



"La durabilité des exploitations laitières en Wallonie : analyse de la diversité et voies de transition"

Lebacq, Thérèse

ABSTRACT

Les exploitations laitières sont confrontées à de nombreuses incertitudes, tant au niveau de la volatilité des marchés que vis-à-vis des attentes sociétales et des politiques agricoles traduisant ces demandes. La tendance à l'intensification de ces exploitations est, en outre, remise en question en raison de son impact sur l'environnement et le bien-être animal. L'importance d'une transition vers des systèmes plus durables se situe, par conséquent, au centre de nombreux débats. Un enjeu majeur consiste dès lors à identifier comment les exploitations laitières pourraient évoluer pour répondre aux défis qui se posent et les obstacles à surmonter pour y parvenir. Dans ce contexte, notre travail de recherche s'est focalisé sur les exploitations laitières wallonnes (Sud de la Belgique). Cette recherche s'est construite autour de deux objectifs spécifiques : (i) analyser la diversité des exploitations en termes de durabilité, en tenant compte de leurs sp...

CITE THIS VERSION

Lebacq, Thérèse. *La durabilité des exploitations laitières en Wallonie : analyse de la diversité et voies de transition*. Prom. : Baret, Philippe ; Stilmant, Didier <http://hdl.handle.net/2078.1/158425>

Le dépôt institutionnel DIAL est destiné au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques émanant des membres de l'UCLouvain. Toute utilisation de ce document à des fins lucratives ou commerciales est strictement interdite. L'utilisateur s'engage à respecter les droits d'auteur liés à ce document, principalement le droit à l'intégrité de l'œuvre et le droit à la paternité. La politique complète de copyright est disponible sur la page [Copyright policy](#)

DIAL is an institutional repository for the deposit and dissemination of scientific documents from UCLouvain members. Usage of this document for profit or commercial purposes is strictly prohibited. User agrees to respect copyright about this document, mainly text integrity and source mention. Full content of copyright policy is available at [Copyright policy](#)

Université catholique de Louvain
Faculté des bioingénieurs

**La durabilité des exploitations laitières en Wallonie
Analyse de la diversité et voies de transition**

Thérésa Lebacq

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de
Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique

Encadrée par : Philippe Baret (UCL) et Didier Stilmant (CRA-W)

Membres du jury

Président Bruno Delvaux (UCL)
Membres Michel Duru (INRA)
 Erik Mathijs (KUL)
 Pierre M. Stassart (ULg)
 Walid Sadok (UCL)

Louvain-la-Neuve, mars 2015

Cette recherche a été financée par le Fonds pour la formation à la Recherche dans l'Industrie et dans l'Agriculture (FNRS - FRIA). Elle a été menée en étroite collaboration avec le Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W).

Remerciements

Tout au long de ce parcours de quatre ans, de nombreuses personnes m'ont accompagnée et ont ainsi contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse.

Mes premiers remerciements s'adressent bien sûr à Philippe et Didier, mes promoteurs. Merci à Didier de m'avoir « lancée » dans cette aventure et merci à Philippe d'avoir accepté de relever le défi. Merci de votre présence et de votre confiance, merci de m'avoir poussée à chercher toujours un peu plus loin, tout en respectant mes choix et mes limites personnelles. Ce travail est le fruit d'une réelle collaboration scientifique : merci de m'avoir fait bénéficier de votre expertise, de vos connaissances et de votre recherche d'une agriculture « différente ».

Je tiens également à remercier les membres de mon comité d'accompagnement et de mon jury de thèse : Walid Sadok, Pierre Stassart, Michel Duru et Erik Mathijs. Merci d'avoir pris du temps pour lire mon travail et me permettre de l'améliorer. Par vos visions contrastées, j'ai pu intégrer à cette thèse des concepts et des connaissances issus de différentes disciplines.

Ce travail n'aurait pas été possible sans les personnes de terrain que j'ai rencontrées et qui m'ont fait partager leurs réalités, leurs difficultés et leurs connaissances. Merci aux éleveurs et aux personnes du secteur laitier chez qui j'ai été recueillir de précieuses informations pour la réalisation de ce travail. Merci à l'AWE et à la DAEA de m'avoir permis d'utiliser leurs données. Merci à Alain Gillon pour le temps passé à extraire ces données. Merci à Jean-Marie Bouquiaux d'avoir été là pour répondre à mes nombreuses et naïves questions.

Une thèse, c'est aussi s'intégrer et évoluer dans une équipe. Merci à mes collègues, de Libramont, de Louvain-la-Neuve. Je retiens du labo une ambiance chaleureuse, des échanges constructifs, des desserts merveilleux...Merci à Adeline, pour son aide logistique. Merci à mes voisins de bureau, Jean-François et Zio : merci pour cette ambiance de travail, ponctuée d'échanges amicaux. Merci à Fred aussi pour son soutien au long cours et pour sa présence lorsque R me posait des énigmes insolubles...Merci à Véronique pour le travail de titan effectué lors de son mémoire, merci d'en avoir fait un travail de qualité.

Plus proches, finalement, merci aux membres de ma famille. Thomas, merci de m'avoir comprise, supportée, soutenue. Eleanor et Bastien, tous les deux nés au cours de ces quatre années : vous m'avez fait grandir et m'avez appris à relativiser. Que d'émerveillement, chaque jour, à vous voir apprendre de nouvelles choses. Merci à Marie pour sa relecture attentive. Merci à Françoise pour son regard graphiste. Merci à Maman de m'avoir donné l'envie d'aller jusqu'au bout.

*« Les bonnes idées ne veulent pas être libres,
mais elles veulent se connecter, fusionner, se combiner.
Elles veulent se réinventer en allant au-delà des concepts.
Elles veulent se compléter autant qu'elles veulent se battre. »*
Steven Johnson, 2008, D'où viennent les bonnes idées

Résumé

Les exploitations laitières sont confrontées à de nombreuses incertitudes, tant au niveau des prix que des attentes sociétales et des politiques agricoles traduisant ces demandes. La tendance à l'intensification de ces exploitations est, en outre, remise en question en raison de son impact sur l'environnement et le bien-être animal. L'importance d'une transition vers des systèmes plus durables se situe, par conséquent, au centre de nombreux débats. Un enjeu majeur consiste dès lors à identifier comment les exploitations laitières pourraient évoluer pour répondre aux défis qui se posent et les obstacles à surmonter pour y parvenir.

Dans ce contexte, notre travail de recherche s'est focalisé sur les exploitations laitières wallonnes. Cette recherche s'est construite autour de deux objectifs spécifiques : (i) analyser la diversité des exploitations en termes de durabilité, en tenant compte de leurs contraintes structurelles, et identifier les voies d'amélioration existant au sein de cette diversité ; et (ii) étudier les voies d'évolution possibles pour ces exploitations compte tenu du contexte externe et de la structure de la filière dans laquelle elles s'insèrent. La théorie de la transition a été mobilisée comme cadre théorique général afin de structurer notre travail et de répondre à ces deux objectifs.

Une méthode quantitative a été développée afin d'identifier, au sein d'une région donnée, des groupes d'exploitations homogènes en termes de durabilité et de structure, ainsi que des exploitations marginales se différenciant statistiquement de ces groupes. Parmi la diversité existante, nous avons démontré l'existence de marges d'amélioration. La recherche d'une meilleure autonomie en intrants en constitue un exemple. En parallèle, une enquête par entretiens semi-dirigés a souligné l'existence de plusieurs mécanismes de verrouillage (*lock-in*), expliquant l'ancrage des exploitations dans une course à la production et la difficulté d'émergence de certains modèles alternatifs. A l'échelle de l'exploitation, le développement de normes, de pratiques et de relations distinctes de celles rencontrées dans le circuit conventionnel semble favoriser le succès d'initiatives alternatives de commercialisation.

L'utilisation d'une démarche méthodologique originale, associant des dimensions quantitatives et qualitatives, nous a permis d'apporter des éléments de réponse aux trois questions suivantes : (i) *comment* les exploitations laitières peuvent-elles évoluer vers davantage de durabilité ? (ii) *vers quels modèles alternatifs* celles-ci peuvent-elles se tourner ? (iii) ces modèles alternatifs constituent-ils une *source de changement* pour les exploitations et, plus globalement, pour le secteur laitier ?

Table des matières

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1	
Chapitre 1 Contexte de la recherche	3	
1.1	Contexte général	5
1.2	L'élevage laitier en Wallonie	8
Chapitre 2 Objectifs et présentation de la thèse	29	
2.1	Objectifs et démarche méthodologique	31
2.2	Structure générale de la thèse	32
PARTIE I LA DIVERSITÉ DES EXPLOITATIONS LAITIÈRES EN TERMES DE DURABILITÉ	35	
Chapitre 3 Sustainability indicators for livestock farming. A review	37	
3.1	Introduction.....	39
3.2	Overview and characterization of sustainability indicators	42
3.3	Selection of sustainability indicators.....	51
3.4	Key issues involved in the assessment	59
3.5	Selection of indicators to analyze the sustainability of Walloon dairy and beef livestock systems.....	63
3.6	Conclusion	66
Chapitre 4 Original methodology for analyzing farming system diversity and identifying marginal farms	69	
4.1	Introduction.....	71
4.2	The case study: specialized dairy farming in South Belgium	74
4.3	Methodology description	83
4.4	Results	89
4.5	Discussion.....	95
4.6	Conclusion	98
Chapitre 5 Description de la diversité des systèmes laitiers spécialisés	99	
5.1	Description des cinq groupes <i>mainstream</i>	101
5.2	Analyse <i>intragroupe</i> des marges d'amélioration	111

5.3	Les exploitations marginales, des systèmes « hors du commun » ? ...	114
Chapitre 6	Role of input self-sufficiency in the economic and environmental sustainability of specialised dairy farms	119
6.1	Introduction.....	122
6.2	Material and methods.....	123
6.3	Results.....	126
6.4	Discussion and perspectives.....	135
6.5	Conclusion.....	139
CONCLUSION DE LA PARTIE I		141
PARTIE II L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES LAITIERS EN WALLONIE		147
Chapitre 7	La perspective multiniveau comme cadre théorique pour étudier les transitions	149
7.1	Trois niveaux dynamiques : le régime, les niches et le paysage	151
7.2	La transition dans le cadre du développement durable.....	160
7.3	Points forts, limites et choix de la MLP	162
Chapitre 8	Méthode d'analyse qualitative de l'évolution des systèmes laitiers	171
8.1	Collecte des données : l'enquête par entretiens	173
8.2	Traitement et analyse des données	175
Chapitre 9	Analysing the evolution of dairy farming systems with a focus on lock-in mechanisms	181
9.1	Introduction.....	183
9.2	Applying the MLP to the case study.....	185
9.3	Results.....	187
9.4	Discussion.....	195
9.5	Conclusion.....	201

Chapitre 10 Analyse de deux circuits alternatifs de commercialisation du lait : facteurs de transition et trajectoires d'exploitation	203
10.1 Les circuits alternatifs de commercialisation du lait	205
10.2 Cadre théorique : l'analyse des trajectoires d'exploitation	206
10.3 Méthodologie	212
10.4 Résultats	214
10.5 Discussion	229
10.6 Conclusion	238
CONCLUSION DE LA PARTIE II	241
DISCUSSION GÉNÉRALE.....	247
Contribution de la thèse à la documentation des voies de transition des exploitations laitières vers davantage de durabilité.....	249
Critique générale de la démarche méthodologique.....	265
Limites et perspectives	272
CONCLUSION GÉNÉRALE	279
BIBLIOGRAPHIE	283
ANNEXES.....	309
Annexe A Tableaux annexes au Chapitre 6	311
Annexe B Guide d'entretien (phase 1)	317
Annexe C Influence de la taille et de l'intensité de production sur les performances économiques et environnementales des exploitations laitières	321
Annexe D Guide d'entretien (phase 2)	333

Liste des figures

Figure 1 Evolution du nombre de détenteurs de vaches laitières et de vaches allaitantes en Wallonie, entre 1984 et 2012.	9
Figure 2 Evolution du nombre moyen de vaches laitières et de vaches allaitantes par exploitation bovine en Wallonie, entre 1984 et 2012.....	9
Figure 3 Evolution du nombre d'exploitations détenant 100 vaches laitières et plus, en Belgique et au Danemark entre 1990 et 2010.....	11
Figure 4 La production laitière européenne, par région de niveau NUTS 2, en 2012 (en tonnes par km ²).	15
Figure 5 Comparaison du revenu du travail et du capital familial par unité de travail familial, en fonction de l'orientation technico-économique des exploitations (sur la période 2010 – 2012).....	17
Figure 6 Importance de la production laitière dans les communes wallonnes, en 2012.	18
Figure 7 La filière laitière, de l'amont à l'aval de la production.	19
Figure 8 Evolution du prix du lait, entre 2003 et 2013 en Belgique.	24
Figure 9 Evolution du prix des aliments pour le bétail, entre 2003 et 2013 en Belgique.	25
Figure 10 Structure générale de la thèse.	33
Figure 11 Intensive livestock farming systems have several potential environmental impacts, such as eutrophication, groundwater pollution by nitrates, and greenhouse gas emissions.	40
Figure 12 Assessment of agricultural sustainability at farm level by considering environmental, economic, and social dimensions, and dividing them into various themes, based on a review of sustainability indicators.	46
Figure 13 Classification of environmental indicators related to input management, according to the typology based on the causal chain between practices and their environmental impacts.	47
Figure 14 Classification of environmental indicators related to quality of natural resources, according to the typology based on the causal chain between practices and their environmental impacts.....	48
Figure 15 Classification of economic indicators.	49
Figure 16 Classification of social indicators.....	51

Figure 17 Selection of indicators to analyze the sustainability of Walloon livestock farming systems, with a data-driven approach based on farm accounting databases.....	65
Figure 18 Overview of the methodology to analyze the diversity of farming systems and identify marginal farms.	83
Figure 19 Identification of DS clusters, by crossing sustainability and structural farm clusters.	84
Figure 20 Analysis of DS clusters and identification of potential marginal farms. ...	85
Figure 21 Analysis of similarities among DS clusters and identification of farm groups.....	86
Figure 22 Association of potential marginal farms with the farm groups and identification of final marginal farms.	88
Figure 23 Plotting of the final marginal farms and centroids of farm groups on the first two principal components, derived from the principal component analysis performed on: (a) environmental, economic and social indicators; (b) structural indicators.	94
Figure 24 Comparaison des caractéristiques structurelles, environnementales et économiques des cinq groupes <i>mainstream</i>	101
Figure 25 Répartition de 447 exploitations laitières spécialisées par groupe <i>mainstream</i> et par région agricole (2008).....	103
Figure 26 Répartition des exploitations laitières spécialisées, situées en Haute-Ardenne et en Région herbagère liégeoise, par groupe <i>mainstream</i> (2008).	110
Figure 27 Excédent brut d'exploitation par unité de travail familial (€/UTF) des exploitations du groupe GM2, en fonction de leur consommation d'énergie par hectare (MJ/ha).....	112
Figure 28 Identification de trois exploitations marginales détenant des performances plus favorables que leur groupe de référence.	115
Figure 29 Plotting of conventional dairy farms and means of economic autonomy classes on the first two canonical variables.....	131
Figure 30 Description d'une transition, selon la perspective multiniveau.	155
Figure 31 Grille d'analyse des entretiens semi-dirigés.	177
Figure 32 Contraintes auxquelles les éleveurs laitiers wallons sont confrontés. ...	179

Figure 33 Multi-level perspective of the evolution of the dairy sector in Wallonia: “dualisation” of dairy systems based on stakeholder discourses and prospective view of transition pathways derived from the typology presented by Geels and Schot (2007).	197
Figure 34 Le cycle de déclenchement du changement.	209
Figure 35 Trajectoire d'évolution d'un éleveur livrant l'entièreté de sa production laitière à une fromagerie.	223
Figure 36 Trajectoire d'évolution d'un éleveur dont une partie de la production laitière est transformée en fromages dans l'exploitation.	227
Figure 37 Trajectoire d'évolution d'un éleveur ayant cessé son activité de transformation fromagère.....	228
Figure 38 Relations identifiées entre la <i>multi-level perspective</i> et l'analyse des trajectoires d'exploitation.	230
Figure 39 Démarche méthodologique globale adoptée dans la thèse.....	265

Liste des tableaux

Tableau 1 Le secteur de la production laitière dans plusieurs régions du Nord-Ouest de l'Europe (2007).	14
Tableau 2 Production de lait et produits laitiers en Belgique, en 2012.	21
Table 3 Description of the typology of environmental indicators and characterization of these types, in terms of calculation method, data availability, and environmental relevance, in the context of a data-driven approach.....	45
Table 4 Criteria for the evaluation of sustainability indicators and for the selection of an appropriate set of indicators, in relation with analysis objectives.	53
Table 5 Description and comparison of four indicators related to nitrogen management, on the basis of selection criteria concerning relevance, practicability, and end user value of these indicators.	57
Table 6 Mean structural characteristics of the case-study farms and the representative sample of Walloon specialized dairy farms recorded by the FADN, in 2008.	76
Table 7 Environmental indicators, units and definitions.	78
Table 8 Economic indicators, units and definitions.	80
Table 9 Social indicators, units and definitions.	81
Table 10 Structural indicators.	82
Table 11 Structural, environmental and economic characteristics of the five groups of specialized dairy farms identified in Wallonia (averages \pm standard deviations).	91
Tableau 12 Comparaison de l'impact environnemental par litre de lait des groupes G1, GM1, G2 et GM2 pour un sous-ensemble de 246 exploitations hyperspécialisées en production laitière (2008).	107
Tableau 13 Comparaison de l'impact environnemental par unité de revenu des cinq groupes <i>mainstream</i> (2008).	107
Tableau 14 Caractéristiques structurelles et productives (moyennes \pm écarts-types) des exploitations du groupe GM2 combinant des performances économiques et environnementales élevées, en comparaison aux autres exploitations du groupe GM2 (2008).	113

Tableau 15 Caractéristiques de trois exploitations marginales détenant des performances environnementales et économiques relativement élevées.	117
Table 16 Mean structural characteristics of organic and conventional dairy farms according to their degree of economic autonomy (2008).....	127
Table 17 Total canonical structure: correlations between the economic and environmental indicators, and the three canonical variables.	130
Table 18 Mean economic and environmental results of organic and conventional dairy farms according to their degree of economic autonomy (2008).	133
Table 19 Average economic impact of the milk price crisis of 2009 on organic and conventional dairy farms according to their degree of economic autonomy.	134
Tableau 20 Caractéristiques des voies de transition.....	157
Tableau 21 Avantages et limites de la perspective multiniveau.	162
Tableau 22 Comparaison des approches théoriques d'accompagnement et de compréhension des transitions des systèmes agricoles.....	169
Tableau 23 Exemple de traitement du code "contraintes".....	178
Table 24 Lock-in mechanisms of the Walloon dairy sector.	189
Tableau 25 Points communs entre l'analyse des trajectoires d'exploitation et la MLP.....	211
Tableau 26 Nombre d'acteurs interrogés, par catégorie et selon leur activité.....	213
Tableau 27 Éléments déclencheurs de l'engagement des éleveurs interviewés dans une voie de commercialisation alternative du lait.	215
Tableau 28 Facteurs expliquant le succès de l'engagement des éleveurs interviewés dans un circuit alternatif de commercialisation du lait.	218
Tableau 29 Adaptations des pratiques agricoles mises en place par certains éleveurs impliqués dans un circuit fromager.	224
Tableau 30 Apports des approches quantitative et qualitative à la question du "comment".	250

Liste des publications et communications

Publications scientifiques

Lebacqz, T., Baret, P.V., Stilmant, D., 2013. *Sustainability indicators for livestock farming. A review*. *Agronomy for sustainable development* 33, 311-327.

Lebacqz, T., Baret, P.V., Stilmant, D., 2015. *Role of input self-sufficiency in the economic and environmental sustainability of specialised dairy farms*. *Animal* 9, 544-552.

Lebacqz, T., Stilmant, D., Baret, P.V., soumis le 04/12/2014. *Analysing the evolution of dairy farming systems with a focus on lock-in mechanisms*.

Communications orales et affiches

Lebacqz, T., Baret, P.V., Stilmant, D., 2012. Analyse de la diversité de systèmes laitiers spécialisés en termes de durabilité, typologie et identification de systèmes marginaux. *Rencontres Recherches Ruminants 3R*, 5-6 décembre 2012, Paris. Affiche présentée oralement.

Lebacqz, T., Baret, P.V., Stilmant, D., 2013. Analyse de la diversité des systèmes laitiers en Wallonie, en termes de durabilité et de structure. *Carrefour des Productions animales*, 20 février 2013, Gembloux. Communication orale.

Lebacqz, T., Stilmant, D., Baret, P.V., 2013. Relations between farm size, production intensity and sustainability of dairy farms in Wallonia. *64th annual EAAP meeting*, 26-30 août 2013, Nantes. Communication orale.

Baret, P.V., Vanwindekens, F., Lebacqz, T., Stilmant, D., 2014. Transition towards sustainable livestock farming systems requires new methodological approaches. *65th annual EAAP meeting*, 25-29 août 2014, Copenhagen. Affiche.

Encadrement de mémoire

De Herde, V., 2014. *Potentiel de transition des circuits fromagers de niche en Région Herbagère Liégeoise et en Haute Ardenne*. Mémoire de fin d'études, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve.

