autres microfermes moins médiatiques et exceptionnelles que la Ferme du Bec Hellouin. Il me fallait produire des connaissances sur la viabilité de ces microfermes suffisamment génériques pour être utilisables dans l'accompagnement des porteurs de projet. Ces connaissances ne pouvaient cependant être acquises qu'à partir d'une population de fermes limitée *de facto* par le caractère pionnier de ces fermes.

2.3 PENSER ET ETUDIER LES FERMES ALTERNATIVES

Les microfermes répondent tout à fait à la définition proposée par Beus & Dunlap (1990) des systèmes agricoles alternatifs comme étant des initiatives qui prônent une divergence par rapport au modèle agricole dominant productiviste, industriel et marchand et qui favorisent avant tout le bien-être écologique et social collectif plutôt que la maximisation du profit. A ce titre, le cadre d'action et les objectifs des fermes alternatives en général et des microfermes en particulier questionnent les cadres classiques de l'agronomie (ce qui sera détaillé dans l'article 2). L'école française d'agronomie systémique développée à partir des années 70 (Sebillotte, 1974) a pour originalité de mettre en avant la nécessité de considérer l'exploitation agricole comme un *système piloté* et de prendre en compte les spécificités des objectifs et du contexte de chaque agriculteur pour comprendre ses différents *niveaux de décision* – stratégique sur le long terme, tactique sur le court terme, opérationnel à l'échelle de la journée ou de l'acte technique (Aubry *et al.,* 1998 ; Aubry, 2007 ; Brossier *et al*., 1990 ; Capillon, 1986 ; Marshall *et al.,* 2013 ; Perrin *et al.,* 1988). La théorie du *comportement adaptatif* aborde les décisions et les pratiques des agriculteurs comme un processus constant d'adaptation entre les *finalités* et la

[71] Je mentionne ici les arguments régulièrement soulevés par les critiques nombreuses de cette étude.

situation de l'*agriculteur* (Brossier *et al.*, 1991). Cependant, s'il est reconnu en théorie que les agriculteurs peuvent nourrir un grand nombre de finalités, dans les faits, les critères principalement pris en compte dans la plupart des modèles de décision agricole sont :

- la maximisation du profit ;
- l'organisation du travail par rapport aux ressources disponibles (moyens de production, travail familial) et aux objectifs de temps de travail ;
- la gestion des risques et des aléas en lien avec les contraintes spécifiques du parcellaire et du climat (Dedieu *et al.,* 1999 ; Cerf & Sébillotte, 1997 ; Sebillotte, 1989 ; Martin *et al*., 2013).

Ces modèles de décision se focalisent la plupart du temps sur les décisions d'ordre technique ou d'organisation et intègrent peu d'autres dimensions stratégiques comme la commercialisation ou le niveau d'investissement. Etant donné que les microfermes mettaient en avant le caractère stratégique de la commercialisation en circuits courts et des niveaux (bas) d'investissement, il apparaissait nécessaire de développer des modèles de décision traitant de ces dimensions en interaction avec les choix purement techniques.

Un nombre croissant de travaux scientifiques montrent la nécessité de considérer des visions du monde qui reposent sur une plus large gamme d'aspirations (principes éthiques, qualité de vie, esthétique) pour aborder les choix des agriculteurs (Bawden, 2012 ; Brummel & Nelson, 2014 ; de Vries & Petersen, 2009 ; Kaltoft, 1999 ; Pourias *et al*., 2015). Cependant, la communauté des agronomes est encore mal armée en termes de méthodologies, de concepts et d'épistémologies pour intégrer ces considérations. Que cela change-t-il d'intégrer au cœur des modèles de décision agricole l'éthique et le sens ? Cela doit-il induire des changements dans la posture du chercheur ? En choisissant comme objet d'étude les microfermes – qui accordent une place centrale à une rationalité où l'éthique et la question du sens sont centrales –, j'avais comme objectif de contribuer à l'approfondissement théorique de cette problématique en agronomie.

3 QUESTIONS DE RECHERCHE

A partir de ces différents niveaux de problématique, les questions de recherche de ma thèse étaient les suivantes:

1. Comment définir et aborder la viabilité des systèmes agricoles alternatifs que sont les microfermes ?
2. Comment produire des données quantitatives sur la viabilité des microfermes suffisamment génériques pour être utile à l'action à partir d'un faible échantillon de fermes ?
3. Quels sont les niveaux de viabilité atteints par les microfermes et les points clés de cette viabilité ?

4 ORGANISATION GENERALE DE LA THESE POUR REPONDRE AUX QUESTIONS DE RECHERCHE

Ma thèse est structurée autour d'articles. Pour répondre aux trois questions de recherche, j'ai mené différents travaux qui sont présentés dans cinq articles : trois pour des revues scientifiques internationales à comité de lecture (dont un accepté, un en cours de revue et un soumis) ; un dans un numéro spécial de revue à comité de lecture réunissant les actes d'un colloque et un dans les actes d'un congrès revus par des pairs.

4.1 PREMIERE APPROCHE DE LA VIABILITE SUR L'ETUDE DE CAS DU BEC HELLOUIN (ARTICLE 1)

J'ai commencé par réaliser une étude de cas détaillée de la ferme du Bec Hellouin, point de départ de cette thèse sur laquelle je disposais de données quantitatives précises grâce à l'étude menée par François Léger. Ce projet de recherche s'était surtout attaché à quantifier les chiffres d'affaires et le temps de travail. Afin d'analyser la viabilité économique des pratiques de cette ferme singulière, j'ai estimé les revenus potentiels selon différents scénarios d'investissement. L'analyse des revenus et du temps de travail est reliée à une lecture systémique des stratégies singulières de la ferme, approchées par une analyse qualitative d'entretiens semi-directifs.

Cette étude de cas constitue en quelque sorte un préambule aux travails ultérieurs et part du principe défendu par Siggelkow (2007) que l'analyse d'un unique cas singulier peut avoir un intérêt théorique en soi si le cas enquêté sort des cadres classiques. A ce stade, je ne propose pas réellement de définition de la viabilité et la considère sous son aspect purement économique comme la capacité à générer un revenu décent avec un temps de travail jugé acceptable.

4.2 DEFINITION DES MICROFERMES ET APPROCHE QUALITATIVE DE LA VIABILITE PAR LES CHOIX STRATEGIQUES (ARTICLE 2)

Afin de répondre à la première question de recherche, j'ai réalisé une analyse qualitative d'entretiens semi-directifs menés sur 14 microfermes en France, au nord de la Loire. Ce travail m'a permis de préciser mon objet de recherche et de créer un cadre conceptuel générique pour aborder la viabilité des microfermes. La viabilité y est abordée de manière globale, en considérant les multiples aspirations sociales et écologiques des paysans au-delà des simples objectifs économiques, en lien avec une lecture systémique des choix stratégiques des microfermes. Ce travail met également l'accent sur la présence de compromis dans les choix stratégiques pour concilier les différentes aspirations parfois contradictoires des paysans. Il est en grande partie la base de l'architecture du modèle de simulation de l'article 3.

4.3 MODELISATION QUANTITATIVE DE LA VIABILITE ECONOMIQUE DE MICROFERMES RURALES (ARTICLE 3)

Afin de répondre aux questions de recherche 2 et 3, j'ai développé un modèle stochastique de simulation pour prédire les revenus et le temps de travail des microfermes en fonction de combinaisons de choix stratégiques contrastés au niveau commercial, technique et de gestion des investissements. L'architecture du modèle a été développée à partir de l'analyse qualitative d'entretiens semi-directifs sur 20 microfermes en France (6 fermes de plus que dans l'article 2) et de discussion avec les paysans. Il permet d'explorer une large gamme de scénarios dans une logique d'expérimentation *in silico* qui répond à la nécessité de produire une connaissance générique sur les microfermes au-delà d'un faible échantillon de fermes pionnières. Ce modèle, appelé MERLIN (*Microfarms : an Exploratory Research on Labour and INcome*) a été calibré à partir de données quantitatives acquises sur un échantillon de 10 microfermes et intègre trois sous-modèles : deux modèles mixtes pour prédire les rendements et le temps de travail pour 50 cultures en fonction des pratiques techniques et un modèle de planification des cultures pour répondre aux critères mensuels de diversité et de quantité pour composer des paniers de légumes vendus en circuits courts. La prise en compte de la variabilité entre ferme permise par les modèles mixtes rend possible de réaliser des simulations qui considèrent la palette de variabilité possible entre les fermes et ne se résument pas à des valeurs moyennes.

La viabilité est ici restreinte à son aspect uniquement économique comme la capacité à générer un revenu décent avec un temps de travail jugé acceptable. En lien avec l'Article 2 qui montre une diversité des aspirations en fonction des microfermes, la viabilité est évaluée selon 6 critères différents avec des niveaux plus ou moins élevés de temps de travail maximal et de revenu minimal. Si cet article se focalise sur le revenu et le temps de travail dont la quantification fait l'objet d'une forte demande de la part des porteurs de projets et des structures d'accompagnement agricole, les résultats des simulations doivent être discutés dans le contexte plus large de la viabilité présenté dans l'article 2.

4.4 GESTION DE LA COMPLEXITE DE PLANIFICATION TEMPORELLE ET SPATIALE DES CULTURES SUR LES MICROFERMES (ARTICLE 4)

Le modèle MERLIN développé dans l'article 3 n'est pas spatialement explicite hormis le fait qu'il considère deux zones de culture sur chaque microferme : une zone de culture sous serres et une zone de cultures en plein champ. L'article 2 a montré que l'organisation spatiale des cultures faisait l'objet de stratégies variées afin de limiter la complexité de planification (spatiale et temporelle) d'une grande diversité cultivée (au moins 30 cultures) vendue en circuits courts. L'article 4 est un court travail réalisé à partir de l'analyse qualitative d'entretiens semi-

directifs menés sur 12 microfermes[72]. Il analyse comment 4 types de stratégies combinant des dimensions commerciales, techniques et écologiques permettent de réduire la complexité de planification dans les microfermes.

4.5 EXPLORATION DE LA VIABILITE ECONOMIQUE DE MICROFERMES URBAINES A LONDRES COMBINANT MODELISATION ET DISCUSSION AVEC LES PRATICIENS (ARTICLE 5)

Afin de répondre aux questions 2 et 3 dans le contexte spécifique de l'agriculture urbaine, qui était un des enjeux de départ, le modèle MERLIN a été adapté aux pratiques des microfermes urbaines de Londres à partir de l'étude de cas de 10 fermes. Des simulations de la viabilité économique des microfermes ont été réalisées pour différentes stratégies de commercialisation caractéristiques du milieu urbain et pour différentes contraintes spécifiques liées à ce contexte (coût de l'accès au foncier, coût du travail important lié au niveau de vie élevé à Londres). Les sorties du modèle ont été avant tout conçues pour être une base de discussions plus larges avec les agriculteurs urbains. Dans une approche participative, elles ont été discutées avec des praticiens lors d'un atelier collectif dont le contenu a été analysé par des méthodes qualitatives.

[72] Chronologiquement, cet article a été écrit au tout début de ma thèse en même temps que l'article 2 et à sa rédaction, l'échantillon de microfermes n'était alors que de 12 microfermes, deux microfermes de moins que dans l'article 2.

POSTURE, FERMES ENQUETEES ET METHODES

1 LE CADRE GENERAL DE L'AGROECOLOGIE A L'AMERICAINE

1.1 DEFINITION DE L'AGROECOLOGIE CONSIDEREE

Il existe de nombreuses acceptations du terme *agroécologie* ou *agro-écologie* en fonction des époques et des pays : ensemble de pratiques agricole fondées sur des principes écologiques, mouvement social, démarche scientifique, (Wezel *et al.*, 2009). Dans ce travail de recherche, je me positionne dans le cadre général de l'agroécologie américaine dont les origines et les auteurs emblématiques ont été décrits dans l'introduction. Plusieurs nuances ont existé et existent au sein de ce courant de pensée, qui a évolué depuis sa création, prenant de plus en plus compte la nécessité de croiser les approches en sciences naturelles et humaines et de considérer le système alimentaire dans sa globalité, en intégrant ses dimensions politiques. Dans ce travail de recherche, je considère l'agroécologie comme une démarche qui intègre sciences naturelles, sociales, connaissances et savoir-faire des acteurs de terrain afin d'étudier et de promouvoir la conception et la gestion de systèmes alimentaires durables en prenant en compte la spécificité des lieux et des personnes (Dalgaard, Hutchings, & Porter, 2003 ; Francis *et al.*, 2003 ; Méndez *et al.*, 2013). L'agroécologie est donc considérée ici comme, une démarche interdisciplinaire et participative orientée vers l'action. J'ai choisi ce cadre car il répondait à ma vision de la recherche et à mon envie d'engagement dans l'action.

1.2 DEMARCHE INDUCTIVE

Les enjeux et objectifs de cette thèse en termes d'action ont déjà été présentés. Afin de prendre en compte la spécificité des aspirations et des contextes de chaque paysan et d'intégrer l'expérience et le regard des paysans dans ma recherche, j'ai opté pour une démarche *inductive* en collaboration forte avec les acteurs de terrain. Cette posture reposait sur le postulat initial que les maraîchers alternatifs des microfermes envisageaient leurs pratiques de manière originale et que chercher *a priori* à employer des cadres conceptuels déjà élaborés, dans une logique hypothético-déductive, me faisait courir le risque de filtrer ce que j'allais voir et entendre sur ces fermes et de passer à côté de la singularité de ces fermes, choix de mon objet d'étude. L'ambition de la démarche inductive était de me placer dans une posture de disponibilité par rapport à la spécificité de mes objets d'étude (Olivier de Sardan, 2008) et de construire progressivement un cadre conceptuel qui puisse rendre compte de cette spécificité, dans la logique de la *théorie ancrée* (*grounded theory*), développée par Glaser & Strauss (2009). Cet *ancrage* de la théorie me paraissait en adéquation avec le cadre général de l'agroécologie américaine qui place la singularité des lieux et des personnes au centre du projet de recherche. Ainsi, au-delà de l'aspect pragmatique de la démarche inductive qui est classiquement employée pour mener des recherches exploratoires sur des cas d'étude atypiques (Eisenhardt, 1989), ma volonté de créer de la théorie à partir des lieux et des gens et non d'imposer un cadre

théorique préconçu participait d'une réflexion plus générale sur le *réaménagement de la modernité* dans la démarche scientifique du chercheur[73].

Afin de jalonner et appuyer cette démarche, j'ai mobilisé des méthodes issues des sciences humaines que je me suis approprié progressivement au cours de ma thèse en confrontant une lecture assidue sur les méthodes inductives (Chia, Brossier, & Marshall, 1991 ; Eisenhardt, 1989 ; Glaser & Strauss, 2009 ; Miles *et al*. ,2013; Olivier de Sardan, 2008 ; Siggelkow, 2007 ; Yin, 2009) à mon expérience du terrain et aux discussions fréquentes sur mon travail avec des sociologues, des anthropologues ou des gestionnaires[74]. Les méthodes spécifiques employées sont décrites plus loin et dans les paragraphes méthodologiques des articles 2 et 3.

Cette démarche itérative demandait de la réflexivité et de la flexibilité. A ce titre, l'ouvrage *The reflective practitioner* de Schön (1983) m'a beaucoup inspiré. Schön propose un cadre théorique pour aborder la façon dont les « *praticiens pensent dans l'action* » et insiste sur le caractère dynamique de la pensée ancrée dans la situation afin de trouver des solutions aux problèmes posés en combinant des « *expérimentations exploratoires* »[75], des « *expérimentations intentionnées*» *(move-testing experiments*)[76] et des « *tests d'hypothèses* »[77] constamment reformulées à partir du terrain. Ce cadre a été mobilisé par des agronomes pour aborder la prise de décision des agriculteurs, conçus comme des *praticiens en action* (Martin, 2015). Schön mentionne d'ailleurs explicitement dans son livre que son cadre théorique peut également s'appliquer aux agronomes en tant que « *scientifiques orientés vers l'action* ».

1.3 PARTICIPATION DES ACTEURS DE TERRAIN

Pour intégrer la connaissance et le regard des paysans, je me suis longtemps questionné sur la possibilité de déployer un dispositif de recherche participative formalisé et de co-construire explicitement la problématique, les méthodes et de discuter les résultats avec des groupes de maraîchers[78]. J'ai été en particulier tenté par la démarche de la modélisation d'accompagnement *ComMod* (Daré *et al.*, 2010 ; Étienne, 2014 ; Souchère *et al.*, 2010) à laquelle je me suis formé pendant ma thèse. Cependant, cette démarche, et la plupart des approches participatives classiques, se basent sur des dynamiques de groupe afin de favoriser l'apprentissage collectif

[73] Les points forts et les questionnements soulevés par ce positionnement épistémologique seront discutés en fin de thèse.
[74] Dans le sens de théoricien des sciences de gestion.
[75] Tests que le praticien réalise pour « *voir ce qui se passe si…* » sans prédiction ou attente particulière des résultats qui vont advenir.
[76] Tests réalisés avec une idée de ce que l'on cherche à obtenir. Cependant, le praticien reste ouvert à des résultats non attendus qui pourraient aussi convenir.
[77] Ces tests correspondent à la logique classique de tests de plusieurs hypothèses en compétition créées à partir de l'observation de la situation afin de sélectionner la plus robuste dans la logique décrite par Popper (1972).
[78] J'ai d'ailleurs suivi une semaine de formation intensive sur cette démarche.

et la compréhension mutuelle entre des acteurs qui présentent différentes visions du monde et intérêts, concernant souvent la gestion d'une ressource commune (Voinov & Bousquet, 2010). Cela ne me semblait pas approprié pour mon objet d'étude pour plusieurs raisons. D'abord, le caractère très dispersé géographiquement des fermes (**Figure 1**) et la faible disponibilité en temps des maraîchers constituaient un frein certain à la construction d'un processus de recherche collectif nécessitant de nombreuses réunions ou ateliers réunissant les acteurs dans un même lieu. De plus, ma thèse se focalise sur la question de la viabilité à l'échelle individuelle de chaque ferme. La construction collective d'une représentation partagée ne semblait donc pas nécessaire et risquait peut-être même de lisser les singularités de chaque ferme que j'entendais étudier.

J'ai donc opté pour une forme d'implication des acteurs par consultation, que Pretty (2008) considère comme une forme de participation. Cette consultation est intervenue dans les différentes étapes de mon projet de recherche. Les objectifs opérationnels de ma thèse sur la viabilité ont été générés par un processus informel de consultation lors de ma formation à la ferme du Bec Hellouin où j'ai rencontré des maraîchers et des porteurs de projets venant de toute la France. Au cours de la démarche inductive d'analyse qualitative (détaillée plus loin) qui se traduit par une théorisation progressive à partir d'un regard transversal sur les différents cas d'étude, j'ai présenté régulièrement aux paysans partenaires du projet l'avancement des cadres conceptuels développés[79] ainsi que mes questionnements afin de les discuter. Ces discussions prenaient la forme de réunions formelles regroupant plusieurs maraîchers d'une même région, de dialogues plus informels et d'échanges de courriels collectifs où les paysans réagissaient à des documents de travail que je leur envoyais. J'essayais d'intégrer au mieux les retours des paysans et leurs interventions ont façonné le cadre conceptuel et le modèle mathématique développés dans ma thèse. A plusieurs reprises, les paysans ont souligné l'importance de considérer certaines dimensions qui m'avaient échappé lors des entretiens ou que j'avais sous-estimées. En ce sens, la consultation des paysans n'était pas juste superficielle ou informative mais était *générative* et *constitutive* de connaissances. Les acteurs de terrain, maraîchers partenaires mais aussi d'autres maraîchers et des acteurs de l'accompagnement ou de l'enseignement agricole concernés par les microfermes, ont également été impliqués dans la phase de validation finale du cadre conceptuel et des résultats de simulation quantitatives (voir articles 2, 3 et 5). Le travail mené à Londres (article 5), a placé au cœur du processus de génération de connaissances sur les microfermes urbaines l'analyse de la discussion collective des résultats de simulation par les praticiens eux-mêmes.

[79] Cadre conceptuel d'analyse des choix stratégiques des microfermes présenté dans l'article 2 et adaptation de ce cadre pour développer un modèle de simulation quantitative de la viabilité économique des microfermes.

2 AGRONOMIE A LA FRANÇAISE ET APPROCHE SYSTEMIQUE DES CHOIX STRATEGIQUES

2.1 ASSUMER D'ETRE UN AGRONOME

J'ai été formé comme ingénieur agronome à l'Agro de Paris (AgroParisTech) un des fiefs historiques du développement de l'agronomie systémique à la française (décrite rapidement dans la partie 2) et ai été imprégné de cette démarche et des concepts qui lui sont propres. Comme expliqué dans la partie précédente, j'ai opté dès le début de ma thèse pour une démarche inductive qui souhaitait s'extraire au maximum des cadres conceptuels existants en agronomie pour aborder la spécificité des microfermes. C'est la raison pour laquelle par exemple j'ai choisi de ne pas mobiliser le cadre théorique de la *multifonctionnalité de l'agriculture* (Laurent *et al*., 2003) qui aurait sans doute pu être adapté à une analyse de la viabilité de ces systèmes alternatifs.[80]

Lors des premiers entretiens en ferme, je suis arrivé sans questions préparées et uniquement avec un canevas d'entretien structuré autour de thèmes très généraux (voir la partie sur les entretiens) comme cela peut être le cas pour initier une démarche de *théorie ancrée* (Glaser & Strauss, 2009). Cependant, je me suis vite rendu compte que ma manière de poser les questions aux paysans et d'interpréter leurs réponses était profondément marquée par mes « réflexes » d'agronome à la française, en particulier par la volonté de « *remonter au modèle de décision de l'agriculteur* » par l'étude des pratiques (Landais *et al*., 1988), en considérant la ferme comme un système piloté *cohérent* avec les aspirations, plus couramment appelées *finalités* en agronomie systémique, du paysan et prenant compte les contraintes et opportunités de sa *situation* (Marshall *et al.*, 2013). Cette posture est résumée par la phrase « *les agriculteurs ont des raisons de faire ce qu'ils font* » martelée, à juste titre, aux étudiants en agronomie. Au cours du processus de conceptualisation progressive de l'analyse qualitative, je me suis rendu compte que les catégories conceptuelles que je mettais en évidence comme primordiales dans la viabilité des microfermes, correspondaient au niveau des *décisions stratégiques* – que j'appelle dans ma thèse *choix stratégiques* ou tout simplement *stratégies* – définies comme les choix à moyen et long terme de structure et d'organisation de la ferme (*ibid*.). D'autres concepts, couramment employés en agronomie, comme la notion de compromis (*tradeoff*) surgissaient ainsi de l'analyse qualitative (*ibid.*).

Mes lectures en sciences humaines, en particulier en anthropologie, pour préparer ma visite des fermes insistaient constamment sur la nécessité pour le chercheur de prendre conscience de ses présupposés et de sa propre grille de lecture du monde. En toute franchise, je dois avouer

[80] Je discute des liens possibles entre ce cadre et le cadre conceptuel développé par démarche inductive à la fin de l'article 2.

qu'au départ de ma thèse j'essayais de fuir les concepts agronomiques classiques car à mes yeux la pensée agronomique, souvent orientée uniquement vers la productivité et l'optimisation, me semblait responsable des dégâts de la modernisation en agriculture. Mais par rigueur intellectuelle vis-à-vis de la méthodologie inductive que je m'étais fixée, j'ai été obligé de reconnaître que je raisonnais et abordais les fermes comme un agronome. J'ai donc décidé d'approfondir le riche héritage de l'agronomie systémique, d'intégrer des concepts agronomiques dans ma recherche, en particulier la *théorie du comportement adaptatif* déjà présentée (Brossier *et al.*, 1991) et illustrée dans l'article 2, et d'assumer ma posture d'*agronome des pratiques* (Landais *et al.*, 1988 ; Milleville, 1987) dans le cadre plus général de l'agroécologie américaine. D'ailleurs, la notion de *pratiques* ici définie comme « *les manières concrètes d'agir des agriculteurs* » vise à « *ne pas dissocier le fait technique de l'opérateur et plus généralement du contexte dans lequel les techniques sont mises en œuvre* » (Milleville, 1987) et peut tout à fait s'inscrire dans la démarche de l'agroécologie américaine qui considère la singularité des lieux et des personnes.

Ainsi, à l'image de ce *réaménagement de la modernité* – qui n'est pas son rejet – dont je parle dans mon introduction, mon cheminement personnel au cours de la thèse m'a amené à être plus modéré par rapport à mes idéaux peut-être un peu simplistes et militants du début de la thèse. Je prône toujours une forme de radicalité et d'engagement dans ma posture de recherche mais, au cours de ces trois ans, je me suis rendu compte qu'essayer de s'approprier une idée, une méthode ou un mode de fonctionnement qui nous conditionne – que cela soit la modernité ou l'agronomie systémique – et contribuer comme d'autres (Barbier & Goulet, 2013 ; Darré *et al.*,2004 ; Pourias *et al.*, 2015) à l'aménager et à l'enrichir par une vision critique, en la combinant avec d'autres sources d'aspirations pouvait être au final plus radical intellectuellement que le rejet simpliste et prétendument révolutionnaire. C'est la radicalité de la pensée complexe dont parle le philosophe Edgar Morin dans ses nombreux ouvrages sur la prise en compte de l'éthique et le décloisonnement des sciences (Morin, 1990, 2005).

Ainsi, à l'instar des pionniers de l'agriculteur biologique et des microfermes qui hybrident les sources de connaissances, ma recherche a été hybride, combinant méthodes qualitatives issues des sciences humaines et modélisation quantitative, posture inductive et concepts de l'agronomie systémique : une recherche hybride pour des objets hybrides.

2.2 LA SYSTEMIQUE COMME EPISTEMOLOGIE ET NON COMME ONTOLOGIE

Le concept de *système* en sciences a été incorporé par de nombreux champs de recherche et disciplines pour sa formidable capacité à construire une pensée organisée et opérationnelle sur des phénomènes complexes (O'Neill, 2001). En France, il a été intégré à l'agronomie (Brossier *et al.*, 1990) en particulier par Sebillotte (1974), à partir des travaux sur l'analyse des systèmes de Bertalanffy (1980) et de Le Moigne (1984). Il est un concept clé dans le champ plus récent

et international de *Farming Systems Research* (Darnhofer *et al*.,2012). La démarche systémique vise à organiser la complexité du réel en délimitant le périmètre de ce que l'on souhaite étudier – les *frontières* du système – à diviser la complexité de la réalité en éléments distincts, comme dans la méthode cartésienne mais en mettant l'accent de l'analyse sur les interactions dynamiques multiples entre les éléments et en considèrant la possibilité de propriétés émergentes (*ibid*.).

La notion de *système* relevait au départ de l'épistémologie en tant que méthode dont le scientifique disposait pour produire une connaissance sur le réel. Cependant, avec le succès croissant de cette notion et son utilisation dans tous les domaines, ce concept méthodologique est devenu un paradigme (O'Neill, 2001) ou une ontologie, c'est-à-dire que maintenant les « *systèmes existent en soi* » (« *now people think that there are real systems out there !* ») comme me l'a confié Ray Ison (communication personnelle) avec qui j'ai eu la chance de discuter de ces questions à plusieurs reprises en France et en Angleterre. Pour lui, ce basculement de la notion de système – de méthode à réalité existante indiscutable – limite la réflexivité des scientifiques sur la posture et le type de connaissances produites par la démarche systémique (Ison, 2010, 2012). De même, selon O' Neill (*ibid.*) et Ison (*ibid.*) le système comme paradigme ou ontologie, s'accompagne d'une vision du monde comme machine sur laquelle l'ingénieur peut agir – on parle d'optimisation des systèmes – ce qui oriente nécessairement l'interprétation des phénomènes complexes. D'ailleurs, la pensée systémique s'est généralisée dans les sciences à partir de la fin de la Seconde Guerre Mondiale, en même temps que la Grande Accélération de l'Anthropocène.

Pour les mêmes raisons que celles évoquées pour la démarche inductive, j'ai songé au début de ma thèse à ne pas utiliser la notion de *système* afin d'explorer la possibilité d'autres épistémologies de la complexité en agronomie, comme par exemple la méthodologie poststructuraliste de l'*Acteur-Réseau* – les réseaux contrairement aux systèmes n'ayant pas de frontières (Callon, 1986 ; Latour, 1996 ; Law & Hassard, 1999). Cette méthodologie qui permet en particulier de penser l'hybridation entre dimensions sociales et techniques (Blok & Jensen, 2011) aurait pu être adaptée aux démarches hybrides des microfermes. Cependant, je me suis rendu compte très vite dans ma thèse que j'étais formaté à « *penser en système* » et que la notion de système pouvait être très fructueuse pour étudier des fermes comme l'ont montré les travaux de l'agronomie systémique et le champ actuel de *Farming Systems Research.* Vu les différents défis de ma thèse, exercice limité à une durée de trois ans, j'ai considéré que vouloir sortir de la notion de système aurait été peut être trop ambitieux, voire inutile si cette sortie était avant tout justifiée par l'envie de faire différemment et non par une réelle mise en évidence des limites de la pensée systémique pour traiter mes questions de recherche. Cependant, j'ai toujours essayé de garder une posture réflexive par rapport à la démarche systémique avec à l'esprit que, quand je parlais des microfermes comme systèmes agricoles, il s'agissait d'un abus de langage. Les microfermes ne sont pas des systèmes, ce sont des réalités *complexes* qu'un chercheur peut

aborder avec le concept de *système*. Les implications du choix d'une épistémologie systémique dans mon travail de recherche seront discutées en fin de thèse.

3 DIVERSITE DES MICROFERMES ETUDIEES

3.1 REPERER DES MICROFERMES AU NORD DE LA LOIRE ET CREER UNE COLLABORATION

Au début de mon projet de thèse, seulement deux microfermes médiatisées étaient identifiées comme partenaire du projet : la ferme du Bec Hellouin (Normandie) impliquée dans l'étude menée par François Léger et sur laquelle je disposais de données quantitatives et la ferme de la Bourdaisière (Centre-Val de Loire) de l'association Fermes d'Avenir[81]. Comme expliqué dans la construction de ma problématique, un des objectifs de ma thèse était de développer des connaissances plus génériques sur les microfermes et pour cela il m'était essentiel de collaborer avec une diversité de microfermes dans des contextes différents. Pour cela, je me suis basé sur le projet de recherche national *Systèmes Mixtes Agroforestiers : création de Références Techniques et économiques*[82] (SMART) dans lequel mon directeur de thèse était impliqué et auquel j'ai participé[83]. Ce projet qui se focalisait principalement sur l'association d'arbres fruitiers et de cultures annuelles maraîchères avait mené une enquête en ligne exploratoire avant le début de ma thèse pour identifier des paysans partenaires. Si les paysans qui avaient répondu à l'enquête en ligne avaient des profils de fermes et de productions assez variées, une part important d'entre eux cultivaient de très petites surfaces en maraîchage biologique et leur intérêt pour l'agroforesterie témoignait d'une volonté forte d'écologisation de leurs pratiques.

Mon implication dans SMART m'a amené à aller réaliser des entretiens et des enquêtes sur une dizaine de fermes au nord de la Loire en privilégiant les fermes avec des petites surfaces. Si toutes ces fermes ne correspondaient pas à mes critères de sélection, certaines d'entre elles se sont montrées intéressées pour participer à mon projet de thèse. La plupart du temps, ces fermes connaissaient d'autres « *fermes dans leur genre* » dans la région et me mettaient en contact avec d'autres maraîchers. C'est ainsi que s'est constitué progressivement mon échantillon de microfermes, principalement par le bouche à oreille à partir d'un petit nombre de fermes initial. Je dois aussi mentionner la forte implication du groupe Maraîchage en Autonomie sur Petites Surfaces (MAPS), un collectif de maraîchers biologique de Lorraine financé par le Ministère de l'Agriculture dans le cadre de projets régionaux[84] pour la transition vers l'agro-écologie. Ce collectif, animé par l'Association Lorraine Alsace pour le

[81] L'association Fermes d'Avenir http://www.fermesdavenir.org/ se structure autour d'un projet expérimental sur la viabilité d'une microferme inspirée de techniques biointensives et de la permaculture, mais mène également au niveau national des activités d'information et de sensibilisation pour les agriculteurs, le grand public et les décideurs politiques afin de faire émerger à grande échelle de nouveaux modèles agricoles.
[82] Financement CASDAR du Ministère de l'Agriculture.
[83] En menant un certain nombre de suivis en fermes dans la zone Nord de la France et en concevant plusieurs suivis socio-économiques adaptés aux systèmes combinant agroforesterie et maraîchage avec Agnès Bellec-Gauche, doctorante à l'INRA de Montpellier en sciences de gestion, ce qui a été l'occasion d'échanges méthodologiques très riches.
[84] Financement CASDAR.

Développement de l'Emploi Agricole et Rural (ALADEAR) était structuré autour d'un petit groupe de maraîchers et de maraîchères très dynamiques qui souhaitaient réfléchir collectivement aux enjeux et pratiques du maraîchage biologique sur petites surfaces, avec de fortes aspirations paysannes d'autonomie. L'animateur du groupe, Gautier Félix, était un ancien étudiant de François Léger, et grâce à lui, j'ai eu la chance de pouvoir rentrer en contact avec le groupe MAPS dont plusieurs paysans sont devenus partenaires de mon projet de thèse. De plus, le groupe MAPS avait l'avantage d'avoir déjà développé une dynamique collective structurée en Lorraine, ce qui a permis de présenter et discuter mon travail collectivement avec les maraîchers à plusieurs reprises en m'intégrant à des journées de discussions du groupe.

Je dois dire que j'ai été surpris de constater qu'il existait en fait plus de microfermes, non médiatisées et peu visibles, que ce que à quoi je m'attendais. Dès que je visitais une ferme, je repartais avec le contact d'une ou deux autres fermes à visiter à tel point que j'ai dû restreindre le nombre des fermes enquêtées vu la masse de données à collecter et les temps d'analyse nécessaires. En outre, la visite d'autres fermes n'apportait plus de nouvelles informations par rapport aux concepts que j'avais développés et à mes objectifs de recherche. C'est le phénomène dit de *saturation théorique,* décrit plus loin, central dans la méthodologie inductive d'études de cas (Glaser & Strauss, 2009).

Ce projet de recherche n'aurait pas été possible sans l'enthousiasme, l'énergie et l'intérêt des maraîchers et des maraîchères qui ont accepté de collaborer. Ils évoquaient souvent le fait que lors de leur installation ils avaient eu de grosses difficultés à trouver des données sur les microfermes et que les structures d'accompagnement agricole étaient démunies face à leur demande. En participant à la recherche, ils et elles espéraient que leur expérience puisse faciliter la tâche des futurs porteurs de projet et également contribuer à une forme de reconnaissance institutionnelle et de crédibilité des microfermes car beaucoup ont eu des difficultés à obtenir des prêts bancaires ou ont du faire la preuve de l'intérêt de leur démarche auprès des structures agricoles.

Le niveau d'implication des microfermes dans ma recherche a pris principalement deux formes. Dans un premier temps, toutes les fermes ont été enquêtées une fois, via un entretien semi-directif très détaillé mais restant principalement qualitatif hormis certaines questions sur le revenu et le temps de travail. Ce sont ces entretiens qui ont servi de base à la construction du cadre conceptuel (article 2) et qui ont servi en partie à l'élaboration de la structure du modèle quantitatif (article 3). En France, 20 microfermes ont ainsi été enquêtées. L'article 2, rédigé en début de thèse n'en présente que 14 car j'ai continué à réaliser les enquêtes après sa rédaction afin d'appuyer la construction du modèle quantitatif. Sur ces 20 microfermes, 10 ont été sélectionnées pour une collaboration plus régulière afin de récolter les données quantitatives nécessaires à l'élaboration du modèle. Cette récolte de données s'est étendue sur une année pleine et a nécessité une implication plus forte des paysans avec souvent plusieurs visites (4 en moyenne) afin de recueillir toutes les données nécessaires.

Les données de ces 10 fermes ont permis de calibrer le modèle quantitatif. Cependant, les données de revenu et de temps de travail récoltées sur les 20 fermes ont permis de valider les résultats du modèle, ainsi que des données venant de documents techniques de structures agricoles (voir article 3).

J'ai choisi de limiter mes terrains d'étude français au nord de la Loire, ce qui couvrait déjà une importante zone de la Bretagne à l'Alsace, par compromis entre la nécessité de collaborer avec un nombre suffisant de fermes et la limitation des déplacements depuis Paris, déplacements qui demeuraient malgré tout très prenants.

3.2 GLISSEMENTS ENTRE URBAIN ET RURAL, ENTRE FRANCE ET ANGLETERRE

L'idée de *microferme* intéressait fortement les porteurs de projet et les collectivités urbaines. Mon projet de thèse, mené dans l'équipe Agricultures Urbaines de l'UMR SADAPT, et financé par la Région Ile-De-France, entendait créer des connaissances utiles pour l'étude et l'accompagnement des microfermes en milieu urbain. De nombreuses définitions de l'*urbain* existent en fonction des questions et des thématiques de recherche. Dans cette thèse, j'utilise la définition de l'*agriculture urbaine* de M'Baye et Moustier citée par Ba & Aubry (2011) comme « *l'agriculture localisée dans la ville et à sa périphérie, dont les produits sont destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usage agricole et urbain non agricole des ressources* ». J'ai souhaité très tôt intégrer des cas d'étude de microfermes urbaines. Cependant, au début de ma thèse, si les microfermes étaient très présentes dans la communication et les projets des élus, peu de projets concrets existaient en milieu urbain et la plupart avaient des statuts associatifs. Afin d'étudier la viabilité économique des microfermes, je souhaitais me focaliser dans un premier temps sur des fermes commerciales dont la principale source de revenu était le maraîchage et non des modèles associatifs subventionnés avec une grande diversité d'activités.

J'ai donc fait le choix dans la première phase de ma thèse de me focaliser uniquement sur des microfermes commerciales, donc en milieu rural, avec l'idée que les connaissances générées sur ces fermes pourraient ensuite être adaptées au milieu urbain en intégrant les spécificités de l'agriculture urbaine. J'ai donc développé un cadre conceptuel et un modèle quantitatif sur des microfermes commerciales rurales (article 2 et 3). Cependant, dans la dernière partie de ma thèse, j'ai souhaité mettre ces outils, en particulier le modèle quantitatif, à l'épreuve du milieu urbain pour répondre aux enjeux initiaux de ma thèse. J'ai eu la chance de pouvoir faire un séjour d'étude de 3 mois en Angleterre au printemps 2016 dans le cadre de l'EIR-A Agreenium[85]. Réalisé au *Centre for Agroecology, Water and Resilience* (CAWR) de l'Université de Coventry, cet échange m'a permis de collaborer avec Marina Chang, chercheuse

[85] Un programme français favorisant la mobilité et l'ouverture internationale des doctorants.

spécialisée dans les problématiques d'agriculture urbaine à Londres. Basé sur son excellente connaissance et implication dans les initiatives d'agriculture urbaine de cette ville et un bagage théorique personnel sur les agricultures urbaines acquis au cours de ma thèse grâce aux échanges et conférences avec mes collègues d'équipe[86], nous avons entrepris d'adapter le modèle quantitatif développé au contexte londonien en nous basant sur dix cas d'étude et de discuter les résultats lors d'un atelier collectif avec des agriculteurs urbains (article 5).

Quatre de ces dix cas d'études londoniens ont été tirés de documents réalisés par *The alliance for better food and farming* (SUSTAIN), une ONG nationale impliquée, entre autres, dans l'agriculture urbaine via le réseau *Capital Growth* regroupant plus de 2 000 projets d'agricultures urbaines de toute forme à Londres. Les six autres ont fait l'objet d'entretiens semi-directifs que j'ai conduits. La dizaine de microfermes urbaines ainsi considérées correspondaient aux cas emblématiques de l'agriculture urbaine orientée vers la production commerciale sur sol[87] à Londres. Par rapport à l'implication des microfermes françaises, la participation des microfermes londoniennes a été plus ponctuelle avec un entretien semi-directif et un atelier collectif.

3.3 DESCRIPTION GENERALE DES MICROFERMES ENQUETEES

Les fermes qui ont fait l'objet de cette thèse sont décrites dans les articles 2, 3 et 5. Cependant, l'article 2 ne présente que les 14 microfermes qui ont servi à élaborer le cadre conceptuel. Six autres fermes ont ensuite fait également l'objet d'entretiens qualitatifs pour aider la construction du modèle quantitatif et aussi valider le cadre conceptuel. L'article 3 sur la construction du modèle quantitatif ne détaille que les 10 microfermes sur lesquelles le modèle a été calibré. Le **Tableau 1** détaille donc la totalité des 20 microfermes qui ont servi au développement conceptuel du modèle quantitatif. La **Figure 1** les situe sur une carte.

[86] En particulier Christine Aubry, Anne-Cécile Daniel, Baptiste Grard, Jeanne Pourias et Agnès Lelièvre.
[87] Hors projets d'hydro- ou aquaponie, cultures sur les toits, en bacs, en containers, etc.

Tableau 1: Microfermes enquêtées en France

Région	Age (ans)	SAU (ha)	ETP	Surface cultivée en légumes (m2/ETP)	Part des serres sur la surface cultivée	Types de produits végétaux	Niveau de motorisation	Quanti
Bretagne	3	1.6	1	8000	13%	63	Manuel +tracteur	Oui
	5	5.2	3	4300	19%	65	Manuel +tracteur	Oui
	4	15	1	10000	10%	30	Manuel +tracteur	
	6	2	2	7000	20%	80	Manuel +tracteur	
Pays de la Loire	4	12	1.5	3000	18%	55	Manuel	Oui
	6	2	2.6	8000	10%	40	Manuel +tracteur	Oui
	4	4	5	6000	13%	80	Manuel +tracteur	
Centre-Val de Loire	2	1.3	4	1800	9%	30	Manuel	Oui
	6	3	2.7	7500	10%	50	Manuel+tracteur	
Normandie	5	1	1	4000	15%	60	Manuel	
	4	2.8	3	8000	10%	50	Manuel+tracteur	Oui
	10	20	4	1250	9%	80	Manuel+traction animale	Oui
Grand Est	4	3.3	1.5	8000	58%	50	Manuel+motoculteur	
	6	3	2	3500	14%	70	Manuel+motoculteur	Oui
	4	2.6	2	12000	1%	55	Manuel+tracteur	
	5	2.2	2	5000	10%	35	Manuel+tracteur	
	6	3.1	1	8500	18%	40	Manuel+motoculteur	Oui
	5	1.8	1	3500	25%	65	Manuel+tracteur	Oui
	2	5	2	6000	15%	50	Manuel+tracteur	
	5	3	2	10000	10%	60	Manuel+tracteur	

SAU : Surface Agricole Utile. ETP : Equivalents Temps plein (1 ETP= 1 maraîcher à temps plein ou un salarié/stagiaire à temps plein sur l'année). La surface cultivée inclut les allées mais non la surface de la ferme dédiée aux bâtiments ou autres activités non maraîchères. Les types de produits végétaux correspondent aux cultures identifiées comme différentes dans l'offre commerciale (avec par exemple un prix différent). Cela n'inclut pas les différentes variétés par type de légumes (souvent très nombreuses) et toutes les herbes aromatiques comptent pour un seul type de produit. *Quanti* indique si les données quantitatives de la ferme ont été utilisées pour créer le modèle quantitatif. Les données de toutes les fermes ont été utilisées pour le valider a posteriori comme expliqué dans l'article 3.

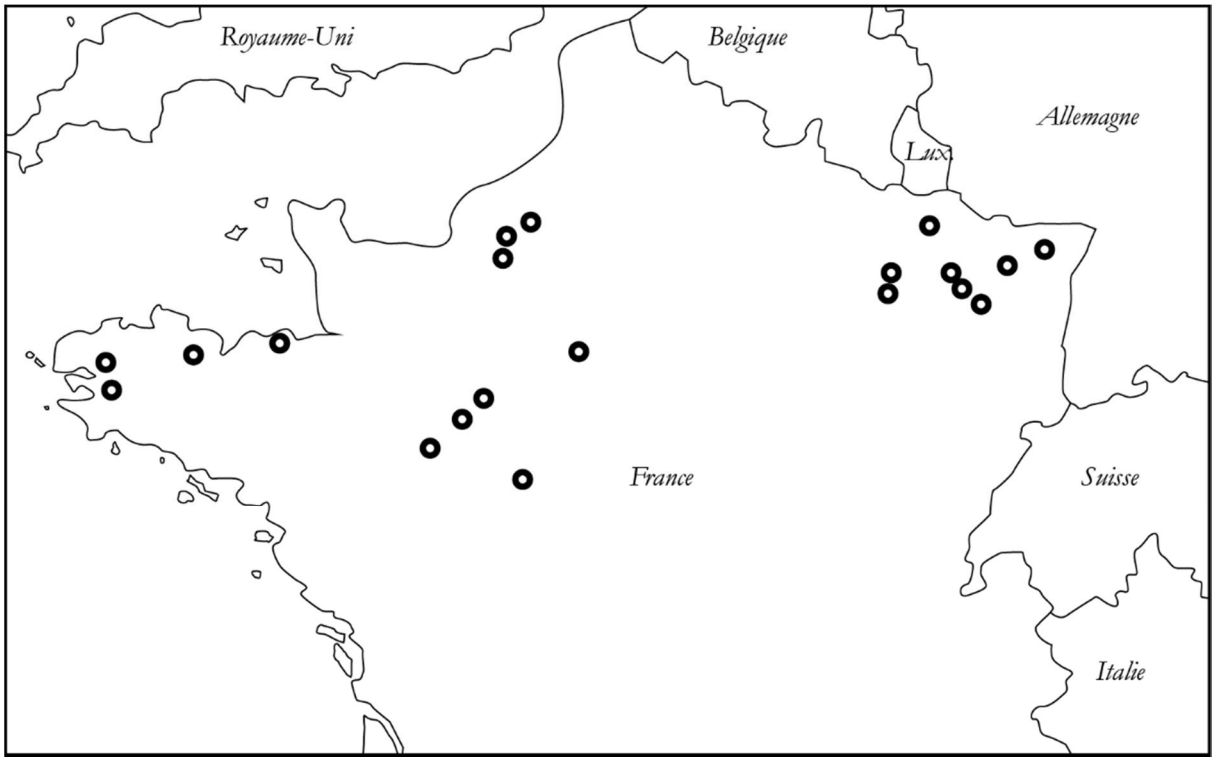


Figure 1 : localisation des 20 microfermes étudiées en France

Les 10 cas d'étude londoniens sont détaillés dans l'article 5. Les trois sources d'inspiration principales des microfermes ont été décrites dans la partie 1. Cependant, je pense qu'il est intéressant de montrer en quoi les corpus théoriques de la permaculture, du maraîchage biointensif et de l'agriculture naturelle ont été intégrés et combinés sur les microfermes.

3.4 LA PERMACULTURE DANS LES MICROFERMES ENQUETEES

Initialement, la permaculture a été surtout pensée pour concevoir des espaces de vie assurant l'autosuffisance alimentaire et énergétique de familles ou de petites communautés et pas particulièrement pour des fermes commerciales. Les paysans qui s'inspirent de la permaculture doivent donc ajuster certains principes par rapport à la réalité de leur ferme. Par exemple, si la permaculture met l'accent sur une évolution dynamique des couverts laissant une place croissante aux plantes pérennes, la plupart des légumes, base de la commercialisation en maraîchage, sont des plantes annuelles. L'agroforesterie – où des cultures annuelles sont réalisées entre des rangs de fruitiers – pratiquée par 7 maraîchers sur les 20 enquêtés en France est une solution envisagée par les maraîchers pour intégrer des plantes pérennes dans leur

système annuel et ainsi stocker du carbone et de l'énergie en lien avec les concepts thermodynamiques de la permaculture.[88]

Huit des vingt fermes françaises[89] et quatre des dix fermes londoniennes[90], mettaient en avant la permaculture parmi leurs sources d'inspiration. La permaculture nous est apparue beaucoup plus connue à Londres qu'en France, mais la plupart des projets de permaculture à Londres concernaient des jardins collectifs ou des projets associatifs et non des fermes à vocation commerciale. Les modalités d'intégration de la permaculture étaient très variables selon les fermes. Dans tous les cas, les principes éthiques de la permaculture étaient jugés centraux dans la démarche des paysans, ainsi que la création de paysages complexes intégrant végétaux, animaux, plantes pérennes (vergers, haies fruitières). Les paysans intégraient également une réflexion sur la limitation du travail du sol et sur l'aménagement global de l'espace en termes de gestion de l'eau, bouclage des cycles de matière, microclimats et intégration de zone refuges pour favoriser les régulations biologiques. De plus, les considérations esthétiques et de qualité de vie étaient régulièrement évoquées. Néanmoins, les fermes ayant suivi rigoureusement une démarche de *design* avec les outils méthodologiques de la permaculture étaient une minorité.

Dans la plupart des fermes, la permaculture était plus perçue comme un état d'esprit ou du bon sens, revenant à réfléchir de manière holiste à l'aménagement de la ferme et aux conséquences de l'intégration de chaque nouvel élément ou nouvelle pratique dans la ferme. A quelques rares exceptions, la connaissance des ouvrages traitant de la permaculture (quasiment tous en anglais) était limitée à un ou deux livres traduits en français et à des échanges entre praticiens, ce qui fait que le corpus théorique de la permaculture était souvent assez méconnu des paysans. A cet égard, j'ai pu observer une différence assez flagrante en discutant avec les praticiens anglophones inspirés par la permaculture lors de mon séjour en Angleterre où les concepts et méthodes apparaissent beaucoup plus présents. Cette observation qui n'est en rien un jugement de valeur illustre bien la démarche hybride que j'ai déjà évoquée. La plupart des paysans français enquêtés se sont appropriés certains éléments de la permaculture, assez souvent d'ailleurs pour mettre un mot sur une pratique ou une pensée et enrichir une démarche qui leur paraissait assez naturelle. Certains trouvaient assez artificiel les notions de méthodologie et de *design*, qui justement leur rappelaient une pensée industrielle du « tout-contrôle » qu'ils ne souhaitaient pas mettre en œuvre sur leur ferme.

---

[88] Le stockage de carbone, d'énergie et la complexification de l'écosystème était mise en avant par les praticiens de l'agroforesterie. Cependant, les maraîchers ne faisaient pas référence au vocabulaire thermodynamique employé par (Holmgren, 2002) qui conçoit cette complexification comme moyen de diminuer l'entropie.

[89] Ce qui n'empêche pas que les autres aient pu s'inspirer directement ou indirectement de la permaculture, mais ils ne le mentionnaient pas spécifiquement.

[90] Mais la bonne connaissance de la permaculture dans les réseaux alternatifs anglais fait que même, si la permaculture n'était pas « revendiquée », elle semblait inspirer indirectement les projets commerciaux en termes de gestion holistique et de place centrale accordée à la diversité.

3.5 LE BIOINTENSIF DANS LES MICROFERMES ENQUETEES

Sur les 20 microfermes enquêtées en France, 14 ont fait directement référence à Coleman et/ou Fortier dans les entretiens. A Londres, les 10 fermes enquêtées intégraient des pratiques biointensives mais en faisant référence à des sources d'inspiration britanniques, comme Dowding (2012) ou Larkcom (2007) pour les cultures d'hiver. L'impact de Coleman et Fortier dans les microfermes françaises tient particulièrement à ce que ces deux auteurs présentent des exemples concrets, chiffres à l'appui, de l'application de leur démarche à l'échelle d'une ferme commerciale alors que la permaculture restait pour certains assez abstraite en termes d'applications concrètes. L'intégration du biointensif dans les microfermes concernait particulièrement :

- la réflexion centrale sur les coûts de production et la densité spatiale et temporelle, incluant les cultures d'hiver, pour faire de la petite surface un atout ;
- l'adoption de planches plates permanentes de dimensions standardisées pour faciliter les interventions. Par rapport aux planches de 75-80 cm de Coleman, chaque maraîcher avait mené une réflexion sur la largeur de ses planches, allant de 75 cm à 120 cm selon les fermes. Les planches sont dites permanentes car les allées où les maraîchers marchent, en tassant le sol, sont toujours au même endroit, contrairement au maraîchage classique ou tout l'espace est labouré à chaque culture et où la disposition des allées peut varier en fonction de celle-ci. Les planches permanentes ont donc pour objectif de tasser le moins possible le sol et sont travaillées la plupart du temps superficiellement, manuellement, avec un motoculteur ou un petit tracteur ;
- une préoccupation pour la recherche d'outils ergonomiques adaptés au maraîchage sur petite surface qui se traduisait souvent par des expérimentations individuelles ou collectives[91] faisant la part belle au bricolage comme chez Coleman.

Cependant, la logique marchande et le marketing de Coleman et surtout de Fortier[92], n'étaient pas forcément du goût de tous les paysans. Coleman et Fortier soignent beaucoup le *packaging* de leurs produits, bien lavés et bien emballés, qui sont vendus à des prix assez élevés, même en paniers, avec une part importante de « petits légumes » permise par la grande densité de plantation et de jeunes pousses à haute valeur ajoutée (mesclun). Si certains maraîchers

[91] Un bon exemple d'expérimentation collective est fourni par le « Charimaraîch' » un chariot multifonction conçu collectivement et dont les prototypes successifs ont été testés collectivement par le groupe Maraîchage en Autonomie sur Petite Surface (MAPS) soutenu par l'ALADEAR, association membre du réseau FADEAR pour l'Alsace-Loraine. Les plans de ce chariot ont été diffusés en accès libre via la dynamique du réseau de l'Atelier Paysan qui met en avant l'expérimentation et la diffusion d'innovations simples entre paysans. *http://www.latelierpaysan.org/R-D-participative-o-Le-Charimaraich-l-exemple-lorrain-d-une-R-D-participative* [consulté le 26/09/16]

adoptaient des démarches identiques et cherchaient à valoriser une part de leur production à des prix élevés via des restaurants par exemple, d'autres mettaient en avant la nécessité de pouvoir vendre du bio à bas prix, accessible à tous, quitte à distribuer les légumes en vrac sans les laver pour limiter les coûts de la vente. De même, si dans toutes les fermes le mesclun[93] était une culture jugée intéressante, beaucoup de maraîchers français insistaient sur leur envie de nourrir « *réellement »* les gens et pas uniquement de salades[94] et intégraient peut-être plus que Coleman et Fortier des cultures moins rentables pour produire une offre qui *faisait sens* par rapport à leurs questionnements éthiques.

Les pommes de terre de conservation[95] occupaient une place à part dans ce débat. Sur les 20 microfermes françaises, dix ne cultivaient pas de pommes de terre de conservation et préféraient se concentrer sur les primeurs mieux valorisées, quitte à pratiquer l'achat-revente de pommes de terre de conservation pour compléter leur offre hivernale. Selon ces maraîchers, cultiver la pomme de terre de conservation aurait impliqué un niveau supérieur de motorisation peu rentable sur une petite surface et en inadéquation avec leurs aspirations : « *Je n'aime pas le bruit du tracteur et de toute façon je ne suis pas mécano et les tracteurs c'est toujours en panne ; il y a des gars qui adorent la bricole et les tracteurs, je leur laisse les patates avec plaisir* ». Pour les autres, la culture de la pomme de terre de conservation était jugée cruciale et participait de leur identité de maraîcher : « *Si je ne peux pas nourrir les gens en hiver avec des patates, je ne suis pas maraîcher* ». Elle était aussi jugée plus cohérente d'un point de vue éthique : « *Il serait trop facile de faire l'apologie des petites fermes et de faire à la main tous les trucs sympas et à haute valeur ajoutée et de laisser les patates à nos gros collègues motorisés* » [96]. Ces maraîchers déployaient différentes stratégies pour la culture de pommes de terre de conservation allant de l'emprunt de l'arracheuse à pomme de terre à un voisin pour la récolte[97], à l'expérimentation de techniques de cultures alternatives, par exemple cultiver la pomme de terre sous paille pour pouvoir très facilement la récolter à la main sans avoir à « l'arracher » du sol. A Londres, vu la nécessité de créer une forte valeur ajoutée par unité de surface dans des espaces urbains très réduits, la pomme de terre était exclue dans tous les cas.

---

[93] Ou d'autres cultures à haute valeur ajoutée comme les légumes asiatiques (chou chinois) ou les herbes aromatiques très recherchées (basilic) ou exotiques (shizo).

[94] Cette discussion sur les jeunes pousses et cultures à haute valeur ajoutée (*greens*) *vs* une gamme plus large de légumes sera explicitée dans l'article 4 dans l'analyse de l'atelier avec les paysans urbains de Londres.

[95] En effet, ces cultures occupent le sol pendant une durée longue et peuvent être jugées complexes et pénibles à récolter manuellement par rapport à leur faible prix de vente en hiver contrairement aux pommes de terre primeur mieux valorisées qui peuvent d'ailleurs être cultivées sous serre pour être vendues très tôt au printemps à des prix très intéressants.

[96] Citations extraits des entretiens menés en France.

[97] L'importance de l'intégration locale des microfermes permettant l'accès à des ressources de manière non marchande est détaillée dans l'article 2. Pour certains équipements, certaines microfermes mettaient en avant également la possibilité de mise en commun du « gros matériel » pour des petites fermes via des structures coopératives. Dans les faits aucune des fermes enquêtées n'y avait recours vu la faible densité de petites fermes dans un rayon proche.

Le principe des serres mobiles n'était appliqué dans aucune des fermes enquêtées mais plusieurs maraîchers m'ont confié être intéressés par cette idée et au moment où je rédige cette thèse au moins trois d'entre eux ont commencé à l'expérimenter.

3.6 L'AGRICULTURE NATURELLE DANS LES MICROFERMES ENQUETEES

Sur 20 microfermes enquêtées en France, 8 se sont référées spontanément à Fukuoka dans la description de leur approche (3 fermes sur 10 à Londres). Si les pratiques particulières développées par Fukuoka sont très contingentes des conditions pédoclimatiques de son île japonaise, c'est surtout l'approche globale de l'agriculture naturelle qui a influencé les paysans occidentaux, en particulier la réflexion sur la limitation possible de l'intervention humaine. La plupart adhéraient à cette nécessité de l'humilité et de la collaboration avec la nature.

Concrètement, les principes de Fukuoka se traduisaient par une volonté de ne pas travailler le sol et de ne pas chercher un désherbage impeccable à tout prix, comme ce qui est généralement conseillé en maraîchage biologique classique. Un certain nombre de maraîchers, comme Fukuoka, cherchaient à contrôler les adventices à certains moments cruciaux du développement des cultures et non à les éradiquer. Selon eux, il était très difficile de sortir du « *dogme de la parcelle propre* » mais ils reconnaissaient, chiffres à l'appui, que parfois le coût en énergie et en temps de travail d'un désherbage parfait et constant pénalisait le résultat économique réalisé par unité de surface par rapport à une parcelle enherbée. Ils défendaient l'idée que dans certains cas l'enherbement pouvait certes entraîner une baisse de rendement mais que le coût économique de cette perte était inférieur à celui engagé pour le désherbage, d'autant plus qu'au-delà du seul coût économique, le désherbage pouvait être jugé comme une tâche pénible. Le défi principal devenait alors de savoir à quels moments il était avantageux d'intervenir et à quel moment il était avantageux de ne pas intervenir, en considérant également que le compostage des adventices pouvait réduire les coûts de fertilisation et que la présence des adventices favorisait aussi les populations de certains insectes auxiliaires. La plupart des maraîchers, installés sur des fermes de moins d'une dizaine d'années, reconnaissaient encore être dans une phase d'apprentissage par rapport à l'acquisition de ce savoir-faire de l'intervention juste ou superflue sur leur ferme.

De même, pour certains, l'observation fine des cycles naturels sur la ferme était mise en avant comme un moyen de cibler des interventions appropriées. Par exemple, certains maraîchers expliquaient qu'ils cherchaient à comprendre les cycles de vie et les habitudes des limaces et des campagnols pour intervenir au moment opportun ou s'assurer de créer les conditions qui permettent de limiter leurs dégâts.

L'utilisation de variétés paysannes sélectionnées année après année pour être robustes dans les conditions spécifiques de la ferme était également fréquemment mise en avant. Certains maraîchers permettaient également, comme Fukuoka, à une part variable des légumes de monter

en graines et de se ressemer spontanément sur les planches. Ces cultures spontanées n'étaient pas incluses dans la planification des cultures, mais lorsque des difficultés se présentaient pour remplir les paniers hebdomadaires, ces plantes dont la production ne coûtait rien puisque les maraîchers ne s'en occupaient pas, constituaient un complément intéressant à leur offre. A ce sujet, une maraîchère m'a raconté une anecdote intéressante. Sans le vouloir elle avait laissé se ressemer des navets et des radis sur une planche qu'elle ne cultivait plus. A une dizaine de mètres de là, elle avait l'année suivante semé radis et navets sur une planche « *propre* » travaillée au motoculteur et désherbée. Ces radis et navets, attaqués par des ravageurs, avaient mauvaise mine. Afin de proposer ces cultures dans ses paniers, elle avait donc récolté les radis/navets ressemés spontanément. Bien que ces légumes fussent littéralement enfouis dans une couche de 50 cm d'herbe, ils étaient sains, vigoureux et impeccables pour la commercialisation[98]. Cette maraîchère m'a alors avoué que cet épisode l'avait beaucoup questionnée sur ses pratiques.

Le non travail intégral du sol et la culture sous couverts végétaux ou paillages est également une thématique que certains maraîchers ont commencé à expérimenter, en lien avec le réseau du *maraîchage sur sol vivant*[99] créé il y a quelques années et qui prend de l'ampleur. Les maraîchers qui participent à ce mouvement informel s'inspirent beaucoup des pratiques de Fukuoka mais également des expérimentations de l'agriculture de conservation et des techniques culturales simplifiées principalement développées sur grandes cultures qu'ils essayent d'adapter au maraîchage biologique. Cette adaptation peut recourir à des techniques non utilisées par Fukuoka comme la couverture par des bâches, pour faciliter l'incorporation des couverts dans le sol avant plantation et semis, l'utilisation de paille exogène pour couvrir les sols et la mise au point d'outils motorisés dérivés de l'agriculture de conservation de plein champ pour les planches permanentes de 80 à 120 cm en maraîchage (*rolo faca,* semoir direct*, strip till*[100]*).*

3.7 HYBRIDATION DES SOURCES D'INSPIRATION SUR LES MICROFERMES

Comme je l'ai déjà évoqué, l'approche et les pratiques des paysans avec lesquels j'ai travaillé sont hybrides et s'approprient différentes sources d'inspiration à l'aune de leur propre expérience et de leur contexte. A cet égard, il est intéressant de noter que la plupart des maraîchers enquêtés ont évoqué au moins deux des sources précitées lors des entretiens, voire les trois. Si les trois approches se rejoignent sur certains points, par exemple la nécessité

---

[98] Il faut néanmoins reconnaître que le goût de ces radis et navets était plus prononcé que celui des légumes cultivés classiques, ce qui n'est pas forcément du goût de tous les consommateurs.
[99] *http://maraichagesolvivant.org/wakka.php?wiki=PagePrincipale*
[100] Le *rolo faca* est un « rouleau écraseur » développé au Brésil qui casse les tiges des plantes et « affaiblit » donc le couvert pour réduire la compétition possible avec l'implantation de cultures ultérieures. Le *strip till* est un outil qui permet de tracer des sillons de semis en écartant le couvert végétal seulement sur une faible largeur de sillon.

philosophique de collaborer avec la nature, de respecter les sols et de valoriser la diversité, elles peuvent sembler contradictoires sur certains aspects. Par exemple :

- l'agriculture naturelle est non-interventionniste ;
- le maraîchage biointensif est interventionniste (désherbage total, travail du sol même superficiel, compostage, recours possible à des intrants extérieurs) ;
- la permaculture, même si elle vise à terme à développer des systèmes agricoles qui limitent le temps de travail et les intrants extérieurs, se base avant tout sur un *design* de l'espace que l'on pourrait juger interventionniste, dans le sens où l'homme modèle consciemment des zones et des habitats.

Les maraîchers enquêtés en France ou à Londres s'accommodent assez bien de ces différences et n'y voient pas d'opposition fondamentale contrairement à certains puristes des milieux anglo-saxons (Ferguson & Lovell, 2014). Même si les paysans enquêtés peuvent être qualifiés d'idéalistes, dans le sens positif du terme, c'est bien le pragmatisme qui prévaut dans la plupart des cas. Les maraîchers tentent donc sur leur ferme de combiner au mieux les pratiques et les approches qui leur semblent intéressantes dans chaque source d'inspiration.

A cet égard, le cas bien documenté de la ferme du Bec Hellouin est révélateur (Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014). Le design global de la ferme y est abordé selon la démarche propre à la permaculture, avec des zones où l'intervention de l'homme varie. Dans la zone 1, la plus proche du centre de la ferme et la plus intensément visitée, les maraîchers cultivent les légumes selon les principes de Coleman : planches plates bien désherbées et travaillées superficiellement pour réaliser des lits de semences fins pour des semis rapides et denses avec le semoir à 6 rangs développé par celui-ci, tout en y ajoutant des apports de Jeavons pour certaines cultures et plantes compagnes. La zone 2, moins intensive, est cultivée principalement sous forme de buttes de cultures rondes très peu travaillées et mulchées (courantes en permaculture), principalement pour y implanter des plants. La zone 3 de forêt-jardin multi-strates typique de la permaculture est gérée dans une logique peu interventionniste proche de l'agriculture naturelle. Selon les maraîchers, cette combinaison permet à l'échelle de la ferme de bénéficier des avantages et forces de chaque approche, intégrée dans une logique globale de permaculture.

Les autres maraîchers enquêtés ont réalisé des aménagements identiques basés avant tout sur l'expérimentation constante et la plupart reconnaissent que leur *système technique* n'est pas stabilisé et en constante évolution, remis en question au gré de nouvelles lectures, des discussions avec d'autres paysans ou des informations glanées par internet qui est pour beaucoup de maraîcher une source importante d'inspiration comme d'information.

4 UNE COMBINAISON DE METHODES

Par rapport à la posture de recherche décrite en 1 et en 2, j'ai combiné plusieurs méthodes d'acquisition et d'analyse des données au cours de différents travaux de ma thèse. L'utilisation des différentes méthodes sera décrite dans chaque article. Cependant, je vais présenter ici les grands principes de chaque méthode et détailler certains aspects non évoqués dans les articles.

4.1 METHODOLOGIE D'ETUDE DE CAS ET ANALYSE QUALITATIVE

L'étude de cas est une méthode privilégiée dans les démarches inductives, particulièrement adaptée au type de recherche exploratoire que j'entendais mener dans ma thèse sur des initiatives peu documentées (Eisenhardt, 1989). Elle consiste à collecter une somme importante de données sur un échantillon restreint afin de créer des cadres théoriques originaux et adaptés aux cas étudiés (Glaser & Strauss, 2009). Contrairement à des études menées sur une grande population où l'échantillonnage des cas à considérer peut faire appel à des méthodes statistiques, l'étude de cas inductive privilégie un *échantillonnage théorique*. Le principe de l'échantillonnage théorique consiste à ne pas fixer *a priori* le nombre de cas étudiés et à intégrer progressivement des cas choisis pour leur caractère contrasté par rapport à la population étudiée afin de couvrir la gamme des possibles que l'analyse met progressivement en lumière. Les concepts théoriques sont générés par une analyse qualitative des cas d'étude qui combine l'étude approfondie de chaque cas d'étude et l'étude transversale des différents cas (Eisenhardt, 1989 ; Glaser & Strauss, 2009 ; Yin, 2009).

L'analyse qualitative consiste, par différentes techniques, à regrouper progressivement les données singulières de chaque cas, en l'occurrence chaque microferme, dans des catégories conceptuelles de plus en plus abstraites afin qu'un nombre limité de catégories permette de décrire la totalité des cas (Elo & Kyngäs, 2008 ; Glaser & Strauss, 2009 ; Miles & Huberman, 1984). Parmi les différentes techniques d'analyse qualitative, j'ai en particulier utilisé la technique du codage et l'utilisation de matrices de données (Miles & Huberman, 1984). La technique du codage consiste à repérer dans les entretiens retranscrits des *unités de sens* et à leur associer un code (par exemple dans un premier temps je regroupais toutes les informations ayant trait aux pratiques de fertilité par le code FERTI). A partir des codes, les données des différents cas peuvent être structurées dans des matrices (tableaux Excel dans mon cas) qui permettent d'avoir une vision globale des différents cas d'étude, à la fois des cas singuliers (lecture en colonne) et des dimensions transversales aux différentes fermes (lecture en ligne).

Ces matrices étaient enrichies progressivement par l'ajout de nouvelles fermes. En cherchant à monter en généralité, de nouveaux codes étaient créés pour rendre compte des catégories plus générales (par exemple les pratiques de fertilité pouvaient être codées dans la catégorie plus large des pratiques écologiques ECO). Les codages peuvent intégrer dans leur structure ces

différents niveaux de conceptualisation afin de structurer les données en « poupées gigognes ». Par exemple, les pratiques de fertilité, intégrées dans la catégorie des pratiques écologiques pouvaient être codées ECO.FERTI et ainsi de suite. Dans l'analyse des microfermes, j'ai considéré parfois jusqu'à 4 niveaux de codages.

Progressivement, les catégories conceptuelles devenaient plus génériques et les relations entre ces différentes catégories conceptuelles étaient également catégorisées. Tant que l'ajout d'un nouveau cas d'étude continuait à faire évoluer les catégories et les relations entre elles, l'échantillonnage théorique visait à intégrer un nouveau cas d'étude, jusqu'au point dit de *saturation théorique* (Eisenhardt, 1989 ; Glaser & Strauss, 2009) où le cadre théorique créé est considéré comme *stabilisé*. Dans les faits, j'ai cherché à intégrer un peu plus de cas que nécessaires à la saturation théorique afin de m'assurer de la robustesse des cadres créés. Par exemple, dans l'article 2, la saturation théorique était atteinte au bout d'une dizaine de microfermes et j'ai poussé l'échantillonnage jusqu'à 14. Afin d'élaborer la structure du modèle quantitatif, j'ai ensuite intégré six autres fermes et j'ai pu m'assurer que l'analyse de ces nouveaux cas n'impactait pas le cadre conceptuel.

Les codages et l'analyse des codages peuvent être en partie automatisés par différentes logiciels comme le *package* R pour la *Qualitative Data Analysis* (RQDA). J'ai cependant opté pour un travail uniquement manuel afin de m'approprier les données et de développer une connaissance intime de chaque cas d'étude, comme recommandé dans la méthode d'analyse des cas dite *clinique* pratiquée en sciences de gestion (Chia *et al.*, 1991), qui me paraissait garantir la finesse et la pertinence du processus,.

Comme évoqué plus haut, l'analyse qualitative des microfermes a été guidée et structurée par le concept de *système* qui insiste sur la nécessité de considérer et qualifier les interrelations entre catégories conceptuelles. De plus, j'ai aussi intégré des concepts agronomiques existants qui me paraissaient appropriés à la lecture théorique des microfermes comme par exemple l'*adaptation* entre les *finalités* (que j'appelle *aspirations*) de l'agriculteur et sa *situation,* les *choix stratégiques*, les notions de *cohérence* et de *compromis* (*tradeoff*), ou la *planification* des cultures. Ces notions déjà partiellement présentées seront détaillées dans les articles correspondants.

4.2 ENTRETIENS SEMI-DIRECTIFS

J'ai mené des entretiens semi-directifs afin de recueillir les données qualitatives nécessaires pour traiter de mes questions de recherches. Les entretiens semi-directifs se caractérisent par le fait qu'ils sont orientés par un ensemble de thématiques définies avant l'entretien et de questions ouvertes (Sibelet *et al.*, 2013). Pour mener ces entretiens, je me suis principalement appuyé sur les travaux de Olivier de Sardan (2008) qui conseille de ne pas se référer à un questionnaire fixe où les questions sont toujours posées dans le même ordre mais plutôt de se baser sur un

canevas d'entretien qui structure les différentes thématiques à aborder. Ce canevas permet au chercheur de ne pas oublier de thématiques lors de l'entretien mais permet une grande flexibilité dans l'ordre et la formulation des questions, en privilégiant un entretien sur le ton de la discussion fluide, afin que la personne enquêtée se sente à l'aise et non soumise à un interrogatoire en règles, ce qui favorise les confidences. Il appartient donc au chercheur de travailler à une posture relationnelle bienveillante et de réagir aux propos de l'enquêté pour amener les différentes questions de manière spontanée.

La structure du canevas a évolué en même temps que le processus d'analyse qualitative (Glaser & Strauss, 2009). Au départ, le canevas initial présentait seulement des grandes thématiques qui me paraissait importantes, vu la connaissance préalable que j'avais des microfermes. Mais j'essayais d'être au maximum disponible aux propos des paysans et permettais totalement que l'entretien dérive sur des thématiques non prévues. Avec la conceptualisation progressive, les thématiques du canevas se sont affinées et précisées. Les grandes thématiques du canevas intégraient en particulier l'histoire des paysans et de la ferme, leur parcours, leurs résultats économiques et leurs différents choix stratégiques : commercialisation, investissement, pratiques culturales et écologiques, organisation du travail, planification, organisation de l'espace.

Dans une logique agronomique d'étude des pratiques (Landais *et al.*, 1988 ; Milleville, 1987), j'avais à cœur de remonter aux motivations et aspirations des paysans à partir de l'observation de leurs pratiques et de leurs différents choix stratégiques. Ainsi, je ne demandais jamais à un paysan directement : « *Quelles sont tes aspirations* ? », car ce genre de questions pouvait amener des réponses convenues et déconnectées des pratiques, mais essayais de faire émerger ces aspirations à partir de questions très concrètes sur les choix stratégiques en questionnant systématiquement la raison des pratiques : « *Pourquoi avez-vous choisi de ne pas travailler le sol ? Pourquoi commercialisez-vous en AMAP et non en marché de plein vent ? Pourquoi ce choix d'investissement ?* ».

Les entretiens étaient généralement menés en deux temps. L'entretien commençait systématiquement par un tour de ferme où le paysan me présentait son histoire et ses pratiques, au cours duquel je posais les questions en lien avec ce que nous observions. Je parlais de la fertilité quand nous passions près du tas de compost et de la commercialisation quand nous visitions le local de stockage. Ensuite, un entretien plus formel était mené autour d'une table pour approfondir certains points ou les thématiques du canevas non abordées lors du tour de ferme.

A de nombreuses reprises, je me suis également trouvé en posture d'*observation participante* (Olivier de Sardan, 2008 ; Yin, 2009) car je proposais toujours aux paysans de travailler sur la ferme une demi-journée pour les dédommager du temps qu'ils me consacraient. Si tous n'acceptaient pas cette offre, il m'est arrivé à nombreuses reprises de travailler sur la ferme, ce qui a été aussi l'occasion de poser des questions plus précises sur certaines techniques. Certains

entretiens se prolongeaient également par des repas qui étaient l'occasion d'approfondir certaines thématiques de manière plus informelle.

Les entretiens menés avec les fermes impliquées de manière plus forte, à qui je rendais visite régulièrement (en moyenne quatre visites par an pour collecter des données quantitatives) ont pris plus des allures de discussions entre partenaires que d'entretiens. Je présentais à chaque fois aux paysans l'avancée de mes travaux, intégrais leurs réactions et n'hésitais pas à m'ouvrir de mes questionnements, de mes doutes et de mes difficultés qu'ils éclairaient souvent d'un regard très pertinent qui a été crucial dans le processus de recherche. La consultation des paysans dont j'ai parlé en 1 était avant tout un dialogue qui a permis d'hybrider mon point de vue théorique de chercheur et la vision et l'expérience pragmatiques des paysans.

Les entretiens n'ont pas été enregistrés pour plusieurs raisons. J'ai essayé au départ d'enregistrer certains entretiens et de ne pas en enregistrer d'autres afin de voir quelle méthode me paraissait la plus adaptée. Je me suis rendu compte que la présence de l'outil d'enregistrement engageait l'entretien vers un mode plus formel et que certains paysans osaient moins se livrer quand ils se savaient enregistrés. De plus, les tours de ferme avaient souvent lieu dans des conditions qui auraient nécessité l'achat d'un matériel d'enregistrement très onéreux. Je me suis également rendu compte que j'étais très à l'aise avec la prise de notes rapides, qui me permettait également de noter à chaud mes remarques sur les propos des paysans dans la logique de *double prise de notes* qui sépare les propos de l'enquêté et les réflexions du chercheur en cours de prise de note (Miles & Huberman, 1984). Cette double prise de note permettait également parfois de coder les propos ce qui permettait de gagner du temps par la suite lors de l'analyse des entretiens après retranscription. L'aspect artisanal de la prise de notes, surtout quand il ventait ou pleuvait, participait aussi à la création d'une certaine sympathie des paysans envers le « pauvre thésard », contribuant à la création d'un climat détendu.

4.3 LE CHOIX DE LA MODELISATION QUANTITATIVE

Pour étudier la dimension économique de la viabilité des microfermes et produire des connaissances génériques sur le revenu généré au regard du temps de travail, j'ai opté pour la création d'un modèle stochastique de simulation à partir des données d'un échantillon limité de microfermes. Le choix du modèle de simulation répondait à une logique d'expérimentation *in silico,* définie comme l'exploration d'une large gamme de scénarios contrastés grâce à des simulations virtuelles (Martin *et al.*,2011). L'architecture du modèle a été développée à partir de l'analyse qualitative des entretiens et en interaction forte avec les paysans (article 3).

Les approches classiques de simulations semblent souvent avoir un intérêt limité pour accompagner les décisions des paysans et des porteurs de projet car elles sont dans l'incapacité d'intégrer la complexité des contextes réels et des projets des paysans (Sterk *et al.*, 2006 ; Woodward *et al.*,2008). C'est la raison pour laquelle les sorties quantitatives du modèle

n'avaient aucune prétention à produire des références ou des prescriptions. Elles nourrissaient seulement l'ambition de fournir aux porteurs de projets quelques ordres de grandeur utiles sur des systèmes peu connus.

Le développement du modèle de simulation s'est donc fait dans une posture très proche des démarches de modélisation d'accompagnement, comme ComMod (Daré *et al.*, 2010 ; Étienne, 2014 ; Souchère *et al.*, 2010) dans lesquelles le modèle est avant tout conçu comme un outil utile pour simuler des réflexions avec les acteurs. C'est la raison pour laquelle je pense que les sorties du modèle doivent être discutées plus globalement par rapport aux multiples aspirations et diversité des situations des microfermes en utilisant le cadre théorique présenté dans l'article 2. C'est dans cette logique participative (Voinov & Bousquet, 2010) que le modèle de simulation a été adapté au contexte londonien. Les sorties du modèle ont été intégrées dans un processus de recherche plus large comprenant un atelier collectif où les sorties du modèle ont été discutées par les acteurs. La discussion à partir du modèle par les acteurs faisait partie intégrante de la production de connaissances.

4.4 LE CHOIX DES *IDEALTYPES* PLUTOT QUE DE LA TYPOLOGIE AGRONOMIQUE

La grande diversité des microfermes et surtout le caractère hybride et non figé des systèmes techniques jeunes décrits en 3 *supra* rendent a priori très ardue toute entreprise de modélisation. C'est la raison pour laquelle dans l'article 3, j'ai choisi de modéliser trois systèmes techniques très contrastés, qui représentaient à mes yeux trois pôles pertinents dans l'univers mouvant des possibles. Ces systèmes techniques modélisés peuvent être considérés comme des *idéaltypes,* au sens de la sociologie wébérienne, c'est-à-dire des catégories conceptuelles élaborées par le chercheur pour accentuer et comprendre des tendances observées dans la réalité, sans que chaque cas réel soit forcément réducteur à un seul *idéaltype* (Coenen-Huther, 2007 ; Dantier, 2004 ; Kluge, 2000). En sociologie ou en sciences de gestion, les *idéaltypes* sont souvent utilisés comme des points de références théoriques pour discuter de la complexité des cas réels en relation ou en divergence avec un ou plusieurs *idéaltypes*. Dans l'article numéro 3, je distingue ainsi trois *idéaltypes* de systèmes techniques pour les microfermes françaises : la microagriculture manuelle (Mi), le maraîchage biointensif (Bi) et le maraîchage diversifié classique (Cl).[101] Ces *idéaltypes* ont été construits par la méthode de l'analyse qualitative et itérative des différents cas d'étude décrite précédemment. Les deux premiers *idéaltypes*, caractéristiques des microfermes (contrairement à l'idéaltype Cl qui joue plus le rôle d'un témoin), constituent des combinaisons théoriques des différentes sources d'inspirations mentionnées et de leur adaptation concrète dans les fermes.

[101] Voir l'article 3 pour la description précise de chaque idéaltype. Le raisonnement est identique pour les choix stratégiques contrastés de commercialisation et d'investissement considérés dans l'article.

La notion d'*idéaltype* postule que les comportements qui s'y réfèrent ne sont pas dissociables d'un certain nombre de valeurs qui les animent (Coenen-Huther, 2007). Si je n'ai pas explicité directement dans l'article 3 à quelles valeurs ils correspondaient, il est certain que le choix du paysan d'opter par exemple pour le travail uniquement manuel, une petite motorisation ou un plus haut niveau de motorisation reflète une certaine vision du monde et certaines aspirations, comme le montre l'article 2.

Aucune ferme enquêtée ne correspond exactement à *l'idéaltype* Mi ou Bi mais toutes les fermes se rapprochent plus de l'un ou de l'autre pôle. De même, aucune ferme ne correspond exactement à *l'idéaltype* du « *maraîchage diversifié classique* » (Cl) qui n'existe pas en tant que tel dans la réalité car les fermes « classiques » présentent également une grande diversité de pratiques. Cependant, par différence et ressemblance avec les *idéaltypes*, il est possible de situer les microfermes entre ces pôles qui ont été élaborés afin de couvrir la gamme des possibles observés.

La démarche idéaltypique diffère de la démarche typologique des exploitations agricoles courante en agronomie et en économie agricole (Capillon & Sebillotte, 1982 ; Landais, 1996 ; Petit & Brossier, 1977). La démarche typologique en agronomie a pour objectif d'établir des catégories au sein d'une grande population, afin « *d'ordonner l'univers des exploitations agricoles en vue de structurer leur analyse et d'adapter leurs interventions [celles des organismes de développement agricole]* » (Landais 1996). Classiquement, les méthodes de typologie se basaient avant tout sur des critères statistiques quantitatifs qui se focalisaient principalement sur la dimension productive des fermes. En ce sens, ce que les agronomes appellent *typologie* correspond plus à ce que les sciences sociales nomment *classification* ou *taxonomie* (Coenen-Huther, 2007) car il s'agit d'un mode d'ordonnancement du monde par des catégories supposées relativement homogènes.

De nombreuses méthodes ont été proposées pour réaliser des typologies qui s'extraient d'une description purement quantitative des fermes pour en extraire plutôt la logique de fonctionnement (Capillon & Sebillotte 1982) en passant par des entretiens en fermes très approfondis, ce qui constitue une limite par rapport à la possibilité de réplication à grande échelle. Des méthodes ont également été développées pour intégrer d'autres paramètres, comme les impacts environnementaux ou en se basant sur des dires d'expert pour limiter le coût de l'opération (Landais 1996). Cependant, dans tous les cas, l'objectif de la démarche reste de classer chaque ferme dans une unique catégorie afin de savoir quel comportement (type de conseils, mesures politiques, démarche prospective) est le plus adapté à la ferme. Vu la diversité des microfermes étudiées, je pense qu'une démarche typologique aurait quasiment abouti à un *type* par ferme. Le faible échantillon des fermes enquêtées remettait également en cause la pertinence de cette méthode basée avant tout sur une grande population ou un large échantillon. De plus, la modélisation réalisée n'avait pas pour but de proposer pour chaque type de ferme une série de mesures ou de conseils adaptés mais de stimuler la réflexivité et l'heuristique des porteurs de projets par rapport à un ensemble des possibles. C'est la raison pour laquelle une

démarche idéaltypique dérivée des sciences sociales m'a paru plus appropriée. L'utilisation des *idéaltypes* pour favoriser la discussion avec les porteurs de projets sera abordée dans la discussion de cette thèse.

Sur la notion de système technique

J'utilise dans ma thèse le concept de *système technique*. Si ce terme est courramment employé par les agronomes, je n'ai pas trouvé de définition formalisée. Les agronomes définissent différents notions qu'y rapportent :

- l'*itinéraire technique* qui consiste en la « *combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée* » sur une parcelle (Sébillotte, 1974) ;
- le *système de culture* qui est « *l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique* » et qui inclue la nature des cultures, leur ordre de succession et les *itinéraires techniques* pour les différentes cultures (Sébillotte, 1990) ;
- le *système de production* qui recouvre de nombreuses définitions possibles et concerne l'organisation stratégique des différents choix de production et des ressources productives allouées : surfaces, travail, investissements etc. (Brossier, 1987).

J'emploie le terme *système technique* pour désigner les grands choix stratégiques techniques à l'échelle de la ferme qui recouvrent ici principalement le niveau de motorisation, le niveau de densité culturale, la stratégie globale de rotation, d'intensité de successions des cultures, de gestion de la fertilié et de pratiques phytosanitaires. A cet égard, le terme système technique est plus générique que le *système de culture* car il peut englober des itinéraires techniques différents. S'il concerne le niveau stratégique comme le *système de production*, il a un sens plus restreint car il se focalise uniquement sur les dimensions techniques et non sur l'ensemble des ressources productives.

4.5 ACQUISITION DES DONNEES QUANTITATIVES

L'architecture du modèle de simulation est décrite dans l'article 3 et a été développée à partir de l'analyse qualitative d'entretiens semi-directifs menés sur 20 microfermes enquêtées et par des discussions régulières avec les paysans. Pour calibrer le modèle, j'ai utilisé des données quantitatives recueillies sur un sous-échantillon de 10 microfermes en France, sélectionnées

pour couvrir la diversité des situations observées. J'ai choisi de focaliser la collecte des données quantitatives sur un plus faible échantillon car ce processus était très consommateur de temps. Les données collectées étaient de différentes natures :

- récoltes et temps de travail moyens pour 50 types de cultures ;
- données comptables ;
- calendriers de cultures qui indiquaient pour chaque culture toutes les possibilités d'implantation et de récolte sous serre et en plein champ.

Deux microfermes avaient déjà enregistré et formalisé dans des tableaux des mesures de rendements et de temps de travail pendant 3 années, ce qui m'a facilité la tâche. Pour les autres, l'acquisition des données se faisait en intégrant au maximum les documents déjà existants sur la ferme (tableaux des ventes, constitution des paniers, documents comptables), ce qui impliquait de se plonger dans l'étude de ces documents, au cas par cas dans chaque ferme, et de comprendre la logique de chaque paysan dans l'enregistrement de ses données. Dans la plupart des cas, une part variable des données n'était pas disponible où nécessitait d'être complétée.

Dans le cas où les données n'avaient pas été enregistrées avant ma thèse, j'ai opté pour différentes stratégies. Pour estimer les rendements moyens, des mesures étaient réalisées par le maraîcher pendant un an sur un maximum de légumes en fonction du temps que le maraîcher était prêt à consacrer à la recherche (de 0 à 30 légumes sur 50 en fonction des fermes). Les mesures étaient des pesées des légumes vendus, correspondant à un rendement commercial intégrant les pertes au champ et au stockage. Le rendement était ramené à l'unité de surface à partir de la surface cultivée de chaque légume. Ce rendement annuel mesuré pouvait être corrigé par le maraîcher s'il estimait que l'année ne représentait pas un rendement moyen par rapport à son expérience des années passées. Cette correction était utilisée par les maraîchers aussi bien pour diminuer que pour augmenter l'estimation de leur rendement moyen, ce qui montre que les maraîchers ne cherchaient pas à gonfler leurs chiffres. C'était d'ailleurs plutôt l'inverse car dans le cas d'un trop bon rendement annuel mesuré, les maraîchers jugeaient que cela n'était pas représentatif de leur situation, pouvant fausser le modèle et préféraient diminuer l'estimation. Pour les légumes dont le rendement ne pouvait pas être mesuré, le rendement moyen était reconstitué à partir des factures de ventes des années passées et de l'assolement correspondant et les estimations étaient validées par les maraîchers en les comparant à des références locales de rendement en maraîchage biologique.

Pour estimer les temps de travail pour chacun des cinquante légumes, données très difficiles à collecter en ferme, j'ai mis au point un protocole qui se basait sur une estimation du travail global sur la ferme mois après mois pour les différentes tâches et la répartition par les maraîchers des 50 légumes dans des catégories de temps pour l'implantation, l'entretien et la récolte. Ces catégories permettaient de répartir le temps global de manière cohérente entre les différents légumes. Cette méthode est détaillée dans l'annexe 3.A.

Les données comptables ont été acquises principalement grâce à l'analyse des documents comptables de chaque ferme, à partir desquels des moyennes étaient réalisées sur toutes les années disponibles. Les investissements initiaux ont été estimés à partir de ces documents et de l'inventaire de l'équipement présent sur la ferme.

Pour les calendriers de culture, j'essayais au maximum de me baser sur les documents déjà existants sur la ferme qui pouvaient prendre différentes formes du tableau Excel déjà structuré, aux plannings papier. Dans le cas où ces documents n'étaient pas présents, j'invitais les maraîchers à remplir pour chacun des 50 légumes un tableau pré-imprimé avec les différents mois de l'année et leur demandais d'indiquer avec différentes couleurs les cycles possibles sous serre et en plein champ pour chaque légume.

Entre les fermes, j'ai pu distinguer deux grands types de climat qui conditionnaient les cycles de culture (début d'implantation et périodes de récoltes possibles) : un climat *frais* où l'hiver se terminait plus tard (Est de la France et Normandie continentale) et un climat *doux* où l'hiver se terminait plus tôt (Centre-Val de Loire, Pays de la Loire et Bretagne côtière), ce qui se traduisait en général par un décalage des cycles d'un à deux mois en fonction des cultures et de la zone considérée (sous serre et en plein champ). Une base de données synthétique des possibilités de cultures pour chaque zone est présentée dans l'annexe 3.C.

Pour adapter le modèle de simulation au contexte de Londres, j'ai considéré uniquement les calendriers de culture du climat *frais* en vérifiant auprès des fermes enquêtées que leurs calendriers de cultures étaient très proches de la Normandie. Pour les rendements et temps de travail, vu le faible temps disponible, j'ai fait l'hypothèse que les données françaises pouvaient être utilisées à Londres. En les comparant aux quelques données de rendement disponibles à Londres, je me suis cependant aperçu que si les rendements sous serre étaient similaires, les rendements londoniens en plein champ étaient inférieurs. J'ai donc affecté les rendements prédits par le modèle d'un coefficient de 70% pour me rapprocher au mieux de la réalité. Ce caractère « bricolé » de l'adaptation du modèle français à Londres était assumé car le but du modèle n'était pas de produire des références pour les agriculteurs urbains londoniens mais de susciter des discussions plus générales sur la viabilité des microfermes. J'ai donc considéré que vis-à-vis de l'objectif fixé, cette adaptation en première approximation était satisfaisante, d'autant plus que les sorties du modèle ont ensuite été jugées cohérentes par les agriculteurs urbains comme expliqué dans l'article 5.

4.6 METHODE COMPTABLE ET CALCUL DU REVENU

Afin de calculer les revenus des agriculteurs dans les différentes simulations, j'ai réalisé différentes hypothèses comptables qui sont présentées dans les articles 3 et 5. La méthode de calcul retenue s'inspirait des conventions de calcul courantes en comptabilité agricole française. Cependant, plusieurs modes de calcul du revenu existent. Il est possible de raisonner en *valeur*

économique comme dans un compte de résultat ou en *trésorerie* comme dans une analyse de trésorerie. Le revenu calculé en *valeur économique* diffère de la trésorerie disponible pour la simple raison que le compte de résultat considère le coût des investissements via l'amortissement progressif du matériel, qui perd en valeur économique sur des durées variables en fonction des équipements. Cependant, les entretiens semi-directifs ont montré que pour les maraîchers, le critère le plus limitant en termes de viabilité était la trésorerie disponible car c'était cet argent qui leur permettait de vivre, contrairement à la valeur économique théorique non mobilisable incorporée dans leurs actifs non encore totalement amortis.

Afin d'avoir une estimation des revenus la plus significative possible par rapport à la question de la viabilité, j'ai donc également opté pour un mode de calcul comptable *hybride,* structuré comme le compte de résultat, mais qui à la place des dotations aux amortissements et des intérêts considérait le coût réel en trésorerie du remboursement des emprunts annuels. Ces emprunts étaient souvent réalisés sur une période plus courte que la moyenne des durées d'amortissement utilisée dans le calcul en valeur économique et exerçaient donc une pression plus forte sur les maraîchers. L'élaboration de cette méthode a été réalisée en collaboration avec Agnès Bellec-Gauche, doctorante en sciences de gestion à l'Université et à l'INRA de Montpellier, qui a été auditeur comptable notamment pour le secteur agricole pendant de nombreuses années et qui réalise un travail de thèse sur les stratégies et performances des maraîchers en circuits courts.

RESULTATS

Article 1. Can an organic market garden without motorization be viable through holistic thinking? The case of a permaculture farm

K. Morel[1], C. Guégan[2] and F. Léger[3]

[1]UMR SADAPT, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, France ; [2]Ferme du Bec Hellouin, France ; [3]UMR SADAPT, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, France

This work was presented at the Symposium INNOHORT (Innovation in Organic and Integrated Horticulture) in June 2015 in Avignon, France. It was published in a special issue of the peer-reviewed journal Acta Horticulturae grouping proceedings of the symposium.

Reference:

Morel, K., Guégan, C., & Léger, F. G. (2016). Can an organic market garden based on holistic thinking be viable without motorization? The case of a permaculture farm.
Acta Horticulturae, (1137), 343–346. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1137.47

Keywords: organic horticulture; energy independence; agroecology; systemic approach

Abstract

In industrialized countries, innovative farmers inspired by permaculture holistic principles claim to design market gardens only based on manual labor. We carried out a case study on one of these farms to assess the extent to which this approach could make it possible for a commercial organic market garden to be viable without motorization. Our work showed that these market gardeners implemented a wide range of strategies embracing ecological, technical and commercial dimensions to increase their production on a small cultivated area, and the added value of such production. On a cultivated acreage of 1061m^2, it was possible to create year round a monthly net income between 898€ and 1571€ depending on sales and investment levels. Theses incomes were generated with an average workload of 43h per week. Such economic performances demonstrated that these initiatives can be viable. However, the studied approach excluded growing storage crops by hand such as potatoes which are expected by consumers. Further investigation should be carried out about the way manual and motorized market gardeners can collaborate at a local scale to fulfill consumers' requirements

1 INTRODUCTION

The environmental and social costs of using oil resources as well as their increasing scarcity are challenging tomorrow's agriculture to reduce its dependency on fossil energies (Chow *et al.*, 2003). In industrialized countries, innovative market gardens inspired by permaculture principles (Ferguson and Lovell, 2013) claim to address this challenge by promoting manual labor and holistic thinking. Our objective was to assess the extent to which a holistic approach could make it possible for a commercial organic market garden to be viable without motorization. We consider here that viability is the capacity of market gardeners to generate a sufficient income to reward themselves while keeping an acceptable workload. Our work was based on the case study of a permaculture farm in Northern France.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 SITE AND PRODUCTION MEASUREMENTS

The farm we studied is located in the small village of Bec Hellouin, Normandy, France (49°13'24.9"N 0°43'42.5"E). The local climate is temperate under oceanic influence with a high rainfall level (from 700 to 900 mm a year) and the soil is alluvium-calcareous. This farm is a 6 hectares high diversified commercial organic market garden and sells its production through short commercial channels (direct selling to consumers and restaurants). Bec Hellouin farmers claimed that it was possible for a single market gardener to use holistic principles inspired by permaculture to create an acceptable income from a small acreage cultivated with no motorization. To test this hypothesis, marketable harvest quantities and workload were measured daily from 2013 to 2014 on a cultivated surface area of 1061m^2 (pathways not included). For practical constraints, different market gardeners and trainees worked part time on the studied area but their workload was cumulated in order to make sure that this work on 1061 m^2 could be done by a single market gardener. From this surface area, 40% was cultivated on plane beds under a cold greenhouse, 24% on open field with plane beds and 36% on open field with curved raised beds. On both types of beds, a 30 cm deep non-inversion tillage (NIT) was applied.

2.2 INCOME AND GLOBAL WORKLOAD ESTIMATIONS

Harvest quantities were multiplied by prices of vegetables to calculate gross sales for each year. We considered that 100% of harvested marketable vegetables were sold. If the data were available, we used average prices of organic vegetables in direct selling channels in Normandy. Otherwise, we used the farm prices for uncommon vegetables. Following an accounting

approach, costs, expenses and taxes were deducted from the sales to evaluate the theoretical income of a single market gardener working full time on the studied area. These data were estimated based on the farm bookkeeping documents and discussions with an expert on market gardening accountancy. We considered (i) a low costs hypothesis (LC): second-hand equipment, basic storage/selling building and no delivery van (the whole production is sold on farm) and (ii) a high costs hypothesis (HC): all equipment is bought new including a more sophisticated building and a delivery van which consumes fuel. The LC hypothesis leads to higher cost of implement maintenance because the equipment is not new. According to classic references in direct selling market gardening we assigned 50% of the on field measured workload to administrative and commercial tasks. We added production, commercial and administrative workload to assess the global workload.

2.3 QUALITATIVE APPROACH OF FARMERS' HOLISTIC THINKING

We carried out semi-structured interviews with the market gardeners about the different strategies and principles they implemented to fulfill their objective of viability without motorization. Through a qualitative analysis method (Miles and Huberman, 1984), we identified relations among these strategies and represented them using a mind-mapping technique (Buzan & Buzan, 1996).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 HOLISTIC THINKING OF FARMERS

The holistic thinking implemented by the market gardeners relied on two main principles: increasing production on a small manually cultivated area, and increasing added value of such production. A wide range of strategies stemmed from these two principles embracing ecological, technical and commercial dimensions at the farm level (**Figure 1.1**).

3.2 INCOME AND WORKLOAD

Over the three years, 64% of the gross sales (GS) were vegetables produced under the cold greenhouse which covered only 40% of the studied surface area. On average, 76 production types were grown annually in the gardens: 17 aromatic herbs and edible flowers (7% of GS), 16 fruit vegetables (41% of GS), 11 root and bulb vegetables (20% of GS) and 32 leaf vegetables (32% of GS). The vegetables sold to restaurants represented 25% of GS. In 2013, the GS were 32788€ with a cumulated annual workload of 2006 h. This work could be done by a full time single market gardener working in average 43h per week. In 2014, the GS were

57284€ GS. The corresponding cumulated workload was 3,026h. This workload would represent an average of 58h a week for a single full time market gardener and was judged not acceptable for life quality considerations. Therefore, in the estimated income based on 2014 sales, we considered that the market gardener worked the same time as in 2013 and the excess workload (1020h) was assigned to an additional employee hired 9.61€ per h (French minimum wage) with 42.3% of additional employer contributions. With the LC hypothesis the monthly net income was 1132€ in 2013 and 1571€ in 2014 (both judged acceptable by the farmers). With the HC hypothesis the monthly net income was 898€ in 2013 (not acceptable) and 1337€ in 2014 (acceptable). The improved performance of 2014 can be explained by an increased expertise in multiple-cropping and relay-cropping, a higher level of care given to plants, and the use of horse manure hotbeds to produce crops earlier and with higher yield in winter. Moreover, the LC hypothesis led to a 26% higher income in 2013 and 17% higher income in 2014 (**Table 1.1**). It showed that both financial strategies and technical mastery are key points of the viability of such initiatives as much as commercial ability because these estimations considered that 100% of marketable vegetables were sold.

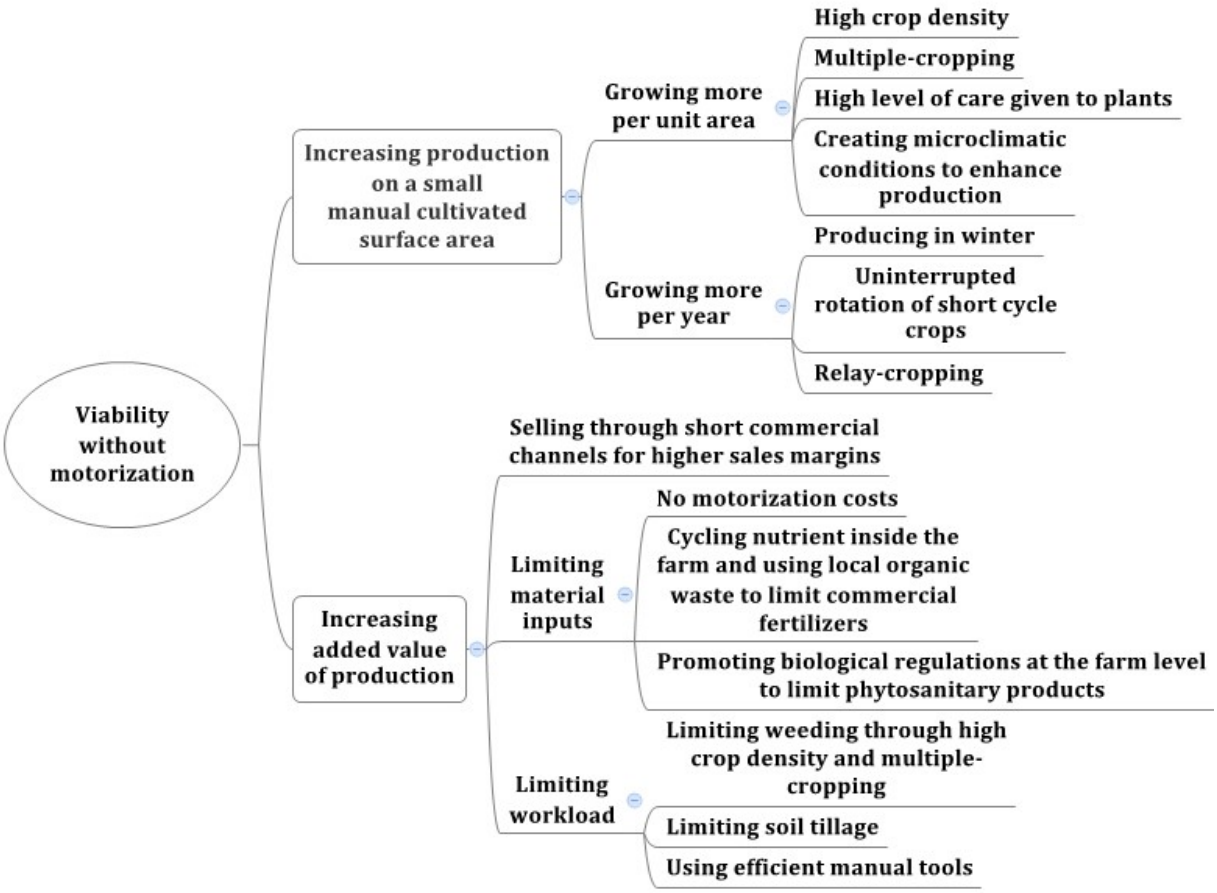


Figure 1.1: Mind map of strategies implemented by the studied market gardeners

3.3 VIABILITY WITHOUT MOTORIZATION

In 3 out of 4 presented scenarios, the gross sales created from a 1061 m^2 acreage without motorization made it possible to create an income which can cover basic costs of living with an acceptable level of annual workload. These sales relied mainly on short cycle crops such as leafy vegetables and fruit crops with a high added value. Storage crops such as potatoes were not grown because they were judged to remain too long in the soil and take up too much space in the gardens relative to their added value. However, these types of crops are generally expected by consumers from a market garden. For this reason, the vegetable baskets sold by the Bec Hellouin farm were complemented with storage crops produced with motorization by another local organic farmer. These sales were not taken into account in our study but highlighted the importance of considering the dependency on external productions in the viability of small farms without motorization or to further investigate non-motorized practices to produce storage crops (such as horse-drawn practices as practiced on other plots of the Bec Hellouin farm). Although annual income and workload are two major criteria of the viability of farms, other aspects will be further investigated such as workload distribution throughout the year as well as personal satisfaction and well-being of market gardeners. Nonetheless, the choice of using no motorization is in accordance with personal values of the Bec Hellouin market gardeners. This tends to bring higher satisfaction to farmers (Mzoughi, 2014).

Table 1.1: Net income estimations for a single market gardener depending on sales and cost hypothesis (€)

Year	**2013**		**2014**	
Cost hypothesis	**Low**	**High**	**Low**	**High**
Gross sales (including valued-added tax)	32788		57284	
-Value-added tax (5,5%)	1709		2986	
Net Gross sales (excluding value-added tax)	31079		54298	
- Seeds and young plants	4000		6500	
- Fertilization, other supplies and small equipment	1500		3000	
- Other purchases and expenses (water, electricity, fuel, equipment maintenance etc.)	6000	5000	6000	5000
- Property tax	100			
- Labor cost and employer contribution (employee)	0	0	13949	
-Holder's personal social security charges and insurance	4000			
- Interest expenses (bank)	300	700	300	700
-Depreciation of the greenhouse (constant over 5 years)	800	2000	800	2000
-Depreciation of other equipment : irrigation systems, tools, delivery van (constant over 8 years) storage and selling building (constant over 20 years)	800	3000	800	3000
Annual net income	13579	10779	18849	16049
Monthly net income (before personal taxes)	1132	898	1571	1337

4 CONCLUSION

Our case study on a permaculture farm showed that it was possible to create a monthly net income between 898€ and 1571€ depending on gross sales and investment levels for a direct selling organic market gardener cultivating 76 vegetables types without motorization on a cultivated acreage around 1000 m^2. Theses incomes were generated with an average workload of 43h per week which was judged acceptable for a single market gardener. These results were made possible by a holistic way of thinking combining ecological, technical and commercial strategies which stemmed from two main principles: increasing production on a small manually cultivated area and increasing added value of such production. These results show that an organic market garden can potentially be viable without motorization on a small acreage. However, the plots studied in this research were integrated in a wider agroecosystem on the Bec Hellouin farm including other crops on other plots, orchards, and animals. The impact of such diverse environment on the performances obtained on the 1061 m^2 studied acreage needs to be further investigated. It is also crucial to mention here that a farm is not just a cultivated acreage and this study does not conclude that a 1061 m^2 farm could be viable. Moreover, the studied plots focused on growing short cycle and high added value vegetables which excluded storage crops such as potatoes. As these crops are often expected by the consumers, further investigation should be carried out about the way manual and motorized market gardeners can collaborate locally to fulfill consumers' requirements.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the market gardeners of the Bec Hellouin Farm whose involvement was essential to this research project, and to Agnes Bellec-Gauche for her accountancy sk

Transition

Ce court article avait pour objectif de proposer une première approche de la viabilité économique du cas singulier de la ferme du Bec Hellouin. Il constituait en quelque sorte un préambule aux travaux ultérieurs, considérant la viabilité essentiellement comme la capacité à générer un revenu décent avec un temps de travail jugé acceptable. Il a montré qu'une ferme maraîchère biologique dont les choix stratégiques étaient inspirés par la permaculture et le maraîchage biointensif pouvait être potentiellement viable sans motorisation et sur une très petite surface. Au lancement de ce premier travail, les organismes de conseil agricole considéraient que le maraîchage biologique diversifié n'était pas viable sans motorisation et recommandaient suivant les régions une surface minimale de 1,2 à 1,5 ha pour une installation. Les résultats obtenus pendant trois ans de suivi de la ferme du Bec Hellouin marquaient certes une rupture avec les normes couramment admises, mais, dans la mesure où elle ne portait que sur un cas particulier, elle ne pouvait suffire pour emporter la conviction. De plus, les acteurs de terrain soulevaient de nombreuses interrogations. La plus fréquente renvoyait au choix de se focaliser sur un sous-ensemble des parcelles de la ferme du Bec Hellouin et de représenter donc non pas la réalité d'une ferme à bien des égards très particulière, mais le potentiel de production d'une petite surface isolée au sein de cette ferme.

Selon Siggelkow (2007), l'analyse d'un cas singulier peut avoir un intérêt théorique s'il sort radicalement des cadres classiques et oblige à réinterroger ceux-ci, ce qui était tout à fait le cas de la ferme du Bec Hellouin. En mathématique, il suffit de mettre en évidence un unique cas qui ne réponde pas à un théorème pour que ce théorème soit invalidé et que l'on cherche à en développer un autre, ou à le compléter. Cette étude initiale revêtait en quelque sorte cette fonction. En mettant en lumière la possibilité d'une viabilité économique sur une si petite surface cultivée, avec des stratégies si atypiques, elle ouvrait le champ des possibles.

Dépasser la singularité du cas de la Ferme du Bec Hellouin était néanmoins un impératif. Traiter la question de la viabilité du seul point de vue de la rémunération du travail n'était pas satisfaisant, étant donné les aspirations multiples animant les microfermes. S'intéresser à la seule performance productive en travaillant sur certaines parcelles choisies n'était pas non plus opportun, dès lors que ces aspirations ne se résumaient pas seulement à des questions d'ordre technique. Il m'est donc apparu crucial d'élargir mon champ d'étude à un plus grand nombre de cas pour (i) mener une réflexion théorique sur la manière de définir et aborder la viabilité des microfermes en prenant en compte la totalité de ces aspirations ; (ii) étudier si d'autres types de stratégies que celles du Bec Hellouin pouvaient être mises en œuvre pour assurer la viabilité des microfermes ; (iii) poser la question de la viabilité à l'échelle de la ferme ensemble, qui paraissait plus pertinente pour les porteurs de projet et les structures d'accompagnement agricoles.

Telles étaient les questions qui sont abordées dans l'article 2.

Article 2. A conceptual framework for alternative farmers' strategic choices: The case of French organic market gardening microfarms

K. Morel[1] and F. Léger[2]

[1]UMR SADAPT, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, France ; [2]UMR SADAPT, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, France

This work was published in the international peer-reviewed journal Agroecology and Sustainable Food Systems.

Reference:

Morel, K., & Léger, F. (2016). A conceptual framework for alternative farmers' strategic choices: the case of French organic market gardening microfarms. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *40*(5), 466–492. https://doi.org/10.1080/21683565.2016.1140695

Keywords: agroecology; permaculture; organic horticulture; farming systems; small farms; systemic approach; tradeoffs

Abstract

Alternative farming systems are challenging classical agronomic frameworks because their aim is to promote human and ecosystems welfare rather than profit maximization. The objective of our work was to understand how alternative farmers build their strategic choices because they are key points in farms' viability. Through a multiple-case qualitative study of 14 organic market gardening microfarms in the northern half of France, we developed a systemic conceptual framework in which strategic decision making is integrated with a wide range of social and environmental aspirations. As these various aspirations can be in tension, it is relevant to consider trade-offs between them to study the viability of alternative farms.

1 INTRODUCTION

1.1 THE CHALLENGE OF ALTERNATIVE FARMERS' STRATEGIC CHOICES

Farmers can have other objectives than maximizing their income (Brossier *et al.* 2003). Yet most classical agronomic decision-making frameworks and tools were designed to support farmers to generate profit while increasing yields or reducing costs (Benoit *et al.* 1988; Brossier *et al.* 2003; Brummel and Nelson 2014). In this regard, such frameworks are in line with the dominant agricultural model of the twentieth century, focused primarily on increasing production efficiency regardless of social and environmental consequences (Howard 1940; Hernandez 1977; Altieri 1989, Hervieu and Purseigle 2013). However, increasingly strong social movements are campaigning to promote food systems that preserve natural resources and the environment, respect farmers and their culture, offer fair-trade and healthy food, and contribute to the vitality of rural communities (Holmes 2006 ; Deverre and Lamine 2010; Holt Giménez and Shattuck 2011; Fernandez *et al.* 2013). Farmers involved in these movements may be characterized as "alternative" as they call for a shift with the dominant model and prioritize the fulfillment of social and environmental aspirations rather than profit maximization (Beus et Dunlap 1990; Fernandez *et al.* 2013). Understanding and supporting alternative farmers' decision-making thus requires conceptual frameworks which fully consider their non-pecuniary aspirations. An increasing number of scientific works has examined farmers' decision-making in the light of non-economic aspirations (Brummel and Nelson 2014).

However, most were directed toward understanding the impact of farmer's values and motivations on specific issues such as sustainable land-use (Girard *et al.* 2008, Schmitzberger *et al.* 2005), labor allocation (Howley *et al.* 2014), or adoption of new technics or equipment (Greiner and Gregg 2011; Brudermann *et al.* 2013). As far as we know, no research to date has proposed a framework to link farmers' non-pecuniary aspirations to the sum of their strategic choices. Strategic choices are defined by Marshall *et al.* (2013) as all choices which concern farm structure and long-term organization. Since strategic choices determine farm trajectories (Marshall *et al.* 2013), they are a key point in assessing farms' viability, conceived as internal economic and social sustainability (Yunlong and Smit, 1994; Hansen and Jones 1996; Ba and Aubry 2011). Studying the viability of alternative farms stems from a real societal need, as these initiatives are often perceived as utopian, precarious, and ephemeral (Boutinet 2012). The objective of our work was to develop a conceptual framework for a systemic understanding of how alternative farmers build their strategic choices. It was based on a multiple-case study carried out on 14 market gardening microfarms in the northern half of France. This conceptual framework was meant to be a first step in the development of a practical tool to support microfarmers in their strategic decision-making. It was presented and discussed with practitioners on the field.

1.2 MARKET GARDENING MICROFARMS: GROWING ALTERNATIVE FARMING SYSTEMS

Microfarms are alternative farming systems arousing growing interest and media coverage in France. Popularized by alternative practitioners (Fortier 2014; Hervé-Gruyer and Hervé-Gruyer 2014), the term "microfarms" denotes small-sized commercial market gardens sharing some important characteristics: cultivated acreage smaller than official recommendations for market gardening; community oriented marketing through short supply chains; wide diversity of plants cultivated; and low level of motorization and investment. As microfarmers claim to develop agricultural systems contributing to ecosystem health and social welfare, they promote organic farming and take inspiration from a broad range of alternative practices and philosophies such as *biointensive sustainable mini-farming* (Jeavons 2001); *small-scale organic farming* (Coleman 1995, 1999, 2009); *microfarming* (Fortier 2014); *conservation agriculture practices for market gardening* (Bodiou 2009); *natural farming* (Fukuoka 1992), *permaculture* (Mollison and Holmgren 1981; Holmgren 2002; Whitefield 2004, Ferguson and Lovell 2014). Scientific literature mentions small-scale direct-selling diversified market gardens (Bon *et al.* 2010; Navarrete 2009) but no scientific study has been yet published specifically on microfarms. However, informal discussions with scientists and practitioners show that these initiatives are spreading in various countries over the world mainly in industrialized countries such as the United Kingdom, Belgium, Netherlands, Ireland, Canada, the United States but also in developing countries such as the Democratic Republic of the Congo.

2 MATERIAL, METHODS AND CONCEPTS

2.1 AN AGROECOLOGICAL CASE STUDY COMBINING SYSTEMIC AGRONOMY AND SOCIAL SCIENCES

Microfarms are complex systems, like all diversified market gardening operations embedded in short local supply chains (Bressoud *et al.* 2009; Bon *et al.* 2010; Aubry *et al.* 2011). As such they require systemic approaches (Morin 2005). To address the issue of microfarmers' strategic choices, we utilized the concepts of systemic agronomy (Landais *et al.*, 1988; Brossier *et al.* 2003; Laurent *et al.* 2003; Marshall *et al.* 2013). We also drew on social science methods in order to study aspirations, perceptions, and subjectivity of farmers (Milleville 1987, Chia *et al.* 1991). We chose to implement a qualitative inductive analysis based on a multiple-case study (Eisenhardt 1989; Yin 2009), which is described below. By combining systemic agronomy and social sciences, we designed this project in accordance with the transdisciplinary character of agroecology, as a scientific approach that draws on the complementarity of the social, ecological and agronomic sciences to study food systems sustainability (Dalgaard *et al.* 2003; Francis *et al.* 2003, Méndez *et al.* 2013).

2.2 A FARM SAMPLING BASED ON THEORETICAL RELEVANCE

In 2014, France counted 6,529 organic market gardens, representing a total surface area of 16,568 ha (Agence Bio 2014) but no specific statistics exist about microfarms. However, microfarms iniatives are most of the time carried out by people with no agricultural background, who are not conditioned by conventional agricultural standards and see farming as a way to fulfil their alternative aspirations. Moreover, these people without family agricultural capital and land are attracted by microfarms because they require only a small surface area and a low level of investment. In 2014, 3,215 new farms were created in France in 2014. Of these, 217 (1,6%) can be categorized as organic market gardens, using the criteria of (i) selling through short-supply chains, and (ii) led by people with no agricultural background (Jeunes Agriculteurs 2013). Among these projects, the part of microfarms is difficult to estimate, but discussions with agricultural extension agents suggest that it is likely significant. In line with the case study approach, we identified 14 microfarms north of the Loire River through "alternative market gardening" networks. They were not intended to be a representative sample but selected for their theoretical relevance (Eisenhardt 1989; Siggelkow 2007). They shared the same main characteristics:

- Market gardening was the main income-earning activity;
- Cultivated area was below 1,5 hectare by full-time equivalent, which is the minimal size generally recommended by French official agricultural development agencies for diversified market gardening (GAB/FRAB 2009);
- No artificial fertilizers and phytosanitary products were used, with or without organic agriculture certification;
- More than 30 "production types" were grown per farm. We use this term for types of vegetables or herbs which are distinguished by consumers and in marketing even though they belong to the same botanic species (for example cherry tomatoes vs beef tomatoes or broccoli vs cauliflower). Products from fruit shrubs and trees were not counted;
- Farmers sold their production through short supply chains: direct selling to consumers or with only one intermediary (Aubry *et al.* 2011);
- Farmers referred to alternative sources of inspiration (as presented in the introduction) and claimed strong social and environmental aspirations.

Structural data are presented in **Table 2.1**. The farms were managed by one to three farmers, male or female, aged between 25 and 55, generally with a high level of education and a wide range of career paths. Only two farms were led by people with an agricultural background. The farm's creation was always recent (1 to 9 years ago), which indicates the emergence of these farming models, at least in the regions studied. In the rest of this article, the studied farms will be named in reference to **Table 2.1.**

Table 2.1: presentation of the 14 studied microfarms

Region	Farm	Age of the farm (years since creation)	Farmers' labor* (full-time equivalent**)	Employees' labor (full-time equivalent)	Volunteers' labor (full-time equivalent)	Market gardening acreage per labor unit ** (m2/ full-time equivalent)	Share of cultivated area under greenhouses	Production types grown on the farm	Motorization level
Brittany	A	2	1	0	0	8000	13%	63	Hand labor + small tractor
Pays de la Loire	B	3	1	0	0.5	3000	18%	55	Hand labor + tiller
	C	5	1	1.2	0	8982	7%	40	Hand labor + small tractor
Centre	D	1	3	0	1	1800	9%	30	Hand labor
	E	5	2	0.7	0	6600	10%	50	Hand labor + small tractor
Normandy	F	3	2	0	1	5000	10%	50	Hand labor + small tractor
	G	9	0.5	3	0.5	1250	9%	80	Hand labor + horse draught
Lorraine	H	3	1	0	0.3	9231	58%	50	Hand labor + tiller
	I	5	2	0	0	3500	14%	70	Hand labor + tiller
	J	3	2	0	0	12000	1%	55	Hand labor + small tractor
	K	4	2	0	0	5000	10%	35	Hand labor + small tractor
	L	5	1	0	0.3	6538	18%	40	Hand labor + tiller
	M	1	2	0	0.3	5217	15%	50	Hand labor + tiller
Alsace	N	4	2	0	0.2	9091	10%	60	Hand labor + tiller

*All farmers work full-time on the farm and make their entire livelihood from market gardening except farm D where farmers are still paid at the moment by a non-profit association promoting research on microfarms (but their middle-term objective is to make a livelihood for 3 farmers) and farm F where 2 farmers dedicate most of their time to a permaculture training center based on the farm (we estimated that they dedicated 0.5 full-time equivalent to farming activities).

** Full-time equivalent were estimated by farmers and correspond to an average workload from 35h to 50h per week.

*** Including farmers'. employees' and volunteers' labor.

2.3 DATA COLLECTION THROUGH QUALITATIVE INTERVIEWS

Semi-structured interviews were held on the 14 farms studied. Each interview lasted one full day and started with a trip around the farm. Following the framework of practices analysis described by Landais *et al.* (1988), questions were asked to the farmer about his or her motivations for choosing crops, technics, management options and equipment which were observable on the field. In a second time, a more detailed interview was carried out in the farmers' house. The main themes to discuss were organized in an interview framework as suggested by Oliver De Sardan (2009) and were inspired by systemic agronomy diagnosis (Marshall *et al.* 2013): (i) farmers history and background, (ii) farm history, design and structure, (iii) cropping practices, (iv) marketing strategies, (v) equipment and investment, (vi) economic results. We systematically questioned the reasons motivating each strategic choice. Questions were asked as spontaneously as possible in reaction to farmers' speech to set up an informal communication mode creating quality interaction between farmers and researchers (Olivier de Sardan 2009; Beaud and Weber 2010).

2.4 BUILDING THE CONCEPTUAL FRAMEWORK

To process the interview content, we followed a method of qualitative analysis (Elo and Kyngäs 2008) and used the coding and matrix tools described by Miles and Huberman (1984) in the specific context of multiple-case study (Eisenhardt 1989; Yin 2009). The general aim of this approach was to build more and more abstract categories on the basis of an iterative cross analysis of interview content and to reveal relations between these categories. From this process, 6 types of strategic choices structuring microfarms emerged (**Figure 2.2** and **Figure 2.3**). Our analysis showed that farmers explained these strategic choices by a wide range of justifications, that we called strategic determinants. In accordance with systemic agronomy decisional models, these strategic determinants were divided into two conceptual categories: (i) farmers' aspirations which were grouped into five types, (ii) farmer's perception of their situation (Brossier *et al.* 2003; Marshall *et al.* 2013).

To describe the relations between conceptual categories of our framework, we used the concepts of coherence, trade-offs, and adaptation from systemic agronomy, and the concept of interdependence from complexity sciences. The coherence concept proposes that farmers have good reasons to do what they do and that strategic choices can be explained rationally by their aspirations and perception (Brossier *et al.* 2003). As farmers' aspirations are multiple, complex and can be in tension, farmers have to make trade-offs when they take strategic decisions. It means that they try to find an acceptable balance in the fulfillment of their various aspirations (Marshall *et al.* 2013). The theory of adaptive behavior (Brossier *et al.* 2003; Marshall *et al.*

2013) emphasizes that farmers' aspirations – desired reality – are often modified or adjusted to take into account the opportunities and constraints of their situation – perceived reality - because farming is a located, site-specific activity (McCown *et al.* 2009; Martin 2015). Our interviews showed that farmers' strategic choices as mutually interdependent, each choice conditioning the others (Le Moigne 1994). It is thus necessary to consider them globally rather than individually (Morin 2005).

2.5 DISCUSSING THE CONCEPTUAL FRAMEWORK IN THE FIELD

Conceptual frameworks developed by scientists have to be tested on the field (Bourdieu 1992). Moreover, farmers' involvement in research processes is crucial for orienting farming systems towards more sustainability (Altieri 1989). From this perspective, we presented and discussed our work with 48 market gardening professionals: farmers at each microfarm (20 people), three separate groups of other market gardening practitioners (20 people), market gardening teachers from state agriculture schools (4 people), and organic market gardening advisors (4 people). Each presentation described the way the framework was built, its different conceptual categories and an illustration of its use for understanding specific microfarms case-studies. Each presentation was followed by an open and informal group discussion about the conceptual framework and its use for supporting farmers' decision-making. Practitioners' reactions to the framework were analyzed using the concepts of credibility, saliency and legitimacy defined by Cash *et al.* (2003).

3 RESULTS

3.1 THE DETERMINANTS OF MICROFARMERS' STRATEGIC CHOICES

3.1.1 A global life project with strong environmental and social aspirations

All farmers have aspirations that define the project of their farming system (Marshall *et al.* 2013). Microfarmers' aspirations of the sample can be grouped into 5 types: (i) decent income, (ii) acceptable workload, (iii) autonomy, (iv) quality of life and work, (v) search for meaning and commitment. The 14 studied microfarms referred to each of these 5 types of aspirations to justify their strategic choices but each aspiration type covered a range of specific aspirations which varied among the farms as shown in **Figure 2.1**. During the interviews, market gardeners strongly insisted on the social and environmental dimensions of their aspirations at the farm and regional level. This echoed their sources of inspiration, for example permaculture (Holmgren 2002) or organic farming (Darnhofer *et al.* 2010), which both stress the need to reconcile human well-being (social dimension) and ecosystem health (environmental dimension). Some of these aspirations, for example maintaining a decent income and acceptable

workload, seemed to be more social, whereas other aspirations such as the creation of rich ecosystems or preservation of rare resources reflect essentially environmental concerns.

However, microfarmers insisted that many of these aspirations relate to both human and ecosystem welfare, which were conceived of as closely interwoven. For example, energetic autonomy on the farm was seen as the same time as a way to preserve rare resources (environmental dimension) and to be less dependent from big energy companies (social dimension). Microfarmers were no exception as regards the necessity of creating economic value as well as rationalizing, organizing and optimizing their production, all of which are underpinned by the “merchant world” and “industrial world” logics as defined by Boltanski and Thévenot (2006). Yet these farmers aimed not to maximize their profit but to obtain a “guaranteed minimum” so that they and their family could live decently. This minimum standard varied among farmers, from 900€ to 1800€ monthly for one person, depending on their desired lifestyle. In this respect, generating an income was perceived as a social rather than an economic aspiration. The need to create an income and to organize production in order to ensure acceptable workload did of course have a strong impact on microfarmers’ strategic choices. However, as shown in **Figure 2.1**, these farmers attached central importance in their project to a wide range of other aspirations which belong to the “world of inspiration” and the “civic world” described in the theoretical framework of Boltanki and Thévenot (2006). The "world of inspiration" values beauty, pleasure and meaning, while the "civic world" focuses on the community’s welfare. In this regard, their project is not a business project, but a life project built as a personal and political act, an expression of each farmer's identity and aspirations for his/her future and that of society. It is therefore essential to consider all microfarmers' aspirations if we are to understand their strategic choices. Interpreting their strategies from a purely commercial or industrial point of view could lead us to conclude that these strategies are not optimal, when in fact they are contributing to the aesthetics of the living environment, to the pleasure to work, to the search for improved social relations in the community, or to the quality of ecosystems.

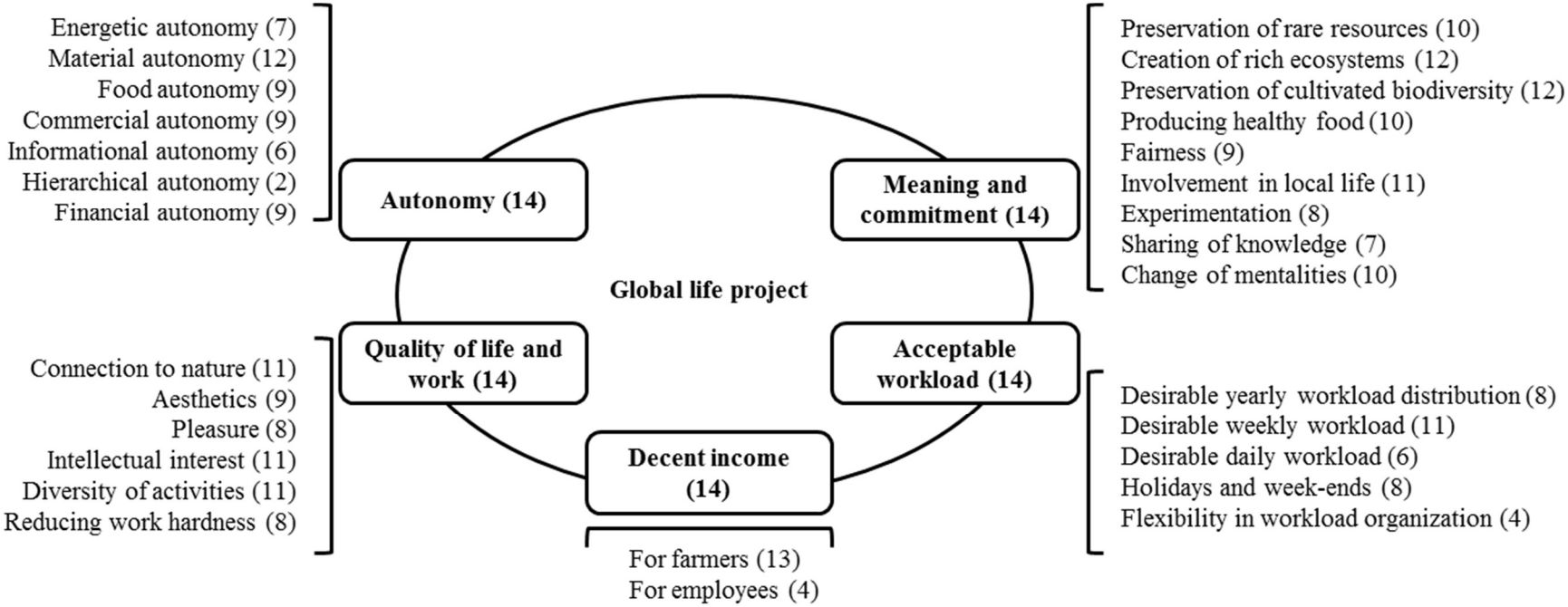


Figure 2.1: microfarmers' social and environmental aspirations

The number in brackets indicates how many microfarms out of 14 justified at least one of their strategic choices by this aspiration.

3.1.2 *Farmers' perception of their specific situation*

In implementing their ideal life project, the studied microfarmers had to adapt it to take into account the specificity of their situation, which is all the opportunities and constraints they perceived on their farm and in its environment (Brossier *et al.* 2003). As shown in **Table 2.2**, the 14 studied microfarms justified their strategic choices in reference to 3 aspects of their situation: (i) site specificity, (ii) farmer's human and material opportunities and constraints, (iii) human and material opportunities and constraints of local community. Thirteen microfarms out of 14 mentioned that they adapted their strategic choices to climatic and soil conditions, and 11 to local ecological conditions because they said that they "wished to work with nature rather than against it". Likewise, farmers from 11 microfarms said that their concerns about human welfare lead them to adopt strategies that respect the needs of individuals working on the farm, related to their physical weaknesses or their temperament for example. Microfarmers' social and environmental aspirations were reflected in a desire for local integration in the use of material and human resources, and in the building of their commercial and social networks. Their perception of local organic matter availability (12 microfarms out of 14), existing short supply channels (14), local consumers' habits (14), and from the psychological and practical support they could get from neighbors, friends and family (9) was thus particularly relevant from a strategic point of a view. Although the local scale was given preference, 3 microfarms also relied on larger networks to access more distant resources or customers, especially through the internet. The importance of thinking and acting in accordance with the specific characteristics of the social and environmental context – with people and place - can be related to the "Observe and interact" permaculture principle (Holmgren 2002) that has inspired several microfarmers.

Table 2.2: microfarmers' perception of their situation determining strategic choices

	Situation aspects mentioned during the interviews
Site specificity (14)	Available surface area (11)
	Production site parceling (3)
	Land tenure (6)
	Site history (7)
	Soil quality (13)
	Climatic and microclimatic conditions (13)
	Site landscape and ecology (11)
	Site topography (2)
	Distance to a road (3)
	Access to water and electricity (6)
	Distance to farmers' house (10)
Farmers' human and material opportunities and constraints (14)	Farmer's skills and knowledge (13)
	Farmers' physical condition or temperament (11)
	Personal savings (10)
	Bank loans or debts to pay off (4)
	Existing equipment on the farm (4)

	Situation aspects mentioned during the interviews
Human and material opportunities and constraints of local community (14)	Consumers' number, distance, eating habits (14)
	Preexistence of short food supply chains in the area (14)
	Local sources of organic matter (12)
	Local support to the microfarm (10)
	Local farmers' networks (7)
	Family and friends in the neighborhood willing to help (9)
	Neighbors with specific skills willing to help (9)

The number in brackets indicates how many microfarms out of 14 justified at least one of their strategic choices by this aspect of their situation.

3.2 A VARIETY OF INTEGRATED STRATEGIC CHOICES

We grouped the strategic choices of the studied microfarms into six categories: (i) marketing, (ii) community integration, (iii) investment, (iv) labor organization, (v) technical and ecological management, (vi) temporal and spatial organization of cultivated diversity. Each category embraces a variety of strategic choices whose presence, importance and combination varied among the farms.

3.2.1 Marketing, community integration, investment and labor organization

In line with their aspirations to be involved in local life all microfarmers from our sample sold through short supply chains. However, microfarms' marketing choices differed in the nature of such chains, their combination and their selling period (**Table 2.3**). To fulfill short supply chains requirement, microfarms commercialized a wide diversity of vegetable and herb production types (from 35 to 70) which was much wider than in larger organic market gardens observed in the southern part of France by Navarrete (2009) in long supply chains (5 vegetables types in average) or in short supply chains (30 vegetables types in average). Short supply chains contributed to building interpersonal relationships within the local community, which went well beyond the commercial ties and were strengthened by diverse non-agricultural activities (**Table 2.3**). This strategic social anchorage within the community made it possible for microfarmers to benefit from a wide range of material and immaterial resources (**Table 2.3**) through non-monetary exchanges, loans or gifts. These "community resources" were part of the farms' economics and, in most cases, strongly contributed to their success. Farmers did not consider them as liabilities or constraints but as constituent elements of their project.

All microfarmers from our sample wished to limit their investments even if 8 of them were prepared to make large investments at certain key stages of their farm's evolution. In order to limit their investments and their dependence on external financial sources, 8 microfarmers favored self-built or second-hand equipment. As self-building and maintaining second-hand implements required specific skills and know-how, microfarmers who did not have them tended

to access them through their local network. As far as possible, they also relied on their relationships within the community to borrow or rent equipment they did not use frequently instead of buying them. This showed that the quality of community integration had a direct effect on investment strategies. In the same way, in their labor organization choices, 11 microfarmers considered that they could benefit from volunteer physical help from different members of the local community: family members, friends, neighbors or customers. However, this use of local manpower was generally moderate and occasional, mainly restricted to "peak workloads" linked to specific activities such as annual potatoes harvest or the building of a new greenhouse. Only 3 microfarms employed paid workers (**Table 2.3**). For most microfarms (9), trainees were the primary source of volunteer manpower (from 0% to 33% of global labor as shown in **Table 2.1**) in exchange for the free training to which farmers dedicated time and energy. This training function was considered as a full part of the farm activity, which contributed to the dissemination of alternative knowledge and skills.

Table 2.3: diversity of microfarms' main strategic choices

Strategic category	Strategic choices	Range of strategic choices
Marketing	Nature of commercial channels	vegetable box scheme (12); retail selling on the farm or in shops (8); retail selling in open air markets (3); selling to restaurants or mass catering (5)
	Combining commercial channels	only one vegetable box scheme (3); combining from to two to five different channels (11)
	Selling period	eight (1), nine (1), ten (2), eleven (6) or twelve (4) months a year
Community integration	Non-agricultural activities	training on the farm (9); cultural activities (5); guided visits of the farm (10); commitment in local associations (7)
	Relying on local human resources through non-monetary exchanges	occasional physical help for heavy jobs (11); moral support from local community (12); specific skills, knowledge and know-how from local people (10)
	Collaborating with other farmers	borrowing occasionally motorized equipment (5); commercializing with other farmers (9); using other farmers' buildings (3); collective experimentation (4); sharing agricultural know-how (10)
	Getting local organic manure	for free (7); through vegetables or labor exchanges (3); monetary way (2)
Investment	External financial sources accepted	government subsidies (9); bank loans (8); no external financial help (4)
	Investment rhythm	progressive investments (6); large investments at key stages of farms' evolution (8)
	Investment preference	favoring second-hand or self-built equipment (8); favoring new equipment (6)
Labor organization	Using paid employees	all along the production season (3); during the peak workload of spring and summer (1); never (11)

Strategic category	Strategic choices	Range of strategic choices
	Using volunteers	trainees all along the production season (5); trainees during the peak workload of spring and summer (4); no trainees (5)
Technical and ecological management	Increasing land productivity	uninterrupted crop rotations (11); high crop density (12); intercropping (6); relay cropping (5) ;producing in winter using greenhouses, frost blankets, manure hotbeds (13)
	Increasing labor productivity	dense plant cover limiting weed control (12); limiting soil tillage (11); tools adapted to dense plant covers such as ergonomic manual weeding tools or six-row manual seeders (8); permanent plants (8)
	Types of crops cultivated	focusing on high added value crops (2); combining high added value crops and low added value crops (12); not growing storage potatoes (4)
	Improving soil quality and activity	no-tillage (3) or superficial tillage (8); permanent growing beds (10); soil cover with organic (8) or plastic mulches (10)
	Renewing fertility	at the plot scale, recycling vegetable waste or sowing green manure (13); at the farm scale, transferring to the vegetable beds organic matter from others areas (7); at the territorial scale, through import of local organic matter and manure (12); buying organic fertilizers (7)
	Preserving plants' health and controlling pests	improving natural regulations through plants and habitats diversity (13); crop rotation (14); preventive and curative farm-made treatments (11); commercial organic treatments (10)
Temporal and spatial organization of cultivated diversity	Spatial integration of agricultural biodiversity	integrating trees, vegetables and/or animals in same spaces of the farm (7); separating vegetables, trees and/or animals in distinct spaces of the farm (7)
	Simplifying spatial allocation of vegetables with grouping criteria	botanic family (6); soil fertility needs (9) ; irrigation needs (3); season of seedlings or harvesting (6)
	Easing rotation complexity	building up the global immune system of the agroecosystem through biodiversity to be more flexible with rotation strictness (8); distinguishing "sensitive vegetables" to sanitary disorders from "less sensitive vegetables" and following strict rotation criteria only for “sensitive vegetables” (6);
	Reducing complexity of crop temporal planning	choosing flexible and complementary selling channels to buffer production uncertainties (11); planning one year in advance with safety margins only some "key vegetables" and planting/sowing "complementary vegetables" with less safety margins or throughout the production season depending on opportunities (7); no crop planning (1)

The number in brackets indicates how many microfarms out of 14 made this strategic choice.

3.2.2 Technical and ecological management

To design their cultivation practices microfarmers considered holistically the productive, metabolic and immune functions of their agroecosystem (Bonaudo *et al.* 2013). Microfarmers developed such approach through books written by alternative practitioners such as Mollison and Holmgren (1981), Fukuoka (1992), Coleman (1995), Jeavons (2001) and Fortier (2014). This way of thinking has been described by various authors in the agroecology field (Altieri 2002; Gliessman 1998; Pretty 2008).

The cultivated area per unit labor of the studied microfarms (**Table 2.1**) represented from 8 to 80% of the cultivated acreage of more classic forms of diversified organic farming in France (GAB/FRAB 2009). As conventional farmers, microfarmers aimed to increase land productivity and labor productivity. For conventional farmers, this increase of productivity is seen as a way to maximize their income and to be able to cultivate a bigger surface (Hervieu and Purseigle 2013). Conversely, microfarmers wished to increase their productivity to make a livelihood out of a small cultivated area while maintaining an acceptable level of workload in line with their social aspirations. The different options chosen by microfarms to increase land and labor productivity are described in **Table 2.3**. In a systemic approach some strategies were meant to simultaneously increase land and labor productivity. For example, 12 microfarmers opted for high crop density in order to harvest more on each plot but also to reduce weeding through a dense plant cover. Eight microfarms were less motorized than classical organic market gardens because they did not use a tractor (**Table 2.1**). To increase the productivity of hand labor, these low motorized microfarms chose to use efficient manual tools such as ergonomic weeding tools or six-row manual seeders. For the same reason, some of them also chose to limit the acreage they cultivated while focusing on high added value crops such as salad greens (2) or avoiding low value crops such as winter storage potatoes (4) as shown in **Table 2.3**.

In accordance with classic principles of organic agriculture (Darnhofer *et al.* 2010), all studied microfarmers considered that soil fertility was a central issue in order to guarantee plants' productivity and health. Microfarmers implemented a wide range of strategies to improve the quality of their soil and closing nutrients and organic matter cycles at different scales (**Table 2.3**). To preserve plants' health, microfarmers used traditional practices such as crop rotation or organic treatments, mainly farm-made (plant macerations). But above all they tried to maximize natural biotic regulation through cultivated plant diversity and habitat diversity consciously created on the farm (hedgerows, trees, flowers strips, refuges for wildlife, uncultivated areas, ponds etc.). In this regard, the high level of cultivated biodiversity contributed at the same time to providing a sufficiently wide product range to be suitable for direct selling and to maintain the agroecosystem's health and resistance to disturbance (Holling 1973).

3.2.3 Temporal and spatial organization of cultivated diversity

Cultivated diversity was not only a key point of microfarmers' strategic choices for commercial and ecological reasons but also for social reasons. Indeed, a wide range of cultivated plants was promoted by the 14 microfarms as a way to create a pleasant landscape to work in and to improve farmer's satisfaction at work through a variety of tasks. However, organic market gardeners often perceive that a high level of cultivated diversity makes spatial and temporal organization of crops very complex (Aubry *et al.* 2011). This feeling was shared by the farmers we interviewed, who implemented various solutions to address this problem (**Table 2.3**). For example, 6 microfarmers judged that it was impossible to follow classic monocropping rotation criteria based on botanical family because the way in which their practice of intercropping and relay cropping mixed crops across families. Farmers chose to respect rotation criteria only for a few vegetables that they identified as "*sensitive vegetables*" for instance cabbages or potatoes which are sensitive to soil-borne diseases. For other vegetables judged as "*less sensitive*" farmers opted not to abide by strict rotation criteria in the belief that the biodiversity and intercropping practices of their farm were enough to maintain the global immune function of their agroecosystem. In an analogous way, in order to reduce the complexity of crop planning, 7 microfarmers distinguished "*key vegetables*" strongly expected by consumers at different times of the year (for example radishes in spring, tomatoes in summer and carrots in winter) and "*complementary vegetables*" which were not specifically expected by consumers but brought diversity to the commercial offer (for example kohlrabi, or fennel in summer). Only key vegetables received a strict planting plan complete with high safety margins before the production season. Complementary vegetables, in contrast, were planned less strictly or throughout the production season, depending on opportunities. Even in the absence of strict planning for complementary vegetables, the high number of cultivated plants at the same time made possible to offer each week enough diversity to fulfill market requirements. These examples showed that microfarmers from our sample paradoxically reduced the complexity of spatial and temporal crop planning through strategies relying on the ecological and commercial advantages of a high level of cultivated diversity. Indeed richer and healthier agroecosystems made possible to be more flexible with rotation criteria and the presence of a high number of harvestable products at any time of the year allowed microfarmers to plan less strictly their crops.

3.3 A CONCEPTUAL FRAMEWORK LINKING FARMERS' ASPIRATIONS, PERCEPTION OF SITUATION AND STRATEGIC CHOICES

3.3.1 Strategic choices and their determinants

As shown in **Figure 2.1** and **Table 2.2**, all studied microfarmers justified and explained their strategic choices referring to a wide range of aspirations and to specific constraints or

opportunities perceived in their situation. It is therefore relevant to consider strategic choices in terms of coherence with these determinants as suggested by Brossier *et al.* (2003). For example, farm N's choice to design an agroforestry system with fruit trees and vegetables can be understood through different strategic determinants, such as the wish: to create rich agroecosystem (search for meaning and commitment); to improve landscape aesthetics through multiple plant strata (quality of life and work); to be independent from fruit producers (commercial autonomy); to supply the strong local demand for organic fruits and vegetables (opportunity of local situation); and to create shade for the market gardeners' well-being (quality of life and work) in a region with really hot summers (site constraints).

3.3.2 Taking the interdependence of strategic choices into account

Our analysis showed that strategic choices were closely interlinked. So it is necessary to study them in a systemic way, considering their interactions. For example, the choice of exclusively manual work (technical management) on farm G was related to the limitation of motorized equipment costs (investment) and to the use of trainees to meet the need for labor (labor organization). Moreover, to create a decent income without motorization, these market gardeners grew uninterrupted rotations of short-cycle vegetables and choose not to grow certain storage crops such as potatoes, which they considered to be unprofitable with manual growing techniques (technical management). As they perceived a large local demand for these crops, they bought potatoes from a neighboring organic producer to complement their vegetable boxes (marketing and community integration).

3.3.3 Considering trade-offs and adaption

Within their life project, microfarmers made trade-offs between their different aspirations. For example, microfarmers from farm F wanted to design a landscape where cultivated varieties would be freely spread across multiple areas in accordance with their aspiration to create a rich ecosystem. In practice, however, cultivated varieties were grown together in the same space to limit labor costs and workload, in accordance with their aspiration of reducing workload and creating a decent income. Likewise, their technical choice of using plastic mulches stemmed from a trade-off between the workload reduction allowed by this strategic choice and the wish to preserve fossil fuels required for plastic fabrication.

In the determination of strategic choices, microfarmers also adapted their aspirations to the perceived resources and constraints of their situation. For example, farm G, which had free access to horse manure from a neighboring riding school, was able to manage soil fertility sustainably by recycling organic matter at local level. Farm B, which did not perceive this opportunity, choose to allocate a part of its land to green manure production. The nature of trade-offs and adaptation varied considerably among the 14 microfarms but are essential to consider in order to understand microfarmers' strategic choices (**Table 2.4**).

Table 2.4: examples of trade-offs and adaptation on the 14 microfarms

Farm	Aspirations in tension	Opportunitiess/constraints perceived in situation	Trade-offs and adaptation in strategic choices
A	Commercial autonomy *vs* preservation of rare resources	Farmers in the neighborhood are ready to lend their tractor	A borrowed tractor is occasionally used (even if it consumes fuel) to grow some storage crops such as potatoes which are expected by local clients
B	Desirable daily workload *vs* preservation of rare resources	The farmers have not enough experience in working with animals	A small tiller is used (even if it consumes fuel) rather than animal draught which can generate more workload if it is not well mastered
C	Material autonomy and decent income *vs* fairness	The local government offers free organic matter but not enough for every grower	Manure is bought from a cattle breeder (even it is more expensive) because it would be unfair to get free organic matter if other local growers could not benefit from it
D	Creation of rich ecosystems *vs* change of mentalities	The farm is financially supported by sponsors for developing alternative farms which are economically viable	Monocropping and high added value crops are favored to prove that the microfarm is economically efficient (even if intercropping could create a richer ecosystem)
E	Desirable weekly workload and fairness *vs* decent income	The two farmers are a couple	In order to reduce peaks workload employees are used (even if the farmers couple has to accept to live with less than two full salaries to pay fairly their employees)
F	Desirable weekly workload *vs* preservation of rare resources	The farm was created on a meadow which brings a lot of weeds problems	Plastic mulch is used to reduce weeding (even if plastic fabrication consumes fuel)
G	Commercial autonomy *vs* pleasure and preservation of rare resources	A local motorized organic market gardener produces potatoes	A tractor is not used because it is unpleasant but vegetables boxes are complemented with potatoes from outside the farm (even if they are produced by a motorized colleague)
H	Material autonomy *vs* decent income	The animal manure produced in the neighborhood is not good quality	A bigger surface of greenhouse was built (even if it is more expensive) to grow green manure in the greenhouses rotation and less depend from neighbors
I	Financial autonomy *vs* having holidays and week-ends	The farmers do not have a lot of personal savings	Bank loans are not accepted to be independent from banks but equipment is self-built progressively (even if it requires to work during some week-ends)
J	Aesthetics *vs* desirable yearly workload distribution	Cold climate makes impossible to grow most vegetables outside in winter	No greenhouse was built because it is ugly (even if vegetables can then only be sold from may to december which creates a peak workload in this period)
K	Diversity of activities v*s* decent income	Local people do not buy a lot of vegetables in open air markets	Vegetables are sold through a box scheme to create a decent income (even if it would be a more varied and pleasant work to sell in open air markets)
L	Decent income *vs* fairness	Local people wish to support financially the microfarm	Vegetables boxes are sold less expensive that people would be ready to pay (even if the farmer could make more money)

Farm	Aspirations in tension	Opportunitiess/constraints perceived in situation	Trade-offs and adaptation in strategic choices
			because the farmer estimates that he is already fairly paid
M	Creation of rich ecosystems *vs* desirable weekly workload	The farmers are not confident about their technical skills as market gardeners	Vegetables are grown in monocropping because intercropping systems would generate more workload if not well managed (even if they would bring more biodiversity)
N	Aesthetics and pleasure *vs* decent income	Local consumers wish to have fruit with their vegetables boxes	Fruit trees rows integrated in vegetables plots are limited (even if more trees would create a nicer landscape) because they are more sensitive to production uncertainties than vegetables

3.3.4 A conceptual framework for a systemic approach of strategic choices

We created a visual framework combining the different conceptual categories of strategic choices, strategic determinants and their relations already described: trade-off, adaptation, coherence and interdependence. The use of this framework is illustrated on concrete examples from farm I and N in **Figure 2.2** and **Figure 2.3**. When the framework was discussed on the field, farmers and teachers highlighted that it allowed to map visually strategic choices and strategic determinants and to get a global picture of their complex links. In this regard, it can be compared as a mind map which makes possible to see a complex problem as a whole instead of analyzing each part of it separately (Buzan 1995). It was deemed credible by market gardeners because the nature and variety of the aspirations considered were in accordance with the reflection that went into designing their farms. It was judged salient because the 6 categories of strategic choices corresponded to what mattered for farmers in the management of their agroecosystem. Moreover, 30 out of 40 market gardeners said that it was sometimes difficult to take distance from their busy daily farming activities and that this framework could help them to facilitate a reflexive thinking on their strategic choices. All the teachers and advisors who were involved in the discussions about the framework told that it was crucial to help students and new farmers to develop a systemic approach on their farm but that practical tools were missing to support the teaching of systemic farming approaches. According to them, the key concepts and conceptual categories underlined by the framework could help students and farmers to "ask the good questions": "*what do I really want and seek from my farming project?*"; "*how do I make my strategic choices coherent with what I seek?";* "*how can I enjoy local opportunities and adapt to constraints?*"; "*which types of trade-offs am I ready to make ?*". Our framework was perceived as legitimate because we took into account farmers' views, comments and criticism in all steps of the research process. As these alternative farmers valued their autonomy with regard to information and knowledge, they also appreciated the fact that the framework was non-normative and could be adapted to a wide range of aspirations and singular cases.

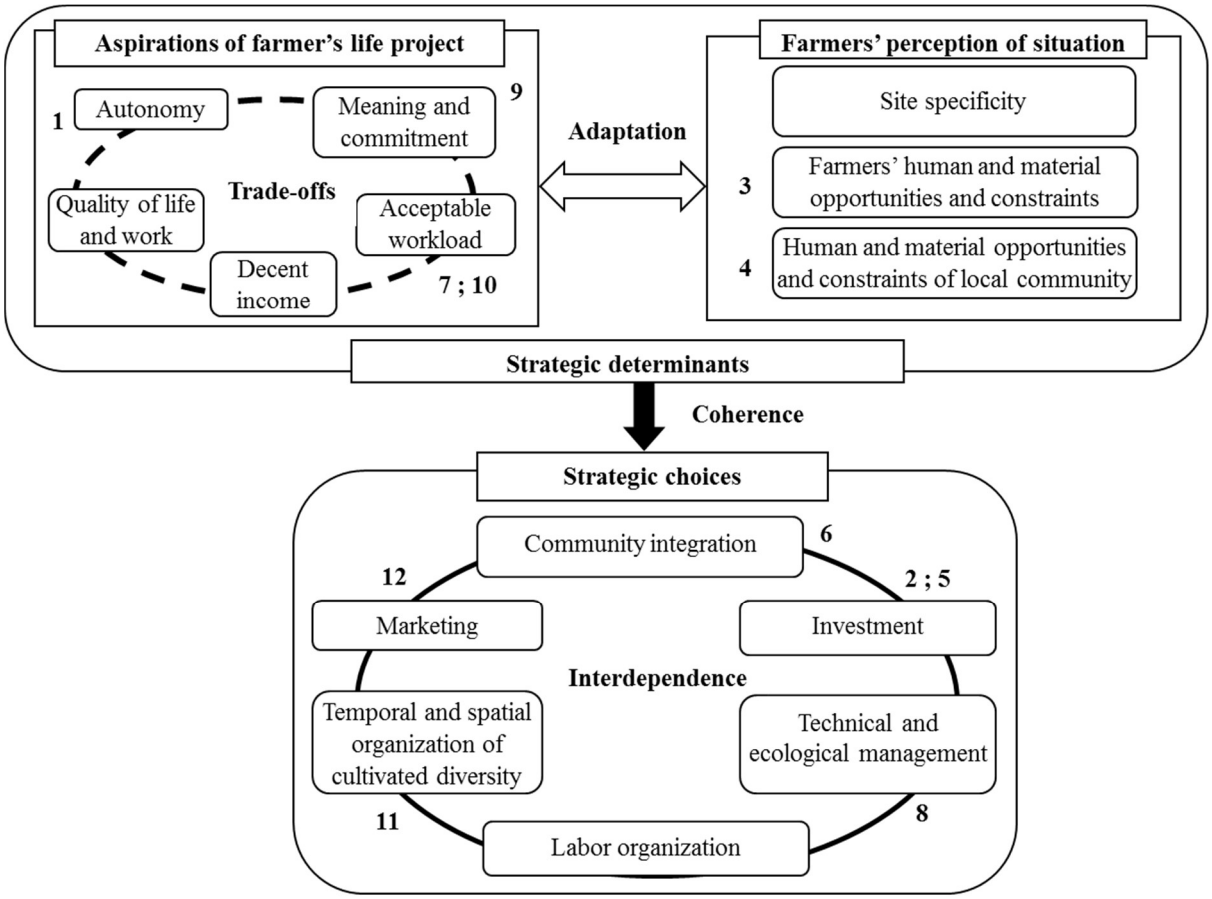


Figure 2.2: illustration of the conceptual framework for strategic choices of farm I

Numbers in brackets in the text are presented visually on the conceptual framework to allow a global comprehensive view of strategic choices. For ideological reasons, these microfarmers had a strong aspiration of financial autonomy (**1**), which lead them to refuse bank loans (**2**). As they did not have a lot of personal savings (**3**) and perceived that some friendly neigbors had building skills (**4**), they decided to invest progressively in the self-building of most of their equipment (**5**) supported and helped by their neigbors (**6**). As self-building equipment required time, microfarmers wished to reduce as much as possible the worload in the gardens (**7).** They opted for cropping practices which were supposed to limit workload: using a tiller for soil preparation, using plastic mulch to reduce weeding and growing vegetables in mocrocropping rather than intercropping (**8**). These technical choices consuming fuel and limiting spatial diversity (monocropping) were a trade-off considering their environmental aspirations of creating rich ecosystems and preserving rare resources (**9**). As producing vegetables while self-building their equipment in the same time was exhausting, these microfarmers wanted to have long holidays in winter (**10**) to relax. They decided to plan their crops in order not to work in january and february (**11).** As consequence, they were able to sell vegetables boxes only from april to december (**12**).