Acronymes et abréviations

AA	Agricultural area
ACP	Analyse en composantes principales
AWE	Association wallonne de l'élevage
AFSCA	Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire
CBL – BCZ	Confédération belge de l'industrie laitière Belgische confederatie van zuivelindustrie
CETA	Centre d'étude des techniques agricoles
CMED	Commission mondiale pour l'environnement et le développement
CRA – W	Centre wallon de Recherches agronomiques
CRIOC	Centre de Recherche et d'Information des Organisations de Consommateurs
CUMA	Coopérative d'utilisation des machines agricoles
DAEA	Direction de l'Analyse économique agricole
DEA	Data envelopment analysis
DGARNE	Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement
EA	Economic autonomy
EBE	Excédent brut d'exploitation
EMB	European milk board
FADN	Farm Accounting Data Network
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FLPLW	Filière lait et produits laitiers wallonne
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
MLP	Multi-level perspective
OMC	Organisation mondiale du commerce
OTE	Orientation technico-économique
PAC	Politique agricole commune
PME	Petite et moyenne entreprise
QFL	Qualité Filière Lait
SAU	Superficie agricole utile.
SPF	Service public fédéral
UGB	Unité gros bétail
UNAB	Union nationale des Agrobiologistes belges
UT(F)	Unité de travail (familial)

Introduction générale

« Si le leitmotiv qui définissait le mieux la politique agricole des cinquante dernières années était l'expression "modernisation technologique" de l'agriculture, c'est celle de modernisation écologique qui s'impose à l'avenir. Ecologique mais aussi sociale. Car il ne faut pas évincer de l'équation la question de l'emploi. » Arie van den Brand, 2010, 16^{èmes} controverses de Marciac

Le premier chapitre de cette partie introductive présente le contexte dans lequel s'inscrit cette thèse. Les changements majeurs ayant lieu au sein du secteur agricole sont décrits, avant de définir plus précisément les concepts de développement durable et d'agriculture durable qui seront utilisés dans ce travail. Ce chapitre présente ensuite le sujet d'étude choisi : l'élevage laitier en Wallonie. Une brève évolution du secteur est retracée, avant de caractériser les exploitations laitières et, de manière plus générale, la filière laitière wallonne. Ce premier chapitre se clôture en résumant les nombreux défis auxquels le secteur se trouve actuellement confronté. A l'issue de cette mise en contexte, le second chapitre définit les objectifs de la recherche et la démarche méthodologique utilisée. La structure générale de la thèse est finalement présentée au lecteur.

Chapitre 1

Contexte de la recherche

1.1 Contexte général

1.1.1 Modèle agricole industriel et changement de paradigme

Au cours du vingtième siècle, le secteur de l'élevage a assisté à un processus d'intensification et de spécialisation de ses systèmes de production. Ce modèle agricole industriel s'est développé à partir d'un paradigme centré sur la maximisation du rendement à court terme, l'utilisation intensive d'intrants, ainsi que la simplification et la standardisation des procédés et des pratiques (Kirschenmann, 2007; Vanloqueren, 2007). Ces changements ont permis de réaliser un accroissement significatif de la productivité agricole : à titre d'exemple, la production laitière par vache a augmenté d'environ 30 % ces 50 dernières années (Thornton, 2010 ; Dumont et al., 2014).

Aujourd'hui, la viabilité à long terme de ce modèle agricole industriel est remise en question, en raison de son coût environnemental et social (De Schutter and Vanloqueren, 2011; Havet et al., 2014). Des chargements en bétail élevés à l'hectare ont, en effet, été associés à la dégradation du sol, à la pollution en nitrates des eaux souterraines et à des niveaux élevés d'émissions de gaz à effet de serre (FAO, 2009; De Schutter and Vanloqueren, 2011; Havet et al., 2014). L'intensification de l'élevage peut également contribuer à la perte de milieux semi-naturels et être à la source d'un appauvrissement de la biodiversité (FAO, 2009; Dollé et al., 2013). Au niveau social, le processus de spécialisation des exploitations renforce la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des prix des intrants agricoles et leur vulnérabilité face à la volatilité du marché (Havet et al., 2014).

Les exploitations agricoles évoluent, en outre, dans un contexte caractérisé par des changements permanents. D'un point de vue économique, les agriculteurs font face à des fluctuations importantes des prix des produits agricoles et des intrants (Darnhofer et al., 2010a). Le changement climatique et ses conséquences à long terme (une augmentation de la fréquence d'évènements climatiques extrêmes, par exemple) constituent également une source d'incertitude, en raison du lien fort existant entre ces conditions climatiques et la productivité des cultures (Falloon and Betts, 2010). Au niveau politique, les agriculteurs évoluent dans un cadre caractérisé par des réformes successives de la politique agricole commune (PAC), concernant le mode de subsides, la régulation des marchés et le développement de réglementations environnementales traduisant l'évolution des attentes sociétales (Darnhofer et al., 2010a; Neumann et al., 2011). Parallèlement, une forte restructuration du secteur est observée, suite à la diminution continue du nombre d'exploitations agricoles et à l'augmentation graduelle de la taille des exploitations

qui se maintiennent. Le rythme relativement rapide auquel ont lieu ces multiples changements crée, pour les agriculteurs, une situation de forte incertitude vis-à-vis des opportunités futures et des défis auxquels ils seront confrontés (Darnhofer et al., 2010a).

Dans ce contexte général, un changement de paradigme s'avère essentiel afin d'évoluer vers des systèmes d'élevage plus durables, c'est-à-dire économiquement viables, respectueux de l'environnement et socialement acceptables (Thomassen et al., 2009). Une telle transition ne nécessite pas uniquement le développement de nouvelles technologies mais requiert, en parallèle, des changements organisationnels significatifs, concernant les méthodes de production et la structure des filières, ainsi que des changements politiques, institutionnels (adaptation des services de vulgarisation et de recherche agricole, par exemple), et sociétaux (adaptation des modes de consommation) (Elzen and Wieczorek, 2005; Klerkx and Nettle, 2013).

1.1.2 Développement durable et agriculture

La définition la plus répandue du développement durable est celle mentionnée en 1987 dans le Rapport Brundtland. Il s'agit d'un « *développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* » (CMED¹, 1987). Cette définition met l'accent sur la notion de « *besoins* » et renvoie, plus particulièrement, aux besoins des pays les plus pauvres. Elle souligne également les limites que nos techniques et notre organisation sociale imposent « *sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir* » (CMED, 1987).

A partir de ce rapport, de nombreuses définitions du concept de développement durable ont été introduites (Nations unies, 2010). Trois éléments sont néanmoins communs à la plupart d'entre elles : (i) le développement durable est un concept intergénérationnel qui nécessite donc de considérer un horizon à long terme ; (ii) ce concept concerne différentes échelles, allant d'un niveau local ou régional à un niveau national ou global ; et (iii) la durabilité suppose un équilibre entre des valeurs et des enjeux écologiques, économiques et socioculturels. La notion de durabilité doit donc être considérée de manière dynamique, comme un processus de changement continu, plutôt qu'être associée à un état d'équilibre et à des stratégies s'inspirant d'objectifs fixes et prévisibles (Loorbach, 2007).

¹ Commission mondiale pour l'environnement et le développement.

Le concept de développement durable connaît deux interprétations : celle de durabilité faible et forte (*weak and strong sustainability*). La première approche considère que le capital naturel et le capital technologique – c'est-à-dire nos capacités productives – sont entièrement substituables. Cette conception admet que le capital naturel diminue à condition que cela permette d'améliorer nos capacités productives (Garmendia et al., 2010; Bourg, 2013). Elle ne prend pas en compte le caractère limité des ressources naturelles, ni la valeur cruciale de certaines ressources pour le fonctionnement des écosystèmes (Dedeurwaerdere, 2013).

A l'inverse, la notion de durabilité forte considère que de nombreuses fonctions du capital naturel ne peuvent pas être remplacées par du capital humain. Au-delà de certains niveaux critiques, très difficiles à évaluer, la substituabilité entre ces deux types de capital n'est plus possible (Dedeurwaerdere, 2013). Cette seconde interprétation souligne l'importance de gérer le capital naturel afin de préserver, à long terme, ses multiples fonctions, celles-ci étant à la source de services écologiques majeurs tels que la régulation des systèmes vivants, le recyclage naturel, l'assimilation des déchets et le contrôle de l'érosion (Da Cunha, 2003).

Dans le domaine de l'agriculture, ces deux interprétations sont rarement évoquées explicitement. Des définitions multiples et hétérogènes du concept d'agriculture durable sont présentées dans la littérature, celles-ci reflétant des valeurs et intérêts variés, propres au contexte socioculturel, spatial et temporel (Boogaard et al., 2008; Binder et al., 2010; Gómez-Limón and Sanchez-Fernandez 2010). Dans leurs travaux d'analyse de la durabilité des systèmes agricoles, certains auteurs se réfèrent en priorité à une unique dimension (économique, environnementale ou sociale), tandis que d'autres utilisent une approche multidimensionnelle considérant simultanément des objectifs économiques, environnementaux et sociaux (Boogaard et al., 2008). C'est cette seconde posture qui a été adoptée dans le cadre de ce travail, en définissant comme durables des systèmes d'élevage viables d'un point de vue économique, respectueux de l'environnement et socialement acceptables (Thomassen et al., 2009).

1.2 L'élevage laitier en Wallonie

Dans un contexte caractérisé par la nécessité d'opérer un changement de paradigme et une transition vers des systèmes d'élevage plus durables, nous avons choisi d'étudier, dans cette thèse, l'élevage bovin laitier en Wallonie. Ce secteur est caractérisé par un processus de restructuration important, se traduisant par une diminution du nombre d'exploitations et une croissance continue de la taille moyenne des exploitations qui se maintiennent, du quota moyen de livraison et de la productivité du cheptel. La durabilité économique, environnementale et sociale du secteur bovin laitier suscite en outre de nombreux débats, tant au sein de la société que dans la littérature scientifique.

1.2.1 Evolution de la production laitière et influence de la politique agricole commune

En termes d'évolution historique, le secteur laitier wallon est caractérisé, depuis une trentaine d'années, par une diminution importante du nombre d'agriculteurs. Entre 1990 et 2012, le nombre de détenteurs de vaches laitières a diminué de 68 % en Wallonie (Figure 1). En parallèle, le nombre total de vaches laitières a également diminué mais de manière moins marquée (- 48 % sur la même période). De ce fait, l'évolution du secteur a été caractérisée par une augmentation de la taille des fermes en termes de cheptel (Figure 2) (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Le nombre moyen de vaches laitières par exploitation a augmenté de 67 % entre 1990 et 2012 avec, en corollaire, une nette augmentation des volumes moyens de lait livrés à la laiterie (+ 252 %, en moyenne en Belgique) (CBL-BCZ², 2013; Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Le volume total de lait produit en Belgique est resté relativement stable durant cette période, avec une variation annuelle moyenne de 0.2 % (CBL-BCZ, 2013).

² Confédération belge de l'industrie laitière – Belgische confederatie van de zuivelindustrie.

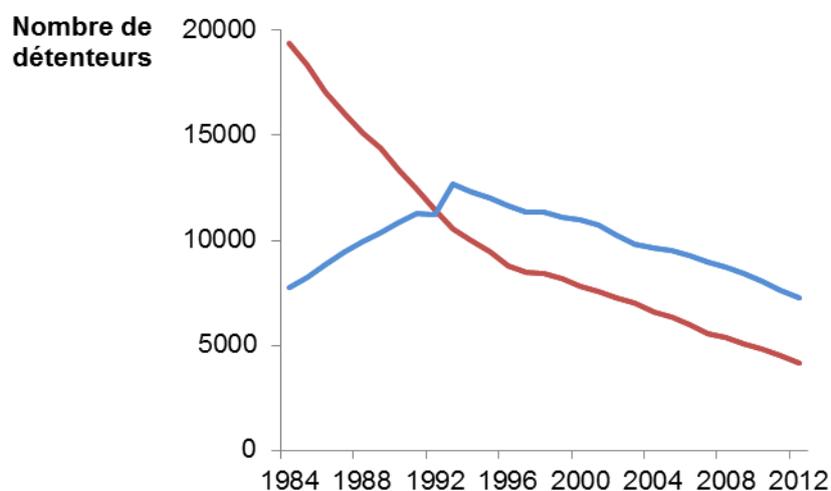


Figure 1 Evolution du nombre de détenteurs de vaches laitières (---) et de vaches allaitantes (---) en Wallonie, entre 1984 et 2012.

Source : Direction de l'Analyse économique agricole, 2013.

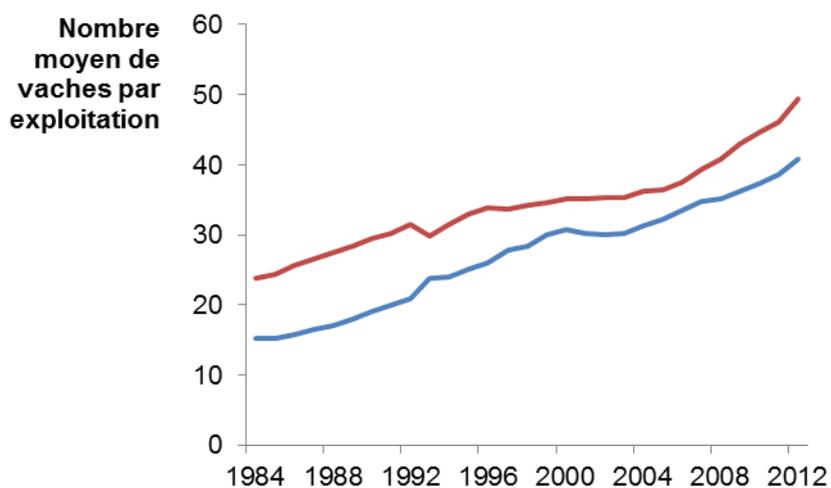


Figure 2 Evolution du nombre moyen de vaches laitières (---) et de vaches allaitantes (---) par exploitation bovine en Wallonie, entre 1984 et 2012.

Source : Direction de l'Analyse économique agricole, 2013.

Ces tendances s'expliquent en partie par l'instauration des quotas laitiers en 1984, dans le cadre de la politique agricole commune (Encadré 1) (Direction de l'Analyse économique agricole, 2012). L'instauration des quotas avait pour objectif de limiter

et de stabiliser la production laitière. Les producteurs laitiers, ainsi limités, se sont tournés vers la production de viande, d'où l'augmentation, dans un premier temps, du nombre de détenteurs de vaches allaitantes (Figure 1) (Direction de l'Analyse économique agricole, 2012). De manière concomitante, le secteur a connu une augmentation du rendement laitier par vache. Dès lors, la diminution du nombre total de vaches laitières a permis de « compenser » cette augmentation de rendement dans un contexte de limitation de la production (Jongeneel et al., 2011).

Encadré 1 – L'instauration des quotas laitiers dans l'Union européenne

Au début des années 1980, le secteur laitier européen doit faire face à une production excédentaire de lait et de produits laitiers (Pflimlin, 2010). Afin d'enrayer cette surproduction et d'éviter le stockage coûteux de lait en poudre et de beurre, une réforme définissant des quantités de production de référence – ou quotas laitiers – a été instaurée en avril 1984. Chaque État Membre s'est vu attribuer un quota annuel de référence, sur base de données historiques. En cas de dépassement de cette limite, les États Membres sont sanctionnés par une amende appelée superprélèvement ou prélèvement supplémentaire. Le système des quotas laisse la possibilité à chaque État Membre de répartir son quota national soit entre ses producteurs de manière individuelle, soit entre les laiteries présentes sur son territoire. En Belgique, c'est le premier système qui est d'application : le quota national a été réparti entre producteurs sur base de références historiques de production. En cas de dépassement du quota national, le superprélèvement est dès lors réparti entre les producteurs ayant commercialisé plus de lait qu'il ne leur était autorisé par leur quota individuel (Jongeneel et al., 2011; DGARNE³, 2013).

Initialement, les quotas étaient liés à l'exploitation et ne pouvaient donc être transférés d'une ferme à l'autre que par vente, location ou héritage d'une partie ou de la totalité de l'exploitation. Dans ce cadre, les transferts de quotas étaient liés à des transferts de terres nécessaires à la production laitière. Lorsqu'une exploitation arrêta son activité, son quota était transféré dans une « réserve nationale ». Le cumul de quotas, c'est-à-dire la reprise de quotas par un agriculteur en possédant déjà, n'était autorisé qu'entre parents (DGARNE, 2007). Cette législation a cependant subi de nombreuses adaptations au cours du temps avec notamment : l'autorisation des cumuls, la mise en place d'une limite géographique de 30 kilomètres, la révision des retenues de quotas pour la réserve, la mise en place d'une durée minimum d'exploitation et l'attribution des quotas de la réserve aux jeunes producteurs. Une modification importante a été opérée lors de la campagne 1996-1997 à partir de laquelle seuls les transferts opérés *via* un fonds – le « Fonds des quotas » – ou par transfert/création d'exploitation ont été autorisés. *Via* ce fonds, les quotas peuvent être transférés sans terre contre un paiement fixé par l'administration (DGARNE, 2007).

³ Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement.

En 1992, la réforme MacSharry de la PAC ne concernait *à priori* pas spécifiquement le secteur laitier (Jongeneel et al., 2011). Cependant, suite à l'augmentation de la prime au maintien du troupeau de vaches allaitantes, dans le cadre de cette réforme et de l'Agenda 2000, la restructuration du secteur bovin vers la viande bovine a été poursuivie au détriment de la production laitière (SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2009a; Direction de l'Analyse économique agricole, 2012). La mise en place, au cours de la campagne 1996-1997, d'un système de transfert des quotas vers un Fond des quotas a néanmoins permis de ralentir la diminution du nombre de détenteurs de vaches laitières (Encadré 1) (Direction de l'Analyse économique agricole, 2012). Ce système a, en effet, imposé un prix des quotas inférieur aux prix pratiqués sur un marché libre, freinant ainsi leur vente et ralentissant dès lors la diminution du nombre d'exploitants (Bouquiaux, communication personnelle). En comparaison, dans d'autres pays européens, comme les Pays-Bas et le Danemark, la mise en place d'un système de transfert des quotas *via* le marché a mené à une restructuration plus importante des exploitations, et notamment à une augmentation plus marquée de leur taille (Figure 3) (Donnellan et al., 2009).

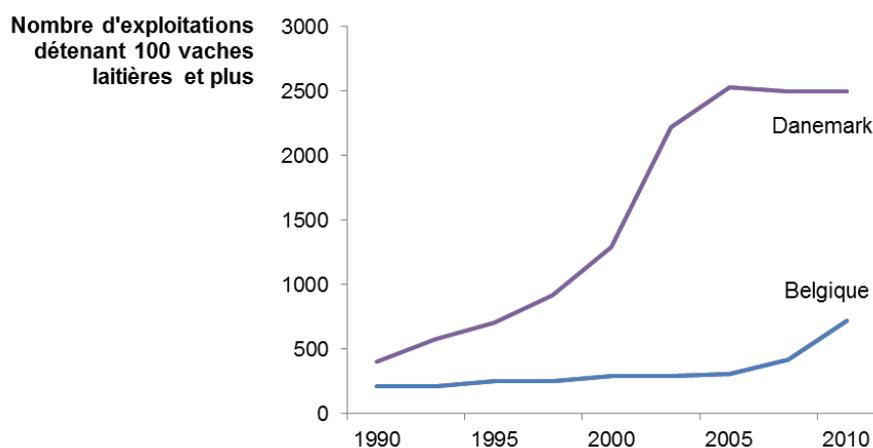


Figure 3 Evolution du nombre d'exploitations détenant 100 vaches laitières et plus, en Belgique et au Danemark entre 1990 et 2010.

Source des données : Eurostat, 2012.

La réforme de la PAC de 2003, instaurant un paiement direct découplé de la production comme soutien au revenu des producteurs, a défini des règles spécifiques pour le secteur laitier. Ce dernier entre alors dans un processus de dérégulation caractérisé par la suppression des prix indicatifs⁴, la baisse des prix

⁴ Prix fixé par le Conseil européen et correspondant au niveau de rémunération souhaité pour les producteurs (Cour des comptes européenne, 2009).

d'intervention⁵ pour le beurre et la poudre de lait et l'augmentation graduelle des quotas en vue de leur suppression totale programmée en 2015 (Cours des comptes européennes, 2009; Pflimlin, 2010). Suite à ces décisions, une diminution du prix du lait a été observée, de même que la convergence des prix européens et des prix mondiaux et ce, jusqu'en 2006 (Pflimlin, 2010; Jongeneel et al., 2011). A partir de 2007, l'évolution du prix sur le marché mondial – à savoir une hausse du prix en 2007-2008 et une forte baisse en 2008-2009 – a masqué l'impact éventuel des mesures de la PAC sur les prix internes (Jongeneel et al., 2011). La diminution de prix résultant de la réforme de 2003 ne semble cependant pas avoir spécifiquement influencé la diminution du nombre de producteurs laitiers. Une évaluation des mesures de la PAC dans le secteur laitier a montré que les changements structurels observés suivent la tendance générale des changements ayant lieu dans le secteur agricole, sans pouvoir être attribués à des mesures politiques spécifiques (Jongeneel et al., 2011).

En effet, le nombre d'exploitations agricoles européennes a tendance à diminuer de manière continue et ce, pour de multiples raisons : l'influence des législations européennes, la fragilisation économique des exploitations face à une volatilité importante des prix, les problèmes de succession et de transmissibilité liés à la taille des investissements nécessaires et à la baisse d'intérêt des jeunes vis-à-vis du métier d'agriculteur. Cette tendance est en outre renforcée par l'augmentation de la capacité de production des exploitations (Chatellier, 2010). La disparition d'exploitations agricoles a pour conséquence une restructuration graduelle et continue du secteur, avec une augmentation de la taille des exploitations qui se maintiennent, suite au transfert des ressources issues des fermes qui disparaissent (Zimmermann and Heckeley, 2012). Une grande diversité de structures d'exploitations est néanmoins toujours observée dans le paysage agricole européen, celles-ci se développant en fonction des opportunités naturelles et du contexte social, économique et réglementaire (European Commission, 2014a).

Actuellement, c'est la suppression des quotas prévue pour avril 2015 qui constitue un défi majeur pour la filière laitière européenne (Lelyon et al., 2012; McDonald et al., 2014). Cette suppression traduit la volonté de l'Union européenne de libéraliser le secteur pour s'aligner sur les règles de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) favorisant le libre-échange. En termes de perspectives à moyen terme (2013-2023), la Commission Européenne se veut positive vis-à-vis de l'impact de cette réforme : elle prévoit ainsi le maintien du prix du lait à un niveau assez élevé

⁵ En cas de déséquilibre du marché, les organismes d'intervention pouvaient acheter du beurre et/ou de la poudre de lait lorsque les prix du marché étaient inférieurs à un certain niveau. Ces produits étaient stockés dans l'attente d'être revendus (Cours des comptes européenne, 2009).

et une augmentation de la production européenne, en raison d'une demande mondiale dynamique et de prix relativement faibles pour les aliments du bétail. Cette expansion de la production pourrait néanmoins être freinée par les contraintes environnementales et dépendra de la vitesse à laquelle la consommation augmente, en Europe et au niveau mondial. L'Union Européenne devra en outre faire face à une compétition internationale (European Commission, 2013).