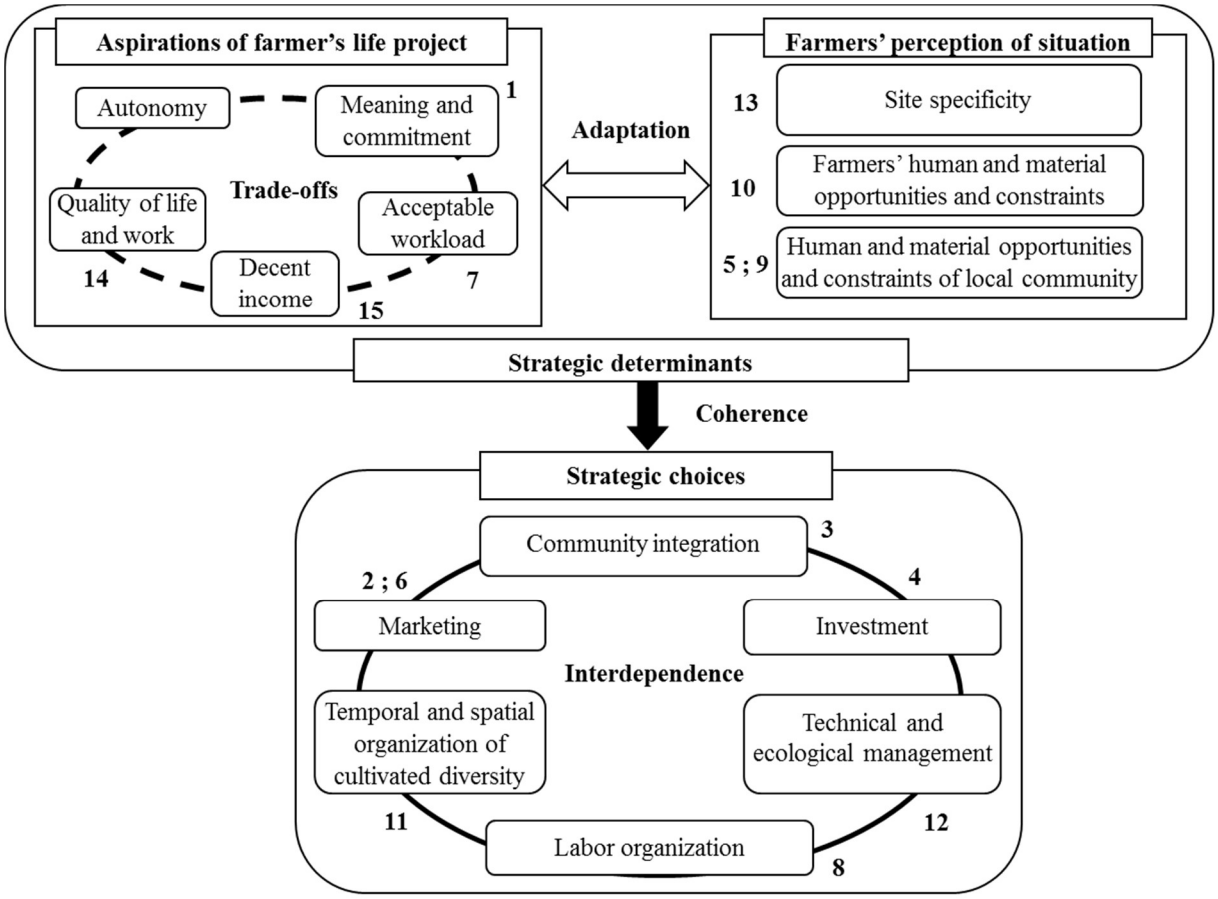


Figure 2.3: illustration of the conceptual framework for strategic choices of farm N

Numbers in brackets in the text are presented visually on the conceptual framework to allow a global comprehensive view of strategic choices. These microfarmers really wanted to get involved in local life (**1**) and choose for this reason to sell through a vegetable box scheme (**2**). This initiative was supported by a community association which lent them buildings for selling their vegetables (**3**) which allowed the microfarmers not to invest in a building (**4**). As a lot of local people had their own private gardens which produced often French beans and green peas (**5**), the microfarmers decided not to provide these vegetables in the boxes (**6**) which was coherent with their aspiration of reducing weekly workload (**7**) as harvesting beans and peas takes a lot of time. In order to reduce their workload, they also decided to employ a trainee during spring and summer (**8**). As microfarmers perceived a high local demand for organic fruit (**9**) and as one of them had studied arboriculture (**10**), they decided to integrate rows of fruit trees in the vegetables plots (**11).** This choice of planting trees also meant to bring shadow and create a moister microclimat for vegetables (**12)** as local climate was really hot in summer and there was no acces to irrigation in most plots (**13).** The limited number of fruits trees planted was a trade-off between the aspiration to create a pleasant landscape for farmers (**14)** and the aspiration of creating a decent income (**15**) as fruit production was judged more sensitive to climatic uncertainties than vegetables.

4 DISCUSSION

4.1 ADAPTATION OF OUR FRAMEWORK TO OTHER TYPES OF ALTERNATIVE FARMS

Scientific literature shows that the aspirations highlighted in our framework: decent income and workload, quality of life, autonomy, social and environmental commitment, are shared by most alternative farmers (Holmes 2006; Beus and Dunlap 1990; Deverre and Lamine 2010; Holt Giménez and Shattuck 2011; Fernandez *et al.* 2013). We therefore think that the structure of our framework could be adapted to other types of alternative farms, integrating other types of aspirations as necessary. Moreover, the key concepts used in our framework: trade-offs, adaptation, coherence, interdependence, have been historically developed in systemic agronomy approaches for studying a wide range of farms, especially cereal and livestock farms (Brossier *et al.* 2003; Marshall *et al.* 2013). In this regard, we hypothesize that our framework could be suitable for other types of farms than market gardens. Concerning strategic choices categories some other categories may be needed for approaching other types of farming systems. However, we do think that the six categories we propose ((i) marketing, (ii) community integration, (iii) investment, (iv) labor organization, (v) technical and ecological management, (vi) temporal and spatial organization of cultivated diversity) are relevant for other alternative farms. Indeed, classical agronomic frameworks assume that all farming systems have to make strategic choices about marketing, investment, labor organization and technical management (Brossier *et al.* 2003; Marshall *et al.* 2013). Furthermore, as alternative farms seek to contribute to the vitality or rural communities, respect the environment and value diversity (Holmes 2006; Beus and Dunlap 1990; Deverre and Lamine 2010; Holt Giménez and Shattuck 2011; Fernandez *et al.* 2013; Ponisio et al, 2015), they tend to rely more on local networks, to develop a holistic approach of their agroecosystem and to be challenged by the management of complex diversified systems. The original focus in our work on specific strategic choices concerning community integration, ecological management and organization of cultivated diversity could therefore be more generally convenient for other alternative farming systems.

4.2 ASSESSING AND SUPPORTING ALTERNATIVE FARMS VIABILITY

Our qualitative study was meant to be a first step in the development of a practical tool to support microfarmers in the design of strategic choices which ensure the viability of their farms. In the introduction, we gave a preliminary theoretical definition of viability as farms' internal economic and social sustainability (Yunlong and Smit 1994; Hansen and Jones 1996; Ba and Aubry 2011). During the interviews, microfarmers told us that their aptitude and desire to continue their farming activity would depend to the extent they would be able to fulfill their wide range of material and immaterial aspirations over the time. Based on this work, we propose

a definition of farm's viability as the possibility for farmers to live on a long-term basis in accordance with their material and immaterial needs and values. We think that this generic definition should be operationalized specifically for each farm because our work showed that aspirations varied among the farms. Assessing and supporting the viability of a farm thus requires an understanding of the specific needs and values of that farm, for example the minimal level of income required to sustain farmers' lifestyle, the maximal weekly workload acceptable, and the environmental and social aspirations which make sense for the farmer.

This understanding could lead to define for each farm quantitative and qualitative constraints which need to be respected to guarantee the farm's viability. Our work has shown that microfarmers did not wish to optimize a few criteria (for example their profit) but to guarantee an acceptable fulfillment of a large variety of criteria. We therefore think that mathematical approaches to viability could be relevant for supporting their decision-making. The mathematical theory viability (Aubin 1991; Cury *et al.* 2005; Sabatier 2010) assumes that a system is viable if it stays in a domain of multiple constraints over time. Mathematical algorithms have been developed to explore all strategies which allow a system to stay within a set of given constraints, as distinct from optimization approaches that highlight only the best strategies to fulfill a limited number of criteria by problem-solving algorithms (Sabatier 2010; Martin *et al.* 2013). However, viability algorithms require quantitative data and a dynamic description of the studied systems. As our conceptual framework provides only a qualitative and static vision of the farm, further reflection and data collection will be carried out to develop dynamic models of microfarms depending on the strategic choices they make.

4.3 FURTHERING THE UNDERSTANDING OF TRADE-OFFS BETWEEN ASPIRATIONS

Our work has shown that farmers' strategic choices are the result of their perception of situation and trade-offs between their aspirations. The modalities of these trade-offs require further investigation. The framework of multifunctionality of agriculture (MFA) aims to quantify the value of different functions, goods and services provided by farming systems, in order to optimize the trade-offs between them for increased sustainability (Gómez Sal and González García 2007; Huang *et al.* 2015). The MFA approach distinguishes the *on-farm effects* and the *off-farm effects* of the identified functions. On-farm effects are seen as farmer's private goods, whereas off-farm effects are perceived as common or public goods (Huang *et al.* 2015). Based on this theoretical consideration, it would be possible to consider alternative farmers' on-farm and off-farm aspirations. As alternative farmers strongly wish to have a positive impact on social and environmental global welfare (off-farm aspirations), they may neglect or sacrifice their income or their quality of life (on-farm aspirations) which can put the farm's viability at risk (Bon *et al.* 2010). Conversely, the microfarmers we studied argued that their personal welfare was a fundamental condition of their contribution to collective welfare and wished to reconcile both in their strategic choices. MFA approaches have considered varied economic,

social and environmental off-farm effects but on-farm effects are usually limited to farmer's costs and profits (Buysse *et al.* 2007; Huang *et al.* 2015). To reach a deeper understanding of trade-offs in alternative farming systems, a wider range of on-farm aspirations should be considered.

5 CONCLUSION

Our case study of 14 market gardening microfarms in northern France has shown that the strategic choices of these alternative farmers were coherent with a global life project defined by strong social and environmental aspirations rather than profit maximization. Classical agronomic frameworks are thus not suited to the analysis and assessment of such strategic choices. Through a qualitative analysis, we developed a conceptual framework which takes into account not only farmers' usual aspirations, such as generating a decent income and maintaining an acceptable workload, but also their search for autonomy, quality of life, meaning and commitment. As these aspirations were sometimes in tension, our framework highlights the need to consider trade-offs between them. This framework also underlines the necessity to consider farmers' perception and adaptation to local opportunities and constraints because microfarmers based their project on close relationships with community and wished to create agroecosystems in accordance with local conditions. Moreover, it emphasizes the necessity to approach microfarmers' strategic choices through their interdependence because microfarms' design was underpinned by holistic thinking in alignment with their sources of inspiration, such as organic agriculture, natural farming and permaculture. Our conceptual framework was discussed with market gardening professionals on the field and was judged relevant to stimulate systemic and reflexive thinking on microfarmers' strategic choices. We think that this framework could be adapted to other types of alternative farming systems that promote social and environmental aspirations, adaptation to local context, and holistic thinking. This qualitative framework could be a base for the development of dynamic modelling to better understand the long-term viability of of alternative farms. Our work suggests that it would be especially relevant to examine the impacts on farm viability of trade-offs between farmers' on-farm (farmer's welfare) and off-farm (society welfare).

6 ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank all the farmers and organic market-gardening teachers and advisors who have dedicated time and energy for this research project. We also thank the Ile-de-France Region for supporting financially this work.

Transition

L'article 2 abordait les choix stratégiques des microfermes à la lumière de leurs multiples aspirations sociales et écologiques et proposait une définition de la viabilité intégrant la singularité des projets des microfermes.

Cet article pose le cadre général de mon travail de thèse. Les articles suivants approfondissent différents aspects de ce cadre. Etant donné la forte attente du terrain concernant la question de la viabilité économique, j'ai focalisé les articles 3 et 5 sur une partie seulement des aspirations des microfermes (revenu et temps de travail) en fonction de trois catégories de choix stratégiques qui semblaient les plus déterminants: choix techniques, choix d'investissement, choix de commercialisation.

L'article 3 présente comment la démarche inductive dont j'ai exposé les principes dans la partie méthodologique peut se traduire concrètement pour élaborer un modèle de simulation.

Article 3. Small can be beautiful for organic market gardeners: a "grounded" modelling exploration of the viability of French microfarms

K. Morel[1], Magali San Cristobal[2] and F. Léger[3]

[1]UMR SADAPT, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, France ; [2]UMR GenPhySE, INRA, Toulouse, France ; [3]UMR SADAPT, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, France

This work was submitted to the international peer-reviewed journal Agricultural Systems and is currently under review.

Keywords: agroecology; pioneer farmers; marketing; crop planning; labour productivity; land use

Abstract

Microfarms are pioneer organic market gardens gaining interest in France. Microfarmers seek to make a living from a small agricultural area by using innovative strategies that combine high land-use intensity, ecological low-input practices, and direct selling of a wide range of vegetables. The objective of this study was to explore the economic viability of these pioneer systems, about which there is little available information. We pragmatically implemented a "grounded" modelling approach. Grounded refers to the inductive and interactive process used to build a stochastic static simulation model that we named MERLIN. The model is based on farmers' expertise and on extensive data from 10 farms in northern France. MERLIN integrated three sub-models at the farm level. These included two mixed models to predict yields and workload according to farming practices for 50 crops and a crop-planning model to match complex marketing requirements for direct selling. We simulated 18 scenarios, combining three technical systems, three marketing strategies, and two investment hypotheses, with 1000 simulations per scenario. The simulations showed that it was possible for microfarmers to be economically successful. They may, in fact, have greater chance of success than classic diversified organic market gardens. Our results highlight the impact of marketing and investment strategies on economic viability and their interaction with farming practices. The relevance and challenges of "grounded" modelling for supporting pioneer farming systems are discussed.

1 INTRODUCTION

Microfarms are established on a land area smaller than the official recommendations for organic market farming (12000m^2). The people who run them claim that they are economically successful and productive, despite their small size (Fortier, 2014; Hervé-Gruyer and Hervé-Gruyer, 2016). In France, microfarms have gained widespread because they are seen as an alternative to the prevailing theory of farm management based on the economy of scale, which has led to larger farms and fewer agricultural jobs since World War II (Hervieu and Purseigle, 2013). Microfarms require limited acreage and a small initial investment, ideal for young people interested in farming, who lack an agricultural background and the large amount of capital necessary for operating a typical farm. However, despite the appeal of microfarms, there is little solid data on these pioneer venture and interested parties are uncertain about the viability of these initiatives.

We previously defined the viability of microfarms as having two components (Morel and Léger, 2016). One component is an assessment of the likelihood that the proceeds of the farm will provide, on a long-term basis, the "material" needs of the farmers. Equally important is the likelihood that the occupation will fulfil the "immaterial" requirements of the farmer. The immaterial component of the definition addresses the ethics and values of the farmers and is critical in this case as microfarmers are alternative farmers whose aim is above all to fulfil their strong ecological and social aspirations. However, the material part of viability, economic viability, defined here as the possibility for farmers to make a decent living with an acceptable workload, cannot be ignored.

We undertook to assess the economic viability of microfarms. The task of building generic knowledge based on few and diverse pioneer experiences represented a challenge. We opted for an inductive approach, particularly relevant to exploratory research on pioneer systems about which little information is available (Eisenhardt, 1989). We chose to simulate *in silico* (Guillaume Martin *et al.*, 2011) a wide range of potential microfarms scenarios, based on a data from farmers who manage a sample of microfarms in Northern France.

For this purpose, we built a stochastic static model at the farm level, which would allow us to explore combinations of farming practices, marketing strategies, and investment strategies particular to microfarms. This model, named MERLIN (Microfarms: Exploratory Research on Labour and INcome), was used to assess the economic viability and agricultural area required for 18 scenarios that combined three technical systems, three marketing strategies, and two investment hypotheses. We performed 1000 simulations per scenario. We will first describe MERLIN and the analysis of the modelling outputs. Then, we will discuss the necessity and relevance of "grounded" models to support pioneer farming systems.

2 MATERIAL AND METHODS

The main abbreviations used in this section are summarised in **Table 3.1.**

Table 3.1: Major abbreviations used in the paper, in alphabetic order

Abbrev.	Term	Unit*	Abbrev.	Term	Unit*
12M	Marketing season of 12 months with winter storage crops		MCI	Maximal Cropping Intensity	ratio
9M	Marketing season of 9 crops without winter storage crops		MDS	Maximal Developed Surface area	m^2
AW	Annual workload	h	Mi	Manual technical system	
Bi	Bio-intensive		R	Running phase (5 years after setting up)	
BI	Annual bank loan interest	€	RC	Costs during the running phase	€
BL	Annual bank loan payment	€	RS	Subsidies during the running phase	€
C	Cool climatic conditions		SF	Subsidies per farm for both phases	€
CA	Cultivated acreage	m^2	SM	Subsidies unit area for both phases	€ m^{-2}
Cl	Classic		SM1	Sub-model predicting Y	
FC	Fixed costs	€	SM2	Sub-model predicting Wp	
FI	Fixed initial investment per farm	€	SM3	Crop planning sub-model	
HS	High cost setup		SS	Extra subsidies for the setting up	€
II	Initial investment	€	ST	Share of tunnels in UAA	%
LabP	Labour productivity	€ h^{-1}	TI	Investment cost for tunnels	€ m^{-2}
LanI	Land use intensity	H m^{-2}	UAA	Utilised agricultural area	m^2
LanP	Land productivity	€ m^{-2}	UAA_t	Utilised agricultural area in tunnels	m^2
LI	Investment cost for land	€ m^{-2}	VA	Variable costs	%
LS	Low cost setup		Wp	Production workload per unit area CA	min m^{-2}
M	Mild climatic conditions		Y	Yield per unit area of CA	kg m^{-2}

2.1 A GROUNDED SYSTEMIC APPROACH

It was clear from previous studies that microfarmers combine innovative strategies including: (i) agroecological intensive production of many different crops (from 30 to 80 types of vegetables), (ii) selling boxes of vegetable directly on a weekly basis, which provided a diverse selection throughout the marketing season with the goal of keeping the loyalty of their

customers, and (iii) low-cost investment strategies, such as building their own equipment from used or recycled materials (Morel and Léger, 2016).

Given the specificity of these strategies, we concluded that pre-existing agronomic models could not easily be adapted to this project. Biophysical mechanistic crop models that focus mainly on cereals (Jones *et al.*, 2003; Keating *et al.*, 2003; Brisson *et al.*, 2004) were not suited to the wide diversity of vegetables grown by microfarms. Existing crop planning and land-use models that optimise yields or incomes while minimising environmental impacts (Dogliotti *et al.*, 2005; Dury *et al.*, 2012) could not match complex temporal commercial requirements in short supply chains (Aubry *et al.*, 2011). Finally, although there is a lot of information on the impact of low-input practices on the economics of various farming systems (Pimentel *et al.*, 1989; Clark *et al.*, 1999), the effect of building one's own equipment has not been quantified.

We opted for system thinking to inquire into the complex reality of microfarms, defining a system boundary (the farm), considering sub-levels of this complex reality (the different strategic choices), investigating the relationships between these levels, attributing a purpose to the system (economic viability), and evaluating the performances of the system according to this purpose (Ison, 2012).

We chose to rely on the expertise of the microfarmers as is done in participatory modelling approaches (Voinov and Bousquet, 2010). However,to build the global architecture of the model, we did not directly engage the microfarmers, which deviated from some participatory modelling approaches in which tools such as diagrams, cognitive maps, or software are developed that allow the stakeholders to design the model (Mendoza and Prabhu, 2006; Etienne *et al.*, 2011). The architecture of MERLIN (**Figure 3.1**) was built along a two years research process based on classic methods of iterative cross analysis of semi-structured interviews from 20 microfarms in Northern France (Yin, 2009; Miles and Huberman, 2010). Along this process, the advancement of the model was discussed on a regular basis with farmers and their feedbacks were integrated. Given the important amount of time required to collect all quantitative data required by the model (**Figure 3.1**), we decided to calibrate the model based only on a reduced sample of microfarms. According to the logic of theoretical sampling (Eisenhardt, 1989), 10 microfarms were selected from the 20 used to build the architecture of MERLIN (**Table 3.2**). We believe these represent the diversity of strategies that we encountered. Most of the data (**Figure 3.1**) were collected by these farmers over one production year.

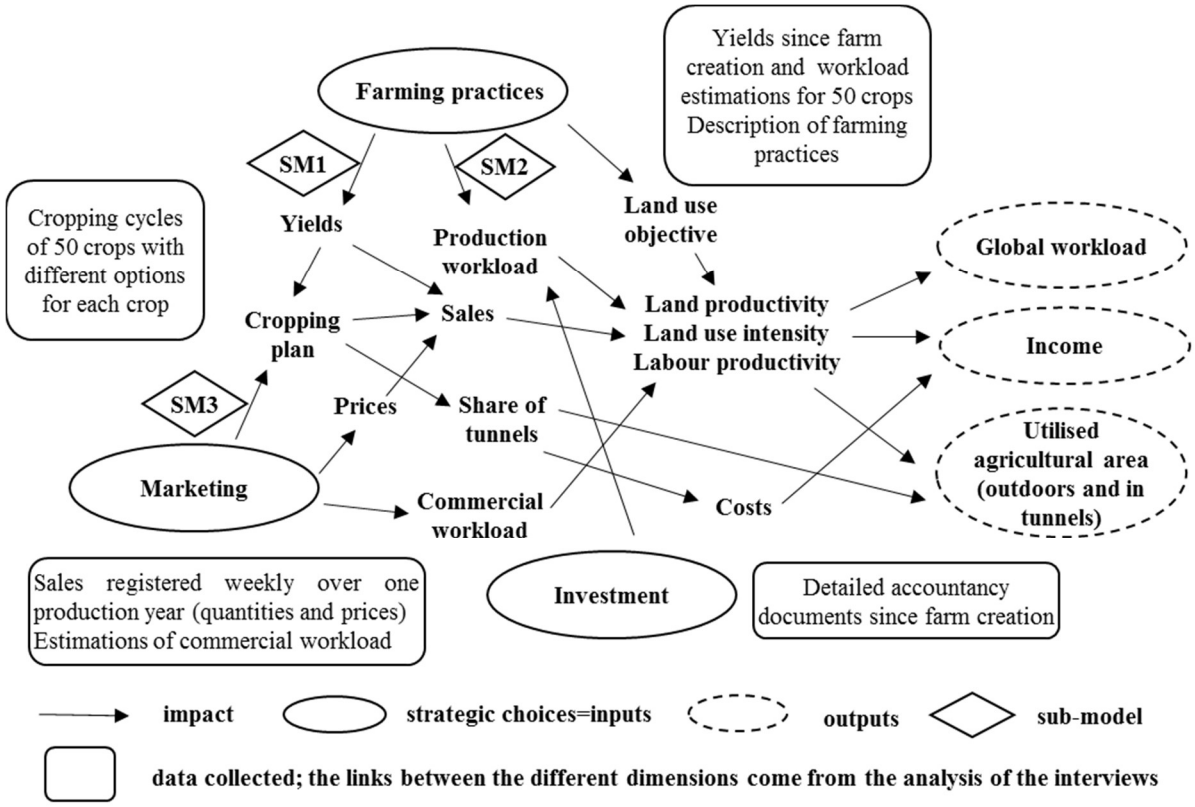


Figure 3.1: Global architecture of MERLIN and data collected to provide the parameters for the model

We visited each farm an average of four times during this year to collect these quantitative data and. We opted for a stochastic model for two reasons: (i) to account for the uncertainty that was inherent in the model due to the small number of farms in the sample, (ii) to illustrate that farming systems are uncertain and that one scenario could lead to different results depending on biophysical or human variability. The second point was guided by a "pedagogic" objective as a lot of young future farmers interested in microfarms can be idealistic and underestimate the challenges of uncertainties.

In reference to Glaser and Strauss (2009), we describe our methodological approach as "grounded" modelling because MERLIN was a goal-oriented model (Rossing *et al.*, 2007), designed to answer a specific question and pragmatically relied on farmers' expertise through an inductive and interactive research process, rather than adapting pre-existing models.

Table 3.2: Characteristics of the 10 microfarms used to calibrate the model

Farm	Region	Age (Yr)	UAA per labour unit *	UAA under tunnels	Motorisation	Low-input strategies	Intercropping	Self-building of equipment
A	Brittany	3	8000	13%	T	Yes	Yes	No
B	Brittany	5	4300	19%	Mo	No	No	No
C	Pays de la Loire	5	8000	10%	Mo	No	No	No
D	Pays de la Loire	4	3000	18%	M	Yes	No	No
E	Centre-Val de Loire	2	1800	9%	M	Yes	No	Yes
F	Normandy	9	1250	48%	M	Yes	Yes	No
G	Normandy	4	8000	10%	Mo	Yes	No	Yes
H	Lorraine	4	3500	23%	T	Yes	No	Yes
I	Lorraine	5	8500	18%	T	No	No	No
J	Lorraine	4	3500	25%	T	Yes	No	No

* Utilised Agricultural Area (m2/ full-time equivalent). This acreage includes footpaths between the cropping beds but not the area dedicated to buildings or access roads. Full-time equivalent were estimated by farmers and correspond to an average workload from 35 h to 50 h per week. M, Manual work only; T, Motorisation only for tillage; Mo, Motorisation for most cropping practices

2.2 PREDICTING YIELDS AND PRODUCTION WORKLOAD ACCORDING TO FARMING PRACTICES

2.2.1 Variables relating to farming practices

Fours variables that could affect yields and workload were identified (**Table 3.1**): (i) the level of motorisation used, (ii) whether the farmer used low-input practices (defined here as external commercial fertilisers and phytosanitary products and do not include on-farm resources such as local organic matter or labour), (iii) whether or not intercropping was practiced, and (iv) whether or not the farmer built the equipment used. Three different levels of motorisation were distinguished: (i) manual labour for all farming activities including superficial tillage, (ii) motorised labour used for only superficial tillage, mainly practiced with a tiller, (iii) motorised labour for most farming practices except for some hand harvesting. The first two options did not include motorised weeding, which requires “dead spaces” between the crop rows and reduces planting density. Low-input practices include a variety of ecological practices such as straw mulching, growing green manures, preparing farm-made preventative and curative plant

decoctions, and composting animal manure that was freely available from local cattle breeders. Microfarmers who practised intercropping grew from two to five crops in one area, carefully chosen to have complementary heights to maximise light interception, different rooting depths to maximise water and nutrient absorption, and different maturation times to limit competition between plants (De Liedekerke De Pailhe, 2014). Microfarmers who built their own equipment adopted a do-it-yourself approach and constructed as many tools, equipment, growing tunnels, and farm buildings as possible, from previously used or free materials.

2.2.2 Collecting yields and production workload data

On each farm, average yields (Y, in kg m^{-2}) were collected for the 50 most common crops grown by microfarmers (**Table 3.3**). We considered commercial yields, which accounted for field and storage losses calculated from precise measurements during one year and were based on the records from the farmers since the farm was established. Yields were calculated based on the cultivated acreage (CA) which is the surface area of the cropping beds without footpaths. Most farmers did not have records for the workload that had been dedicated to each crop. Only two farmers had recorded the workload dedicated to the production of each of their crops over three years. For the other eight farms, a pragmatic procedure was implemented to estimate production workload (Wp, in min m^{-2}) per crop, according to farmers' estimations and cropping plans (**Appendix 3.A**).

Table 3.3: Characteristics of the 50 crops considered in the model

Crop	Price in €. kg^{-1} (mean±SD)	Effect on log (Y)	Effect on log (Wp)	Crop	Price in €. kg^{-1} (mean±SD)	Effect on log (Y)	Effect on log (Wp)
Aubergine	3.90±0.37	0.63	0.38	Kohlrabi	3.52 ±1.23	0.47	-0.27
Beetroot (fresh)	3.04±0.96	0.18	-0.26	Lamb lettuce	11.82 ±3.17	-0.86	0.29
Beetroot (Stor.)*	2.58±0.44	0.67	-0.06	Leek	2.88±0.43	0.03	0.30
Broad bean	4.08±0.58	-0.06	-0.16	Lettuce	3.16±0.42	0.10	-0.42
Broccoli	3.57±0.45	-1.04	-0.51	Melon	3.51±0.63	0.50	-0.12
Brussels sprouts	4.46±1.21	-0.66	-0.05	Mixed salad leaves	11.29±3.41	-0.92	0.12
Cabbage	2.47±0.41	0.53	-0.28	Onion (spring)	3.69±1.02	-0.22	0.06
Carrot (fresh)	3.37±1.07	0.42	0.17	Onion (Stor.)*	3.07±0.87	0.10	0.17
Carrot (Stor.)*	2.43±0.35	0.67	0.25	Parsnip	3.15±0.61	0.45	0.13
Cauliflower	3.04±0.42	-0.82	-0.47	Pea	7.71±1.23	-0.72	0.11
Celeriac (Stor.)*	3.02±0.26	0.21	-0.15	Potato (Stor.)*	2.10±0.52	0.20	0.13
Celery	2.63±0.55	0.17	-0.37	Potato (early)	3.53±1.28	0.05	0.07
Chard	2.68±0.77	0.05	-0.34	Radish (fresh)	4.92±1.31	-0.31	-0.28
Chicoree	4.50±1.80	-0.42	-0.73	Radish (Stor.)*	2.89±0.39	0.28	-0.45
Chilli	11.34±1.90	-1.96	-0.14	Shallot*	5.69±1.18	-0.42	0.04

Crop	Price in €. kg^{-1} (mean±SD)	Effect on log (Y)	Effect on log (Wp)	Crop	Price in €. kg^{-1} (mean±SD)	Effect on log (Y)	Effect on log (Wp)
Chinese cabbage	4.33±3.18	0.29	-0.18	Spinach	4.71±0.91	-0.82	0.06
Courgette	2.55±0.58	0.86	-0.10	Squash	2.59±0.40	0.38	-0.39
Cucumber	3.06±0.98	1.15	1.22	Strawberry	10.53±4.84	-0.45	0.14
Endive	5.76±1.19	-0.85	0.02	Sweede*	2.60±0.48	0.46	-0.45
Fennel	3.72±0.45	-0.24	-0.24	Sweet pepper	4.54±1.47	0.43	0.17
French bean	6.93±0.61	-0.26	-0.01	Tomato (cherry)	6.58±1.29	1.05	1.26
Garlic (spring)	5.98±2.10	-0.69	-0.12	Tomato (classic)	3.12±0.37	1.66	1.27
Garlic (Stor.)*	9.18±1.83	-0.88	0.02	Tomato (heritage)	3.90±0.68	1.07	1.27
Herbs	5.06±2.53	-0.38	-0.17	Turnip (fresh)	3.18±1.03	0.23	-0.29
Kale	4.00±1.41	-0.79	-0.19	Turnip (Stor.)*	2.64±0.48	0.46	-0.45

Effect on log (Y) and log (Wp) are predictions used in SM1 and SM2. "Stor." refer to winter storage crops when the same crop can be grown to be sold fresh or stored. *indicate crops which are only grown in the 12-months marketing strategy (12M).

2.2.3 *Developing mixed models*

Our goal was to assess the effects of the four farming practice variables on Y and on Wp, independent of the particular farm or crop. To this end, we used mixed models that held the four farming practices as fixed effects and considered the farm and crop as independent, random effects. These models accounted for the correlation between the two measures on the same farm or for the same crop. Mixed models were built based on 387 observations of Y and Wp, 2.86 ± 2.35 kg m^{-2} (SD throughout), range 0.18–13.9; and 39.6 ± 36.7 min m^{-2}, range 5–23.1, respectively, for the combinations of the 10 farms and 50 crops. The number of observations for each farm ranged from 30 to 48, the number of crops, and for each crop, from 4 to 10, the number of farms. To obtain the required homoscedasticity of residuals, the two response variables were transformed with decimal logarithm and were log (Y) and log (Wp). A backward selection of variables (*$p<0.05$) led to two final parsimonious models named sub-models (SM), specifically SM1 (**Table 3.4**) for log (Y) and SM2 for log (Wp) (**Table 3.5**). The basis for this modelling procedure was the R-package lme4 (Bates, 2010), R version 3.3.1 (2016-06-21). The models' equations and the complementary R-packages used to test the significance of effects and the goodness-of-fit statistics are detailed in **Appendix 3.B**.

Table 3.4: Sub-model 1 (SM1), a mixed model for log(Y) [yield in log (kg m^{-2})]

Fixed effects:

	Estimated	Std error	*p****
Intercept*	0.38	0.13	
Motorised labour only for tillage**	0.48	0.12	<0.0001
Manual labour only**	0.32	0.13	0.01

*Motorised labour for most farming activities;**Discrepancy from intercept; ***t-test

Random effects:

	Variance
Crop	$\hat{\sigma}_C^2 = 0.49$
Farm	$\hat{\sigma}_F^2 = 0.018$
Residual	$\hat{\sigma}_e^2 = 0.18$

Goodness of fit: conditional R2 = 0.75

Table 3.5: Sub-model 2 (SM2), a mixed model for (Wp) [production workload in log (min m^{-2})]

Fixed effects:

	Estimated	Std error	*p* ***
Intercept*	3.08	0.15	
Presence of low-input practices**	0.47	0.21	0.03
Farmers built their own equipment**	0.51	0.18	0.004
Motorised labour only for tillage **	-0.37	0.19	0.06
Manual labour only**	-0.12	0.23	0.06

*Motorised labour for most farming activities, absence of low input strategies and absence of self-building of equipment;**Discrepancy from intercept; ***t-test

Random effects:

	Variance
Crop	$\hat{\sigma}_C^2 = 0.42$
Farm	$\hat{\sigma}_F^2 = 0.042$
Residual	$\hat{\sigma}_e^2 = 0.13$

Goodness of fit : conditional R2 = 0.76

The only fixed significant effect on Y was the level of motorisation. This value was significantly higher for the two practices implementing higher cropping densities: only manual labour or motorisation only for tillage. Among these two high-density practices, using motorisation for tillage increased Y.

The significant fixed effects on Wp were the level of motorisation and the presence of low-input practices and of the building of equipment by the farmers. The two practices implementing higher cropping densities (manual labour only or motorisation only for tillage) led to lower Wp compared to motorisation for most cropping practices (implicating lower cropping densities to implement motorised weeding). This can be explained by the fact that higher cropping densities reduced the workload dedicated to weeding because weeds had fewer "dead spaces" to invade and competed more with crops (Liebman and Davis, 2000). However, at the same high density of planting, using motorisation for tillage reduced Wp. Low-input practices and building one's own equipment were aimed to reduce costs but resulted in higher workload. The predicted effects for the 50 crops on log(Y) and log (Wp) are presented in Table 3. Intercropping had no significant effect on Y or on Wp.

2.2.4 Building three coherent technical systems

Farming practices were combined to build three coherent technical systems covering the diversity observed among microfarms. These systems were "ideal types", in the sense of Weberian sociology, which means that they were theoretical constructs created by the researcher to emphasize and understand tendencies observed in the complex reality (Dantier 2004). No real microfarm corresponded exactly to one of each type but was closer to one of them. For each technical system, the estimation of Y and Wp was based on SM1 and SM2 considering the specific modality of level of motorisation, low-input practices, and intercropping in each case. The variable of whether or not the farmer built the equipment was used to characterise the impact of investment strategies described later and could be assigned one of its two modalities (presence or absence) in every technical system. The three contrasted organic technical systems were:

- Manual microagriculture (**Mi**): This technical system is designed to produce a large quantity of food on a small amount of land with only manual labour in line with permaculture principles promoting farming without the use of petrol (Hervé-Gruyer and Hervé-Gruyer 2016). It relies on intercropping as well as the careful attention and high planting density that are possible with manual labour. The land use objective is high: from two to six cropping cycles per plot per year. This intense schedule limits the growing of green manures but other low-input practices are implemented. Intercropping is aimed to optimise resources use efficiency, create favourable microclimates and richer habitats for wildlife in order to increase biological regulations (Mollison and Holmgren, 1981).
- Bio-intensive market gardening (**Bi**): This technical system seeks high productivity per unit through high planting density. However, in order to enhance labour efficiency, motorisation was used for superficial tillage and intercropping was not practiced, as it is perceived as a source of complexity in crops management. This strategy was inspired mainly by Coleman (1995) and Fortier (2014). Low-input practices were implemented

in these systems. In addition, as many crops as possible were grown each year on one plot but green manures were integrated in the rotation. This reduced the land use objective compared to Mi. The Bi system had from 1 to 4 cropping cycles per year, on average.

- Classic diversified market gardening (**Cl**): This technical system was inspired by common current farming practices in diversified organic market gardening in France. Motorisation was used for most cropping activities, except when harvesting was done by hand. Motorised weeding required lower planting density. No intercropping or low-input ecological practices were implemented. Fertility and phytosanitary strategies were mainly based on commercial organic inputs corresponding to an approach of organic farming as input substitution rather than holistic thinking (Rosset and Altieri, 1997). It was not designed to optimise land use, and there were only one or two cropping cycles per plot per year, on average.

2.3 MODELLING CROP PLANNING TO MATCH COMMERCIAL REQUIREMENTS

2.3.1 Considering two marketing strategies

Most of the microfarms in this study sold their produce by selling boxes of vegetables on a weekly basis, usually with a one-year contract within the framework of community-supported agriculture. The marketing season for these farms ranged from 9 to 12 months. Two contrasting strategies for marketing the vegetables boxes were considered in the model and are based on the longest and shortest marketing season of the farms in this study:

- A marketing season of 12 months (12M) in which farmers sold a wide range of crops throughout the year, including winter storage crops as indicated in **Table 3.3.**
- A marketing season of 9 months (9M) from April to December where farmers did not grow winter storage crops and used some of the winter for time off from work.

2.3.2 Generating random cropping plans based on marketing

For customer satisfaction, vegetables boxes had to provide a satisfactory diversity and quantity of crops during the marketing season (Navarrete *et al.*, 2009). A sub-model (SM3) was developed to design random cropping plans adapted to each marketing strategy (**Appendix 3.C**). A cropping plan referred to the acreages occupied by all the different crops every year and their spatial distribution within a farming land (Dury *et al.*, 2012). Two locations were considered for spatial distribution: outdoor areas and tunnel areas; the latter refers to protective tunnels over cropping beds. All of the microfarms in this study had some cropping beds under tunnels (**Table 3.2**), which allow crops to grow faster, to be planted earlier or later than outdoors, or even to grow crops that cannot be grown outside. Two climatic possibilities were

considered: a cool (Lorraine and Normandy) and a mild one (Brittany, Pays de la Loire and Centre-Val de Loire). The main difference between these two climates was the length of the winter in which there is risk of freezing. This period ended one month earlier on average in the mild climate than in the cool climate It was for example possible to harvest tomatoes in June in the mild climate, but not until July in the cool climate.

Cropping plans combined cropping cycles. A cropping cycle was defined by the planting month, the month in which harvest began, and the month in which harvesting ended, for a crop adapted to a specific location (whether outside or in tunnels) and a climatic zone. In a specific location and climatic zone, a crop could have more than one cropping cycle. Based on a synthesis from the 10 microfarms, we built a database of 1053 possible cropping cycles that included all crops, locations, marketing strategies, and climates (**Table 3.C.3, Appendix 3.C)**. Crops were grouped into categories: condiment crops, root crops, fruit crops, raw greens, cooking greens, tomatoes, carrots, and potatoes. The submodel SM3 realised linear combinations of cropping cycles to match monthly quantity and diversity criteria for each category of crops for one weekly vegetable box throughout the marketing season. Quantity and diversity criteria were based on the cooking habits of consumers and the season. The submodel also provided the quantity harvested for each cropping cycle, which was converted into cultivated acreages based on yield estimations according to the technical system.

2.4 CALCULATING INCOME, UTILISED AGRICULTURAL AREA AND ANNUAL WORKLOAD

2.4.1 Estimating land productivity, labour productivity and land use intensity

For each simulation, a cropping plan was assigned to one of the three technical systems. Random farm effects and residual effects on Y (**Table 3.4)** and Wp (**Table 3.5**) respectively, were drawn in their normal distribution to integrate farm variability. Fixed effects of SM1 and SM2 were drawn for each simulation and each crop in the normal distribution of the parameter estimates to account for the uncertainty associated with a small sample.

Based on these data and the mean prices of crops (**Table 3.3**), the global sales (SA) and the production workload attached to the production of one vegetable box throughout the marketing season were calculated. Administrative and commercial tasks were integrated to calculate the annual workload (AW), assuming that they represented 20% of AW for all technical systems, which was based on the average value from the farms. The maximal developed surface area (MDS) was calculated in the tunnels and the outdoor area, and the acreage was summed for each crop. The developed surface area is a concept adapted from Navarette and Lebail (2007) and is calculated by multiplying crop acreage by the number of cropping cycles, which can be more than one per plot if there was intercropping. Cultivated acreage (CA) was calculated dividing MDS by a parameter called maximal cropping intensity (MCI), which accounted for the land-use objective of each technical system and integrated the practice of intercropping,

growing green manures, and leaving land fallow between cropping cycles. The higher MCI, the more intense the land use. The range of values of MCI for each technical system and location is presented in **Table 3.6.** For each simulation, a value of MCI in tunnels and outdoor area was randomly drawn in their respective range of values.

Table 3.6: Range of maximal cropping intensity (MCI) according to the technical systems and location

Location	MCI	Technical system		
		Mi	Bi	Cl
Tunnel	Min	1.6	1	1
	Max	2	1	1
Outdoor field	Min	1	0.6	0.4
	Max	1.4	1	0.8

Mi, Manual; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic

Based on CA, the utilised agricultural area (UAA), which integrated the acreage of footpaths between cropping beds, was calculated in each location based on the average share of footpaths in UAA, which was 20% in tunnels and 35% outdoors. The share of tunnels in the UAA (ST) was calculated. For each simulation, land productivity (LanP), land-use intensity (LanI), and labour productivity (LabP) were calculated as follow:

$$LanP = SA/UAA \quad (\textbf{Eq. 3.1})$$

$$LanI = AW/UAA \quad (\textbf{Eq. 3.2})$$

$$LabP = SA/AW \quad (\textbf{Eq. 3.3})$$

2.4.2 *Calculating income*

It has been suggested that an advantage of microfarms is that their small scale allows people with no initial capital access to farming. We postulated that farmers who had no initial capital would have to acquire bank loans to cover the initial investment. Three investment hypotheses were considered in the simulations, corresponding to two phases of the farm life:

- A low-cost setup (LS), in which the farmer bought second-hand equipment and free recycled material and built the necessary farm equipment (tools, tunnels, buildings). This strategy reduced investment costs but affected the production workload (**Table 3.5**).
- A high-cost setup (HS), in which the farmer bought all new equipment. This strategy reduced workload but increased investment costs.

– A running phase (R), in which investment bank loans had been paid (beginning five years after setup). We hypothesised that R was independent of the setup.

Cost and subsidies are described for each hypothesis in **Table 3.7** and **Table 3.8** for each technical system for a microfarm managed by a single farmer. It was assumed that the land had been bought and we integrated the UAA for market gardening and added it to a basic acreage of 3000 m^2 for a building and an access road (not included in UAA but bringing costs).

Table 3.7: Annual global costs, expenses and subsidies (€) for the three technical systems

Technical system		Mi	Bi	Cl
Variable costs (VC)	Seeds and plants, fertilizers and phytosanitary products, other production supplies and small equipment	11% of sales	11% of sales	20% of sales
Fixed costs (FC)	Water, electricity, fuel, equipment maintenance and other expenses (administrative tasks, organic certification...)	5000	6500	8000
	Social security and insurance	4000 in all cases		
Subsidy per farm* (SF)		2755 in all cases		
Subsidy per m^2**(SM)		0.085 in call cases		

* including a tax credit of 2500€ to support organic farmers and general agricultural subsidies linked to the 3000m² of basis land; **sum of subsidies to support organic farmers (0.059) and general agricultural subsidies (0.0260). Mi, Manual; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic

Table 3.8 : Additional costs and subsidies (in €) during the setup period

Technical system	Mi		Bi		Cl	
Investment hypothesis	**LS**	**HS**	**LS**	**HS**	**LS**	**HS**
Initial fixed investment per farm* (FI)	15000	25000	25000	35000	35000	45000
Investment cost per m^2 for tunnels with irrigation (TI)	10	30	10	30	10	30
Investment cost per m^2 for cultivated land (LI)	0.5 in all cases					
Annual bank loans to pay (BL)	Initial investment divided per 5 years + annual interest calculated with an interest rate of 3%.					
Annual setting up subsidy per farm**(SS)	3000 in all cases					

* including a tax credit of 2500€ to support organic farmers and general agricultural subsidies linked to the 3000m² of basis land; **global setting up subsidies of 15000€ divided by 5 years of setting up. Mi, Manual; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic; LS, low-cost setting up; HS, high-cost setting up

Income, as a function of annual workload (AW) was calculated as follows:

Sales (SA) = AW * LabP (**Eq. 3.4**)

Running costs (RC) = SA * (1–VA) – FC (**Eq. 3.5**)

Utilised agricultural area (UAA) = SA/LanI (**Eq. 3.6**)

Utilised agricultural area under tunnel (UAA_t) = UAA* ST (**Eq. 3.7**)

Running subsidies (RS) = SF + SM * UAA (**Eq. 3.8)**

SA and UAA were calculated as linear combinations of LabP and LanI, assuming that the commercial offer of microfarms was the sum of identical vegetables boxes with similar cropping plans.

In the case of the running period, income was calculated as follow:

Income = SA – RC + RS (**Eq. 3.9**)

For the setting up period, Income was calculated as follow:

Initial investment (II) = FI + TI * UAA_t + LI * UAA (**Eq. 3. 10**)

Annual bank loan interest (BI) = $\frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5}$ II * (5-i+1)/5 * 0.03

(**Eq. 3.11;** *assuming linear interest, 3% interest rate, 5-yr loan*)

Annual bank loan payment (BL) = II/5 + BI (**Eq. 3.12**)

Income = SA – RC + RS – BL + SS (**Eq. 3.13**)

To calculate income, the payment of bank loans was considered rather than equipment depreciation. This was easier, as bank loans had to be paid within 5 years. Depreciation of equipment was much more problematic as it can take place over a longer time.

2.5 ASSESSING THE VIABILITY OF SCENARIOS

Income objective and workload varied among the farmers, depending on their world view and philosophy (relative importance given to quality of life and money), and material needs

(whether or not they had a family to support). Two contrasted levels of annual workload objectives were considered to illustrate this diversity: a maximal annual workload of 1800 h and 2500 h. Three contrasted levels of minimal monthly income objectives were considered: 600€, 1000€, and 1400€. The two workloads and three income constraints were combined, creating six viability constraints.

Economic viability (referred simply as "viability" throughout this paper) was assessed for the six levels of constraints as the ability to reach the minimal monthly income with the maximal level of annual workload. Approaching viability as the possibility of a system to respect simultaneously different constraints rather than seeking the optimal scenario that maximises a set of criteria was directly inspired by the mathematic viability theory (Aubin, 1991) and is in line with microfarmers' aspirations not to maximise profit but to reach levels of income and workload that they consider acceptable.

A scenario was defined as the combination of a technical system (there were three), a marketing strategy (there were two) and an investment hypothesis (there were three), which resulted 18 contrasted scenarios. For each combination of technical system and marketing strategy, 1000 simulations were run. For each run, a climate was drawn randomly. The number of 1000 simulations was adopted because the average and median income and UAA stabilised from 600 to 850 simulations depending on scenarios. For each simulation, the three investment hypotheses (LS, HS, R) were applied to build the scenarios.

2.5.1 Validating the model

Classically, modelling outputs are validated by comparing fitted values to real values from an independent set of data (Bellochi *et al.*, 2010). In line with this principle, we compared modelled income, workload, and UAA with data coming from 12 farms previously studied, which included four case studies (for the classic system) described by an organic farming organisation (Agrobio Basse Normandie, 2015). We also compared the fitted values to the real values of the ten farms from the initial sample to ensure that our modelling hypotheses at the different levels of MERLIN were a good representation of the initial case studies. This point was crucial for validating the model with stakeholders. For each of the 22 farms, incomes and UAA were compared to the range of incomes and UAA calculated for all corresponding scenarios considering the real farm workload. Not all farms had the same annual workload, so the incomes were expressed as income per hour of workload for comparison. We assigned to the real farms the technical system they were the closest to. As MERLIN was a stochastic model providing an envelope of values for one combination of strategies, we considered that visual validation was sufficient to ensure that the real values were contained by this envelope.

A sensitivity analysis was implemented for the major parameters of this model (**Appendix D**).

The type of validation for models depends on the objective for which the model was developed (Bellochi *et al.*, 2010). In our case, the central objective was to provide microfarmers and public organisations insights about the impact of different combinations of strategies on economic viability according to farmers' objectives for income and workload. In this sense, the "patterns" described by MERLIN and the relative position of scenarios one from another was more important that predicted values as such (Küppers and Lenhard, 2005**).** However, in order to be able to guide stakeholders' decision-making, the order of magnitude of the different outputs had to be validated. In line with the posture of our "grounded" modelling approach, we considered that the central validation of MERLIN had to come from practitioners (Troitzsch, 2004**)**. MERLIN was presented and discussed four times with 60 organic market gardeners, which included 20 microfarmers and 10 organic market gardening advisors. Practitioners' reactions to the model were analysed using the concepts of credibility (scientific adequacy), saliency (relevance to decision makers) and legitimacy (fair and unbiased information production respecting stakeholders' values and beliefs), as defined by Cash *et al.* (2003).

3 RESULTS

The results presented come from the simulations run by the model. Due to the high number of points in the simulation results, all statistical tests aiming at comparing averages between 2 scenarios gave significant results, and so were not presented.

3.1 LAND USE INTENSITY, LABOUR, AND LAND PRODUCTIVITY

3.1.1 Effect of technical system

The effect of the technical system and marketing on the parameters of land productivity, land use intensity, and labour productivity, represented by the parameters LanP, LanI, and LabP, respectively, are illustrated in **Figure 3.2.** According to the model, land productivity increased with land use intensity. The manual technical system scenarios resulted in higher land productivity and land use intensity than the other two systems did, probably due to the high planting density and high level of land use of this system. The bio-intensive scenario led to the highest labour productivity, probably because its farming practices were the most efficient in terms of yields and workload, combining high planting density with manual labour and motorisation for tillage. Labour productivity of the classic system was slightly higher than the manual one.

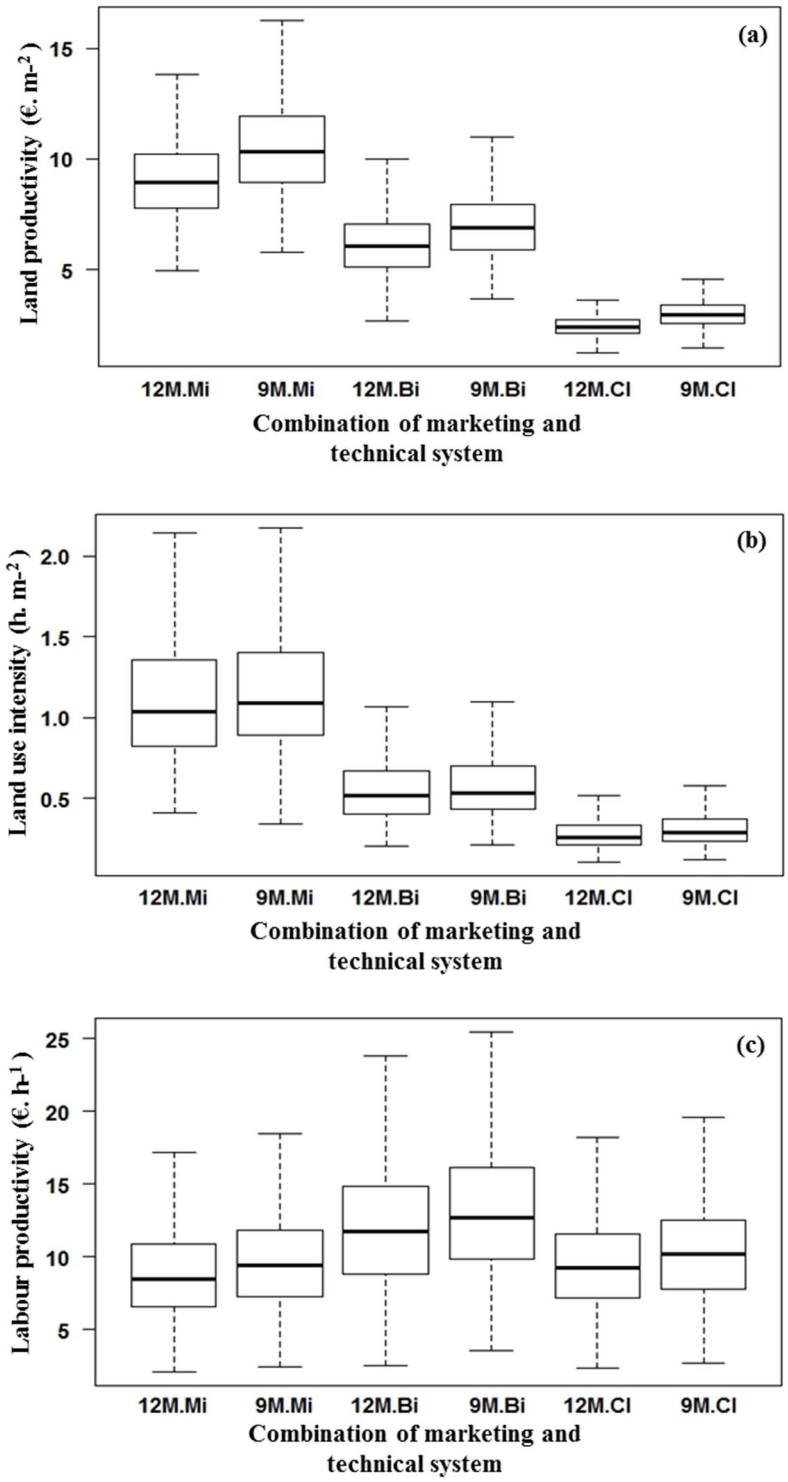


Figure 3.2: Effect of the marketing and farming practices on (a) land productivity, (b) land-use intensity, and (c) labour productivity.

12M, 12 months; 9M, 9 months; Mi, Manual; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic

3.1.2 Effect of marketing strategy

The average price of a vegetable box was 18.5 ± 0.9 € wk^{-1} in both the 9- and 12-mo marketing strategies (9M and 12M, respectively).

The 9-mo marketing strategy led to higher land productivity and land use intensity than the 12-mo marketing strategy. This is because winter storage crops have longer cropping cycles than other crops: 6.3 ± 1.9 months for winter storage crops compared to 4.7 ± 1.8 months for other crops. In addition, winter storage crops generated less sales per unit cultivated acreage: 7.7 ± 1.54 € m^{-2} for winter storage crops compared to 8.6 ± 5.4 € m^{-2} for other crops. This resulted in higher labour productivity in the 9-mo than in the 12-mo strategy.

3.1.3 Effect of climate

Land productivity was higher in cool conditions than in mild conditions: LanP values were 6.7 ± 3.5 € m^{-2} for the cooler climate compared to 6.0 ± 3.0 € m^{-2} for the milder climate. Indeed, the milder climate allowed more outdoor growing options than the cooler climate for meeting commercial requirements; this was especially true from November to April. Predictably, there were more tunnels in the cooler climates than in the warmer climates: 28% of the utilised agricultural area was under tunnels in the cool climate compared to 23% for the milder climate. "Tunnels" crops (**Table 3.B.1, Appendix 3.B**) generated more sales per unit of cultivated acreage: this value was 10.0 ± 6.85 € m^{-2} in tunnels, while plants grown outdoors averaged 7.2 ± 2.4 € m^{-2}. For this reason, the cooler climate paradoxically had higher land productivity than the milder climate. Land use intensity was slightly higher in the cool climate because tunnels shortened the cropping cycles and allowed more cropping cycles per unit area. Land use intensity was 0.7 ± 0.5 h m^{-2} for the cool climate and 0.65 ± 0.4 h m^{-2} for the mild climate. Labour productivity was similar in both climatic conditions: 10.7 ± 4.2 € h^{-1} and 10.6 ± 4.0 € h^{-1} for the cool and mild climates, respectively.

3.2 EFFECT OF THE DIFFERENT SCENARIOS ON VIABILITY

The monthly incomes generated according to each scenario are presented in **Figure 3.3**. The share of viable simulations are described according to viability constraints in **Table 3.9.** "Viability" is used here as a measure of the chance for success based on the 1000 simulations for each scenario.

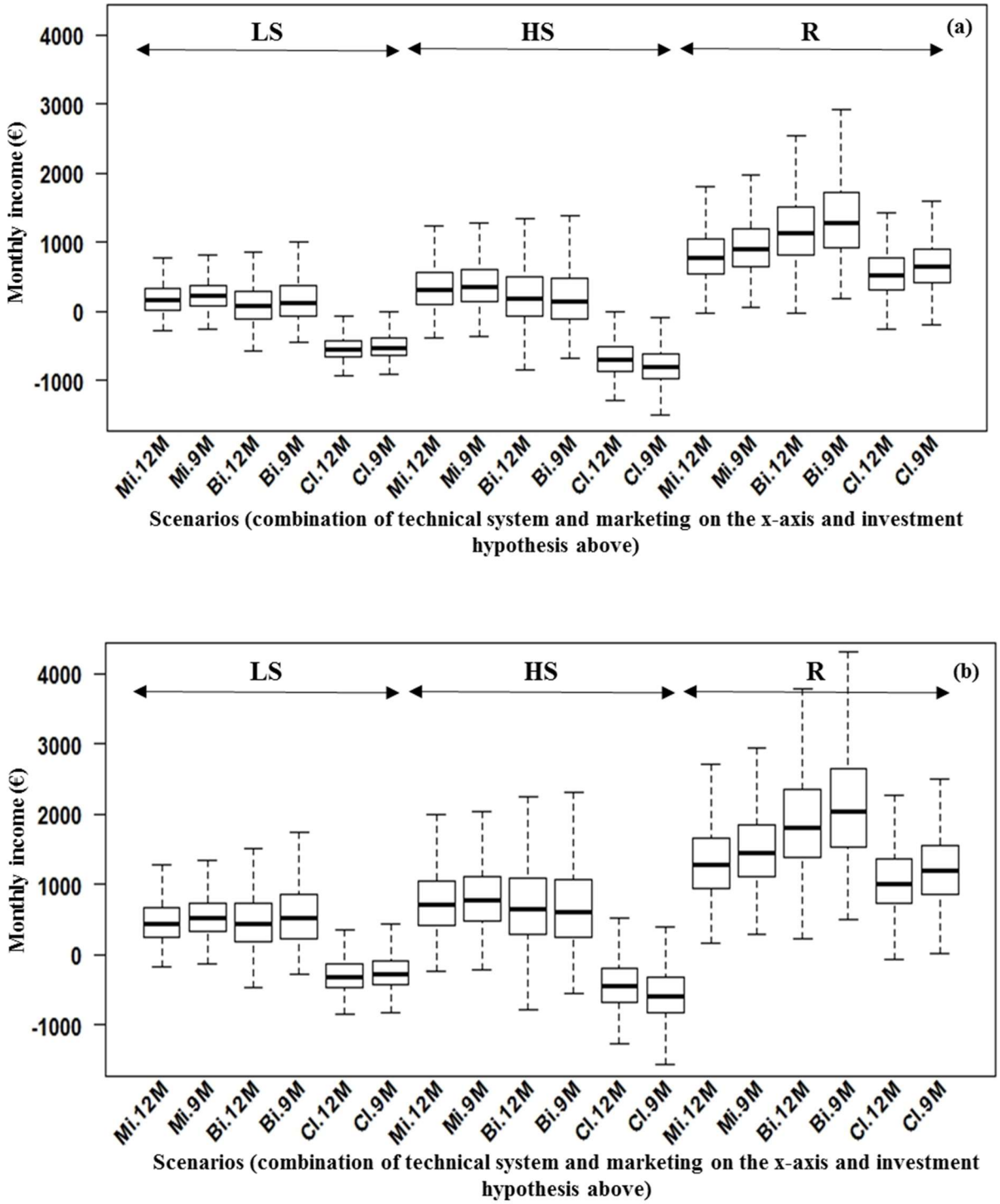


Figure 3.3: Monthly income according to the 18 scenarios for an annual wokload of (a) 1800 h and (b) 2500 h.

LS, low-cost setup; HS, high-cost setup; R, running phase; 12M, 12 months; 9 M, 9 months; Mi, Manual ; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic

Table 3.9: Share of viable simulations of each scenario according to viability constraints

			Technical system					
			Mi		Bi		Cl	
Max. annual workload (h)	**Min. monthly income (€)**	**Investment hypothesis**	**Share of viable sim. for 12 M**	**Share of viable sim. for 9M**	**Share of viable sim. for 12 M**	**Share of viable sim. for 9M**	**Share of viable sim. for 12 M**	**Share of viable sim. for 9M**
2500	**600**	**LS**	30%	39%	34%	41%	0%	1%
		HS	59%	64%	55%	50%	1%	1%
		R	95%	97%	98%	100%	82%	89%
1800	**600**	**LS**	5%	8%	7%	11%	0%	0%
		HS	21%	24%	18%	19%	0%	0%
		R	67%	69%	87%	94%	40%	53%
2500	**1000**	**LS**	6%	9%	10%	16%	0%	0%
		HS	28%	31%	29%	28%	0%	0%
		R	70%	82%	90%	96%	51%	64%
1800	**1000**	**LS**	0%	1%	0%	2%	0%	0%
		HS	5%	6%	5%	6%	0%	0%
		R	29%	39%	59%	70%	13%	19%
2500	**1400**	**LS**	1%	1%	3%	5%	0%	0%
		HS	10%	12%	13%	14%	0%	0%
		R	41%	53%	74%	82%	23%	33%
1800	**1400**	**LS**	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		HS	1%	1%	1%	1%	0%	0%
		R	8%	14%	31%	41%	3%	5%

Mi, Manual; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic; LS, low-cost setup; HS, high-cost setup; R, running phase; 12M, 12 months; 9 M, 9 months

3.2.1 Impact of technical system and investment hypothesis

The bio-intensive scenario had the highest labour productivity and low costs attributable to low-cost practices. This may explain the observation that the bio-intensive scenario was, on average, more viable than either of these technical systems. The manual and classic systems had close levels of labour productivity, but the former had lower costs than the latter which resulted in higher viability chances.

The "setting up" methods, which refer to the activities necessary for establishing the farm, were either low- (LS) or high-cost setup (HS). Both were more risky (low viability) than the running phase (R), suggesting that precautions during the set-up phase would be wise for the security of the farmer, such as an alternate or extra source of income. When the two set-up

scenarios were compared, the high-cost setup had, on average, higher viability than low-cost setup, indicating that the reduced costs in low-cost set-up scenarios are not important enough to mitigate the increased workload associated with building one's own equipment.

The classic scenario was associated with a large number of bank loans, due to the motorisation of the system. On a global scale, the set-up scenarios for this system had very low viability. The low-cost set-up scenario in the bio-intensive system consistently resulted in a greater viability than the manual system, independent of the viability constraints imposed. For the high-cost set-up scenarios, the manual system led to higher viability when the three first viability constraints were imposed, as the initial investments were lower in manual system than in bio-intensive system, and this favoured the viability of the manual system in the high-cost set-up scenarios. However, for the three last, more rigorous, constraints, the higher labour productivity of the bio-intensive system mitigated this difference.

An average of 39.6 ± 9 vegetable boxes were sold weekly for the manual system viability simulations, 51 ± 12 boxes for the bio-intensive system, and 49 ± 9.5 for the classic system. This makes sense as the bio-intensive system had the greatest labour productivity and enabled the farmer to sell more boxes per workload than the other systems. The manual and classic systems had a similar labour productivity but higher costs were associated with the classic system scenario, and therefore, in this scenario, the farmers needed to sell more boxes to achieve the same viability.

3.2.2 Effect of marketing strategy and climate on viability

The 9-mo marketing globally increased the viability compared to the 12-mo marketing strategy strategy due to increased labour productivity. This increase of viability in the 9-mo strategy over the 12-mo was linked to a higher average share of tunnels in the utilised agricultural acreage in the 9-mo strategy: 32 ± 5% for the 9-mo strategy compared to 22 ± 4% for the 12-mo strategy. This is evidenced by the fact that in the 9-mo marketing strategy, more vegetable boxes were sold per week: 52 ± 9 for 9-mo and 38 ± 5 for 12-mo, and during a shorter marketing period. This marketing period included the summer period where the demand of tunnels crops was high (tomatoes and other fruit crops such as sweet peppers, cucumbers, aubergines), which explained the higher share of tunnels for 9-mo strategies.

Even though the 9-mo strategies were more profitable, semi-structured interviews with farmers revealed that this marketing strategy was not as effective in maintaining customer loyalty as the 12-mo strategy. Customers may want winter storage crops and be unhappy not to have vegetables from January to March. Also, as the 9-mo scenarios relied on sales concentrated over a shorter marketing period, be peaks in the workload are more likely to happen which can be a constraint for farmers.

On average, the two climates did not affect viability, although the cool conditions required a higher share of tunnels in the utilised agricultural are: 30 ± 1% in the cool climate, compared to 24 ± 1% in the mild.

3.3 UTILISED AGRICULTURAL AREA AND SHARE OF TUNNELS IN THE VIABLE SCENARIOS

The utilised agricultural area (UAA), when only viable simulations are considered, is illustrated in **Figure 3.4**.

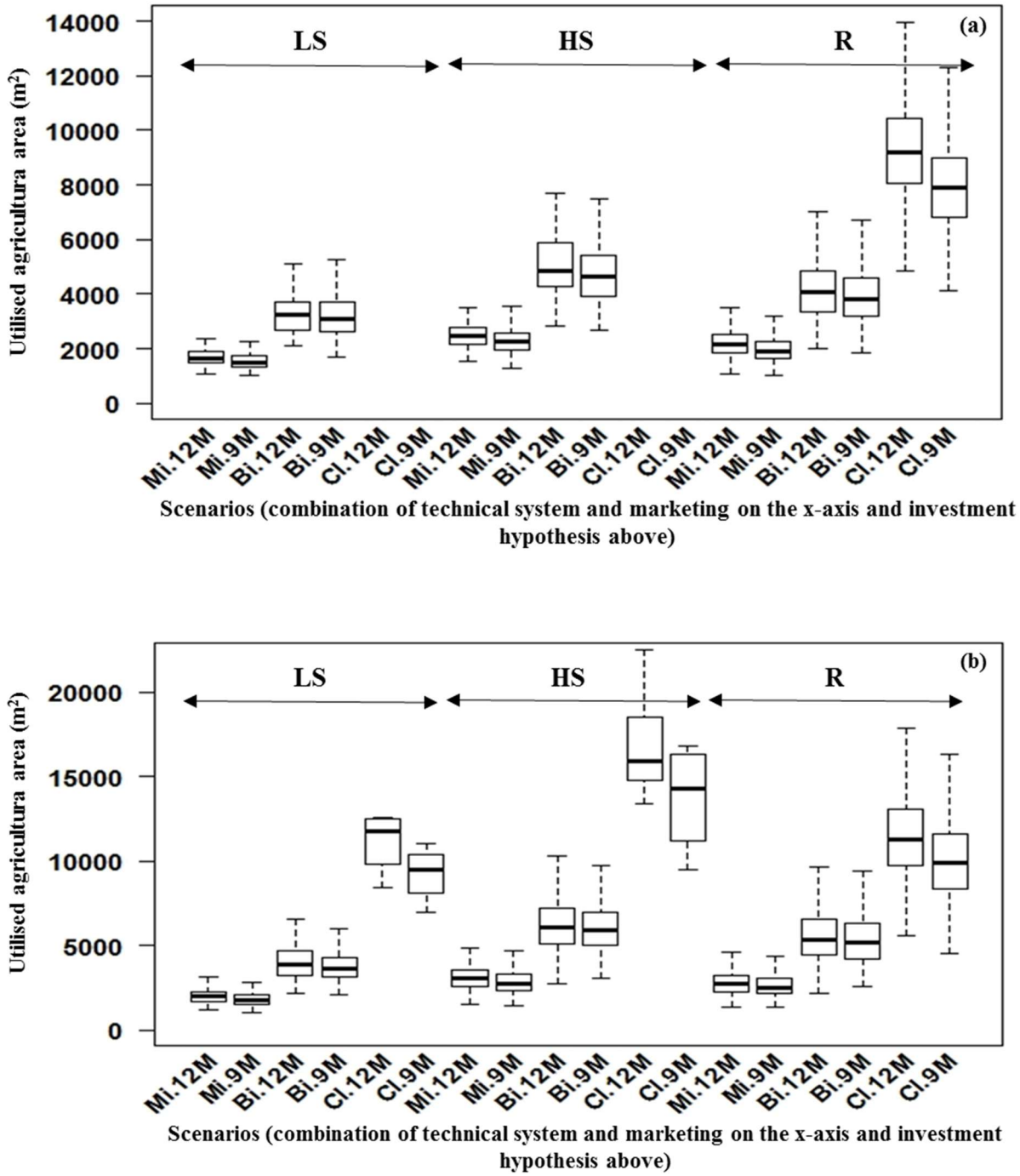


Figure 3.4: Utilised agricultural area (m²) for viable simulations according to scenarios for an annual workload of (a) 1800 h and (b) 2500 h.

LS, low-cost setup; HS, high-cost setup; R, running phase; 12M, 12 months; 9M, 9 months; Mi, Manual ; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic; absence of boxplot indicates no viable simulations for this scenario)

The utilised agricultural area was the smallest in the manual systems and the highest in the classic ones in line with the relative land productivity of each system (**Figure 2**). The higher the land productivity, the lower the acreage required to be viable. The utilised agricultural area was, on average, lower in viable low-cost set-up scenarios than in the running phase scenario, and higher in high-cost set-up scenarios than in the running phase scenario. In low-cost set-up scenarios, workload was dedicated to building the equipment to be used on the farm, which limited the surface area that could be cultivated, whereas in the high-cost set-up scenarios, this workload could be used to plant more acreage to cover the costs of bank loans.

In the manual systems, 29 ± 3% of the utilised agricultural area had tunnels. This percentage was 31 ± 2% for the bio-intensive systems and 19 ± 10% for the classic system. The parameter UAA_t was defined as the total area under tunnels. This parameter was 728 ± 137 m^2 for the manual system, 1501 ± 286 m^2 for the bio-intensive system, and 2068 ± 335 for the classic system. The manual systems and the bio-intensive systems had similar planting densities, but the manual system implemented intercropping, which increased land productivity and led to a lower UAA_t, as well as to a lower share of tunnels than the bio-intensive systems.

The classic system had a lower planting density than either of the other two scenarios, which implies it also had a higher UAA and a higher UAA_t. However, the classic system had the lowest values of outdoors maximal cropping intensity (**Table 3.6)**. It means that the share of outdoors acreage was the highest in this system and thus "diluted" the share of tunnels in the total UAA. This explained why, at the end, the classic system had the smallest share of tunnels of the three technical systems, even though it had the highest UAA_t.

3.4 VALIDATION OF THE MODEL

3.4.1 Comparison of predicted outputs with farm data

Comparison of simulated outputs and real farm data, presented in **Figure 3.5**, shows that globally the real farm data were in the same range of the values predicted by MERLIN for the different scenarios. The comparison also shows that the model could account for the large variability that existed between farms. The relative variations of values according to the scenarios (patterns) were well represented by the model. In Figure 5 (a), most of the utilised agricultural area of real farms that would be classified as bio-intensive systems tended to be above the estimated median and one point was out of the range estimated by the model. Some of these farms integrated practices from classic system, such as the use of motorisation for a few farming activities other than tillage, or had enacted trade-offs between low-cost and high-cost practices, such as mixing ecological practices and the use of commercial inputs. In this respect, their utilised agriculture could be considered as intermediate between these two theoretical technical systems.

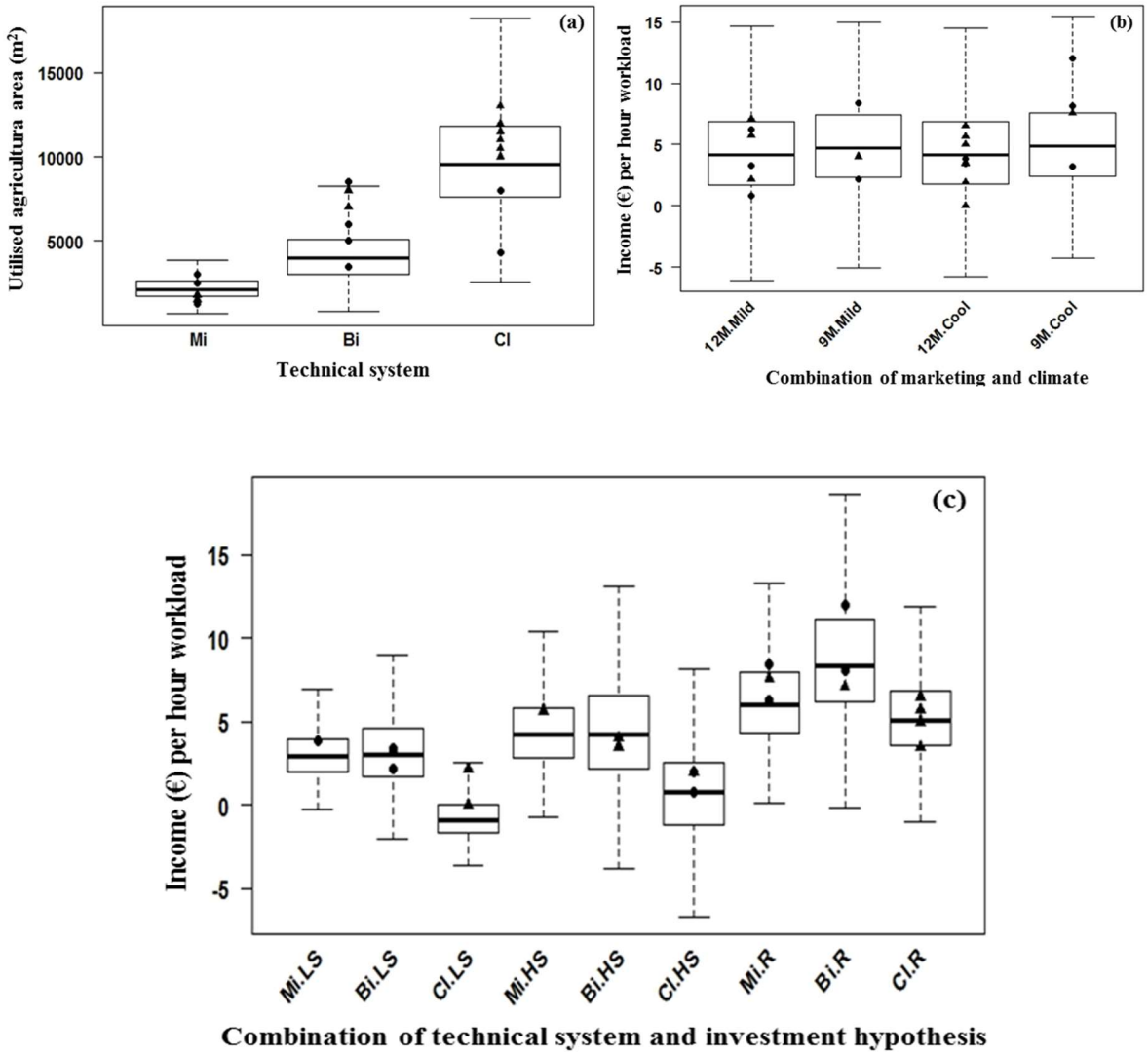


Figure 3.5: Comparison of modellinf outputs and real data for (a) utilised agricultural area according to technical system, (b) income per hour workload according to marketing and climatic conditions, and (c) income per our workload according to technical system and investment hypothesis.

Boxplots are generated by the model. Circle points represent data from the sample (10 data points) and triangle points represent data from other farms (12 data points). Absence of boxplot indicates no viable simulations for this scenario)LS, low-cost setup; HS, high-cost setup; R, running phase; 12M, 12 months; 9M, 9 months; Mi, Manual ; Bi, Bio-intensive; Cl, Classic

3.4.2 *Sensitivity analysis*

The sensitivity analysis is detailed in **Appendix 3.D**. It showed that the estimation of income (at a fixed level of workload) was highly sensitive to the parameters of SM2, specifically, to the estimation of production workload, the level of prices, fixed costs, initial investments for tunnels, and setting up subsidies. We consider later methods of improving the model considering the sensitivity due these parameters.

3.4.3 *Validating the model with practitioners*

The MERLIN model was deemed to be credible by practitioners, based on their observations that its estimated outputs were consistent with the traits and the diversity of real farms. The order of magnitude of the median incomes and UAA predicted (**Figure 3.3** and **Figure 3.4**) were in line with practitioners' expectations. However, the extreme values of the boxplots seemed either overestimated or underestimated (as discussed later). These practitioners considered the model to be salient, as the main issues and questions concerning microfarms, especially those pertaining to future farmers and advising organisations, were addressed. It was perceived as legitimate because it was based on farm data that were mostly collected by farmers, designed in line with farmers' expertise, and involved interactions with them. The model's legitimacy was validated in the opinion of the practitioners, as it was not normative. It allowed for different viability levels and did not seek an optimal scenario. Instead, it provided decision makers a basis to consider and evaluate different options. The major discussion points raised by practitioners during the public presentations of the model will be integrated in the next paragraphs.

4 DISCUSSION OF THE STUDY

4.1 THE ECONOMIC VIABILITY OF MICROFARMS

This study provides relevant information for future microfarmers about the economic viability of microfarms. The model shows that it is theoretically possible for microfarmers who choose to implement innovative technical strategies, rely on sound ecological practices, and implement intense land use to be more viable than classic small-scale diversified organic market gardens, and on a smaller agricultural area than is typical. In this regard, this study contributes to the existing scientific literature underlining that small farms can be more productive and efficient than bigger farms (Carter, 1984; Cornia, 1985; USDA, 1998; Rosset, 2000). It also contributes to the larger debate of the appropriate scale of human activities as popularised by the economist E.F Schumacher (1989) with the moto "small is beautiful."

Our model highlights that marketing and investment strategies play a key role in microfarms viability, whereas most available information and debates about microfarms focus only on the technical aspects. For example, our model shows that growing more added-value crops in a shorter marketing period can increase viability, but it may compromise customer loyalty and create heavy workload periods. This study also illustrated that even in the most favourable scenarios, viability is never 100%. It also shows that high viability was not likely to be achieved in the setting up phase, which is a crucial message for young, idealistic microfarmers who choose to build their own equipment out of second-hand material to limit the farm's dependence on banks and commercial companies. This practice led to an increased workload in the setting up phase and reduced viability, even though investment costs may have been lower. This tempers the idealistic discourses about do-it-yourself projects in alternative farmers' networks. This study also underlined interactions between the three strategic levels investigated.

4.2 LIMITS OF THE MODEL AND PERSPECTIVES

Major limits of MERLIN are listed in **Table 3.10** with further investigative strategies that should strengthen its salience. Sensitivity analysis showed that the models' estimations were highly sensitive to the parameters determining workload (SM2). As the value of these parameters were quantified based on a small sample of farms and farmers' judgement, workload measurements will be required on a larger number of farms to improve the validity and applicability of the results.

Table 3.10: Limits of the model and further investigation perspectives

Limits	Perspective
For eight of the 10 farms, estimations of workload per crop relied on farmers' judgement	Carry out workload measurements on a wider sample of farms, integrate working hardness indicators as it is a key factor of sustainability (Fiorelli *et al.*, 2010).
Peaks workload were not considered	Integrate workload to cropping cycles related to different stages of the cycle: setting up, management, harvest to provide a more dynamic view of workload over the year.
Farming practices were similar for all crops on the farm	Explore simulations of compromises between different technical systems allowing the possibility of different farming practices between crops
The diversity of crops resulting from marketing criteria made always possible to implement effective intercropping cycles based on the diversity of rooting depths, plants heights and maturing period	Characterise each of the 50 crops with their rooting depths, heights, and maturation period to integrate intercropping criteria in crop planning.
Crop planning only referred to two zones in terms of spatial allocation: outdoors or in tunnels, and did not account for soils specificity	Further develop a spatially explicit model accounting for soil conditions and rotation criteria, as Dogliotti *et al.* (2005).

Limits	Perspective
Rotation criteria were not explicitly considered relying on the postulate that the constraints of direct-selling guaranteed a balance between botanical families at the farm scale.	
Farmers did not employ free workload (trainees, volunteers)	Consider the possibility of unpaid labour as a way for improving viability. Discussing the impact of such labour on farms organisation as employing trainees implicate to be involved in teaching activities or to invest in buildings to host volunteers.
Farmers only sold their produce in vegetables boxes to average prices	Adapt crop planning to criteria adapted to other direct-selling channels with higher prices (for example, sales to restaurants is often implemented as a complementary channel in microfarms) and explore scenarios with different levels of prices. Explore the impact of other marketing practices on commercial workload.
Climatic and ecological uncertainties or accidents were not considered	Integrate the possibility of extreme events in the model and discussing adaptation strategies with farmers in simulation-based participatory workshops, as suggested by Martin *et al.* (2013).

The extreme values predicted by the model resulted from the stochastic logic we followed in drawing fixed-parameter estimates of SM1 and SM2 randomly, to account for the uncertainty linked to the limited sample. Collecting more data would allow us to consider the mean parameter estimates and reduce the extreme values of income and UAA that stakeholders judged unrealistic. We think that participatory workshops with practitioners are a promising future development for MERLIN. These workshops could involve microfarmers in the design of virtual scenarios not considered in this study (**Table 3.10**) to support their decision-making (Martin *et al.*, 2013). It would be also useful to discuss the quantitative modelling outputs in a wider qualitative perspective, integrating the wider range of social and ecological connections to each scenario, other strategic dimensions, and the specific situations of microfarmers using the conceptual framework developed by Morel and Léger (2016). A research project has been run to adapt MERLIN to support the reflexivity of young microfarmers in an urban context in London. The results of this research will be published in a future paper.

5 GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSION: GROUNDED MODELS FOR PIONEER SYSTEMS?

Although expert knowledge has been widely used to design specific compartments of simulation models that integrate bio-physical and socio-economic components of farming systems (Rossing *et al.*, 2007), the theoretical base of simulation models has mainly relied on the integration of rich academic knowledge from various disciplines (Oriade and Dillon, 1997; Stoorvogel, 2004; Jansen and Van Ittersum, 2007). However, by definition, rich academic knowledge is not available for pioneer systems. “Pioneers,” in this case, are farmers who

implement radical exploratory innovations that depart from existing technology and knowledge (Martin *et al.*, 2013). This is in contrast to "early adopters," farmers who are the first to adapt new technologies available on the market that were previously developed by scientists in a classic top-down technological transfer (Diederen *et al.*, 2003).

Agroecological studies have highlighted the importance of farmer-based innovations for the development of more sustainable food systems (Holt-Giménez and Altieri, 2013). Martin *et al.* (2013) have shown that simulation models are a valid way to support exploratory innovations if farmers are involved at various steps of the modelling process. In this study, involving pioneer farmers was the only pragmatic way to build a relevant model to explore the economic viability of little-documented initiatives. In our collaboration with farmers, we had objectives other than classic participatory approaches. These were mainly developed to stimulate social learning and mutual understanding within a group of different types of stakeholders with different views or interests (Voinov and Bousquet, 2010; Etienne *et al.*, 2011). In this "grounded" modelling approach, practitioners were involved in defining the problem to be solved, bringing knowledge and expertise to build the model, and validating it in a pragmatic, interactive, and inductive perspective. This collaboration led to an original model, MERLIN. This model addressed, for example, the key challenge of crop planning for diversified farms that sell through short supply chains, a challenge that has been qualitatively described (Navarrete, 2009), but as far as we know, never simulated.

The model made it possible to explore innovative technical systems based on farm data and to examine some low-cost investment strategies that are often encouraged in alternative farmers' networks. The model may also be unique in its support of the needs of microfarmers, who do not aim to maximise profit but to guarantee acceptable living conditions while fulfilling various social and ecological aspirations (Morel and Léger, 2016). MERLIN did not seek for an optimal scenario as is typical for simulation models relying on linear programming (Rossing *et al.*, 2007). It only allowed an exploration of possible situations and left stakeholders free to interpret or discuss the modelling outputs and to integrate criteria other than economic viability. This aspect was central in the legitimacy of our research process.

Based on this study, we think that grounded modelling is a promising way to explore innovative pioneer farming systems. However, the epistemological and methodological implications of grounded modelling require further investigation, which may benefit from the wider framework of transdisciplinary research on farming systems integrating stakeholders' and academic knowledge in problem-solving oriented approaches (Méndez *et al.*, 2013).

6 ACKNOWLEDGEMENTS

We thank all the farmers who dedicated time and energy for this research project. We also thank the Ile-de-France Region for financial support for this work through DIM ASTREA;

Agnes Bellec-Gauche for her accountancy skills; and Rodolphe Sabatier and Guillaume Martin for their constructive feedback and support.

Transition

La démarche de *grounded modelling* mobilisée dans l'article 3 a démontré son intérêt pour étudier des fermes pionnières sur lesquelles existent peu de connaissances disponibles *a priori*. En termes de choix stratégiques, le modèle MERLIN se focalise sur les aspects commerciaux et d'investissement et n'aborde qu'une partie des dimensions techniques. Il se contente également de modéliser des fermes où n'intervient qu'un seul travailleur.

Dans l'article 2 j'ai indiqué que la vision systémique des maraîchers des microfermes se traduit par différents modes d'organisation spatiale (imbrication des cultures, création d'habitats ou de zones refuges, recherche d'optimisation des déplacements en lien avec les principes de la permaculture) qui ne sont pas représentés par mon modèle. De même, la gestion temporelle d'une grande diversité de cultures peut amener une grande complexité que les maraîchers ont appris à gérer via différentes stratégies. L'article 4 examine ces aspects et pourrait donc être une base pour un développement futur du modèle qui intègrerait la dimension spatiale et également des dimensions de planification stratégique et des marges de manœuvre tactiques d'adaptation de celle-ci en cours de saison

Article 4. Strategies to manage crop planning complexity in very diversified direct selling farming systems: the example of organic market gardeners

K. Morel[1] & F. Léger[2]

[1]UMR SADAPT, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, France ; [2]UMR SADAPT, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, France

This work was a communication presented at the 5th International Symposium for Farming Systems Design in September 2015 in Montpellier, France. It was published in the peer-reviewed proceedings of the conference.

Reference:

Morel, K., & Léger, F. (2015). Strategies to manage crop planning complexity in very diversified direct selling farming systems: the example of organic market gardeners. *Proceedings of the 5th International Symposium for Farming Systems Design*: 93–94. http://fsd5.european-agronomy.org/documents/proceedings.pdf

Keywords: organic market gardening; crop planning; crop diversification; marketing

Abstract

Crop diversification and direct selling can be efficient ways to improve social, economic and environmental benefits of farming systems but they can increase the complexity of crop planning. We carried out a multiple-case study on 12 organic market gardens in Northern France which combined both approaches. Through a qualitative analysis of semi-structured interviews, we highlighted four types of innovative strategies that farmers developed to manage crop planning complexity. These strategies can be combined and are implemented at different levels of the farming system: commercial, technical and ecological. They are mainly based on the opportunity farmers have to control their commercial methods in direct selling systems and on the sanitary advantage that a high level of plants diversity can bring to the farming system when associated with other ecological technics. It shows that crop planning complexity has to be addressed as a systemic level.

1 INTRODUCTION

Crop diversification and direct selling can be efficient ways to improve social, economic and environmental benefits of farming systems (Feenstra, 1997; Ponisio *et al.*, 2014). However, they can increase the complexity of the farming system management and especially the cropping plan (Aubry *et al.*, 2011, Bon *et al.*, 2010) which can be defined as the acreage devoted to each crop and the spatial and temporal allocation of crops within the farming land along the production season (Dury *et al.*, 2012). Small size organic market gardens often combine a high level of diversification and direct selling (Navarette, 2009). The aim of our work was to study the strategies they developed to deal with the complexity of crop planning.

2 MATERIALS AND METHODS

We carried out a multiple-case study (Yin, 2009) on 12 organic market gardens in northern France producing from 30 to 80 plant species on an acreage going from 0,5 to 2 ha. These farms sold their vegetables directly to consumers through different commercial forms: vegetables baskets paid beforehand with a yearly subscription according to the principles of Community Supported Agriculture (10 farms), vegetables baskets retailed without any subscription (6 farms), vegetables retailed piece by piece on-farm or in producers markets or shops (8 farms). 8 farms combined 2 or 3 of these channels. The common characteristic of all these selling channels is that the market gardeners have to provide from 5 to 10 vegetables species every week all along the commercial season which lasts from 7 to 12 months depending on the farm. We carried out semi-structured interviews with market gardeners about their objectives, situations and practices in order to get a first global and systemic view of the farm and then we focused on the strategies implemented by farmers to manage crop planning complexity. We realized an inductive qualitative analysis of the rich collected material (Miles & Huberman, 1984).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Among the 12 market gardens, crop planning decision making is a systemic challenge because it has to satisfy simultaneously 3 main objectives: (i) matching selling requirements, (ii) limiting the complexity of technical intervention, (iii) respecting rotation criteria to maintain health and fertility of plants and soils. These objectives are related to commercial, technical and ecological aspects of the farming system. To manage the complexity of this systemic challenge, market gardeners have implemented organizational strategies at the same 3 levels of their system.

Strategy A is to adapt their selling methods. It relies on the fact that in direct selling channels the producer controls the way he commercializes his vegetables. Selling vegetables baskets

requires to produce every week a precise quantity of vegetables in right proportions to satisfy the customer whereas in retail selling systems the quantity of vegetables available every week and their proportion has not to be as precise. Some market gardeners choose to sell only through retail selling systems to be more flexible. Other use a retail selling system as a commercial buffer in combination to a vegetables baskets systems. In this case they can be less precise about proportions and quantities of vegetables sold in baskets because excess vegetables can be sold through the retail selling system. Some farmers use the heterogeneity of consumer's tastes to get more flexibility in planning species proportions in vegetables baskets systems. Instead of selling all baskets with the same proportion of vegetables, they can make baskets with different vegetables and different proportions and ask consumers to choose between them. They also can promote exchanges of vegetables between consumers if some of them wish a bigger or a smaller proportion of some vegetables.

Strategy B is to differentiate planning requirements in relation to the commercial function of the crops. Some crops are considered as "*key vegetables*" because they are strongly expected by consumers at different times of the year. The sowing or planting of these vegetables is therefore planned before the production season with safety margins. On the other hand, some vegetables may be not specifically expected by consumers but bring diversity to the commercial offer. These "c*omplementary*" vegetables can be planned with less safety margins and some of them may be planned not before but along the production season depending on opportunities. It is especially the case of short cycle species vegetables which can be sown/planted when there is an available surface area between two long cycle vegetables. When required these short cycle vegetables can also be sown/planted in multicropping with long cycle vegetables. The proportion and nature of vegetables considered as "*key*" or as "*complementary*" vary among farmers and have an impact of the level of flexibility they can get from this strategy.

Strategy C is to aggregate crops in similar management groups. It involves the determination of aggregation criteria to create groups of species which will be grown in the same space. Instead of thinking the spatial allocation of every specie, the farmer has only to think the spatial allocation of a few groups. In the studied farms, the market gardeners use various grouping criteria: botanical family, cropping season (spring, summer, autumn or winter crops), irrigation or fertility needs (high demanding, medium demanding and low demanding). These criteria makes both spatial allocation of crops and technical management easier.

Strategy D is to differentiate the importance of phytosanitary criteria in rotations according to species and other ecological technics at the farm level. It consists in being strict in the rotation criteria for some crops considered as "*sensitive*" for sanitary reasons and to be more flexible or even not to use any rotation criteria for other crops considered as "*less sensitive*". The market gardeners can release the pressure on rotation criteria because they implement a lot of other ecological technics at the farm level to promote the global immune function of the agroecosystem: high diversity of species and varieties on a small farm, use of resistant and locally adapted varieties, growing green manures with sanitary properties, multicropping,

creation and management of ecological infrastructures such as ponds, hedgerows, woodlands, grass stripes, agroforestry. The nature and proportion of plants considered as "*sensitive*" or "*less sensitive*" vary among farmers and have an impact of the level of flexibility they can get from this strategy.

These 4 organizational strategies are not implemented and combined the same way among the farms (Table 1) but have been mentioned by farmers as allowing them to reduce the complexity of crop planning.

Table 4.1: Combination of crop planning strategies among the 12 studied farms (X means "presence")

		Farm											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Strategy	**A**	**X**			**X**	**X**			**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
	B	**X**	**X**			**X**			**X**	**X**			
	C	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
	D	**X**	**X**	**X**				**X**	**X**	**X**		**X**	**X**

In this study we have not associated these strategies with the economic, social and environmental performances of the farms. A multi-criteria assessment and more interviews could be carried out in order to determine in what extent certain strategies or combinations of strategies impact the performances of the farming system.

4 CONCLUSION

Innovative strategies have been developed on very diversified direct selling market gardens to manage the complexity of crop planning. These strategies can be combined and are implemented at different levels of the farming system: commercial, technical and ecological. They are mainly based on the opportunity farmers have to control their commercial methods in direct selling systems and on the sanitary advantage that a high level of plants diversity can bring to the farming system when associated with other ecological technics. This multiple-case study show that crop planning complexity has to be addressed as a systemic level and describe 4 strategies developed in the specific field of organic market gardening. Further investigation would be required in order to see in what extent these strategies could inspire the design of other types of farming systems such as cereal cropping or breeding farms.

Transition

L'article 4 est à envisager comme un complément de l'article 3 qui pose des pistes de réflexion pour intégrer les dimensions spatiales et tactiques dans la modélisation de la viabilité économique des microfermes. Cependant, les dimensions immatérielles de la viabilité et la diversité des situations et des contextes semblent difficiles à intégrer dans un modèle. C'est la raison pour laquelle je pense qu'il est intéressant de discuter les résultats du modèle dans un cadre qualitatif plus large avec les paysans. C'est l'objet de l'article 5 qui tente d'approcher la viabilité des microfermes urbaines à Londres en combinant modélisation et discussions qualitatives.

Différences dans les définitions entre l'article 3 et 5

Pour les maraîchers ruraux, l'espace disponible n'est souvent pas une contrainte majeure car, la surface agricole disponible est généralement bien supérieure à la surface cultivée (Cf. article 2). C'est la raison pour laquelle dans l'article 3, les revenus sont ramenés à la surface agricole utile (*Utilised Agricultural Area, UAA*) qui n'intègre pas les autres espaces de la ferme même si dans le calcul des charges, une surface supplémentaire de 0,3 ha est considérée pour le bâtiment et les chemins d'accès. Le cas de Londres, abordé dans l'article 5 est différent. En effet, en milieu urbain l'espace disponible est une contrainte du fait (i) des petits espaces disponibles en ville et (ii) du coût élevé d'accès au foncier. Dans l'article 5, la surface agricole utile que je considère (*UAA*) intègre cette fois-ci toute la ferme et les espaces non cultivés nécessaires au développement par exemple des activités sociales (*social work*) essentielles à la viabilité des microfermes urbaines (lieux de réunion, espaces de détente collectifs).

Dans l'article 3 la productivité spatiale (*land productivity*) et la productivité du travail (*labour productivity*) sont exprimés à partir du chiffre d'affaires alors que dans l'article 5, elles sont exprimées à partir du chiffre d'affaires déduit de toutes les charges autres que le coût du travail et du foncier. Il faut donc être vigilant à ne pas comparer telles quelles les valeurs présentées dans les deux articles. La non-homogénéité de la définition de *land productivity*, *labour productivity* et *UAA* entre les deux articles peut s'expliquer par le fait que chronologiquement les deux travaux ont été menés en parallèle et que dans une démarche inductive j'ai considéré la définition qui faisait le plus sens par rapport à la question traitée.

Article 5. Can urban microfarms be viable? Reconciling economic viability and socio-ecological aspirations in London

M. Chang[1] & K. Morel[2]

[1]Centre for Agroecology, Water and Resilience, Coventry University, United Kingdom; [2]UMR SADAPT, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, France

This work was submitted to the peer-reviewed journal Agriculture and Human Values.

Keywords: urban agriculture; agroecology; short food supply chains; sustainability; participatory modelling

Abstract

Urban agriculture brings multiple socio-ecological benefits to cities, but its economic viability is little investigated. This study focused on urban community microfarms – small-scale, organic, soil-based market gardens, often committed to social work activities – in London. We implemented a participatory action research process to explore the strategic choices implemented by microfarmers to reconcile their socio-ecological aspirations with economic viability. The stochastic model MERLIN was adapted to London based on data from 10 microfarms and used to simulate the economic viability of 192 microfarms scenarios (1000 simulations per scenario). The modelling outputs were discussed in a collective workshop with 11 urban farmers that we analysed based on qualitative methods. The model highlighted that economic viability was theoretically possible in some cases but that viability chances varied according to: stage of development of the farm; pricing; range of crops grown; workload dedicated to commercial activities; share of tunnels; cost of land rent and labour. To reach economic viability, microfarmers implemented a wide range of strategies. They could sell a variable part of lucrative leaf vegetables ("greens") to restaurants, which was a trade-off considering the social commitment of microfarmers to change the global food system (rather than supplying high-value niches). High land rent cost and high wages reduced the chances of economic viability. Most microfarmers tended to accept a low remuneration along with an alternative low cost lifestyle. At the same time they endeavoured to take advantage of community resources such as volunteer labour and agreements with local councils to access land for free or at a reduced rate. Social work was a key condition to access these resources, but led to a higher complexity for farm management. Based on this exploratory study, we speculated on the methodological implications for further research to support the potential of microfarms to transform food systems in London.

1 INTRODUCTION

Urban agriculture has been seen as a critical pathway to transform urban food system towards sustainability (Biel 2013, 2014). While urban agriculture is more prevalent in developing countries, mainly due to necessity, in the Global North, the vital role that urban agriculture can play in food security, health and wellbeing, urban resilience, climate mitigation, reconnecting urban people to nature, and biodiversity restoration, is increasingly recognised (Kaufman and Balkey 2000, Mayer and Knox 2006, Lovell 2010, Pearson *et al.* 2010, Connors and McDonald 2011, Guiomar 2015, Barthel *et al.* 2015).

In industrialised countries, most urban farmers can be characterised as alternative farmers (Beus and Dunlap 1990) whose main objective is not profit maximisation but to build food systems which respect and nurture people and nature. These urban farms realise the interconnectedness of their socio-ecological aspirations based on ecosystem integrity and social welfare often claiming that one cannot be achieved without the other (Bookchin 2007, Francis *et al.* 2003, Holt Giménez and Altieri 2013). However, can urban agriculture be viable? Viability is defined here as "*the possibility for farmers to live on a long-term basis in accordance with their material and immaterial needs and values*" (Morel and Léger 2016). This definition acknowledges that while the ability of urban farmers to fulfil their socio-ecological aspirations is crucial, the economic part of viability cannot be ignored.

Exploring the economic viability of urban farms is particularly pertinent in London. A growing number of existing and potential urban farmers wonder whether it is possible to make a living solely from food production in this city (Sustain 2016). In the last decade, various local programmes have fostered the development of sustainable food production systems such as the Mayor's London Food Strategy (LDA 2016) or Capital Growth – a campaign to create 2012 growing spaces by 2012 London Olympics. Despite this, London has become more challenging for urban farmers due to (i) the continuous concentration and increasing financial cost of land ownership, intensifying rental costs and insecurity of land access, (ii) austerity funding cuts, and (iii) the necessity to remunerate labour reasonably to cover the increasing costs of living in the city while keeping produce prices competitive in a global market (Ronan 2016, CFGN 2016).

While acknowledging diverse forms of urban agriculture in London such as community gardens, allotments, guerrilla gardening, rooftop gardens and greenhouses, aquaponic systems and city farms, our research focused on urban community microfarms – although this is not a familiar term in London. Inspired by the work of Daniel (2016) and Morel and Léger (2016), urban community microfarms (hereafter called microfarms) are defined as small-scale, organic, soil-based market gardens, often committed to social work activities. In line with their wish to change the food systems while reconnecting farmers to consumers based on fair prices for both, they sell their production locally through short supply chains. Microfarmers not only argue that growing in soils consumes less energy and is more 'authentic' than in aquaponic or rooftop

systems, they also consider that cultivating on the land is a political act to claim the right for citizens to take greater control of urban space (CFGN 2016). Given the difficulty to access land in London, a partnership with landowners, either private or public or both, is essential to their existence. Most microfarms rely on some subsidies in exchange for the multiple benefits they bring to local communities through social work activities (e.g. training, teaching, hosting community events, etc.).

As far as we know, no scientific study has been published yet to investigate the strategic choices of urban farmers, which are long-term decisions concerning farm structure and organisation (Marshall *et al.* 2013), to enable economic viability. To address this gap, our research objectives were two-fold. Firstly, we analysed the economic viability of 192 contrasted strategic scenarios of microfarms based on the simulation model MERLIN developed in France by Morel and Léger (under review) and adapted to London. Second, we used the quantitative modelling outputs to stimulate wider qualitative discussions with microfarmers over the reconciliation of socio-ecological aspirations and economic viability in an urban context. Based on this exploratory study carried out in a participatory action research framework, we speculated methodological implications for further research to support urban farmers to develop more sustainable urban food systems.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 THE FIRST STEP OF A PARTICIPATORY ACTION RESEARCH PROCESS

This study was the first step of a participatory action research (PAR) aiming to support London microfarmers' strategic decision-making for reconciling socio-ecological aspirations and economic viability. PAR seeks to involve stakeholders as active participants through an iterative process that integrates research, reflection, and action (Walter 2009, Méndez *et al.* 2013). Collecting detailed farm data to assess viability was perceived as a time demanding process by many London microfarmers. They were thus really interested in exploring to what extent MERLIN, a quantitative model developed by Morel and Léger (under review) to simulate and assess the economic viability of contrasted scenarios of microfarms in Northern France, could be adapted as an exploratory thinking tool in London. Stakeholders were not involved in creating the model but in sharing their experience to adapt MERLIN, validate and discuss the modelling outputs - a form of participation through consultation (Pretty 1995).

2.2 SIMULATING THE VIABILITY OF CONTRASTED SCENARIOS OF LONDON FARMS

2.2.1 Adapting the MERLIN model to London microfarms

MERLIN makes it possible to explore a combination of microfarmers' strategic choices and combines different sub-models to (i) generate cropping plans (respective acreage of cropping cycles over the year); (ii) estimate production workload and yields; (iii) calculate sales and global workload per unit area, integrating prices and level of commercial workload; and (iv) assess viability based on cost hypotheses. MERLIN was built on data from rural microfarms. On a technical level, London microfarms were similar to the French ones. To reduce the use of external inputs, they implemented ecological practices such as straw mulching, growing green manures, composting local organic matter, creating wildlife refuges to enhance biological regulations and companion planting, inspired by agroecological principles (Gliessman 2006, Altieri *et al.* 2011) and permaculture (Mollison and Holmgren 1981, Ferguson and Lovell 2013). To limit the use of non-renewable resources and preserve soils, they used mainly manual labour for most cropping activities with a no-dig approach (Fukuoka 1992) or occasional superficial tillage with small motorisation. As the space for farming was limited, they aimed to maximise land use with high planting densities allowed by manual labour, rapid succession of crops over the year (from two to four crops per plot per year), growing a share of cultivated acreage in tunnels to shorten cropping cycles and produce throughout the winter.

This is why we judged that MERLIN could be adapted to simulate the growing practices of London microfarms. Nevertheless, the specificities of urban farms had to be discussed in a wider framework considering for example social work activities, urban constraints and opportunities specific to London microfarms.

We relied on quantitative and qualitative data coming from a sample of 10 microfarms in London with two sources of information (**Table 5.1**): (i) four existing case studies reported by Sustain, a British non-profit organisation supporting urban farms (Sustain 2012, 2016); (ii) complementary semi-structured interviews carried out on six London microfarms based on the qualitative framework developed by Morel and Léger (2016). These 10 microfarms were selected following a theoretical sampling appropriate to case studies (Eisenhardt, 1989) to cover the diversity of London microfarms in terms of location, marketing channels and social work activities. Three farms were located in Inner London but most farms (7) were located in Outer London where the access to land was relatively simpler in terms of space available and rent cost. The 10 case studies were analysed using qualitative methods (Miles and Huberman 1984). The main points of the adaptation of MERLIN based on the 10 case studies are summarised in **Table 5.2** and detailed in **Appendix 5.A** with a wider description of how the model works.

Table 5.1: Presentation of the 10 London microfarm case studies

Farm	Utilised agricultural area (m²)*	Cultivated acreage (m²)*	Share of cultivated acreage in UAA	Share of tunnels in cultivated acreage	Location	Major marketing channels	Social work
A	1012	500	49%	4%	I	R	C, T
B	24276	16200	67%	12%	O	B	T
C	6069	500	8%	14%	O	R	T
D	7190	4046	56%	40%	O	B, R	C, T
E	4500	1500	33%	17%	O	B, R	T
F	48552	18207	38%	11%	O	B, M, R	C, T
G	28322	14000	49%	4%	O	B	C, T
H	200	150	75%	0%	I	R	C
I	6000	4046	67%	25%	I	B	C, T
J	2000	1000	50%	35%	O	B, M, R	C, T

Utilised agricultural area include the area dedicated to buildings, footpaths and gathering spaces whereas cultivated acreage only refer to the area dedicated to growing (not including footpaths and other spaces). Location: I=Inner London; O=Outer London. Marketing channels: R=Restaurants of cafes; B= Vegetables boxes; M=Open air markets or local stores. Social work: C=Hosting community events; T= Training and teaching

Table 5.2: Main adaptations of MERLIN for simulating London microfarms

Aspect adapted	Nature of adaptation
Farming practices	To estimate yields and production per crop, we considered the following farming practices: high planting density allowed by manual labour, occasional motorisation only for tillage, low input ecological practices, self-building of equipment in the setting-up stage.
Range of crops	Urban farmers did not grow winter storage crops (such as potatoes or carrots) because these crops were judged to stay too long in the soil for a low added value. This led us to consider only 36 different crops out of the 50 crops parameterised in MERLIN (Table 4).
Crop planning	The main objective of London farmers was to maximise land use relying on flexible short food supply marketing channels. MERLIN was adapted to generate cropping plans maximising land use over the year, respecting rotation criteria rather than matching specific marketing criteria as in the French model.
Climate	To generate crop planning, we considered the cropping cycles of the Cool climate defined in MERLIN (274 cropping possibilities for 36 crops, corresponding to the Normandy climate, close to London one). Yields of crops grown outdoors were affected a 70% coefficient compared to MERLIN estimations to match London yields data. Crops in tunnels were not affected.

Aspect adapted	Nature of adaptation
Production costs	Production costs excluded equipment depreciation and bank loans to pay as most London farms relied on donations and crowdfunding for initial investment. Production costs excluded the labour and land rent costs which were integrated later in viability-assessment, as paying these costs was the major economic challenge of London farms. Production costs accounted from 20% to 30% of sales and were drawn randomly within this range for each simulation.
Utilised Agricultural Area (UAA)	We considered that cultivated acreage represented on average 50% of UAA which integrated pathways between cropping beds, wildlife refuges and a small building.

Details are given in Appendix A.

2.2.2 *Building contrasted strategic scenarios*

Based on the cross analysis of the 10 case studies, we defined six variables representing the main strategic choices and constraints which impacted farms viability. For each variable, we considered contrasted options to account for the diversity of cases encountered (**Table 5.3**). The crops grown for each marketing offer are presented in **Table 5.4** with their respective prices for each pricing strategy and their botanical family considered for rotation criteria in crop planning (**Appendix 5.A**). A scenario was defined by the articulation of the six variables: marketing offer (two options); share of tunnel (four options); stage of development (two options); pricing (two options); level of commercial workload (three options); and cost hypothesis (two options). The combination of the different options for these variables led to 192 different scenarios.

Table 5.3: Variables and options considered to build scenarios of urban farms

Variable	Option	Description
Marketing offer	G	Focusing on greens: only short cycle, high added value leaf vegetables, salad and herb (10 crops) were grown to maximise sales per unit area
	W	Selling a wide range of produce: 36 crops were grown to contribute significantly to the diet requirements of urban people in terms of vegetables
Share of tunnel in cultivated acreage	0	No tunnels
	0.15	15% of cultivated acreage grown in tunnels
	0.3	30% of cultivated acreage grown in tunnels
	0.4	40% of cultivated acreage grown in tunnels
Pricing	LP	Low selling prices
	HP	High selling prices
Level of commercial workload	CW1	20% of global workload dedicated to commercial tasks
	CW2	30% of global workload dedicated to commercial tasks
	CW3	40% of global workload dedicated to commercial tasks
Development stage	S	Setting-up stage where workload was dedicated to self-build equipment based on second-hand or recycled material

Variable	Option	Description
	R	Running stage where no workload was dedicated to self-building of equipment
Cost hypothesis for labour remuneration (LR) and land rent cost (RC)	L	Low LR of 9.4£/h^{-1} (London living wage considered as the official minimal acceptable to live in London) and low RC of 0.25£.m^{-2} per year
	H	High LR of 15£.h^{-1} and high RC of 0.45£.m^{-2} per year.

Table 5.4: Characteristics of the crops considered in the simulations

Crop	Botanical family	Price in £. kg^{-1}		Crop	Botanical family	Price in £. kg^{-1}	
		LP	HP			LP	HP
Aubergine	Solanaceae	5	7	Claytonia*	Portulacaceae	10	14
Bean	Fabaceae	5	7.5	Leek	Alliaceae	3	5
Broad bean	Fabaceae	5	6	Lettuce*	Asteraceae	10	14
Broccoli	Brassicaceae	2.5	4	Melon	Cucurbitaceae	6	7
Brussel sprouts	Brassicaceae	5	7	Mixed leaves 1*	Brassicaceae	10	14
Cabbage	Brassicaceae	2.5	4	Mixed leaves 2*	Miscellaneous	10	14
Cauliflower	Brassicaceae	3	4	Pea	Fabaceae	3	5
Celery	Apiaceae	3	5	Radish	Brassicaceae	4	5
Chard*	Chenopodiaceae	4	7.5	Spinach*	Chenopodiaceae	7	10
Chicory*	Asteraceae	10	14	Spring onion	Alliaceae	2	4
Chilli	Solanaceae	10	14	Squash	Cucurbitaceae	2.5	3.5
Chinese cabbage*	Brassicaceae	4	7.5	Strawberry	Rosaceae	16.25	20
Courgette	Cucurbitaceae	3	4.5	Sweet pepper	Solanaceae	7	9
Cucumber	Cucurbitaceae	3	4.5	Tomato (cherry)	Solanaceae	7	9
Fennel	Apiaceae	3	4	Tomato (heritage)	Solanaceae	5	6
Herbs*	Miscellaneous	20	45	Young beetroot	Chenopodiaceae	3	4.5
Kale*	Brassicaceae	7	10	Young garlic	Alliaceae	3	5
Kohlrabi	Brassicaceae	3	5	Young turnip	Brassicaceae	2	4

Only the crops with * were grown in G marketing offer. All crops were possible for W marketing offer.

Prices were based on semi-directive interviews and corresponded to organic vegetables sold locally in London.

2.2.3 Assessing the viability of simulations

For each scenario, we ran 1000 simulations of yearly cropping plans, in line with the marketing offer and the share of tunnels (**Appendix 5.A**). For each simulation, MERLIN calculated land productivity (LanP) and labour productivity (LabP) according to the scenario. LanP, in £.m^{-2}, was characterised as the added value created per unit of utilised agricultural area (UAA). LabP, in £.h^{-1}, was the added value created per unit labour. UAA was the global growing area integrating cultivated beds, pathways between beds and space for a small building**.** Added value (AV) was defined as the money (in £) remaining from sales once all costs had been paid, except labour and land rent. The analysis of the case studies highlighted than the major costs of urban microfarms were labour remuneration (LR) and land rent cost (RC). The economic viability of London microfarms was assessed as the possibility for AV to cover these two costs, represented by **Eq. 5.1** where W was the amount of annual workload on the farm.

$$AV >= RC*UAA+LR*W \quad (\textbf{Eq. 5.1})$$

LanP and LabP were integrating in **Eq. 1** dividing it by AV (always positive), which led to **Eq.2** defining economic viability as follow:

$$1 >= \frac{RC}{LanP} + \frac{LR}{LabP} \quad (\textbf{Eq. 5.2})$$

where $\frac{RC}{LanP} + \frac{LR}{LabP}$ was called Viab-ratio.

It was assumed that all labour was paid (no volunteer work). Equipment depreciation and bank loans payment were not considered as most microfarms relied on donations and crowdfunding for initial investment. For each scenario, the share of viable simulations (out of 1000) was assessed based on the value of Viab-ratio. For all viable simulations, UAA (in m^2) was calculated for an annual workload of 1800h which corresponded to a full time job for a single market gardener using **Eq. 5.3**.

$$UAA_{1800h}=1800*LabP/LanP \quad (\textbf{Eq. 5.3})$$

2.3 A COLLECTIVE PARTICIPATORY WORKSHOP TO VALIDATE AND DISCUSS THE MODEL WITH MICROFARMERS

A collective workshop was organised and facilitated in London by the two authors of the paper with eight microfarmers within the selected 10 case studies and another three practitioners, from other microfarms in London, to discuss the modelling outputs and the possibility of using such quantitative modelling outputs as a thinking basis for microfarmers. The workshop was audio-recorded and analysed using qualitative methods (Miles and Huberman 1984).

2.3.1 Validating the modelling outputs

MERLIN was first presented in detail to the workshop participants along with the hypotheses considered to adapt the model to the London microfarms and the modelling outputs. As no data was available about sales, added values and workload in London microfarms the model validation relied entirely on the expertise of these practitioners. Küppers and Lenhard (2005) argue that the procedure to validate a simulation model is dependent on its purpose. In this study, we did not aim to use MERLIN to make predictions but to stimulate farmers' discussions. We considered that validation by stakeholders was sufficient for this purpose (Troitzsch 2004). Practitioners' reactions to the model were analysed using the concepts of credibility (scientific adequacy), saliency (relevance to practitioners) and legitimacy (fair and unbiased information production respecting stakeholders' values and beliefs) defined by Cash *et al.* (2003).

2.3.2 Discussing the results in a wider qualitative framework

Before the workshop, a framework of themes relevant to discuss the modelling outputs with microfarmers in London was created in line with our research objectives. As a guide to stimulate wider discussion, this framework integrated the main interrogations raised by microfarmers during the semi-structured interviews, underlined by the existing grey literature (Sustain 2012, 2016). However, following the PAR principles, special attention was also paid to emergent issues and questions deriving from the workshop.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 MODELLING OUTPUTS

The following paragraphs present averages between scenarios. Standard deviations are in brackets.

3.1.1 Impact of the different variables on labour and land productivity

The impact on labour productivity (LabP) and land productivity (LanP) of the different variables implicated in scenarios is presented in **Table 5.5**. The G marketing offer (focusing on high value greens), a high level of price (HP), and an increase in the share of tunnels increased both LabP and LanP. An increase in commercial workload (CW) and stage S (setting up) decreased LabP because they implicated a higher level of workload (self-building of equipment in the case of S) but did not impact LanP.

Table 5.5: Impact of variables on labour productivity (£.h^{-1}) and land productivity (£.m^{-2})

Variable	Option	Mean LabP (sd)	Mean LanP (sd)
Marketing offer	G	15.6 (7.6)	11 (3.5)
	W	11.1 (5.2)	8.7 (2.7)
Share of tunnel in cultivated acreage	0	12.6 (6.6)	8.5 (2.8)
	0.15	13.1 (6.8)	9.5 (3.1)
	0.3	13.7 (7)	10.4 (3.3)
	0.4	14 (7.1)	11.1 (3.5)
Pricing	LP	16.5 (7.5)	12.2 (2.9)
	HP	10.2 (4.5)	7.5 (1.7)
Level of commercial workload	CW1	15.2 (7.6)	9.9 (3.3)
	CW2	13.3 (6.7)	9.9 (3.3)
	CW3	11.4 (5.7)	9.9 (3.3)
Stage of development	S	10.12 (4.5)	9.9 (3.3)
	R	16.5 (7.4)	9.9 (3.3)

The values presented in this table are means and standard deviations between all scenarios where the corresponding option is implemented. G, marketing only greens; W, marketing a wider range of produce; LP, Low selling price; HP, high selling price; CW1, 20% of global workload for commercial tasks; CW2, 30%; CW3, 40%; S, setting up stage; R, running stage

3.1.2 Effect on period and cost hypotheses on economic viability

Viability chances were higher in the running stage (R) than in the setting up stage (S): 65% (33) viable simulations for R *vs* 29% (31) for S. Viability chances were higher in the low cost hypothesis (L) than in the high cost hypothesis (H): 64% (32) viable simulations for L *vs* 28% (30) for H. This showed that setting up a microfarm could be challenging and highlighted the strong impact of the cost of land and labour on viability as illustrated in **Figure 5.1**.

3.1.3 Effect of marketing offer and prices on economic viability

A high level of selling prices increased the viability chances: 67% (34) viable simulations for HP *vs* 27% (29) for LP. Viability chances were higher in the G marketing offer than in the W offer (wider offer): 59% (36) viable simulations for G *vs* 34% (34) for LP. Marketing offer

and pricing impacted both strongly on the viability of microfarms, but the level of prices had a higher impact than the range of crops grown (G or W) as illustrated in **Figure 5.1**.

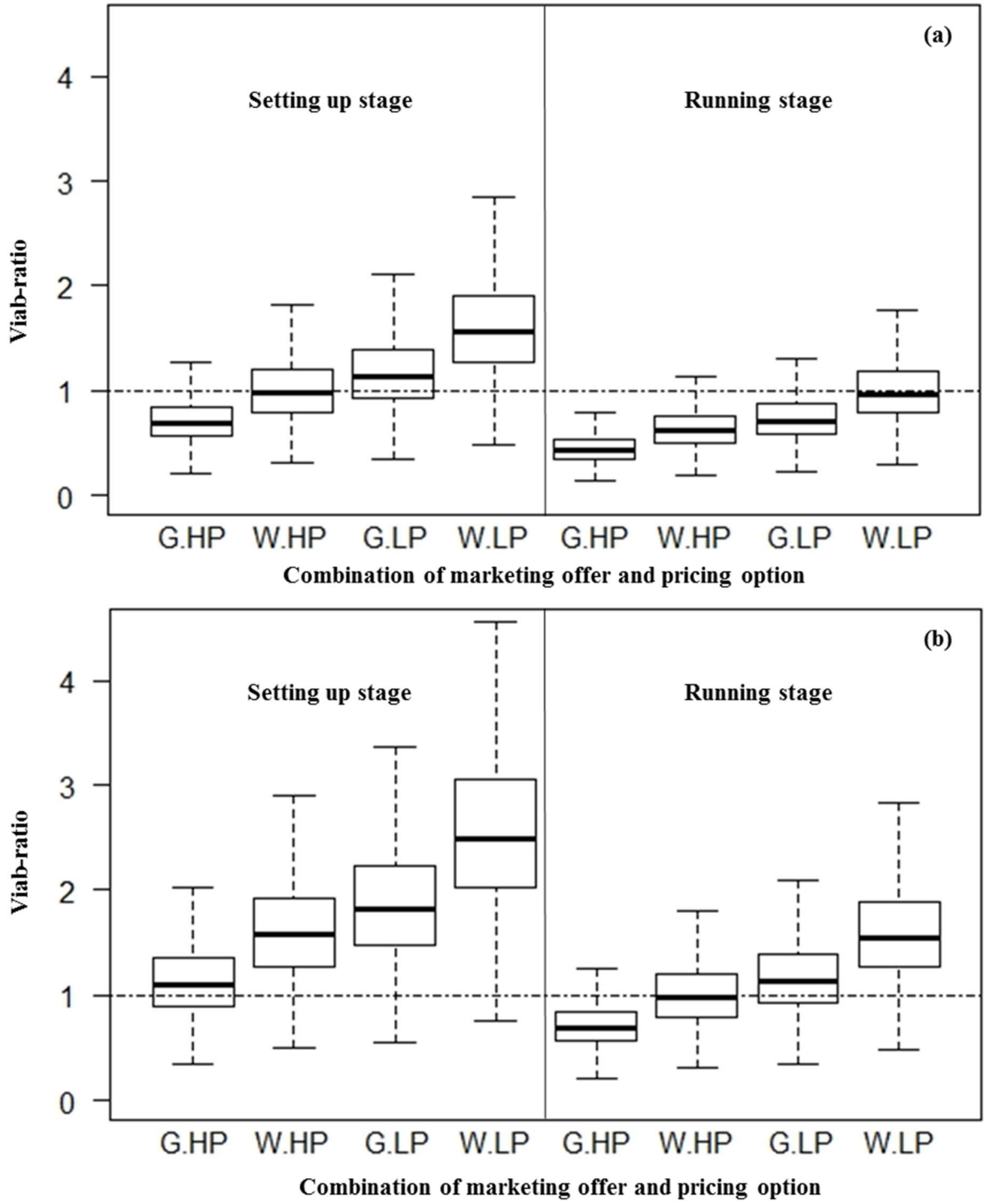


Figure 5.1 : Viab-ratio according to marketing offer, prices and stage for the L low cost hypothesis (a) and the H high cost hypothesis (b)

Scenarios are viable when Viab-ratio is equal to or smaller than 1. The more the box is under the dotted line, the more simulations are viable. G, marketing only greens; W, marketing a wider range of produce; LP, Low selling price; HP, high selling price

3.1.4 Effect of the share of tunnels and commercial workload on economic viability

The viability chances increased with the share of tunnels in cultivated acreage and decreased with the level of commercial workload (CW) as illustrated in **Figure 5.2**. The highest share of tunnels (0.4) led in average to 51% (37) viable simulations whereas the amount of viable simulations was 42% (37) with no tunnels (0). The lowest level of CW (CW1) led to 56% (36) viable simulations whereas the highest level of CW (CW3) led to 37% (35) viable simulations.

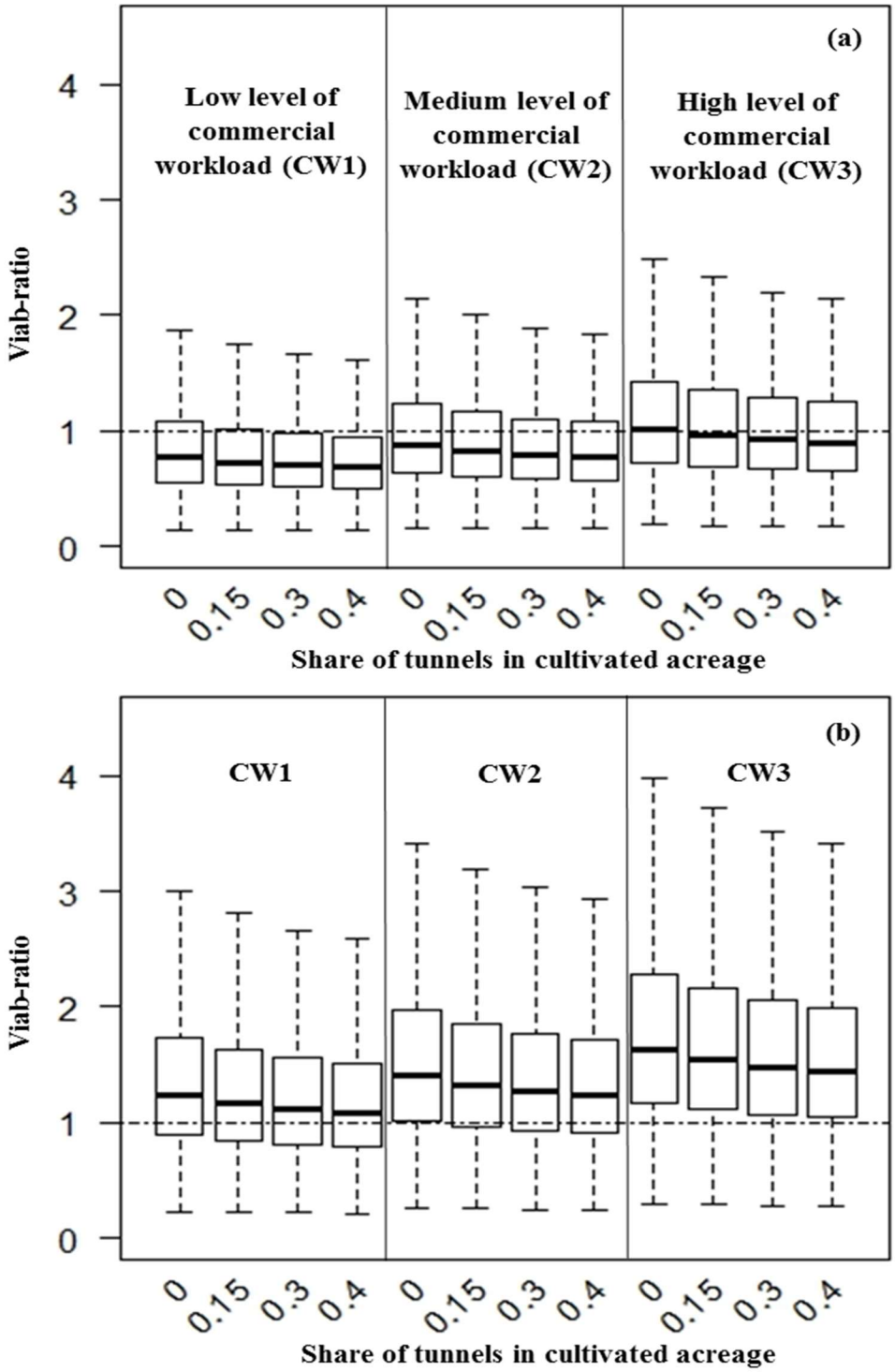


Figure 5.2: Viab-ratio according to the share of tunnels and the level of commercial workload (CW) for the L low cost hypothesis (a) and the H high cost hypothesis (b)

Scenarios are viable when Viab-ratio is equal to or smaller than 1. The more the box is under the dotted line, the more simulations are viable.

3.1.5 Utilised agricultural area

For an annual workload of 1800h, the average UAA of viable simulations was 2924 m^2 (910). For low selling prices (LP), the UAA was 3251 m^2 (887) *vs* 2782 m^2 (884) for high selling prices (HP). For the high cost hypothesis (H), UAA was 3233 m^2 (884) *vs* 2787 m^2 (886) for the low cost hypothesis (L). This showed that the most constraining economic options (LP and H) implicated to grow a larger area to be able to reach viability whereas more favourable economic options (HP and L) allowed the microfarm to be viable on a smaller acreage (**Figure 5.3**). In the first case, the viability chances were lower (see previous paragraphs) and only the simulations with a higher level of labour productivity could be viable because they allowed a higher acreage to be grown, at an identical level of annual workload and land productivity. As the share of tunnels increased land productivity, UAA decreased when the share of tunnels in the cultivated acreage increased: 3254 m^2 (979) for 0 tunnels, 3013 m^2 (907) for 0.15, 2806 m^2 (848) for 0.3 and 2683 m^2 (815) for 0.4. The UAA of viable simulations was 2944 m^2 (950) for G and 2888 m^2 (836) for W. This can be explained by the fact that G led in average to higher labour productivity than W. This allowed more G simulations to be viable with lower land productivity and resulted in a slightly higher average UAA at identical annual workload even if the minimal UAA to be viable was smaller for G (883 m^2) than for W (971 m^2).

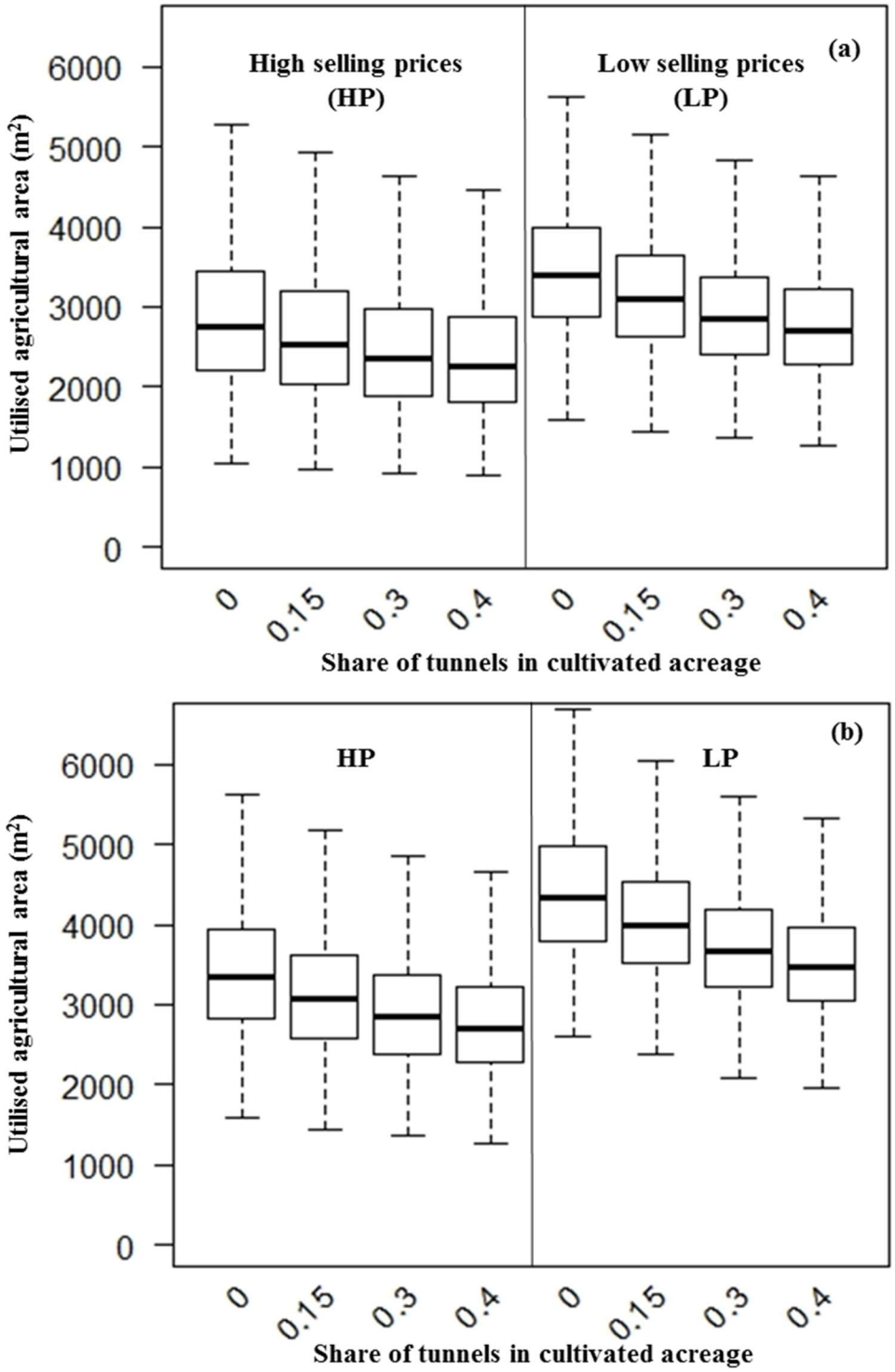


Figure 5.3: Utilised agricultural area according to the share of tunnels in cultivated acreage and the level of selling prices for the low cost (L) hypothesis (a) and the high cost (H) hypothesis (b)

3.2 COLLECTIVE QUALITATIVE DISCUSSION WITH MICROFARMERS

3.2.1 3.2.1 Validation of the modelling outputs

The model was judged credible because the respective increase or decrease in economic viability chances, and the orders of magnitude of LanP, LabP and UAA according to the contrasted scenarios were in line with practitioners' expertise and personal experience. It was perceived as salient because the strategic choices that microfarmers considered as key for microfarms' economic viability were represented by the different variables of the scenarios. This modelling exploration was judged legitimate because microfarmers had a strong interest in the model developed in France. The model's legitimacy seemed to increase as it was not normative. It presented a global picture of the economic viability of contrasted scenarios to be discussed, rather than producing quantitative references for an optimal scenario. Indeed, microfamers recognised that they faced a complex reality from which many dimensions would be hard to model: "*It is impossible to put community into equations*".

3.2.2 3.2.2 Marketing strategies

The modelling outputs highlighted that the most profitable marketing strategy was to focus on the production of high added value greens (G) sold at a high price (HP). According to participants, this marketing strategy meant selling more lucrative crops, mainly to restaurants. However, selling to restaurants was perceived as increasing commercial workload (CW), which decreased economic viability chances (**Figure 5.2**). Delivery was a major challenge in London because of the traffic. As most restaurants did not buy big quantities, this resulted in a higher number of delivery points. Most chefs were judged really demanding about the produce they wanted to buy: "*they always change their mind and ask for really specific and fancy stuff*". Vegetables boxes schemes or farmers' markets released these constraints because they relied on a limited number of delivery points and customers were less demanding: "*It's better when people take what you have*". For most participants, selling to restaurants was perceived as contradictory to their strong commitment to change the food systems, because: "*You are not feeding real people with a few mixed leaves and herbs in the corner of a plate*".

Despite the ethical and practical limits of selling to restaurants, most participants sold part or all of their production through this channel, which could be considered as a trade-off between their economic and social aspirations (Morel and Léger 2016). This trade-off was conceived differently by participants: (i) either as a temporary trade-off during the setting up stage (S) where economic viability chances were the lowest (**Figure 5.1**) – "*Setting up is hard in any business*" – considering that the marketing offer could be widened in the running stage (R); or (ii) as a way to create an internal subsidy mechanism, a so-called "*Robin Hood strategy*" which consisted in "*selling at higher prices to richer people*" in order to "*sell at lower prices to poorer people*". In addition to these social considerations, producing only greens (G) raised ecological

questions. These questions were even raised by microfarmers who grew mainly greens. Even if rotation criteria were respected, the lowest number of botanical families in G (**Table 5.4**) was perceived as a threat for the long-term ecological sustainability of their organic growing systems.

That said, some microfarmers had more positive views of selling to restaurants in certain conditions. For example, selling fresh produce to one single café or close to the microfarm limited delivery logistic problems and allowed to build trusted relationships with chefs ready to commit themselves to cooking dishes with ingredients available in season from the farm (Inwood *et al.* 2009, Taylor 2009).

3.3 ACCESSING RESSOURCES AND REMUNERATING LABOUR

All participants agreed that accessing land in cities was a major challenge of urban farming, in line with existing literature (Kaufman and Bailkey 2000). They noticed that the high cost hypothesis (H) chosen for land rent in the model, £0.45 per m^2 per year, was convenient only for Outer London. In Inner London, this cost could raise till £2.5£ per m^2 per year or more. Considering this rent cost hypothesis in simulations would sharply decrease the chances of economic viability of microfarms, which explained why most microfarms were located in Outer London. No microfarmers owned their land. To keep a rent cost within the range considered in the model, participants highlighted the importance of making agreements with local councils. In some cases, local councils even allowed microfarmers to access a plot for a symbolic cost of a 'peppercorn' rent. In exchange for accessing land for free, or at a lower rate, microfarmers had to bring benefits to the community through a diversity of social activities such as training unemployed people, teaching children about nature and food, organising community events and building community cohesion through gardening. These activities were in line with socio-ecological aspirations of microfarmers, but were a necessary condition for accessing land as: "*councils would not rent the land without social activities*".

The strong networks created within local communities through a variety of social activities and the growing appeal from urban people to reconnect to nature allowed microfarmers to access free labour thanks to volunteer work. This reduced the level of labour and land productivity required to achieve economic viability. Social work also allowed microfarmers to raise funds through charitable grants, private donation and community crowd-funding. The role social work played in the economic viability of microfarmers varied among participants: (i) social work was central and not separated from food production – "*Our model is based on providing social service*"; or (ii) social work was important to support the integration of the farm in the local community but food production was the basis of other activities and had to be economically viable as such. In the first case, funds raised to support the social work could be transferred to cover part of the costs of food production. In the second case, the pressure of

economic viability of growing was higher as funds raised were only dedicated to social work. All participants had been given funds to invest in second-hand equipment and facilities (e.g. tools, tunnels, building, etc.). This echoed the hypothesis of the model allowing for no bank loan and no equipment depreciation. Without this support from public sector and/or civil society, microfarmers would have had difficulties in making any investment as banks were reluctant to finance their projects because "*horticulture is too risky, especially in cities*". Although social work was crucial in the economic viability of microfarms, participants underlined that they often felt overwhelmed by the complexity of managing a "*hurricane of two components: social work and food production*". Even if volunteer labour was a source of free "*working time*", it was perceived to require extra energy and time to "*constantly train volunteers*" whose turnover on the farm was high and knowledge and farming skills were low. This tension between food production, and commitment to social activities, has been highlighted by Ferguson (2015).

The options for labour remuneration in the model corresponded to participants' expectation in terms of personal income. Most of them judged it more reasonable to target the London living wage (L), given the difficulty to create sufficient added value to pay for a higher income (H) as illustrated by **Figures 5.1** to **5.3**. Only one participant targeted the H remuneration focusing on greens sold at a high price. The London living wage was the minimum estimated to cover the basic cost of living in London. Despite most microfarmers having higher education degrees and an ability to earn higher income, they accepted being paid this minimum, in order to be coherent with their socio-ecological aspirations. Most participants argued that being a microfarmer went along with a low cost "*lifestyle choice*": on-farm consumption to limit buying food, cycling rather than taking the expensive underground, sharing a flat with roommates or living on a boat. Only two participants were full-time microfarmers. The rest worked part-time on the farm and received complementary incomes from extra-farm activities corresponding to classic pluriactivity strategies (Fuller 1990).

4 GROUNDED SPECULATIONS AND CONCLUSIONS

Our work has explored the strategies implemented by microfarmers in London to reconcile their socio-ecological aspirations with economic viability, combining quantitative modelling and collective qualitative discussion. It showed that economic viability was theoretically possible but was strongly impacted by various variables. To enable viability, urban microfarmers could dedicate a variable part of their production to high value greens sold to restaurants and relied strongly on community resources depending on their commitment in social work activities.

Urban farmers insisted on the complexity and specificity of each urban farm, which was increased by the integration of social work activities and the strong dependence on context (land access, delivery logistics in a city, partnership with public institutions) which makes modelling

really challenging. The results of this exploratory study convinced us that participatory action research (PAR) was highly relevant to address this issue and to support urban farmers. Our work showed that modelling could be a useful tool to generate knowledge about urban farms if carried out in a wider framework where qualitative discussions with stakeholders played a central role. Our model did not aim to be prescriptive or normative but "generative" of qualitative discussions. The main challenge of modelling in PAR approaches then becomes to determine what makes sense for stakeholders and is realistic to model quantitatively and what should be left to qualitative discussions.

MERLIN was adapted based on a limited sample and was not directly parameterised with local measurements in London. Microfarmers could contribute to further increase the relevance of the model by collecting their own data and discussing the results with other practitioners. However, rather than enhancing the predictive power of the model, which was not a priority for urban farmers, three further objectives of collaborative research between scientists and practitioners were highlighted: (i) to raise awareness among 'idealistic' microfarmers about the 'pragmatic' challenges they would face; (ii) to improve microfarmers' reflexivity and strategic choices on farming practices, marketing and technical efficiency through the process of collecting and discussing their own data; and (iii) to create a learning culture (Voinov and Bousquet, 2010) and nurture emotional solidarity and reward collaborative innovations among networks of microfarmers. In this regard, simulation has to be seen just as a small piece of a more complex research puzzle where collecting data can be an objective as such for farmers and where discussion is above all about supporting collective dynamics and collaboration among farmers.

In addition to building the capacity of microfarms, individually and collectively, if microfarms are to play a significative role in the transformation of food systems in London, engagement with the wider context cannot be ignored. While there is a growing popularity for microfarms, they are still a drop in the ocean in terms of how much food is produced and consumed in London (Litherland 2014). For microfarms to evolve from their current precarity and increase their impact in London, then there must be greater enabling conditions of land and resources available. In this sense, our work can serve as a communication tool to support new community-led proposals such as the London Plan proposed by Just Space (2016), which would influence planning decisions across the 32 London boroughs. Such political actions are urgently needed, especially when more than hundred cities have signed up in 2016 to the Milan Urban Food Policy Pack (*http://www.milanurbanfoodpolicypact.org*) committing to developing sustainable and resilient urban food systems integrating urban agriculture.

To summarise, we think that to support microfarmers to develop more sustainable urban food systems, research should be:

- participatory;
- non normative or prescriptive;

- pragmatic (not escaping financial issues);
- combining quantitative and qualitative methods integrating the wider social and political context.

The characteristics of such research resonates strongly with the principles of agroecology (Francis *et al.* 2003, Méndez *et al.* 2013) which we see as a promising framework to further study and support urban farmers.

DISCUSSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

1 PRINCIPAUX RESULTATS DE LA THESE (EN FRANÇAIS)

L'article 1 montre sur le cas singulier de la ferme du Bec Hellouin qu'il est théoriquement possible de créer suffisamment de valeur économique sur une surface cultivée autour de 1 000 m^2 pour rémunérer décemment le travail à plein temps d'un maraîcher. En effet, sur quatre scénarios d'estimation de revenus nets mensuels, trois mènent à un revenu mensuel net égal ou supérieur au SMIC[102], de 1 132 € à 1 571 €, pour un travail annuel autour de 2 000 h[103]. Cette viabilité économique est atteinte sans motorisation grâce une pensée holiste à l'échelle de la ferme qui combine un grand nombre de stratégies techniques, écologiques et commerciales afin d'augmenter la production sur une petite surface et la valeur ajoutée de cette production. Une lecture de ces choix stratégiques est proposée sous la forme d'une carte heuristique (*mind map*).

L'article 2 propose une définition des microfermes comme des fermes qui répondent aux critères suivants :

- le maraîchage est l'activité principale de création de revenu sur la ferme ;
- la surface cultivée en maraîchage est en dessous de 1,5 ha par équivalent temps plein qui est la surface minimale généralement recommandée pour une installation en maraîchage biologique diversifié en circuits courts[104] ;
- la ferme n'utilise pas de fertilisants et de produits phytosanitaires chimiques, avec ou sans certification biologique[105] ;
- la ferme cultive plus de 30 types de légumes sur la ferme, ce qui est supérieur à ce qui est jugé classiquement comme raisonnable en maraîchage. Par *type de légume*, j'entends une culture qui est identifiée spécifiquement par le consommateur et dans la commercialisation. Ainsi, les tomates-cerises et les tomates anciennes sont considérés comme deux types de légumes différents alors qu'elles correspondent à la même espèce botanique. Dans cette définition, les herbes aromatiques, souvent nombreuses et qui ne sont pas considérées comme des *légumes* dans le langage courant, sont comptabilisées

[102] Le SMIC est le Salaire Minimum Interprofessionnel de Croissance, d'une valeur de 1 139,20 € nets par mois pour 35h de travail hedbomadaire en 2016.
https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F2300 [consulté le 6/10/16]

[103] Ce qui est cependant supérieur à un temps de travail hebdomadaire de 35h qui correspond à un temps de travail annuel autour de 1 800 h. Dans les estimations de revenus de l'article 1, si les revenus mensuels générés par un temps de travail de 2 006 h sont ramenés à 1 800 h, alors seuls deux scénarios sur 4 permettent de dépasser le SMIC mensuel (donc qui dépassent le SMIC net horaire). Cependant, l'atteinte du SMIC horaire est un objectif ambitieux, souvent considéré comme très difficile en maraîchage diversifié. Atteindre un SMIC mensuel à partir d'un temps de travail de 2 000 h annuels (qui est une charge de travail faible en maraîchage) peut déjà être jugé comme atypique comparé à la réalité économique de nombreux maraîchers.

[104] Même si depuis l'étude du Bec Hellouin et de la thèse, la position des structures d'accompagnement agricole sur cette surface minimale s'est nuancée.

[105] Car pour certains paysans, la confiance et la transparence sur leurs pratiques permises par les circuits courts sont jugées suffisantes sans la labellisation en Agriculture Biologique.

comme un type de légume unique. De mêmes les différentes variétés pour chaque type de légume ne sont pas prises en compte de par leur grand nombre[106] ;

- les paysans se réfèrent à des sources d'inspirations alternatives comme la permaculture, le maraîchage bio-intensif ou l'agriculture naturelle et revendiquent le fait que leurs stratégies répondent à des aspirations écologiques et sociales fortes.

Je montre que les stratégies des microfermes ne peuvent être comprises qu'en considérant le *projet de vie global* des paysans qui comprend de fortes aspirations sociales et écologiques (autonomie, qualité de vie, sens et engagement). Les paysans des microfermes n'échappent pas à la rationalité économique mais ils visent avant tout à générer un revenu jugé décent (dont le niveau dépend de chaque ferme) dans une limite de temps de travail jugé acceptable (dont le niveau varie également). Ainsi, il n'est pas pertinent d'aborder ces fermes et leurs stratégies sous l'angle de la maximisation du profit sous contraintes comme dans de nombreuses études agronomiques ou économiques classiques. Je propose un cadre conceptuel qui permet d'aborder les *choix stratégiques des paysans* (commercialisation, investissement, organisation du travail, pratiques techniques et écologiques, organisation spatiale et temporelle de la diversité cultivée, intégration au territoire) en cohérence avec les multiples aspirations de leur projet de vie et adaptés à la singularité de leur situation. Je mets en évidence la nécessité de considérer *l'interdépendance* entre les différentes dimensions stratégiques, contrairement à certaines démarches qui se focalisent uniquement sur la dimension technique. J'insiste également sur la nécessité de considérer les compromis (*tradeoffs*) que réalisent les paysans entre les différents aspects de leur projet de vie pour établir leurs stratégies. J'illustre l'utilisation de ce cadre sur deux cas d'étude. Je propose une définition de la viabilité adaptée aux microfermes comme *la possibilité pour les paysans de vivre sur le long-terme en accord avec leurs besoins matériels et immatériels et leurs valeurs*. Cette définition insiste sur la nécessité de considérer ensemble la dimension matérielle et immatérielle des stratégies pour mener une réflexion globale sur la viabilité des fermes alternatives.

L'article 3 explore la *viabilité économique* de microfermes rurales au nord de la Loire par des scénarios contrastés. Ici, la viabilité économique est considérée comme la capacité de la ferme à générer un revenu minimal par rapport à un temps de travail maximal. En lien avec l'article 2 qui montrait que les niveaux de revenu et temps de travail variaient en fonction des fermes, j'évalue la viabilité des scénarios par rapport à 6 niveaux de viabilité différents combinant trois niveaux de revenu minimal mensuel net (600 €, 1 000 €, 1 400 €) et deux niveaux de temps de travail annuel maximal (1 800 h et 2 500 h). Cette approche est dérivée de la théorie mathématique de la viabilité (Aubin, 1991) qui considère la viabilité comme la possibilité de respecter un certain nombre de contraintes sans chercher de scénario optimal, en lien avec le refus de l'idée de maximisation mise en lumière par l'article 2.

[106] Certains maraîchers étaient même incapables de déterminer le nombre de variétés qu'ils cultivaient.

J'ai réalisé une étude exploratoire basée sur un modèle de simulation stochastique nommé MERLIN (*Microfarms : an Exploratory Research on Labour and INcome*). L'architecture de MERLIN a été construite en m'appuyant sur l'expertise des paysans, en combinant des entretiens semi-directifs et des discussions libres régulières avec les maraîchers. Cette manière de concevoir le modèle que je définis comme *modélisation ancrée* (*grounded modelling*) en référence à la *théorie ancrée* (*grounded theory*) de Glaser & Strauss (2009) se caractérise par :

- la création d'un modèle adapté pour traiter une question concrète émanant du terrain via une démarche inductive plutôt que l'utilisation d'équations ou de modèles préexistants que les données de terrain servent juste à calibrer ;
- la place centrale accordée à l'expertise des praticiens via des interactions constantes entre chercheurs et paysans tout au long de l'élaboration itérative du modèle comme dans certaines approches de modélisation participative.

MERLIN est un modèle statique : il ne prend pas en compte l'évolution de la ferme au cours du temps même si la présence des deux hypothèses d'investissement (démarrage et routine) est un premiers pas vers la considération d'une certaine temporalité. Cependant, le temps n'est pas une variable d'entrée de mon modèle et le comportement du système à un instant t n'impacte pas le système à un instant $t+1$, ce qui serait une définition d'un modèle dynamique qui pourrait intégrer certains événements ou aléas au cours de la trajectoire. La ferme est considérée comme un système, le modèle permet de réaliser des simulations de revenu et de temps de travail à partir de la combinaison de trois types de choix stratégiques : choix techniques, choix de commercialisation et choix d'investissement qui ont été jugés essentiels par les paysans pour traiter de la question de la viabilité économique.

Trois systèmes techniques ont été considérés :

- microagriculture manuelle (Mi) : pas de motorisation, travail du sol très superficiel, haute densité de plantation, associations de cultures, utilisation intégrale de la surface pour les cultures de légumes (pas d'engrais verts) ;
- maraîchage biointensif (Bi): petite motorisation pour le travail du sol superficiel, haute densité de plantation, pas d'associations de cultures, part de la surface cultivée consacrée aux engrais verts, consommation réduite au minimum d'intrants biologiques du commerce ;
- maraîchage diversifié classique (Cl) : motorisation pour la plupart des activités de maraîchage, à part certaines récoltes manuelles, plus faible densité de plantation pour permettre le binage motorisé, pas d'associations de cultures, pas d'engrais verts, consommation importante d'intrants biologiques.

Deux stratégies de commercialisation en paniers de légumes hebdomadaires ont été prises en compte :

- commercialisation sur 12 mois (12M) qui intègre les cultures de conservation hivernale ;
- commercialisation sur 9 mois, d'avril à décembre, (9M) qui n'intègre pas les cultures de conservation hivernale.

Trois hypothèses de coût et de temps de travail rentrent également dans les scénarios en lien avec les stratégies d'investissement :

- installation à bas coûts (LS) qui privilégie l'achat de matériel d'occasion et de récupération et l'auto-construction (les coûts sont limités mais le temps de travail est plus important car l'installation demande de construire et de bricoler) ;
- installation à hauts coûts (HS) qui privilégie l'achat de matériel neuf et ne réalise pas d'auto-construction (coûts plus élevés mais temps de travail plus faible) ;
- routine (R) où les emprunts nécessaires à l'investissement initial ont été remboursés.