Alors que certains agriculteurs considèrent la suppression des quotas d'un bon œil (développement de la production et accroissement de leur compétitivité), la majorité des éleveurs wallons craignent les conséquences néfastes qu'elle pourrait avoir sur le prix du lait, la concurrence entre exploitations et l'environnement (Pochet and Doyen, 2009; Lelyon et al., 2012). Certaines études mentionnent en outre que la suppression des quotas aurait tendance à renforcer l'agrandissement et l'intensification des exploitations, menant à une concentration territoriale du secteur et à la diminution des exploitations de taille familiale (Kesteloot, 2008; Lelyon et al., 2012).

1.2.2 Situation du secteur laitier wallon au sein du paysage européen

La répartition géographique de la production laitière en Europe est fortement liée à la disponibilité de prairies, celles-ci étant généralement présentes dans les régions caractérisées par un climat tempéré et des précipitations relativement abondantes (Eurostat, 2014). La production laitière occupe une place importante dans l'activité agricole et économique de nombreuses régions du Nord-Ouest de l'Europe (de Vries et al., 2013). Dans ces régions, la quantité de lait produite par km² s'avère en effet particulièrement élevée (Figure 4). Malgré une production totale relativement limitée, en comparaison à d'autres régions européennes telles que la Flandre, les Pays-Bas et le Sud-Ouest de l'Allemagne, le secteur laitier wallon occupe une place importante au sein du secteur agricole puisqu'il intègre près de 30 % des exploitations agricoles wallonnes (Tableau 1). La production laitière wallonne se distingue des trois régions susmentionnées par un niveau de spécialisation assez faible, comme c'est également le cas dans le Nord de la France.

Tableau 1 Le secteur de la production laitière dans plusieurs régions du Nord-Ouest de l'Europe (2007).

	Wallonie	Flandre	Pays-Bas	Nord-Pas-de-Calais	Bade-Wurtemberg
Au niveau régional					
Nombre d'exploitations laitières	4600	6200	17 500	4000	10 200
Part des exploitations laitières dans le nombre total de fermes (%)	29	21	24	29	23
Proportion des exploitations laitières qui sont spécialisées (%)	48	62	83	33	70
Production laitière annuelle (milliards kg)	1.4	1.9	11.6	1.3	2.3
A l'échelle de l'exploitation					
Superficie (ha)	66	45	49	90	60
Nombre de vaches laitières	48	56	83	47	46
Quota laitier (1000 kg)	319	392	673	344	304
Production laitière par vache (kg/vache)	6900	6900	8200	7400	6600
Production laitière par hectare (kg/ha)	4800	8700	13 900	3800	5100
Pâturage (jours)	180	180	168	120-180	160

Source des données : de Vries et al., 2013.

En comparaison aux exploitations situées en Flandre et aux Pays-Bas, les exploitations laitières wallonnes sont nettement moins intensives en termes de production à l'hectare (Tableau 1). Cette caractéristique est liée au prix des terrains agricoles qui est inférieur en Wallonie, en raison d'une densité de population régionale relativement faible (205 habitants/km² contre, respectivement, 462 et 403 habitants/km² en Flandre et aux Pays-Bas) (de Vries et al., 2013). La production par vache est similaire à celle enregistrée en Flandre et à la moyenne européenne générale (6700 kg/vache – de Vries et al., 2013) (Tableau 1). La durée moyenne de pâturage, aux alentours de six mois par an, est du même ordre de grandeur que celle des quatre autres régions reprises dans le Tableau 1.

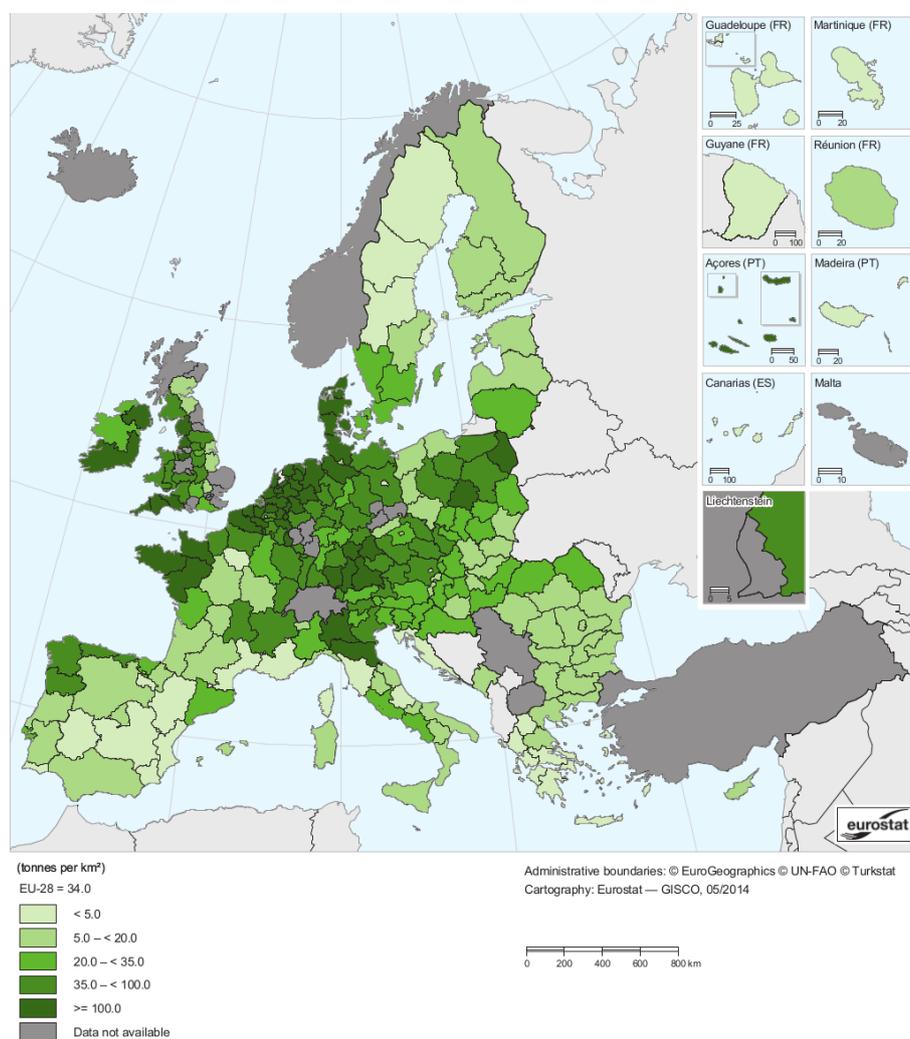


Figure 4 La production laitière européenne, par région de niveau NUTS 2, en 2012 (en tonnes par km²).

La nomenclature NUTS découpe le territoire de chaque État Membre en unités territoriales statistiques de taille comparable en termes de population. Cette classification est hiérarchique, c'est-à-dire qu'elle subdivise chaque État Membre en 3 niveaux : NUTS 1, NUTS 2 et NUTS 3.

Source : Eurostat, 2014.

1.2.3 Caractérisation des exploitations laitières wallonnes

En 2012, la Wallonie comptait 4139 détenteurs de vaches laitières et 205 449 vaches laitières. En moyenne, un éleveur laitier wallon possède un quota livraison de 354 566 litres de lait pour un troupeau de 48 vaches laitières (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Celles-ci appartiennent essentiellement à des races spécialisées. Ainsi, en 2011, 83 % des vaches laitières wallonnes appartenaient aux races Pie-Rouge et Pie-Noire Holstein (SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2011).

Quarante-cinq pour cent des exploitations laitières sont spécialisées en production laitière, c'est-à-dire qu'au moins 66 %⁶ de leur production brute standard totale⁷ est issue du bétail laitier (European Commission, 2012; Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Ces exploitations spécialisées détiennent, en moyenne, 65 vaches laitières et possèdent une superficie de 58 hectares, dont 69 % sont couverts par des prairies permanentes (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Elles obtiennent, par ailleurs, un revenu par unité de travail familial légèrement inférieur à celui de la moyenne des exploitations wallonnes, pour la période 2010-2012, soit environ 90 % du revenu moyen (Figure 5).

⁶ Selon la typologie des orientations technico-économiques (OTE) définie par l'Union européenne.

⁷ La production brute standard d'une spéculatation est la production brute moyenne annuelle, sans les subsides. Elle est exprimée par hectare pour les productions végétales et par tête pour les productions animales. La production brute totale est obtenue en multipliant les productions brutes des spéculations par les superficies des productions végétales et les têtes de bétail correspondantes (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013).

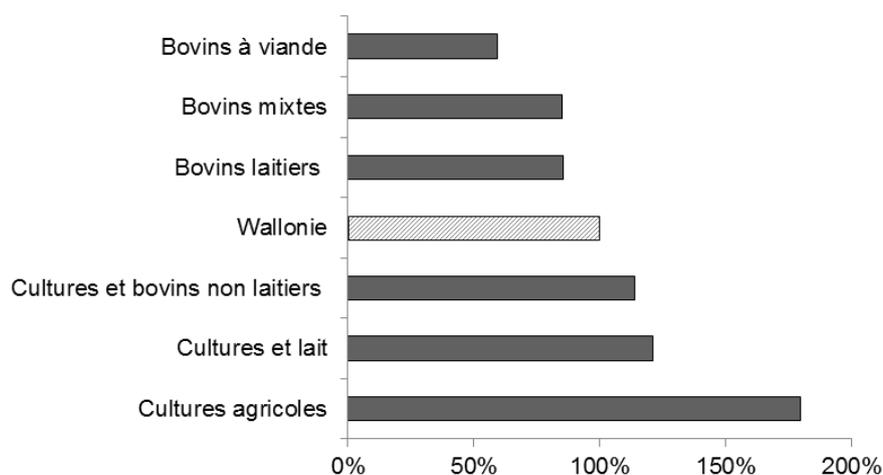


Figure 5 Comparaison du revenu du travail et du capital familial par unité de travail familial, en fonction de l'orientation technico-économique des exploitations (sur la période 2010 – 2012).

Le revenu du travail et du capital familial correspond au total des produits dont sont retirés les charges réellement payées et l'amortissement des actifs qui en font l'objet. Ce revenu est exprimé par unité de travail familial (UTF) et donne une indication sur la situation financière des exploitations.

Source : Direction de l'Analyse économique agricole, 2013.

D'un point de vue géographique, la production laitière wallonne se concentre à l'Est de la Wallonie, dans la Province de Liège (Figure 6). Cette province inclut deux régions agricoles – la Région herbagère liégeoise et la Haute-Ardenne – au sein desquelles la superficie agricole utile est essentiellement couverte de prairies, en raison des conditions pédoclimatiques qui y règnent. Trente-et-un pour cent des exploitations laitières spécialisées se situent en Région herbagère liégeoise et 19 % d'entre elles se trouvent en Haute-Ardenne (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Les exploitations situées en Province de Liège possèdent le quota moyen le plus élevé – à savoir 457 400 litres, en 2012-2013 – en comparaison aux autres provinces wallonnes (CBL-BCZ, 2014). Des exploitations laitières mixtes (lait-viande ou lait-cultures) sont également présentes en Région limoneuse, en Ardenne, dans le Condroz et en Région jurassique (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013).

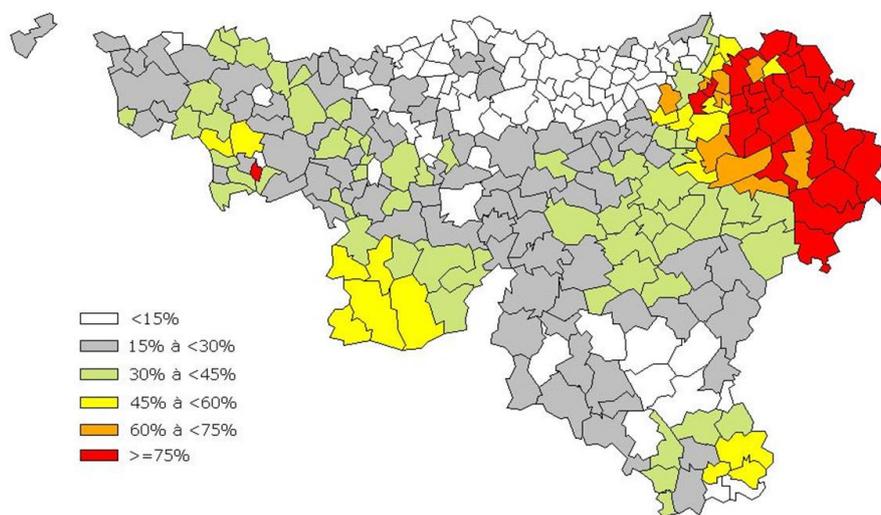


Figure 6 Importance de la production laitière dans les communes wallonnes, en 2012.

En pourcentage de la valeur (exprimée en production brute standard) de la production agricole totale dans la commune.

Source : Direction de l'Analyse économique agricole, 2013.

1.2.4 La filière laitière wallonne, de l'amont à l'aval de la production

1. En amont : des fournisseurs d'intrants, de prestations et de services

En amont de la production, différents acteurs fournissent une variété d'intrants (aliments pour le bétail, animaux, produits vétérinaires, produits de nettoyage, installations de traite, tanks refroidisseurs) et de prestations (vétérinaires, nutritionnistes, entreprises de travaux agricoles) aux éleveurs laitiers (QFL, 2005). Au niveau institutionnel, divers acteurs ont pour rôle de fournir des services et d'encadrer les producteurs dans leurs activités : il s'agit, par exemple, des services comptables, du contrôle laitier, des structures de formation et d'encadrement. Les acteurs de recherche, de concertation et de coordination (syndicat et conseil de filière) et de contrôle sanitaire sont également repris à ce niveau institutionnel. Au niveau politique, les pouvoirs publics interviennent dans la prise de décisions influençant le secteur laitier (Figure 7).

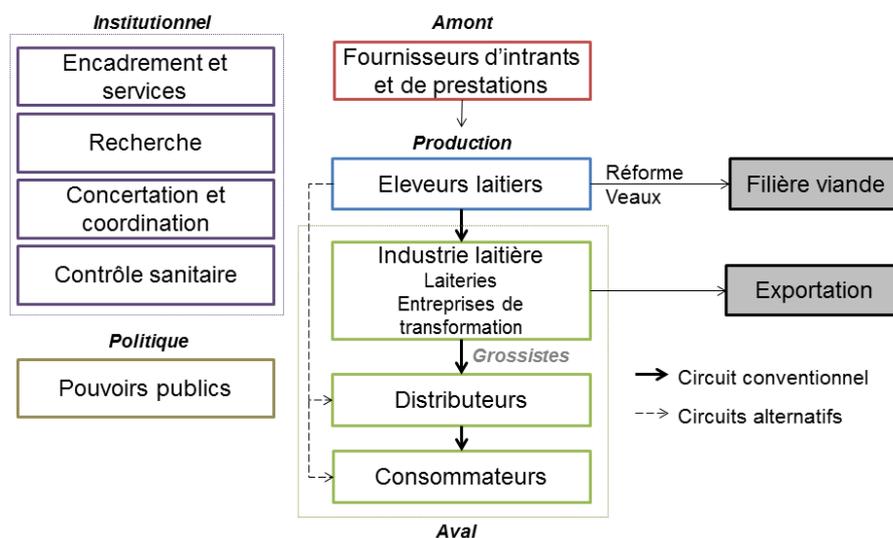


Figure 7 La filière laitière, de l'amont à l'aval de la production.

2. En aval, une situation dominée par les acteurs industriels et les produits à faible valeur ajoutée

En aval de l'exploitation, 97 % du lait produit en Wallonie est récolté par des laiteries (FLPLW⁸, 2010), celles-ci étant majoritairement des laiteries coopératives (Encadré 2). Une douzaine de laiteries collectent du lait en Wallonie. Les laiteries les plus importantes, en termes de volume de lait collecté annuellement, sont la Laiterie des Ardennes (LDA) et la Laiterie de Walhorn. Celles-ci collectent respectivement environ 600 millions et 470 millions de litres de lait par an (FLPLW, 2010). Outre la collecte, les laiteries effectuent également souvent la première transformation du lait, c'est-à-dire sa transformation en lait de consommation, crème, beurre, lait en poudre ou lait concentré (Maquet, 2012).

⁸ Filière lait et produits laitiers wallonne.

Encadré 2 – L'intérêt de l'éleveur dans les laiteries coopératives

En théorie, une coopérative est « *un modèle économique qui prévoit que les coopérateurs qui détiennent et dirigent l'entreprise partagent collectivement le fruit de leurs activités* » (EMB⁹, 2012). En pratique, pourtant, les coopératives laitières ne permettent plus de remplir l'objectif premier d'une coopérative, c'est-à-dire de maximiser les intérêts des coopérateurs et ce, pour plusieurs raisons (EMB, 2012; Feyereisen, 2013) :

- l'accroissement important de la taille de ces coopératives a fortement réduit la possibilité pour le coopérateur d'exercer son droit à cogérer la stratégie économique de la coopérative ;
- le coopérateur producteur de lait possède des intérêts opposés à ceux de la laiterie et des coopérateurs non-producteurs (obtention d'un prix rémunérateur *versus* approvisionnement au prix le plus bas pour maximiser les bénéfices) ;
- le producteur est dépendant de sa laiterie d'un point de vue économique, surtout lorsqu'il ne possède pas d'autres alternatives d'écoulement dans sa région (ce qui arrive fréquemment vu la concentration des coopératives et le périmètre croissant que celles-ci couvrent) ;
- certaines activités des coopératives (par exemple, des activités opérationnelles ou de commercialisation des produits) sont externalisées dans d'autres sociétés, sur lesquelles le coopérateur ne possède aucune influence directe ;
- les coopératives fixent le prix du lait en fonction du prix sur le marché mondial – c'est-à-dire des prix généralement bas et instables, en raison des excédents de production – sans quoi elles ne trouveraient pas de débouchés et ne parviendraient pas à commercialiser le lait qu'elles collectent.

Les producteurs de lait, membres de ces coopératives, se retrouvent par conséquent dans une situation similaire à celle des éleveurs livrant leur lait à des laiteries privées : ils ne possèdent quasiment pas d'influence sur le prix de leur lait et peuvent, lors de certaines périodes, ne pas recevoir un revenu suffisant pour rémunérer leur production (EMB, 2012).

Les laiteries collectent également du lait pour d'autres opérateurs intervenant dans l'étape de transformation du lait. Il s'agit de petites et moyennes entreprises qui fabriquent des fromages et des crèmes glacées ou de multinationales ayant leur siège en Wallonie et orientées vers la production de lait de consommation, de beurre, de fromages et de produits frais (FLPLW, 2010). En termes quantitatifs, les principaux produits issus de l'industrie laitière belge sont le lait de consommation, le lait fermenté, la crème et le lait en poudre (Tableau 2). A la sortie de l'industrie laitière, une partie des produits est exportée : 1,97 millions de tonnes de produits laitiers ont ainsi été exportés hors de la Belgique en 2012 (CBL-BCZ, 2013). L'autre partie des produits transite vers les opérateurs de moyenne et de grande

⁹ *European Milk Board* : confédération européenne des producteurs de lait.

distribution, en passant éventuellement par un intermédiaire, le grossiste (Figure 7). La valorisation des produits laitiers dans l'industrie agroalimentaire, en seconde transformation, constitue un troisième débouché pour les produits laitiers (Maquet, 2012) (celui-ci n'ayant pas été représenté dans la Figure 7).

Outre le circuit de commercialisation conventionnel (ferme – laiterie – industrie laitière – distribution), certains exploitants choisissent de recourir à des circuits alternatifs pour commercialiser l'entièreté ou une partie de leur production (Figure 7). Trois pour cent du lait produit en Wallonie est transformé directement dans l'exploitation en fromages, yaourts, beurre ou autres produits dérivés. Ces produits sont ensuite commercialisés *via* différents canaux : vente directe à la ferme, magasins de proximité, marchés, crémiers, grossistes, etc. (FLPLW, 2010). D'autres exemples de circuits alternatifs ont été recensés, sans nécessairement impliquer la transformation à la ferme : il s'agit, par exemple, de contrats passés directement avec la grande distribution pour la vente du lait.

Tableau 2 Production de lait et produits laitiers en Belgique, en 2012.

Produits laitiers	Quantités
Lait de consommation (1000 l)	846 202
Yaourt (1000 l)	50 634
Lait fermenté (1000 l)	203 290
Crème (1000 l)	170 550
Autres produits laitiers frais (1000 l)	82 965
Beurre (t)	79 477
Lait en poudre (t)	148 410
Fromage (t)	75 076
Crème glacée (t)	74 196

Source: CBL-BCZ, 2013.

La situation de dominance et de concentration des acteurs industriels en aval de la production laitière, telle qu'observée dans de nombreux pays européens, résulte d'un processus historique d'industrialisation et de *fluidification* démarré au dix-neuvième siècle (Vatin, 1990). Depuis longtemps, les produits laitiers ont été considérés comme des produits marchands, plutôt que domestiques, tout du moins en Occident. Prenant appui sur cette tradition, l'industrialisation laitière a imposé, dès le milieu du dix-neuvième siècle, un nouvel intermédiaire entre l'éleveur et le marchand : l'industriel. Ce processus d'industrialisation a connu une phase « révolutionnaire », à la fin du dix-neuvième siècle, avec l'avènement simultané de la centrifugeuse permettant d'industrialiser la fabrication du beurre, du mouvement coopératif qui rendait compatibles structures industrielles et petits

éleveurs, ainsi que de la pasteurisation qui offrait un cadre technique et normatif au développement de procédés standardisés (Vatin, 1990).

Ce n'est cependant qu'après la seconde guerre mondiale que la logique d'industrialisation et de fluidité s'est réellement imposée dans le secteur laitier. La production et le traitement d'un flux de lait continu tout au long du système a pris appui sur le développement d'un consensus favorable à l'industrialisation, tant au niveau des producteurs que des consommateurs. Pour les premiers, la transformation industrielle apparaissait comme garante d'une sécurité de revenu. Pour les seconds, elle assurait une production de masse à bas prix et leur accès à des produits initialement réservés aux classes sociales supérieures. Cette double évolution et les techniques d'automatisation, développées dans les années 1970-1980, ont permis aux procédés industriels de s'imposer dans le secteur laitier (Vatin, 1990). Un tel processus d'industrialisation a profondément transformé la qualification du lait et du rôle de l'éleveur. Le lait est devenu une matière première industrielle, plutôt que naturelle, soumise à des contraintes strictes de qualité afin de permettre la fabrication de produits standards, en grandes quantités. Détaché de son rôle de transformation, l'éleveur a vu, pour sa part, son identité se transformer et être associée à un unique fournisseur de lait (Vatin, 1990; van Amstel et al., 2012).

Cette période d'industrialisation s'est accompagnée, à partir des années 1970, d'un renversement des rapports de force entre les producteurs et les transformateurs. Alors qu'auparavant les laiteries se faisaient concurrence pour « recruter » les éleveurs afin de rentabiliser leurs infrastructures, les excédents de lait produit ont progressivement provoqué une situation de dépendance des éleveurs vis-à-vis des entreprises laitières. Parallèlement, avec le développement des techniques de transport du lait et l'expansion de la collecte la ferme, les laiteries ont cherché à rationaliser leur approvisionnement en minimisant le coût des transports. Ce processus de rationalisation a été associé à des changements considérables au niveau du paysage agricole, avec un phénomène de concentration des exploitations et d'arrêt des petits producteurs. De manière concomitante, le transport du lait sur de longues distances a permis aux entreprises de s'éloigner des exploitations et de collecter sur un territoire plus large, initiant ainsi le phénomène de concentration des laiteries qui continue encore actuellement (Vatin, 1990; Feyereisen, 2013).

La production excédentaire de lait dans les années 1970 a également fortement influencé les infrastructures de l'industrie laitière actuelle. En effet, le lait liquide n'étant pas adapté à la conservation, au stockage et au transport, les laiteries ont investi dans des infrastructures permettant de produire du beurre et du lait en poudre. Le développement de ces débouchés a permis à la Belgique d'écouler une

partie de ses excédents de lait, sans toutefois supprimer les problèmes de surproduction, ceux-ci ayant finalement mené à l'instauration des quotas laitiers dans les années 1980 (Feyereisen, 2013).

Les éléments historiques explicités ci-dessus soulignent comment l'articulation et l'évolution conjointe d'une dimension technique et d'une dimension socio-économique (c'est-à-dire ayant trait aux relations entre producteurs et transformateurs, ainsi qu'au développement du marché des produits laitiers) ont mené à la situation industrielle que nous connaissons à l'heure actuelle, à une standardisation du lait en tant que produit et à une « *logique de production fluide où l'homme surveille, régule et entretient un système productif techniquement autonome* » (Vatin, 1990).

3. Au terme de la chaîne, se trouve le consommateur

Le consommateur constitue le dernier maillon de la filière laitière (Figure 7). Globalement, les consommateurs finaux réalisent plus de 70 % de leurs achats dans les grandes surfaces (FLPLW, 2013). En Belgique, la consommation moyenne annuelle de produits laitiers par habitant s'élevait, en 2012, à 51 litres de lait de consommation, 16 kg de fromages, 10 kg de yaourts, 2 kg de beurre et 3 kg de crème (CBL-BCZ, 2013). Entre 1980 et 2012, la consommation globale de produits laitiers a diminué de 17 % (CBL-BCZ, 2013). Durant cette période, une modification des habitudes de consommation des produits laitiers a été observée en Belgique. Ces changements sont caractérisés par une baisse de la consommation de lait et de beurre, ainsi qu'une augmentation de la consommation de laits aromatisés, de yaourts, de crème et de fromages (Maquet, 2012).

1.2.5 L'élevage laitier face à ses multiples défis

L'élevage laitier a été mis « sous le feu des projecteurs », lors de la crise **économique** de 2009, année au cours de laquelle le prix du lait a connu une chute considérable, en Belgique comme dans d'autres pays européens (-25 %, par rapport à 2008) (Direction de l'Analyse économique agricole, 2012). Cette crise trouve son origine dans l'abandon progressif des mécanismes de régulation publique du secteur laitier européen, à savoir la suppression des prix indicatifs, la baisse des prix d'intervention et l'augmentation graduelle des quotas en vue de leur suppression totale programmée en 2015 (Brehon, 2009). Cette réglementation ayant laissé sa place au libre marché, le prix du lait dépend désormais du prix de la poudre de lait sur le marché mondial. Les éleveurs doivent donc faire face à des variations de grande ampleur du prix du lait, suite à des événements ayant lieu de l'autre côté de la planète (Figure 8). Ainsi, en 2007-2008, en raison de la sécheresse

touchant la Nouvelle-Zélande et de l'augmentation de la consommation chinoise, le prix du lait a connu une hausse importante. En 2008-2009, ce prix a ensuite dégringolé en raison d'une surproduction mondiale et de la chute de la consommation chinoise liée au scandale de la mélamine (Brehon, 2009). Aux alentours de 24 €/100 l, ce prix ne permettait plus aux éleveurs de couvrir leurs coûts de production, évalués à 33 €/100 l (SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2009b) : ils produisaient à perte.

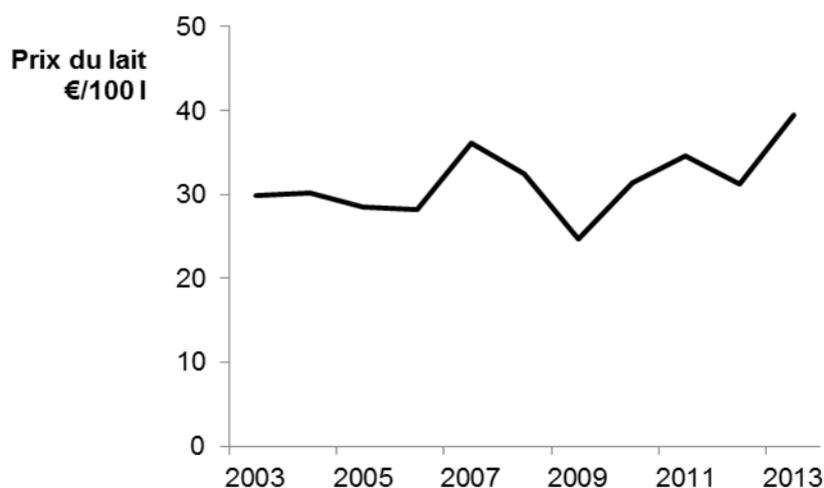


Figure 8 Evolution du prix du lait, entre 2003 et 2013 en Belgique.

De manière concomitante à cette volatilité importante du prix du lait, les éleveurs doivent faire face à une tendance à l'augmentation du coût des intrants, notamment celui de l'énergie, des engrais minéraux et des aliments pour le bétail (Figure 9). Par conséquent, étant donnée l'absence de répercussion des coûts de production sur le prix du lait, la rentabilité des exploitations laitières est mise à mal au cours de certaines périodes (telles qu'en 2009 et 2012), caractérisées par des prix particulièrement bas (SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2014).

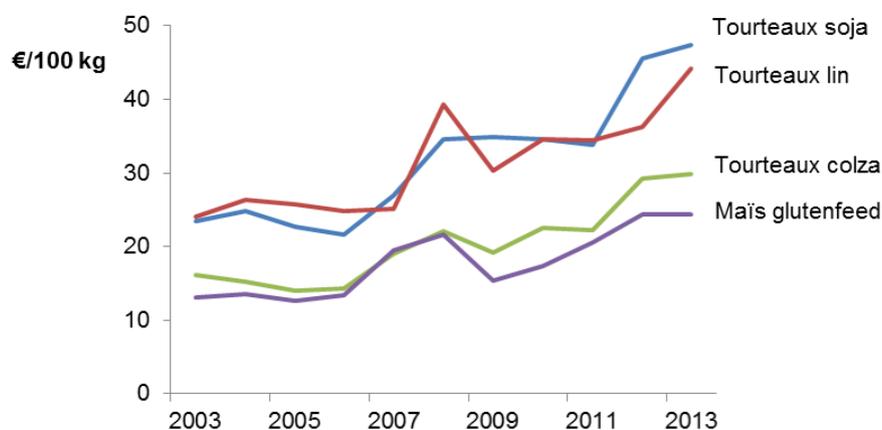


Figure 9 Evolution du prix des aliments pour le bétail, entre 2003 et 2013 en Belgique.

Source : à partir de données issues de la Direction de l'Analyse économique agricole.

Au niveau **environnemental**, l'élevage laitier est régulièrement pointé du doigt, en raison de son impact sur la qualité de l'eau, la qualité de l'air, la qualité du sol et la biodiversité (Chardon, 2008; Dollé et al., 2013). L'intensification des systèmes de production, mentionnée en introduction (Section 1.1.1), a été permise par une utilisation accrue d'engrais minéraux et d'aliments pour le bétail. Ce recours à des quantités élevées d'intrants et la concentration territoriale des animaux d'élevage se sont traduits par des excédents d'azote et de phosphore à l'échelle de l'exploitation (Dollé et al., 2013). De tels excédents peuvent être à la source de rejets d'azote et de phosphore vers l'environnement, menant à la pollution des eaux de surface et souterraines par des processus d'eutrophisation et de lessivage des nitrates (FAO, 2009; Dollé et al., 2013).

Les excédents azotés issus des exploitations laitières sont en outre à la source d'émissions de gaz à effet de serre (le protoxyde d'azote, N_2O) et de substances acidifiantes (l'ammoniac, NH_3). A côté de ces éléments azotés, les exploitations laitières sont également émettrices de méthane (CH_4), un puissant gaz à effet de serre produit lors des fermentations anaérobies ayant lieu au cours de la digestion chez les ruminants et lors du stockage des engrais de ferme. La consommation de combustibles fossiles, au sein des exploitations laitières, constitue une troisième source de gaz à effet de serre (le dioxyde de carbone, CO_2). A titre indicatif, l'élevage laitier serait ainsi responsable de 21 % des émissions de gaz à effet de serre attribuées au secteur agricole en Wallonie (CRA-W, 2011).

Quand les conditions pédoclimatiques le permettent, l'intensification laitière peut également mener à la disparition des prairies permanentes au profit des cultures et provoquer ainsi une diminution du stock en matières organiques du sol (Taube et

al., 2013). En termes de biodiversité des écosystèmes, de telles modifications dans l'utilisation des terres – et particulièrement la disparition des milieux semi-naturels, tels que les bois, les haies et les prairies permanentes – peuvent en outre avoir pour conséquences la simplification des paysages et l'altération de l'équilibre des écosystèmes (Dollé et al., 2013). Les différents risques environnementaux, décrits ci-dessus, dépendent cependant de la zone de production et du niveau d'intensification des systèmes de production considérés (Yan et al., 2011; Dollé et al., 2013).

A l'échelle européenne, la mise en évidence de l'impact de l'élevage sur l'environnement et l'intérêt croissant que portent les citoyens à cette thématique ont engendré le développement de législations environnementales, telles que les directives Nitrates, Cadre sur l'eau, Habitats et Oiseaux, ainsi que l'assignation, au secteur agricole, d'objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces réglementations engendrent pour les éleveurs des contraintes pratiques et structurelles : par exemple, l'obligation d'établir une zone tampon de six mètres le long des cours d'eau, le respect de normes de stockage des engrais de fermes et l'interdiction de l'accès du bétail aux cours d'eau. Ces contraintes et les pertes de revenu qui peuvent en découler sont particulièrement importantes dans certaines zones régionales spécifiques, telles que les zones vulnérables¹⁰ (pour la directive Nitrates) et les zones naturelles protégées Natura 2000 (pour les directives Habitats et Oiseaux).

D'un point de vue **social**, un enjeu crucial pour les éleveurs laitiers concerne la gestion du travail dans un contexte d'augmentation généralisée de la taille des exploitations (Turlot et al., 2013). En Wallonie, de nombreuses exploitations sont encore de type familial, conduites par un couple ou un(e) unique exploitant(e) (Direction de Analyse économique agricole, 2013). En production laitière, le travail d'astreinte – c'est-à-dire le travail journalier, lié aux soins des animaux et qui ne peut pas être différé – représente une contrainte importante, tout au long de l'année, en raison des activités liées à la traite. Ces éleveurs possèdent parfois des horaires de travail très lourds et nombre d'entre eux ne disposent pas de suffisamment de temps pour pouvoir gérer d'éventuels imprévus et profiter de temps libre dans le domaine privé (Turlot et al., 2013). L'augmentation de la dimension de ces exploitations, entraînant un volume de travail de plus en plus

¹⁰ Territoires dont les teneurs en nitrate des eaux souterraines dépassent ou risquent de dépasser la limite de 50 mg/l et au sein desquels des mesures spécifiques sont d'application (les périodes d'épandage, par exemple). En Wallonie, six zones vulnérables ont été délimitées : les Sables Bruxelliens, le Crétacé de Hesbaye, le territoire de Comines, le Pays de Herve, le Sud Namurois et le Nord du sillon Sambre et Meuse (Nitrawal, 2015).

élevé, souligne le défi important que représente l'organisation du travail et la recherche de solutions.

Au niveau **sociétal**, enfin, l'évolution des attentes des citoyens influence, et influencera probablement encore à l'avenir, l'orientation du secteur laitier (van Calker, 2005; Vrijs, 2012). Suite aux diverses crises alimentaires ayant touché le secteur des productions animales ces dernières années, la sécurité sanitaire des produits est notamment devenue un sujet d'intérêt majeur pour les consommateurs (van Calker, 2005; AFSCA, 2013). Cet intérêt s'est traduit, pour l'exploitant, par la définition de normes de qualité (telles que des critères microbiologiques et des normes en matière de teneur en germes et cellules somatiques du lait) et le développement de procédures administratives (l'autocontrôle¹¹, par exemple), sans contre-partie au niveau du prix de valorisation de leur production. Le pâturage du troupeau laitier constitue une seconde thématique sociétale d'intérêt en raison de l'image positive qu'il fournit aux consommateurs. La diminution du pâturage, observée ces dernières années pour des raisons pratiques liées à l'agrandissement des exploitations, de même que la problématique du bien-être animal qui en découle, sont donc susceptibles d'influencer négativement l'image du secteur laitier dans les années à venir (van Calker, 2005; Dufrasne et al., 2013).

Aujourd'hui, l'agrandissement et l'intensification des systèmes d'élevage laitier placent ces derniers à l'intersection de nombreux défis économiques, politiques, environnementaux et socioculturels. Dans une logique de développement durable, il est donc légitime de se poser la question : **quelles sont les voies d'évolution alternatives possibles pour ces systèmes d'élevage et quels sont les obstacles à surmonter pour tenter de faire face à ces multiples défis ?**

¹¹ L'autocontrôle reprend un ensemble de mesures prises par l'agriculteur afin que les produits dont il est en charge respectent les prescriptions réglementaires concernant la sécurité alimentaire et la traçabilité. L'agriculteur est aidé, dans cette démarche, par un guide transposant la législation en une série de directives pratiques (AFSCA, 2015).

Chapitre 2

Objectifs et présentation de la thèse

2.1 Objectifs et démarche méthodologique

Le premier chapitre a souligné les multiples défis économiques, politiques, environnementaux, sociaux et culturels auxquels sont actuellement confrontées les exploitations laitières. Celles-ci évoluent dans un contexte caractérisé par une forte incertitude et par la nécessité de se démarquer du modèle agricole industriel. L'évolution de ces systèmes d'élevage et la recherche de systèmes alternatifs, plus durables, fait l'objet de nombreux débats tant au niveau scientifique que sociétal (Bernués et al., 2011; Dumont et al., 2013). Un enjeu majeur consiste donc à identifier comment les exploitations laitières pourraient évoluer pour répondre à ces défis et quels obstacles celles-ci devraient surmonter pour y parvenir. Afin de contribuer à cet enjeu, la thèse possède deux **objectifs spécifiques** :

1. Analyser la diversité présente au sein des exploitations laitières wallonnes, en termes de durabilité, et identifier les marges d'amélioration envisageables ;
2. Identifier les voies d'évolution possibles pour ces exploitations, vu le contexte externe et la structure de la filière dans lesquels elles s'insèrent.

La **démarche méthodologique** adoptée pour répondre à ces objectifs se positionne dans le champ du pragmatisme. Ce paradigme suppose que les connaissances soient le résultat d'actions, de situations et de leurs conséquences (Denzin, 2012). Il met l'accent sur le problème en lui-même, sur sa compréhension et sur la proposition de solutions. Il possède un caractère empiriste fort, par son ancrage dans l'expérience et la place importante qu'il donne aux pratiques réelles dans la production des connaissances (Creswell, 2003). Le pragmatisme ne se limite pas à un unique système de pensée mais s'applique, au contraire, à des recherches dans lesquelles les chercheurs ont la « liberté » de choisir les méthodes et procédures permettant de répondre au mieux aux besoins et aux objectifs définis (Creswell, 2003).

Afin de contribuer à l'enjeu mentionné au début de cette section, notre recherche s'inscrit dans une démarche méthodologique originale, ancrée dans l'expérience et associant des méthodes quantitatives et qualitatives. Dans ce travail, la théorie de la transition est mobilisée comme cadre théorique global permettant de structurer les sujets d'intérêt à étudier et les méthodes spécifiques développées. En termes d'échelles d'analyse, l'accent a été placé sur le secteur de la production laitière plutôt que sur les systèmes alimentaires de manière globale, en écho à l'importance économique et agricole du secteur laitier et aux multiples défis auxquels il se trouve confronté. Au niveau géographique, c'est une échelle

régionale que nous avons considérée en centrant notre étude sur la Wallonie. Ces niveaux d'analyse ont été délimités tout en étant conscients qu'« *en fonction de l'échelle d'observation choisie, la réalité observée change, les points de repère se transforment, la question de la rationalité évolue* » (Desjeux, 2004 cité par Grossetti, 2011).

Une démarche méthodologique convergente a été adoptée : celle-ci consiste à réaliser, en parallèle, des analyses quantitatives et qualitatives avant d'intégrer ces différentes informations dans une phase d'interprétation et de discussion (Creswell, 2003). Le choix d'une méthodologie mixte a été posé afin de proposer l'analyse la plus complète possible de notre domaine de recherche (Creswell and Clark, 2011). Le recours à ces deux types d'approches a pour objectif d'aborder des échelles d'analyse complémentaires (l'échelle de l'exploitation agricole et l'échelle de la filière laitière), mais également des visions différentes (celle résultant de l'analyse des données quantitatives et celle des acteurs de terrain). L'approche qualitative a en outre été mobilisée afin de fournir des éléments de contexte clés quant à notre domaine de recherche.

Ces diverses complémentarités ne doivent toutefois pas masquer le défi que représente l'association de méthodes quantitatives et qualitatives. L'engagement dans ce genre de démarche nécessite, tout d'abord, de disposer ou de développer une expertise et des compétences tant en termes d'analyses quantitatives (statistiques, par exemple) que de méthodes qualitatives (telles que la conduite d'entretiens semi-dirigés et l'analyse des discours) (Creswell and Clark, 2011). L'articulation concrète des résultats issus de ces deux approches représente également un défi majeur, en raison des décalages potentiels existant entre les échantillons utilisés, la taille de ces derniers et les concepts étudiés. Des contradictions et divergences peuvent émerger : celles-ci sont parfois difficiles à résoudre mais peuvent aussi faire surgir de nouvelles pistes de recherches (Creswell and Clark, 2011).

2.2 Structure générale de la thèse

La thèse est structurée en deux parties correspondant aux deux objectifs spécifiques explicités dans la Section 2.1 (Figure 10). Chacune des deux parties possède la même articulation et est composée d'un chapitre de revue bibliographique, d'un chapitre consacré à la méthode d'analyse mobilisée, d'un chapitre analysant la tendance générale des exploitations (le « *mainstream* ») et d'un dernier chapitre portant sur l'analyse d'un système d'élevage alternatif, c'est-à-dire se distinguant de la tendance dominante.

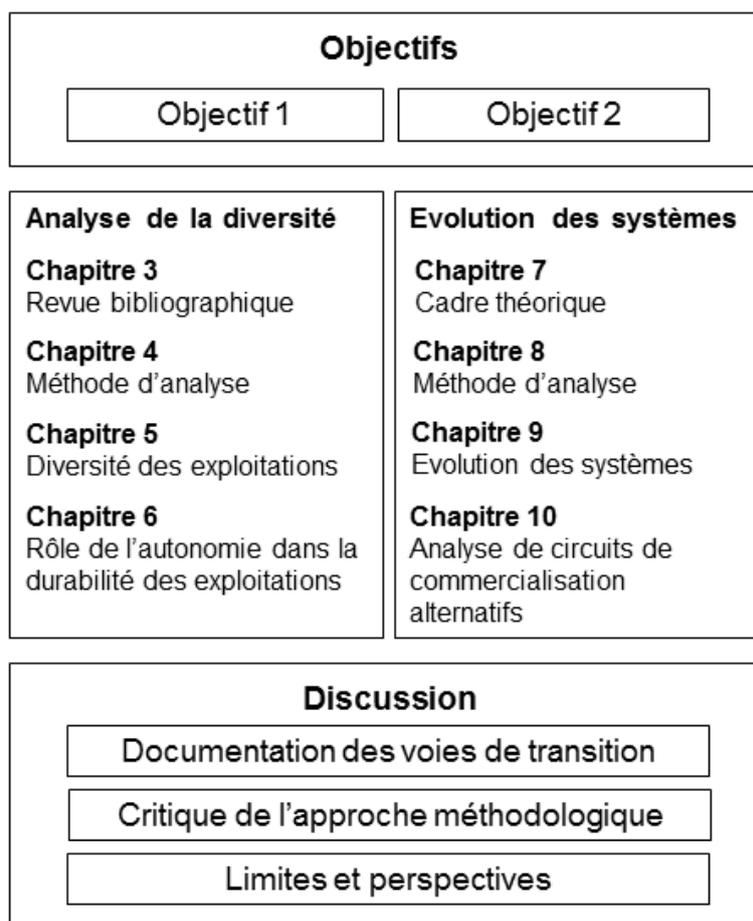


Figure 10 Structure générale de la thèse.

La première partie de la thèse concerne l'analyse de la diversité des exploitations laitières spécialisées wallonnes, en termes de durabilité. Le Chapitre 3 est une revue bibliographique étudiant le processus de sélection d'indicateurs de durabilité, dans le cadre d'approches « *data-driven* », c'est-à-dire pour lesquelles la disponibilité des données constitue la principale contrainte. Le Chapitre 4 décrit la méthode d'analyse quantitative utilisée pour étudier la diversité et identifier les principaux types d'exploitations présents en Wallonie. Le Chapitre 5 présente ensuite cette diversité au lecteur et explore les marges d'amélioration envisageables au sein de ces systèmes. Le dernier chapitre de cette première partie (Chapitre 6) explore l'influence de l'autonomie en intrants sur la durabilité économique et environnementale des exploitations laitières wallonnes. Cette première partie est clôturée par une conclusion résumant la contribution de ces analyses quantitatives au premier objectif spécifique de la thèse.