A partir de la combinaison de ces différentes options, 18 scénarios de microfermes ont été conçus. Pour chaque scénario, 1 000 simulations ont été réalisées. Les chances de viabilité économique ont été évaluées comme la part de simulations viables pour les 6 niveaux de viabilité distingués. Les simulations ont reposé sur l'articulation de trois sous-modèles :

- deux modèles linéaires mixtes prédisant le rendement et le temps de travail pour 50 légumes en fonction de choix techniques et d'investissement ; pour chaque simulation les valeurs de rendement et de temps de travail sont tirées aléatoirement dans la gamme de variabilité mise en évidence entre les fermes ;
- un modèle de planification annuelle des cultures qui permettait de répondre aux critères de diversité et de quantité de l'offre adaptés à une commercialisation en paniers de légumes hebdomadaires.

A notre connaissance, c'est la première fois que des critères complexes de commercialisation en circuits courts sont intégrés à un travail de modélisation quantitative.

Les résultats ont montré que les systèmes techniques spécifiques des microfermes (Mi et Bi) mènent à des chances de viabilité économique plus importantes que le système classique témoin (Cl) et sur des surfaces agricoles inférieures pour un maraîcher seul : entre 1 200 et 4 500 m^2 pour Mi ; entre 2 500 et 9 000 m^2 pour Bi ; entre 7 000 à 19 000 m^2 pour Cl[107].

[107] Les surfaces intègrent ici la partie cultivée et les allées mais non l'espace de la ferme dédié à un bâtiment ou aux routes d'accès. Dans le calcul des coûts, j'ai considéré pour tous les scénarios que cette surface complémentaire était de 3000 m2 mais elle ne rentre pas ici dans le calcul de la surface agricole. Les valeurs de surface données ici correspondent à la moyenne des scénarios viables + ou - leur écart-type. On notera que la moyenne pour le scénario classique Cl s'approche des recommandations de 1.5 ha par actif en moyenne.

La commercialisation sur 9 mois (9M) permet d'atteindre des niveaux de viabilité supérieurs car elle permet de ne pas cultiver des légumes de conservation hivernale qui occupent l'espace plus longtemps pour une plus faible valeur ajoutée. Cependant, elle pose des questions en termes de pics de travail – car le chiffre d'affaires doit être réalisé sur une période plus courte – et de fidélisation des consommateurs qui doivent accepter de se fournir ailleurs en légumes pendant 3 mois. La part de serres est paradoxalement plus importante pour la stratégie de commercialisation qui ne vend pas en hiver (9M). En effet, la commercialisation est plus concentrée sur la période estivale dans laquelle les cultures sous serres jouent un rôle important dans les paniers (« légumes ratatouille »).

Les scénarios d'installation (HS et LS) mènent toujours à des chances de viabilité économique inférieures aux scénarios de routine (R) car le remboursement des emprunts pèse sur l'économie de la ferme. Cela montre que les potentielles difficultés des microfermes à l'installation ne doivent pas être sous-estimées. Dans le cadre d'hypothèses choisi, où le maraîcher ne dispose au départ d'aucun capital propre, les stratégies d'installation à bas coût (LS) semblent plus défavorables économiquement que celles à haut coût (HS) car elles nécessitent de consacrer un temps important à l'auto-construction et au bricolage qui n'est pas dédié à la production. Si l'installation à bas coût peut être guidée par des motivations éthiques (recyclage, autonomie par rapport aux banques), il est nécessaire d'être vigilant sur ses implications en termes de charge de travail. De plus, dans ce cas, il est sûrement préférable de disposer d'un capital de départ pour les premiers investissements et de réinvestir progressivement l'argent généré par la production afin de ne pas réaliser d'emprunts[108] .

Deux zones climatiques du nord de la Loire ont été considérées dans la modélisation : un climat *frais* et un climat *doux* qui se distinguent par la durée plus longue de la saison chaude dans le climat doux. Le modèle ne montre pas de différence de viabilité économique entre les deux climats. Afin de commercialiser sur la même durée que dans le climat doux, le climat frais amène le maraîcher à avoir une part plus importante de serres qui constitue un coût supérieur à l'installation. Cependant, ces serres lui permettent d'augmenter la rapidité des cycles de cultures tout au long de l'année, ce qui compense finalement le coût d'investissement.

Par rapport à l'étude de cas initiale du Bec Hellouin, cette exploration de la viabilité économique par modélisation permet de montrer que des microfermes peuvent être viables économiquement dans un grand nombre de contextes, avec des stratégies techniques, de commercialisation et d'investissement contrastées.

D'un point de vue académique, ce travail contribue aux études qui montrent que des petites fermes peuvent être plus productives que des grandes, ce qui va à l'encontre de la théorie des économies d'échelle, pilier de la modernisation agricole. Il démontre que des petites surfaces cultivées dans une logique d'intensification des cultures permise par un faible niveau de

[108] Stratégie issue de discussions avec les maraîchers mais non prise en compte par le modèle.

motorisation et avec des pratiques écologiques à bas intrants permettent d'atteindre des niveaux de viabilité supérieurs à des fermes plus conventionnelles. Il illustre également la nécessité de considérer l'articulation entre choix techniques, choix commerciaux et d'investissement alors qu'un grand nombre d'études agronomiques se focalisent uniquement sur les choix techniques.

D'un point de vue opérationnel, l'intérêt de cette démarche est que le modèle stochastique permet d'intégrer la variabilité entre fermes et présente pour un scénario donné une large gamme de surfaces cultivées nécessaires pour un maraîcher – même si elles sont en dessous des recommandations classiques. Pour les porteurs de projet et les structures d'accompagnement agricole, cela permet de s'extraire de l'idée que 1 000 m^2 cultivés seraient suffisants ou l'objectif ultime à atteindre sur une microferme – idée qui s'était répandue dans les milieux agricoles alternatifs à cause d'une interprétation erronée ou trop hâtive de l'étude du Bec Hellouin. De plus, si les scénarios de microfermes permettent d'atteindre des niveaux encourageants de viabilité économique, la modélisation montre que cette viabilité n'est jamais 100 % garantie et que certaines combinaisons stratégiques sont plus risquées que d'autres. Elle peut donc attirer la vigilance des porteurs de projets sur les difficultés pragmatiques liées à la création d'une microferme et tempérer certains discours idéalistes qui considèreraient qu'une microferme mène nécessairement au succès et très rapidement (car la modélisation montre que la phase d'installation reste un défi).

Ce travail a été présenté à un grand nombre de praticiens (paysans, conseillers, enseignants) qui l'ont jugé crédible, pertinent et légitime. Cependant, il reste à réfléchir avec les structures d'accompagnement et d'enseignement agricole sous quelle forme il peut être adapté et valorisé comme base pédagogique ou de discussions concrètes avec les paysans et les porteurs de projet.

L'article 4 montre comment les maraîchers des microfermes ont développé des stratégies pour gérer la planification temporelle et spatiale de leurs cultures dont la complexité est accrue par le grand nombre de cultures et les contraintes de ventes en circuits courts (offre régulière et diversifiée tout au long de la saison de commercialisation). Certains aspects ont déjà été évoqués dans l'article 2 mais sont détaillés ici. Quatre stratégies principales ont été identifiées.

La stratégie A consiste à concevoir des méthodes de commercialisation qui permettent une plus grande flexibilité de planification. Des circuits avec des niveaux d'exigence différents peuvent être combinés, par exemple une vente en paniers contraignante en termes de planification et une vente au détail. Cela permet au maraîcher de planifier ses cultures avec de larges marges de sécurité car les éventuels excédents peuvent être écoulés au détail, avec un souci moindre dans les proportions de légumes vendus. De même, l'hétérogénéité des préférences entre consommateurs peut aussi être utilisée pour composer des paniers avec des légumes (ou des proportions) variables en laissant les consommateurs choisir. Certains maraîchers ont également développé des systèmes d'échange de légumes entre les consommateurs qui permettent d'être moins rigides sur les quantités exactes de légumes à produire pour remplir des paniers homogènes pour tous.

La stratégie B consiste à développer ce que l'on pourrait appeler une *planification différenciée* en fonction de l'importance commerciale respective de chaque légume. Certains légumes sont identifiés par les maraîchers comme des *légumes clés* car ils sont fortement attendus par les consommateurs à certaines périodes de l'année (exemple des tomates en été). L'implantation de ces légumes est donc planifiée de manière très précise et souvent avec des marges de sécurité importantes en termes de surface. D'autres légumes sont considérés comme des *légumes complémentaires* qui ne sont pas spécifiquement attendus par le consommateur mais qui participent de la diversité générale du panier et donc de la fidélité des consommateurs. Ces légumes peuvent être planifiés de manière moins stricte, avec moins de marges de sécurité, voire même être implantés au cours de la saison en fonction des opportunités et des aléas, sans planification préalable. C'est particulièrement le cas des cultures à cycles courts (comme les radis) qui peuvent être implantées quand une planche de culture se libère entre deux cultures à cycles plus longs. Si nécessaire, ces légumes peuvent également être implantés en association avec des cultures à cycles longs car leur croissance rapide n'est pas jugée pénalisante pour la culture longue. En fonction des maraîchers et des consommateurs, la nature des *légumes clés* et des *légumes complémentaires* varie, ce qui impacte le niveau de flexibilité permis par cette stratégie.

La stratégie C pourrait être appelée *planification groupée.* Les légumes sont groupés selon des critères de gestion et le maraîcher planifie l'allocation spatiale des groupes et non des cultures individuelles. En fonction des fermes, ces critères de regroupement varient : famille botanique (en lien avec les critères de rotation), saison d'implantation et de récolte (cultures d'hiver, de printemps, d'automne, d'été), les besoins en eau et en fertilité (très exigeants, moyennement exigeants, peu exigeants). Cette organisation en groupe simplifie également la planification des tâches techniques car, par exemple, toutes les planches d'un même groupe saisonnier peuvent être travaillées et amendées au même moment.

La stratégie D est celle de la *rotation différenciée*. Elle consiste à moduler l'importance des critères botaniques dans les rotations en fonction des cultures et intègre le fait que d'autres pratiques écologiques que la rotation permettent de garantir la santé des plantes. Certaines cultures sont identifiées comme *sensibles* et sont donc planifiées en respectant des critères botaniques stricts de rotation. D'autres sont *moins sensibles* et permettent d'être plus flexible sur la prise en compte des temps de retour sur une même planche, voire même de ne pas considérer spécifiquement des critères de rotation pour cette plante en partant du principe que la diversité générale des cultures et les changements annuels d'allocation spatiale à l'échelle du groupe de gestion (voire stratégie C) sont suffisants. Les maraîchers qui visent ainsi à être plus souples sur les critères de rotation botanique tendent à développer une large palette d'autres stratégies à l'échelle de la ferme visant à promouvoir le système immunitaire globale de l'agroécosystème (Bonaudo *et al.*, 2013) :

- utilisation de variétés résistantes et adaptées aux conditions locales ;
- grande diversité d'espèces et de variétés à l'échelle de la ferme ;

- cultures d'engrais aux propriétés phytosanitaires ;
- associations de cultures favorables (allélopathie) ;
- création de milieux et d'habitats variés sur la ferme pour favoriser les régulations biologiques (bandes fleuries et enherbées, mares, haies, zones refuges, agroforesterie).

La plupart des fermes enquêtées combinent au moins deux stratégies, associant dimensions techniques, commerciales et écologiques pour réduire la complexité de planification.

Ce travail peut être une base pour des développements futurs du modèle présenté dans l'article 3 afin en particulier d'intégrer les dimensions spatiales et de considérer d'autres critères de planification temporelle (en combinant plusieurs circuits par exemple ou en considérant des ajustements tactiques de planification en cours de saison dans le cas où le modèle serait rendu « dynamique »).

Pour les porteurs de projet et les structures agricoles, ce travail propose des pistes de réflexion pour aménager le dogme de la rotation botanique qui apparaît souvent comme un frein à la diversité cultivée et aux associations de cultures sur les fermes biologiques. Si la rotation botanique est un élément important de la santé de l'agroécosystème, elle doit être pensée par rapport à l'ensemble des stratégies écologiques développées à l'échelle de la ferme et non plus comme la solution infaillible à tous les problèmes sanitaires, limitant de fait le recours à d'autres types de pratiques écologiques par peur de la complexité de rotation engendrée. Cependant, ce travail reste exploratoire et qualitatif. Si les paysans enquêtés – certains en activité depuis 5 à 10 ans – mentionnent que les problèmes phytosanitaires sur leur ferme n'ont jamais mis en danger leur viabilité économique (ce qui est aussi permis par la grande diversité des cultures qui permet de répartir les risques), il serait nécessaire d'approfondir ces questions de manière quantitative et systématique sur des durées plus longues.

L'article 5 est une étude exploratoire de la viabilité économique des microfermes urbaines à Londres. Elle s'est basée sur une adaptation de MERLIN au contexte londonien pour réaliser des simulations qui ont été discutées avec des agriculteurs urbains lors d'un atelier collectif. Les discussions avec les praticiens avaient pour objectif de replacer les résultats purement quantitatifs dans un cadre qualitatif plus général prenant en compte les spécificités du milieu urbain.

Contrairement à l'article 3, les stratégies explorées sont avant tout commerciales :

- haut (HP) ou bas (LP) niveau de prix ;
- offre focalisée sur les *greens*, légumes feuilles ou herbes aromatiques à cycles courts et haute valeur ajoutée (G) ou offre plus large (W). Dans tous les cas, les cultures de conservation hivernale sont exclues vu la nécessité de créer une grande valeur économique sur des surfaces très contraintes en milieu urbain ;
- part de la commercialisation allant de 20% à 40% du temps de travail total.

D'un point de vue technique, les microfermes urbaines sont relativement homogènes, avec un travail principalement manuel et une motorisation occasionnelle pour le travail du sol (système technique intermédiaire entre Mi et Bi de l'article 3). Le seul aspect technique variant dans les simulations est la part de serres dans la surface cultivée (de 0% à 40%). Deux phases de développement ont été considérées : installation (toujours à bas coûts à Londres) et routine.

Pour les microfermes rurales en France, la surface n'est pas contrainte et la planification visae avant tout à produire une offre diversifiée pour une vente en circuits cours. A Londres, la forte pression foncière incite les agriculteurs urbains à la recherche de maximisation de la création de valeur ajoutée par unité de surface sous la contrainte de la rotation botanique dont les critères sont présentés comme centraux pour les praticiens (contrairement à la multitude des stratégies présentées dans l'article 4). Le sous-modèle de planification des cultures a donc considéré, non plus des critères commerciaux de diversité de l'offre au cours du temps, mais avant tout des critères d'optimisation de l'espace et de rotation. De fait, la production des agriculteurs urbains n'est pas vendue en paniers de légumes qui contraignent les proportions et la régularité de l'offre, mais plutôt au détail. Dans certains cas, les légumes produits en ville participent à l'offre de systèmes de paniers mais elle est complétée en fonction des besoins, par l'offre de maraîchers ruraux et de grossistes biologiques.

Le coût du foncier et du travail étant les deux défis majeurs évoqués par les agriculteurs urbains, la viabilité économique a été abordée comme la possibilité pour la valeur économique créée (ventes moins charges diverses) de rémunérer le travail et de payer le foncier. Deux hypothèses de coûts ont été considérées :

- bas coût (L) du foncier (0.25 £.m^{-2} par an) et du travail (9.4 £.h^{-1});
- haut coût (H) du foncier (0.45 £.m^{-2} par an) et du travail (15 £.h^{-1}).

La combinaison des différentes options commerciales, techniques, d'investissement et de coûts a mené à la création de 192 scénarios auxquels ont été affectés 1000 simulations de planification des cultures.

Les résultats de simulation montrent que la viabilité économique est possible mais que les chances de viabilité varient fortement entre les scénarios. Comme attendu, la viabilité économique augmente avec la culture de *greens* à haute valeur ajoutée, un prix de vente élevé, une part importante de serres, la limitation du temps de commercialisation et les hypothèses de bas coût du foncier et du travail. Comme dans le cas des microfermes rurales, la phase d'installation limite les chances de viabilité économique, en particulier ici par le travail nécessaire à l'auto-construction qui est la stratégie choisie par la totalité des microfermes urbaines enquêtées.

Les discussions collectives avec les agriculteurs urbains montrent que pour atteindre la viabilité économique dans un milieu urbain contraignant, ils consacrent une part variable de leur surface à la production de *greens* vendus à hauts prix à des restaurants. Cette stratégie est

cependant perçue comme un compromis par rapport à leur volonté d'engagement social plus global de changer les systèmes alimentaires urbains et de nourrir réellement les gens et pas uniquement de produire de la salade qu'un chef va glisser en quantités minimes dans le coin d'une assiette. Les agriculteurs urbains dans leur majorité ont tendance à accepter une rémunération basse en lien avec un style de vie alternatif économe (*low cost lifestyle*). De plus, ils visent à limiter le coût de la main d'œuvre en favorisant le travail de bénévoles ou de stagiaires et à limiter le coût du foncier via des partenariats avec les collectivités territoriales (*councils*). Par ces partenariats, le coût du foncier peut être réduit voire nul. Le travail bénévole n'a pas été considéré dans le modèle (qui considérait que tout travail était rémunéré) et est un levier important pour la viabilité des microfermes urbaines. Cependant, l'accès à ces ressources (temps de travail et partenariats pour le foncier) est contingent du développement d'activités à dimension sociale sur la ferme (enseignement et activités pédagogiques, organisation d'événements culturels) qui entraîne une complexité supérieure de gestion à l'échelle de la ferme.

Ce travail était conçu comme la première étape d'un projet de recherche participative plus vaste impliquant les agriculteurs urbains de Londres. Il a permis de mettre en lumière que la recherche visant à soutenir les agriculteurs urbains gagnerait à être :

- participative ;
- non normative ou prescriptive ;
- pragmatique (en ne négligeant pas les dimensions économiques) ;
- et à combiner des méthodes quantitatives et qualitatives afin d'intégrer des considérations sociales et politiques plus globales.

2 REFLEXIONS EPISTEMOLOGIQUES ET METHODOLOGIQUES

Je ne reprendrai pas ici toutes les discussions méthodologiques soulevées par chaque partie de mon travail de thèse et qui sont détaillées à la fin des articles correspondants. Je m'attacherai surtout à discuter les points plus généraux et transversaux de ma démarche.

2.1 VALIDITE DE LA DEMARCHE INDUCTIVE

2.1.1 Principes généraux de validation

La démarche inductive consiste à générer des cadres conceptuels ou des modèles à partir de l'analyse croisée d'un échantillon de cas plutôt que d'appliquer ou de vérifier l'application de cadres préexistants. Elle est particulièrement adaptée aux recherches exploratoires menées sur des objets pour lesquels peu de connaissances existent (Eisenhardt, 1989). A cet égard, ma posture inductive s'inscrit dans le cadre de validité reconnue pour ce type d'approches car les microfermes répondent à ces critères.

Il est souvent opposé à ce type de recherche que la démarche inductive est très biaisée par les *a prioris* du chercheur. Les théoriciens de la démarche inductive défendent au contraire la confrontation perpétuelle avec les données et les acteurs de terrain qui permet davantage au chercheur de modifier ses représentations au cours du processus que dans le cas classique où les cadres préexistants biaisent également l'appréhension de la complexité du réel (*ibid.*).

Glaser & Strauss (2009) mettent en lumière que les cadres théoriques générés par la recherche inductive peuvent être de deux ordres : *substantif* (*substantive*) ou *formel* (*formal*). La théorie substantive est celle qui concerne un type d'objets ou un champ pragmatique particulier alors que la théorie formelle a une portée plus générale. Dans notre cas, les cadres et modèles créés sont au niveau *substantif* car ils ont été développés pour rendre compte de la réalité d'un type d'objet concret : les microfermes. Une théorie plus formelle aurait, par exemple, élevé le niveau de généricité vers l'étude des systèmes agricoles alternatifs. Cependant, obtenir un tel niveau de généricité aurait nécessité un échantillonnage théorique différent qui aurait inclus d'autres types de fermes alternatives (des élevages, des fermes céréalières ou viticoles).

Selon ces auteurs (*ibid.),* la validité des cadres et des modèles *substantifs* peut être évaluée selon 4 critères :

- leur adéquation forte (*fitness*) avec les données ;
- le caractère compréhensible (*understandability*) par les acteurs concernés ;
- un niveau de généralité (*generality*) suffisant pour aborder d'autres objets du même champ d'étude qui n'ont pas servi à leur élaboration ;

- leur capacité à apporter aux acteurs concernés un certain contrôle (*control*) de la situation.

A ces critères de validation généraux pour les approches inductives, j'ai préféré dans ma thèse des critères plus spécifiques (Cash *et al.*, 2003) pour évaluer la validité des « *systèmes de connaissance pour le développement durable* » :

- la crédibilité (*credibility*), c'est à dire l'adéquation des connaissances produites avec la réalité observée. Ce concept rejoint très fortement celui de *fitness* qui vient d'être évoqué ;
- la pertinence (*saliency*), qui concerne l'adéquation entre les connaissances produites et l'attente des acteurs. Il s'agit de la capacité du modèle ou du cadre à traiter des questions jugées importantes et qui sont significatifs pour les acteurs. A cet égard, cette notion intègre à la fois la capacité du modèle à être compréhensible (*understandability*) et potentiellement utile (*control*) des critères de Glaser et Strauss (*ibid.*);
- la légitimité (*legitimacy*), qui concerne le jugement moral des acteurs sur la manière dont les cadres et modèles ont été développés. Il traite par exemple du fait que la construction du modèle s'est faite en respectant les valeurs des acteurs. Cette notion est particulièrement importante car des modèles ou des cadres jugés illégitimes auront certainement plus de difficulté à être mobilisés et valorisés par les acteurs de terrain, donc à être utile (*control*).

La question de la généralité (*generality*) n'est pas directement abordée par les trois critères de Cash *et al.* (*ibid.*). Cependant, cette dimension a également été considérée dans la validation du cadre conceptuel de l'article 2 et du modèle quantitatif de l'article 3 et 5 qui va être détaillée à présent.

2.1.2 Validation du cadre conceptuel

Le cadre conceptuel pour aborder les choix stratégiques des microfermes au regard des aspirations des paysans a été conçu à partir des données de 14 microfermes. Dans l'article 2, je montre que ce cadre a été validé à travers les trois critères de Cash *et al.* (*ibid.)* via des présentations de la méthodologie et du cadre qui ont mené à des discussions avec les paysans des fermes enquêtées (20 personnes), d'autres maraîchers (20 personnes), des conseillers et des enseignants en maraîchage biologique (8 personnes). Depuis la publication de l'article, j'ai présenté ce travail à de multiples reprises à plus de 300 praticiens incluant maraîchers, porteurs de projets, enseignants et conseillers, lors de journées techniques, de formations ou de salons agricoles[109].

[109] Sans compter les nombreux échanges de courriels avec des praticiens à la suite de la diffusion de mes travaux de thèse (voir en fin de thèse).

Le cadre conceptuel a été jugé *crédible* car il permet d'analyser finement une grande diversité de microfermes (dont deux exemples sont présentés dans l'article 2). Il a également été utilisé avec succès pour analyser des microfermes existantes[110] et des projets autres que celles de mon échantillon de départ, dans d'autres zones géographiques (en particulier en Belgique et dans le sud de la France). Le cadre répond donc au critère de *généralité* de Glaser & Strauss (2009).

Il a été jugé *pertinent* car il intègre de manière systémique les grandes dimensions stratégiques dont l'articulation paraît essentielle aux paysans et porteurs de projet pour la viabilité de leurs initiatives. L'accent mis sur des aspirations non économiques reflète également les préoccupations des paysans qui se tournent vers ce genre de démarches alternatives où les aspirations écologiques et sociales sont primordiales (Beus & Dunlap, 1990). Pour les enseignants et conseillers, le cadre a été perçu comme un outil précieux au niveau pédagogique afin d'articuler des enseignements ou des conseils plus ciblés sur certaines dimensions techniques ou commerciales et faire réfléchir étudiants et candidats à l'installation à la cohérence globale de leur projet. Certains maraîchers m'ont même confié avoir imprimé le schéma représentant le cadre pour en discuter avec les stagiaires venant se former sur leur ferme. Cette appropriation par les acteurs montre que le cadre était *compréhensible* et pouvait être utile à l'action (*control*).

La démarche de conceptualisation a été perçue comme *légitime*, car elle s'est faite de manière transparente, en impliquant les paysans tout au long du processus de recherche. De plus, les praticiens ont souligné à plusieurs reprises que le caractère non normatif et non prescriptif du cadre résonnait avec leur volonté d'autonomie et le refus de la prescription de solutions optimales par des experts extérieurs à la ferme, dans une approche descendante.

2.1.3 Validation du modèle quantitatif

Le modèle quantitatif présenté dans l'article 3 a été validé selon la même démarche que le cadre conceptuel via des discussions avec une centaine de praticiens dont 30 paysans de microfermes, des enseignants, des conseillers agricoles et des porteurs de projet.

Il a été jugé *crédible* car les sorties quantitatives de simulation et la variabilité observée entre scénarios correspondent aux ordres de grandeur par les praticiens dans les fermes. La position respective des différents scénarios en termes de viabilité économique a été jugée conforme aux tendances observées sur le terrain dans d'autres contextes. Cette capacité du modèle à décrire des *motifs* (*patterns*) de variabilité est aussi importante pour la validation d'un modèle de simulation que les valeurs quantitatives en soi (Küppers & Lenhard, 2005). La procédure de

[110] En particulier les 6 microfermes supplémentaires que j'ai enquêtées après la publication de l'article 2 et qui ont été mobilisées pour la construction de l'architecture du modèle quantitatif. Ces 6 microfermes sont intégrées dans le Tableau 1.

validation d'un modèle quantitatif dépend de l'objectif assigné au modèle (Bellocchi *et al.*, 2010). D'un point de vue opérationnel, le modèle de simulation développé dans ma thèse visait à explorer une gamme de scénarios pour fournir des ordres de grandeur à discuter avec les praticiens, en particulier les porteurs de projet, pour les aider dans leur choix d'installation. A cet égard, la validation par les praticiens paraît la plus adéquate (Troitzsch, 2004). Cependant, des critères plus classiques de validation ont également été mis en œuvre comme la confrontation des résultats quantitatifs prédits avec les données venant de 12 fermes autres que celles utilisées pour calibrer le modèle et une analyse de sensibilité des paramètres (Bellocchi *et al.*, 2010). La stochasticité du modèle et l'intégration de la variabilité entre les fermes permet de présenter des ordres de grandeur larges qui couvrent les valeurs de ces autres fermes, ce qui répond à la nécessité de *généralité.* Des pistes d'amélioration du modèle à partir de l'analyse de sensibilité sont présentées dans l'article 3.

Le modèle a été perçu comme *pertinent* car la question de la viabilité économique était centrale pour les praticiens. De plus, les praticiens ont reconnu l'intérêt des choix de stylisation idéaltypique concernant les systèmes techniques, les stratégies de commercialisation et d'investissement. Certains conseillers m'ont même confié que la formalisation des trois systèmes techniques correspondait à des grands pôles qu'ils avaient eux-mêmes identifiés d'après leur expérience d'autres microfermes. La possibilité de réfléchir conjointement aux choix techniques, commerciaux et d'investissement est apparue également comme centrale et nécessaire aux praticiens. Le fait que le modèle aborde deux phases de développement des microfermes (l'installation et la routine) et insiste sur la difficulté de l'installation a également été jugé crucial pour son utilisation dans des démarches d'accompagnement des porteurs de projet.

Les praticiens ont trouvé l'approche de modélisation choisie *légitime* car elle s'est appuyée sur l'expertise et les données des paysans, qu'elle a été discutée et validée par eux. De plus, la posture non normative du modèle, qui ne vise pas à mettre en lumière des scénarios optimaux et qui considère la possibilité de niveaux variables dans les objectifs de revenu et de temps de travail, a été très bien reçue. En effet, les résultats du modèle ne visent pas à produire des prescriptions mais à fournir des ordres de grandeur dont les porteurs de projet peuvent s'emparer pour réfléchir à leur installation. Le modèle ne fait qu'alerter sur la difficulté de certains scénarios et peut donc encourager les praticiens à réfléchir à des stratégies qui intègrent cette difficulté, dans le cadre des objectifs qu'ils se sont fixés.

Le caractère générique du modèle a été mis à l'épreuve dans son adaptation au contexte londonien présentée dans l'article 5. Si certaines dimensions et paramètres ont été modifiés afin de mieux correspondre à la réalité des agriculteurs urbains, ces derniers ont validé les ordres de grandeur modélisés. Du fait du manque de données chiffrées à Londres, les sorties du modèle n'ont pas pu être confrontées à des résultats économiques locaux. Cependant, la démarche exploratoire suivie à Londres avait pour objectif de stimuler des réflexions qualitatives plus larges sur la viabilité économique en milieu urbain. A cet égard, la validation par les praticiens

et la qualité des discussions produites qui ont mis en lumière des difficultés et des opportunités spécifiques au milieu urbain peut sembler suffisante (Troitzsch, 2004). Si ce modèle devait être utilisé pour accompagner des porteurs de projet urbains à Londres, son calibrage et sa validation à partir de données locales de rendement et de temps de travail seront un préalable primordial dans le futur.

2.1.4 Intérêts et limites des idéaltypes

J'ai expliqué dans la partie méthodologique que les systèmes techniques ainsi que stratégies commerciales et d'investissement considérés par le modèle avaient été élaborés dans une démarche idéalytpique dérivée de la sociologie wébérienne plutôt que typologique, dans le sens où ce mot est généralement utilisé en agronomie. La manière dont j'ai construit les idéaltypes peut s'apparenter à ce que les sciences sociales nomment *l'individualisme méthodologique* (Boudon, 2004), dans le sens où ces catégories conceptuelles ont avant tout été élaborées à partir des pratiques individuelles des paysans, sans considérer leur intégration dans des réseaux sociaux plus vastes, qui peuvent impacter leurs valeurs et leurs choix. Cette posture peut être discutable d'un point de vue sociologique car elle considère que les paysans agiraient dans environnement autonome coupés de déterminants sociaux plus vastes. Dans le cadre de ma démarche qui n'avait pas pour objectif d'établir une sociologie des microfermes mais d'examiner la viabilité des fermes individuelles, je pense que cette posture est pertinente. En effet, si elle n'objective pas les déterminants sociaux des pratiques, elle considère qu'ils sous-tendent la variabilité des pratiques observées en ferme dont l'analyse a amené la création des *idéaltypes*.

Dans l'article 2, j'insiste sur l'importance de l'intégration des paysans dans leur *territoire* (*community integration*). L'analyse que je propose mériterait d'être enrichie par une vision plus sociologique, comme l'illustrent Brossier *et al.* (1991) qui prônent l'articulation entre le modèle décisionnel du *comportement adaptatif* de l'agriculteur et ce qu'il appelle le *modèle sociologique* pour comprendre les décisions des agriculteurs. Il faut cependant noter que le *modèle sociologique* dont parlent ces auteurs se limite principalement à l'analyse des rapports de pouvoir et des interactions entre le chef d'exploitation, sa famille et d'éventuels employés. Etant donné les fortes aspirations sociales et collectives des microfermes, une étude sociologique des microfermes devrait intégrer le rôle des réseaux plus vastes auxquels les paysans appartiennent : réseaux professionnels et associatifs ; collectifs de consommateurs ; mouvements politiques ; etc.

Les *idéaltypes* n'ont pas été conçus pour classer les microfermes dans une catégorie unique comme dans la démarche typologique mais pour jalonner la complexité du réel et stimuler la réflexion des porteurs de projets en se positionnant par rapport à ces pôles théoriques. Au regard de ses aspirations ou de son contexte (niveau de motorisation souhaitée, surface disponible, objectif de revenus ou de temps de travail), un porteur de projet peut réfléchir à la pertinence de s'orienter plus ou moins vers le pôle technique Mi, Bi ou Cl mais pourra surtout réfléchir à

des stratégies intermédiaires entre ces deux pôles, comme c'était le cas des microfermes enquêtées. Par exemple, un porteur de projet souhaitant s'orienter uniquement vers le travail manuel (Mi) et qui aurait des fortes attentes de revenu pourrait se questionner sur le fait que l'idéaltype Bi (motorisé pour le travail du sol) mène à des niveaux de revenus plus élevés dans le cadre d'hypothèses choisi. Afin d'améliorer ses chances de viabilité, il pourra réfléchir à la possibilité d'intégrer des interventions motorisées sur certaines cultures (*tradeoff*) ou plus globalement à la nécessité d'être vigilant sur les implications du travail manuel et envisager le développement d'autres stratégies non prévues par le modèle pour améliorer l'efficacité du travail.

2.1.5 La démarche inductive dans un processus de recherche plus global

Le cadre conceptuel et les modèles élaborés de manière inductive sur un faible échantillon de fermes ont un niveau de généricité qui permet de les appliquer à d'autres microfermes dans d'autres contextes. Cependant, les principes de la théorie ancrée inductive que j'ai mise en œuvre dans ma thèse insistent sur le caractère non figé des théories et des modèles, qui sont envisagés avant tout comme des *processus* toujours en cours, qui doivent être constamment remis en question, enrichis, validés et adaptés à des situations variées (Glaser & Strauss, 2009) Les résultats de ma thèse sont donc des cristallisations théoriques à l'instant donné de la rédaction et je suis le premier à souhaiter leur mise en débat et leur évolution future.

J'ai choisi de mener une démarche inductive car je pensais qu'elle était la plus adaptée à mon objet d'étude et à ma problématique. Cependant, une telle démarche demande un grand investissement du chercheur et des paysans en termes de temps et d'énergie. Je ne considère donc pas la démarche inductive comme une panacée qui serait l'unique manière d'approcher les fermes alternatives. Ce type d'approche doit être pensé dans un cadre plus large en articulation avec d'autres approches plus classiques cherchant à valider ou adapter des cadres ou des modèles préexistants. C'est d'ailleurs ce que j'ai fait dans mon étude à Londres décrite dans l'article 5. Je n'ai pas cherché à mener une nouvelle démarche inductive *ex nihilo* sur les microfermes londoniennes mais à adapter et calibrer le modèle conçu en France au contexte de Londres, dans une posture de modélisation plus classique. De même, si ce modèle et le cadre conceptuel conçu dans ma thèse semblent pertinents et utiles à des praticiens dans d'autres contextes, il semblerait contre-productif de chercher à mener de nouvelles démarches inductives dans chacun de ces contextes. En ce sens, une fois la démarche inductive menée à bien, les modèles et cadres produits peuvent être utilisés dans d'autres démarches de recherche. Il semble donc important de réfléchir à la pertinence ou non de mener une démarche inductive par rapport au contexte spécifique, aux connaissances déjà disponibles sur le sujet et au coût en temps d'une telle démarche.

2.2 LIMITES ET PERSPECTIVES DU MODELE QUANTITATIF

2.2.1 Intégrer des données techniques supplémentaires

La question de la validation du modèle calibré sur un petit nombre de fermes a déjà été évoquée. Dans l'article 3, intégrer une forme de stochasticité pour prédire les rendements et les temps de travail à partir des effets aléatoires liés aux fermes et aux résidus a été une stratégie pour améliorer la généricité des résultats. Ainsi, les résultats prédits avaient une amplitude suffisante pour couvrir la diversité d'autres fermes. Cependant, la confrontation des sorties du modèle aux données d'autres microfermes montre que, dans certains cas, la fenêtre des résultats prédits semble plus importante que la variabilité réelle. Afin d'affiner les sorties du modèle et de réduire la fenêtre des prédictions, il serait possible de calibrer le modèle à partir d'un jeu de données plus vaste. Cette amélioration ne me semble pas une priorité vu les objectifs fixés, à savoir : fournir des ordres de grandeurs et non des références et être une base de discussion pour les porteurs de projets à partir de la position relative des différents scénarios.

Les microfermes étudiées sont encore jeunes et continuent à expérimenter un grand nombre de pratiques comme le développement d'outils ergonomiques permettant d'augmenter l'efficacité du travail manuel, la traction animale pour remplacer la motorisation et des techniques écologiques permettant de limiter le temps de travail[111]. L'impact de ces pratiques en constante évolution et perfectionnement mériterait un suivi régulier. Intégrer des données de rendements et de temps de travail les concernant pourrait permettre de considérer dans le modèle d'autres systèmes techniques, ou de mettre en lumière l'impact de l'expérimentation et des apprentissages sur la viabilité économique des microfermes.

2.2.2 Prendre en compte les dynamiques écologiques

Si le modèle quantitatif permet d'étudier la viabilité économique d'une microferme à deux stades de son développement (l'installation et la routine), il reste un modèle statique qui ne permet pas de prendre en compte la dynamique réelle et les possibles aléas d'une ferme au cours du temps. Les entretiens semi-directifs ont montré la nécessité d'envisager les fermes non pas comme des systèmes figés mais comme des processus. Etant donné la place centrale accordée par les microfermes à la création d'un agroécosystème complexe, la dynamique de ces écosystèmes semble primordiale à considérer. Dans le modèle de ma thèse, l'écosystème est en partie intégré dans la variabilité des résultats de rendements et de temps de travail rendus possibles par les effets aléatoires des modèles mixtes qui constituent une première approximation des aléas et par les faibles niveaux de coûts variables (intrants) considérés dans

[111] A cet égard, le développement très rapide du réseau Maraîchage sur Sol Vivant qui vise à adapter au maraîchage les principes de l'agriculture naturelle et certaines techniques utilisées en grandes cultures dans l'agriculture de conservation semblent particulièrement prometteur.
http://maraichagesolvivant.org/wakka.php?wiki=PagePrincipale [consulté le 08/10/2016]

les scénarios à bas intrants (Mi et Bi). Cependant, l'article 2 montre que les microfermes ne se résument pas à la surface cultivée en maraîchage et peuvent intégrer d'autres cultures, élevages ou zones naturelles (haies, mares) qui ne sont pas comptabilisés ni modélisés par mon approche. Il serait donc nécessaire d'objectiver l'impact de ces milieux annexes, situés hors de la surface cultivée sur les performances des cultures maraîchères.

Une piste de recherche future intéressante serait donc de considérer, dans le modèle, d'autres milieux sur la ferme et leurs relations à la surface maraîchère, si possible de manière dynamique, en considérant par exemple des années climatiques contrastées, différents types d'aléas et également la durée nécessaire pour établir un agroécosystème fonctionnel à partir d'une friche. Il serait par exemple souhaitable pour les microfermes en agroforesterie d'intégrer la durée de croissance des arbres fruitiers, l'impact de ces arbres sur les cultures et également le rôle des fruitiers dans la création de valeur économique et dans la diversité de l'offre sur la ferme. J'ai participé au cours de ma thèse à élaborer des enquêtes pour le projet national SMART visant à étudier l'impact de l'agroforesterie fruitière sur les stratégies et la durabilité des fermes maraîchères. Les différentes mesures (de rendement, de biodiversité) et enquêtes socio-économiques menées grâce ce projet, pendant 3 ans sur un large échantillon de fermes dans toute la France, pourraient constituer un matériau de choix pour intégrer ces dimensions dans le modèle.

2.2.3 Limites de la notion de routine dans le calcul du revenu

Dans le modèle, j'ai essayé de considérer une certaine temporalité des fermes en intégrant un stade d'installation (*setup* ou *setting up*) où les emprunts impactent le revenu et un stade de routine (*running stage*) dans lequel les emprunts sont remboursés. Ces deux options présentent deux moments contrastés théoriques de la vie économique d'une ferme qui demeure cependant un phénomène dynamique. Ainsi, la situation de routine n'est peut-être jamais atteinte car lorsque le paysan a fini de rembourser ses emprunts initiaux, il est possible qu'il décide de consacrer une partie de son *excédent brut d'exploitation*[112] à la constitution des réserves en cas d'aléas, à des investissements futurs ou au renouvellement du matériel à venir. C'est ce que la comptabilité désigne sous le nom de *capacité d'autofinancement*. Dans ce cas, la totalité de l'excédent brut d'exploitation n'est pas assimilable au revenu prélevé par le paysan. La part de l'excédent brut d'exploitation que le paysan souhaite prélever ou garder est variable et dépend de nombreux paramètres difficiles à modéliser (projections d'investissement, expérience des aléas). Dans les fermes enquêtées, cette part d'autofinancement était toujours inférieure aux remboursements des emprunts initiaux. Il est donc raisonnable de penser qu'au cours de sa vie, le revenu généré par la ferme oscille entre l'estimation réalisée pour l'*installation* et pour la

[112] L'Excédent Brut d'Exploitation (EBE) que je ne mobilise pas dans ma thèse est couramment utilisé en comptabilité agricole et désigne la valeur économique restante après déduction de toutes les charges (opérationnelles, de structure, de personnel, fermage) qui reste disponible pour payer les emprunts (intérêts compris), financer le revenu du paysan et éventuellement constituer une réserve pour l'autofinancement.

routine. La présentation des résultats du modèle aux porteurs de projet devra insister sur ce point car la capacité de la ferme à s'autofinancer est aussi un moyen pour les maraîchers de gagner en autonomie financière, ce qui peut être une aspiration de leur projet de vie. En lien avec l'article 2, il est possible de considérer que la part d'autofinancement résulte d'un *compromis (tradeoff)* à un instant donné entre le revenu souhaité et la recherche d'autonomie financière.

Dans l'article 1 sur l'étude du Bec Hellouin, je n'avais pas encore arrêté la méthodologie de calcul de revenu en *trésorerie* et non en *valeur économique* que je présente dans la partie méthodologique. Je n'ai pas non plus considéré deux stades de développement de la ferme. J'ai estimé les revenus en considérant les dotations aux amortissements initiaux. Ces dotations aux amortissements sont étalés sur une plus longue période que les emprunts (jusqu'à 20 ans pour le bâtiment) et donc inférieures aux remboursements. Le calcul du revenu dans cet article pourrait donc s'approcher d'une situation intermédiaire entre l'*installation* et la *routine* considérées dans les autres articles.

2.2.4 *Intégrer les dimensions collectives*

Dans l'article 3, le modèle quantitatif prédit la viabilité économique d'une ferme menée par un unique maraîcher. L'article 2 a montré que les choix liés à l'organisation du travail pouvaient être cruciaux en termes de viabilité économique. Celle-ci sera en effet affectée par le recours à des salariés ou à des stagiaires (article 5) ou, dans le cas de fermes à plusieurs associés, par la complémentarité des profils et des compétences. Certaines actions techniques, comme la pose d'une bâche ou d'un voile de protection sont plus faciles et plus rapidement réalisées à plusieurs. Le travail collectif a donc potentiellement des effets non linéaires sur l'efficience des pratiques.

Un mémoire de fin d'études que j'ai encadré (Humbaire, 2015) montre qualitativement que la coopération entre paysans peut impacter la viabilité des microfermes via la mutualisation des moyens de production, l'entraide et l'échange des savoir-faire. La dimension collective n'est donc pas à négliger. Si la coopération et l'emploi de main d'œuvre peuvent bénéficier aux microfermes, elle pose également des défis à la ferme en termes de logistique, de gestion des rapports humains (*ibid.*) et peut entraîner des coûts supplémentaires comme les charges sociales et patronales des salariés ou la nécessité de former et gérer les bénévoles et stagiaires (article 5). Si certains aspects concernant la main d'œuvre semblent faciles à intégrer dans le modèle, comme les coûts du salariat (article 1), l'impact du travail collectif ou de la mutualisation sur le temps de travail et éventuellement sur les rendements semble complexe à objectiver. Une piste pourrait être de comparer des fermes individuelles et des fermes intégrées dans des démarches collectives. Je pense néanmoins qu'il est sans doute plus pertinent d'aborder ces questions de manière qualitative ou via des études de cas chiffrées plutôt que de les modéliser. En effet, une grande part des enjeux du travail collectif sont avant tout humains (complémentarité des profils, bonne entente entre les personnalités).

2.2.5 *Approfondir la planification des cultures dans les microfermes*

L'article 4 propose une adaptation du concept de planification des cultures (*crop planning*) pour les microfermes. En agronomie, la plupart des travaux sur la planification concerne souvent des cultures à cycle annuel. Dans ce contexte, la planification des cultures recouvre deux aspects : l'assolement qui est la surface occupée par chaque culture sur l'année et l'allocation des cultures qui concerne la distribution spatiale des surfaces cultivées sur la ferme (Dury, 2012). Cette définition de la planification est donc principalement spatiale même si des considérations temporelles, de rotation par exemple, ont un impact sur l'assolement. Cette définition est adaptée pour des cultures céréalières et pour la vente en circuits longs dans laquelle la répartition des récoltes et des ventes au cours du temps n'est pas une préoccupation fondamentale[113].

Dans la production maraîchère, il n'est pas rare que plusieurs cycles courts de culture se succèdent sur une parcelle au cours de l'année. Cela est particulièrement accentué sur les microfermes cherchant à intensifier la production sur une petite surface. En fonction de leurs stratégies, elles peuvent faire se succéder jusqu'à six cultures par an sur une même parcelle. La prise en compte de la dimension temporelle intra-annuelle devient donc critique. De plus, en circuits courts, la planification ne répond pas uniquement à des critères économiques, de rotation ou de contraintes du parcellaire mais également de la nécessité de fournir une offre constante et diversifiée au cours de la période de commercialisation, qui va de 9 à 12 mois sur les microfermes. Ainsi, le concept de planification des cultures doit intégrer également les proportions entre les récoltes au cours du temps (Navarrete, 2009). Si certains travaux de modélisation de la planification ont examiné des cultures de légumes avec des cycles plus courts (Dogliotti *et al*., 2005 ; Navarrete & Bail, 2007 ; Vassalos *et al*., 2013), aucun à notre connaissance n'a pris en compte la nécessité de la diversité temporelle pour garantir la fidélité des consommateurs.

Le modèle de planification intégré à MERLIN (SM3) présenté dans l'article 3 considère la diversité et également l'équilibre des quantités au cours du temps pour constituer des paniers de légumes. De tels critères existent aussi pour d'autres formes de commercialisation en circuits courts comme les marchés de plein vent mais mériteraient d'être adaptés car les contraintes ne sont pas rigoureusement identiques. Sur un marché, la diversité prime souvent sur l'équilibre entre quantités car les consommateurs achètent au détail et ne se voient pas imposer un panier fixé. Il conviendrait donc de considérer dans la planification l'articulation possible entre différents circuits, présentés dans l'article 4 comme un moyen de gagner en flexibilité.

Dans l'article 3, le modèle ne prend pas en compte directement les critères de rotation. Il fait l'hypothèse que la diversité entre les 8 catégories de cultures nécessaires à chaque instant est

[113] Même si les agriculteurs peuvent prendre en compte la répartition des récoltes afin d'étaler le travail, mais les fenêtres de récolte demeureront limitées dans l'année (principalement à l'été et à l'automne).

plus contraignante que des critères de rotation classiques (temps de retour des familles botaniques de 4 ans classique en maraîchage) et qu'ainsi un panier diversifié mènera de fait au respect des critères de rotation. Ces hypothèses mériteraient d'être vérifiées dans un travail plus approfondi en considérant plusieurs stratégies de rotation :

- rotation botanique classique en 4 ans ;
- rotation botanique en 10 ans développée par des inspirateurs des microfermes comme Fortier (2012) ;
- des stratégies de succession des cultures présentées dans l'article 4 qui ne se basent pas uniquement sur la rotation botanique mais avant tout sur la grande diversité générale de l'écosystème créé en appliquant la rotation botanique seulement à certaines *cultures sensibles*.

Pour les maraîchers ruraux, la surface n'est pas limitante et la principale préoccupation est la constitution des paniers de légumes. D'ailleurs, le paramètre de *Maximal Cropping Intensity* (*MCI*) prend en compte la possibilité d'intégrer des engrais verts ou des périodes de non culture dans la surface cultivée, en particulier en plein champ. A Londres, la surface est limitante. Certains maraîchers urbains vendent en paniers mais ces paniers sont complétés par des produits venant d'autres fermes, extérieures à Londres voire même par l'offre de grossistes, pour offrir une offre commerciale satisfaisante globalement, ce qui se traduit par une contrainte beaucoup moins forte en termes d'offre saisonnière diversifiée. Pour les maraîchers urbains, la contrainte principale est donc l'optimisation de l'espace. C'est la raison pour laquelle, dans l'article 5, j'ai développé un programme sous R pour planifier les cultures en tenant compte de cette différence. Ce programme, décrit dans l'annexe 5.A, vise à optimiser l'occupation de l'espace, mois après mois, dans la limite des critères de rotation. Ces critères de rotation ont été adaptés en fonction du choix de l'offre et de la zone (sous serre et en plein champ).

Ainsi, dans ma thèse, j'ai exploré deux manières de planifier la succession des cultures maraîchères rapides sur une année, l'une guidée par l'offre et l'autre guidée par l'optimisation de l'espace sous contrainte de rotation. Comme déjà évoqué plus haut, il serait intéressant d'examiner plus en détail l'articulation des critères d'offre et des critères de rotation. Une piste serait donc de combiner les deux modes de planification expérimentés dans ma thèse et de réfléchir également à la hiérarchie et aux priorités de décision dans le cas où les deux niveaux de préoccupations rentrent en tension.

La complexité de planification est souvent mise en avant comme un frein aux systèmes très diversifiés, surtout quand on intègre des associations de plantes qui appartiennent à 3 ou 4 familles botaniques différentes. La nécessité d'explorer d'autres stratégies de santé des plantes à l'échelle des systèmes, qui se baseraient avant tout sur l'écosystème global et sur une gestion différenciée des critères de rotation me paraît une piste de recherche fondamentale pour le futur de l'agriculture biologique. Il serait en outre particulièrement important de suivre l'impact de ces stratégies innovantes sur la santé des plantes sur le long terme et pas uniquement sur

quelques années[114]. De plus, j'ai conçu la planification annuelle comme une organisation fixe immuable, alors même que l'article 4 insiste sur la nécessité de flexibilité au cours du temps qui relève plus du niveau tactique intra-annuel.

L'organisation spatiale des cultures au cours du temps mérite aussi d'être investiguée plus en détail. L'allocation des cultures doit répondre comme en grandes cultures aux contraintes et avantages de chaque parcelle (éloignement, type de sol). Cependant, ces contraintes sont moins importantes sur une microferme par le fait même que, dans la plupart des cas, la ferme ne cultive qu'une seule parcelle divisée en jardins et en planches dont les caractéristiques biophysiques et ergonomiques sont proches[115]. Cependant, les paysans des microfermes inspirés par la permaculture peuvent chercher à créer différents microclimats dans les jardins qui deviennent un critère supplémentaire à considérer. Etant donné que la permaculture met en avant la création d'interactions positives par l'imbrication spatiale des cultures annuelles et pérennes et des zones refuges, il me paraît primordial que les recherches sur la planification des cultures dans les microfermes intègrent également les interactions biologiques et les flux de matière (bouclages locaux des cycles de fertilité) dans une logique d'écologie des paysages. Une première étude pilote sur ces questions a démarré sur la ferme du Bec Hellouin, menée par François Léger.

2.2.6 Modèle, modèles ou pas modèle ?

Pour intégrer toutes les questions complémentaires soulevées dans les parties précédentes, plusieurs stratégies sont envisageables : chercher à développer un « super-modèle » intégrant toutes ses dimensions ; développer des modèles différents pour traiter séparément chaque question ; réfléchir à des approches plus adaptées que la modélisation. Je suis assez sceptique à l'idée de concevoir un modèle général qui traiterait de toutes les dimensions. En effet, un modèle comprenant toutes les dimensions mentionnées semble voué à devenir une « usine à gaz » qui ne remplirait pas le critère de *parcimonie* souvent évoqué comme un facteur clé de la pertinence des modèles (Marsh & Balla, 1984). Le modèle développé dans ma thèse a été conçu pour traiter de questions de recherches précises et je pense qu'il serait souhaitable de concevoir des modèles appropriés et différents pour aborder d'autres questions. De plus, en résonnance avec mes propos sur la démarche inductive qui doit s'intégrer à d'autres approches scientifiques, je pense que la modélisation ne doit pas être considérée comme une fin en soi. Pour chaque question, une réflexion est à mener sur la méthodologie à employer. Quand la complexité des questions semble dépasser les possibilités offertes par la modélisation, il semble approprié de réfléchir à des approches qualitatives ou de focaliser le modèle uniquement sur

[114] En effet, on peut ne pas faire de rotation et ne pas avoir de problème sanitaire pendant quelques années jusqu'au moment où….

[115] Dans mes terrains d'étude, il existe des exceptions à cette observation. Certains paysans avaient des jardins sur différentes parcelles avec des contraintes et atouts spécifiques.

certains aspects traitables en partant du principe que les autres dimensions seront discutées de manière qualitative. C'est cette démarche que je propose dans l'article 5.

2.3 LA FERME COMME SYSTEME : IMPLICATIONS ET LIMITES

Dans la partie méthodologique, j'ai évoqué le fait qu'envisager les microfermes comme des *systèmes* était un choix épistémologique dont les implications devaient être discutées. En délimitant mon périmètre d'étude à l'échelle de la ferme, j'ai choisi des *frontières* qui semblent pertinentes aux paysans pour aborder la question de la viabilité. Insister sur les interactions entre les différents sous-systèmes que sont les choix stratégiques (système technique, système de commercialisation etc.) en cohérence avec les *finalités* et la *situation* du système comme dans la théorie *du comportement adaptif* (Brossier *et al.*, 1991) permet une approche globale qui répond aux questionnement des praticiens. Il est cependant probable que délimiter le système aux portes de la ferme mène à une sous-estimation de l'impact des facteurs extérieurs qui sont agrégés sous la catégorie unique de *situation* ou d'environnement. Une approche par la théorie de l'*acteur-réseau* (Latour, 1996 ; Law & Hassard, 1999) – dans laquelle le périmètre des réseaux pertinent à considérer n'est pas délimitée *a priori* et peut varier selon le type de réseaux – aurait peut-être permis de mieux considérer ces facteurs externes. Je pense également qu'une telle démarche, permettrait de faire le pont entre les représentations classiques de la ferme en tant que système et les études sociologiques qui sont menées en parallèle. L'avantage de la théorie de l'*acteur-réseau* est qu'elle aborde la complexité des différents facteurs – qui sont tous appelés *acteurs* (car ils agissent sur les pratiques) – selon leur impact et non selon leur nature. Ainsi, il serait possible d'envisager la ferme et les pratiques des agriculteurs comme résultantes de réseaux hybrides multiples intégrant sans hiérarchie de nombreux *acteurs* : consommateurs, valeurs du paysan, cadre politique, réseaux sociaux, contraintes climatiques, milieux, légumes, paysage, sol, parcelles etc.

Si la démarche systémique pourrait être élargie par une vision en réseaux, les discussions avec les paysans montrent la nécessité de mener des analyses plus ciblées à des échelles inférieures. Ainsi, si la ferme paraît être un niveau pertinent pour aborder la viabilité, les paysans soulèvent également des questions techniques très précises sur de nombreuses dimensions techniques : impact à long terme du non travail du sol, gestion des limaces attirées par les paillages, interaction entre les cultures associées, adaptation des pratiques de fertilité dans des successions culturales courtes multi-espèces, types d'engrais verts adaptés, coûts-bénéfices d'un désherbage limité ou du non-désherbage pour des cultures très denses etc. Ces observations confirment la pertinence de la posture classique de la recherche agronomique qui consiste à articuler des démarches systémiques à différents niveaux d'analyse (plante, parcelle, ferme, territoire).

2.4 VIABILITE DES MICROFERMES ET DURABILITE

Depuis le rapport *Our common future* (Brundtland *et al.*, 1987) qui a popularisé le développement durable comme un « *un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leur* », le concept de durabilité a été interprété de multiples manières, causant un certain flou quant à son utilisation et aux approches qui s'en réclamaient. En effet, si au départ, la durabilité est avant tout *intergénérationnelle*, *globale* articulant des *choix de société*, politiques, la préservation des ressources et le bien-être des peuples, un grand nombre de travaux scientifiques ont voulu l'appliquer à l'échelle de systèmes beaucoup plus limités. C'est le cas de la recherche en agriculture où la durabilité a été interprétée aussi bien comme idéologie ; comme ensemble de stratégies techniques ; comme la capacité à remplir un certain nombre d'objectifs sociaux, économiques et écologiques ; que comme la capacité d'un système à perdurer dans le temps (Hansen, 1996).

Si on s'en tient au rapport Brundtland, parler de la durabilité d'une ferme individuelle pose question car la durabilité implique nécessairement une dimension collective, voire la société toute entière. Certains auteurs, dans l'esprit de cette définition fondatrice, rappellent l'importance de considérer la durabilité de l'agriculture à différentes échelles en articulant les dimensions internationales, nationales, régionales, locales et en accordant une place centrale aux choix politiques (Darnhofer *et al.*, 2010 ; Hubert, 2004 ; Van Cauwenbergh *et al.*, 2007). D'autres, considèrent que pour être *opérationnelle*, la durabilité doit s'aborder comme une *propriété* d'un système agricole (une ferme par exemple), et doit pouvoir s'exprimer à travers des critères *quantifiables* afin de réaliser des diagnostics et œuvrer à l'amélioration du système (Hansen, 1996). Hansen explique que la meilleure manière d'exprimer la durabilité d'un système agricole est de définir la *probabilité* que le système soit pérenne dans le temps. Cette définition de la durabilité comme *propriété mathématique* d'un système est peut-être utile pour étudier certains phénomènes biotechniques mais elle paraît très limitée par rapport à la définition sociétale initiale de la durabilité. Certains travaux tentent de concilier cette capacité d'un système agricole à être pérenne et sa relation avec la société en distinguant deux dimensions de la durabilité : une *durabilité interne* propre au système et une *durabilité externe* ou territoriale (Ba & Aubry, 2011 ; Gafsi & Favreau, 2014 ; Godard & Hubert, 2002) souvent abordées à partir des *piliers* social, écologique et économique (Yunlong & Smit, 1994).

En lien avec ma posture inductive, je n'ai pas cherché initialement à relier la question de la viabilité des microfermes au champ théorique polymorphe de la durabilité en agriculture. Ma question de recherche qui pourrait se résumer en « *quelles sont les conditions nécessaires pour que le maraîcher ne mette pas la clef sous la porte* ? » était certainement plus terre à terre que les réflexions sociétales, politiques et intergénérationnelles de la durabilité telle que je l'entendais. A certains égards, la définition que je donne de la viabilité pourrait rejoindre la notion de *durabilité interne* mentionnée plus haut concernant les dimensions sociales et

économiques de la ferme. La durabilité en agriculture est souvent évaluée par des indicateurs exogènes à la ferme afin de situer la ferme par rapport à des valeurs références (moyennes d'autres zones ou de tendances passées), des objectifs politiques ou règlementaires, ou des seuils d'acceptabilité (Van Cauwenbergh *et al.*, 2007). L'originalité de notre approche de la viabilité est qu'elle considère que pour les dimensions socio-économiques, l'appréciation de la durabilité interne ne peut se faire que du point de vue du paysan et que c'est donc avant tout une notion *subjective*. Elle insiste sur la nécessité d'examiner comment un paysan arrive à remplir conjointement un grand nombre d'aspirations, parfois contradictoires, à un niveau qu'il juge acceptable.

Dans ma thèse, je me suis focalisé sur les préoccupations *socio-économiques internes* des fermes car c'était sur ces dimensions que la demande des acteurs de terrain était la plus forte. Je n'ai donc pas cherché à quantifier ou objectiver les impacts des microfermes sur la société ou leur territoire qui pourraient relever de la *durabilité externe* ni l'impact des pratiques sur le fonctionnement des écosystèmes. Ces questions ont été abordées indirectement via le point de vue subjectif du paysan sur la capacité de sa ferme à jouer un rôle écologique et social positif qui déterminait ses choix stratégiques. Etant donné que les dimensions territoriale et écologique des microfermes sont mises en avant par les défenseurs de ces initiatives, il sera nécessaire dans le futur d'objectiver ces aspects[116]. Les premiers travaux menés à la ferme du Bec Hellouin sur certaines composantes du fonctionnement écologique sont encourageants, en particulier en termes de biodiversité (Siruguet 2015 ; Villebrun, 2016).

[116] Je pense qu'il serait absolument fondamental et passionnant de réaliser une analyse du cycle de vie global (qui intègrerait la consommation d'énergie) de la production des microfermes, par exemple, pour produire et distribuer un panier de légumes. Des travaux ont montré que dans certains cas les modes de distribution en circuits courts ne sont pas forcément si vertueux d'un point de vue énergétique (Mundler & Rumpus, 2012). En effet, ils peuvent s'accompagner de nombreux allers-retours en voiture des consommateurs pour aller chercher leur panier alors même que ces consommateurs continuent de se déplacer en parallèle pour d'autres biens de consommation. Cela pose la question centrale de la logistique et de l'organisation des circuits courts à laquelle certaines initiatives de « supermarchés de producteurs » qui naissent en France tentent en partie de répondre. Cependant, il serait limitant de considérer les circuits courts du point de vue strictement énergétique alors même qu'ils entendent avant tout participer à une transformation sociale à l'échelle des territoires (Chiffoleau & Prevost, 2012).

3 ÊTRE PETIT ET FAIRE PETIT EN AGRICULTURE

3.1 ÉCHELLE, PRODUCTIVITE ET ETHIQUE

La modernisation de l'agriculture a encouragé l'agrandissement des exploitations agricoles en s'appuyant sur la théorie de l'économie d'échelle (Hervieu & Purseigle, 2013). Cette théorie, un des fondements de l'industrialisation, repose sur l'idée que l'augmentation de la taille d'une unité de production et donc du volume de production permet de réduire les coûts unitaires par produit en diluant les charges fixes et l'amortissement du capital productif (Mazoyer & Roudart, 2002). Plus le capital investi est important, plus la taille et le volume de production doivent être importants. Un tel phénomène peut s'observer dans les résultats de simulation de l'article 3. Le système classique (Cl) plus motorisé requiert un capital supérieur aux autres systèmes moins motorisés (Mi et Bi). Pour le système Cl, à un objectif de revenu donné, le gain en chances de viabilité économique entre un travail annuel de 1 800 h et de 2 500 h est supérieur à celui de Mi et Bi. Un maraîcher fortement motorisé a donc intérêt à travailler plus, pour pouvoir cultiver une plus grande surface et diluer ses charges fixes et l'amortissement de son matériel.

A un niveau identique de capital, de technologies et de pratiques, la nécessité de produire le volume maximal rendu possible est difficilement contestable du point de vue de la maximisation du profit. Seulement, tous les autres aspects qui font la viabilité d'une ferme ne sont pas considérés. Ainsi, pour le maraîcher classique, s'il est rationnel de travailler 2 500 h ou plus par an, sur la plus grande surface possible, la pénibilité et la perte de qualité de vie associée à une telle charge de travail ne sont pas prises en compte alors même qu'elles sont la première difficulté des maraîchers. De plus, l'augmentation constante de la surface cultivée par agriculteur entraîne une diminution de l'emploi qui impacte négativement les économies locales et les dynamiques sociales du tissu rural (Hervieu & Purseigle, 2013).

La modernisation repose également sur l'idée qu'un capital supérieur investi permettra d'augmenter la productivité du travail grâce à un plus haut niveau de technologie. L'article 3 met en lumière des résultats qui contredisent ce postulat. En effet, les scénarios Mi et Bi créent plus de revenus par unité de travail avec des niveaux de technologie inférieurs. Les meilleures performances des systèmes Mi et Bi sont obtenus avec des équipements moins onéreux (outils manuels ergonomiques et petite motorisation). A cet égard, ces stratégies correspondent à ce que l'économiste Schumacher nomme des « *technologies intermédiaires* » (*intermediate technology*). Dans son ouvrage *Small is beautiful : Economics as if People Mattered* (Schumacher, 1989), cet auteur défend l'idée que l'échelle appropriée des unités de production et des technologies doit être réfléchie au cas par cas en fonction des systèmes. Il faut selon lui s'extraire de l'idée qu'une augmentation d'échelle mène forcément à des meilleures performances (« *the bigger the better* »).

L'article 3, qui montre des niveaux de productivité par unité de surface supérieurs pour les systèmes de petite échelle (Mi et Bi) va dans le sens de nombreux travaux qui montrent une relation inverse entre la taille des fermes et leur niveau de productivité (Carter 1984 ; Cornia 1985 ; Rosset 2000 ; USDA, 1998). Au-delà du choix de technologies adaptées, la performance des systèmes de petite taille peut être également interprétée par une connaissance plus fine des singularités de l'agroécosystème qui n'est possible qu'à une petite échelle. A partir d'une certaine surface, il est plus difficile pour l'agriculteur de connaître ses parcelles et leurs spécificités dans leurs moindres détails, ce qui peut entraîner des pertes de productivité qu'on peut aller jusqu'à qualifier de « *déséconomies d'échelle* » (Mazoyer & Roudart, 2002). La nécessité d'une connaissance approfondie des milieux est encore plus importante pour des fermes biologiques ou paysannes qui reposent avant tout sur une coopération avec les écosystèmes, que Van der Ploeg (2014) appelle la *coproduction*.

Être petit en agriculture n'est pas forcément un choix. Dans de nombreux pays et contextes, la limitation de la taille des fermes est avant tout due à une marginalisation des paysans qui ne s'inscrivent pas dans une logique industrielle et à une limitation de leur accès aux ressources (*ibid.*). Les petits paysans ont donc mis au point des stratégies multiples pour survivre sur des espaces contraints :

- augmentation de la valeur ajoutée par unité de surface en intensifiant l'occupation de l'espace (densité, associations, successions courtes, imbrications de polycultures-élevage) et en valorisant mieux leurs produits (transformation fermière, produits de qualité) ;
- pratiques écologiques visant à favoriser l'autonomie des fermes et limiter le recours aux intrants extérieurs ;
- recours à de la main d'œuvre familiale peu ou pas rémunérée ;
- organisation collective et mutualisation ;
- pluriactivité ;
- inventivité technologique à bas coûts (*ibid.*).

Le cas des microfermes rurales dans les pays industrialisés est différent. Dans la majorité des cas, ces maraîchers ne sont pas issus du milieu agricole (article 2) et être petit est avant tout un choix[117] éthique. Le géographe et philosophe Berque (1996) défend l'idée que l'aménagement de l'espace par les hommes est *écosymbolique,* c'est-à-dire qu'il est à la fois d'ordre écologique et matériel mais implique également des dimensions éthiques. Selon cet auteur, les actes d'aménagement de l'espace qui ne tiennent pas en compte de cette relation éthique de l'humain à ses lieux aboutissent à produire un monde inhabitable d'un point de vue subjectif, quand bien même il serait viable matériellement. Il met en évidence que l'attachement subjectif et éthique des hommes aux lieux est plus important à des petites échelles. Aménager

[117] Même si dans certains cas, le maraîchage sur petite surface est aussi la solution la plus accessible pour devenir agriculteur quand on ne dispose pas d'un gros capital de départ ou de terres familiales.

un espace à une petite échelle se traduirait par un plus grand sentiment de responsabilité envers ce lieu. Pour les microfermes, être petit est avant tout un refus des dogmes de la modernisation agricole et de l'agrandissement qui selon eux créent un monde inhabitable. La petite échelle est perçue comme un moyen privilégié pour favoriser l'emploi et la vitalité du milieu rural et recréer un lien subjectif et responsable avec la nature.

Si *être petit* est dans la plupart des cas un choix éthique pour les microfermes, cela s'accompagne d'une réflexion sur la manière dont la petite échelle peut devenir un atout. Les maraîchers enquêtés sont majoritairement conscients qu'appliquer les principes de la modernisation agricole à une petite échelle mènerait à un échec. Si on est petit, il ne faut pas chercher à *faire grand*. A cet égard, l'idéaltype du système technique classique (Cl) illustre le cas d'une *petite ferme* qui cherche à *faire grand*. Ce système maraîcher reste petit par rapport à des exploitations maraîchères plus spécialisées mais a recours à des logiques de grande échelle : niveau de motorisation important ; faible intensité dans l'occupation de l'espace ; recours à des intrants du commerce pour limiter le temps nécessaire à des pratiques écologiques à bas intrants afin de cultiver une plus grande surface.

Les simulations montrent que les chances de viabilité économique d'une telle logique sont moindres que celles des systèmes Mi et Bi qui ont pris le parti de *faire petit*. Leurs stratégies de création de valeur économique reposent comme chez les petits paysans du Sud sur une densification de l'utilisation de l'espace et des pratiques écologiques visant à tirer avantage d'une forte *proximité* avec leur milieu permise par la petite échelle. Ces stratégies s'accompagnent d'un niveau de soin supérieur par unité de surface. J'emploie ici à dessein la notion de *soin (care)* mise en avant à la fois par la permaculture (Mollison, 1988) et l'agriculture biologique[118]. Elle rend en effet bien compte des deux dimensions de la relation écosymbolique de l'homme à l'espace (Berque, 1996). Le *soin* englobe à la fois une dimension *matérielle* (intensité du travail supérieur par unité de surface) et *éthique (*dans le sens de *prendre soin)* car ce travail vise à traiter l'écosystème de manière responsable en utilisant des pratiques visant à favoriser la santé des sols, la biodiversité, la création d'un cadre de vie et de travail subjectivement agréable et la satisfaction éthique « *d'aller dans le sens de la vie* » (Mzoughi, 2014). Le niveau élevé de *soin* permis par une petite surface apparaît donc comme crucial pour garantir la viabilité des microfermes dont j'ai mis en évidence les dimensions à la fois matérielles et immatérielles.

[118] Voir les principes de l'agriculture biologique définis par l'IFOAM, la fédération nationale de l'agriculture biologique *http://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/principles-organic-agriculture* [consulté le 21/09/16]

3.2 FAIRE PETIT EN MILIEU URBAIN

En milieu urbain dense, *être petit* semble au départ plus une nécessité due aux faibles espaces disponibles et à la difficulté d'accès au foncier qu'un véritable choix. A cet égard, les microfermes urbaines des pays industrialisés sont plus proches des contraintes des petits paysans du Sud. Elles doivent composer au maximum avec les contraintes qui leur sont imposées et recourir à des trésors d'ingéniosité pour construire des modèles viables en s'appuyant souvent sur de la main d'œuvre peu ou pas rémunérée (dans ce cas stagiaires ou bénévoles plutôt que famille) et sur la pluriactivité (ici sous forme d'activités sociales, pédagogiques ou culturelles). La nécessité de créer une haute valeur ajoutée sur un petit espace est même accrue par rapport au milieu rural, ce qui peut nécessiter de s'orienter vers des circuits de distribution très rémunérateurs (article 5). Si la petite taille est avant tout subie, elle s'accorde néanmoins avec les revendications éthiques des microfermes urbaines qui, en plus de produire des aliments frais, sains et locaux, cherchent avant tout à reconnecter les urbains à la nature, sensibiliser aux enjeux alimentaires et participer à la création de villes plus *habitables.* A ces égards, *faire petit* en créant des écosystèmes riches et agréables à vivre par un niveau élevé de *soin* et une *proximité* forte avec les jardins semble pertinent.

4 LES MICROFERMES DANS LA TRANSFORMATION DES SYSTEMES ALIMENTAIRES

4.1 PERCEPTION DU TERME « MICROFERME » PAR LES PAYSANS ET RAPPORTS AU CHANGEMENT

J'ai expliqué dans mon introduction que le terme *microferme* avait été popularisé dans les milieux francophones par des praticiens (Fortier, 2012 ; Hervé-Gruyer & Hervé-Gruyer, 2014) et qu'il avait acquis un fort écho médiatique. Dans ma thèse, j'ai fait le choix de m'emparer de ce terme car mes recherches visaient à répondre aux attentes sociétales auxquelles il fait écho et j'en ai donné ma définition dans l'article 2. Sur les vingt fermes enquêtées en France qui répondent à cette définition, la position des paysans par rapport à ce terme est contrastée. Pour tous, il semble nécessaire de participer à une *transition* vers des systèmes alimentaires plus durables (Duru *et al*., 2015 ; Piraux *et al*., 2010 ; Stassart *et al.*, 2012) : plus justes pour les producteurs ; plus respectueux de l'environnement, des ressources et des paysages ; préservant la santé des consommateurs ; créateurs d'emploi agricole et de liens sociaux forts. Ces revendications sont en résonnance avec celles de la plupart des mouvements alternatifs agricoles (Deverre & Lamine, 2010 ; Fernandez *et al*., 2013 ; Holmes, 2006 ; Holt Giménez & Shattuck, 2011). Cependant, les paysans enquêtés n'envisagent pas tous de la même manière la place des microfermes dans ce changement. Pour décrypter la diversité de ces positions, je propose trois *idéaltypes*, développés à partir des enquêtes, et qui comme les autres *idéaltypes* présentés dans ma thèse sont des pôles théoriques dont les fermes sont plus ou moins proches :

- *médiatisation et partenariats* : le terme *microferme* est pour les paysans un outil de communication efficace qui permet de questionner les standards actuels de la modernisation agricole. Il est opportun de profiter de la forte médiatisation de ce terme pour introduire des questions de fond plus générales sur la production agricole et sa distribution. L'intérêt suscité par les microfermes auprès des porteurs de projets, des collectivités territoriales, des établissements publics, des fondations privées et de plus en plus auprès des grands groupes commerciaux (dont certains de la grande distribution) est un levier pour entamer une transition agroécologique plus large et permettre le changement d'échelle d'initiatives plus vertueuses en agriculture. L'urgence de la crise écologique et sociale actuelle justifie d'intégrer le maximum de bonnes volontés d'où qu'elles viennent et de réfléchir de manière non manichéenne à des partenariats avec la grande distribution ou des grands groupes pour accélérer la transition souhaitée. Ces partenariats peuvent prendre la forme de financements de projets de recherche ou de réflexions collectives pour favoriser l'essaimage des microfermes sur le territoire, voire pour valoriser leur production localement dans des enseignes de la grande distribution ;

- *luttes paysannes* : le terme *microferme* est quasiment perçu comme péjoratif. Il semble réduire symboliquement la portée des petites fermes et vise à les cataloguer, à les différencier d'autres fermes alors qu'elles sont solidaires des dynamiques collectives plus vastes de l'agriculture biologique ou de l'agriculture paysanne. Les termes « *petite ferme maraîchère biologique* », « *ferme maraîchère visant l'autonomie sur une petite surface* », ou « *petite ferme maraîchère paysanne* » sembleraient plus adaptés. Les paysans se méfient de la récupération médiatique des microfermes, charmantes petites oasis inoffensives, présentées comme solutions à tous les problèmes de l'agriculture. Selon eux, les médias se focalisent sur le caractère « *idyllique* » des microfermes, qui répond aux besoins de « *belles histoires* » d'une audience majoritairement déconnectée de l'agriculture. En se focalisant ainsi sur des initiatives singulières, les médias ne mettent pas en avant le besoin d'un changement collectif plus profond du système alimentaire à tous les niveaux, qui ne peut venir que de la « *base* ». La *microferme* est devenue un gadget à la mode dont les collectivités et certaines grandes entreprises veulent se servir pour leurs besoins de communication sans fondamentalement remettre en cause le système dominant (*greenwashing*). Les partenariats avec les établissements publics et les collectivités territoriales semblent envisageables dans certaines conditions (restauration collective par exemple), mais pas avec les grands groupes privés qui « *entretiennent le système en place* » ;

- *action locale* : si les paysans ne se désignent pas en tant que *microferme* et ne revendiquent pas ce terme, ils acceptent bon gré mal gré qu'on les nomme ainsi car ils se retrouvent dans la définition que j'ai proposée. A force d'être identifiés comme *microfermes* par les porteurs de projet, les stagiaires et les conseillers, certains finissent par assimiler ce terme et commencent à l'employer. Les paysans souhaitent la transformation du système alimentaire mais pour eux, cette transformation passe avant tout par leur ferme. Ils estiment que créer une petite ferme biologique en maraîchage diversifié viable est déjà un réel défi et un engagement et que c'est vers cela qu'ils doivent diriger leur énergie. Pour eux, le changement doit avant tout s'incarner dans leur environnement proche, par des initiatives locales (circuits courts, création de liens sociaux, préservation des ressources) et ils n'ont pas le goût ou l'envie de se lancer dans des grandes luttes *via* des réseaux ou des mouvements plus larges.

Pour les agriculteurs urbains de Londres, le terme *microferme* est inconnu. Ils désignent leur activité comme *des fermes urbaines* (*urban farms*). Ces maraîchers souhaitent également participer à une transformation plus globale du système agricole en utilisant leur ferme comme un moyen de sensibiliser les urbains aux enjeux plus globaux de l'alimentation. Ils visent également à développer des réflexions sur l'articulation entre agricultures intra-urbaines, péri-urbaines, rurales et internationales (pour les produits exotiques) via le concept de *zones*

alimentaires (*Food zones)*[119]. Ce concept cherche à définir la localisation la plus pertinente des différentes cultures pour alimenter les villes par rapport à l'espace nécessaire pour les produire ; leur possibilité de stockage et leur sensibilité au déplacement et leur niveau de valeur ajoutée. Certains agriculteurs urbains londoniens créent des partenariats commerciaux avec des producteurs des différentes *zones* et des grossistes (pour les produits internationaux) afin de proposer aux urbains une offre diversifiée. Les agriculteurs ruraux ou péri-urbains peuvent ainsi s'appuyer sur la connaissance que les agriculteurs urbains ont de la ville et sur leurs structures de distribution. Ces partenariats vont parfois au-delà de simples accords commerciaux puisqu'ils peuvent concerner des transferts de matière (récupération par les agriculteurs urbains de fumier d'agriculteurs péri-urbains ou ruraux), de plants et de semences ou de savoir-faire.