La seconde partie de la thèse étudie les voies d'évolution des exploitations laitières, en considérant les contraintes auxquelles elles doivent faire face, ainsi que la structure de la filière (de l'amont à l'aval) dans laquelle elles s'insèrent. Le Chapitre 7 présente, tout d'abord, le cadre théorique utilisé pour étudier l'évolution des systèmes laitiers : la perspective multiniveau ou « *multi-level perspective* » (MLP). Le Chapitre 8 décrit la méthodologie qualitative appliquée pour analyser cette évolution. A partir du cadre théorique et de cette méthode, le Chapitre 9 identifie un scénario tendanciel d'évolution des systèmes laitiers et met en évidence les mécanismes de verrouillage technologique impliqués dans ce processus. Dans le Chapitre 10, deux circuits alternatifs de commercialisation des produits laitiers sont analysés afin d'illustrer comment certaines exploitations parviennent à se démarquer du circuit conventionnel. A l'issue de cette seconde partie, une conclusion synthétise la contribution des résultats issus de ces approches qualitatives au second objectif spécifique de la thèse.

La Discussion générale articule les deux parties de la thèse en discutant dans quelle mesure celles-ci contribuent à l'enjeu général consistant à identifier et documenter les voies de transition des exploitations laitières vers davantage de durabilité. Cette discussion analyse également les développements méthodologiques réalisés au cours de cette recherche. Dans une troisième partie, elle identifie les limites de ce travail et ouvre finalement des perspectives de recherches.

Partie I

La diversité des exploitations laitières en termes de durabilité

*« Il n'est aucune qualité
si universelle en cette image des choses
que la diversité et la variété »*
Michel de Montaigne, 1595, Les Essais

Chapitre 3

Sustainability indicators for livestock farming. A review¹²

¹² Auteurs : T. Lebacqz, P.V. Baret, D. Stilmant. Ce chapitre a été publié dans la revue *Agronomy for sustainable development* en 2013 (33, 311-327).

ABSTRACT

Intensive livestock farming has raised issues about environmental impacts and food security during the past 20 years. As a consequence, there is a strong social demand for sustainable livestock systems. Sustainable livestock systems should indeed be environmentally friendly, economically viable for farmers, and socially acceptable, notably for animal welfare. For that goal, many sustainability indicators and methods have been developed at the farm level. The main challenge is using a transparent selection process to avoid assessment subjectivity. Here, we review typologies of sustainability indicators. We set guidelines for selecting indicators in a data-driven context, by reviewing selection criteria and discussing methodological issues. A case study is presented. The selected set of indicators mainly includes: (1) environmental indicators focusing on farmer practices; (2) quantitative economic indicators; and (3) quantitative social indicators with a low degree of aggregation. The selection of indicators should consider: (1) contextualization to determine purpose, scales, and stakeholders involved in the assessment; (2) the comparison of indicators based on various criteria, mainly data availability; and (3) the selection of a minimal, consistent, and sufficient set of indicators. Finally, we discuss the following issues: topics for which no indicators are measurable from available data should explicitly be mentioned in the results. A combination of means-based indicators could be used to assess a theme, but redundancy must be avoided. The unit used to express indicators influences the results and has therefore to be taken into account during interpretation. To compare farms from indicators, the influence of the structure on indicator values has to be carefully studied.

KEYWORDS: sustainability assessment; indicator selection; data-driven approach; livestock farming systems.

3.1 Introduction

During the twentieth century, developments in agriculture led to intensification and specialization of livestock production systems. The long-term viability of these systems is now questioned, however, due to crises related to animal diseases and detrimental effects on farm income, animal welfare, and the environment (Rigby et al., 2001; van Calker, 2005; ten Napel et al., 2011). There are less social acceptance of such intensive and specialized systems and demand for more sustainable livestock farming systems, i.e., that are economically viable for farmers, environmentally friendly, and socially acceptable (Boogaard et al., 2011; ten Napel et al., 2011) (Figure 11).



Figure 11 Intensive livestock farming systems have several potential environmental impacts, such as eutrophication, groundwater pollution by nitrates, and greenhouse gas emissions.

Sustainability assessment is a key step in supporting the development of sustainable farming systems (Sadok et al., 2008). In practice, it involves dividing the aforementioned three dimensions of sustainability into various issues of concern (Gómez-Limón and Sanchez-Fernandez, 2010), called objectives, attributes, or themes (van der Werf and Petit, 2002; van Calker, 2005; Alkan Olsson et al., 2009; Binder et al., 2010), and assessing these objectives using indicators (van der Werf and Petit, 2002). An indicator is defined as “*a variable which supplies information on other variables which are difficult to access and can be used as a benchmark to make a decision*” (Gras, 1989). Over the past few decades, there has been an “*indicator explosion*” (Riley, 2001a), with the development of indicator-based assessment methods, at regional, farm, or cropping system levels. This multiplicity of indicators and assessment tools raises questions and is a source of confusion for potential users (Bockstaller et al., 2009). The key question in this field has therefore shifted from “*how do we develop an indicator?*” to “*which indicators can we use?*,” highlighting the issue of indicator selection (Bockstaller et al., 2008).

We identified three approaches in terms of sustainability assessment: (1) the method-based approach in which an existing assessment method is selected to perform an evaluation; (2) the objective-driven approach, which aims to develop an assessment method by selecting indicators and collecting the necessary data; and (3) the data-driven approach, which consists of selecting and calculating indicators from existing data. Data-driven approaches, such as assessments based on farm

accounting data, have several fields of application: (1) analysis of diversity within a representative set of farms; (2) analysis of changes over a period of time; and (3) definition of regional targets in certain sustainability themes (Meul et al., 2007).

With a method-based approach, the challenge is to select a suitable method, which is why several authors have compared indicators-based methods to suggest selection guidelines (van der Werf and Petit, 2002; Halberg et al., 2005a; Payraudeau and van der Werf, 2005; van der Werf et al., 2007; Galan et al., 2007; Bockstaller et al., 2009). With objective-driven and data-driven approaches, the challenge is to select an appropriate set of indicators. To address this issue, various works describe and characterize indicator diversity: typologies of agrienvironmental indicators (van der Werf and Petit, 2002; Payraudeau and van der Werf, 2005; Bockstaller et al., 2008; van der Werf et al., 2009), comparisons, evaluations (Thomassen and de Boer, 2005; Aveline et al., 2009), and inventories of indicators. These inventories have been performed for specific environmental topics, such as pesticide risks (Devillers et al., 2005), and nitrogen management (CORPEN, 2006), or for specific purposes, such as the French territorial observatory of agricultural practices (Guillaumin et al., 2007), or the design of a tool to assess and compare the sustainability of options of the Common Agricultural Policy (Geniaux et al., 2006).

However, few works specifically deal with indicator selection in the data-driven approach. In this perspective, Halberg et al. (2005a) highlighted the need for consensus on a list of environmental indicators to assess livestock farming systems and proposed a structure for indicator selection, based on geographical scale, system boundary, and the purpose of the assessment. On the other hand, most of the studies focus on environmental impacts of agricultural systems, without taking into account economic and social components (Darnhofer et al., 2010b), leading to an imbalance between the three dimensions of sustainability. In this context, the main objective of this review is to analyze how to select a set of environmental, economic, and social indicators in order to assess the sustainability of livestock farming systems. Our paper focuses on data-driven assessments performed at farm level, from available databases, and without additional data collection. Due to the diversity of assessments in terms of objectives, end users, and available data, our objective is not to provide a predefined set of indicators. This article is in two parts: (1) an initial general section describing typologies of sustainability indicators in order to understand their diversity and structure and (2) two practical sections aiming to help users to select a set of indicators by summarizing the selection criteria used in sustainability assessments and highlighting some key methodological issues to be taken into account in the selection process. The issues

reviewed here are illustrated by means of a case study on the analysis of sustainability of Walloon livestock systems, from farm accounting databases.

3.2 Overview and characterization of sustainability indicators

3.2.1 Environmental sustainability

Numerous examples exist in the literature concerning the use of agro-ecological indicators to assess environmental impacts of farming systems (Bockstaller et al., 2008; Bechini and Castoldi, 2009). To structure these indicators, several typologies have been presented in the literature (van der Werf and Petit, 2002; Payraudeau and van der Werf, 2005; Bockstaller et al., 2008; van der Werf et al., 2009). These are based on the causal chain between agricultural practices and their impacts, and underline the indirect link between practices and impacts due to the influence of external factors, such as soil characteristics or weather (van der Werf et al., 2009). These typologies differ according to the description of each level of the causal chain. Based on these analyses, we use a typology defining four kinds of indicators: (1) means-based indicators assessing technical means and inputs used on the farm, e.g., the livestock stocking rate; (2) system-state indicators concerning the state of the farming system, e.g., amount of post-harvest soil nitrate; (3) emission indicators related to the farm's polluting emissions into the environment and the potential impact of these emissions, e.g., estimated amount of nitrates lost to groundwater and surface water; and (4) effect-based indicators reflecting the impact of the practices on the environment and consisting of direct measurements, e.g., actual nitrate concentration in groundwater.

There is a duality between means-based and effect-based indicators in terms of measurability and environmental relevance. Measurability is related to the question "is the indicator easy to implement?," while environmental relevance answers the question "does the indicator reflect environmental impacts?" On the one hand, means-based indicators are easy to implement with regard to data availability and calculation but have a low quality of prediction of environmental impacts (van der Werf and Petit, 2002; van der Werf et al., 2009). On the other hand, effect-based indicators have a high environmental relevance, due to their direct link with the objectives and their context specificity, but are difficult to implement from a methodological or practical point of view. Moreover, data collection is often more expensive (van der Werf and Petit, 2002; Chardon, 2008). Assessment tools using such indicators are consequently more difficult to implement because they are more complex, time-consuming, or require not

directly available data (van der Werf et al., 2009). Effect-based indicators also usually cover a larger spatial scale than the farm, such as regional or watershed scale. With respect to the use of indicators on-farm, means-based indicators are more suitable because they are easy to implement and sensitive to production practices. In contrast, effect-based indicators do not enable cause-effect relationships to be monitored, making it difficult to use them to formulate specific advice for farmers (Bockstaller et al., 2008). However, some authors underline that the choice of means to reduce environmental impact is then left to the farmers themselves (van der Werf and Petit, 2002; Chardon, 2008). For instance, the farmer can choose the measures to implement in order to decrease nitrate concentration in groundwater.

System-state and emission indicators constitute an intermediate category. Both are linked, and system-state indicators could be included in emission indicators since they are variables that serve as inputs into the latter. Three types of emission indicators, with different levels of complexity, can be identified. Firstly, nutrient balances are calculated as the difference between inputs entering and outputs leaving the system. The surplus is then assumed to be lost to the environment (Thomassen and de Boer, 2005). However, even if this indicator is useful in improving farmers' practices, it is considered to have a low quality of prediction for nitrogen losses (Chardon, 2008). Secondly, some indicators derived from life cycle analysis (LCA), such as the global warming potential, use emission factors to evaluate the potential impacts of agricultural activities. These indicators consider system boundaries extending from production of inputs to the farm exit, i.e., "*cradle-to-farm-gate*" (Thomassen and de Boer, 2005). Thirdly, some indicators are calculated from mechanistic model outputs. These model-based indicators link farmers' practices with environmental issues more directly, but their complexity is the main limitation for their use (Halberg et al., 2005b; Bockstaller et al., 2008). They can also include factors that are not controlled by the farmer, such as climate or soil type (Halberg et al., 2005b). Table 3 summarizes this typology and the characteristics of the indicators, related to the calculation method, data availability, and environmental relevance.

Various classifications of environmental indicators and objectives exist in the literature (van der Werf and Petit, 2002; Meul et al., 2008; Alkan Olsson et al., 2009; Sadok et al., 2009). Such a classification is a challenge since some indicators can be sorted in various ways. For example, pesticide use has an impact on different environmental compartments: air, water and soil quality, and on biodiversity. We decided to group environmental indicators found in the literature into ten environmental themes related to nutrients, pesticides, non-renewable resources (i.e., energy and water), land management, emissions of greenhouse

gases and acidifying substances, biodiversity, and physical, chemical, and biological soil quality. The four first relate to input management, while the others concern the quality of natural resources (Figure 12). Water quality is not mentioned separately here since indicators for this aspect mainly concern nutrients and pesticides. Our list of indicators and themes is not exhaustive and could constantly be supplemented, based on a wealth of literature about sustainability assessments. For an overview of environmental themes, please refer, for instance, to van der Werf et al. (2007) and Alkan Olsson et al. (2009).

Figure 12 shows the division of sustainability into dimensions and themes. This classification has the drawback of not clearly representing trade-offs between and within dimensions, for example between nutrient management and greenhouse gas emissions. Within each of these themes, indicators have been classified according to the typology described above. Figures 13 and 14 give an overview of this classification, based on a literature review.

Whatever the theme considered, the limitation of data availability has often compelled data-driven approaches to focus on agricultural practices and hence on means-based indicators. Indeed, model-based and effect-based indicators require context-specific data, such as climatic or soil characteristics, or specific on-site measurements that are not measurable in such a context. A possible solution for this situation may be to use average data, for a region or a sector, but it is not relevant for all indicators. Moreover, such average data are not always available. Nevertheless, some intermediate emission indicators, such as the nitrogen balance, could be interesting because they offer a compromise between environmental relevance and measurability (Chardon, 2008).

Table 3 Description of the typology of environmental indicators and characterization of these types, in terms of calculation method, data availability, and environmental relevance, in the context of a data-driven approach.

There is a duality between means-based indicators that are easy to implement but have a low quality of prediction of environmental impacts, and effect-based indicators that directly reflect environmental impacts but are difficult to implement. System-state and emission indicators, ranging from balances to complex model-based indicators, have an intermediate position.

Type		Example	Definition	Calculation	Spatial scale	Data availability	Environmental relevance
Means-based indicators		Livestock stocking rate	Agricultural practices	Single variables	P/F	++	-
Intermediate indicators	System-state	Amount of post-harvest soil nitrate	State of the farming system	Single variables, direct measurements	P/F	+/-	+/-
	Emissions		Emissions of greenhouse and acidifying gases, nutrients, pesticides into the environment and potential impacts				
	Nutrient balance	Farm-gate nitrogen surplus		Combination of variables	F	+	+/-
	LCA	Eutrophication potential		Emission factors	F+	+/-	+
	Model-based	Nitrogen leaching modeling		Modeling	P/F/R	-	+
Effect-based indicators		Nitrate concentration in groundwater	Environmental impact	Direct measurements	W/R	--	+

LCA life cycle analysis; *P* parcel level; *F* farm level; *F+* farm level, including upstream activities (e.g., production and transport of inputs); *R* regional level; *W* watershed level.

++, +, +/-, -, -- relative degree of data availability and environmental relevance.

Sources: van der Werf and Petit, 2002; Bockstaller et al., 2008; van der Werf et al., 2009.

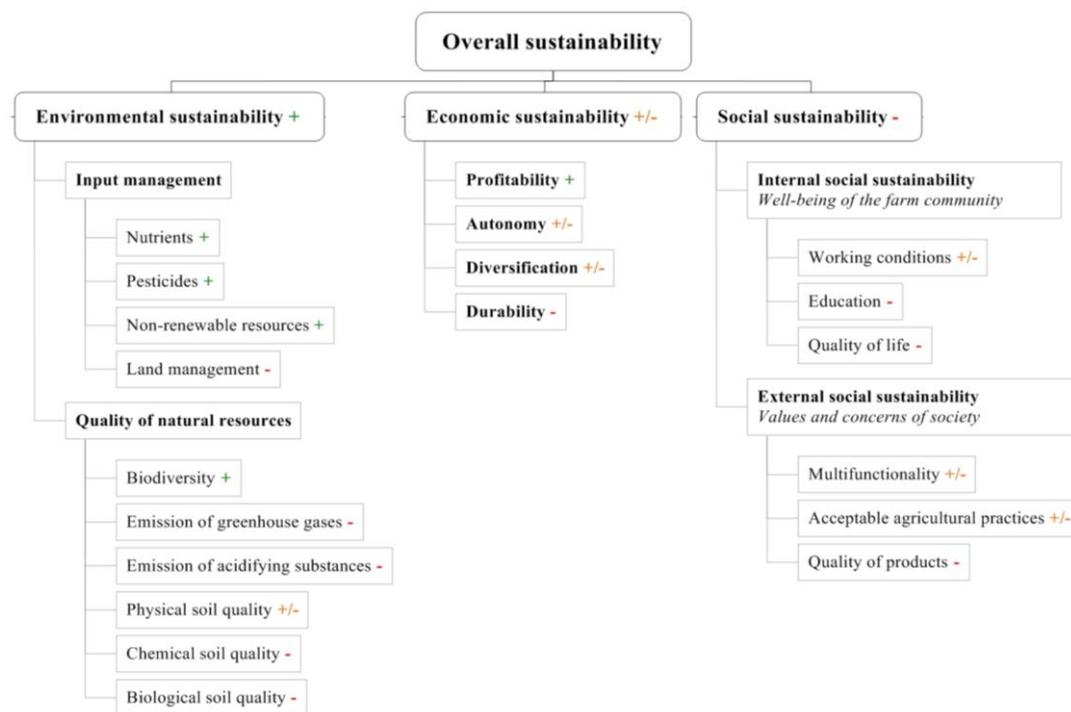


Figure 12 Assessment of agricultural sustainability at farm level by considering environmental, economic, and social dimensions, and dividing them into various themes, based on a review of sustainability indicators.

In the literature, sustainability assessments often focus on the environmental dimension, without always taking into account economic and social sustainability. A greater diversity of environmental indicators than economic or social ones also exists in the literature.

+, +/-, - : relative consideration of these dimensions and relative availability of existing farm-level indicators for each theme.

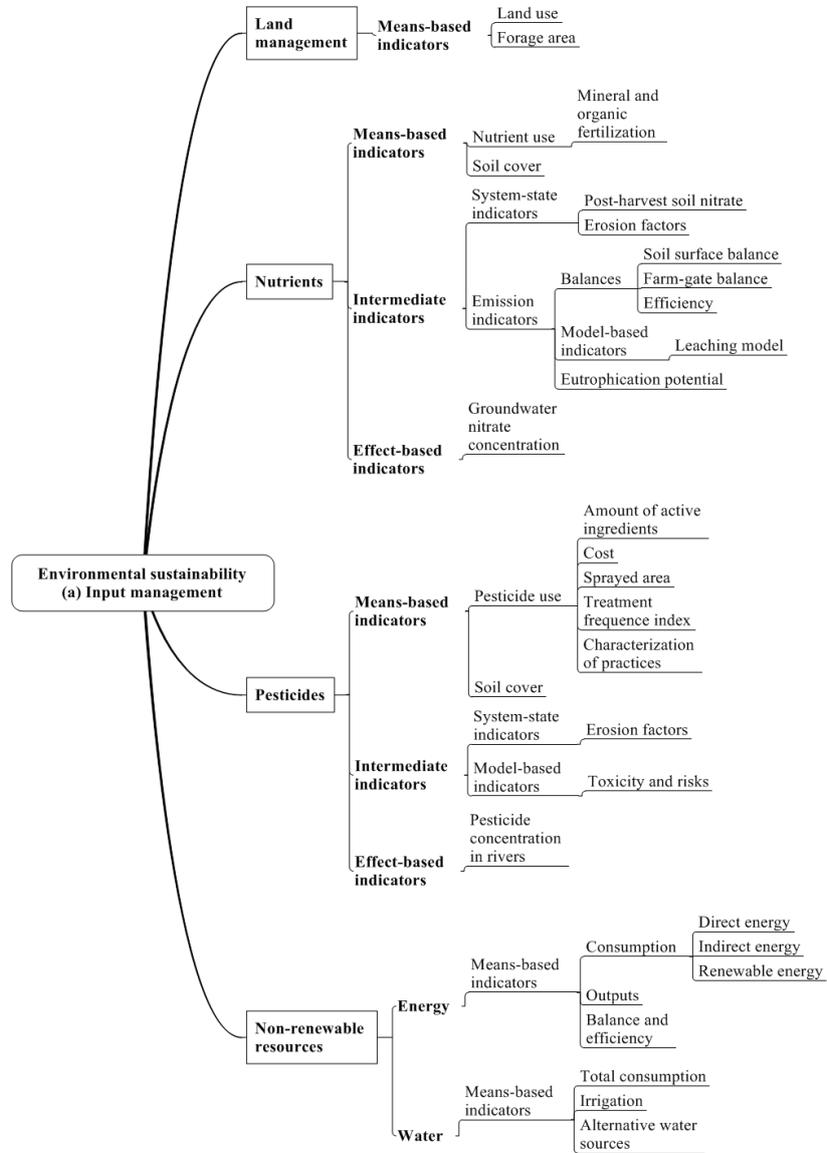


Figure 13 Classification of environmental indicators related to input management, according to the typology based on the causal chain between practices and their environmental impacts.

A great diversity of indicators exists for themes related to nutrients, pesticides, and non-renewable resources, while few indicators in relation with land management were found in the literature.

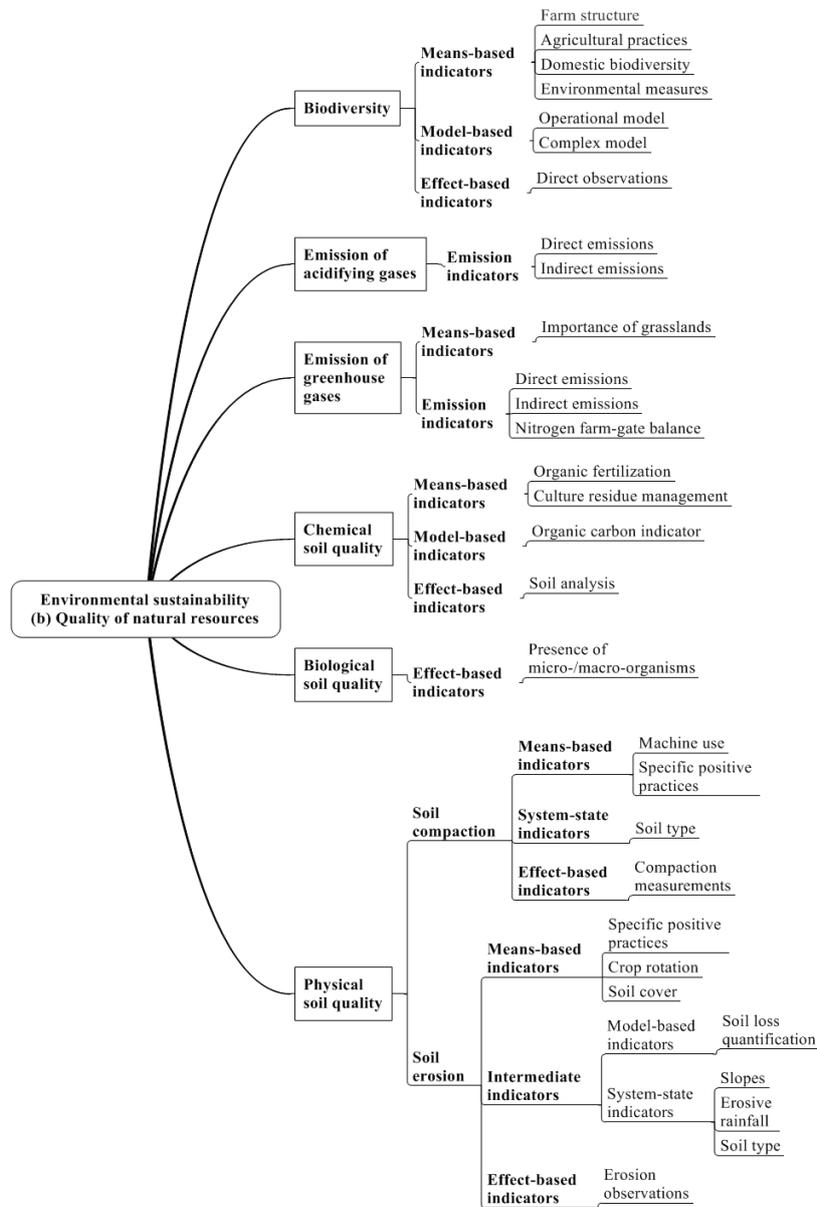


Figure 14 Classification of environmental indicators related to quality of natural resources, according to the typology based on the causal chain between practices and their environmental impacts.

Quality of natural resources includes themes related to biodiversity, air and soil quality. Water quality is not represented here since indicators for this theme mainly concern pesticide and nutrient use.

3.2.2 Economic sustainability

Economic sustainability is defined as the economic viability of farming systems, i.e., their ability to be profitable (van Calker et al., 2007; Van Cauwenbergh et al., 2007; Sadok et al., 2008; Gómez-Limón and Sanchez-Fernandez, 2010) in order “to provide prosperity to the farming community” (Van Cauwenbergh et al., 2007). Economic sustainability is linked with the social pillar since income level is important for access to social activities (Van Cauwenbergh et al., 2007). The most commonly used economic indicators refer to a farm’s profitability, i.e., farm income, efficiency, and productivity. Nevertheless, additional economic indicators can be grouped into three other objectives (Guillaumin et al., 2007): (1) autonomy of the farming system vis-à-vis external inputs, such as feed concentrates or mineral fertilizers, subsidies, and external financing; (2) diversification of agricultural income, through food production, non-food production (e.g., agritourism), and marketing, as well as diversification of non-agricultural activities; and (3) a farm’s durability over time, mainly related to succession and transmission (Figures 12 and 15). Indicators referring to these objectives evaluate the farm’s adaptability to changes of external context (e.g., price of agricultural products, price of energy and other inputs). Generally speaking, economic indicators are mainly quantitative, expressed in monetary terms or as ratios, even if, in some assessment methods, indicators are scored according to reference scales (Solagro, 2006; Vilain, 2008; CIVAM, 2010).

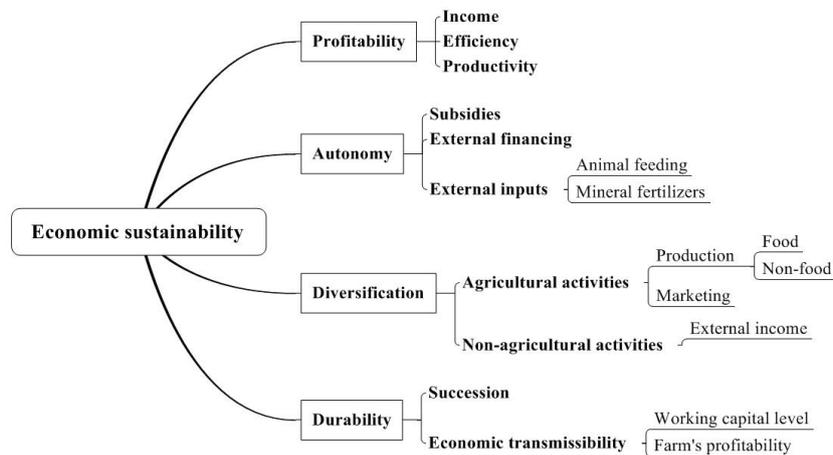


Figure 15 Classification of economic indicators.

In addition to indicators of profitability, economic indicators of autonomy, diversification, and durability evaluate the farm’s adaptability to changes of external context. Most economic indicators are quantitative, expressed in monetary terms or as ratios.

3.2.3 Social sustainability

Little is available in the way of literature on the quantification of social sustainability, due to its subjective character, differences between farmers and other social groups in the way it is perceived (van Calker et al., 2007), and the limited availability of required data. Social sustainability is defined at two levels (Guillaumin et al., 2007; van Calker et al., 2007; Van Cauwenbergh et al., 2007): (1) at farm community level, internal social objectives are related to the well-being of the farmer and his family, i.e., their quality of life, physical, and psychological well-being; and (2) at the level of society, external social objectives are related to society's demands, depending on its values and concerns, which are constantly changing. That is why the definition of this dimension is also constantly in flux. According to these aspects, indicators reviewed in the literature have been grouped into three internal objectives: education, working conditions, and quality of life, and three external objectives: multifunctionality, acceptable agricultural practices, and quality of products (Figures 12 and 16).

Social indicators have been classified into quantitative and qualitative types. Qualitative indicators consist of self-evaluations by the farmer, for example about his quality of life (Vilain, 2008). Due to data availability, such indicators requiring the farmer's opinions about specific concerns cannot be included in data-driven approaches. Quantitative indicators include: (1) raw data, i.e., with the lowest aggregation level, such as workforce and farmer qualifications (Fernandes and Woodhouse, 2008; Dantsis et al., 2010); (2) simple indicators, i.e., combinations of raw data (CORPEN, 2006), such as the importance of agritourism in the turnover of the farm (Guillaumin et al., 2007); and (3) composite indicators, i.e., aggregating data or indicators (CORPEN, 2006), such as the animal welfare index, which is calculated from several variables: grazing period, barn surface, and freedom of movement (Sauvenier et al., 2005). There is a duality between raw data and composite indicators. On the one hand, raw data are easily measurable but provide little information. On the other hand, composite indicators summarize and simplify complex systems, but usually require specific data collection. They might also involve a loss of information because they can hide valuable information (Riley, 2001b; CORPEN, 2006).

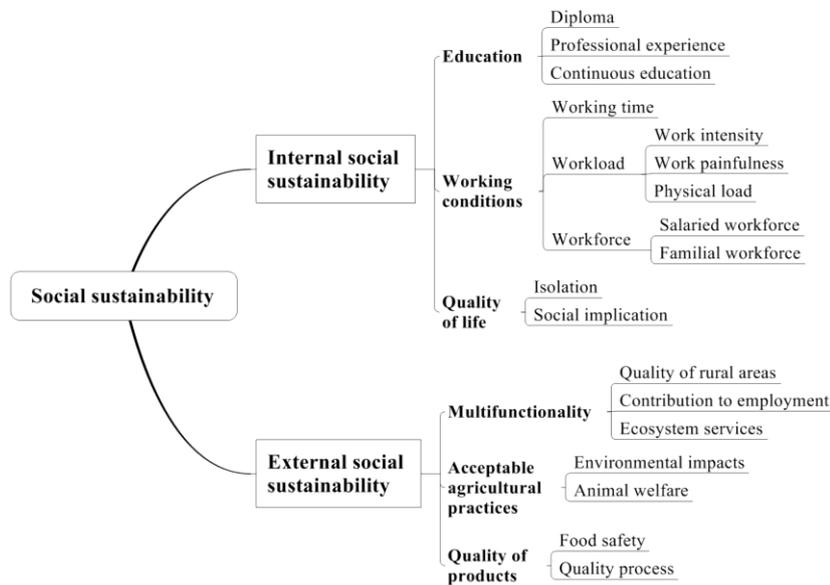


Figure 16 Classification of social indicators.

Social dimension includes an internal social dimension that relates to the well-being of the farmer and his family, as well as an external social dimension concerning society's demand. Social indicators can be qualitative, such as self-evaluations by the farmer, or quantitative, with different levels of aggregation, ranging from raw data to composite indicators.

3.3 Selection of sustainability indicators

Indicator selection is an important step in all indicator-based assessments since it influences conclusions. The use of a well-defined and transparent procedure is thus necessary to enhance credibility and reproducibility of the evaluation (Niemeijer and de Groot, 2008). As mentioned by Dale and Beyeler (2001), *“a lack of robust procedures for selecting indicators makes it difficult to validate information provided by those indicators.”* The selection of sustainability indicators in data-driven approaches includes three main steps: (1) contextualization of the assessment; (2) comparison of indicators based on various criteria, the most limiting being data availability; and (3) selection of a minimal, consistent, sufficient, and representative set of indicators.

3.3.1 Contextualization

Contextualization, also called *“preliminary choices and assumptions”* by Bockstaller et al. (2008), consists of defining the purpose of the analysis. For instance, an assessment can be performed *ex ante* or *ex post*, for research purposes, or with an

advisory, decision-making, monitoring, communication or educational objective (Halberg et al., 2005a; CORPEN, 2006; Bockstaller et al., 2008; Singh et al., 2009). Based on this objective, the system considered has to be defined, along with spatial and temporal analysis scales (Bockstaller et al., 2008; Binder et al., 2010). Defining the sustainability concept and setting objectives is another challenge that will influence the selection of indicators. This process involves normative choices since some problems are deemed more important than others, depending on context and local perceptions (Halberg et al., 2005a). This preliminary stage also includes determining which stakeholders will be involved and how they will play a role in the assessment. Indeed, a participative process is essential for defining sustainability concept, and selecting objectives and the set of indicators that reliably represent the system considered (Binder et al., 2010; Ramos and Caeiro, 2010). Furthermore, it is important to specify the type of end users of the assessment since it is unlikely that the same indicators will be chosen if the end users are scientists, farmers, decision-makers, or consumers (Bockstaller et al., 2008).

3.3.2 Comparison and evaluation of indicators

Selection criteria aim to compare and evaluate indicators found in the literature in order to formalize the process of selection in a transparent way. Various selection criteria are used in sustainability assessments, and the importance given to each depends on the context and the objective of the study (CORPEN, 2006). Furthermore, the precise meaning of these criteria, such as “feasibility” or “relevance,” sometimes varies between authors, highlighting a lack of common methodology to compare indicators (Bockstaller et al., 2009). The most common selection criteria used in sustainability assessments have been grouped into three classes (based on CORPEN, 2006): (1) relevance: criteria related to the appropriateness of the indicators in terms of context and quality of the analysis; (2) practicability: criteria related to the practical nature of indicator calculation and implementation; and (3) end user value: criteria related to the use of the indicators by end users (Table 4).

1. Relevance

With regard to the contextualization of the assessment, selected indicators must correspond to the objective, the system considered, and the scales of the analysis. Concerning the spatial scale, sustainability assessments in agriculture are performed at regional, farm, or cropping system level (Bockstaller et al., 2009). The farm is the main organization and management level, where decisions, strategic choices, and technical actions are performed (CORPEN, 2006; Van Cauwenbergh et

al., 2007; Chardon, 2008), which is why improvements in terms of sustainability are possible at this level (Chardon, 2008). A farm's boundaries can exclusively be limited to the farm or can include upstream activities, e.g., production and transport of inputs, and/or offshore activities, e.g., packaging and waste management (Bockstaller et al., 2008).

Table 4 Criteria for the evaluation of sustainability indicators and for the selection of an appropriate set of indicators, in relation with analysis objectives.

Evaluation criteria used in sustainability assessments are related to the indicator relevance in terms of context and quality of the analysis, their practicability of calculation and implementation, and their value for end users.

	Selection criteria	Description
Evaluation criteria		
Relevance	Context and objectives	Appropriate for the context and the objectives
	Scales of analysis	Appropriate for spatial and temporal scales
	Validity	Submitted to a validation process
	Analytical soundness	Quality of the indicator design and the information provided by the indicator output
	Social validation	Recognition by end users
Practicability	Measurability	Method of calculation and data availability
	Quantification	Quantitative
	Compatibility	Compatible with selected aggregation method
	Transferability	Relevant for different farm types
End user value	Ability to summarize	Capable of simplifying and summarizing processes
	Comprehensibility	Clear, readable, and easy for users to interpret
	Reference values	Availability of reference values
	Policy relevance	Related to policy measures
	Leeway	Can be influenced by the farmer
Set of indicators		
	System representation	Comprehensive and reliable system representation
	Parsimony	No redundancy
	Consistency	Complementarity for an appropriate interpretation
	Sufficiency	Integration of all sustainability objectives

With respect to the temporal scale, indicators are used to monitor the state of the farming system at several moments in time or to compare it against a reference value (Van Cauwenbergh et al., 2007). In the first case, due to the dynamic properties of agricultural systems, one-off measures are often not accurate and indicators have to be measured with a frequency (e.g., annual, medium term, long term) that highlights a significant variation in indicator values and the influence of certain parameters, such as climate or market prices (CORPEN, 2006; Van Cauwenbergh et al., 2007). In such cases, indicator values should be interpreted by considering all potential factors of influence (CORPEN, 2006). As for comparison against a reference value, indicators must integrate the variability caused by external factors. For instance, due to high interannual variability, economic indicators are often calculated based on a 3-year average (Van Cauwenbergh et al., 2007; Vilain, 2008).

Concerning the quality of analysis, validity includes analytical and social aspects. The analytical aspect is related to the analytical soundness of the indicator, i.e., is the indicator scientifically substantiated and does it provide reliable information in relation to the phenomenon to be monitored? The social aspect concerns recognition of the indicator by stakeholders, i.e., is the indicator meaningful and accepted by users? (Bockstaller and Girardin, 2003; Sauvenier et al., 2005; Fernandes and Woodhouse, 2008; Meul et al., 2009) With respect to the first aspect, some authors talk about robustness, i.e., insensitivity to interference (CORPEN, 2006; Niemeijer and de Groot, 2008), sensitivity to stresses, external changes, and changes to the system (Sauvenier et al., 2005; Meul et al., 2008; Niemeijer and de Groot, 2008), reproducibility (Dantsis et al., 2010) or, more generally, statistical properties. These properties have to allow an unambiguous interpretation of the indicator (Niemeijer and de Groot, 2008). To evaluate validity of indicators, Cloquell-Ballester et al. (2006) also proposed a criteria hierarchy and a methodology using notions of conceptual coherence, operational coherence, and utility of indicators. Concerning the social aspect, the usefulness of indicators for end users depends on the context of the analysis and should be studied in interaction with stakeholders, for example using a survey to point up their strengths and weaknesses, to check they have been understood and interpreted properly, and to evaluate the willingness of end users to use them in practice (Bockstaller and Girardin, 2003; Meul et al., 2009).

2. Practicability

Measurability concerns the availability of required data to calculate indicators and the method of calculation used. Indicators should be calculated from data that are easily obtainable, i.e., directly from farmers or from existing databases, or collected

at a reasonable cost and within a reasonable time span (Sauvenier et al., 2005; Fernandes and Woodhouse, 2008; Bechini and Castoldi, 2009; Dantsis et al., 2010; Gómez-Limón and Sanchez-Fernandez, 2010). In data-driven approaches, data availability is the first filter applied in the selection process since indicators must be calculated from existing databases.

Some authors also recommend using indicators that are quantifiable in an objective way, as values rather than as scores (van der Werf and Petit, 2002; van Calker et al., 2007). Indeed, scores have no dimension units and cannot therefore be compared with other values or observations (van der Werf and Petit, 2002). Other authors justify this criterion by the need to use indicator outputs in a model (van Calker et al., 2007).

When indicators are aggregated at a later stage, they have to be compatible with the chosen aggregation method. For instance, if indicators are integrated into a multi-attribute sustainability function, it must be possible to determine utility values for selected indicators (van Calker et al., 2006, 2007). Furthermore, indicators included in an assessment method should be transferable, for example with respect to different types of farm, to enable this method to be used in different areas and situations (Sauvenier et al., 2005; Niemeijer and de Groot, 2008). Consequently, identifying common indicators is a challenge in order to compare studies easily (Riley, 2001b).

3. End user value

The appropriateness of indicators in line with the expectations of stakeholders is required in a sustainability assessment. Indicators have to be clear, readable, and easy for end users to understand and interpret (CORPEN, 2006; Meul et al., 2008; Bechini and Castoldi, 2009; Dantsis et al., 2010). By definition, an indicator is a compromise, providing significant information and simplifying complex processes (Rigby et al., 2001; Bechini and Castoldi, 2009). Aggregated and simplified information, such as composite indicators, promotes the function of communication (CORPEN, 2006). However, relevance of aggregation is often discussed because of the loss of information and the methodological problems involved, the subjectivity of component weighting, and the difficulty of defining reference values (Riley, 2001b; Bockstaller et al., 2008). Moreover, it does not enable us to understand the complexity and trade-offs between its components (Castoldi and Bechini, 2010). In this context, sensitivity analyses are interesting to evaluate the consequences of weighting and to deal with trade-offs between components of a composite indicator (Bockstaller et al., 2008). Bockstaller et al. (2008) therefore recommend the joint use of aggregated and individual indicators.

Reference values define the appropriate level of sustainability for an indicator. They aim to evaluate indicator values and to help users interpret them (Van Cauwenbergh et al., 2007; Bockstaller et al., 2008; Meul et al., 2008). They can be (1) absolute fixed values, such as thresholds, i.e., minimum or maximum acceptable values, or targets, i.e., values identifying desirable conditions, or (2) relative values, i.e., comparison of indicator values with initial value, average of the sample, regional average, desirable trends, or between sectors (CORPEN, 2006; Van Cauwenbergh et al., 2007; Bockstaller et al., 2008). Absolute values can be scientific values, legal norms (Van Cauwenbergh et al., 2007), or values defined by stakeholders (Bockstaller et al., 2008). They involve the determination of a reasonable level for a given farm, depending on the context and the system (Halberg et al., 2005b). Relative values allow us to avoid the choice of an absolute value. They enable farms to be compared but do not determine whether they are sustainable (Bockstaller et al., 2008). For some authors, the existence of historical comparative data for the indicator is then an additional criterion for selecting indicators (Niemeijer and de Groot, 2008). Another solution involves scoring indicators, using a relative scale (Van Cauwenbergh et al., 2007), but this might make it more complex for the farmer to understand how to improve the objective related to the indicator (Halberg et al., 2005b). In terms of interpretation, the meaning of scores must be clearly specified: does it represent a risk, an impact, an environmental performance, a negative or a positive effect (Bockstaller et al., 2008)?

Some criteria are used in specific contexts. From a policy point of view, indicators should address important issues for policy makers (Fernandes and Woodhouse, 2008; Sadok et al., 2009), monitor the effects of policy measures, and identify whether action is needed (Sauvenier et al., 2005; Gómez-Limón and Sanchez-Fernandez, 2010). For a farm's diagnosis, the farmer should have leeway on the value of the indicator (van Calster et al., 2007). Table 5 gives an example of the evaluation of nitrogen indicators, based on some of these three kinds of selection criteria.

Table 5 Description and comparison of four indicators related to nitrogen management, on the basis of selection criteria concerning relevance, practicability, and end user value of these indicators.

Indicators have then to be selected by considering this comparison, but also the objectives and scales of the analysis and the characteristics of the set of indicators.

	Mineral nitrogen fertilization	Livestock stocking rate	Nitrogen surplus	Nitrogen indicator (IN) (Bockstaller et al., 2008)	Groundwater nitrate concentration
Description					
Definition	N mineral fertilizers inputs	Density of livestock on the forage area	Difference between N inputs entering and N outputs leaving the farming system	Output of a model simulating NO ₃ ⁻ leaching and NH ₃ , N ₂ O emissions	Direct measurement
Unit	Kilogram N/hectare	Livestock units/hectare	Kilogram N/hectare or kilogram N/kilogram product	Scores	Milligrams NO ₃ ⁻ /liter
Type	Means-based	Means-based	Emissions (balance)	Emissions (model-based)	Effect-based

Table 5 Continued.

	Mineral nitrogen fertilization	Livestock stocking rate	Nitrogen surplus	Nitrogen indicator (IN) (Bockstaller et al., 2008)	Groundwater nitrate concentration
Evaluation					
Relevance					
Temporal scale	Annual	Annual	Annual-Monitoring	Annual, rotation	Monitoring
Spatial scale	P/F	F	F	P/F	Watershed/R
Practicability					
Validity	Weak link with the environmental impact, not to be used alone and for a single year (CORPEN, 2006)	Literature (Vilain, 2008)	Literature (Thomassen and de Boer, 2005; Vilain, 2008)	Literature (Bockstaller et al., 2008)	Direct link with the environmental impact
Data availability	++	++	+	-	--
Quantitative/ qualitative	Quantitative	Quantitative	Quantitative	Quantitative → qualitative	Quantitative
End user value					
Ability to summarize	-	-	+	++	++
Reference values	Regional, sectoral reference	Regional, sectoral reference	Regional, sectoral reference	Scores 0-10 (10 = no losses, acceptable value from 7)	50 mg NO ₃ ⁻ /l
Farmer's leeway	++	+	+	+/-	-

N nitrogen; *NO₃⁻* nitrates; *NH₃* ammoniac; *N₂O* nitrous oxide; *P* parcel level; *F* farm level; *R* regional level.

++, +, +/-, -, -- relative degree of availability, ability to summarize, and possibility for the farmer to influence the output value.

3.3.3 Selection of a set of indicators

In addition to these diverse selection criteria, indicators have to be considered as a set, rather than on an individual basis (Lyytimäki and Rosenström, 2008). Indeed, for a correct interpretation, an indicator needs to belong to a consistent and comprehensive set (Niemeijer and de Groot, 2008). The challenge is to select a set of indicators able to comprehensively and reliably represent the complexity of the system, its current environmental, economic, and social state, and its transition towards sustainability (Binder et al., 2010). From a practical point of view, three criteria have to be met. (1) Parsimony: selected indicators are not redundant and are few in number to ensure readability and manageability (Sadok et al., 2009; Binder et al., 2010). (2) Consistency: all indicators necessary for the interpretation are included in the selected set. For instance, it is recommended that the indicator of mineral nitrogen input should be considered with application period, application methods, and yields (CORPEN, 2006). (3) Sufficiency: the set of indicators is exhaustive to include all sustainability objectives (Sadok et al., 2009; Binder et al., 2010) (Table 4).