4.2 LES PETITES FERMES, FERMENTS DE LA TRANSITION?

On a longtemps pensé que les petites fermes, « *réfractaires au progrès* » allaient être mécaniquement éliminées du paysage agricole français sous le « *rouleau compresseur de la modernisation* » (Mouchet & Clanche, 2007). Si elles sont plus résistantes que prévues à la modernisation, elles sont néanmoins plus touchées que les autres par le mouvement général de disparition des fermes. D'un point de vue statistique, les critères de caractérisation des *petites exploitations* varient. Dans les recensements agricoles du Ministère de l'Agriculture, elles sont définies comme des exploitations agricoles de « *moins de 5 hectares de superficie »*[120]. La part de ces fermes a diminué de 20 % entre 2010 et 2013[121]. Ces critères décrivent principalement des fermes gérées par des retraités ou des doubles-actifs et certaines microfermes de notre échantillon ne seraient ainsi pas considérées comme des *petites exploitations agricoles*. Si on considère les fermes dont la surface est inférieure à 50 ha, elles sont également plus touchées par la disparition mais représentent encore 63 % des exploitations agricoles en 2010, 16 % de la surface agricole nationale, pour une surface moyenne de 13 ha (5,6 ha en moyenne pour les fermes de moins de 20 et 34 ha de moyenne pour les fermes entre 20 et 50 ha)[122].

Les petites fermes sont loin d'être une catégorie homogène (Boissier, 2007) et une définition par un critère unique de taille, qui ne prend pas en compte le nombre d'unités de travail, le type de production et la logique de fonctionnement des fermes est très limitante. Si le nombre de petites fermes diminue globalement, toutes les catégories de petites fermes ne sont peut-être pas touchées de la même manière. Bien qu'aucune statistique n'existe à ce sujet, il est possible de penser que certaines d'entre elles sont en augmentation : celles qui à l'image des microfermes ne subissent pas leur petite taille mais l'assument et la choisissent afin d'explorer

---

[119] *http://www.growingcommunities.org/about-us/food-zone/manifesto/* [consulté le 10/10/2016]
[120] *http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/primeur191.pdf* [consulté le 10/10/2016]
[121] *http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf15p019-021.pdf* [consulté le 10/10/2016]
[122] *http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=T13F172* [consulté le 10/10/2016]

des « *voies différentes* » (Mouchet & Clanche, 2007). En effet, la part des installations agricoles menées par des *hors cadres familiaux* ne fait que croître et représentait 30% des installations en 2013 (Jeunes Agriculteurs 2013). Un grand nombre de ces nouveaux installés privilégient les petites fermes et basent leurs pratiques sur des réflexions sociales et écologiques, impliquant souvent une recherche forte d'autonomie, un plus faible niveau d'équipement et une intégration forte dans les territoires (Allens & Leclair, 2016). Ces néo-paysans pourraient correspondre à ce que (Mouchet & Clanche, 2007) appellent des « *petits agriculteurs entrepreneurs territoriaux* ». Je pense que le terme d'*entrepreneur* est mal choisi car ces néo-paysans visent avant tout à concrétiser un projet de vie global et remettent en cause la vision moderne de l'exploitation agricole comme une entreprise qui vise à maximiser le profit. Cependant, la description qu'en font ces auteurs rejoint les résultats de l'article 2. Il s'agit en effet d'agriculteurs dont les choix sont justifiés par un discours *« mettant souvent en avant les enjeux territoriaux et environnementaux auxquels il[s] souhaite[nt] répondre », « guidé[s] par un idéal »,* qui *« assume[nt] le fait d'être petit[s] et souhaite[nt] le rester* » et dont le « *rapport avec la nature est étroit et facteur d'épanouissement* » (*ibid.*).

Les organismes d'accompagnement et d'enseignement agricoles notent une demande croissante concernant l'installation de ce type de petites fermes, qui concernent aussi d'autres productions que le maraîchage (grandes cultures, élevage, fruits, vigne, plantes aromatiques etc.). Si ces initiatives représentent encore des faibles surfaces, elles sont le plus souvent pionnières dans le développement de pratiques, de technologies, de modes de commercialisation et de formes d'organisation innovantes qui cherchent à répondre aux enjeux de la crise environnementale et sociale actuelle. Par rapport aux défis évoqués dans l'introduction, elles contribuent à *repeupler les imaginaires agricoles* et proposent des pistes multiples *pour aménager la modernité* en agriculture. Il est encourageant de voir qu'au cours des dernières années, le nombre de projets de recherche les concernant semble avoir augmenté. Une discussion récente avec le président de l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB) illustre l'intérêt d'instituts nationaux à s'emparer de ces thématiques d'un point de vue technique. Au-delà des questions techniques ou écologiques, la nécessité de réfléchir à des modes de logistique et de distribution qui permettrait à la production de ces fermes d'être accessible à tous, en particulier aux populations les plus défavorisées et pas uniquement aux *consomm'acteurs* avertis des classes moyennes supérieures, me paraît également une priorité. Il est à souhaiter que la recherche intensifie ses efforts pour étudier, comprendre, accompagner et soutenir ces fermes atypiques car elles peuvent potentiellement jouer un rôle moteur dans l'invention des agricultures de demain.

4.3 LIMITES ET EVOLUTION DU TERME « MICROFERME »

Dans mon travail, j'ai développé une définition des microfermes dans le but de préciser mon objet d'étude par rapport à mes questions de recherche. Les initiatives que j'ai étudiées, en

constante expérimentation, vont certainement évoluer dans le futur. Plusieurs des maraîchers enquêtés m'ont fait part de leur volonté, maintenant que l'activité maraîchère était relativement stabilisée, de se diversifier vers d'autres activités, agricoles ou non, en s'associant éventuellement avec d'autres personnes dans des structures collectives qui pourraient par exemple regrouper un paysan-boulanger, un petit élevage, des vergers, une unité de transformation, un centre culturel, un lieu de formation, un atelier de charpenterie, un ostéopathe (liste non exhaustive). En parallèle de ma thèse, j'ai rencontré certains paysans qui développaient déjà ce type de projet polymorphe qui vise à créer des écosystèmes d'activités complexes. Certains me demandaient : *« et nous alors, on est des microfermes ou pas ?* ». Si l'atelier de maraîchage de ces structures pouvait correspondre à ma définition, j'étais perplexe sur la possibilité d'étendre ce concept à la totalité de telles structures. De même, la question revenait également : « *si on imagine une ferme de 50 ha avec 50 maraîchers, est-ce que ça reste une microferme ?* ». Etant donné que ma définition de la microferme se basait sur une échelle (la surface cultivée par actif) et non sur une taille (la surface de la ferme), il pourrait être envisagé d'étendre la définition à de tels cas encore théoriques mais je pense que de telles structures posent d'autres types de questions, en particulier en termes d'organisation collective.

Le concept de microferme n'est donc pas figé et peut être amené à évoluer avec les transformations de ces fermes. Peut-être même qu'il faudra l'abandonner et trouver des concepts plus pertinents. Dans tous les cas, je ne pense pas qu'il soit utile de donner une définition unique des microfermes. La délimitation et la caractérisation d'un objet d'étude doit se faire par rapport aux questions qu'on se pose.

5 PENSER LES FERMES ALTERNATIVES : LA TRANSDISCIPLINARITE AU SERVICE DE L'AGRONOMIE ?

Dans mon introduction et ma problématique, j'ai mentionné que mon travail de thèse s'inscrivait dans un questionnement plus global sur un « aménagement » de la pensée agronomique afin de prendre en compte la spécificité de fermes alternatives dont la rationalité questionne les principes qui sous-tendent la modernisation agricole. Ma thèse a montré l'importance de considérer les aspirations sociales et écologiques des microfermes pour aborder leurs choix stratégiques et la question de leur viabilité.

Mes travaux montrent qu'il serait idéaliste de penser que les maraîchers étudiés cherchent à s'extraire de la pensée moderne. En effet, afin de garantir la viabilité de la ferme, en particulier économique, ils sont amenés à réfléchir à des stratégies qui visent un certain niveau d'optimisation technique et d'augmentation du profit qui relèvent des logiques des cités industrielle et marchande (Boltanski & Thévenot, 2006) sur lesquelles reposent la modernisation. Cependant, ces logiques et les stratégies qu'elles induisent sont au service d'un projet de vie plus large dans lequel d'autres registres de valeurs comme l'éthique jouent un rôle central. Elles participent donc bien d'un *réaménagement* et non d'un rejet de la modernité. La viabilité des microfermes apparaît liée aux compromis (*tradeoff*) que les paysans réalisent dans leurs choix stratégiques entre la logique moderne et des valeurs que la modernité a évacuées.

Ce constat questionne la manière dont l'agronomie envisage les aspirations, les valeurs et l'éthique des paysans alternatifs dans l'étude et l'accompagnement des systèmes agricoles. Cette problématique est soulevée par un nombre croissant de chercheurs et apparaît comme un défi dont l'agronomie doit se saisir pleinement (Bawden, 2012). Si historiquement et théoriquement, la prise en compte des *finalités* des agriculteurs était au cœur du projet agronomique, peu d'études concrètes se sont donné les « moyens méthodologiques » de s'approprier réellement ces questions au-delà des objectifs purement opérationnels.

Il m'est arrivé sur certaines fermes d'entendre de tels propos : « *je sais qu'en réalisant telle pratique je n'obtiendrai pas le rendement le plus élevé et que je pourrais faire différemment, mais je fais ainsi car c'est plus beau* ». Je pense que de telles déclarations rendraient perplexes beaucoup d'agronomes et que certains jugeraient hâtivement que les pratiques de ce paysan ne sont pas optimales. Dans les faits, il est paradoxal de constater que beaucoup d'agronomes sont conscients de ces enjeux mais que cela ne se traduit pas forcément en termes de méthodologie. L'intérêt des fermes alternatives est qu'elles constituent des cas limites qui nous obligent à les aborder et nous permettent d'initier une réflexion sur le renouvellement ou l'enrichissement des démarches agronomiques.

Le cadre de la multifonctionnalité de l'agriculture, des services écosystémiques – qui intègrent des services immatériels – ou les grilles d'analyse multicritères de la durabilité peuvent être perçus comme des premiers pas vers l'intégration d'autres considérations que la

maximisation du profit ou l'optimisation technique (Bockstaller *et al.*, 1997 ; Helberg, 2012 ; Huang *et al.*, 2015 ; Renting *et al.*, 2009 ; Rigby *et al.*, 2001). Certains rares outils d'évaluation comme DEXI permettent de considérer l'appréciation subjective des praticiens sur leur système (Alaphilippe *et al.*, 2015 ; Bohanec, 2008). Cependant, dans tous les cas, les dimensions éthiques ou la prise en compte des valeurs sont résumées à quelques indicateurs très succincts auxquels des « scores » sont attribués, sans fondamentalement chercher à comprendre l'impact de ces dimensions sur les le projet de vie et les stratégies des paysans.

Le concept de *farming style* développé à la suite des travaux de Hofstee (1985), père de l'école de sociologie agraire de l'Université de Wageningen, est peut-être celui qui permet le mieux d'articuler le lien entre les notions, normes, connaissances et expériences locales des paysans et leurs stratégies. Cependant, si certains travaux ont utilisé ce concept pour examiner les pratiques concrètes des paysans (Barkema *et al.*, 1999 ; Busck, 2002), il est le plus souvent mobilisé pour interpréter les trajectoires soco-économiques d'une grande population de fermes au cours du temps, dans une logique qui se rapproche de la typologie et de l'étude des trajectoires des exploitations agricoles en France (Bellon *et al.*, 2007 ; Chantre & Cardona, 2014 ; Gafsi & Favreau, 2014 ; Perrot *et al.*, 1995 ; Ryschawy *et al.*, 2013 ; Van der Ploeg, 1994). Les *farming styles* sont envisagés comme des constructions sociales collectives et historiques qui peuvent être facilement identifiées par les acteurs d'un territoire eux-mêmes. Il cherche donc à créer des catégories relativement homogènes de fermes, qui partagent la même vision et les mêmes modes d'organisation et ne permet pas de considérer les singularités de chaque paysan et de sa situation.

Dès le début du XXème siècle, des agronomes ont voulu articuler une lecture technique des pratiques des paysans et des visions du monde différentes. On peut citer par exemple les travaux de l'agronome américain King (1911) sur les systèmes agricoles asiatiques ou de l'agronome belge de Schlippé, (1956) en Afrique que certains considèrent comme fondateurs d'une forme d'anthropologie agronomique qui ont influencé René Dumont dans le développement de l'agriculture comparée (Cochet, 2011). Les recherches en ethnobotanique (Haudricourt & Hedin, 1987 ; Haudricourt, 1962) sont également significatives à cet égard. Les démarches d'anthropologie agricole ou d'ethnobotanique, majoritairement développées pour étudier des peuples non modernes, dans le cadre plus large de l'anthropologie environnementale (Dove, 2007), visent avant tout à théoriser des formes variées de relations homme-nature et d'organisation de la société par une analyse des pratiques agricoles. Elles ne prétendent pas créer des connaissances ou des cadres opérationnels pour accompagner les paysans, revendication qui demeure celle de l'agronomie.

Pour étudier et accompagner les paysans alternatifs dans une démarche opérationnelle, je pense qu'une ouverture transdisciplinaire est nécessaire. Je définis ici la transdisciplinarité, comme *la conjonction de l'interdisciplinarité et de la prise en compte des savoirs paysans afin d'élaborer des cadres originaux, adaptés à la complexité des situations singulières et orientés vers l'action* (Méndez *et al.*, 2013). Cette définition est celle couramment donnée en

agroécologie. Pour aborder les stratégies des microfermes en considérant leurs aspirations singulières, j'ai dû combiner des méthodes qualitatives et quantitatives et mobiliser des concepts issus de l'agronomie, de la sociologie, de l'anthropologie, des sciences de gestion et de la philosophie incorporés dans une démarche participative. Ma démarche de recherche est donc une tentative transdisciplinaire au service d'une réflexion agronomique adaptée aux paysans alternatifs. Elle s'inscrit dans une dynamique initiée par d'autres agronomes qui voient également dans la transdisciplinarité des perspectives prometteuses (Duru *et al.*, 2015 ; Stassart *et al.*, 2012)[123]. Mon travail participe à l'illustration qu'une telle approche peut mener à des résultats opérationnels pertinents pour les acteurs de terrain et ouvre des pistes de recherches futures en agronomie.

[123] Dans le document de positionnement du groupe GIRAF (Groupe Interdisciplinaire de Recherche en Agroécologie du FNRS, en Belgique, écrit par Stassart *et al.* (dont certains agronomes), il n'est pas explicitement fait référence à la transdisciplinarité mais la nécessité de combiner interdisciplinarité et démarches participatives pour l'action est clairement mise en avant. *http://www.agroecologie.be/*

6 PERSPECTIVES OPERATIONNELLES ET ACADEMIQUES

J'ai évoqué dans cette discussion que le cadre conceptuel et le modèle avaient été jugés pertinents par les acteurs de terrain en France. J'ai déjà rédigé plusieurs documents de diffusion des principaux résultats de ma thèse (voir les annexes). Cependant, je pense que des réflexions avec les structures d'accompagnement et d'enseignement agricole doivent être menées pour adapter ces outils au mieux à une utilisation concrète. Je pense par exemple qu'il n'est pas souhaitable que la mécanique du modèle soit mise à disposition de ces structures. Mon objectif n'a jamais été d'en faire un outil de conseil et il n'est pas assez précis pour simuler le cas d'une ferme individuelle. Il serait préférable selon moi de construire des documents pédagogiques qui articuleraient, à la fois le cadre conceptuel et des simulations économiques *via* le modèle, afin d'illustrer une diversité de cas qui pourraient être un support de formation ou de discussion avec les porteurs de projet. La FNAB et plusieurs enseignants agricoles avec qui j'ai collaboré tout au long de ma thèse m'ont d'ores et déjà confirmé qu'ils participeraient à ce travail. De plus, je souhaiterais organiser des présentations de mes travaux dans différentes régions de France à des groupes de maraîchers, conseillers, animateurs et enseignants et animer des échanges collectifs à partir des résultats de la thèse. J'aimerais beaucoup que le contenu de ces échanges soit intégré dans un document synthétique, en *dialogue* avec mes résultats de thèse. Ainsi, la production de connaissances sur les microfermes intègrera à la fois ma production scientifique (qui se base déjà sur l'expertise des maraîchers) et les multiples regards des acteurs concernés. Ces échanges pourraient également être l'occasion de faire émerger des questions de recherche pertinentes à traiter dans le futur.

Vu les constantes sollicitations reçues tout au long de ma thèse qui n'ont fait que s'amplifier ces derniers mois, je pense qu'il sera également souhaitable de proposer des formations adressées aux conseillers et enseignants qui sont très demandeurs d'informations et de connaissances sur les microfermes. Il serait sans doute plus judicieux que les documents pédagogiques mentionnés plus haut soient déjà aboutis afin de pouvoir en discuter lors de ces formations.

Concernant la thématique des microfermes urbaines, il serait également intéressant de voir à quel point mon modèle pourrait être utilisé dans le contexte parisien par exemple et de réfléchir également à des outils pédagogiques. A ce sujet, les recherches menées à Londres avec Marina Chang du *Centre for Agroecology, Water and Resilience* (CAWR), de l'Université de Coventry, ont été pensées comme la première étape d'un dispositif de recherche-action encore à développer avec les agriculteurs urbains de Londres. Des discussions sont en cours entre l'équipe Agricultures Urbaines de Paris, à laquelle j'étais rattaché pour ma thèse, des collègues de l'Université Libre de Bruxelles et Marina du CAWR pour réfléchir à une mise en commun des méthodologies et pourquoi pas des recherches transversales sur les microfermes urbaines en France, Belgique et Royaume-Uni.

D'un point de vue académique, je n'ai aucun doute sur mon envie de continuer dans la recherche et dans l'enseignement. Ces trois années intenses m'ont convaincu que j'aimais profondément ces activités et l'ampleur que prend le « phénomène *microferme* » s'annonce prometteuse de pistes passionnantes à explorer. Je souhaiterais en particulier continuer à étudier comment des visions du monde alternatives peuvent se traduire en stratégies concrètes pour le développement de systèmes agricoles plus durables. J'aimerais pouvoir le faire dans une perspective dynamique, et non statique comme dans ma thèse, et suivre les processus de création et mise en œuvre des microfermes sur plusieurs années. Un tel suivi chronologique viserait à mettre en lumière la façon dont les idéaux de départ des paysans sont mis à l'épreuve du réel et comment leurs stratégies et leurs visions du monde co-évoluent tout au long de la vie de la ferme, des aléas et des apprentissages. Il me paraîtrait important de développer des méthodes pour suivre cette coévolution des stratégies et des visions du monde et son impact sur la durabilité des fermes au cours du temps. J'aimerais donc élargir mes recherches à la durabilité plus générale des microfermes, intégrant les dimensions écologique et externe de la durabilité, et développer des indicateurs appropriés pour le faire. Ces indicateurs pourraient être développés avec les paysans dans une démarche participative plutôt que de chercher à leur appliquer des grilles d'évaluation exogènes qui ne font pas forcément sens pour eux.

D'un point de vue opérationnel, analyser de telles trajectoires de durabilité à la lumière des stratégies et des visions du monde pourrait permettre de créer des outils adaptés au suivi temporel des microfermes qui participeraient à stimuler la réflexivité des maraîchers et des porteurs de projet. D'un point de vue théorique, ces recherches futures continueraient à examiner l'intérêt de la transdisciplinarité pour intégrer pleinement les valeurs des paysans et les questions éthiques dans les approches agronomiques[124].

[124] J'ai rédigé un projet de post-doctorat à partir de ces propositions qui a été soumis pour une demande de bourse européenne Marie-Curie dans le cadre du programme *Horizon 2020*. Il serait mené au CAWR de l'Université de Coventry en intégrant des terrains d'étude en France et en Angleterre, en milieu urbain et rural. Ce projet intègrerait plusieurs partenaires : l'UMR SADAPT AgroParisTech-INRA, l'Université de Wageningen, la Fédération Nationale d'Agriculture Biologique, la *Permaculture Association* en Angleterre, le Muséum National d'Histoire Naturelle et le département d'Anthropologie de *University College London*. Ces deux dernières institutions ont accepté d'être partenaires afin de m'aider à acquérir le bagage nécessaire en anthropologie de l'environnement dont je pense que certains concepts et méthodes peuvent enrichir la démarche que j'entends mener. Si ce projet n'est pas accepté, il a désormais l'avantage d'être structuré et pourra être proposé pour d'autres sources de financement.

CONCLUSION : VERS UNE AUTRE MODERNITE ?

J'ai montré dans cette thèse que les microfermes, dont les stratégies questionnent les fondements de la modernité en agriculture, peuvent être viables. Cela prouve qu'il est possible de concevoir des systèmes agricoles qui placent au cœur de leur projet des considérations éthiques, sociales et écologiques tout en répondant aux règles du jeu du monde moderne, où la viabilité économique reste le critère premier d'acceptabilité. Afin de concilier leurs idéaux avec la survie économique, les paysannes et les paysans que j'ai rencontrés élaborent des stratégies sans renoncer aux atouts de la pensée moderne (optimisation technique, rationalisation de la création de valeur économique, concepts holistes qui se nourrissent de connaissances scientifiques) mais les mettent au service d'une démarche de *collaboration* avec la nature et de bien-être collectif.

Les paysans des microfermes développent des initiatives pragmatiques qui participent d'une *reconfiguration de la modernité – « Reset modernity »* selon Latour & Weibel (2016) – qu'un nombre croissant de citoyens, de chercheurs et de philosophes envisagent comme une nécessité pour faire face aux enjeux de l'Anthropocène. S'ils sont résolument modernes dans leur rationalité et dans leur désir de *progrès*, ces maraîchers redéfinissent cette notion par un questionnement sur le sens de la vie humaine en dépassant la simple volonté de maximisation du profit et d'accélération technologique - incontrôlée et incontrôlable. Le progrès moderne est basé sur la distanciation vis-à-vis du monde naturel. En coupant les liens subjectifs de l'*Homo sapiens* avec la nature, cette vision du progrès a mené à l'*insensibilisation au monde* (Berque, 1996 ; Latour, 2015 ; Serres, 1992) qui a entraîné les bouleversements écologiques et climatiques majeurs de l'Anthropocène, l'ère de l'homme seul sur Terre. Face aux crises actuelles qui en découlent, les paysannes et paysans des *microfermes* ne proposent pas un progrès par la conquête et l'émancipation mais un progrès par les liens, liens avec les lieux et entre les hommes.

À l'*exploitation* qui est au fondement de la course au progrès chez les modernes, les microfermes préfèrent le *soin.* Soin d'une petite surface cultivée avec attention où la diversité et la petite taille sont envisagées comme des atouts et non des contraintes et où la technologie n'est pas une fin mais un choix mûrement réfléchi en rapport à un projet global. La mise en pratique de tels discours est loin d'être évidente. Les difficultés sont nombreuses - en particulier à l'installation - même si les faibles niveaux d'investissement requis s'avèrent être un avantage. Comme toute ferme, les microfermes sont des systèmes complexes dont les chances de succès ne sont pas garanties et qui sont soumis aux aléas dont une première approximation est proposée par la variabilité des effets aléatoires dans mon modèle de simulation. Gérer des écosystèmes très diversifiés et commercialiser en circuits courts peut compliquer la planification des cultures. Concilier de multiples registres de satisfaction peut nécessiter de réaliser des compromis. Les microfermes ont cependant développé des stratégies originales et variées pour répondre à ces enjeux qui leur permettent d'atteindre des niveaux de viabilité supérieurs à des formes plus classiques de maraîchage diversifié. Il est donc possible de rendre concrètes et réalistes ces initiatives qui œuvrent à la reconfiguration de la modernité.

Reconfigurer la modernité dans d'autres systèmes agricoles, à d'autres échelles des systèmes alimentaires ou dans d'autres secteurs de la société constitue un défi colossal qui nécessite des trésors de créativité, d'adaptabilité, de collaboration et de pragmatisme de la part de tous les acteurs de la société. Afin de ne pas rester paralysé devant l'immensité et l'imminence des changements que l'Anthropocène exige et dont l'intensité ne sera que croissante, le succès des microfermes participe à « *réenchanter les imaginaires* » (Stengers, 2013).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agence bio. (2014). *La bio en France, de la production à la consommation. http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/CC2014_chap4_France.pdf* [consulté le 18/05/15]

Agrobio Basse Normandie. (2015). *Maraîchage bio en Basse-Normandie: des clés pour se repérer. Références techniques, économiques et sociales en maraîchage biologique diversifié*. Publication FRAB Bretagne et Inter Bio Normandie. *http://www.bio-normandie.org/wp-content/uploads/2015/09/LIVRET-MARAICHAGE-WEB.pdf* [consulté le 13/06/16]

Alaphilippe, A., Angevin, F., Vélu, A., Guérin, A., Zavagli, F., & Guillermin, P. (2015). *DEXiFruits: outil d'évaluation de la durabilité des systèmes de culture fruitière*. *https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4548.1681*

Allens, G. d', & Leclair, L. (2016). *Les néo-paysans*. Éditions du Seuil. Paris.

Altieri, M. A. (1989). Agroecology : A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *27*(1–4), 37–46. *https://doi.org/10.1016/0167-8809(89)90070-4*

Altieri, M. A. (2002). Agroecology : the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *93*(1–3), 1–24. *https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00085-3*

Altieri, M. A., Funes-Monzote, F. R., & Petersen, P. (2011). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers : contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, *32*(1), 1–13. *https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6*

Aubin, J.-P. (1991). *Viability theory. Systems & control: Foundations & applications*. Birkhäuser. Boston.

Aubry, C. (2007). *La gestion technique des exploitations agricoles composante de la théorie agronomique*. Institut National Polytechnique de Toulouse. *https://www.researchgate.net/profile/Christine_Aubry/publication/30454629_La_gestion_technique_des_exploitations_agricoles_composante_de_la_theorie_agronomique/links/565460e708ae4988a7b02aee.pdf*

Aubry, C., Bressoud, F., Frederique, & Petit, C. (2011). Les circuits courts en agriculture revisitent-ils l'organisation du travail dans l'exploitation ? In *Le travail en agriculture : son organisation et ses valeurs face à l'innovation* (p. 304 p.). L'Harmattan. Paris. *http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00939711*

Aubry, C., Papy, F., & Capillon, A. (1998). Modelling decision-making processes for annual crop management. *Agricultural Systems*, *56*(1), 45–65. *https://doi.org/10.1016/S0308-521X(97)00034-6*

Ba, A., & Aubry, C. (2011). Diversité et durabilité de l'agriculture urbaine : une nécessaire adaptation des concepts ? *Norois. Environnement, aménagement, société*, (221), 11–24. *https://doi.org/10.4000/norois.3739*

Baar, H. J. de, Gerringa, L. J., Laan, P., & Timmermans, K. R. (2008). Efficiency of carbon removal per added iron in ocean iron fertilization. *Marine Ecology Progress Series*. *http://www.vliz.be/en/imis?refid=127845*

Baer, P., Harte, J., Haya, B., Herzog, A. V., Holdren, J., Hultman, N. E., Raymond, L. (2000). Equity and Greenhouse Gas Responsibility. *Science*, *289*(5488), 2287–2287. *https://doi.org/10.1126/science.289.5488.2287*

Barbier, J.-M., & Goulet, F. (2013). Moins de technique, plus de nature : pour une heuristique des pratiques d'écologisation de l'agriculture. *Natures Sciences Sociétés*, *21*(2), 200–210.

Barkema, H. W., Van der Ploeg, J. D., Schukken, Y. H., Lam, T. J. G. M., Benedictus, G., & Brand, A. (1999). Management Style and Its Association with Bulk Milk Somatic Cell Count and Incidence Rate of Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*, *82*(8), 1655–1663. *https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75394-4*

Barles, S. (2005). *L'invention des déchets urbains: France (1790-1970)*. Editions Champ Vallon. Ceyzérieu.

Barthel, S., Parker, J., & Ernstson, H. (2015). Food and Green Space in Cities : A Resilience Lens on Gardens and Urban Environmental Movements. *Urban Studies*, *52*(7), 1321–1338. *https://doi.org/10.1177/0042098012472744*

Bates, D.M. (2010). *lme4: Mixed-effects modeling with R*. Springer. New York. *http://lme4.r-forge.r-project.org/lMMwR/lrgprt.pdf* [consulté le 10/04/16]

Baudrillard, J., & Mayer, J.-P. (1996). *La société de consommation*. Gallimard. Paris.

Bawden, R. (2012). How should we farm ? The ethical dimension of farming systems. In Darnhofer, I., Gibbon, D., & Dedieu, B. (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century : The New Dynamic* (pp. 119–139). Springer Netherlands. Dordrecht. *https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_6*

Beaud, S. & Weber, F. (2010). *Guide de l'enquête de terrain: produire et analyser des données ethnographiques*. La Découverte. Paris.

Bellocchi, G., Rivington, M., Donatelli, M., & Matthews, K. (2010). Validation of biophysical models : issues and methodologies. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *30*(1), 109–130. *https://doi.org/10.1051/agro/2009001*

Bellon, S., Perrot, N., Navarrete, M., Fauriel, J., & Lamine, C. (2007). Converting to organic horticulture as socio-technical trajectories. In *22. Congress of the European Society for Rural Sociology : Mobilities, Vulnerabilities and Sustainabilities: new questions and challenges for rural Europe.* (p. np). Wageningen.
https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01195417

Benoit, M., Brossier, J., Chia, E., Marshall, E., Roux, M., Morlon, P., & Teilhard de Chardin, B. (1988). Diagnostic global d exploitation agricole : une proposition methodologique. *SAD Etudes et Recherches (France). no. 12.*
http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=FR19890022087

Bernstein, H., & Byres, T. J. (2001). From Peasant Studies to Agrarian Change. *Journal of Agrarian Change*, *1*(1), 1–56.
https://doi.org/10.1111/1471-0366.00002

Berque, A. (1996). *Etre humains sur la terre: Principes d'ethique de l'ecoumene*. Gallimard. Paris.

Bertalanffy, L. von. (1980). *Théorie générale des systèmes*. Dunod. Paris.

Besson, Y. (2011). *Les fondateurs de l'agriculture biologique: Albert Howard, Rudolf Steiner, Maria & Hans Müller, Hans Peter Rusch, Masanobu Fukuoka*. Sang de la terre. Paris.

Beus, C. E., & Dunlap, R. E. (1990). Conventional versus Alternative Agriculture : The Paradigmatic Roots of the Debate. *Rural Sociology*, *55*(4), 590–616.
https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1990.tb00699.x

Biel, R. (2011). *The Entropy of Capitalism*. Brill. Leiden.

Biel, R. (2013). The future of food in Bell, S. & Paskins, J. *Imagining the Future City : London 2062*. Ubiquity Press. Londres.
*http://www.ubiquitypress.com/files/006-london2062-ch14.*pdf [consulté le 12/12/15]

Biel, R. (2014). Visioning a sustainable energy future : The case of urban food-growing. *Theory, Culture & Society*, (31.5), 1–20.

Biermann, F., & Boas, I. (2010). Preparing for a Warmer World : Towards a Global Governance System to Protect Climate Refugees. *Global Environmental Politics*, *10*(1), 60–88.
https://doi.org/10.1162/glep.2010.10.1.60

Blok, A., & Jensen, T. E. (2011). *Bruno Latour: Hybrid Thoughts in a Hybrid World*. Routledge. Londres.

Bockstaller, C., Girardin, P. H., & Van der Werf, H. M. G. (1997). Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy*, *7*(1), 261–270.

Bodiou, D. (2009). Steve Groff, une stratégie de couverture permanente des sols. *Techniques Culturales Simplifiées*, (52), 34–36.

Bohanec, M. (2008). DEXi : Program for Multi-Attribute Decision Making User's Manual. *Institut Jozef Stefan, Ljubljana, Slovenia*, *3*. *http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/DEXiManual400.pdf*

Boissier, M. (2007). Petites exploitations : quelles spécificités ? *Pour*, (194), 98–105.

Boltanski, L., & Thévenot, L. (1991). *De la justification : les économies de la grandeur*. Gallimard. Paris.

Boltanski, L., & Thévenot, L. (2006). *On Justification: Economies of Worth*. Princeton University Press. Princeton.

Bon, N., Lanciano, E., Hérault-Fournier, C., & Aubrée, P. (2010). Diversité des logiques de travail dans les exploitations maraîchères en circuits courts. 4èmes journées de recherche en Sciences sociales - INRA SFER CIRAD. *http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00676845*

Bonaudo, T., Bendahan, A. B., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., & Tichit, M. (2013). Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *European Journal of Agronomy*, 9. *https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.010*

Bonneuil, C. (2014). L'Anthropocène et ses lectures politiques. *Les Possibles*, *3*. *http://www.institutmomentum.org/wp-content/uploads/2014/06/LAnthropoc%C3%A8ne-et-ses-lectures-politiques.pdf*

Bookchin, M. (2005). *The Ecology of Freedom: The Emergence and Dissolution of Hierarchy*. CA: AK Press. Oakland.

Bookchin, M. (2007). *Social Ecology and Communalism*. AK Press. Oakland.

Boudon, R. (2004). Théorie du choix rationnel ou individualisme méthodologique ? *Revue du MAUSS*, *24*(2), 281–309. *https://doi.org/10.3917/rdm.024.0281*

Bourdieu, P. (1992). *Réponses : pour une anthropologie réflexive*. Edition du Seuil. Paris.

Boutinet, J.-P. (2012). *Anthropologie du projet* (2e éd. [mise à jour, Vols. 1–1). Presses universitaires de France. Paris.

Bressoud, F., Navarrete, M., & Mazollier, C. (2009). Le maraîchage et la production de légumes biologiques : ajuster la production et la commercialisation. *Transitions Vers L'agriculture Biologique,* 75–101. Editions Quae et Educadri Editions. Dijon.

Brisson, N., Bussière, F., Ozier-Lafontaine, H., Tournebize, R., & Sinoquet, H. (2004). Adaptation of the crop model STICS to intercropping. Theoretical basis and parameterisation. *Agronomie*, *24*(6–7), 409–421. *https://doi.org/10.1051/agro:2004031*

Broder, A. (1998). *Histoire économique de la France au XXe siècle: 1914-1997*. Editions Ophrys. Paris.

Brossier, J. (1987). Système et système de production. *Cahiers Des Sciences Humaines*, 23. 377-390

Brossier, J., Vissac, B., Le Moigne, J.-L., & Institut national de la recherche agronomique . Département de recherches sur les systèmes agraires et le développement (Eds.). (1990). *Modélisation systémique et système agraire: décision et organisation*. Institut national de la recherche agronomique. Paris.

Brossier, J., Chia, E., Marshall, E., & Petit, M. (1991). Gestion de l'exploitation agricole familiale et pratiques des agriculteurs: Vers une nouvelle théorie de la gestion. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne D'agroeconomie*, *39*(2), 119–135. *https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.1991.tb03561.x*

Brossier, J., Chia, E., & Marshall, É. (2003). *Gestion de l'exploitation agricole familiale: éléments théoriques et méthodologiques*. Educagri Editions. Dijon.

Brudermann, T., Reinsberger, K., Orthofer, A., Kislinger, M., & Posch, A. (2013). Photovoltaics in agriculture: A case study on decision making of farmers. *Energy Policy*, *61*, 96–103.

Brummel, R. F., & Nelson, K. C. (2014). Does multifunctionality matter to US farmers? Farmer motivations and conceptions of multifunctionality in dairy systems. *Journal of Environmental Management*, *146*, 451–462. *https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.034*

Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B., Fadika, L., et al. (1987). *Our Common Future ('Brundtland report')*. Oxford University Press, USA. *http://www.bne-portal.de/fileadmin/unesco/de/Downloads/Hintergrundmaterial_international/Brundtlandbericht.File.pdf?linklisted=2812*

Busck, A. G. (2002). Farmers' Landscape Decisions: Relationships between Farmers' Values and Landscape Practices. *Sociologia Ruralis*, *42*(3), 233–249. *https://doi.org/10.1111/1467-9523.00213*

Buysse, J., Van Huylenbroeck, G., & Lauwers, L. (2007). Normative, positive and econometric mathematical programming as tools for incorporation of multifunctionality in agricultural policy modelling. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *120*(1), 70–81.

Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential* (Reprint). Plume. New York.

Byres, T., Breman, J., Mundle, S., & others. (1991). The agrarian question and differing forms of capitalist agrarian transition: an essay with reference to Asia. *Rural Transformation in Asia.*, 3–76.

Calame, M. (2007). *Une agriculture pour le XXIe siècle : Manifeste pour une agronomie biologique*. Charles Léopold Mayer. Paris.

Caldeira, K., & Wood, L. (2008). Global and Arctic climate engineering: numerical model studies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *366*(1882), 4039–4056. *https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0132*

Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction : La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année Sociologique (1940/1948-)*, *36*, 169–208.

Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2014). *Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique*. Points. Paris.

Capillon, A. (1986). A classification of farming systems, preliminary to an extension program. *Farming Systems Research & Extension: Management & Methodologies. Kansas State University,* 219–235.

Capillon, A., & Sebillotte, M. (1982). Etude des systemes de production des exploitations agricoles. Une typologie. *Ponencias, Resultados Y Recomendaciones de Eventos Tecnicos*. *http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AG19830917573*

Carter, M. R. (1984). Identification of the inverse relationship between farm size and productivity: an empirical analysis of peasant agricultural production. *Oxford Economic Papers*, *36*(1), 131–145.

Cash, D. W., Clark, W. C., Alcock, F., Dickson, N. M., Eckley, N., Guston, D. H., & Mitchell, R. B. (2003). Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(14), 8086–8091. *https://doi.org/10.1073/pnas.1231332100*

Cerf, M., & Sébillotte, M. (1997). Approche cognitive des décisions de production dans l'exploitation agricole: Confrontation aux théories de la décision. *Économie rurale*, *239*(1), 11–18. *https://doi.org/10.3406/ecoru.1997.4862*

CFGN, Community Food Growers Network. (2016). *Manifesto*. *https://www.cfgn.org.uk/manifesto* [consulté le 31/08/16]

Chantre, E., & Cardona, A. (2014). Trajectories of French Field Crop Farmers Moving Toward Sustainable Farming Practices: Change, Learning, and Links with the Advisory Services. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *38*(5), 573–602. *https://doi.org/10.1080/21683565.2013.876483*

Chia, E., Brossier, J., & Marshall, E. (1991). Démarche clinique et décisions : une méthode de recherche en gestion. *Économie Rurale*, *206*(1), 29–36. *https://doi.org/10.3406/ecoru.1991.4235*

Chiffoleau, Y., & Prevost, B. (2012). Les circuits courts, des innovations sociales pour une alimentation durable dans les territoires. *Norois. Environnement, aménagement, société*, (224), 7–20. *https://doi.org/10.4000/norois.4245*

Chow, J., Kopp, R. J., & Portney, P. R. (2003). Energy Resources and Global Development. *Science*, *302*(5650), 1528–1531. *https://doi.org/10.1126/science.1091939*

Clark, S., Klonsky, K., Livingston, P., & Temple, S. (1999). Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California's Sacramento Valley. *American Journal of Alternative Agriculture*, *14*(3), 109–121.

Cochet, H. (2011). *L'agriculture comparée*. Editions Quae. Versailles.

Coenen-Huther, J. (2007). Classifications, typologies et rapport aux valeurs. *Revue Européenne Des Sciences Sociales. European Journal of Social Sciences*, (XLV-138), 27–40.

Coleman, E. (1995). *The New Organic Grower: A Master's Manual of Tools and Techniques for the Home and Market Gardener, 2nd Edition* (Revised and expanded second edition edition). Chelsea Green Publishing. White River Junction.

Coleman, E. (1999). *Four-Season Harvest: Organic Vegetables from Your Home Garden All Year Long, 2nd Edition* (Subsequent edition). Chelsea Green Publishing. White River Junction.

Coleman, E. (2009). *The Winter Harvest Handbook: Year Round Vegetable Production Using Deep Organic Techniques and Unheated Greenhouses*. Chelsea Green Publishing. White River Junction.

Connors, P., & McDonald, P. (2011). Transitioning communities: community, participation and the Transition Town movement. *Community Development Journal*, *46*(4), 558–572. *https://doi.org/10.1093/cdj/bsq014*

Cornia, G. A. (1985). Farm size, land yields and the agricultural production function: An analysis for fifteen developing countries. *World Development*, *13*(4), 513–534.

Crutzen, P. J. (2006). Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: a contribution to resolve a policy dilemma? *Climatic Change*, *77*(3), 211–220.

Cury, P. M., Mullon, C., Garcia, S. M., & Shannon, L. J. (2005). Viability theory for an ecosystem approach to fisheries. *ICES Journal of Marine Science: Journal Du Conseil*, *62*(3), 577–584.

Dalgaard, T., Hutchings, N. J., & Porter, J. R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *100*(1), 39–51. *https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00152-X*

Daniel, A. C. (2016). *Rapport d'activités sur l'étude de la durabilité des fermes urbaines à Paris*. Sera disponible en ligne à l'automne 2016. Equipes Agricultures Urbaines. AgroParisTech.

Dantier, B. (2004). Les "idéaltypes" de Max Weber, leurs constructions et usages dans la recherche sociologique. *Les Catégories de La Sociologie T. 1 de Max Weber, Économie et Société*, 28–29.

Daré, W., Barnaud, C., D'Aquino, P., Etienne, M., Fourage, C., & Souchère, V. (2010). La posture du commodiens: un savoir être, des savoir-faire. *La Modélisation D'accompagnement: Une Démarche En Appui Au Développement Durable,* 45–67. Editions Quae. Paris.

Darnhofer, I., Fairweather, J., & Moller, H. (2010). Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *8*(3), 186–198. *https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480*

Darnhofer, I., Gibbon, D., & Dedieu, B. (2012). Farming Systems Research: an approach to inquiry. In I. Darnhofer, D. Gibbon, & B. Dedieu (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 3–31). Springer Netherlands. Dordrecht. *https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_1*

Darnhofer, I., Lindenthal, T., Bartel-Kratochvil, R., & Zollitsch, W. (2010). Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *30*(1), 67–81. *https://doi.org/10.1051/agro/2009011*

Darré, J.-P., Mathieu, A., & Lasseur, J. (2004). *Le sens des pratiques: conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*. Editions Quae. Paris.

De Liedekerke De Pailhe, A. (2004). *Designing intecropping in vegetables, scope for improvements. A case study implemented at Bec Hellouin Farm, Normandy, France*. Master thesis in Organic Agriculture and Agroecolology. ISARA Lyon, France and Wageningen University. *http://www.fermedubec.com/inra/2014%2009%20Rapport%20de%20stage%20Alexis%20de%20Liedekerke%20-%20Associations%20de%20cultures.pdf* [consulté le 12/05/15]

Dedieu, B., Laurent, C., & Mundler, P. (1999). Organisation du travail dans les systèmes d'activités complexes. *Economie Rurale*, *253*(1), 28–35.

Descola, P. (2011). *L'écologie des autres: l'anthropologie et la question de la nature*. Editions Quae. Paris.

Desriers, M. (2007). L'agriculture française depuis cinquante ans : des petites exploitations familiales aux droits à paiement unique. *L'agriculture, Nouveaux Défis. Rapport Du SCEES Du Ministère de l'Agriculture et de La Pêche*. *http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/AGRIFRA07c-2.pdfhttps://www.researchgate.net/publication/267198964_L'agriculture_francaise_depuis_cinquante_ans_des_petites_exploitations_familiales_aux_droits_a_paiement_unique [consulté le 15/07/16]*

Deverre, C., & Lamine, C. (2010). Les systèmes agroalimentaires alternatifs. Une revue de travaux anglophones en sciences sociales. *Économie Rurale. Agricultures, Alimentations, Territoires*, (317), 57–73.

Diamond, J. (2009). *Effondrement: Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*. Folio. Paris.

Diederen, P., Van Meijl, H., Wolters, A., Bijak, K., & others. (2003). Innovation adoption in agriculture: innovators, early adopters and laggards. *Cahiers D'économie et Sociologie Rurales*, *67*, 30–50.

Dogliotti, S., van Ittersum, M. K., & Rossing, W. A. H. (2005). A method for exploring sustainable development options at farm scale: a case study for vegetable farms in South Uruguay. *Agricultural Systems*, *86*(1), 29–51. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.08.002

Dove, M. (2007). *Environmental Anthropology: A Historical Reader*. Wiley-Blackwell. Hoboken.

Dowding, C. (2012). *Charles Dowding's Vegetable Course*. Frances Lincoln. Londres.

Dumas, A. (1880). *La Culture maraîchère, traité pratique pour le midi, le centre de la France et pour l'Algérie* (4ième édition). J. Rothschild. France. *http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5839007f*

Duru, M., Therond, O., & Fares, M. 'hand. (2015). Designing agroecological transitions; A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(4), 1237–1257.

Dury, J., Schaller, N., Garcia, F., Reynaud, A., & Bergez, J. E. (2012). Models to support cropping plan and crop rotation decisions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *32*(2), 567–580.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, *14*(4), 532–550.

Eliade, M. (1967). Australian Religions: An Introduction. Part II. *History of Religions*, *6*(3), 208–235.

Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, *62*(1), 107–115. *https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x*

Étienne, M. (Ed.). (2014). *Companion Modelling*. Springer Netherlands. Dordrecht. *http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-8557-0*

Etienne, M., Du Toit, D. R., & Pollard, S. (2011). ARDI: a co-construction method for participatory modeling in natural resources management. *Ecology and Society*, *16*(1), 44.

Evans, L. T. (1998). *Feeding the Ten Billion: Plants and Population Growth*. Cambridge University Press. Cambridge.

Fabre, M. (2006). La controverse de Valladolid ou la problématique de l'altérité. *Le Télémaque*, *29*(1), 7. *https://doi.org/10.3917/tele.029.0007*

Feenstra, G. W. (1997). Local food systems and sustainable communities. *American Journal of Alternative Agriculture*, *12*(1), 28–36. *https://doi.org/10.1017/S0889189300007165*

Ferguson, J. (2015). *Permaculture as farming practice and international grassroots network: a multidisciplinary study*. Thèse de doctorat. Université de l'Illinois. *https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/89037/FERGUSON-DISSERTATION-2015.pdf?sequence=1 [consulté le 10/08/16]*

Ferguson, R. S., & Lovell, S. T. (2014). Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *34*(2), 251–274.

Fernandez, M., Goodall, K., Olson, M., & Méndez, V. E. (2013). Agroecology and Alternative Agri-Food Movements in the United States: Toward a Sustainable Agri-Food System. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *37*(1), 115–126. *https://doi.org/10.1080/10440046.2012.735633*

Fortier, J.-M. (2012). *Le jardinier-maraîcher : Manuel d'agriculture biologique sur petite surface*. Ecosociété. Montréal.

Fortier, J.-M. (2014). *The Market Gardener: A Successful Grower's Handbook for Small-scale Organic Farming*. New Society Publishers. Gabriola Island.

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., … Poincelot, R. (2003). Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, *22*(3), 99–118. *https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10*

Fukuoka, M. (1985). *Natural Way of Farming: The Theory and Practice of Green Philosophy*. Other India Press. Madras.

Fukuoka, M. (1992). *One-straw Revolution: Introduction to Natural Farming* (17th edition). Other India Press. Mapusa, Goa.

Fukuoka, M. (2012). *La révolution d'un seul brin de paille: une introduction à l'agriculture sauvage*. (B. Prieur Dutheillet de Lamothe, Trans.). G. Trédaniel. Paris.

Fuller, A. M. (1990). From part-time farming to pluriactivity: a decade of change in Rural Europe. *Journal of Rural Studies*, *6*(4), 361–373. *https://doi.org/10.1016/0743-0167(90)90049-E*

Gafsi, M., & Favreau, J.-L. (2014). Diversité des logiques de fonctionnement et durabilité des exploitations en agriculture biologique. *Économie Rurale*, (1), 129–143.

Gammage, B. (2005). *" Far More Happier Than We Europeans": Aborigines and Farmers*. Menzies Centre for Australian Studies. *http://www.kcl.ac.uk/artshums/ahri/centres/menzies/research/publications/lpas12billgammage.pdf*

Girard, N., Duru, M., Hazard, L., & Magda, D. (2008). Categorising farming practices to design sustainable land-use management in mountain areas. *Agronomy for Sustainable Development*, *28*(2), 333–343.

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2009). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Transaction Publishers. Piscataway.

Gliessman, S. R. (1998). *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. CRC Press. Boca Raton.

Gliessman, S. R. (2006). *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. CRC Press. Boca Raton.

Gliessman, S. (2013). Agroecology: Growing the Roots of Resistance. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *37*(1), 19–31. https://doi.org/10.1080/10440046.2012.736927

Glowczewski, B. (1996). Histoire et ontologie en Australie aborigène. *L'Homme*, *36*(137), 211–225.

Godard, O., & Hubert, B. (2002). *Le Développement durable et la recherche scientifique à l'INRA : rapport à madame la Directrice générale de l'INRA*. Rapport intermédiaire de mission, 23 décembre 2002. INRA. Paris.

Gómez Sal, A., & González García, A. (2007). A comprehensive assessment of multifunctional agricultural land-use systems in Spain using a multi-dimensional evaluative model. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *120*(1), 82–91. *https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.020*

GRAB/FRAB, Fédération Nationale d'Agriculture Biologique (2009). S'installer en maraîchage bio. *Fiches techniques Fruits et Légumes n°17. http://www.agrobio-bretagne.org/wp-content/uploads/2010/09/Installation.pdf* [Consulté le 23/07/15]

Greiner, R., & Gregg, D. (2011). Farmers' intrinsic motivations, barriers to the adoption of conservation practices and effectiveness of policy instruments: Empirical evidence from northern Australia. *Land Use Policy*, *28*(1), 257–265. *https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.06.006*

Guiomar, X. (2015). La mise en proximité de l'agriculture (péri)urbaine par les collectivités. *Pour*, *N° 224*(4), 415–426.

Hamilton, C. (2013). *Les apprentis sorciers du climat : Raisons et déraisons de la géo-ingénierie*. Seuil. Paris.

Hansen, J. W. (1996). Is agricultural sustainability a useful concept? *Agricultural Systems*, *50*(2), 117–143. *https://doi.org/10.1016/0308-521X(95)00011-S*

Hansen, J. W., & Jones, J. W. (1996). A systems framework for characterizing farm sustainability. *Agricultural Systems*, *51*(2), 185–201. *https://doi.org/10.1016/0308-521X(95)00036-5*

Hart, R. (1996). *Forest Gardening*. Green Books. Cambridge.

Hartmann, B. (2010). Rethinking climate refugees and climate conflict: Rhetoric, reality and the politics of policy discourse. *Journal of International Development*, *22*(2), 233–246. *https://doi.org/10.1002/jid.1676*

Harvey, D. (1973). *Social justice and the city*. Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Haudricourt, A. G. (1962). Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui. *L'Homme*, *2*(1), 40–50.

Haudricourt, A. G., & Hedin, L. (1987). *L'Homme et les plantes cultivées*. Métailié. Paris.

Helberg, N. (2012). Assessment of the environmental sustainability of organic farming: Definitions, indicators and the major challenges. *Canadian Journal of Plant Science*, *92*(6), 981–996. *https://doi.org/10.4141/CJPS2012-035*

Hernandez, X. E. (1977). *Agroecosistemas de Mexico - Contribución a la enseñanza, la investigación y la divulgación agrícola.* Ed. Colegio de Postgrados Chapingo. Chapingo.

Hervé-Gruyer, P., & Hervé-Gruyer, C. (2014). *Permaculture*. Actes Sud. Arles.

Hervé-Gruyer, P., & Hervé-Gruyer, C. (2016). *Miraculous Abundance: One Quarter Acre, Two French Farmers, and Enough Food to Feed the World*. Chelsea Green Publishing. White River Junction.

Hervieu, B., & Purseigle, F. (2013). *Sociologie des mondes agricoles*. A. Colin. Paris.

Hibbard, K. A., Crutzen, P. J., Lambin, E. F., Liverman, D., Mantua, N. J., McNeill, J. R., … Steffen, W. (2006). Decadal interactions of humans and the environment. In *Integrated History and Future of People on Earth.* eds. R. Costanza, L. Graumlich & W. Steffen, Dahlem Workshop Report, 96, 341–375.

Hofstee, E. W. (1985). Groningen van grasland naar bouwland, 1750-1930. *Een Agrarisch-Economische Ontwikkeling Als Probleem van Sociale Verandering*, *422*.

Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *4*, 1–23.

Holmes, J. (2006). Impulses towards a multifunctional transition in rural Australia: Gaps in the research agenda. *Journal of Rural Studies*, *22*(2), 142–160. *https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2005.08.006*

Holmgren, D. (2002). *Permaculture: Principles and Pathways beyond Sustainability* (11.1.2002 edition). Holmgren Design Services. Hepburn.

Holt Giménez, E., & Shattuck, A. (2011). Food crises, food regimes and food movements: rumblings of reform or tides of transformation? *Journal of Peasant Studies*, *38*(1), 109–144. *https://doi.org/10.1080/03066150.2010.538578*

Holt-Giménez, E., & Altieri, M. A. (2013). Agroecology, Food Sovereignty, and the New Green Revolution. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *37*(1), 90–102. *https://doi.org/10.1080/10440046.2012.716388*

Holt-gimenez, E., & Patel, R. (Eds.). (2009). *Food Rebellions: Crisis and the Hunger for Justice* (F First Paperback Edition Used edition). Food First Books. Cape Town. Oakland. Boston.

Howard, A. (1940). *An Agricultural Testament*. Oxford University Press. Londres.

Howard, A. (1945). An agricultural testament. *http://libarch.nmu.org.ua/bitstream/handle/GenofondUA/5775/33392158ce1042013cb9b3ad60fd6f47.pdf?sequence=1*

Howley, P., Dillon, E., & Hennessy, T. (2013). It's not all about the money: understanding farmers' labor allocation choices. *Agriculture and Human Values*, *31*(2), 261–271. *https://doi.org/10.1007/s10460-013-9474-2*

Huang, J., Tichit, M., Poulot, M., Darly, S., Li, S., Petit, C., & Aubry, C. (2015). Comparative review of multifunctionality and ecosystem services in sustainable agriculture. *Journal of*

Environmental Management, *149*, 138–147. *https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.020*

Hubert, B. (2004). agricultures et développement durable enjeux de connaissances et attitudes de recherche. *Johannesbourg-L'INRA Face Au Développement Durable. Dossier de L'environnement de l'INRA*, *27*, 41–54.

Humbaire, L. (2015). *Les enjeux de coopération des microfermes maraîchères biologiques. Quels impacts sur la viabilité d'un système émergent ? Etude de cas en Isère et en Lorraine*. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur agronome. VetAgro Sup Clermont-Ferrand.

Inwood, S. M., Sharp, J. S., Moore, R. H., & Stinner, D. H. (2008). Restaurants, chefs and local foods: insights drawn from application of a diffusion of innovation framework. *Agriculture and Human Values*, *26*(3), 177–191. https://doi.org/10.1007/s10460-008-9165-6

IPCC. (2014). Fifth Assessment Report - Mitigation of Climate Change. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/

Ison, R. (2010). *Systems Practice: How to Act in a Climate-Change World*. Springer London. Londres. *http://link.springer.com/10.1007/978-1-84996-125-7*

Ison, R. (2012). Systems practice: making the systems in Farming Systems Research effective. In I. Darnhofer, D. Gibbon, & B. Dedieu (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 141–157). Springer Netherlands. Dordrecth. *https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_7*

Janssen, S., & Van Ittersum, M. K. (2007). Assessing farm innovations and responses to policies: a review of bio-economic farm models. *Agricultural Systems*, *94*(3), 622–636.

Jeavons, J. (2012). *How to Grow More Vegetables, Eighth Edition:* (8 edition). Ten Speed Press. Berkeley.

Jeavons, J. C. (2001a). Biointensive Sustainable Mini-Farming: I. The Challenge. *Journal of Sustainable Agriculture*, *19*(2), 49–63. *https://doi.org/10.1300/J064v19n02_06*

Jeavons, J. C. (2001b). Biointensive Sustainable Mini-Farming: II. Perspective, Principles, Techniques and History. *Journal of Sustainable Agriculture*, *19*(2), 65–76. *https://doi.org/10.1300/J064v19n02_07*

Jeunes Agriculteurs. 2013. *Enquête nationale sur les hors cadres familiaux en agriculture, qui sont-ils et quels sont leurs besoins ? http://www.jeunes-agriculteurs.fr/devenir-agriculteur/item/677-demain-je-serai-paysan-?-etat-des-lieux-des-installations-des-hors-cadres-familiaux* [consulté le 12/10/15]

Jones, J. W., Hoogenboom, G., Porter, C. H., Boote, K. J., Batchelor, W. D., Hunt, L. A., … Ritchie, J. T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*,

18(3–4), 235–265.
https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00107-7

Just Space. (2016). *Towards a community-led London Plan: policy directions and proposals*. URL: *https://justspacelondon.files.wordpress.com/2013/09/just-space-a4-community-led-london-plan.pdf* [consulté le 10/09/16]

Kaltoft, P. (1999). Values about nature in organic farming practice and knowledge. *Sociologia Ruralis*, *39*(1), 39–53.

Karuppaiah, V., & Sujayanad, G. K. (2012). Impact of climate change on population dynamics of insect pests. *World Journal of Agricultural Sciences*, *8*(3), 240–246.

Kaufman, J. L., & Bailkey, M. (2000). *Farming inside cities: Entrepreneurial urban agriculture in the United States*. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge.
http://www.urbantilth.org/wp-content/uploads/2008/10/farminginsidecities.pdf

Keating, B. A., Carberry, P. S., Hammer, G. L., Probert, M. E., Robertson, M. J., Holzworth, D., & Smith, C. J. (2003). An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation. *European Journal of Agronomy*, *18*(3–4), 267–288.
https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00108-9

King, F. H. (1911). *Farmers of Forty Centuries or Permanent Agriculture in China, Korea and Japan*.
http://encyclopaedia.com/ebooks/37/46.pdf [consulté le 10/10/16]

Klatzmann, J. (1953). La modernisation de l'agriculture. *Revue Économique*, *4*(5), 643.
https://doi.org/10.2307/3497113

Kluge, S. (2000). Empirically Grounded Construction of Types and Typologies in Qualitative Social Research. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, *1*(1).
http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1124

Küppers, G., & Lenhard, J. (2005). Validation of Simulation: Patterns in the Social and Natural Sciences. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, *8*(4).
https://ideas.repec.org/a/jas/jasssj/2005-61-1.html

Lagane, J. (2011). Du teikei à l'AMAP, un modèle acculturé. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, (Vol. 2, n° 2).
https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9013

Landais, E. (1996). Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Économie rurale*, *236*(1), 3–15.
https://doi.org/10.3406/ecoru.1996.4819

Landais, É., Deffontaines, J.-P., & Benoit, M. (1988). Les pratiques des agriculteurs Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Études Rurales*, (109), 125–158.

Larkcom, J. (2007). *Oriental Vegetables*. Frances Lincoln. Londres.

Latour, B. (1996). On actor-network theory: A few clarifications. *Soziale Welt*, *47*(4), 369–381.

Latour, B. (2005). *Nous n'avons jamais été modernes*. La Découverte. Paris.

Latour, B., & Woolgar, S. (2005). *La vie de laboratoire*. La Découverte.Paris.

Latour, B. (2015). *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*. La Découverte. Paris.

Latour, B., & Weibel, P. (2016). *Reset Modernity!* MIT Press. Boston.

Laurent, C., Maxime, F., Mazé, A., & Tichit, M. (2003). Multifonctionnalité de l'agriculture et modèles de l'exploitation agricole. *Économie Rurale*, *273*(1), 134–152. *https://doi.org/10.3406/ecoru.2003.5395*

Law, J., & Hassard, J. (1999). *Actor Network Theory and After*. Wiley. Hoboken.

LDA, London Development Agency. (2006). *The Mayor's London Food Strategy*. *https://www.london.gov.uk/sites/default/files/the_mayors_food_strategy_2006.pdf* [consulté le 24/08/16]

Le Moigne, J.-L. (1984). *La Théorie du système général: théorie de la modélisation* (2e éd). Presses universitaires de France. Paris.

Lenton, T. M., & Vaughan, N. E. (2009). The radiative forcing potential of different climate geoengineering options. *Atmospheric Chemistry and Physics*, *9*(15), 5539–5561.

Lewis, S. L., & Maslin, M. A. (2015). Defining the Anthropocene. *Nature*, *519*(7542), 171–180.
https://doi.org/10.1038/nature14258

Liebman, M., & Davis, A. S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research Oxford*, *40*(1), 27–48.

Litherland, R. (2014). An Open Letter to the Co-operative. *Seedlings From The Smoke – Musings of an Urban Market Gardener*. Organiclea. London.

Lovell, S. T. (2010). Multifunctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Sustainability*, *2*(8), 2499–2522.

Marsh, H. W., & Balla, J. (1984). Goodness of fit in confirmatory factor analysis: The effects of sample size and model parsimony. *Quality and Quantity*, *28*(2), 185–217. *https://doi.org/10.1007/BF01102761*

Marshall, É., Bonneviale, J.-R., & Francfort, I. (2013). *Fonctionnement et diagnostic global de l'exploitation agricole: une méthode interdisciplinaire pour la formation et le développement*. Educagri éditions. Dijon.

Martin, G. (2015). A conceptual framework to support adaptation of farming systems – Development and application with Forage Rummy. *Agricultural Systems*, *132*, 52–61. *https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.08.013*

Martin, G., Martin-Clouaire, R., & Duru, M. (2013). Farming system design to feed the changing world. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *33*(1), 131–149. *https://doi.org/10.1007/s13593-011-0075-4*

Martin, G., Theau, J.-P., Therond, O., Martin-Clouaire, R., & Duru, M. (2011). Diagnosis and Simulation: a suitable combination to support farming systems design. *Crop and Pasture Science*, *62*(4), 328–336.

Mayer, H., & Knox, P. L. (2006). Slow cities: sustainable places in a fast world. *Journal of Urban Affairs*, *28*(4), 321–334. https://doi.org/10.1111/j.1467-9906.2006.00298.x

Mazoyer, M., & Roudart, L. (2002). *Histoire des agricultures du monde: du néolithique à la crise contemporaine*. Editions du Seuil. Paris.

McCown, R. L., Carberry, P. S., Hochman, Z., Dalgliesh, N. P., & Foale, M. A. (2009). Re-inventing model-based decision support with Australian dryland farmers. 1. Changing intervention concepts during 17 years of action research. *Crop and Pasture Science*, *60*(11), 1017–1030.

Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2013). Agroecology as a Transdisciplinary, Participatory, and Action-Oriented Approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *37*(1), 3–18. *https://doi.org/10.1080/10440046.2012.736926*

Mendras, H. (1984). *La fin des paysans*. Actes Sud. Le Paradou. France.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1984). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook Of New Methods*. SAGE Publications Inc. Beverly Hills.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (Third edition), SAGE Publications, Inc. Thousand Oaks.

Milleville, P. (1987). Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Les Cahiers de La Recherche Développement*, *16*, 3–7.

Ministère de l'Agriculture. (2011). Agreste Primeur Numéro 266. Premières tendances du recensement agricole 2010. *http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_primeur266-2.pdf*

Mollison, B. (1988). Permaculture: a designer's manual. Tagari Publications. Tyalgum.

Mollison, B., & Holmgren, D. (1981). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements* (1ST edition). International Tree Crop Institute. USA.

Monastersky, R. (2015). Anthropocene: The human age. *Nature*, *519*(7542), 144–147. *https://doi.org/10.1038/519144a*

Moreau, J. G., & Daverne, J. J. (1845). *Manuel pratique de la culture maraîchère de Paris* (Ed. 2016). Editions du Linteau. Paris.

Morel, K., & Léger, F. (2016). A conceptual framework for alternative farmers' strategic choices: the case of French organic market gardening microfarms. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *40*(5), 466–492.

Morel, K., and F. Léger. (Under review). Small can be beautiful for organic market gardens: a "grounded" modelling exploration of the viability of French microfarms. *Agricultural Systems correspond à l'article 3 de cette thèse*

Morin, E. (1990). *Science avec conscience* (Vols. 1–1). Editions du Seuil. Paris.

Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe* ([Nouv. éd). Editions du Seuil. Paris.

Mouchet, C., & Clanche, J.-F. L. (2007). Un nouveau regard sur les petites exploitations. *Pour*, (194), 67–73.

Mundler, P., & Rumpus, L. (2012). The energy efficiency of local food systems: A comparison between different modes of distribution. *Food Policy*, *37*(6), 609–615. *https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.07.006*

Mzoughi, N. (2014). Do organic farmers feel happier than conventional ones? An exploratory analysis. *Ecological Economics*, *103*, 38–43. *https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.015*

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. *https://doi.org/10.1080/10440040902997785*

Navarrete, M., & Bail, M. L. (2007). SALADPLAN: a model of the decision-making process in lettuce and endive cropping. *Agronomy for Sustainable Development*, *27*(3), 209–221. *https://doi.org/10.1051/agro:2007009*

O'Neill, R. V. (2001). Is It Time to Bury the Ecosystem Concept? (with Full Military Honors, of Course!)1. *Ecology*, *82*(12), 3275–3284. *https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[3275:IITTBT]2.0.CO;2*

Odum, E. P. (1993). *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems* (2nd edition). Mass: Sinauer Associates Inc. Sunderland.

Odum, H. T. (2013). *Environment, Power and Society for the Twenty-First Century: The Hierarchy of Energy*. Columbia University Press. New York.

Olivier de Sardan, J.-P. (2008). *La rigueur du qualitatif: les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique*. Academia-Bruylant. Louvain-La-Neuve.

Oriade, C. A., & Dillon, C. R. (1997). Developments in biophysical and bioeconomic simulation of agricultural systems: a review. *Agricultural Economics*, *17*(1), 45–58.

Pearson, L. J., Pearson, L., & Pearson, C. J. (2010). Sustainable urban agriculture: stocktake and opportunities. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *8*(1–2), 7–19.

Perrin, R., K., Winkelman, D., L., Moscardi, E., R., & Anderson, J., R. (1988). *From agronomic data to farmer recommendations: An economics training manual*. CIMMYT. Mexico D.F.

Perrot, C., Landais, E., & Pierret, P. (1995). L'analyse des trajectoires des exploitations agricoles. Une méthode pour actualiser les modèles typologiques et étudier l'évolution de l'agriculture locale. *Économie rurale*, *228*(1), 35–47. *https://doi.org/10.3406/ecoru.1995.4744*

Petit, M., & Brossier, J. (1977). Pour une typologie des exploitations agri-coles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs. *Économie Rurale*, *122*(1), 31–40. *https://doi.org/10.3406/ecoru.1977.2520*

Pimentel, D., Culliney, T. W., Buttler, I. W., Reinemann, D. J., & Beckman, K. B. (1989). Low-input sustainable agriculture using ecological management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *27*(1–4), 3–24. *https://doi.org/10.1016/0167-8809(89)90068-6*

Piraux, M., Silveira, L., Diniz, P., & Duque, G. (2010). La transition agroécologique comme une innovation socio-territoriale. *ISDA 2010*. Cirad-Inra-SupAgro. Montpellier. *https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00512788*

Ponce, I. (1869). *La Culture maraîchère pratique des environs de Paris, par I. Ponc. http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k311427p* [consulté le 20/09/16]

Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., Valpine, P. de, & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *282*(1799), 20141396. *https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396*

Popper, K. R. (1972). *La Connaissance objective*. Editions Complexe. Bruxelles.

Pourias, J., Aubry, C., & Duchemin, E. (2015). Is food a motivation for urban gardeners? Multifunctionality and the relative importance of the food function in urban collective gardens of Paris and Montreal. *Agriculture and Human Values*, 1–17. *https://doi.org/10.1007/s10460-015-9606-y*

Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *363*(1491), 447–465.

Rasmussen, M., Guo, X., Wang, Y., Lohmueller, K. E., Rasmussen, S., Albrechtsen, A., & Willerslev, E. (2011). An Aboriginal Australian Genome Reveals Separate Human Dispersals into Asia. *Science*, 1211177.
https://doi.org/10.1126/science.1211177

Reichardt, D. (2013). Ngurunderi and the murray cod: glimpses into australian aboriginal anthropology and cosmology from a white fella's viewpoint. *Scriptura*, *111*(0), 408–421.
https://doi.org/10.7833/111-0-18

Renting, H., Rossing, W. A. H., Groot, J. C. J., Van der Ploeg, J. D., Laurent, C., Perraud, D., & Van Ittersum, M. K. (2009). Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management*, *90*, *Supplement 2*, S112–S123.
https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.014

Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T., & Burton, M. (2001). Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics*, *39*(3), 463–478.
https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00245-2

Ronan, R. (2016) London is not for sale! *The Land* 19:26.

Rosset, P. (2000). The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. *Development*, *43*(2), 77–82.

Rosset, P. M., & Altieri, M. A. (1997). Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society & Natural Resources*, *10*(3), 283–295.
https://doi.org/10.1080/08941929709381027

Rossing, W. A. H., Zander, P., Josien, E., Groot, J. C. J., Meyer, B. C., & Knierim, A. (2007). Integrative modelling approaches for analysis of impact of multifunctional agriculture: A review for France, Germany and The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *120*(1), 41–57.
https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.031

Ryschawy, J., Choisis, N., Choisis, J. P., & Gibon, A. (2013). Paths to last in mixed crop–livestock farming: lessons from an assessment of farm trajectories of change. *Animal*, *7*(4), 673–681.
https://doi.org/10.1017/S1751731112002091

Sabatier, R. (2010). *Arbitrages multi-échelles entre production agricole et biodiversité dans un agroécosystème prairial*. Thèse de doctorat. AgroParisTech.
http://www.theses.fr/2010AGPT0064 [consulté le 27/05/15]

Schlippé, P. de (1956). *Ecocultures d'Afrique.* Ed. 2004. L'Harmattan. Paris.
https://www.amazon.fr/dp/287105004X/?tag=ecosia04-21

Schmitzberger, I., Wrbka, T., Steurer, B., Aschenbrenner, G., Peterseil, J., & Zechmeister, H. G. (2005). How farming styles influence biodiversity maintenance in Austrian agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *108*(3), 274–290.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action* (Vol. 5126). Ashgate. Londres.

Schumacher, E. F. (1989). *Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered*. Harper Perennial. New York.

Sebillotte, M. (1974). Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers de l'ORSTOM*, *24*, 3–25.

Sebillotte, M. (1989). Digressions sur le risque en forme de dialogue. *Eldin M. et PM (Eds.), Le Risque En Agriculture*, 601–619. Editions de l'ORSTOM. Paris.

Sebillotte M., (1990). Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In Combe, L. & Picard, D. (coord.). *Les systèmes de culture*. 165-196. Inra. Versailles.

Serres, M. (1992). *Le contrat naturel*. Flammarion. Paris.

Serres, M. (2003). *Hominescence*. Librairie générale française. Paris.

Siggelkow, N. (2007). Persuasion with case studies. *Academy of Management Journal*, *50*(1), 20–24.

Siruguet, E. (2015). Définition d'une problématique de recherche et construction d'un protocole pour l'étude des carabes et des vers de terre à la ferme du Bec-Hellouin. Mémoire de Master 2. AgroParisTech.

Souchère, V., Millair, L., Echeverria, J., Bousquet, F., Le Page, C., & Etienne, M. (2010). Co-constructing with stakeholders a role-playing game to initiate collective management of erosive runoff risks at the watershed scale. *Environmental Modelling & Software*, *25*(11), 1359–1370.
https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.03.002

Stanner, W. E. H. (1979). *White Man Got No Dreaming: Essays, 1938-73*. Research School of Social Sciences. Canberra. Norwalk.

Stassart, P. M., Baret, P., Grégoire, J.-C., Hance, T., Mormont, M., Reheul, D., & Vissser, M. (2012). *L'agroécologie : trajectoire et potentiel pour une transition vers des systèmes alimentaires durables.*
http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/130063 [consulté le 10/10/16]

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, *2*(1), 81–98.
https://doi.org/10.1177/2053019614564785

Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *369*(1938), 842–867. *https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327*

Steiner, R. (1924). *Cours aux agriculteurs: huit conférences, une allocation, quatre réponses aux questions, faites à Koberwitz près de Breslau du 7 au 26 juin 1924 et une conférence à Dornach, le 20 juin 1924, un cahier de dessins faits au tableau noir*. Ed. 2003. Novalis. France.

Stengers, I. (2013). *Au temps des catastrophes*. La Découverte. Paris.

Sterk, B., Van Ittersum, M. K., Leeuwis, C., Rossing, W. A. H., Van Keulen, H., & Van de Ven, G. W. J. (2006). Finding niches for whole-farm design models–contradictio in terminis? *Agricultural Systems*, *87*(2), 211–228.

Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N. D., Herzon, I., van Doorn, A., & Ramwell, C. (2009). Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – A review. *Journal of Environmental Management*, *91*(1), 22–46. *https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.07.005*

Stoorvogel, J. J., Antle, J. M., Crissman, C. C., & Bowen, W. (2004). The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. *Agricultural Systems*, *80*(1), 43–66. *https://doi.org/10.1016/j.agsy.2003.06.002*

Sustain, The alliance for better food and farming. (2012). *A Growing Trade – a guide for community groups growing food to sell in our towns and cities.* *http://www.sustainweb.org/publications/a_growing_trade/* [consulté le 10/05/16]

Sustain,The alliance for better food and farming. (2016). *Growing Enterprise guide, updated April 2016.* *http://www.sustainweb.org/publications/growing_enterprise_guide/* [consulté le 10/05/16]

Sylvander, D. B., Bellon, D. S., & Benoit, D. M. (2006). Facing the organic reality : the diversity of development models and their consequences on research policies. *Communication at Joint Organic Congress*, Odense. May 30-31, 2006. *http://orgprints.org/8247/*

Taylor, A. K. (2009, March). *Sustainable cities and local food systems : a partnership between restaurants and farms in Portland, Oregon* (Master degree thesis). University of Stellenbosch.Stellenbosch. *http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/1834* [consulté le 15/08/2016]

Thompson, E. P. (2014). *La guerre des forêts*. La Découverte. Paris.

Tilman, D. (1999). Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *96*(11), 5995–6000.
https://doi.org/10.1073/pnas.96.11.5995

Touraine, A. (1995). *Critique de la modernité*. LGF - Livre de Poche. Paris.

Troitzsch, K. G. (2004). Validating simulation models. In *Proceedings of the 18th European Simulation Multiconference* (98–106). Erlagen.
http://www.scs-europe.net/services/esm2004/pdf/esm-43.pdf

USDA, United States Department of Agriculture (1998). *A Time to Act: A Report of the USDA National Commission on Small Farms.* USDA Miscellaneous Publication. Washington D.C.

Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Bielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Cidad, V., & Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *120*(2–4), 229–242.
https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006

Van der Ploeg, J. D. (1994). Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. *Born from within: Practice and Perspectives of Endogenous Rural Development*, 7–30.

Van der Ploeg, J. D. van der. (2014). *Les paysans du XXIe siècle : Mouvements de repaysanisation dans l'Europe d'aujourd'hui*. Paris: Charles Léopold Mayer.

Vassalos, M., Dillon, C. R., & Coolong, T. (2013). Optimal land allocation and production timing for fresh vegetable growers under price and production uncertainty. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, *45*(4), 683.

Villebrun, M. (2016). *Investigating wild bee community structure at the landscape scale to evaluate the ecological performance of a permaculture microfarm in a comparative approach*. Mémoire de fin d'études. Gembloux Agro-Bio Tech. Université de Liège.
https://www.researchgate.net/project/Investigating-wild-bee-community-structure-at-the-landscape-scale-to-evaluate-the-ecological-performance-of-a-permaculture-micro-farm-in-a-comparative-approach

Voinov, A., & Bousquet, F. (2010). Modelling with stakeholders. *Environmental Modelling & Software*, *25*(11), 1268–1281.

Vries, B. J. de, & Petersen, A. C. (2009). Conceptualizing sustainable development: An assessment methodology connecting values, knowledge, worldviews and scenarios. *Ecological Economics*, *68*(4), 1006–1019.