Taking into account interactions between indicators makes it possible to appropriately represent the main structure and processes of the system (Binder et al., 2010). Trade-offs occur when several indicators cannot all be improved at the same time (Halberg et al., 2005a). For example, Darnhofer et al. (2010b) highlight the trade-off existing between the short-term economic efficiency of a farm and the objective of adaptability by developing diverse activities that ensure the farm's long-term viability. In order to take into account interactions between environmental themes and indicators, Niemeijer and de Groot (2008) propose a selection process, focusing on the environmental dimension, based on the concept of a causal network, i.e., a network of multiple causal chains, including interactions between them. For instance, to assess the environmental impact of nitrogen fertilization on surface water ecosystems, selection is made by considering a network composed of causal chains related to crop production, socioeconomic issues, air, soil, and water (Niemeijer and de Groot, 2008).

Furthermore, identification of correlations between indicators could also help the user in the process of selecting a minimal, consistent, and sufficient set of indicators. By way of illustration, Thomassen and de Boer (2005) found, in commercial dairy farms in the Netherlands, a correlation between nitrogen surplus and eutrophication potential on-farm, meaning that the nitrogen surplus is relevant "to a moderate extent" to assess the environmental impact of eutrophication with more easily available data. Although nitrogen surplus is used in various assessments (Meul et al., 2008; Vilain, 2008; Bechini and Castoldi, 2009; Gómez-

Limón and Sanchez-Fernandez, 2010), this indicator is considered a poor predictor of nitrogen losses, especially on the scale of a single year (Buczko and Kuchenbuch, 2010).

3.4 Key issues involved in the assessment

3.4.1 Gaps in the sustainability assessment

In data-driven approaches, data availability is a significant constraint for selection and calculation of indicators. Therefore, by comparing the overview of sustainability themes with themes that can be assessed from available data, some gaps in the assessment can be highlighted. Because they require few data for their calculation and because they are based on farmers' practices, most means-based indicators and some intermediate indicators, such as nutrient surplus, can be used to assess environmental themes in data-driven approaches. However, such indicators are not available for all themes. For instance, assessment of greenhouse gas emissions involves indicators requiring a lot of detailed data, e.g., grazing period, manure storage, and animal feeding. Most economic indicators can be assessed because they require quantitative monetary data that are usually recorded, for instance in farm accountancy databases. However, indicators relating to themes like product marketing or external income require data that are probably less commonly recorded as a matter of routine. Finally, social themes are clearly difficult to assess without collecting additional data on the farm. In fact, social indicators often depend on qualitative estimations. Consequently, only raw data, such as working time, workforce, and education, and some indicators with a low degree of aggregation could be used as social indicators.

These gaps also involve imbalance between dimensions and themes, with regard to their development and consideration in the literature (Figure 12). This imbalance can be explained by two factors. Firstly, the interest of stakeholders (e.g., civil society, researchers, and agricultural policy makers) is currently mainly focused on environmental issues. Secondly, the environmental dimension covers large and complex fields, whereas the economic dimension is comprehended in a less holistic manner due to the monetary nature of this criterion (Sadok et al., 2009). The social dimension spans an intermediate number of themes (Sadok et al., 2009). However, few sustainability assessments consider this dimension due to its impracticability and the difference in perception between stakeholders (van Calker et al., 2007).

Two suggestions are made to deal with these shortcomings. First, any gaps highlighted should be explicitly mentioned in the results of the assessment. Second, gaps and limitations of data-driven approaches should be taken into account for further collection of data in order to reduce imbalances between topics, as well as to provide information about the topics on which more research is needed. It concerns for instance the development of farm-level social and socioeconomic indicators, among others indicators related to durability, working conditions, and quality of life. With regard to work organization, Hostiou and Dedieu (2012) developed, for example, a method for assessing work productivity and flexibility in livestock farms. Such works about social dimension of agriculture would have to be developed in order to restore the balance between sustainability dimensions.

3.4.2 Use of means-based indicators

Due to the limitation of data availability, data-based approaches are often restricted to mainly considering means-based indicators to assess the environmental dimension. However, as mentioned in Section 3.2.1, these indicators have a low quality of prediction of environmental impacts. Hence, one solution to increase their accuracy might involve using a combination of indicators for the same theme (Bockstaller et al., 2008). For example, the indicator of catch crops area has to be considered with bare soils area, bare soils duration, and the period during which there is a high risk of leaching (CORPEN, 2006) to respect the consistency of the set of indicators. However, increasing the number of indicators is complicated in practice (Bockstaller et al., 2008) as it causes redundancy in the set of indicators and makes interpretation and communication of the results more difficult. It also involves the development and use of an aggregation procedure.

Furthermore, some indicators, such as energy consumption, are calculated from several inputs. Data necessary for calculating these components are not always available in the case of data-driven approaches, however. In this case, the use of simplified indicators could be of interest to select a set of indicators. By way of illustration, four main inputs (electricity, fuel, mineral fertilization, and animal feeding) can be considered to assess fossil energy use in herbivore livestock farming systems since it has been shown that they represented 80 % of the energy consumed. The remaining 20 % mainly relates to machines and buildings, for which there is little leeway for the farmer in the medium term, and to pesticides, which represent less than 2 % of the energy consumed (Beguin et al., 2008). This example underlines the need for a sensitivity analysis to identify input variables having a

significant effect on outputs values (Bockstaller et al., 2008). Thereafter, we can focus on these significant variables to develop simplified indicators.

3.4.3 Choice of functional units

The outputs of quantitative environmental indicators generally increase with the size of the farm. Functional units are therefore used in order to compare farms (Chardon, 2008; Thomassen et al., 2008). These are defined according to the two main functions that are commonly assigned to agricultural systems: (1) the expression of impacts per amount of product (e.g., liter of milk, kilogram of meat) is related to the function of market goods production; and (2) the expression per hectare of agricultural land refers to the function of non-market goods production, such as environmental services (Basset-Mens and van der Werf, 2005). Less frequently, the function aiming to provide an income for the farmer is taken into account, defining a third functional unit that consists of expressing impacts per income unit (van der Werf et al., 2009).

The choice of functional unit depends on the objective and context of the evaluation (van der Werf et al., 2011), but also influences the relative position of farms (Chardon, 2008). For instance, a comparison between organic and conventional milk production systems gives different results, depending on the functional unit used: environmental impacts per hectare are generally lower for organic farms, but the impacts are fairly equivalent in both systems when they are expressed per unit of product (Halberg et al., 2005a; van der Werf et al., 2011).

Some authors recommend selecting indicators that can be expressed per amount of product and per hectare in order to evaluate the systems according to both functions (van der Werf and Petit, 2002; van der Werf et al., 2011). For others, indicators concerning global impacts, e.g., greenhouse gas emissions, should be expressed per unit of product, while indicators related to local impacts, e.g., eutrophication potential, should be expressed per hectare (Halberg et al., 2005a). Indeed, lower emissions of extensive systems are beneficial on a local scale but, if lower production has to be compensated by more intensive production in other regions, global emissions may be the same or higher. It is therefore interesting to express global impacts per unit of product (Halberg et al., 2005a).

On the other hand, in the case of mixed farms combining several types of productions, such as milk, meat, and crops, expressing indicators per unit of product is a challenge in terms of allocation between the different types (Chardon, 2008). Such allocations can be made, for example, according to the economic value

of the products (Basset-Mens and van der Werf, 2005), or their nutritional value in terms of protein or energy (Chardon, 2008).

3.4.4 Use of indicators to compare systems

In some cases, the goal of the assessment is to compare the sustainability of different farming systems, for instance between organic and conventional dairy farming systems. Not all indicators are suitable for making such comparisons, however. Conditions for use and interpretation of indicators should thus be considered during the selection stage. For instance, nutrient balances can be used to compare farms only if they have a comparable production type (e.g., arable *versus* livestock) and intensity (e.g., milk production per hectare) (Nevens et al., 2006). The relationship between nutrient surplus and environmental losses is in fact exclusively valid within a given production system (Chardon, 2008). To take another example, economic criteria have to be interpreted by taking into account the farm life cycle and the production system. For instance, the solvency rate is usually lower for new young farmers than for their older counterparts (Guillaumin et al., 2007).

3.5 Selection of indicators to analyze the sustainability of Walloon dairy and beef livestock systems

3.5.1 Contextualization

The issues reviewed in the first four sections were considered in selecting indicators in the context of the sustainability analysis of dairy and beef livestock systems in Wallonia (the southern part of Belgium). The purpose of this research is to analyze diversity of a set of dairy farms and a set of beef farms, based on economic, environmental, and social indicators. Indicators were calculated based on data derived from two regional farm accounting databases (Agricultural Economic Analysis Department, 2008 and 2009; Walloon Breeders Association, 2008 and 2009). The spatial scale is the farm level, while the temporal scale is annual, due to accounting data characteristics. Stakeholders involved in the assessment are farmers, the farmers' union, researchers, and commercial players, such as milk dairies, cheese dairies, or slaughterhouses, who will be interviewed to take into account their definition of sustainability and to internally validate the selected set of indicators.

3.5.2 Selection process

The selection process is described in Figure 17. The procedure uses some of the selection criteria summarized in Table 4 (Section 3.3) to compare indicators and to select a minimal, consistent, and sufficient set of indicators. The initial list of indicators was established by combining four steps: (1) a review of the literature aiming to list indicators and to class them by dimension, theme, and type (Section 3.2); (2) consultation of experts in economics, nitrogen management, biodiversity, pesticides, energy consumption, and greenhouse gas emissions to evaluate the relevance of these indicators and possibly suggest some new ones; (3) an analysis of databases to identify what data are available; and (4) preliminary selection based on the criteria of appropriateness for the context and scales, analytical validity (relevance), and data availability (measurability).

Indicators were then calculated and the criterion of measurability resulted in the removal of some indicators from the list due to calculation problems related to data characteristics. For instance, missing data on water consumption for a sample of farms involved deleting this indicator to avoid any bias in the analysis. To respect the parsimony criterion for the set of indicators, an analysis of the correlations between indicators was then performed. In the case of indicators showing a coefficient of correlation higher than 0.8 and referring to the same sustainability objective, one of the pair was deleted, based on criteria of comprehensibility and ability to summarize. If such considerations were not applicable, the indicator with the highest coefficient of variation was chosen since our goal is to analyze the diversity of the farms. Finally, because the set included several non-correlated indicators representing the same sustainability objective, it was still necessary to remove some of these to obtain a non-redundant and consistent set of indicators. For this purpose, the need to consider complementary indicators for the interpretation, and the criteria of comprehensibility and ability to summarize were taken into consideration. The intermediate list of indicators resulting from this process includes 15 environmental, 10 economic, and 6 social indicators. This imbalance is related to the uneven representation of these three dimensions in the literature, but also to the exclusive use of accounting databases that mainly include economic and input-related data (e.g., fertilizers and animal feeding). As mentioned in Section 3.5.1, the process will be supplemented with interviews with stakeholders.

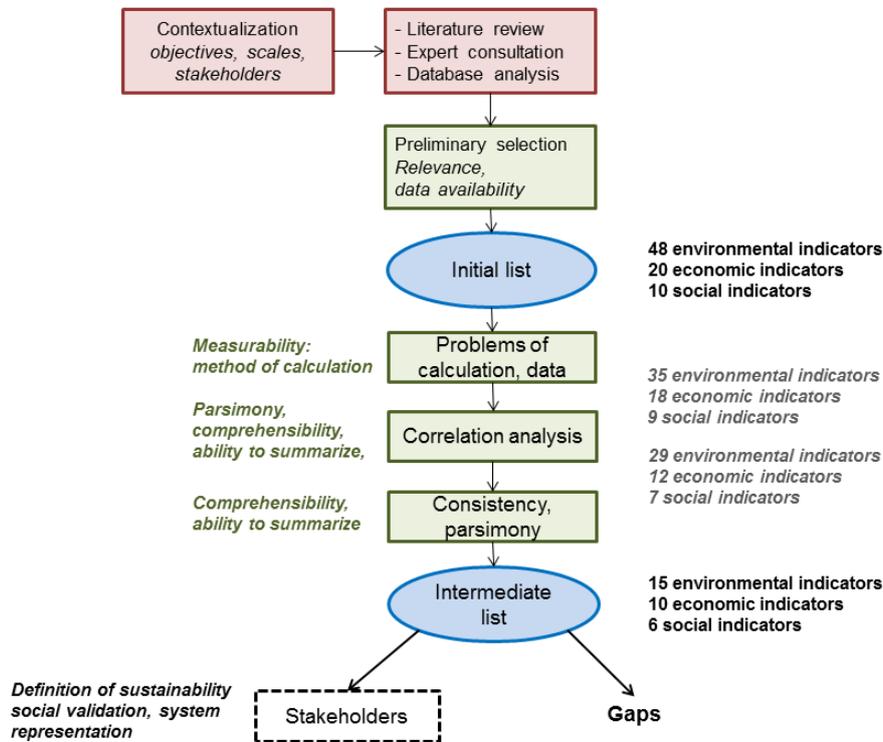


Figure 17 Selection of indicators to analyze the sustainability of Walloon livestock farming systems, with a data-driven approach based on farm accounting databases.

The selection process uses several criteria in order to select a set of indicators from the initial list. This process also highlights gaps, i.e., themes for which no indicators are measurable from available data, and has to be supplemented with interviews with stakeholders to validate the list of indicators.

The selected indicators were classified by theme, and comparison of this list with the themes reviewed in the literature and described in Section 3.2 highlighted gaps in the assessment. Consequently, emissions of greenhouse gases and acidifying gases, soil quality, quality of life, animal welfare, workload, product quality, and landscape quality are not assessed by our set of indicators due to a lack of data regarding these topics. Other key issues, presented in Section 3.3.3, were also taken into account in the process. Firstly, for the environmental dimension, the set includes mainly means-based indicators. Simplified indicators, such as energy consumption calculated from four main topics (Section 3.4.2), were also useful since data availability was our main constraint in this selection process. In fact, neither database had any data on agricultural machines and buildings. With regard to functional units (Section 3.4.3), environmental indicators are mainly expressed by hectare due to problems of allocations between types of production on a farm. Indeed, farms are defined as specialized according to the European typology.

Consequently, the existence of several types of production is possible on one farm. This choice of unit is advantageous for extensive systems (Schröder et al., 2003), and interpretation will consequently be performed with care. However, environmental, economic, and social indicators expressed in other units are considered in a complementary manner in further analyses. Finally, the comparison of farms based on sustainability indicators has to be done carefully (Section 3.4.4). Interpretation of the results involves taking into account the influence of the farm's structure on some indicator outputs. For instance, the location of a farm in Wallonia determines soil and climatic conditions. Such conditions influence the presence of cash crops on the farm and consequently have an impact on pesticide costs. To manage this aspect, structure indicators, such as percentage of grasslands or percentage of cash crops in the utilized area, are considered in interpreting results.

In conclusion, the overview of sustainability themes and indicator typology (Section 3.2), the summary and description of steps and criteria involved in a process of selection (Section 3.3), as well as the key methodological issues described (Section 3.3.3) were all useful in making a relevant and transparent selection of sustainability indicators within the context of a data-driven analysis of livestock farming system sustainability.

3.6 Conclusion

Due to the multiplicity of indicators aimed at assessing the sustainability of livestock farming systems, the implementation of a transparent and documented selection process is necessary to avoid arbitrary decisions and to ensure credibility of the assessment. In this context, data-driven approaches involve selecting a set of indicators from available data. This article provides a general overview of typologies of sustainability indicators and discusses practical aspects to be implemented in the selection process.

The most developed typology concerns the environmental dimension, with a distinction made between means-based indicators, intermediate indicators, including system-state and emission indicators, and effect-based indicators. Economic and social indicators can be classified according to their quantitative or qualitative character and their degree of aggregation, ranging from raw data to composite indices. Due to the limitation of data availability, with regard to the environmental dimension, a data-driven assessment is often restricted to focusing mainly on means-based indicators, which are, in fact, based on farmers' practices and require few data for their calculation. They do, however, have a low quality of

prediction for environmental impacts. Due to the same constraint, the social dimension is mainly estimated by means of raw data indicators, such as the workforce. In contrast, the economic dimension might be more easily assessed since it covers less varied themes. Moreover, data are generally available for quantitative economic indicators, for instance in farm accountancy databases.

To ensure transparency and credibility, the selection process should comprise three steps. First, contextualization consists of defining the objectives of the analysis, and temporal and spatial scales, as well as identifying stakeholders and determining their involvement. Existing indicators are then compared and evaluated based on selection criteria relating to relevance, practicability, and end user value. These criteria are summarized in Table 4. The choice of criteria depends on the context of the assessment. Finally, the selected set of indicators has to appropriately represent the system and respect the criteria of parsimony, consistency, and sufficiency.

Since data-based assessments have clear limitations, transparency of methodological issues is a prerequisite. Gaps resulting from non-availability of indicators for some themes should be explicitly mentioned in the results. When only means-based indicators can be used to assess an environmental theme, several indicators can be combined to increase the accuracy of the assessment. However, a compromise has to be found between such a combination and consideration of the parsimony criterion to ensure practicability in use and ease of interpretation. Some environmental indicators can be expressed in various units: per hectare, per kilo of product, or per euro of income. The choice of functional unit influences the results since relative positions of farms will be different depending on the unit used. Consequently, the choice made has to be taken into account in interpreting the results. Finally, when farms are compared from indicators, the influence of the structure on some indicator values has to be carefully studied. More generally, conditions of use and interpretation have to be considered.

Further research is needed to explore potential interactions between indicators, between and within themes and dimensions. Indeed, the use of a hierarchical framework compartmentalizes indicators into themes and dimensions and poorly reflects interactions between them. The concept of a causal network (Niemeijer and de Groot, 2008), currently focusing on environmental impacts, could be broadened to consider the three dimensions equally and implemented to select indicators. Finally, the identification of imbalances and gaps in the assessment highlights the themes for which few indicators are available, and more research is needed in this area. This typically concerns social themes, non-monetary economic

themes, as product marketing or external activities, and environmental themes that are less developed in the literature, e.g., soil quality and land management.

Chapitre 4

Original methodology for analyzing
farming system diversity and
identifying marginal farms

ABSTRACT

Analyzing farm diversity constitutes a relevant tool to identify options for sustainable development at farm level through benchmarking of performance and mutual learning. In this chapter, we develop an innovative and generic methodology for analyzing the diversity of farming systems, whose advantages are: (1) the identification of farm groups homogeneous in terms of structure (i.e., land use, production intensity and scale), economic and environmental sustainability; and (2) the identification of farms deviating from these main groups, i.e., the marginal farms. The method consists of successive multivariate analyses. At several stages, farms deviating from the clusters identified are extracted from the grouping process and considered as potential marginal, before checking their marginal nature at the last step. Using this methodology, we analyzed the diversity of 478 specialized dairy farms located in Wallonia (Belgium). On the one hand, five farm groups – consistent in terms of sustainability and structure – were identified. On the other hand, 31 marginal farms were detected, among which some presented high economic and environmental performances. The first output is a prerequisite to explore the range of sustainability levels for farms with similar structural constraints. The second output constitutes a promising approach to identify farming systems with high sustainability performance. Both results illustrate the benefit of our methodology in a process of performance benchmarking aiming to incentivize farmers to change their practices and achieve higher economic and environmental performances.

KEYWORDS: sustainability; farming system diversity; benchmarking; typology; marginal farms.

4.1 Introduction

The past 50 years have been characterized by the development of intensive and specialized farming systems (Kirschenmann, 2007). Such systems are currently being questioned, due to their negative environmental and social impacts, e.g., biodiversity losses, accumulation of nutrients in soil and water, and vulnerability to market changes and product prices volatility (Havet et al., 2014). Consequently, there is a strong social demand for designing more sustainable farming systems, i.e., that are economically viable, environmentally friendly and socially acceptable (Boogaard et al., 2011; ten Napel et al., 2011).

In this context, analyzing farm diversity is a relevant tool to improve sustainability of farming systems through processes of performance benchmarking, i.e.,

comparison of performance among farms, and mutual learning (De Snoo, 2006). Many schemes of classification have been developed to analyze the diversity among agricultural systems. Initially, such schemes were designed to describe *interregional* differences. These differences were related to various historical trajectories and the specific ecological conditions, man-land relationships and institutions embedded in these trajectories (van der Ploeg et al., 2009). Thereafter, the focus has been put on the diversity within regions, with the development of *intraregional* approaches, which have consisted in grouping farms with common characteristics within a specific rural area (Gaspar et al., 2007; Righi et al., 2011; Soini et al., 2012).

Since the farm is the key level at which decisions are made about practices, farmland and natural resource management, the description of *intraregional* farm diversity can be used as a tool to: (1) support agricultural advisers in formulating technical and economic guidance; (2) identify “target groups” in development projects; (3) study the impact of societal, political, economic and technical changes on the farm types; and (4) formulate and implement policies that take account of the different farm types (Alary et al., 2002; Andersen et al., 2007; Gaspar et al., 2007; van der Ploeg et al., 2009; O’Rourke et al., 2012).

Two major kinds of farm classification schemes have been defined according to the farm characteristics considered (Vanwindekens, 2014). First, *structural* typologies address the biophysical component of farming systems, i.e., crops, pastures, animals, soil and climate conditions, physical inputs and outputs (Madry et al., 2013; Vanwindekens, 2014). Such typologies have been mainly based on technical, economic, and productive variables. An example is the European typology classifying European farms according to its productive orientation and economic size (van der Ploeg et al., 2009). Less often, structural approaches have included variables addressing environmental performance and long-term economic viability of the farms (Andersen et al., 2007; Blazy et al., 2009; Righi et al., 2011; Madry et al., 2013). Sustainability and structural criteria should however be jointly considered in any analysis of farm diversity. Indeed, farm sustainability is affected by farm structural characteristics (e.g., farm size, intensity and land use). These structural differences should therefore be minimized for objective comparisons among farms (Dolman et al., 2014). Jointly considering sustainability and structure allows the range of farm sustainability levels to be studied while taking account of the variety of structural characteristics.