Walter, M. (2009). Participatory action research. *Social Research Methods*, *21*.
http://www.academia.edu/download/31275193/Participatory.pdf

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *29*(4), 503–515.
https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Whitefield, P. (2002). *How to Make a Forest Garden, 3rd Edition*. Permanent Publications East Meon. White River Junction.

Whitefield, P. (2004). *The Earth Care Manual: A Permaculture Handbook For Britain & Other Temperate Climates*. Permanent Publications. Portsmouth.

Whitehead, A. N., & Douchement, J. (2006). *Le concept de nature* (2e édition revue et augmentée). Librairie Philosophique Vrin. Paris.

Woodward, S. J. R., Romera, A. J., Beskow, W. B., & Lovatt, S. J. (2008). Better simulation modelling to support farming systems innovation: review and synthesis. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, *51*(3), 235–252.

Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods*. Sage Publications.Los Angeles.

Yunlong, C., & Smit, B. (1994). Sustainability in agriculture: a general review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *49*(3), 299–307.
https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)90059-0

Zalasiewicz, J. (2015). Epochs: Disputed start dates for Anthropocene. *Nature*, *520*(7548), 436–436.
https://doi.org/10.1038/520436b

ANNEXES DES ARTICLES

Annexes de l'article 3

1 APPENDIX 3.A: PROCEDURE TO ESTIMATE WORKLOAD PER CROP ON ALL FARMS OF THE SAMPLE

The first step in this venture was to estimate the annual workload on each farm. Farmers were asked to estimate their weekly workload that had been dedicated to production tasks or commercial/administrative tasks in three cases: a busy week, a regular week, and a light week. Considering that every month had four weeks, farmers were asked to quantify how many busy weeks, regular weeks, and light weeks they worked on average for each month of the year. The cumulative number of weeks of each type was multiplied by its respective weekly workload for each type of task and summed. As real months have more than four weeks on average, this sum was converted to a yearly basis by dividing by 48 (number of weeks if one considered that there were four weeks in each month) and multiplying by 52 (the real number of weeks in the year). When farmers employed workers or trainees, their workload was easy to determine from the written contracts. The workload of workers and trainees was added to the workload of farmers to estimate the global workload on the farm dedicated to production (GWp) or to commercial/administrative tasks (GWc). The average share of farm workload dedicated to commercial/administrative tasks (SW_c) was calculated for the whole sample based on these values.

The second step was to allocate GWp to the 50 different crops. The workload dedicated to production was available for every crop i (Wp_i) of two farms (designated C and F), the two for which the allocation of workload to each crop had been recorded daily for three years. These two farms represented two extremes of our sample: farm C used motorisation for most cropping practices and did not implement either low-input strategies or intercropping practices, whereas farm F implemented only manual labour, low-input strategies, and intercropping. In each farm and for each crop, the production workload, Wp (in $min.m^{-2}$) was detailed for the three phases of the production cycle: setting up the crop (Wps; includes fertilisation and tillage before planting and planting); managing the crop (Wpm) during the production cycle (including watering, weeding, pruning, implementing phytosanitary practices), and harvesting the crop (Wph). For each farm, the different crops were characterised by three variables depending on the values of Wps, Wpm, and Wph. Each variable took three different levels. Level 1 corresponded to crops with an associated workload that was below the first quantile (probability of 1/3) of the whole population of crops. Level 2 corresponded to crops with an associated workload that was below the second quantile (probability of 2/3) and above the first quantile of the whole population of crops. Level 3 corresponded to crops with an associated that was above the second quantile (probability of 2/3) of the whole population. These three levels were applied for Wps, Wpm, and Wph.

For farms C and F, a linear model was built separately to estimate Wp for each crop based on the value taken by these three variables, using the lm function of R, version 3.3.1 (2016-06-21). This first modelling attempt showed that tomatoes and cucumbers had much higher Wp

than other crops because they were harvested weekly during months and required a lot of management (pruning, tutoring). A fourth variable was thus integrated to the model to estimate Wp for the crops. This variable (which applied to tomatoes or cucumbers, so is Tom_or_cuc) took the value "Yes" for tomatoes and cucumbers and "No" in all other cases. As farm C and farm F implement different technical strategies, the average workload estimated for each combination of variables was quite different: much higher for farm F, which implemented manual labour, provided a high level of care to plants, and used time-consuming low-input strategies. To build a model common to these two farms, Wp of each crop was normalised by the average workload of "light-work" crops of the farm (Wpl). These light-work crops were crops with low workload for setting up, management, and harvest; and were neither tomatoes nor cucumbers (Wps = 1, Wpm = 1, Wph = 1, Tom_or_cuc = "No"). Once Wps had been normalised for each farm, a common linear model (SM0) was built to estimate normalised Wps based on the four variables (**Table 3.A.1**).

Table 3.A.1: Linear model estimating normalised Wp in min.m^{-2} based on farm C and F (SM0)

Value of variables	Estimate	SE	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	1.00	0.2369	7.02	4.94E-03
Wps=2	0.59	0.2913	1.56	2.66E-01
Wps=3	1.31	0.3409	3.37	8.70E-02
Wpm=2	0.63	0.2736	2.36	2.35E-02
Wpm=3	1.67	0.3500	4.56	3.69E-04
Wph=2	0.61	0.2895	1.98	6.22E-02
Wph=3	1.12	0.3513	2.79	1.10E-01
Tom_or_cuc= « Yes »	5.55	0.4668	11.39	1.54E-10

Adjusted R-squared= 0.49; Nb of observations: 130

To estimate Wp on the other eight farms, we needed to determine, for each farm, how to categorise each crop with the four variables of SM0. A methodology relying on farmers' expert knowledge was developed. The name of the different crops was printed on 50 pieces of paper. On each farm and for each phase of the production cycle (setting up, management, and harvest) farmers were asked to order these pieces of papers into three columns: a column for light workload, a column for regular workload, and a column for heavy workload **(Figure 3.A.1).**

Figure 3.A.1: Farmer categorising the level of workload for the management phase of his crops

We then hypothesised that these three levels of workload, empirically estimated by farmers for each phase of the production cycle, corresponded to the three levels of variables of SM0. For each farm and each crop, the estimation of Wp (in min m^{-2}) was based on **Eq. 3.A.1,** where $\mathrm{Acreage_i}$ (in m^2) was the cumulative cultivated acreage dedicated to each crop over one production year (data collected on farm) and GWp was the global workload for production on the farm.

$$\mathrm{GWp} = \sum_i \mathrm{Wp_i} * \mathrm{Acreage_i} \quad (\textbf{Eq. 3.A.1})$$

The workload of each crop was expressed relative to the average workload of light-work crops on the farm (Wpl) and the coefficient estimated by SM0 ($\mathrm{Mod0_i}$).

$$\mathrm{W_{p_i}} = \mathrm{Wpl} * \mathrm{Mod0_i} \quad (\textbf{Eq. 3.A.2})$$

As GWp had been estimated for each farm, and $\mathrm{Acreage_i}$ and $\mathrm{Mod0_i}$ were available for each crop, it was possible to calculate Wpl for each farm, combining **Eq. 3.A.1** and **Eq. 3.A.2**:

$$\mathrm{Wpl} = \frac{\mathrm{GWp}}{\sum_i \mathrm{Mod0_i} * \mathrm{Acreage_i}} \quad (\textbf{Eq. 3.A.3})$$

Once Wpl had been obtained, Wp was calculated for each crop and each farm, using **Eq. 3.A.2.** This methodology relied on two assumptions: (i) the SM0 developed from workload measurements from two of the farms was applicable to all farms of the sample and (ii) subjective farmers' estimations were accurate characterizations of the workload of each crop during each production phase.

2 APPENDIX 3.B: BUILDING THE MIXED MODELS TO PREDICT YIELDS AND PRODUCTION WORKLOAD

We wished to assess the effects of the four farming practices variables on Y and on Wp in the different farms and for different crops. Mixed models were constructed with the four farming practices as fixed effects and the particular farm and crops as two independent random effects. These models account for the correlation between two measures on the same farm or for the same crop. The models were built based on 387 observations of Y (2.86 ± 2.35 kg m^{-2}; range 0.18–3.9 kg m^{-2}) and Wp (39.6 ± 2.35 min m^{-2}; range 5–231 min m^{-2}) for the combinations of farms and crops. The number of observations per farm ranged from 30 to 48 for crops and from 4 to 10 for farms. To obtain the required homoscedasticity of residuals, the two response variables were transformed with decimal logarithms and were log(Y) and log (Wp). For log(Y) the model was built as in **Eq. 3.B.1.**

$$Log(Y_{ijklmn}) = \mu + Motor_i + Intercrop_j + LI_k + SB_l + Farm_m + Crop_n + e_{ijklmn}$$
(Eq. 3.B.1)

- where μ is the intercept;
- $Motor_i$ is the effect of the level of motorisation (i = 0,1,2);
- $Intercrop_j$ is the effect of the level of intercropping (j = 0,1);
- LI_k is the effect of the level of low input practices (k = 0,1);
- SB_l is the effect of the level of self-building (l = 0,1);
- $Farm_m$ is the random effect of the farm (m = 0,…10), assumed to be Gaussian: $Farm_m \sim N(0, \sigma_F^2)$;
- $Crop_n$ is the random effect of the crop (n = 0,…10), assumed to be Gaussian: $Crop_n \sim N(0, \sigma_C^2)$;
- e_{ijklmn} is the residual, assumed to be Gaussian $e_{ijklmn} \sim N(0, \sigma_e^2)$.

The three random effects (farm, crop, and residual) were assumed to be mutually independent. A similar model was built for log (Wp). We used the lmer function of the R-package lme4 (Bates, 2010), R version 3.3.1 (2016-06-21). Significance (0.1) of the fixed effects was obtained with a type III Wald chi square test with the Anova function of the R library car. Pairwise comparisons of fixed-effect levels were computed with the lsmeans function in the lsmeans package, with Benjamini-Hochberg correction for multiple testing. Significance of the variance components was carried out with the likelihood ratio test through the anova function. Finally, goodness-of-fit statistics were calculated using the sem.model.fits function in the piecewiseSEM package. A backward selection of variables (5% level) led to two final parsimonious models named SM1 (**Table 3.3**) for Y and SM2 for Wp (**Table 3.4**). The impact of Wp on Y was tested and was not significant.

The only fixed significant effect on Y was the level of motorisation. Y was significantly higher for the two practices implementing higher cropping densities: only manual labour or motorisation only for tillage. Among these two high density practices, using motorisation for tillage increased Y. The estimated proportion $\sigma_C^2/(\sigma_F^2 + \sigma_C^2 + \sigma_e^2)$ of the total variance due to the crop was equal to 71%, while the one due to the farm $\sigma_F^2/(\sigma_F^2 + \sigma_C^2 + \sigma_e^2)$ was 3% (but significantly non-null). The goodness of fit was acceptable with a conditional R2 equal to 0.76 and a marginal R2 of 0.06, denoting the crucial importance of the random effects and in particular the crop effect on the prediction of Y.

The significant fixed effects on Wp were the level of motorisation and the presence of low-input practices and farmers' choice to build their own equipment. The two practices implementing higher cropping densities (only manual labour or motorisation only for tillage) led to lower Wp compared to motorisation for most cropping practices (implicating lower cropping densities to implement motorised weeding). This can be explained by the fact that higher cropping densities reduced the workload dedicated to weeding because weeds had fewer "dead spaces" to develop and were more in competition with crops (Liebman and Davis, 2000). However, at the same high level of planting density, using motorisation for tillage reduced Wp. Low-input practices and building one's own equipment were intended to reduce costs but they resulted in higher production workload. The between-crop variance represented 55% of the total variance, and the between-farm variance 11% (significantly non-null). The conditional R2 equal to 0.76 and the marginal R2 equal to 0.29 denoted a rather high goodness of fit.

The predicted effects the crops on log(Y) and log (Wp) are presented in **Table 3.3** Intercropping had no significant effect on Y or on Wp.

3 APPENDIX 3.C: BUILDING THE LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR CROP PLANNING (SM3)

Sub-model 3 (SM3) was designed to build a cropping plan that would provide both diversity and quantity of produce for the weekly vegetable box of one customer throughout the marketing season. A "cropping plan" refers to the acreages used for all the different crops each year and their spatial distribution within the farm (Dury *et al.*, 2012).

As consumers bought boxes and not retail vegetables, they did not choose the quantity of crops. However, farmers strove to provide some of each crop available as appropriate to the individual's preferences and cooking habits. We will refer to this as a share of crop. Shares varied with the crop: For example, a weekly share of garlic might be approximately 100 g, whereas a share of tomato could be approximately 1 kg, because consumers ate more tomatoes than garlic in a week. The share of each crop was the mean share from the sample calculated from the weekly sales registered on the farms in a complete marketing season (**Table 3.C.1**), adapted to the family-sized vegetables box that most of the microfarmers sold. Based on these sales data and communication with farmers about the way they planned the vegetable boxes, crop planning criteria were modelled in the following way:

- Vegetable boxes had to present a weekly balance between eight categories of crops described **in Table 3.C.1**. Tomatoes, carrots, and potatoes were considered a single category because of their importance to consumers;
- Quantity and diversity criteria were characterised for each month and category of crop, assuming that four different weekly vegetable boxes were sold every month. Quantity criteria were expressed in number of shares per month and diversity criteria in number of different crops present in the boxes over the month (**Table 3.C.2**). For the 12-mo (12M) strategy, two weeks of holiday were considered in January, which reduced the number of shares required for that month;
- A trimester diversity criteria was integrated to guarantee diversity not only during the month but also throughout the year, which was a key point in consumer loyalty. To guarantee the year-round diversity, at least 30 crops had to be marketed;
- As the diversity and quantity of crops required depended on the marketing strategy, criteria were characterised for 9M and 12M strategies;
- As the diversity and quantity of crops available depended on the climate, criteria were characterised for two climates of Northern France based on the farms in our sample: a cool climate (Lorraine and Normandy) and a mild climate (Brittany, Pays de la Loire, and Centre-Val de Loire). The main difference between these two climates was the length of the winter period in which there was a risk of freezing. This period ended one month earlier on average in the mild climate than in the cool climate. In the mild climate, for example, tomatoes could be harvested in June, while they could not be harvested until July in the cool climate.

Microfarmers designed their cropping plans to match these criteria, based on the possible cropping cycles. A cropping cycle was defined by the planting month, the months in which harvesting started and ended, and was adapted to a specific location and climatic zone. Two locations were considered for spatial distribution: outdoor areas and tunnels, as all microfarms had a share of their cropping beds under protected tunnels (**Table 3.1**), which allowed the crops to grow faster, to be planted at different times, and allowed farmers to grow crops that could not usually be grown outside. Two climate possibilities were considered, as discussed above: a cool and mild climate. Based on a synthesis from farms of the study, we built a database of 1053 possible cropping cycles including all crops, locations, marketing strategies, and climates. The database is presented in **Table 3.C.3**

There was an average of 5.6 cropping cycles for each crop, climate, and marketing strategy.

For each crop, the minimum number of shares per harvesting month and customer (SHmin) was characterised, based on the consideration that some crops (for example: tomatoes, French beans, cucumbers) had to be harvested several times a month and so were included in several vegetable boxes in a month. From one to four shares were possible (**Table 3.C.3**), with a maximum of four (SHmax). The SM3 selected randomly and iteratively cropping cycles month after month, starting in January for 12M and in April for 9M, and finishing in December in both cases. Each iteration, a crop and a cropping cycle allowing a harvest during the month were randomly chosen and a number of shares was assigned to it. If this cropping cycle had not been assigned shares before, the number of shares assigned was SHmin multiplied by the length of the harvest period (in months). If this cropping cycle had been assigned shares before and its number of shares was less than SHmax multiplied by the length of the harvest period, one additional share was assigned to it. After each iteration, the average number of shares per crop and per month were calculated, considering that all shares of a cropping cycle were allocated homogeneously over the harvest period. The number of different crops per month was also calculated. If the diversity and quantity criteria of **Table 3.C.2** were not met for the month, another iteration started for the same month. If conditions were met, SM3 stepped to the next month. At the end of the process, the trimester diversity criteria were assessed. If they were not met, the process started again from the beginning. This iterative process was run separately for each of the eight categories of crops (**Table 3.C.2**). Then, cropping cycles of the eight categories of crops and their respective number of shares were combined. A final yearly diversity check ensured that at least 30 crops were marketed over the year.

To extend the harvest period of a crop, microfarmers combined cropping cycles with overlapping harvest periods. For example, to harvest French beans from July to September, market gardeners could combine a cropping cycle of French beans planted in March and harvested from July to August and a cropping cycle planted in April and harvested from August to September. However, the fact that the harvests of these two cycles overlapped in August did not mean that customers received twice as many shares of French beans in August but that the shares of French beans in August came from both cropping cycles. The possibility of combining

cropping cycles was integrated in SM3. Each time that a cropping cycle was randomly selected by the model, it was added to the cropping cycles of the same crop with the overlapping harvest period that had been assigned shares before (if existing) to create an extended cropping cycle. This was managed by the model exactly as a regular cropping cycle, with a length that was the extended harvest period. This way, the minimum and maximum number of shares per month applied to the combination and not to the individual cropping cycles composing it. Such combinations were not limited in the number of cropping cycles they could integrate.

As an output, SM3 provided a number of shares by cropping cycle to match the marketing criteria of the climate and marketing strategy. The shares were converted into quantities, in kg, based on the mean weight of share per crop (**Table 3.C.1**). These data were considered to be a cropping plan, with quantities assigned to each cropping cycle that would be converted into cultivated acreage using yields per unit area, estimated by SM1. In terms of spatial allocation, the only explicit criteria considered in this cropping plan was the location in the tunnel or in the outdoor area attached to each cropping cycle.

Table 3.C.1: Characteristics of crops considered in Sub-model 3 (SM3)

Crop	Share in kg (mean± SD)	Presence in 9M strategy*	Crop category	Grown in tunnel	Grown outdoors	Crop	Share in kg (mean±SD)	Presence in 9M strategy*	Crop category	Grown in tunnel	Grown outdoors
Aubergine	0.70±0.22	Yes	Fruit crop	Yes	No	Kohlrabi	0.65±0.49	Yes	Cooked greens	Yes	Yes
Beetroot (fresh)	0.80±0.00	Yes	Root crop	Yes	Yes	Lamb lettuce	0.23±0.03	Yes	Raw greens	Yes	Yes
Beetroot (storage)	0.63±0.25	No	Root crop	No	Yes	Leek	0.88±0.25	Yes	Cooked greens	Yes	Yes
Broad bean	1.00±0.00	Yes	Fruit crop	Yes	Yes	Lettuce	0.43±0.20	Yes	Raw greens	Yes	Yes
Broccoli	0.50±0.1	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Melon	0.90±0.14	Yes	Fruit crop	Yes	No
Brussels sprouts	0.50±0.00	Yes	Greens for cooking	No	Yes	Mixed salad leaves	0.22±0.03	Yes	Raw greens	Yes	Yes
Cabbage	0.81± 0.24	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Onion (spring)	0.53±0.06	Yes	Condiment crop	Yes	Yes
Carrot (fresh)	0.58±0.15	Yes	Carrot	Yes	Yes	Onion (storage)	0.63±0.25	Yes	Condiment crop	No	Yes
Carrot (storage)	1.00±0.00	No	Carrot	No	Yes	Parsnip	0.83±0.29	Yes	Root crop	No	Yes
Cauliflower	0.78±0.25	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Pea	0.53±0.40	Yes	Fruit crop	Yes	Yes
Celeriac (storage)	0.75±0.29	No	Root crop	Yes	Yes	Potato (storage)	1.00±0.10	No	Potato	Yes	Yes
Celery	0.50±0.1	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Potato (early)	1.11±0.19	Yes	Potato	No	Yes
Chard	0.96±0.27	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Radish (fresh)	0.34±0.14	Yes	Root crop	Yes	Yes

Crop	Share in kg (mean± SD)	Presence in 9M strategy*	Crop category	Grown in tunnel	Grown outdoors	Crop	Share in kg (mean±SD)	Presence in 9M strategy*	Crop category	Grown in tunnel	Grown outdoors
Chicoree	0.40±0.00	Yes	Raw greens	Yes	Yes	Radish (storage)	0.60±0.36	Yes	Root crop	Yes	Yes
Chilli	0.09±0.01	Yes	Condiment crop	Yes	No	Shallot (storage)	0.24±0.03	Yes	Condiment crop	Yes	Yes
Chinese cabbage	0.70±0.42	Yes	Fruit crop	Yes	Yes	Spinach	0.65±0.24	Yes	Cooked greens	Yes	Yes
Courgette	1.20±0.54	Yes	Fruit crop	Yes	Yes	Squash	1.05±0.10	Yes	Fruit crop	Yes	Yes
Cucumber	0.63±0.15	Yes	Fruit crop	Yes	Yes	Strawberry	0.38±0.18	Yes	Fruit crop	No	Yes
Endive	1.00±0.00	Yes	Raw greens	No	Yes	Sweede (storage)	0.75±0.05	No	Root crop	No	Yes
Fennel	0.57±0.24	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Sweet pepper	0.41 0.24	Yes	Fruit crop	Yes	Yes
French bean	0.77±0.40	Yes	Fruit crop	Yes	Yes	Tomato (cherry)	0.28 0.04	Yes	Fruit crop	Yes	No
Garlic (storage)	0.31±0.27	Yes	Condiment crop	Yes	No	Tomato (classic)	1.33 0.58	Yes	Fruit crop	Yes	No
Garlic (spring)	0.12±0.01	Yes	Condiment crop	Yes	Yes	Tomato (heritage)	1.25 0.50	Yes	Fruit crop	Yes	No
Herbs	0.15±0.09	Yes	Condiment crop	Yes	Yes	Turnip (fresh)	0.63 0.16	Yes	Root crop	Yes	Yes
Kale	0.50±0.10	Yes	Greens for cooking	Yes	Yes	Turnip (storage)	0.75 0.35	No	Root crop	No	Yes

*all crops were grown in 12M strategy

Table 3.C.2: Quantity and diversity conditions for vegetable boxes according to climate and marketing strategy

CL, Climate; MS, marketing strategy; MSM, minimal quantity of shares per month; MDM, minimal diversity of crops per month; MDT, minimal diversity of crops per trimester; year starts in January (1)

			MSM												**MDM**												**MDT**			
Crop category	**CL**	**MS**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**
Carrot	Mild	9M	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Carrot	Fresh	9M	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Condiment	Mild	9M	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	3	2	3
Condiment	Fresh	9M	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	3	3	3
Fruit crop	Mild	9M	0	0	0	3	3	8	8	8	8	8	3	3	0	0	0	2	2	4	4	4	4	3	1	1	0	3	5	4
Fruit crop	Fresh	9M	0	0	0	0	2	2	8	8	8	8	3	3	0	0	0	0	1	2	4	4	4	3	1	1	0	3	5	4
Potato	Mild	9M	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Potato	Fresh	9M	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Root crop	Mild	9M	0	0	0	2	4	1	1	1	1	1	4	4	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	2	0	3	2	4
Root crop	Fresh	9M	0	0	0	2	4	4	1	1	1	1	4	4	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	2	2	0	3	2	4
Tomato	Mild	9M	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Tomato	Fresh	9M	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Raw greens	Mild	9M	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2
Raw greens	Fresh	9M	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2
Cooked greens	Mild	9M	0	0	0	4	4	1	1	1	1	1	4	4	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4
Cooked greens	Fresh	9M	0	0	0	4	4	4	1	1	1	1	4	4	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4
Carrot	Mild	12M	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carrot	Fresh	12M	2	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Condiment	Mild	12M	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Condiment	Fresh	12M	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Fruit crop	Mild	12M	2	2	2	3	3	8	8	8	8	8	3	3	1	1	1	2	2	4	4	4	4	3	1	1	1	3	5	4
Fruit crop	Fresh	12M	2	2	2	2	2	2	8	8	8	8	3	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	3	1	1	1	3	5	4
Potato	Mild	12M	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Potato	Fresh	12M	2	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Root crop	Mild	12M	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	4	4	2	4
Root crop	Fresh	12M	2	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	4
Tomato	Mild	12M	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Tomato	Fresh	12M	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Raw greens	Mild	12M	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Raw greens	Fresh	12M	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Cooked greens	Mild	12M	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
Cooked greens	Fresh	12M	2	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4

Table 3.C.3 Possible cropping cycles (1053) for the 50 crops according to climate and marketing strategy

LOC, Location; CL, Climate; MS, Marketing strategy; PM, Planting or sowing month; HS, Harvest starting month; HE, Harvest ending month; SHmin, minimal number of shares per month; "stor." stands for "winter storage crops"

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Aubergine	Tunnel	Cool	12M	6	7	9	2
Aubergine	Tunnel	Cool	12M	5	8	10	2
Beetroot (fresh)	Outside	Cool	12M	5	7	8	1
Beetroot (fresh)	Outside	Cool	12M	8	11	11	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	9	3	3	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	2	5	5	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	6	8	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	4	7	8	1
Beetroot (stor.)	Outside	Cool	12M	6	8	9	1
Beetroot (stor.)	Outside	Cool	12M	7	10	10	1
Broad bean	Outside	Cool	12M	3	7	7	1
Broad bean	Outside	Cool	12M	3	6	7	1
Broad bean	Tunnel	Cool	12M	1	6	7	1
Broad bean	Tunnel	Cool	12M	2	6	7	1
Broccoli	Outside	Cool	12M	4	6	7	1
Broccoli	Outside	Cool	12M	8	11	11	1
Brussels sprouts	Outside	Cool	12M	8	1	2	1
Brussels sprouts	Outside	Cool	12M	6	12	2	1
Cabbage	Outside	Cool	12M	9	3	3	1
Cabbage	Outside	Cool	12M	4	8	8	1
Cabbage	Outside	Cool	12M	5	9	10	1
Cabbage	Outside	Cool	12M	6	10	12	1
Cabbage	Outside	Cool	12M	7	11	12	1
Cabbage	Tunnel	Cool	12M	9	4	5	1
Cabbage	Tunnel	Cool	12M	2	5	6	1
Cabbage	Tunnel	Cool	12M	3	6	7	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	12M	4	6	7	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	12M	4	7	8	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	12M	5	8	9	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	12M	6	9	10	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	8	1	2	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	9	4	4	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	2	5	6	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	2	7	7	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	7	7	1
Carrot (stor.)	Outside	Cool	12M	6	10	10	1
Cauliflower	Outside	Cool	12M	5	8	8	1
Cauliflower	Outside	Cool	12M	7	10	10	1
Cauliflower	Outside	Cool	12M	8	11	11	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Celeriac	Outside	Cool	12M	6	10	10	1
Celeriac	Tunnel	Cool	12M	5	9	9	1
Celery	Outside	Cool	12M	5	8	11	1
Celery	Tunnel	Cool	12M	7	11	12	1
Chard	Outside	Cool	12M	4	6	9	1
Chard	Outside	Cool	12M	7	9	10	1
Chard	Tunnel	Cool	12M	3	6	9	1
Chard	Tunnel	Cool	12M	9	10	12	1
Chard	Tunnel	Cool	12M	10	12	2	1
Chicoree	Outside	Cool	12M	8	10	11	1
Chicoree	Tunnel	Cool	12M	7	9	12	1
Chicoree	Tunnel	Cool	12M	9	10	12	1
Chilli	Tunnel	Cool	12M	5	8	10	1
Chinese cabbage	Outside	Cool	12M	4	5	5	1
Chinese cabbage	Outside	Cool	12M	7	9	9	1
Chinese cabbage	Outside	Cool	12M	8	10	10	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	3	4	4	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	4	5	5	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	6	7	7	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	9	9	10	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	10	10	1	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	9	10	12	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	12M	9	11	11	1
Courgette	Outside	Cool	12M	5	7	9	4
Courgette	Outside	Cool	12M	7	9	11	4
Courgette	Tunnel	Cool	12M	4	7	8	4
Courgette	Tunnel	Cool	12M	7	9	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	12M	5	7	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	12M	6	7	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	12M	5	8	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	12M	6	9	10	4
Endive	Outside	Cool	12M	5	10	10	1
Fennel	Outside	Cool	12M	5	7	10	1
Fennel	Outside	Cool	12M	6	7	7	1
Fennel	Outside	Cool	12M	7	8	11	1
Fennel	Outside	Cool	12M	6	8	9	1
Fennel	Outside	Cool	12M	5	8	8	1
Fennel	Outside	Cool	12M	8	10	11	1
Fennel	Outside	Cool	12M	7	10	10	1
Fennel	Tunnel	Cool	12M	3	4	4	1
Fennel	Tunnel	Cool	12M	3	5	5	1
Fennel	Tunnel	Cool	12M	3	7	7	1
Fennel	Tunnel	Cool	12M	6	9	9	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Fennel	Tunnel	Cool	12M	7	10	10	1
French bean	Outside	Cool	12M	3	7	8	2
French bean	Outside	Cool	12M	4	7	8	2
French bean	Outside	Cool	12M	5	8	9	2
French bean	Outside	Cool	12M	6	8	9	2
French bean	Outside	Cool	12M	5	8	8	2
French bean	Outside	Cool	12M	7	9	10	2
French bean	Outside	Cool	12M	6	9	9	2
French bean	Tunnel	Cool	12M	5	7	8	2
French bean	Tunnel	Cool	12M	6	8	9	2
French bean	Tunnel	Cool	12M	7	10	10	2
Garlic (fresh)	Tunnel	Cool	12M	11	3	5	1
Garlic (stor.)	Outside	Cool	12M	3	7	7	1
Garlic (stor.)	Outside	Cool	12M	10	7	7	1
Garlic (stor.)	Tunnel	Cool	12M	9	5	7	1
Herbs	Outside	Cool	12M	4	5	10	1
Herbs	Outside	Cool	12M	5	8	10	1
Herbs	Outside	Cool	12M	6	9	10	1
Herbs	Tunnel	Cool	12M	4	6	11	1
Herbs	Tunnel	Cool	12M	9	11	3	1
Kale	Outside	Cool	12M	6	2	3	1
Kale	Tunnel	Cool	12M	11	1	2	1
Kale	Tunnel	Cool	12M	2	3	4	1
Kale	Tunnel	Cool	12M	10	10	2	1
Kohlrabi	Outside	Cool	12M	4	7	7	1
Kohlrabi	Outside	Cool	12M	7	8	9	1
Kohlrabi	Outside	Cool	12M	7	10	12	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	12M	10	2	2	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	12M	2	4	5	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	12M	3	5	6	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	12M	4	6	8	1
Lamb lettuce	Outside	Cool	12M	9	10	10	1
Lamb lettuce	Outside	Cool	12M	8	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	10	1	2	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	10	1	1	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	11	2	3	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	1	2	2	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	11	2	2	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	12	2	2	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	2	3	3	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	9	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	12M	9	12	1	1
Leek	Outside	Cool	12M	10	1	1	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Leek	Outside	Cool	12M	8	2	2	1
Leek	Outside	Cool	12M	4	8	9	1
Leek	Outside	Cool	12M	6	10	12	1
Leek	Outside	Cool	12M	6	12	3	1
Leek	Tunnel	Cool	12M	10	4	4	1
Leek	Tunnel	Cool	12M	3	6	6	1
Leek	Tunnel	Cool	12M	4	8	9	1
Leek	Tunnel	Cool	12M	5	9	10	1
Leek	Tunnel	Cool	12M	8	10	10	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	4	5	5	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	5	6	6	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	4	7	7	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	5	7	7	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	6	7	7	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	6	8	9	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	5	8	8	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	6	8	8	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	7	8	8	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	7	9	9	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	8	9	9	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	8	10	10	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	9	10	10	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	10	11	11	1
Lettuce	Outside	Cool	12M	9	12	12	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	10	1	1	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	9	3	4	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	3	4	5	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	10	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	12	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	4	5	6	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	3	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	4	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	5	6	7	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	4	6	6	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	6	7	8	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	5	7	7	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	8	8	10	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	7	8	9	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	9	9	9	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	9	10	11	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	9	10	10	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	10	11	11	1
Lettuce	Tunnel	Cool	12M	11	12	12	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Melon	Tunnel	Cool	12M	6	9	10	1
Mixed salad leaves	Outside	Cool	12M	8	10	10	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	11	2	2	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	12	3	3	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	3	4	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	2	4	5	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	4	5	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	5	6	8	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	4	6	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	7	7	9	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	8	10	1	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	6	10	11	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	9	11	12	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	10	11	12	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	12M	10	12	1	1
Onion (fresh)	Outside	Cool	12M	4	6	6	1
Onion (fresh)	Outside	Cool	12M	4	7	9	1
Onion (fresh)	Outside	Cool	12M	5	8	10	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	12M	10	4	4	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	12M	9	5	6	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	12M	4	6	7	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	6	6	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	12M	4	6	6	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	12M	4	7	7	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	12M	4	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	12M	5	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	12M	6	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	12M	4	9	9	1
Parsnip	Outside	Cool	12M	4	11	11	1
Parsnip	Outside	Cool	12M	5	12	2	1
Pea	Outside	Cool	12M	4	7	7	1
Pea	Outside	Cool	12M	5	8	8	1
Pea	Outside	Cool	12M	7	9	10	1
Pea	Outside	Cool	12M	3	6	7	1
Pea	Outside	Cool	12M	4	6	7	1
Pea	Outside	Cool	12M	3	6	6	1
Pea	Tunnel	Cool	12M	1	3	4	1
Pea	Tunnel	Cool	12M	2	5	5	1
Pea	Tunnel	Cool	12M	2	5	6	1
Pea	Tunnel	Cool	12M	4	6	6	1
Potato (early)	Outside	Cool	12M	3	6	7	1
Potato (early)	Outside	Cool	12M	4	7	8	1
Potato (early)	Tunnel	Cool	12M	2	5	5	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Potato (stor.)	Outside	Cool	12M	5	10	10	1
Potato (stor.)	Outside	Cool	12M	4	9	10	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	3	5	5	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	4	5	5	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	5	6	6	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	6	8	9	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	8	9	10	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	8	9	9	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	7	11	1	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	12M	8	12	1	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	10	3	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	2	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	5	5	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	4	5	5	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	5	6	6	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	7	8	8	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	9	10	10	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	9	11	12	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	12M	10	12	3	1
Radish (stor.)	Outside	Cool	12M	3	5	5	1
Radish (stor.)	Outside	Cool	12M	7	10	10	1
Radish (stor.)	Outside	Cool	12M	8	10	10	1
Radish (stor.)	Outside	Cool	12M	8	11	1	1
Radish (stor.)	Tunnel	Cool	12M	9	1	2	1
Radish (stor.)	Tunnel	Cool	12M	8	10	12	1
Shalott	Outside	Cool	12M	6	7	7	1
Shalott	Outside	Cool	12M	4	8	8	1
Spinach	Outside	Cool	12M	10	2	4	1
Spinach	Outside	Cool	12M	9	3	3	1
Spinach	Outside	Cool	12M	4	5	6	1
Spinach	Outside	Cool	12M	3	5	5	1
Spinach	Outside	Cool	12M	8	10	10	1
Spinach	Outside	Cool	12M	9	12	1	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	10	1	3	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	9	2	2	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	11	2	2	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	2	4	4	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	3	4	4	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	10	4	4	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	1	5	5	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	2	5	5	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Spinach	Tunnel	Cool	12M	11	5	5	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	9	11	11	1
Spinach	Tunnel	Cool	12M	9	12	3	1
Squash	Outside	Cool	12M	5	9	10	1
Squash	Tunnel	Cool	12M	4	8	8	1
Squash	Tunnel	Cool	12M	5	9	9	1
Strawberry	Outside	Cool	12M	9	6	10	1
Swede (stor.)	Outside	Cool	12M	9	1	4	1
Swede (stor.)	Outside	Cool	12M	5	10	11	1
Sweet pepper	Outside	Cool	12M	6	9	11	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	12M	4	7	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	12M	4	7	9	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	12M	5	8	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	12M	6	8	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	12M	5	8	9	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	12M	7	9	10	2
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	12M	4	7	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	12M	6	7	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	12M	3	7	9	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	12M	4	8	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	12M	5	8	9	1
Tomato (classic)	Tunnel	Cool	12M	5	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Cool	12M	5	9	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	12M	4	7	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	12M	6	7	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	12M	4	8	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	12M	5	8	10	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	12M	10	3	3	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	12M	4	5	7	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	12M	8	10	12	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	12M	7	11	12	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	12M	9	1	3	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	12M	11	3	3	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	5	6	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	12M	3	5	5	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	12M	4	5	5	1
Turnip (stor.)	Outside	Cool	12M	7	10	10	1
Turnip (stor.)	Outside	Cool	12M	8	10	11	1
Aubergine	Tunnel	Mild	12M	4	6	10	2
Aubergine	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	2
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	12M	1	5	6	1
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	12M	3	6	6	1
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	12M	5	7	9	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	12M	4	7	8	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Mild	12M	12	4	5	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Mild	12M	3	5	6	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Mild	12M	4	7	7	1
Beetroot (stor.)	Outside	Mild	12M	6	8	10	1
Beetroot (stor.)	Outside	Mild	12M	7	9	11	1
Broad bean	Outside	Mild	12M	2	6	7	1
Broad bean	Outside	Mild	12M	2	7	7	1
Broad bean	Tunnel	Mild	12M	10	2	5	1
Broccoli	Outside	Mild	12M	3	7	8	1
Broccoli	Outside	Mild	12M	5	8	9	1
Broccoli	Outside	Mild	12M	6	9	12	1
Broccoli	Outside	Mild	12M	7	10	11	1
Broccoli	Outside	Mild	12M	8	11	11	1
Broccoli	Outside	Mild	12M	9	12	12	1
Broccoli	Tunnel	Mild	12M	2	5	6	1
Brussels sprouts	Outside	Mild	12M	4	11	11	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	5	9	11	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	5	9	10	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	4	9	9	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	5	9	9	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	7	11	12	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	8	12	4	1
Cabbage	Outside	Mild	12M	6	12	2	1
Cabbage	Tunnel	Mild	12M	12	4	5	1
Cabbage	Tunnel	Mild	12M	2	5	6	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	12M	3	6	7	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	12M	4	7	10	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	12M	4	9	9	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	12M	5	9	10	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Mild	12M	10	4	4	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Mild	12M	2	5	6	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Mild	12M	11	5	5	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	3	10	10	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	5	10	3	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	5	10	12	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	5	11	11	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	6	11	3	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	6	11	12	1
Carrot (stor.)	Outside	Mild	12M	7	11	1	1
Cauliflower	Outside	Mild	12M	8	3	4	1
Cauliflower	Outside	Mild	12M	3	7	9	1
Cauliflower	Outside	Mild	12M	6	9	9	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Cauliflower	Outside	Mild	12M	6	10	1	1
Cauliflower	Outside	Mild	12M	7	10	10	1
Cauliflower	Outside	Mild	12M	6	11	12	1
Cauliflower	Outside	Mild	12M	8	11	11	1
Cauliflower	Tunnel	Mild	12M	3	6	6	1
Celeriac	Outside	Mild	12M	5	9	12	1
Celeriac	Outside	Mild	12M	3	10	11	1
Celeriac	Outside	Mild	12M	5	10	11	1
Celeriac	Outside	Mild	12M	4	11	12	1
Celeriac	Tunnel	Mild	12M	10	3	3	1
Celery	Outside	Mild	12M	4	7	7	1
Celery	Outside	Mild	12M	7	12	12	1
Chard	Outside	Mild	12M	3	5	6	1
Chard	Outside	Mild	12M	4	6	8	1
Chard	Outside	Mild	12M	7	9	9	1
Chard	Tunnel	Mild	12M	10	1	4	1
Chard	Tunnel	Mild	12M	9	11	3	1
Chard	Tunnel	Mild	12M	10	11	2	1
Chicoree	Outside	Mild	12M	5	7	9	1
Chicoree	Outside	Mild	12M	8	9	10	1
Chicoree	Outside	Mild	12M	8	10	11	1
Chicoree	Outside	Mild	12M	9	10	11	1
Chilli	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	1
Chinese cabbage	Outside	Mild	12M	5	6	7	1
Chinese cabbage	Outside	Mild	12M	8	10	10	1
Chinese cabbage	Tunnel	Mild	12M	2	3	4	1
Chinese cabbage	Tunnel	Mild	12M	3	4	5	1
Courgette	Outside	Mild	12M	4	5	6	4
Courgette	Outside	Mild	12M	4	6	9	4
Courgette	Outside	Mild	12M	5	7	10	4
Courgette	Outside	Mild	12M	6	9	10	4
Courgette	Tunnel	Mild	12M	3	5	8	4
Courgette	Tunnel	Mild	12M	3	5	7	4
Courgette	Tunnel	Mild	12M	4	6	10	4
Courgette	Tunnel	Mild	12M	8	9	11	4
Cucumber	Outside	Mild	12M	6	7	9	4
Cucumber	Outside	Mild	12M	5	8	9	4
Cucumber	Tunnel	Mild	12M	4	6	8	4
Cucumber	Tunnel	Mild	12M	4	7	10	4
Cucumber	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	4
Cucumber	Tunnel	Mild	12M	4	7	9	4
Cucumber	Tunnel	Mild	12M	5	7	9	4
Cucumber	Tunnel	Mild	12M	6	8	10	4

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Endive	Outside	Mild	12M	4	10	10	1
Endive	Outside	Mild	12M	5	11	11	1
Fennel	Outside	Mild	12M	4	7	8	1
Fennel	Outside	Mild	12M	7	9	10	1
Fennel	Outside	Mild	12M	6	9	9	1
Fennel	Tunnel	Mild	12M	3	5	5	1
Fennel	Tunnel	Mild	12M	4	6	6	1
Fennel	Tunnel	Mild	12M	9	11	1	1
French bean	Outside	Mild	12M	3	6	8	2
French bean	Outside	Mild	12M	4	6	6	2
French bean	Outside	Mild	12M	4	7	9	2
French bean	Outside	Mild	12M	5	8	10	2
French bean	Outside	Mild	12M	5	8	9	2
French bean	Outside	Mild	12M	7	9	9	2
French bean	Tunnel	Mild	12M	3	6	7	2
French bean	Tunnel	Mild	12M	4	7	9	2
French bean	Tunnel	Mild	12M	7	8	10	2
French bean	Tunnel	Mild	12M	7	9	10	2
Garlic (fresh)	Tunnel	Mild	12M	11	3	5	1
Garlic (stor.)	Outside	Mild	12M	11	6	6	1
Garlic (stor.)	Outside	Mild	12M	2	8	8	1
Garlic (stor.)	Tunnel	Mild	12M	10	5	5	1
Garlic (stor.)	Tunnel	Mild	12M	1	6	6	1
Herbs	Outside	Mild	12M	4	7	9	1
Herbs	Tunnel	Mild	12M	3	5	9	1
Herbs	Tunnel	Mild	12M	4	6	10	1
Herbs	Tunnel	Mild	12M	5	9	10	1
Herbs	Tunnel	Mild	12M	9	12	3	1
Kale	Outside	Mild	12M	7	11	2	1
Kohlrabi	Outside	Mild	12M	3	5	7	1
Kohlrabi	Outside	Mild	12M	3	7	8	1
Kohlrabi	Outside	Mild	12M	4	7	7	1
Kohlrabi	Tunnel	Mild	12M	2	4	5	1
Kohlrabi	Tunnel	Mild	12M	12	4	5	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	12M	10	1	1	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	12M	2	4	4	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	12M	9	10	11	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	12M	8	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	11	1	3	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	11	1	1	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	12	2	2	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	2	3	4	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	1	3	3	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	3	4	4	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	4	5	5	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	8	9	10	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	9	10	11	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	10	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	10	12	2	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	12M	11	12	1	1
Leek	Outside	Mild	12M	6	1	4	1
Leek	Outside	Mild	12M	3	7	10	1
Leek	Outside	Mild	12M	4	8	10	1
Leek	Outside	Mild	12M	6	10	12	1
Leek	Outside	Mild	12M	5	10	11	1
Leek	Outside	Mild	12M	7	11	2	1
Leek	Outside	Mild	12M	7	12	3	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	3	5	5	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	5	6	7	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	4	6	6	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	6	7	8	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	5	7	7	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	6	7	7	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	6	8	8	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	8	9	10	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	7	9	9	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	8	10	10	1
Lettuce	Outside	Mild	12M	9	11	11	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	11	1	2	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	10	1	1	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	11	2	2	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	2	3	4	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	12	3	4	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	2	3	3	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	12	3	3	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	2	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	3	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	4	6	6	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	9	10	11	1
Lettuce	Tunnel	Mild	12M	10	12	12	1
Melon	Tunnel	Mild	12M	3	6	7	1
Melon	Tunnel	Mild	12M	4	6	7	1
Melon	Tunnel	Mild	12M	5	7	9	1
Melon	Tunnel	Mild	12M	3	7	8	1
Melon	Tunnel	Mild	12M	5	8	9	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	10	1	4	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	11	2	5	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	12	3	5	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	3	4	6	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	4	5	9	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	3	5	8	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	5	5	7	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	6	6	8	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	8	9	11	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	12M	9	10	12	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	11	2	4	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	1	2	3	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	12	2	3	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	1	3	5	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	3	4	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	10	12	3	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	11	12	3	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	12M	10	12	1	1
Onion (fresh)	Outside	Mild	12M	3	6	7	1
Onion (fresh)	Tunnel	Mild	12M	10	4	5	1
Onion (fresh)	Tunnel	Mild	12M	10	4	4	1
Onion (fresh)	Tunnel	Mild	12M	3	5	6	1
Onion (stor.)	Outside	Mild	12M	3	7	12	1
Onion (stor.)	Outside	Mild	12M	2	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Mild	12M	3	9	9	1
Parsnip	Outside	Mild	12M	5	10	3	1
Parsnip	Outside	Mild	12M	4	11	12	1
Pea	Outside	Mild	12M	2	5	6	1
Pea	Outside	Mild	12M	3	5	6	1
Pea	Outside	Mild	12M	5	5	6	1
Pea	Outside	Mild	12M	4	6	7	1
Pea	Tunnel	Mild	12M	11	4	5	1
Pea	Tunnel	Mild	12M	2	5	5	1
Potato (early)	Outside	Mild	12M	2	5	7	1
Potato (early)	Outside	Mild	12M	3	6	8	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	12M	12	3	3	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	12M	1	4	5	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	12M	1	4	4	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	12M	2	5	6	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	12M	1	5	5	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	12M	2	6	6	1
Potato (stor.)	Outside	Mild	12M	3	9	9	1
Potato (stor.)	Outside	Mild	12M	4	9	9	1
Potato (stor.)	Outside	Mild	12M	4	9	10	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Potato (stor.)	Outside	Mild	12M	5	10	11	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	4	5	6	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	4	5	5	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	5	6	6	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	6	7	7	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	8	9	9	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	12M	9	10	11	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	12	2	3	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	2	3	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	1	3	3	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	12	3	3	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	2	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	12M	9	11	11	1
Radish (stor.)	Outside	Mild	12M	6	9	11	1
Radish (stor.)	Outside	Mild	12M	7	10	10	1
Radish (stor.)	Outside	Mild	12M	7	10	12	1
Radish (stor.)	Tunnel	Mild	12M	10	12	2	1
Shalott	Outside	Mild	12M	3	6	8	1
Shalott	Outside	Mild	12M	4	7	9	1
Shalott	Outside	Mild	12M	2	8	8	1
Shalott	Outside	Mild	12M	3	10	10	1
Shalott	Tunnel	Mild	12M	2	5	6	1
Spinach	Outside	Mild	12M	9	1	2	1
Spinach	Outside	Mild	12M	9	3	3	1
Spinach	Outside	Mild	12M	4	5	6	1
Spinach	Outside	Mild	12M	7	9	9	1
Spinach	Outside	Mild	12M	9	10	11	1
Spinach	Tunnel	Mild	12M	11	1	3	1
Spinach	Tunnel	Mild	12M	10	1	2	1
Spinach	Tunnel	Mild	12M	10	4	4	1
Spinach	Tunnel	Mild	12M	9	10	12	1
Spinach	Tunnel	Mild	12M	10	11	2	1
Spinach	Tunnel	Mild	12M	10	12	1	1
Squash	Outside	Mild	12M	5	8	10	1
Squash	Outside	Mild	12M	5	8	11	1
Squash	Outside	Mild	12M	4	9	10	1
Squash	Outside	Mild	12M	5	9	10	1
Strawberry	Outside	Mild	12M	9	5	10	1
Swede (stor.)	Outside	Mild	12M	9	1	4	1
Sweet pepper	Tunnel	Mild	12M	4	6	8	2
Sweet pepper	Tunnel	Mild	12M	4	7	10	2

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Sweet pepper	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Mild	12M	5	9	11	2
Tomato (cherry)	Tunnel	Mild	12M	3	6	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Mild	12M	4	6	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	12M	4	6	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	12M	4	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	12M	6	8	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	12M	4	6	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	12M	5	7	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	12M	3	7	9	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	12M	5	8	11	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	12M	6	8	10	1
Turnip (fresh)	Outside	Mild	12M	2	4	5	1
Turnip (fresh)	Outside	Mild	12M	3	5	6	1
Turnip (fresh)	Outside	Mild	12M	4	7	8	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	12M	11	2	3	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	12M	2	4	5	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	12M	3	5	6	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	12M	3	5	5	1
Turnip (stor.)	Outside	Mild	12M	7	10	11	1
Turnip (stor.)	Outside	Mild	12M	8	10	11	1
Turnip (stor.)	Outside	Mild	12M	8	11	11	1
Turnip (stor.)	Outside	Mild	12M	9	11	12	1
Aubergine	Tunnel	Cool	9M	6	7	9	2
Aubergine	Tunnel	Cool	9M	5	8	10	2
Beetroot (fresh)	Outside	Cool	9M	5	7	8	1
Beetroot (fresh)	Outside	Cool	9M	6	8	9	1
Beetroot (fresh)	Outside	Cool	9M	7	10	10	1
Beetroot (fresh)	Outside	Cool	9M	8	11	11	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	9	4	4	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	2	5	5	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	6	8	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	4	7	8	1
Broad bean	Outside	Cool	9M	3	6	7	1
Broad bean	Outside	Cool	9M	3	7	7	1
Broad bean	Tunnel	Cool	9M	2	6	7	1
Broccoli	Outside	Cool	9M	4	6	7	1
Broccoli	Outside	Cool	9M	8	11	11	1
Cabbage	Outside	Cool	9M	10	4	4	1
Cabbage	Outside	Cool	9M	4	8	8	1
Cabbage	Outside	Cool	9M	5	9	10	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Cabbage	Outside	Cool	9M	6	10	12	1
Cabbage	Outside	Cool	9M	7	11	12	1
Cabbage	Tunnel	Cool	9M	9	4	5	1
Cabbage	Tunnel	Cool	9M	2	5	6	1
Cabbage	Tunnel	Cool	9M	3	6	7	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	9M	4	6	7	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	9M	4	7	8	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	9M	5	8	9	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	9M	6	9	10	1
Carrot (fresh)	Outside	Cool	9M	6	9	10	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	9	4	4	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	2	5	6	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	2	7	7	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	7	7	1
Cauliflower	Outside	Cool	9M	5	8	8	1
Cauliflower	Outside	Cool	9M	7	10	10	1
Cauliflower	Outside	Cool	9M	8	11	11	1
Celery	Outside	Cool	9M	5	8	11	1
Celery	Tunnel	Cool	9M	7	11	12	1
Chard	Outside	Cool	9M	4	6	9	1
Chard	Outside	Cool	9M	7	9	10	1
Chard	Tunnel	Cool	9M	3	6	9	1
Chard	Tunnel	Cool	9M	9	10	12	1
Chicoree	Outside	Cool	9M	8	10	11	1
Chicoree	Tunnel	Cool	9M	7	9	12	1
Chicoree	Tunnel	Cool	9M	9	10	12	1
Chilli	Tunnel	Cool	9M	5	8	10	1
Chinese cabbage	Outside	Cool	9M	4	5	5	1
Chinese cabbage	Outside	Cool	9M	7	9	9	1
Chinese cabbage	Outside	Cool	9M	8	10	10	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	3	4	4	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	4	5	5	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	6	7	7	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	9	9	10	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	10	10	12	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	9	10	12	1
Chinese cabbage	Tunnel	Cool	9M	9	11	11	1
Courgette	Outside	Cool	9M	5	7	9	4
Courgette	Outside	Cool	9M	7	9	11	4
Courgette	Tunnel	Cool	9M	4	7	8	4
Courgette	Tunnel	Cool	9M	7	9	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	9M	5	7	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	9M	6	7	9	4

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Cucumber	Tunnel	Cool	9M	5	8	9	4
Cucumber	Tunnel	Cool	9M	6	9	10	4
Endive	Outside	Cool	9M	5	10	10	1
Fennel	Outside	Cool	9M	6	7	7	1
Fennel	Outside	Cool	9M	5	7	10	1
Fennel	Outside	Cool	9M	5	8	8	1
Fennel	Outside	Cool	9M	6	8	9	1
Fennel	Outside	Cool	9M	7	8	11	1
Fennel	Outside	Cool	9M	7	10	10	1
Fennel	Outside	Cool	9M	8	10	11	1
Fennel	Tunnel	Cool	9M	3	4	4	1
Fennel	Tunnel	Cool	9M	3	5	5	1
Fennel	Tunnel	Cool	9M	3	7	7	1
Fennel	Tunnel	Cool	9M	6	9	9	1
Fennel	Tunnel	Cool	9M	7	10	10	1
French bean	Outside	Cool	9M	3	7	8	2
French bean	Outside	Cool	9M	4	7	8	2
French bean	Outside	Cool	9M	5	8	8	2
French bean	Outside	Cool	9M	5	8	9	2
French bean	Outside	Cool	9M	6	8	9	2
French bean	Outside	Cool	9M	6	9	9	2
French bean	Outside	Cool	9M	7	9	10	2
French bean	Tunnel	Cool	9M	5	7	8	2
French bean	Tunnel	Cool	9M	6	8	9	2
French bean	Tunnel	Cool	9M	7	10	10	2
Garlic (fresh)	Tunnel	Cool	9M	11	4	5	1
Garlic (stor.)	Outside	Cool	9M	3	7	7	1
Garlic (stor.)	Outside	Cool	9M	10	7	7	1
Garlic (stor.)	Tunnel	Cool	9M	9	5	7	1
Herbs	Outside	Cool	9M	4	5	10	1
Herbs	Outside	Cool	9M	5	8	10	1
Herbs	Outside	Cool	9M	6	9	10	1
Herbs	Tunnel	Cool	9M	4	6	11	1
Herbs	Tunnel	Cool	9M	9	11	12	1
Kale	Tunnel	Cool	9M	2	4	4	1
Kale	Tunnel	Cool	9M	10	10	12	1
Kohlrabi	Outside	Cool	9M	4	7	7	1
Kohlrabi	Outside	Cool	9M	7	8	9	1
Kohlrabi	Outside	Cool	9M	7	10	12	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	9M	2	4	5	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	9M	3	5	6	1
Kohlrabi	Tunnel	Cool	9M	4	6	8	1
Lamb lettuce	Outside	Cool	9M	9	10	10	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Lamb lettuce	Outside	Cool	9M	8	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	9M	2	4	4	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	9M	9	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Cool	9M	9	12	12	1
Leek	Outside	Cool	9M	4	8	9	1
Leek	Outside	Cool	9M	6	10	12	1
Leek	Tunnel	Cool	9M	10	4	4	1
Leek	Tunnel	Cool	9M	3	6	6	1
Leek	Tunnel	Cool	9M	4	8	9	1
Leek	Tunnel	Cool	9M	5	9	10	1
Leek	Tunnel	Cool	9M	8	10	10	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	4	5	5	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	5	6	6	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	4	7	7	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	5	7	7	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	6	7	7	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	5	8	8	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	6	8	8	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	7	8	8	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	6	8	9	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	7	9	9	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	8	9	9	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	8	10	10	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	9	10	10	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	10	11	11	1
Lettuce	Outside	Cool	9M	9	12	12	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	9	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	10	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	12	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	3	4	5	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	3	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	4	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	4	5	6	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	4	6	6	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	5	6	7	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	5	7	7	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	6	7	8	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	7	8	9	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	8	8	10	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	9	9	9	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	9	10	10	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	9	10	11	1
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	10	11	11	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Lettuce	Tunnel	Cool	9M	11	12	12	1
Melon	Tunnel	Cool	9M	6	9	10	1
Mixed salad leaves	Outside	Cool	9M	8	10	10	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	12	4	4	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	2	4	5	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	3	4	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	4	5	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	4	6	6	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	5	6	8	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	7	7	9	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	8	10	12	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	6	10	11	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	9	11	12	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Cool	9M	10	11	12	1
Onion (fresh)	Outside	Cool	9M	4	6	6	1
Onion (fresh)	Outside	Cool	9M	4	7	9	1
Onion (fresh)	Outside	Cool	9M	5	8	10	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	9M	10	4	4	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	9M	9	5	6	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	6	6	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	9M	4	6	6	1
Onion (fresh)	Tunnel	Cool	9M	4	6	7	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	9M	4	7	7	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	9M	4	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	9M	5	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	9M	6	8	8	1
Onion (stor.)	Outside	Cool	9M	4	9	9	1
Parsnip	Outside	Cool	9M	4	11	12	1
Pea	Outside	Cool	9M	3	6	6	1
Pea	Outside	Cool	9M	3	6	7	1
Pea	Outside	Cool	9M	4	6	7	1
Pea	Outside	Cool	9M	4	7	7	1
Pea	Outside	Cool	9M	5	8	8	1
Pea	Outside	Cool	9M	7	9	10	1
Pea	Tunnel	Cool	9M	2	5	5	1
Pea	Tunnel	Cool	9M	2	5	6	1
Pea	Tunnel	Cool	9M	4	6	6	1
Potato (early)	Outside	Cool	9M	3	6	7	1
Potato (early)	Outside	Cool	9M	4	7	8	1
Potato (early)	Tunnel	Cool	9M	2	5	5	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	3	5	5	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	4	5	5	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	5	6	6	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	6	8	9	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	8	9	9	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	8	9	10	1
Radish (fresh)	Outside	Cool	9M	7	11	12	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	10	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	2	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	5	5	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	4	5	5	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	5	6	6	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	7	8	8	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	9	10	10	1
Radish (fresh)	Tunnel	Cool	9M	9	11	12	1
Radish (stor.)	Outside	Cool	9M	7	10	10	1
Radish (stor.)	Outside	Cool	9M	8	10	10	1
Radish (stor.)	Tunnel	Cool	9M	8	10	12	1
Shalott	Outside	Cool	9M	6	7	7	1
Shalott	Outside	Cool	9M	4	8	8	1
Spinach	Outside	Cool	9M	10	4	4	1
Spinach	Outside	Cool	9M	3	5	5	1
Spinach	Outside	Cool	9M	4	5	6	1
Spinach	Outside	Cool	9M	8	10	10	1
Spinach	Tunnel	Cool	9M	2	4	4	1
Spinach	Tunnel	Cool	9M	3	4	4	1
Spinach	Tunnel	Cool	9M	10	4	4	1
Spinach	Tunnel	Cool	9M	2	5	5	1
Spinach	Tunnel	Cool	9M	11	5	5	1
Spinach	Tunnel	Cool	9M	9	11	11	1
Squash	Outside	Cool	9M	5	9	10	1
Squash	Tunnel	Cool	9M	4	8	8	1
Squash	Tunnel	Cool	9M	5	9	9	1
Strawberry	Outside	Cool	9M	9	6	10	1
Sweet pepper	Outside	Cool	9M	6	9	11	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	9M	4	7	9	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	9M	4	7	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	9M	5	8	9	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	9M	5	8	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	9M	6	8	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Cool	9M	7	9	10	2
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	9M	3	7	9	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	9M	4	7	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	9M	6	7	10	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	9M	5	8	9	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Cool	9M	4	8	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Cool	9M	5	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Cool	9M	5	9	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	9M	4	7	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	9M	6	7	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	9M	4	8	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Cool	9M	5	8	10	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	9M	10	4	4	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	9M	4	5	7	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	9M	8	10	12	1
Turnip (fresh)	Outside	Cool	9M	7	11	12	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	9M	11	4	4	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	5	5	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	9M	4	5	5	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Cool	9M	3	5	6	1
Aubergine	Tunnel	Mild	9M	4	6	10	2
Aubergine	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	2
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	9M	3	6	6	1
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	9M	4	7	8	1
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	9M	5	7	9	1
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	9M	7	9	11	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Mild	9M	12	4	5	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Mild	9M	3	5	6	1
Beetroot (fresh)	Tunnel	Mild	9M	4	7	7	1
Beetroot (fresh)	Outside	Mild	9M	6	8	10	1
Broad bean	Outside	Mild	9M	2	6	7	1
Broad bean	Outside	Mild	9M	2	7	7	1
Broad bean	Tunnel	Mild	9M	10	4	5	1
Broccoli	Outside	Mild	9M	3	7	8	1
Broccoli	Outside	Mild	9M	5	8	9	1
Broccoli	Outside	Mild	9M	6	9	12	1
Broccoli	Outside	Mild	9M	7	10	11	1
Broccoli	Outside	Mild	9M	8	11	11	1
Broccoli	Tunnel	Mild	9M	2	5	6	1
Brussels sprouts	Outside	Mild	9M	4	11	11	1
Cabbage	Outside	Mild	9M	4	9	9	1
Cabbage	Outside	Mild	9M	5	9	9	1
Cabbage	Outside	Mild	9M	5	9	10	1
Cabbage	Outside	Mild	9M	5	9	11	1
Cabbage	Outside	Mild	9M	7	11	12	1
Cabbage	Tunnel	Mild	9M	12	4	5	1
Cabbage	Tunnel	Mild	9M	2	5	6	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Carrot (fresh)	Outside	Mild	9M	3	6	7	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	9M	4	7	10	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	9M	4	9	9	1
Carrot (fresh)	Outside	Mild	9M	5	10	10	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Mild	9M	10	4	4	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Mild	9M	11	5	5	1
Carrot (fresh)	Tunnel	Mild	9M	2	5	6	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	8	4	4	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	3	7	9	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	6	9	9	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	6	10	12	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	7	10	10	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	8	11	11	1
Cauliflower	Outside	Mild	9M	6	11	12	1
Cauliflower	Tunnel	Mild	9M	3	6	6	1
Celery	Outside	Mild	9M	4	7	7	1
Celery	Outside	Mild	9M	7	12	12	1
Chard	Outside	Mild	9M	3	5	6	1
Chard	Outside	Mild	9M	4	6	8	1
Chard	Outside	Mild	9M	7	9	9	1
Chard	Tunnel	Mild	9M	10	11	12	1
Chard	Tunnel	Mild	9M	9	11	12	1
Chicoree	Outside	Mild	9M	5	7	9	1
Chicoree	Outside	Mild	9M	8	9	10	1
Chicoree	Outside	Mild	9M	8	10	11	1
Chicoree	Outside	Mild	9M	9	10	11	1
Chilli	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	1
Chinese cabbage	Outside	Mild	9M	5	6	7	1
Chinese cabbage	Outside	Mild	9M	8	10	10	1
Chinese cabbage	Tunnel	Mild	9M	2	4	4	1
Chinese cabbage	Tunnel	Mild	9M	3	4	5	1
Courgette	Outside	Mild	9M	4	5	6	4
Courgette	Outside	Mild	9M	4	6	9	4
Courgette	Outside	Mild	9M	5	7	10	4
Courgette	Outside	Mild	9M	6	9	10	4
Courgette	Tunnel	Mild	9M	3	5	7	4
Courgette	Tunnel	Mild	9M	3	5	8	4
Courgette	Tunnel	Mild	9M	4	6	10	4
Courgette	Tunnel	Mild	9M	8	9	11	4
Cucumber	Outside	Mild	9M	6	7	9	4
Cucumber	Outside	Mild	9M	5	8	9	4
Cucumber	Tunnel	Mild	9M	4	6	8	4
Cucumber	Tunnel	Mild	9M	4	7	9	4

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Cucumber	Tunnel	Mild	9M	5	7	9	4
Cucumber	Tunnel	Mild	9M	4	7	10	4
Cucumber	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	4
Cucumber	Tunnel	Mild	9M	6	8	10	4
Endive	Outside	Mild	9M	4	10	10	1
Endive	Outside	Mild	9M	5	11	11	1
Fennel	Outside	Mild	9M	4	7	8	1
Fennel	Outside	Mild	9M	6	9	9	1
Fennel	Outside	Mild	9M	7	9	10	1
Fennel	Tunnel	Mild	9M	3	5	5	1
Fennel	Tunnel	Mild	9M	4	6	6	1
Fennel	Tunnel	Mild	9M	9	11	12	1
French bean	Outside	Mild	9M	4	6	6	2
French bean	Outside	Mild	9M	3	6	8	2
French bean	Outside	Mild	9M	4	7	9	2
French bean	Outside	Mild	9M	5	8	9	2
French bean	Outside	Mild	9M	5	8	10	2
French bean	Outside	Mild	9M	7	9	9	2
French bean	Tunnel	Mild	9M	3	6	7	2
French bean	Tunnel	Mild	9M	4	7	9	2
French bean	Tunnel	Mild	9M	7	8	10	2
French bean	Tunnel	Mild	9M	7	9	10	2
Garlic (fresh)	Tunnel	Mild	9M	11	4	5	1
Garlic (stor.)	Outside	Mild	9M	11	6	6	1
Garlic (stor.)	Tunnel	Mild	9M	10	5	5	1
Herbs	Outside	Mild	9M	4	7	9	1
Herbs	Tunnel	Mild	9M	3	5	9	1
Herbs	Tunnel	Mild	9M	4	6	10	1
Herbs	Tunnel	Mild	9M	5	9	10	1
Kale	Outside	Mild	9M	7	11	12	1
Kohlrabi	Outside	Mild	9M	3	5	7	1
Kohlrabi	Outside	Mild	9M	4	7	7	1
Kohlrabi	Outside	Mild	9M	3	7	8	1
Kohlrabi	Tunnel	Mild	9M	2	4	5	1
Kohlrabi	Tunnel	Mild	9M	12	4	5	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	9M	2	4	4	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	9M	9	10	11	1
Lamb lettuce	Outside	Mild	9M	8	11	12	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	9M	2	4	4	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	9M	3	4	4	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	9M	4	5	5	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	9M	8	9	10	1
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	9M	9	10	11	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Lamb lettuce	Tunnel	Mild	9M	10	11	12	1
Leek	Outside	Mild	9M	3	7	10	1
Leek	Outside	Mild	9M	4	8	10	1
Leek	Outside	Mild	9M	5	10	11	1
Leek	Outside	Mild	9M	6	10	12	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	3	5	5	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	4	6	6	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	5	6	7	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	5	7	7	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	6	7	7	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	6	7	8	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	6	8	8	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	7	9	9	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	8	9	10	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	8	10	10	1
Lettuce	Outside	Mild	9M	9	11	11	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	2	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	12	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	2	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	12	4	4	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	2	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	3	5	5	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	4	6	6	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	9	10	11	1
Lettuce	Tunnel	Mild	9M	10	12	12	1
Melon	Tunnel	Mild	9M	3	6	7	1
Melon	Tunnel	Mild	9M	4	6	7	1
Melon	Tunnel	Mild	9M	3	7	8	1
Melon	Tunnel	Mild	9M	5	7	9	1
Melon	Tunnel	Mild	9M	5	8	9	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	11	4	5	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	12	4	5	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	3	4	6	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	5	5	7	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	3	5	8	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	4	5	9	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	6	6	8	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	8	9	11	1
Mixed salad leaves	Outside	Mild	9M	9	10	12	1
Mixed salad leaves	Tunnel	Mild	9M	3	4	6	1
Onion (fresh)	Outside	Mild	9M	3	6	7	1
Onion (fresh)	Tunnel	Mild	9M	10	4	4	1
Onion (fresh)	Tunnel	Mild	9M	10	4	5	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Onion (fresh)	Tunnel	Mild	9M	3	5	6	1
Onion (stor.)	Outside	Mild	9M	3	7	12	1
Onion (stor.)	Outside	Mild	9M	3	9	9	1
Parsnip	Outside	Mild	9M	4	11	12	1
Pea	Outside	Mild	9M	2	5	6	1
Pea	Outside	Mild	9M	3	5	6	1
Pea	Outside	Mild	9M	5	5	6	1
Pea	Outside	Mild	9M	4	6	7	1
Pea	Tunnel	Mild	9M	11	4	5	1
Pea	Tunnel	Mild	9M	2	5	5	1
Potato (early)	Outside	Mild	9M	3	6	8	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	9M	12	4	4	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	9M	2	5	6	1
Potato (early)	Tunnel	Mild	9M	2	6	6	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	4	5	5	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	4	5	6	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	5	6	6	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	6	7	7	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	8	9	9	1
Radish (fresh)	Outside	Mild	9M	9	10	11	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	9M	12	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	9M	2	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	9M	2	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	9M	3	4	4	1
Radish (fresh)	Tunnel	Mild	9M	9	11	11	1
Radish (stor.)	Outside	Mild	9M	6	9	11	1
Radish (stor.)	Outside	Mild	9M	7	10	10	1
Radish (stor.)	Outside	Mild	9M	7	10	12	1
Shalott	Outside	Mild	9M	3	6	8	1
Shalott	Outside	Mild	9M	4	7	9	1
Shalott	Outside	Mild	9M	3	10	10	1
Shalott	Tunnel	Mild	9M	2	5	6	1
Spinach	Outside	Mild	9M	10	4	4	1
Spinach	Outside	Mild	9M	4	5	6	1
Spinach	Outside	Mild	9M	7	9	9	1
Spinach	Outside	Mild	9M	9	10	11	1
Spinach	Tunnel	Mild	9M	10	4	4	1
Spinach	Tunnel	Mild	9M	9	10	12	1
Spinach	Tunnel	Mild	9M	10	11	12	1
Spinach	Tunnel	Mild	9M	10	12	12	1
Squash	Outside	Mild	9M	5	8	10	1
Squash	Outside	Mild	9M	5	8	11	1

Crop	LOC	CLIM	MS	PM	HS	HE	SHmin
Squash	Outside	Mild	9M	4	9	10	1
Squash	Outside	Mild	9M	5	9	10	1
Strawberry	Outside	Mild	9M	9	5	10	1
Sweet pepper	Tunnel	Mild	9M	4	6	8	2
Sweet pepper	Tunnel	Mild	9M	4	7	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	2
Sweet pepper	Tunnel	Mild	9M	5	9	11	2
Tomato (cherry)	Tunnel	Mild	9M	3	6	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Mild	9M	4	6	10	1
Tomato (cherry)	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	9M	4	6	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	9M	4	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	1
Tomato (classic)	Tunnel	Mild	9M	6	8	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	9M	4	6	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	9M	3	7	9	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	9M	5	7	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	9M	6	8	10	1
Tomato (heritage)	Tunnel	Mild	9M	5	8	11	1
Turnip (fresh)	Outside	Mild	9M	2	4	5	1
Turnip (fresh)	Outside	Mild	9M	3	5	6	1
Turnip (fresh)	Outside	Mild	9M	4	7	8	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	9M	2	4	5	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	9M	3	5	5	1
Turnip (fresh)	Tunnel	Mild	9M	3	5	6	1

4 APPENDIX 3.D: SENSITIVITY ANALYSIS OF THE MODEL

Method

This sensitivity analysis was carried out to identify the impact of the parameters on the model's outputs. The primary goal of this project was to assess the viability of scenarios based on their ability to generate a sufficient income for a given level of workload.

Two levels of annual workload were examined in the paper: 1800 h or 2500 h. (**Tables 3.D.1** and **Table 3.D.2**) on the income generated for an annual workload of 2150 h, the average of these two workloads. As all parameters were not involved in all scenarios, the impact of each parameter was analysed only for the scenarios where it was involved. This approach prevented underestimation of the impact of parameters that were not important in all scenarios, an approach that is consistent with our goal of comparing contrasted scenarios, not to provide an average estimation for all scenarios. Simulations were run, iteratively and for each parameter, without changing the parameter value or by increasing or decreasing the parameter value by 10%. The same number of simulations was run in this endeavour that were run in the study: 1000 simulations per technical system, marketing strategy, and investment hypothesis. For each parameter, the effect of changing the average income was compared to the mean income of the scenarios without change (**Figure 3.D.1** and **Figure 3.D.2**).

Table 3.D.1: Parameters considered in the sensitivity analysis from sub-models SM1 and SM2

Name	Description	Initial value	Alternative values (+ and - 10%)		Unit	Scenarios used for analysis
Ym	Mean of the intercept of the model estimating the yields (Y) per square meter	0.375	0.4125	0.3375	Log (kg m^{-2})	All
Y1	Mean of the fixed effect of "Motorised labour only for tillage" on Y	0.4811	0.52921	0.43299	Log (kg m^{-2})	Mi
Y2	Mean of the fixed effect of "Manual labour only" on Y	0.3216	0.35376	0.28944	Log (kg m^{-2})	Bi
Yf	Standard deviation of the random effect of farms on Y	0.1352	0.14872	0.12168	Log (kg m^{-2})	All
Wm	Mean of the intercept of the model estimating production workload (Wp) per square meter	3.0853	3.39383	2.77677	Log (min m^{-2})	All
Wm1	Mean of the fixed effect of "Motorised labour only for tillage" on Wp	-0.3657	-0.40227	-0.32913	Log (min m^{-2})	Bi
Wm2	Mean of the fixed effect of "Manual labour only" on Wp	-0.1159	-0.12749	-0.10431	Log (min m^{-2})	Mi
Wm3	Mean of the fixed effect of "Low input practices" on Wp	0.4707	0.51777	0.42363	Log (min m^{-2})	Bi and Mi
Wm4	Mean of the fixed effect of "Self-building of equipment" on Wp	0.5139	0.56529	0.46251	Log (min m^{-2})	LS
Wf	Standard deviation of the random effect of farms on Wp	0.2062	0.22682	0.18558	Log (min m^{-2})	All
Yc	Standard deviation of the random effects of crops on Y*	0.6978	0.76758	0.62802	Log (kg m^{-2})	All
Wc	Standard deviation of the random effects of crops on Wp**	0.4623	0.50853	0.41607	Log (min m^{-2})	All

*The initial value of the impact of each crop on Y was increased or decreased, respectively, by 10%; **The initial value of the impact of each crop on Wp was increased or decreased, respectively, by 10%; Mi, Manual; Bi, Bio-intensive

Table 3.D.2: Other parameters of the model considered in the sensitivity analysis

Name	Description	Initial value	Alternative values	Unit	Scenarios used for analysis
P	Crop prices	see Table 2	+10% and -10% of the value of all parameters	€ kg^{-1}	All
MCIt	Maximal cropping intensity in tunnels	see Table 5		%	All
MCIo	Maximal cropping intensity outdoors	see Table 5		%	All
SFt	Share of footpaths in the tunnels UAA	20%		%	All
SFo	Share of footpaths in the outdoors UAA	35%		%	All
VC	Variable costs	see Table 6		%	All
FC	Fixed costs, social security and insurance	see Table 6		€ per farm	All
FS	Fixed subsidies	see Table 6		€ per farm	All
FM	Subsidies per square meter of UAA	see Table 6		€ m^{-2}	All
FI	Fixed investment per farm	see Table 7		€ per farm	HS and LS
LI	Initial investment per square meter of land	see Table 7		€ m^{-2}	HS and LS
TI	Initial investment per square meter of tunnels	see Table 7		€ m^{-2}	HS and LS
SS	Additional subsidies for setting up per unit area of land	see Table 7		€ m^{-2}	HS and LS

HS, High cost of setting up; LS, Low cost of setting up; UAA, Utilised agricultural area

Results

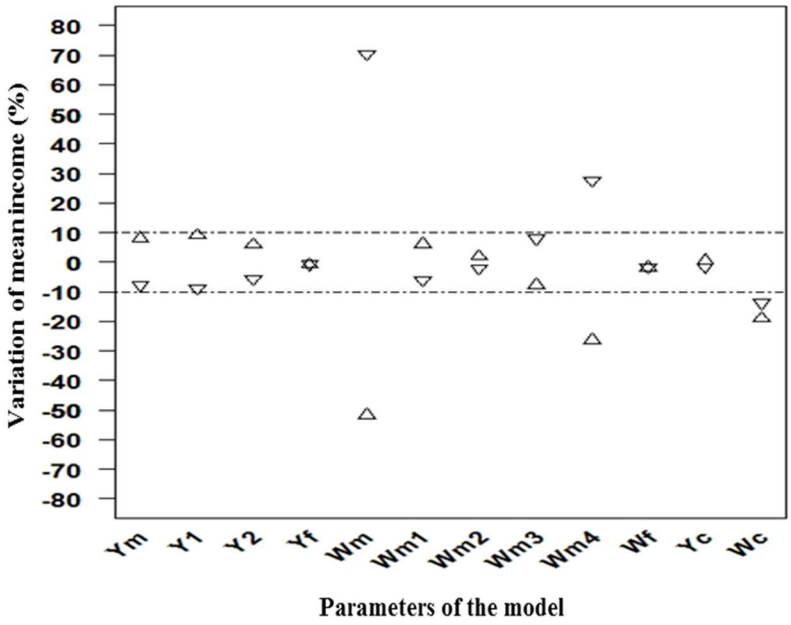


Figure 3.D.1: Variation in mean income caused by parameters from sub-models 1 and 2 with a workload of 2150 h

Triangles represent a 10% increase; upside-down triangles represent a 10% decrease. Only scenarios in which the parameters were involved are presented.

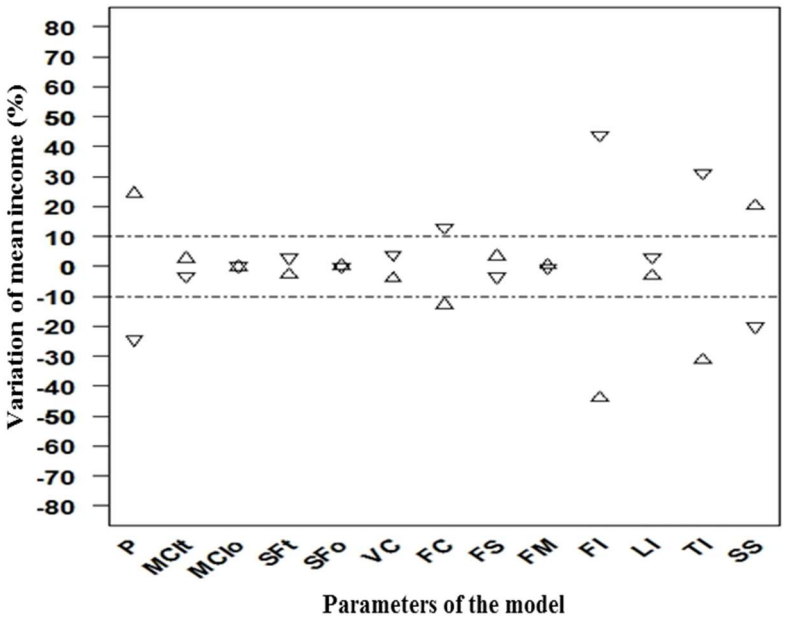


Figure 3.D.2: Variation en mean income caused by variation of other parameters

Triangles represent a 10% increase; upside-down triangles represent a 10% decrease. Only scenarios in which the parameters were involved are presented.

Discussion

Of the parameters examined, income was the most sensitive to Wm, as can be seen from the intercept of SM2 predicting production workload. The effect of the farmer building his own equipment (Wm4) and the type of crop (Wc) on production workload were also sensitive parameters. It may be that the precise measurement of a farmer's workload is a key issue in building such a model, although precise data on workload are not easy to collect. The model had low sensitivities to the parameters related to yields.

Income was highly sensitive to the level of prices (P), fixed costs (FI), initial investment for tunnels (TI), setting up subsidies (SS), and not particularly sensitive to other parameters.

Further development of the model will require improving the data collection on these parameters. Variations of these parameters may also be the basis of other contrasted scenarios to investigate, for example, comparing scenarios with high selling prices to those with low selling prices, or scenarios with different amounts of setup subsidies, especially considering that complementary subsidies exist only in some regions of France and that some farmers refuse any kind of subsidy based on ethical considerations.

Annexe de l'article 5

1 APPENDIX 5.A: ADAPTING THE FRENCH SIMULATION MODEL MERLIN TO LONDON URBAN FARMS

Generating cropping plans to match London microfarmers' land use strategy

The initial cropping plan sub-model developed in MERLIN aimed to match commercial requirements of French microfarms located in rural area and selling their produce through weekly vegetables boxes schemes. For these farmers, the major challenge was to provide every week a satisfying quantity and diversity of crops to keep consumer loyalty. This diversity of crops included winter storage crops such as potatoes which were long cycle crops with low added value compared to other crops. The analysis of the London data highlighted that independently of the marketing channel (B, M or R), the main marketing objective of London microfarmers was to maximise the use of their limited cultivated acreage while growing short cycle high added value crops with the constraint of respecting rotation criteria which were judged as central for organic market gardening. This strategy relied on the fact that marketing channels implemented by London microfarms were more flexible than the French ones. Produce were sold only when available and in the case of vegetables boxes (B) the offer of the boxes was always complemented by produce coming from other sources (rural British farmers or organic wholesalers) which eased the constraints of diversity and quantities of crops to be harvested every week. Inspired by the 10 London case studies, two contrasted marketing offers were considered:

- Selling a wide range of produce (**W**): 35 crops were grown to contribute significantly to the diet requirements of urban people in terms of vegetables, even if winter storage crops were not grown because of their low added value and long cycles
- Focusing on greens (**G**): only short cycle high added value leaf vegetables, salad and herb (10 crops) were grown to maximise sales per unit area which

The crops considered by the model for each marketing offer are presented in Table 5.4 of the paper. A cropping plan referred to the acreages occupied by all the different crops every year and their spatial distribution within a farming land (Dury *et al.*, 2012). Two locations were considered for spatial distribution: outdoor area and tunnels area. For each location, the cropping cycles' possibilities were drawn in a database of cropping cycles characterised by planting month and harvesting period (in months). This database had been built on French data in two climatic zones. For the London simulations, only the cropping possibilities of the cool climatic zone were considered, based on the climate of Normandy close to London climate. These cropping cycles are detailed in appendixes of Morel and Léger (under review). The London cropping database contained 274 cropping cycles' possibilities for W and 128 for G (**Table 5.A.1**). Four possibilities were considered for the share of tunnels acreage (St) to cover the diversity highlighted by the 10 London farms: 0%, 15%, 30% or 40% of tunnels in the cultivated acreage. The crop planning sub-model of MOD was adapted to the London marketing

strategies replacing diversity and quantity criteria by rotation criteria. Rotation criteria were built based on the London data and were the following: 4 year rotation between the same botanical family (described in **Table 5.4**) in outdoor area for W, and 3 year rotation for W in tunnels and for G in outdoor and tunnels area. Iteratively for each month, the sub-model affected a share of cultivated acreage from 0 to the maximal acreage allowed by botanical family (1/length of rotation) to cropping cycles drawn randomly according to the share of tunnels in the cultivated acreage and the cropping possibilities of the month. The cropping plan was generated to maximise the use of the cultivated acreage over the year considering the cropping cycles drawn randomly and respect rotation criteria.

Estimating yields and production workload per crop based on London microfarmers' practices

Yields (Y), in kg.m-^{2} and production workload (Wp), in min.m-^{2}, were estimated using respectively the sub-models SM1 and SM2 of MERLIN presented in Morel and Léger (under review). These sub-models estimated yields and production workload per unit area of cultivated acreage for different crops according to different farmers' practices (motorisation level, low input practices, self-building of equipment) and accounted for variability between farms with a random farm effect. For the London farms, manual labour was implemented for most cropping activities but superficial tillage was occasionally realised with small motorisation. We therefore considered that the effect of motorisation for London microfarms was the average between the effects corresponding to "manual labour" and "motorisation only for tillage" in SM1 and SM2 for French microfarms. Ecological practices were implemented to reduce the use of external commercial fertilisers and phytosanitary products (low input practices) as described in the introduction of this paper. To set up the farm, most microfarmers self-built equipment based on second-hand or recycled material to reduce costs. As in Morel and Léger (ref), two stages in the farm life were considered to estimate production workload: a setting up stage (S) where self-building affected workload and a running stage (R) where no self-building was considered. The impact of farming practices in the different stages and of crops are presented in **Table 5.A.2**. SM1 and SM2. SM1 and SM2 calculated respectively log (Y) and log (WP). For each cropping plan, log(Y) and log(Wp) were calculated for the different crops and stages adding the impact of practices and the impact of the crop. For each cropping plan, a farm effect was drawn randomly in a normal distribution of mean 0 and standard deviation indicated in the table. This farm effect was added to the effect of crops and practices to account for the variability between farms. Y and Wp were then calculated transforming logarithms with the exponential function. To account for the cooler climate in London than in Northern France, yields of crops grown outdoors were affected a coefficient of 70% to make them match the yields data available from London microfarms. Crops grown in tunnels were not affected.

Calculating land and labour productivity

Based on crop planning, yields and production workload for every crop, yields and production workload were calculated per unit surface area of cultivated acreage. Utilised agricultural area (UAA) was calculated based on cultivated acreage considering than 50% of utilised agricultural area was dedicated to cultivation (average on the 10 London farms). The rest of UAA was dedicated to footpaths between cropping beds, wildlife refuges such as flower strips or hedges and buildings. The amount of sales per unit UAA (SA_uaa) was calculated using two prices hypotheses: high price (HP) or low price (LP) (**Table 5.4**). These two levels of prices were characterised based on semi-directive interviews and Sustain (2016) to account for the diversity of pricing strategy of London microfarms. Only the sales of vegetables were considered (no sales of seedlings). Global workload was calculated integrating commercial workload to production workload. Three levels of commercial workload (CW) were considered: CW1 (20% of global workload dedicated to commercial tasks), CW2 (30%), CW3 (40%). This accounted for the diversity encountered in the London microfarms for commercial workload according to marketing channels and contexts. The amount of sales per h labour (SA_l) was calculated considering this global workload. Production costs, excluding labour, access to land, equipment depreciation or banks loans to pay, accounted from 20% to 30% of sales in the 10 London farms. Equipment depreciation and bank loans payment were not considered as most microfarms relied on donations and crowdfunding for initial investment. For each simulation, the amount of production costs (PC) was drawn randomly within this range. Added value (AV) was defined as the money (in £) remaining from sales once PC had been paid. Land productivity (LanP) was defined as the added value created per unit UAA. Labour productivity (LabP) was defined as the added value created per unit labour. LanP and LabP were calculated as follow:

$$LanP=SA_uaa*(1-PC) \quad (\textbf{Eq. 5.A.1})$$

$$LabP=SA_l*(1-PC) \quad (\textbf{Eq. 5.A.2})$$

The viability of simulations was assessed based on LanP and LabP as described in the paper.

Table 5.A.1: cropping cycles considered in the crop planning sub-model of MERLIN for London microfarms

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Aubergine	Tunnel	6	7	9	No	Solanaceae
Aubergine	Tunnel	5	8	10	No	Solanaceae
Broad bean	Outdoors	3	6	7	No	Fabaceae
Broad bean	Outdoors	3	7	7	No	Fabaceae
Broad bean	Tunnel	1	6	7	No	Fabaceae
Broad bean	Tunnel	2	6	7	No	Fabaceae
Broccoli	Outdoors	4	6	7	No	Brassicaceae
Broccoli	Outdoors	8	11	11	No	Brassicaceae
Brussels sprouts	Outdoors	8	1	2	No	Brassicaceae
Brussels sprouts	Outdoors	6	12	2	No	Brassicaceae
Cabbage	Outdoors	9	3	3	No	Brassicaceae
Cabbage	Outdoors	4	8	8	No	Brassicaceae
Cabbage	Outdoors	5	9	10	No	Brassicaceae
Cabbage	Outdoors	6	10	12	No	Brassicaceae
Cabbage	Outdoors	7	11	12	No	Brassicaceae
Cabbage	Tunnel	9	4	5	No	Brassicaceae
Cabbage	Tunnel	2	5	6	No	Brassicaceae
Cabbage	Tunnel	3	6	7	No	Brassicaceae
Cauliflower	Outdoors	5	8	8	No	Brassicaceae
Cauliflower	Outdoors	7	10	10	No	Brassicaceae
Cauliflower	Outdoors	8	11	11	No	Brassicaceae
Celery	Outdoors	5	8	11	No	Apiaceae
Celery	Tunnel	7	11	12	No	Apiaceae
Chard	Outdoors	4	6	9	Yes	Chenopodiaceae
Chard	Outdoors	7	9	10	Yes	Chenopodiaceae
Chard	Tunnel	3	6	9	Yes	Chenopodiaceae
Chard	Tunnel	9	10	12	Yes	Chenopodiaceae
Chard	Tunnel	10	12	2	Yes	Chenopodiaceae
Chicoree	Outdoors	8	10	11	Yes	Asteraceae
Chicoree	Tunnel	7	9	12	Yes	Asteraceae
Chicoree	Tunnel	9	10	12	Yes	Asteraceae
Chilli	Tunnel	5	8	10	No	Solanaceae
Chinese cabbage	Outdoors	4	5	5	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Outdoors	7	9	9	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Outdoors	8	10	10	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Tunnel	3	4	4	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Tunnel	4	5	5	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Tunnel	6	7	7	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Tunnel	9	9	10	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Tunnel	10	10	1	Yes	Brassicaceae
Chinese cabbage	Tunnel	9	10	12	Yes	Brassicaceae

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Chinese cabbage	Tunnel	9	11	11	No	Brassicaceae
Claytonia	Outdoors	9	10	10	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Outdoors	8	11	12	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	10	1	2	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	10	1	1	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	11	2	3	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	1	2	2	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	11	2	2	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	12	2	2	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	2	3	3	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	9	11	12	Yes	Portulacaceae
Claytonia	Tunnel	9	12	1	Yes	Portulacaceae
Courgette	Outdoors	5	7	9	No	Cucurbitaceae
Courgette	Outdoors	7	9	11	No	Cucurbitaceae
Courgette	Tunnel	4	7	8	No	Cucurbitaceae
Courgette	Tunnel	7	9	9	No	Cucurbitaceae
Cucumber	Tunnel	5	7	9	No	Cucurbitaceae
Cucumber	Tunnel	6	7	9	No	Cucurbitaceae
Cucumber	Tunnel	5	8	9	No	Cucurbitaceae
Cucumber	Tunnel	6	9	10	No	Cucurbitaceae
Fennel	Outdoors	5	7	10	No	Apiaceae
Fennel	Outdoors	6	7	7	No	Apiaceae
Fennel	Outdoors	7	8	11	No	Apiaceae
Fennel	Outdoors	6	8	9	No	Apiaceae
Fennel	Outdoors	5	8	8	No	Apiaceae
Fennel	Outdoors	8	10	11	No	Apiaceae
Fennel	Outdoors	7	10	10	No	Apiaceae
Fennel	Tunnel	3	4	4	No	Apiaceae
Fennel	Tunnel	3	5	5	No	Apiaceae
Fennel	Tunnel	3	7	7	No	Apiaceae
Fennel	Tunnel	6	9	9	No	Apiaceae
Fennel	Tunnel	7	10	10	No	Apiaceae
French bean	Outdoors	3	7	8	No	Fabaceae
French bean	Outdoors	4	7	8	No	Fabaceae
French bean	Outdoors	5	8	9	No	Fabaceae
French bean	Outdoors	6	8	9	No	Fabaceae
French bean	Outdoors	5	8	8	No	Fabaceae
French bean	Outdoors	7	9	10	No	Fabaceae
French bean	Outdoors	6	9	9	No	Fabaceae
French bean	Tunnel	5	7	8	No	Fabaceae
French bean	Tunnel	6	8	9	No	Fabaceae
French bean	Tunnel	7	10	10	No	Fabaceae
Herbs	Outdoors	4	5	10	Yes	Miscellaneous
Herbs	Outdoors	5	8	10	Yes	Miscellaneous

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Herbs	Outdoors	6	9	10	Yes	Miscellaneous
Herbs	Tunnel	4	6	11	Yes	Miscellaneous
Herbs	Tunnel	9	11	3	Yes	Miscellaneous
Kale	Outdoors	6	2	3	Yes	Brassicaceae
Kale	Outdoors	10	2	5	Yes	Brassicaceae
Kale	Outdoors	10	3	5	Yes	Brassicaceae
Kale	Tunnel	11	1	2	Yes	Brassicaceae
Kale	Tunnel	2	3	4	Yes	Brassicaceae
Kale	Tunnel	10	10	2	Yes	Brassicaceae
Kohlrabi	Outdoors	4	7	7	No	Brassicaceae
Kohlrabi	Outdoors	7	8	9	No	Brassicaceae
Kohlrabi	Outdoors	7	10	12	No	Brassicaceae
Kohlrabi	Tunnel	10	2	2	No	Brassicaceae
Kohlrabi	Tunnel	2	4	5	No	Brassicaceae
Kohlrabi	Tunnel	3	5	6	No	Brassicaceae
Kohlrabi	Tunnel	4	6	8	No	Brassicaceae
Leek	Outdoors	10	1	1	No	Alliaceae
Leek	Outdoors	8	2	2	No	Alliaceae
Leek	Outdoors	4	8	9	No	Alliaceae
Leek	Outdoors	6	10	12	No	Alliaceae
Leek	Outdoors	6	12	3	No	Alliaceae
Leek	Tunnel	10	4	4	No	Alliaceae
Leek	Tunnel	3	6	6	No	Alliaceae
Leek	Tunnel	4	8	9	No	Alliaceae
Leek	Tunnel	5	9	10	No	Alliaceae
Leek	Tunnel	8	10	10	No	Alliaceae
Lettuce	Outdoors	4	5	5	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	5	6	6	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	4	7	7	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	5	7	7	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	6	7	7	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	6	8	9	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	5	8	8	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	6	8	8	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	7	8	8	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	7	9	9	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	8	9	9	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	8	10	10	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	9	10	10	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	10	11	11	Yes	Asteraceae
Lettuce	Outdoors	9	12	12	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	10	1	1	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	9	3	4	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	3	4	5	Yes	Asteraceae

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Lettuce	Tunnel	10	4	4	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	12	4	4	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	4	5	6	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	3	5	5	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	4	5	5	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	5	6	7	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	4	6	6	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	6	7	8	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	5	7	7	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	8	8	10	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	7	8	9	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	9	9	9	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	9	10	11	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	9	10	10	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	10	11	11	Yes	Asteraceae
Lettuce	Tunnel	11	12	12	Yes	Asteraceae
Melon	Tunnel	6	9	10	No	Cucurbitaceae
Mixed leaves 1	Outdoors	8	10	10	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Outdoors	4	5	8	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Outdoors	5	6	9	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Outdoors	6	7	10	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Outdoors	7	8	11	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Outdoors	8	9	12	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	11	2	2	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	12	3	3	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	3	4	6	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	2	4	5	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	4	5	6	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	5	6	8	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	4	6	6	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	7	7	9	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	8	10	1	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	6	10	11	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	9	11	12	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	10	11	12	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 1	Tunnel	10	12	1	Yes	Brassicaceae
Mixed leaves 2	Outdoors	8	10	10	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Outdoors	4	5	8	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Outdoors	5	6	9	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Outdoors	6	7	10	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Outdoors	7	8	11	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Outdoors	8	9	12	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	11	2	2	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	12	3	3	Yes	Miscellaneous

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Mixed leaves 2	Tunnel	3	4	6	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	2	4	5	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	4	5	6	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	5	6	8	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	4	6	6	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	7	7	9	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	8	10	1	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	6	10	11	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	9	11	12	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	10	11	12	Yes	Miscellaneous
Mixed leaves 2	Tunnel	10	12	1	Yes	Miscellaneous
Pea	Outdoors	3	6	7	No	Fabaceae
Pea	Outdoors	4	6	7	No	Fabaceae
Pea	Outdoors	3	6	6	No	Fabaceae
Pea	Outdoors	4	7	7	No	Fabaceae
Pea	Outdoors	5	8	8	No	Fabaceae
Pea	Outdoors	7	9	10	No	Fabaceae
Pea	Tunnel	1	3	4	No	Fabaceae
Pea	Tunnel	2	5	6	No	Fabaceae
Pea	Tunnel	2	5	5	No	Fabaceae
Pea	Tunnel	4	6	6	No	Fabaceae
Radish	Outdoors	3	4	4	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	3	5	5	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	4	5	5	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	5	6	6	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	6	8	9	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	8	9	10	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	8	9	9	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	7	11	1	No	Brassicaceae
Radish	Outdoors	8	12	1	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	10	3	4	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	2	4	4	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	3	4	4	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	3	5	5	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	4	5	5	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	5	6	6	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	7	8	8	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	9	10	10	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	9	11	12	No	Brassicaceae
Radish	Tunnel	10	12	3	No	Brassicaceae
Spinach	Outdoors	10	2	4	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Outdoors	9	3	3	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Outdoors	4	5	6	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Outdoors	3	5	5	Yes	Chenopodiaceae

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Spinach	Outdoors	8	10	10	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Outdoors	9	12	1	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	10	1	3	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	9	2	2	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	11	2	2	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	2	4	4	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	3	4	4	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	10	4	4	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	1	5	5	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	2	5	5	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	11	5	5	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	9	11	11	Yes	Chenopodiaceae
Spinach	Tunnel	9	12	3	Yes	Chenopodiaceae
Spring onion	Outdoors	4	6	6	No	Alliaceae
Spring onion	Outdoors	4	7	9	No	Alliaceae
Spring onion	Outdoors	5	8	10	No	Alliaceae
Spring onion	Tunnel	10	4	4	No	Alliaceae
Spring onion	Tunnel	9	5	6	No	Alliaceae
Spring onion	Tunnel	4	6	7	No	Alliaceae
Spring onion	Tunnel	3	6	6	No	Alliaceae
Spring onion	Tunnel	4	6	6	No	Alliaceae
Squash	Outdoors	5	9	10	No	Cucurbitaceae
Squash	Tunnel	4	8	8	No	Cucurbitaceae
Squash	Tunnel	5	9	9	No	Cucurbitaceae
Strawberry	Outdoors	9	7	9	No	Rosaceae
Strawberry	Tunnel	9	5	10	No	Rosaceae
Sweet pepper	Tunnel	4	7	10	No	Solanaceae
Sweet pepper	Tunnel	4	7	9	No	Solanaceae
Sweet pepper	Tunnel	5	8	10	No	Solanaceae
Sweet pepper	Tunnel	6	8	10	No	Solanaceae
Sweet pepper	Tunnel	5	8	9	No	Solanaceae
Sweet pepper	Tunnel	7	9	10	No	Solanaceae
Tomate (cherry)	Tunnel	4	7	10	No	Solanaceae
Tomate (cherry)	Tunnel	6	7	10	No	Solanaceae
Tomate (cherry)	Tunnel	3	7	9	No	Solanaceae
Tomate (cherry)	Tunnel	4	8	10	No	Solanaceae
Tomate (cherry)	Tunnel	5	8	9	No	Solanaceae
Tomate (heritage)	Tunnel	4	7	10	No	Solanaceae
Tomate (heritage)	Tunnel	6	7	10	No	Solanaceae
Tomate (heritage)	Tunnel	4	8	10	No	Solanaceae
Tomate (heritage)	Tunnel	5	8	10	No	Solanaceae
Young beetroot	Outdoors	5	7	8	No	Chenopodiaceae
Young beetroot	Outdoors	8	11	11	No	Chenopodiaceae
Young beetroot	Tunnel	9	3	3	No	Chenopodiaceae

Crop	Location	Planting month	Harvest starting month	Harvest ending month	Green	Botanical familiy
Young beetroot	Tunnel	2	5	5	No	Chenopodiaceae
Young beetroot	Tunnel	3	6	8	No	Chenopodiaceae
Young beetroot	Tunnel	4	7	8	No	Chenopodiaceae
Young garlic	Tunnel	11	3	5	No	Alliaceae
Young turnip	Outdoors	10	3	3	No	Brassicaceae
Young turnip	Outdoors	4	5	7	No	Brassicaceae
Young turnip	Outdoors	8	10	12	No	Brassicaceae
Young turnip	Outdoors	7	11	12	No	Brassicaceae
Young turnip	Tunnel	9	1	3	No	Brassicaceae
Young turnip	Tunnel	11	3	3	No	Brassicaceae
Young turnip	Tunnel	3	5	6	No	Brassicaceae
Young turnip	Tunnel	3	5	5	No	Brassicaceae
Young turnip	Tunnel	4	5	5	No	Brassicaceae

Table 5.A.2: parameters of SM1 for predicting yields (Y) and SM2 for predicting production workload (Wp)

Effect of farming practices	Log(Y)	Log(Wp)
Intercept	0.375	3.0853
Motorisation: manual labour and occasional motorised tillage	0.40135	-0.2408
Low input practices	No effect	0.4707
Self-building of equipment	No effect	0.5139
Global effect of practices in the S stage	0.77635	3.8291
Global effect of practices in the R stage	0.77635	3.3152

Effect of crops	Log(Y)	Log(Wp)
Aubergine	0.63	0.38
Broad bean	-0.06	-0.16
Broccoli	-1.04	-0.51
Brussels sprouts	-0.66	-0.05
Cabbage	0.53	-0.28
Cauliflower	-0.82	-0.47
Celery	0.17	-0.37
Chard	0.05	-0.34
Chicory	-0.42	-0.73
Chilli	-1.96	-0.14

Effect of crops	**Log(Y)**	**Log(Wp)**
Chinese cabbage	0.29	-0.18
Claytonia	-0.86	0.29
Courgette	0.86	-0.10
Cucumber	1.15	1.22
Fennel	-0.24	-0.24
French bean	-0.26	-0.01
Herbs	-0.38	-0.17
Kale	-0.79	-0.19
Kohlrabi	0.47	-0.27
Leek	0.03	0.30
Lettuce	0.10	-0.42
Melon	0.50	-0.12
Mixed salad leaves 1	-0.92	0.12
Mixed salad leaves 2	-0.92	0.12
Pea	-0.72	0.11
Radish	-0.31	-0.28
Spinach	-0.82	0.06
Spring garlic	-0.69	-0.12
Spring onion	-0.22	0.06
Squash	0.38	-0.39
Strawberry	-0.45	0.14
Sweet pepper	0.43	0.17
Tomato (cherry)	1.05	1.26
Tomato (heritage)	1.07	1.27
Young beetroot	0.18	-0.26
Young turnip	0.23	-0.29

Variability		
Standard deviation of farm effect	0.1352	0.2062

For more details about the way the initial model was built, see Morel *et al.* (under review). Contrary to this previous work, we did not integrate here random variability among farms here given the already high number of variables in this study. Moreover, the variability considered previously was to address the diversity of pedoclimatic contexts in northern France. Here, we decided only to consider mean values in first approximation assuming that the variability among pedoclimatic contexts in London was less important.

ANNEXES GENERALES : DIFFUSION DE MES TRAVAUX DE THESE

1 ANNEXE A : ACTIONS DE DIFFUSION DIVERSE

1.1 PRESENTATIONS A DES COLLOQUES ET SEMINAIRES SCIENTIFIQUES

Au-delà des communications et des articles qui sont la base de ma thèse. J'ai également contribué aux travaux suivants :

- Morel, K., & Léger, F. (2014). A conceptual model to grasp the complexity of agroecological microfarms. *Book of abstracts of the 3rd Belgian Agroecology Meeting, Bruxelles:* 12-13.

- Léger, F., & Morel, K. (2016). Social anchoring in the community and the design of viable organic market gardening microfarms. Proceedings of the Symposium for Innovation in Integrated and Organic Horticulture, Avignon, 2015 published in *Acta Horticulturae* (1137): 267–274.

- Morel, K., & Léger, F. (2016). Creation of added value in direct selling microfarms: a quantitative exploration through modelling. *Book of abstracts of the 5th Belgian Agroecology Meeting, Bridging gaps between principles and practices in agro-ecology, Gand:* 54-46. *http://www.bam.ugent.be/bambook2016.pdf*
- Morel, K. (2016). Importer le Rêve Aborigène dans l'espace agricole occidental : Transformations et (ré)-appropriations. Communication revue par les pairs au colloque transdisciplinaire *Rêve et Espace*, organisé à l'Université de Montréal les 15 et 16 septembre 2016. Cette communication sera adaptée pour la rédaction d'un ouvrage collectif regroupant les présentations du colloque.

1.2 PARTICIPATION A DES OUVRAGES COLLECTIFS

Un article est en cours de rédaction avec François Léger intitulé « *Impact du bénévolat, de l'implication des consommateurs et de la récupération de matériel sur la viabilité économique des microfermes »* pour un ouvrage collectif intitulé « *Les collectifs bio : entre idéalisation et réalisation »* dirigé par Denise Van Dam, Séverine Lagneaux, Michel Streith, Jean Nizet. L'ouvrage sera publié en 2017.

1.3 ENCADREMENT DE MEMOIRE

J'ai encadré le mémoire de fin d'études d'ingénieur agronome suivant :

- Humbaire, L. (2015). *Les enjeux de coopération des microfermes maraîchères biologiques. Quels impacts sur la viabilité d'un système émergent ? Etude de cas en Isère et en Lorraine.* Mémoire de fin d'étude d'ingénieur agronome. Option Agriculture,

Environnement, Territoire. VetAgro Sup Clermont-Ferrand. Encadrant : Kevin Morel. Enseignant référent : Michel Gasperin.

1.4 DIFFUSION VERS UN PLUS LARGE PUBLIC

Trois documents de diffusion spécifiquement orientés pour un public agricole ont été produits au cours de ma thèse. Etant donné qu'ils reprennent en détails les différentes sorties de mes travaux, il serait redondant de les inclure ici.

- Le premier intitulé « *Une ferme maraîchère biologique viable sans motorisation? Le cas d'une approche holistique inspirée par la permaculture »* fait 7 pages et est une traduction et adaptation en français de l'article 1. Il est consultable à *https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01200636*
- Le deuxième intitulé « *Aspirations, stratégies et compromis des microfermes maraîchères biologiques »* fait 14 pages et reprend les principaux enseignements de l'article 2. Il est consultable à *https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01206302*
- Le troisième intitulé « *Microfermes : un regard de chercheur »* fait une vingtaine de pages et articule les résultats qualitatifs de l'article 2 et les sorties quantitatives de simulation de l'article 3. Il constituera le chapitre de conclusion d'un livre intitulé *« Créer sa microfermes en permaculture* » dont la rédaction a été menée par Linda Bedouet, une des maraîchères enquêtées et qui sera publié aux Editions Rustica en 2017. Ce chapitre, sera la base du document que je compte remanier et enrichir de discussions avec les acteurs de terrain comme évoqués dans la discussion.

J'ai également présenté mes travaux à plusieurs conférences grand-public et salons agricoles. Les principales interventions sont :

- Organisation et animation d'une conférence publique à AgroParisTech intitulée « *Permaculture et agroécologie* » faisant intervenir Rafter Sass-Ferguson de l'Université de l'Illinois, François Léger et Anne-Cécile Daniel de l'équipe Agricultures Urbaines, UMR SADAPT, AgroParisTech-INRA. Elle est visible à *http://www.agroparistech.fr/podcast/Permaculture-et-agroecologie-2502.html*
- Présentation intitulée « *Viabilité de microfermes maraîchères agroécologiques* » présentée à la journée nationale organisée par l'association Fermes d'Avenir en octobre 2015 et au Centre d'Etudes et de Prospective du Ministère de l'Agriculture en novembre 2015.
- Présentation intitulée « *Penser une permaculture parisienne à la lumière de projets de permaculture urbaine et rurale dans le monde* » en novembre 2015 dans le cadre du cycle de conférence « *Quelle Permaculture en ville ? »* organisé par la Ville de Paris.

- Conférence de 1h30 intitulée « *Microfermes et permaculture : des rêves aux projets viables* » présentée à deux reprises en septembre 2016 au salon agricole biologique « *La Terre est notre Métier* », en Bretagne. Une vidéo a été réalisée et une version synthétique sera bientôt disponible sur le site internet de la Fédération Nationale d'Agriculture Biologique.

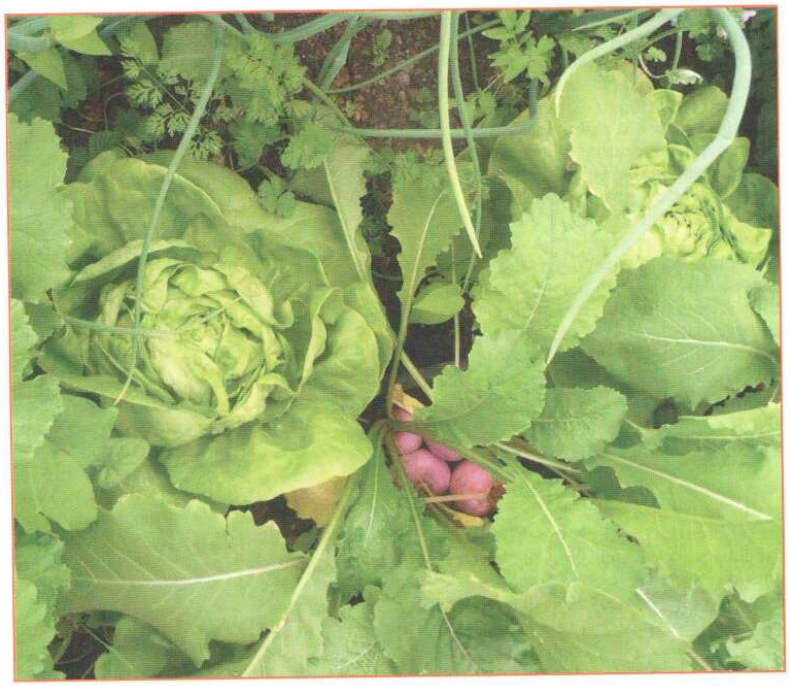
J'ai également présenté mes travaux dans plusieurs lycées agricoles et lors de discussions avec les conseillers en maraîchage biologique organisées par la Fédération Nationale d'Agriculture Biologique. J'ai participé à un documentaire intitulé « *Je nourris la Planète* » diffusé par la chaîne Planète Plus en automne 2015 avant la COP 21.

Etant donné l'intérêt suscité par les microfermes et ma posture de produire des connaissances utiles pour le terrain, j'ai accordé une attention particulière à la diffusion vers un large public de mes travaux au cours de la thèse. Les annexes suivantes présentent les principaux documents de diffusion réalisés pour un large public à partir de mon travail de thèse.

2 ANNEXE B : L'ESSOR DES MICROFERMES EN FRANCE

Publié dans l'Ecologiste (8-11/15)

DR



Ici, haute densité et associations de plantes (salades-navet) d'une microferme. L'association Fermes d'Avenir dirigée par Maxime de Rostolan souhaite contribuer à la création de 200 000 microfermes en France en vingt ans. L'association s'appuie sur une microferme modèle créée en 2013 au château de la Bourdaisière en Touraine, sur un réseau d'une vingtaine de microfermes et sur un conseil scientifique comprenant des chercheurs de l'INRA et d'Agroparistech. Site : www.fermesdavenir.org

L'essor des microfermes en France

Une petite ferme maraîchère biologique autour d'un hectare par actif, est-ce viable ? De nombreux projets ont vu le jour récemment en France. Kevin Morel réalise actuellement une thèse sur ce sujet et présente ses premiers résultats ici.

Depuis la fin de la Seconde guerre mondiale, une grande majorité des fermes françaises ont suivi une logique d'économie d'échelle, de maximisation des profits et de « rationalisation » de la production afin de fournir des matières premières standardisées pour les industries agro-alimentaires et la grande distribution. Au cours de cette industrialisation, de nombreuses petites fermes ont disparu au profit d'exploitations agricoles toujours plus grandes, nécessitant des investissements toujours plus lourds, employant de moins en moins de main d'œuvre « grâce » à la motorisation, produisant une diversité de plus en plus restreinte de plantes ou d'animaux, substituant engrais et produits phytosanitaires de synthèse à une gestion globale de la fertilité des sols et de la santé des écosystèmes.

A de nombreux égards, cette agriculture productiviste a été d'une redoutable efficacité pour remplir les objectifs qui lui avaient été fixés par la société. Il est donc nécessaire de ne pas tomber dans la diabolisation simpliste de cette phase de l'histoire agricole et encore moins dans la diabolisation des agriculteurs. Cependant, les preuves des impacts sociaux et environnementaux négatifs des modèles conventionnels s'accumulent. En réaction, de nombreuses initiatives agricoles alternatives voient le jour. Si ces initiatives ne datent pas d'aujourd'hui, elles semblent gagner en nombre et sont de plus en plus médiatisées.

Créer une microferme, c'est concrétiser un projet de vie global

Valorisation du travail manuel

Les microfermes font partie de ces initiatives. Sous ce terme, nous regroupons des fermes maraîchères biologiques en circuits courts qui ont fait le choix de cultiver une surface par actif inférieure à ce qui est habituellement conseillé en maraîchage. En effet, en maraîchage biologique diversifié, il est souvent recommandé de cultiver au moins 1,5 ha

(15 000 m²) alors que les microfermes que nous avons étudiées cultivaient entre 1 000 et 12 000 m² par actif (avec de nombreuses fermes entre 3 000 et 8 000 m²).

Ces fermes valorisent le travail à la main plutôt que le travail au tracteur, ce qui leur permet d'implanter plus de légumes sur une même surface. En effet, le tracteur contraint à laisser des espaces libres pour le passage des roues et à écarter suffisamment les plantes entre elles pour que les outils standards attelés puissent être utilisés. En valorisant le travail manuel, il est donc possible de resserrer les plantes et ainsi d'optimiser la couverture du sol et la réception de l'énergie lumineuse. De plus, les microfermes cultivent une très grande diversité de productions : de 30 à 80 types de légumes différents, ce qui est beaucoup plus qu'en maraîchage classique où il est généralement considéré qu'au-delà de 20 espèces cultivées la complexité et la charge de travail sont trop importantes !

Le travail à la main permet de cultiver beaucoup plus de légumes sur une même surface

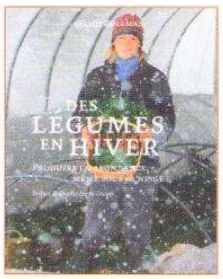
Ces fermes en-dehors des clous, plus petites et plus diversifiées que les standards, sont menées par un ou deux maraîchers, femmes et hommes qui sont le plus souvent non issues du milieu agricole. Ces néo-paysans ont des parcours professionnels très variés avec un niveau d'étude généralement élevé: ingénieurs, informaticiens, juristes, marins, techniciens etc. Cette « vie antérieure » leur confère l'avantage de ne pas être formatés par le milieu agricole et de ne pas hésiter à s'inspirer de pratiques alternatives pour la conception et la gestion de leur ferme comme la permaculture, le maraîchage biointensif, l'agriculture naturelle ou l'agriculture de conservation (voir encadré). De plus, leur choix volontaire de retour à la terre s'accompagne d'aspirations sociales et environnementales fortes.

Ainsi, créer une microferme, ce n'est pas uniquement créer une entreprise mais avant tout concrétiser un projet de vie global. Si les microfermes n'échappent à la nécessité de créer un revenu décent pour les agriculteurs, leur projet englobe de nombreuses autres dimensions : production de nourriture saine, contact avec la nature, aménagement d'un paysage esthétique, plaisir au travail, création de lien social, autonomie, équité, préservation des ressources et des écosystèmes, diversité des activités, stimulation intellectuelle via une expérimentation constante, etc. Ces aspirations multiples relèvent à la fois d'une recherche de qualité de vie sur la ferme mais aussi d'un engagement pour une société meilleure.

Des installations agricoles à coût modéré

Si aucune statistique n'existe sur le développement des microfermes en France, les enseignants professionnels en maraîchage biologique témoignent qu'un nombre croissant de leurs étudiants souhaitent s'installer dans des microfermes plutôt que dans des fermes classiques. De même, les formations portant sur la conception et la gestion de jardins ou de fermes alternatives connaissent un succès grandissant. Ces formations amènent de plus en plus d'urbains à s'intéresser à l'agriculture et parfois à se lancer dans des projets de microfermes. En parallèle, notre équipe de recherche qui s'intéresse aux microfermes reçoit constamment de nombreuses sollicitations provenant de collectivités urbaines qui souhaiteraient installer une microferme sur leur territoire. Cependant, à quelques rares exceptions près, la majorité des initiatives concrètes de microfermes s'observent pour l'instant en milieu rural.

Actuellement, plus d'un quart des installations agricoles classiques sont le fait de personnes non issues du milieu agricole. Pour ces néo-paysans qui ne peuvent reprendre une exploitation familiale, le défi est grand de trouver les terres disponibles et les fonds de départ nécessaires pour pouvoir réaliser les investissements considérables nécessaires à l'achat des bâtiments et des équipements d'une ferme de grande taille. A cet égard, les microfermes apparaissent comme une alternative séduisante car elles ne demandent que peu de surface et des investissements initiaux modérés comparés aux autres activités agricoles.



Dans le Maine, la microferme d'**Eliot Coleman** (né en 1938) procure en été du travail à sept personnes sur moins d'un hectare. Il est l'un des principaux spécialistes du maraîchage sur petite surface sans mécanisation aux Etats-Unis. Son principal ouvrage a été traduit en français sous le titre *Des Légumes en hiver* (Actes Sud, 2013) et préfacé par Charles Hervé-Gruyer, de la ferme du Bec-Hellouin (Normandie).

Les sources d'inspiration des microfermes

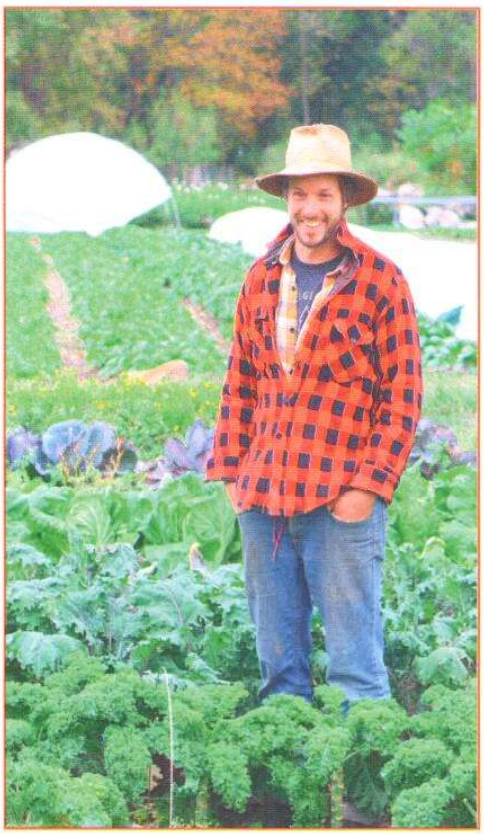
Permaculture : mode de pensée développé à la fin des années 80 en Australie. Sa particularité est de proposer des principes méthodologiques de « design » pour concevoir consciemment des paysages humains durables qui imitent les écosystèmes naturels.

Maraîchage biointensif : ensemble de techniques maraîchères qui visent à produire une grande quantité de légumes sur une petite surface même en hiver.

Agriculture naturelle : philosophie développée par le japonais Fukuoka et qui prône la limitation maximale des interventions humaines sur les cultures en laissant le plus de place possible à la vie naturelle de l'écosystème.

Agriculture de conservation : ensemble de techniques culturales qui visent à préserver et améliorer la qualité du sol en le travaillant peu ou pas, en le couvrant et en lui restituant/apportant de la matière organique régulièrement.

André Dumont



Une recherche de viabilité basée sur une pensée globale

Les microfermes font face à un défi de taille : générer un revenu sur une surface très petite tout en cultivant plus de plantes que ce qui est jugé « raisonnable » habituellement. Des enquêtes de terrain nous ont montré qu'il était possible de relever ce défi. Pour cela, les paysans ne mettent pas en avant de solution technique unique ou miracle mais plutôt une vision globale de la ferme qui assure une combinaison intelligente et cohérente de stratégies à différents niveaux: commercialisation, intégration à la communauté locale, pratiques de culture, aménagement de l'espace, organisation du travail, planification des cultures, types d'investissement et niveau d'équipement.

Les paysans des microfermes créent des écosystèmes cultivés hautement diversifiés à la grande richesse biologique dans le but de favoriser les régulations naturelles des maladies et des ravageurs des cultures. Cette diversité permet également de réduire le risque de perte en cas de problème climatique ou biologique. En effet, si une culture est perdue, il en reste des dizaines d'autres ! De plus, associer des plantes variées permet de mieux valoriser les ressources du sol car les plantes peuvent avoir des profondeurs et des modes d'enracinement différents. De même, combiner des plantes avec des tailles et des feuilles différentes permet de mieux intercepter la lumière, énergie renouvelable par excellence, base de la photosynthèse.

Contrairement à de nombreuses fermes maraîchères classiques, les microfermes attachent une grande importance aux arbres. Ces arbres sont souvent intégrés de manière astucieuse à la ferme pour couper le vent, accueillir de la biodiversité, produire des fruits en complément des légumes et créer de l'ombre pour les cultures et les maraîchers. Les microfermes accordent également beaucoup d'importance aux animaux pour renouveler la fertilité de leur sol en valorisant le fumier d'éleveurs voisins et le plus souvent d'un petit élevage intégré à la microferme, comme par exemple un poulailler. Cette imbrication forte d'une diversité de plantes, d'arbres et d'animaux permet de créer un cadre de vie plaisant sur la ferme qui profite aux paysans mais également au paysage local, aux visiteurs et aux consommateurs qui ont ainsi « envie » de venir sur la ferme.

Les relations humaines avec la communauté locale sont essentielles à la viabilité des microfermes

Si les microfermes visent à créer des écosystèmes hautement diversifiés et fonctionnels, elles accordent également une importance centrale aux relations humaines qu'elles créent avec la communauté locale. La commercialisation au contact direct des consommateurs est un élément clé de la constitution de liens humains forts avec la communauté. Mais ces liens sont également renforcés par de nombreuses autres activités: activités culturelles sur la ferme, accueil, visites pédagogiques, participation à la vie associative de la commune, etc. Les microfermes sont donc souvent très bien ancrées localement, ce qui leur permet de bénéficier gracieusement de ressources matérielles et humaines : dons et échanges de fumier, semences, équipement, coups de main, connaissances locales, compétences spécifiques etc. Cet ancrage humain semble être un des piliers de la viabilité de ces fermes au même titre que leur intelligence écologique.

De nombreuses questions

Si certaines des microfermes que nous avons enquêtées ont déjà atteint un équilibre économique satisfaisant, il n'en demeure pas moins que ces initiatives restent encore relativement jeunes en France. Leur durabilité sur le long terme soulève encore de nombreuses questions que seul le temps nous permettra de résoudre. Cependant, des expériences similaires plus anciennes menées dans d'autres pays (Australie, Etats-Unis) semblent confirmer la pérennité possible de ces fermes alternatives.

Pour assurer une telle pérennité, il est absolument primordial que les futurs paysans non issus du milieu agricole et parfois naïfs vis à vis des difficultés concrètes de l'activité maraîchère se confrontent concrètement au terrain avant de s'installer afin de tester leur motivation et d'acquérir un bagage

Kevin Morel
est ingénieur agronome. Il consacre sa thèse à la viabilité des microfermes maraîchères biologiques dans le cadre d'une unité mixte de recherche INRA / AgroParistech. Il travaille en partenariat avec une douzaine de microfermes au nord de la Loire, après plusieurs expériences en Amérique latine, en Irlande et en France consacrées à étudier la durabilité de différents systèmes agricoles.

Un Manuel d'agriculture biologique sur petite surface

Jean-Martin Fortier (voir photo p. 27) exploite depuis une quinzaine d'année une microferme en Estrie, au sud du Québec, avec une faible mécanisation et en agriculture biologique.

« Je sais qu'une planche de 30 mètres de laitue peut donner 500 $ en 40 jours, tandis qu'en brocoli, elle me donnera 400 $ en 95 jours, dit Jean-Martin Fortier. Tout cela est présenté dans mon livre. C'est assez nouveau de parler d'agriculture biologique comme ça. » Né en 1978, Jean-Martin Fortier et sa compagne Maud-Hélène Desroches ont pratiqué le maraîchage plusieurs années avant d'acheter une petite propriété de quatre hectares en 2005 où ils sont partis de zéro. Ils cultivent aujourd'hui de manière viable 8 000 m² de légumes, incluant une serre et deux tunnels, avec trois personnes à temps plein et une personne à temps partiel pour aider aux récoltes. Le chiffre d'affaire annuel est d'environ 100 000 euros avec une marge bénéficiaire supérieure à 40%, sans commune mesure avec n'importe quelle culture conventionnelle. En 2012, Jean-Martin Fortier publiait le Jardinier-Maraîcher sous-titré Un Manuel d'agriculture biologique sur petite surface destiné à ceux qui veulent vivre de cette activité – le livre est traduit en anglais en 2014.

Le travail sur une petite surface l'a conduit à intensifier au maximum sa production : l'intensification, c'est-à-dire une forte production par unité de surface, ne rime donc pas forcément avec produits chimiques, empoisonnement et épuisement du sol. Il est possible de produire intensivement en bio comme le montre Jean-Martin Fortier, dont toutes les techniques visent à améliorer le sol de manière durable.

L'une des solutions adoptées est le travail sur buttes, des bandes de terre surélevées, qui ne sont jamais labourées, jamais retournées, et alimentées régulièrement avec de la matière organique, pour disposer d'un sol intact et d'excellente qualité où les racines vont pouvoir descendre en profondeur. Les légumes y poussent très serrés, si bien que quand ils sont aux trois quarts de leur croissance, les extrémités des légumes se touchent, ce qui limite la lumière, et garde l'humidité. Le terrain est alors idéal pour la faune du sol en général et les vers de terre en particulier, tout en limitant la pousse des herbes indésirables.

Jean-Martin Fortier insiste sur l'importance du travail à fournir, notamment les premières années. Quant aux capacités physiques requises, il précise qu'il est moins dur pour la santé et le corps d'être maraîcher que... de rester assis devant un écran plusieurs heures par jour !

Le Jardinier-Maraîcher, Editions Ecosociété, 2012, 200 p.

pratique via des stages, du bénévolat, du salariat sur d'autres fermes, etc. Néanmoins, il n'existe pas un modèle unique de microferme ! En effet, ces initiatives posent comme principe de s'adapter finement et intelligemment aux conditions humaines et écologiques locales.

Chaque microferme doit donc s'inventer au regard des particularités de sa situation et des aspirations des paysans. Cela rend particulièrement complexe l'enseignement ou la diffusion de « techniques » spécifiques associées aux microfermes car la viabilité de ces projets ne se basent pas sur des recettes réplicables mais sur une pensée globale de la ferme et de son environnement. Dès lors, il nous apparaît central et nécessaire d'engager une réflexion sur la manière d'acquérir, transmettre et partager une pensée de la globalité des écosystèmes naturels et humains. ■

Ce beau livre grand format clair et bien illustré répond à la question : « Comment concevoir un jardin ? » et apporte les réponses tirées de l'approche permaculturelle, qui vise à construire « le fertilité et l'abondance » en harmonie avec son environnement naturel et social. Par deux experts, Jessi Bloom et Dave Boehnlein, qui habitent l'Etat de Washington (Etats-Unis). *La Permaculture en pratique*, Ulmer, 2015, 320 p.

Bibliographie

Permaculture

Holmgren, D., Permaculture : *Principes et pistes d'action pour un mode de vie soutenable*, Rue de l'Echiquier, 2014.

Mollison, B., Holmgren, D., *Permaculture: une agriculture pérenne pour l'autosuffisance et les exploitations de toutes tailles*, Debard, 1986.

Maraîchage biointensif

Coleman, E. *Des légumes en hiver, produire en abondance, même sous la neige*, Actes Sud, 2013.

Fortier, J.-M., *Le jardinier-maraîcher. Manuel d'agriculture biologique sur petite surface*, Ecosociété, 2012.

Agriculture naturelle

Fukuoka, M., 2012. *La révolution d'un seul brin de paille une introduction à l'agriculture sauvage*, Trédaniel, 2012 (réédition).

Où se fournir en graines ?

Il existe aujourd'hui de nombreux fournisseurs possibles. Parmi ceux qui proposent uniquement des semences bio à leur catalogue, avec parfois aussi des semences F1 :

www.agrosemens.com (1025, route de Gardanne, 13290 Aix en Provence) ;
www.biaugerme.com (47360, Montpezat) ;
www.essembio.com (32700, Lectoure) ;
www.germinance.com (4, impasse du Gault, 49150 Baugé) ;
www.grainesdelpais.com (11240, Bellegarde-du-Razès) ;
www.kokopelli-semences.fr (09290, Le Mas d'Azil) ;
www.sativa-semencesbio.fr (Klosterplatz 1, 8462 Rheinau, Suisse) ;
www.semaille.com (16 b rue du Sabotier, 5340 Faulx-Les-Tombes, Belgique).

3 ANNEXE C : CULTIVER UN JARDIN ET DES IDEAUX

Publié dans Transrural Initiative (11/15)

un autre développement

agriculture

Cultiver un jardin et des idéaux

Quelles sont les motivations et aspirations des maraîchers qui s'installent sur de petites surfaces ? Réponses de Kevin Morel, qui réalise actuellement, à l'Inra, une thèse sur la conception et la gestion de microfermes maraîchères agro-écologiques viables[1].

Qu'est-ce qu'une microferme et comment as-tu eu l'idée de travailler sur le sujet ?

Kevin Morel : Une microferme maraîchère est une ferme de moins d'1,2 hectare cultivé pour un actif, avec une grande diversité de légumes, en circuit-court. Elle a recours à des méthodes agro-écologiques inspirées entre autres de la permaculture ou du maraîchage biointensif tel que pratiqué à Paris au XIXe siècle et repris outre-Atlantique par Eliot Coleman et Jean-Martin Fortier. Ce travail de thèse est lié à la ferme du Bec Hellouin, en Normandie. Les maraîchers, surpris de leurs résultats de production, souhaitaient évaluer la valeur économique qu'il était possible de dégager sur une petite surface intensément cultivée à la main. Dans une étude sur cette ferme, nous avons montré qu'il était théoriquement possible de générer sur 1 000 m² un chiffre d'affaires qui permettrait à un maraîcher de vivre de son métier[2]. Cependant, la ferme du Bec Hellouin, très singulière, est beaucoup plus vaste et complexe. Pour aller plus loin dans la réflexion, il nous est apparu nécessaire de réfléchir à la viabilité à l'échelle de la ferme, dans une diversité de contextes agronomiques et sociaux. Pour cela, nous sommes allés à la rencontre de celles et ceux qui mettent en œuvre de tels projets. Quatorze microfermes, en majorité montées par des personnes non issues du milieu agricole et pour beaucoup des créations *ex nihilo*, ont été enquêtées au nord de la Loire.

Les microfermes maraîchères étudiées par Kévin Morel sont définies comme des structures de moins d'1,2 hectare cultivé pour un actif, avec une grande diversité de légumes, en circuit-court et en ayant recours à des méthodes inspirées, entre autres, de la permaculture.

Quelles sont les principaux résultats de cette étude ?

K. M. : Le premier élément est que ces fermes sont toutes des projets de vie et ne se résument pas à la création d'une entreprise de production. Ces projets englobent de multiples aspirations, toutes fondamentales, qu'on ne peut pas hiérarchiser *a priori*. Nous définissons alors la viabilité de ces projets comme la possibilité de remplir conjointement un niveau minimal – suffisant et forcément subjectif – de chacune des aspirations. Chaque maraîcher met la barre où il veut. La viabilité, ce n'est pas le revenu avant le reste, c'est « tout à la fois ».

Quelles sont ces aspirations ?

K. M. : Nous avons identifié cinq grandes catégories. La première est l'autonomie. Elle se décline autour de l'énergie, de l'usage et de l'accès au matériel. Être autonome, c'est aussi choisir ces réseaux d'information, garder la maîtrise de la vente de ses produits… La deuxième

catégorie est la qualité de vie : la recherche du contact avec la nature, de l'esthétisme et d'un intérêt intellectuel dans le travail. La troisième est le sens et l'engagement ; elle se traduit par une aspiration politique à ce que la ferme ait un impact positif sur les écosystèmes, les humains et la société. C'est préserver les ressources rares, favoriser la biodiversité, participer à la vie locale. Les deux dernières catégories sont le revenu décent et le temps de travail acceptable. Les objectifs de revenu sont variables en fonction des situations et des personnes rencontrées. De même, les choix de répartition du travail peuvent différer : s'aménager une pause l'hiver ou étaler le temps sur l'année, organiser ces journées sur le rythme familial…

Est-il possible de réaliser ce « tout à la fois » ?

K. M. : Les maraîchers justifient souvent leurs choix par rapport à l'une ou l'autre de ces aspirations. Tout est donc lié. Il y a cependant des temporalités différentes, des urgences et des nécessités qui ne s'imposent pas de la même façon. Dans une certaine mesure, plusieurs de ces aspirations peuvent être en tension, comme le revenu et le temps de travail par exemple. On est forcément dans le compromis. La suite de mon travail sera de modéliser les impacts quantitatifs et les autres conséquences des choix sur le revenu et le temps de travail.

Comment se font les arbitrages ?

K. M. : Ils se font par la confrontation entre l'idéal et la situation perçue. Ils s'expriment à travers les « choix stratégiques » des maraîchers qui structurent et organisent l'activité sur le moyen et le long terme. Ces choix se différencient, par leur portée, des choix d'action au quotidien. La gestion technique et écologique (pratiques culturales, choix du matériel), le niveau et la stratégie d'investissement (comment et dans quelles conditions on acquiert le capital), ou encore l'organisation du travail (main-d'œuvre) font partie des grands choix stratégiques. Le fait de cultiver une grande diversité de légumes et de commercialiser en vente directe engendre aussi une complexité structurelle de gestion des cultures dans l'espace et dans le temps. Les personnes enquêtées mettent en œuvre diverses solutions pour organiser cette complexité. Enfin, l'inscription dans le territoire paraît aussi très importante. Le lien avec la communauté locale n'est pas dû qu'à la relation de vente, mais aussi à une réelle volonté d'ancrage. Il permet de bénéficier de ressources marchandes, comme du fumier par exemple, ou non marchandes, comme des coups de main ou du soutien moral. Cette dimension me paraît très importante et différencie l'autonomie de l'autarcie.

■ Propos recueillis par Gautier Félix (Aladear)

1 - Dans l'équipe « agricultures urbaines » de l'UMR SAD-APT.

2 - *Une ferme maraîchère biologique viable sans motorisation ? Le cas d'une approche holistique inspirée par la permaculture* – Morel et al. 2015 – https://hal-agroparistech.archives-ouvertes.fr/hal-01200636/document.

DES TRAVAUX DE RECHERCHE À UTILISER !

Les microfermes maraîchères, et la permaculture d'une manière générale, séduisent un grand nombre de personnes attirées par l'agriculture. L'enthousiasme suscité par la réussite de projets phares, des lectures précipitées ou des vidéos visionnées sur internet peuvent être un piège si on ne prend pas en compte la complexité de tels projets. Les futurs maraîchers, comme les personnes qui les accompagnent, ont donc besoin d'une grille d'analyse pour ne pas tomber dans le jugement péremptoire et nuancer les posture du « *ça marche* » ou encore du « *c'est le casse-pipe garanti* ». Le travail de Kevin Morel peut avoir cette utilité. Il a été mené sur le terrain et les résultats ont été mis en discussion avec les maraîchers, des formateurs et des accompagnateurs.
Une version à destination des personnes intervenant auprès des maraîchers est disponible à cette adresse : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01206302 et un dossier reprenant notamment ces travaux sur les microfermes a été publié dans le n°45 (été 2015) de la revue *L'Écologiste*.

en bref

LA PLUIE SUR LE BITUME

Dans les Alpes-Maritimes, les inondations de début octobre ont été aggravées par une urbanisation excessive. Or, comme le remarque le collectif vauclusien Voguette 84, un projet de zone commerciale menace les terres agricoles de la Voguette (100 hectares) situées entre Cavaillon et Cheval Blanc. Il alerte sur le fait que « [cela] *créerait une situation comparable à celle des Alpes-Maritimes et priverait le territoire de zones qui absorbent l'excédent d'eau* ». La digue prévue sur la Durance pourrait également accélérer le cours de la rivière et les risques en cas de fortes pluies. □

128 GIEE

Vingt mois après la mise en place des Groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE), le ministère en charge de l'agriculture en comptabilise 128, regroupant 1500 exploitations et en attend 200 pour fin 2015. Au total, les GIEE représentent 200 000 hectares sur les 29 millions cultivés en France. Un appel à projet doit être lancé début 2016 pour financer, jusqu'à 50000 euros, les GIEE, en particulier « *ceux apportant une réponse structurelle à la crise de l'élevage* ». □

LE POIVRON DE LA DISCORDE

L'Office européen des brevets vient d'accorder au semencier Syngenta un brevet pour un poivron sans graines issu de la sélection conventionnelle et obtenu sans ingénierie génétique. En mai 2013, la firme avait posé un autre brevet sur une semence copiée d'un poivron sauvage résistant à une mouche. Fin octobre, le Réseau semences paysannes rappelait que « *le droit européen des brevets interdit les brevets sur les procédés de sélection conventionnelle* ». □

4 ANNEXE D : MICROFERMES : SE NOURRIR DU REVE ET L'ENRACINER

Publié dans le Taupin du maraîcher (05/16) (Publication du Réseau Technique Maraîchage bio Pays de la Loire)

« Je veux m'installer sur une microferme maraîchère en permaculture ». Formateurs en BPREA, conseillers du réseau FNAB et maraîchers bio sont de plus en plus confrontés à des porteurs de projets ou des stagiaires qui formulent cette demande. En effet, les concepts de permaculture et de microferme ont le vent en poupe, portés par une forte médiatisation et un enthousiasme croissant, en particulier chez les personnes non issues du milieu agricole. Ces initiatives interrogent voire hérissent parfois le poil des maraîchers bio déjà en place car ces nouveaux venus peuvent sembler déconnectés du terrain et passer pour des doux rêveurs qui veulent juste se nourrir d'amour, de rêves et de salades fraîches.

J'ai réalisé des enquêtes sur 22 microfermes maraîchères biologiques au Nord de la Loire pour mieux comprendre ces projets. J'ai sélectionné les fermes étudiées selon les critères suivants : maraîchage biologique comme principal source de revenu, plus de 30 types de légumes cultivés, vente en circuits courts et surface cultivée par UTH inférieure à 1,2ha. Ce travail a montré que ces maraîchers nourrissent des aspirations sociales et écologiques très fortes qui structurent leurs choix stratégiques : recherche d'autonomie, qualité de vie, réduction du temps de travail, préservation de la biodiversité, équité, participation à la vie locale etc. Pour répondre à ces aspirations, la logique des microfermes est de focaliser l'énergie et le soin des paysans sur une petite surface, en intensifiant la production dans l'espace (haute densité permise par une faible motorisation ou des associations de cultures etc.) et dans le temps (plus de successions de légumes par an, part élevée de serres) afin de mieux soigner le sol, les plantes et de créer un écosystème très diversifié. Cependant, dans leur mise en œuvre concrète, les microfermes sont très variées en termes de choix techniques, commerciaux, d'organisation du travail, d'investissement etc.

Si le mot *microferme* est relativement récent dans le paysage agricole français, certains maraîchers biologiques ont développé ce genre d'approches depuis longtemps et il se peut que vous connaissiez des microfermes qui s'ignorent (ou ne s'appellent pas ainsi) ou même que vous soyez une microferme vous-même ! Rien ne sert donc de se crisper sur ce mot nouveau qui décrit des logiques qui ne le sont pas nécessairement. Par exemple, les maraîchers parisiens du XIXième siècle pourraient à certains égards être qualifiés de microfermes car ils cultivaient des légumes de manière très intensive sur des petites surfaces. La véritable nouveauté est qu'aujourd'hui la petite taille et la diversification sont revendiquées, comme un choix fort, voire une posture politique, en opposition au modèle agricole industriel qui pousse toujours plus à l'agrandissement et à la spécialisation.

Afin de réaliser leur rêve d'écosystèmes très diversifiés et très productifs sur des petites surfaces, les maraîchers des microfermes vont puiser (via des lectures ou la magie d'internet)

dans de multiples sources d'inspiration dont certaines sont méconnues en France comme la permaculture (voir encadré), le maraîchage biointensif (Eliot Coleman, John Jeavons, Jean-Martin Fortier), l'agriculture naturelle (Masanobu Fukuoka), l'agriculture de conservation (par exemple avec le développement du maraîchage sur sol vivant). Je suis convaincu que la dynamique des microfermes, en questionnant ou revisitant les pratiques maraîchères biologiques, en y apportant des éléments nouveaux ou originaux, en créant la discussion, peut inspirer tous les maraîchers biologiques. On aurait tort de ne pas se nourrir du rêve !

En parallèle, ces nouveaux paysans ont beaucoup à apprendre de l'expérience et du savoir-faire des maraîchers biologiques plus anciens qui connaissent leur terre, leur climat, les variétés adaptées localement et qui ont de longues années de pratiques derrière eux. D'ailleurs, la plupart des microfermes que j'ai enquêtées nourrissent de très bonnes relations avec d'autres maraîchers locaux. Plusieurs paysans de microfermes ont fait des stages ou ont été salariés chez des « gros maraîchers » et reconnaissent avoir énormément appris à leur contact ! Les maraîchers en place peuvent donc aider les nouveaux venus à enraciner leurs rêves ! Il y a donc là des opportunités d'échange et de dialogue qui peuvent permettre à tout le monde de s'enrichir et il serait dommage que ce dialogue avorte à cause d'a priori ou de préjugés entre les *nouveaux rêveurs* et les *anciens expérimentés*. D'ailleurs, cette situation n'est pas sans rappeler les pionniers de l'agriculture biologique qui en leur temps passaient également pour de doux rêveurs irréalistes ! Ne faisons pas subir aux nouveaux rêveurs ce que les anciens rêveurs ont subi! Échange, dialogue et bienveillance !

La permaculture, au-delà des clichés

L'ambition de la permaculture est de concevoir et de gérer des écosystèmes humains durables adaptés à la décroissance énergétique. Elle découle d'une éthique qui peut se décliner en trois grands principes : nourrir les hommes, prendre soin de la terre, partager équitablement (identiques aux principes de l'AB historique !). Dans le champ agricole, la permaculture accorde une importance centrale à l'aménagement spatial de la ferme afin de favoriser les synergies positives entre ses différents éléments (design du site). En particulier, un enjeu de la permaculture est de penser l'évolution sur un temps long d'écosystèmes de plus en plus robustes réduisant les interventions humaines (mais ne les supprimant pas). Dans la création de ces écosystèmes productifs complexes, une place majeure est donnée à l'imbrication entre milieux naturels (mares, haies, zones refuges), animaux et plantes (en particulier les plantes pérennes ou sauvages), au respect du sol, à la gestion intégrée de l'eau et de l'énergie, à l'ergonomie et à l'esthétique du lieu qui laisse le champ libre à la créativité. Pour relever ce défi, la permaculture fournit un grand nombre d'outils concrets, de concepts et de méthodes qui sont souvent méconnus et réduits de manière caricaturale et simpliste à quelques techniques miracles de jardinage. Des travaux scientifiques aux États-Unis et en France montrent que la permaculture peut permettre de créer des fermes viables. Cependant, la permaculture ne fait pas de miracles ! Les permaculteurs expérimentés sont les premiers à reconnaître que la conception et la gestion d'une ferme demeurent des tâches complexes qui demandent de l'humilité, de l'observation, de l'énergie et de la patience !

Kevin Morel réalise sa thèse à l'INRA sur la viabilité sociale et économique des microfermes. Un travail quantitatif qui inclue les niveaux de revenu et la charge de travail est en cours. La première partie qualitative de son travail est consultable à : *https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01206302*

Les microfermes enquêtées : quelques repères

	Min	**Médiane**	**Max**
Surface cultivée (m^2 sans allées/UTH)	1250	6300	12000
Part de serre dans la surface cultivée	1%	12%	58%
Motorisation	Manuel; Traction animale ; Motoculteur ; Tracteur		
Légumes cultivés	30	50	80

5 ANNEXE E : DE LA NECESSITE DU DIALOGUE DANS LE DEVELOPPEMENT DES AGRICULTURES URBAINES

Publié avec Anne-Cécile Daniel dans Objectif Nouveau Grand Paris 9/15

LA TRIBUNE D'**ANNE-CÉCILE DANIEL** ET **KEVIN MOREL**

"De la nécessité du dialogue dans le développement des agricultures urbaines"

On parle beaucoup, en Ile-de-France, de cette agriculture urbaine qui prétend développer ou renouer le lien entre le rural et l'urbain, deux milieux souvent présentés comme antinomiques. Offre alimentaire, valorisation des déchets organiques, partage de ressources (foncier, eau, main-d'œuvre), création des paysages, bien-être des citadins... L'agriculture urbaine entretient des liens fonctionnels forts avec la ville. Ces projets, qui peuvent être marchands ou non, se traduisent par une grande diversité de formes et de produits : cultures sur les toits, en pleine terre, en hydroponie, élevage, apiculture, jardins associatifs, etc. Aujourd'hui, alors que la déconnection des citadins à la terre s'accentue, l'agriculture pourrait jouer un rôle dans la dynamique des villes, notamment par son rôle nourricier, paysager, social et générateur de sens.

Mais il y a loin de la coupe aux lèvres et les projets consistants peinent en réalité à voir le jour de manière significative...

Pour les élus et les aménageurs, l'agriculture reste une activité souvent méconnue et difficile à appréhender. Les outils tels que le PLU (plan local urbain) sont déjà questionnés dans leur capacité à pérenniser des installations agricoles classiques. Pourront-ils le faire pour des installations d'agriculture urbaine qui, à bien des égards, s'en différencient ? De plus, les élus et aménageurs qui souhaitent développer une ferme sur leur territoire ont souvent des difficultés à trouver un positionnement juste vis-à-vis des futurs paysans urbains – appelons les ainsi. D'un côté, les personnes qui font le choix de devenir paysans souhaitent être maîtres de leur projet, modeler et faire évoluer leur ferme à leur image, condition forte de réussite d'un projet agricole. De l'autre côté, les aménageurs, légitimement soucieux de l'impact de la ferme sur la ville, souhaitent s'impliquer dans la conception du projet et s'assurer d'un certain nombre de garanties de la part du paysan.

Cependant, la formulation d'un cahier des charges trop rigide ou peu réaliste pour le futur paysan peut l'amener à se sentir dépossédé de son rôle de créateur de ferme et lui compliquer la tâche déjà ardue de l'installation. La place juste des collectivités n'est pas tant dans la conception détaillée d'un projet théorique que dans le soutien et la facilitation de l'installation en favorisant l'accès au foncier, à l'eau, à un logement pour le paysan, l'autorisation de construire une serre, la sensibilisation à la consommation locale, un contrat stable pour l'approvisionnement des restaurants gérés par la collectivité etc.

> "La place juste des collectivités n'est pas tant dans la conception détaillée d'un projet théorique que dans le soutien et la facilitation de l'installation..."

Un autre défi des agricultures urbaines concerne leur viabilité économique dans >>>

"Les agricultures urbaines peuvent être vues comme un moyen de faire dialoguer villes et campagnes..."

>>> la mesure où d'autres fonctions que la fonction productive sont attendues par la ville. Est-il possible de générer une marge suffisante via la production si du temps de travail est consacré de manière non rémunérée à gérer les déchets organiques de la ville, faire des animations pédagogiques et répondre aux multiples sollicitations des urbains ?

De plus, la production agricole et sa commercialisation peuvent faire face à certaines difficultés spécifiques au milieu urbain comme entre autres le vol, les problèmes de circulation et d'accessibilité, et la nécessité de réaliser des analyses coûteuses pour garantir la qualité des produits face aux risques de pollution. Bien que la multifonctionnalité des projets d'agricultures urbaines et les services écosystémiques rendus à la ville (îlot de fraîcheur, corridor écologique, etc.) soient reconnus, certaines villes seraient peut-être tentées de percevoir ces activités comme une manière non coûteuse de gérer les espaces verts tout en bénéficiant d'une image positive plutôt que comme secteur de développement à soutenir et aider.

À l'heure actuelle, ce sont les acteurs privés (grandes entreprises, fondations, mécènes) qui aident financièrement le développement des agricultures urbaines.

La question des compétences et de la formation des porteurs de projet d'agricultures urbaines est également fondamentale. Pour l'instant, les personnes intéressées par ce type d'initiative sont plutôt très diplômées mais ne sont pas issues du milieu agricole et manquent d'expérience significative. Ce profil leur donne l'avantage de ne pas être formatées par le moule agricole classique et leur confère une grande capacité d'innovation et d'inventivité. Cependant, l'acquisition d'un bagage minimal de compétences techniques reste un défi. À ce titre, des liens avec le milieu agricole en termes de formation et d'accompagnement pourraient être très profitables.

Globalement, les agricultures urbaines peuvent être vues comme un moyen de faire dialoguer villes et campagnes. Cependant, ce dialogue ne doit pas être uniquement perçu comme une retombée à long terme mais comme un prérequis nécessaire au développement des initiatives elles-mêmes.

ANNE-CÉCILE DANIEL
Ingénieure d'études

Après sa formation en horticulture et paysage à l'INH d'Angers, elle étudie depuis 4 ans différents projets d'agricultures urbaines. Elle réalise actuellement une étude sur les modes de fonctionnement des fermes urbaines de la région parisienne et leur impact sur le territoire. Objectifs : recueillir des données régulières sur les performances des projets, constituer un guide d'aide à l'implantation de projets d'agricultures urbaines, poser les bases d'un outil d'évaluation de ces fermes.

KEVIN MOREL
Doctorant en agronomie

Après plusieurs expériences en Amérique latine, en Irlande et en France consacrées à la durabilité de différents systèmes agricoles, cet ingénieur agronome d'AgroParisTech consacre sa thèse aux microfermes maraîchères alternatives. Ces fermes commerciales biologiques se caractérisent par une grande diversité de légumes cultivés, des ventes en circuits courts et une faible surface travaillée par actif, et intéressent de plus en plus les collectivités et les porteurs de projets d'agricultures urbaines.

L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

L'équipe Agricultures Urbaines de l'UMR SAD-APT, unité mixte de recherche INRA-AgroParisTech, a pour mission d'analyser les agricultures urbaines, professionnelles ou non. Son objectif est d'éclairer les aménageurs sur cette question.

ÉCOLE DOCTORALE
Agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé (ABIES)

Titre : Viabilité des microfermes maraîchères biologiques. Une étude inductive combinant méthodes qualitatives et modélisation.

Mots clés : agroécologie ; petites fermes ; diversification des cultures ; circuits courts ; valeurs ; anthropocène

Résumé : Dans le contexte des défis environnementaux et sociaux de l'Anthropocène, les microfermes sont des fermes maraîchères biologiques qui questionnent les fondements de la modernisation agricole par leurs petites surfaces, leur grande diversité cultivée, leur faible niveau de motorisation, une approche écologique holiste et leur commercialisation en circuits courts. Cette thèse a examiné la viabilité de ces systèmes agricoles atypiques qui suscitent un intérêt croissant dans les pays industrialisés. Elle s'est basée sur une étude de 20 cas en milieu rural dans le nord de la France et 10 cas en milieu urbain à Londres. Une démarche inductive a été mise en œuvre combinant analyse qualitative d'entretiens avec des paysans et modélisation quantitative à partir de données de terrain. Un cadre conceptuel a été développé pour analyser les choix stratégiques des paysans au regard des multiples aspirations de leur projet de vie où des considérations éthiques et subjectives occupent une place centrale. La satisfaction de ces aspirations est primordiale pour la viabilité de ces fermes. Un modèle de simulation stochastique de revenu et de temps de travail a été créé pour explorer les chances de viabilité économique de scénarios contrastés de microfermes intégrant stratégies techniques, commerciales et d'investissement. Des simulations ont été réalisées pour le contexte français et londonien et ont été discutées avec des acteurs de terrain. Bien que les chances de viabilité varient selon les scénarios, ce travail montre que les microfermes peuvent être viables.

Title : Viability of organic market gardening microfarms. An inductive study combining qualitative methods and modelling.

Keywords : agroecology; small farms; crop diversification; short supply chains; values; anthropocene

Abstract : In the context of the environmental and social challenges of the Anthropocene, microfarms are organic market gardens which are questioning the principles of agricultural modernisation. They are characterised by a high level of crop diversity on small acreages, low motorisation, holistic ecological approach and marketing through short supply chains. My PhD work examined the viability of these atypical farming systems which are raising an increasing interest in industrialised countries. It was based on the study of 20 cases in rural Northern France and 10 cases in the urban context of London. An inductive approach was carried out combining qualitative analysis of interviews with farmers and quantitative modelling based on field data. A conceptual framework was developed to analyse farmers' strategic choices in the light of their life project embracing various aspirations where ethics and subjectivity played a central role. The fulfilment of these aspirations is determinant for the viability of these fams. A stochastic simulation model of income and workload was created to explore the chances of economic viability of contrasted microfarms scenarios integrating technical, commercial and investment strategies. Simulations were run for the French and London context and were discussed with stakeholders. Although viability chances vary among scenarios, this work shows that microfarms can be viable.

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France