Second, *functional* typologies are related to the management component of farming systems, i.e., people, values, goals, knowledge, resources, opportunities monitoring, and decision-making. In such approaches, the diversity is analyzed on

the basis of farmer strategies, choices and practices (Madry et al., 2013; Vanwindekens, 2014). Using this perspective, Dutch researchers have, for instance, studied the heterogeneity of farming systems using the concept of farming style, i.e., “*a distinctive way of ordering the many socio-material interrelations involved in farming*” (van der Ploeg and Ventura, 2014). This concept suggests that farmers use different approaches to farming and develop objectives of farm management that correspond to these various styles of farming (Fairweather et al., 2009). For example, for similar structural characteristics, several dairy farming styles were identified in the Netherlands, e.g., cowmen putting their cattle at the center of the farming process; machine men focusing on mechanization and increase in scale; and economical farmers who try to restrict the consumption of external inputs and improve the use of internal resources (van der Ploeg et al., 2009).

Whatever the farm characteristics considered, the methods used for analyzing farming system diversity fall into two main classes: those based on expert knowledge and called *a priori* approaches, and those based on multivariate statistics (Alary et al., 2002; Righi et al., 2011). In the first class, the farm types are built based on the knowledge and judgment of researchers (Iraizoz et al., 2007). The second class of methods is often preferred because it allows a large number of variables to be taken into account without *a priori*, by giving equal importance to these variables. It is also characterized by objective reproducibility (Alary et al., 2002; Gaspar et al., 2007; Righi et al., 2011). Intermediate methods, combining expert knowledge and statistical analyses, have also been used as classification tools (Alary et al., 2002; Madry et al., 2013; Pacini et al., 2014).

More specifically, the classification methods based on multivariate analyses are usually structured in two stages: a factor analysis first aims at reducing the number of initial variables and is then followed by a hierarchical clustering analysis to identify farm groups (Righi et al., 2011). As far as we know, no methods in the literature have provided the possibility for farms having specific characteristics to be excluded from the farm classification. However, such marginal farms should be identified for two reasons: (1) including them in the farm groups could introduce heterogeneity in these groups and skew their characterization; and (2) because some of these marginal farms could have high sustainability performance, identifying them constitutes a promising approach to study which practices strongly influence sustainability at farm level.

The method selected for analyzing farming system diversity, as well as the farm components considered in such an analysis (i.e., biophysical and/or management component) depend on the objectives and constraints of the study (Madry et al., 2013). In this study, our general objective is to analyze the diversity of farming

systems, in terms of sustainability performance, with a data-driven approach, i.e., from available farm accountancy data and without additional step of data collection. To this end, we develop a generic methodology, based on iterative multivariate analyses and characterized by two original specific objectives: (1) to identify groups of farms homogeneous in terms of structure (i.e., land use, production intensity and scale), economic and environmental sustainability; and (2) to identify individual farms differing from these groups due to specific sustainability or structural characteristics: the marginal farms. We demonstrate the efficiency of this methodology through an application to the case study of specialized dairy farms located in Wallonia (Belgium).

In this chapter, Section 4.2 first describes the case study. The four stages of the methodology are detailed in Section 4.3. The empirical results are reported in Section 4.4. Section 4.5 discusses the main strengths, limitations and perspectives of this methodology.

4.2 The case study: specialized dairy farming in South Belgium

4.2.1 Farm accountancy databases

The sustainability of dairy farming systems in Wallonia – the southern part of Belgium – was studied from farm-level data collected yearly by two regional farm accountancy organizations: the Walloon Breeders Association (AWE) and the Department of Agricultural Economic Analysis (DAEA). These regional farm accountancy databases are quite similar to the Farm Accounting Data Network (FADN) with respect to the data recorded: they include mainly socio-economic, production and inputs-related data, such as amounts of animal feed and mineral fertilizers. Although this limited data availability constitutes a limitation for analyzing some sustainability dimensions, the recording of these data in all European regions and for all productive orientations ensures the transferable character of our methodology in other contexts.

At the beginning of the research project, in January 2011, the full data set was available for both organizations until the year 2009. In order to have the most recent picture of farm diversity, sustainability performance of dairy farms was calculated and analyzed for 2008 and 2009. Some differences existed between both databases: (1) all the variables recorded are not the same from one database to another; therefore, an exploratory step first consisted in listing variables that were common to these datasets and that could be used for calculating sustainability

indicators; and (2) from a geographic point of view, both databases cover different areas: the AWE mainly collects data in farms located in *Région herbagère liégeoise* and *Haute-Ardenne* (in the eastern part of Wallonia), while the DAEA collects data in all agricultural regions.

4.2.2 The case-study farms

The farm sample was selected on the basis of the European typology classifying the agricultural holdings according to the relative importance of the different enterprises on the farm to the total standard gross product of the farm (Department of Agricultural Economic Analysis, 2012). According to this typology, we first considered all specialized dairy farms – i.e., where at least 66 % of the standard gross product originated from dairy cattle – that were monitored by the AWE and DAEA. This initial step of sample selection aimed to include the greatest possible diversity, without trying to be representative of the Walloon specialized dairy farms. It focused exclusively on specialized dairy farming systems, due to severe criticisms related to the environmental and social impacts of such systems (see, for instance, Pflimlin, 2010).

The farm sample was then validated graphically: histograms and distribution graphs were plotted for each indicator (the process of indicator selection and calculation is detailed in Sections 3.5 and 4.2.3) in order to detect possible inconsistency of data. Outlier farms were particularly analyzed to ensure data validity: farms for which inconsistent data were detected were excluded from the initial sample. In addition, farms for which data were not available for both years 2008 and 2009 were also discarded. The final farm sample consisted of 478 specialized dairy farms, including 385 farms monitored by the AWE and 93 farms monitored by the DAEA. Compared with a representative sample of Walloon specialized dairy farms (Table 6), the case-study farms had a larger dairy herd and higher milk production (total, per cow and per hectare). They were characterized by a larger proportion of forage crops in the agricultural area. In geographical terms, most of them were located in *Région herbagère liégeoise* (59 %) and *Haute-Ardenne* (25 %), which explained its forage orientation. Eight percent of the case-study farms were organic farms.

Table 6 Mean structural characteristics of the case-study farms and the representative sample of Walloon specialized dairy farms recorded by the FADN, in 2008.

Characteristics	Units	Case-study farms (mean \pm SD ¹)	FADN sample (mean)
Milk Production			
Total	liters	459 853 \pm 218 088	309 191
Per cow	l/cow	6356 \pm 1260	5598
Per hectare	l/ha AA	7686 \pm 2682	5562
Number of dairy cows		72 \pm 29	55
Agricultural area (AA)			
Total	ha	62 \pm 25	56
Forage crops	% AA	96 \pm 10	88
Permanents grasslands	% AA	84 \pm 10	NA ²
Maize	% AA	8 \pm 9	NA
Cash crops	% A	3 \pm 9	12
Stocking rate	LU ³ /ha	2.7 \pm 0.7	NA
Labor	AWU ⁴	1.6 \pm 0.6	1.6

¹ SD: standard deviation

² NA: non available in the FADN public database.

³ LU: livestock units. Livestock units were calculated on the basis of the coefficients of the Department of Agricultural Economic Analysis. Livestock units were expressed per hectare of forage area (i.e., forage crops and grassland).

⁴ AWU: annual work unit. Annual work units include familial and salaried work units. For familial workforce, one work unit is a farmer (or the spouse) who works full time on the farm. For salaried workforce, the value of one work unit corresponds to 1800 hours per year.

Source: FADN public database (European commission, 2014b).

4.2.3 Selection and calculation of sustainability indicators

The process for selecting sustainability indicators was detailed in Chapter 3 (Section 3.5). This process was used in order to select a set of economic, environmental and social indicators, measurable from the data available in the accountancy databases of the AWE and DAEA (Tables 7, 8 and 9). As it was already mentioned in Chapter 3, data availability is the major limitation for selection and calculation of indicators, in the context of data-driven approaches, i.e., approaches consisting in selecting and calculating indicators from existing data. Therefore, the comparison of the selected indicators with the review of sustainability themes presented in Section 3.2 highlighted gaps in the sustainability assessment, i.e., themes for which no indicators could be calculated.

From an environmental point of view, the emissions of greenhouse gases and acidifying substances could not be assessed from our databases, due to the lack of detailed data on agricultural machines, buildings, grazing management, manure storage, treatment and spreading. However, some studies have underlined the relationships between nitrogen surplus and efficiency, and greenhouse gas emissions, thereby suggesting the possibility of using nitrogen indicators as proxies to estimate the emissions of greenhouse gases per hectare or per unit of product (Schils et al., 2007; van Groenigen et al., 2008; Del Prado et al., 2013). Such nitrogen indicators were included in our analysis (Table 7).

Similarly, the theme of soil quality, as well as the social themes of quality of life, workload, animal welfare, product quality, and landscape quality could not be estimated in this study because it would have required the collection of supplementary data. Globally, our attempt to deal with the social dimension was not successful, due to the lack of appropriate data. The available social indicators were strongly related to farm structural characteristics (Table 9), which therefore brought little relevant information regarding the working conditions of the farmer and its contribution to societal expectations.

Because structural characteristics affect sustainability performance of dairy farms (Dolman et al., 2014), the farm structure, i.e., the farm size, intensity and land use, should be jointly considered in any sustainability analysis (cf. Chapter 3, Section 3.5). A set of structural indicators was therefore selected, calculated and considered complementary to the set of sustainability indicators (Table 10). In this way, we aimed to compare the sustainability performance of farms with similar structural constraints and opportunities, and to identify appropriate improvement options.

Table 7 Environmental indicators, units and definitions.

The selected environmental indicators covered the themes of nutrient management (nitrogen, phosphorus, and potassium), energy consumption, pesticide use, and biodiversity.

Indicators	Units	Definitions
Nutrient management		
<i>Nitrogen surplus</i> ¹	kg N/ha AA	Difference between nitrogen inputs ² , outputs and stock variation at farm level (N _{in} – N _{out} – stocks), expressed per ha of agricultural area
<i>Nitrogen efficiency</i>	%	Ratio between nitrogen outputs and inputs
<i>Mineral fertilization (K, P)</i>	kg K, P/ha AA	Amount of mineral potassium, phosphorus applied per ha of agricultural area
Stocking rate	LU ³ /ha	Bovine livestock units in the forage area
<i>Soil link rate</i>	Ratio 0-1	Ratio between organic nitrogen produced by livestock and organic nitrogen that can be fixed by arable crops and grassland ⁴
Energy consumption	MJ/ha AA	Direct and indirect energy inputs ⁵ , expressed per hectare of agricultural area
Pesticide use		
<i>Pesticide costs</i>	€/ha AA	Pesticide costs divided by the agricultural area
<i>Sprayed area</i>	% AA	Percentage of the agricultural area sprayed with pesticides

¹ *Italic*: indicators used in the canonical discriminant analysis in Chapter 6.

² Inputs include nitrogen content of animals, animal feeding, organic and mineral fertilizers purchased by the farm, as well as atmospheric depositions. Outputs include nitrogen content of animals and organic fertilizers sold by the farm, as well as nitrogen of exported crop and milk production.

³ LU: livestock units. Livestock units were calculated on the basis of the coefficients of the Department of Agricultural Economic Analysis. Livestock units were expressed per hectare of forage area (i.e., forage crops and grassland).

⁴ Nitrogen excreted by the livestock and fixed by crops was calculated from coefficients given in the regional nitrogen management plan (Moniteur Belge, 2011; Nitrawal, 2013).

⁵ The total energy consumption includes the consumption of electricity and fuel used on the farm (direct energy), as well as the energy used for the production and transport of mineral fertilizers and animal feeding purchased by the farm (indirect energy). Energetic values of these inputs were mainly derived from the diagnosis tool "Planete" (Solagro, 2010).

Table 7 Continued.

The selected environmental indicators of biodiversity were related to the conservation of agricultural and ecosystem biodiversity.

Indicators	Units	Definitions
Biodiversity		
Bovine breeds diversity*	Number of breeds	Number of bovine breeds in the farm
Crop diversity*	Number of crops	Number of annual crops
Crop specialization	% cultivated area	Percentage of the cultivated area covered by the crop with the largest area
<i>Veterinary costs</i> ¹	€/cow	Veterinary costs divided by the total number of cows
<i>Area cultivated without mineral nitrogen</i>	% AA	Percentage of the agricultural area without application of mineral nitrogen
Permanent grassland	% AA	Percentage of the agricultural area covered by permanent grassland

* Ordinal variables that were not included in the diversity analysis but used *a posteriori* to interpret the results.

¹ *Italic*: indicators used in the canonical discriminant analysis in Chapter 6.

Table 8 Economic indicators, units and definitions.

The selected economic indicators integrated the themes of profitability and efficiency, self-sufficiency, diversification of agricultural activities and transmissibility.

Indicators	Units	Definitions
Profitability and efficiency		
<i>Gross margin</i> ¹	€/ha AA	(Gross product ² – variable costs ³)/agricultural area
<i>Gross operating product</i>	€/FWU ⁴	(Gross product – variable costs – fixed costs ⁵ – salary – farm renting)/familial workforce
<i>Economic efficiency</i>	%	Gross operating surplus divided by the gross product
<i>Capital efficiency</i>	%	(Gross product – variable costs – fixed costs)/total capital excluding land
Self-sufficiency		
<i>Importance of subsidies</i>	%	Total subsidies divided by the gross product
<i>Financial dependence</i>	%	Annuities divided by the gross operating surplus
<i>Economic autonomy</i>	%	Gross margin divided by the gross product
<i>Feed concentrate autonomy</i>	%	Percentage of livestock concentrates (in kg) produced on the farm
<i>Forage autonomy*</i>	Yes/No	Absence of forage purchase
Diversification		
<i>Specialization</i>	%	Economic product derived from the most important farm activity/gross product
<i>Direct sale of dairy products</i>	%	Percentage of the milk sold by direct sale in the total milk product
Transmissibility ⁶	€/FWU	Farm capital divided by familial workforce

* Ordinal variables that were not included in the diversity analysis but used *a posteriori* to interpret the results.

¹ *Italic*: indicators used in the canonical discriminant analysis in Chapter 6.

² The gross product includes all economic products derived from milk production, crop production, meat production and other products (e.g., subsidies).

³ The variable costs include costs related to animal and crop production.

⁴ FWU: familial work unit. One familial work unit is a farmer (or the spouse) who works full-time on the farm.

⁵ The fixed costs include costs related to insurances, maintenance of building and equipment, fuel, lubricants, electricity, contract work, etc.

⁶ High indicator value indicates a low transmissibility level because it tends to dissuade potential farm successors (Vilain, 2008).

Table 9 Social indicators, units and definitions.

Few social indicators were measurable from available data. These indicators were related to the workforce and contribution of the farm to the regional employment. They were strongly related to the structural characteristics of the farm.

Indicators	Units	Definitions
Workforce		
Voluntary workforce	% AWU ¹	Percentage of voluntary workforce ² in the total workforce
Salaried workforce	% AWU	Percentage of salaried workforce in the total workforce
Total workforce	AWU	Familial and salaried workforce
Multifunctionality		
Contribution to employment ³	ha/AWU	Number of hectare per annual work unit

¹ AWU: annual work unit. Annual work units include familial and salaried work units. For familial workforce, one work unit is a farmer (or the spouse) who works full time on the farm. For salaried workforce, the value of one work unit corresponds to 1800 hours per year.

² Voluntary workers are self-employed workers, other than the farmer and the spouse.

³ High indicator value indicates a low contribution of the farm to the regional employment (Vilain, 2008).

Table 10 Structural indicators.

Indicators	Units
Agricultural region*	
Agricultural area (AA)	ha
Forage (including maize and grasslands)	% AA
Maize	% AA
Cash crops	% AA
Owned area	% AA
Workforce	AWU ¹
Number of farmers*	
Stocking rate	LU ² /ha
Dairy cows	
Suckling cows	
Milk production	
Total, per cow, per hectare	l, l/cow, l/ha
From roughage	l/cow
Meat production: total, per hectare	kg, kg/ha
Economic product derived from milk production	%
Economic product derived from meat production	%
Economic product derived from pig production	%
Pig production on the farm*	Yes/No
Poultry production on the farm*	Yes/No

* Ordinal variables that were not included in the diversity analysis but used *a posteriori* to interpret the results.

¹ AWU: annual work unit. Annual work units include familial and salaried work units. For familial workforce, one work unit is a farmer (or the spouse) who works full time on the farm. For salaried workforce, the value of one work unit corresponds to 1800 hours per year.

² LU: livestock units. Livestock units were calculated on the basis of the coefficients of the Department of Agricultural Economic Analysis. Livestock units were expressed per hectare of forage area (i.e., forage crops and grassland).

4.3 Methodology description

The methodology was based on iterative multivariate analyses structured in four stages (Figure 18): (1) crossing a farm clustering based on sustainability indicators and a second one based on structural indicators; (2) analyzing the clusters defined in the first stage and identifying potential marginal farms; (3) studying the similarities among the clusters and merging clusters that are close in terms of sustainability and structure; and (4) associating the potential marginal farms with the farm groups they most closely resembled, using linear discriminant analysis, in order to check their marginal nature.

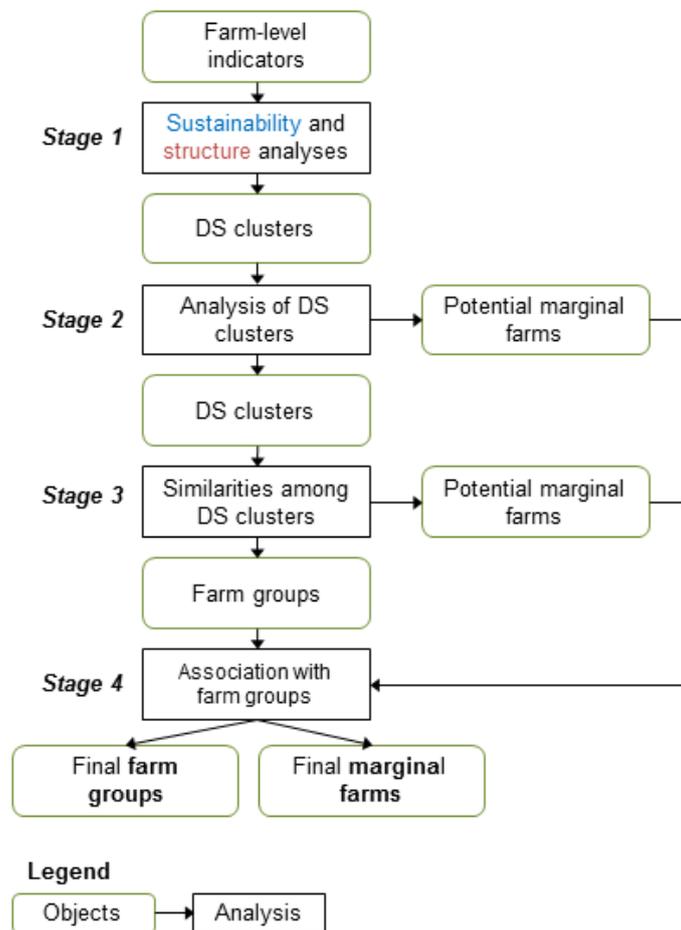


Figure 18 Overview of the methodology to analyze the diversity of farming systems and identify marginal farms.

4.3.1 Sustainability and structure analyses

As a first step, the sustainability and structure of the farms were independently analyzed, by means of farm-level indicators. Sustainability and structure analyses involved performing a principal component analysis (PCA), followed by a clustering analysis (Figure 19). The PCA reduced the number of initial variables to a limited number of uncorrelated components. For the sake of coherence and the automation of the method, we retained the first three principal components in all PCA used in this work. These components were then subjected to a hierarchical clustering technique, based on Ward's algorithm and the Euclidean distance, in order to group farms.

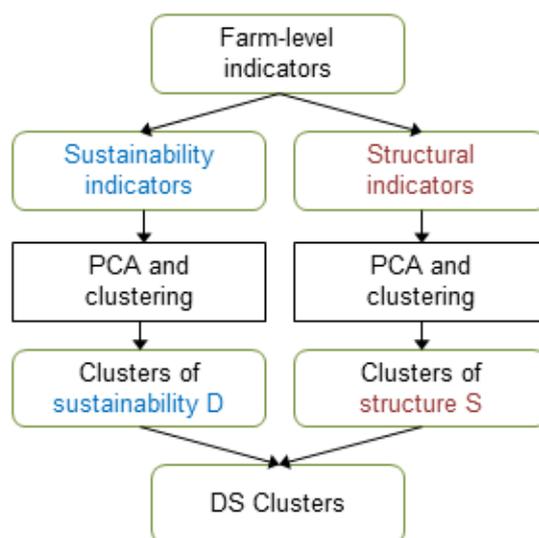


Figure 19 Identification of DS clusters, by crossing sustainability and structural farm clusters.

PCA and cluster analysis were implemented using R software, with the FactoMineR package (Husson et al., 2012). This package suggests dividing farms into Q clusters when the increase of between-inertia between the $Q-1$ and Q clusters (ΔQ) is greater than that between the Q and $Q+1$ clusters ($\Delta(Q+1)$). The number Q , which minimizes the criterion $\Delta Q/\Delta(Q+1)$, is retained (Husson et al., 2010). By default, the number of clusters ranges from three to 10 (Husson et al., 2010). The clusters derived from this analysis were then consolidated using the K-means algorithm (Husson et al., 2010). In this process, the partition resulting from the hierarchical clustering is used as the initial partition in the K-means algorithm. Several iterations of this algorithm are done to obtain the final partition (Husson et al., 2010).

The sustainability analysis had resulted in a grouping of the farms into several clusters (D). At the same time, the structure analysis had led to the identification of other clusters (S). Finally, the sustainability clusters and the structural clusters were crossed in order to define the DS clusters, i.e., clusters of farms that were in the same sustainability cluster and in the same structural cluster (Figure 19).

4.3.2 Analysis of DS clusters and identification of potential marginal farms

The DS clusters were analyzed in order to identify potential marginal farms. First, the DS clusters with less than 2 %¹³ of the total number of farms were considered as potential marginal (m_1), compared with those clusters containing more farms (Figure 20). Second, the DS clusters with more than 2 % of the total number of farms were analyzed further; a PCA was performed for each of these clusters, taking account of the structural and sustainability indicators jointly. The farms were represented, on the one hand, by the first two principal components and, on the other hand, by the second and third principal components. In both cases, confidence ellipses, with a probability of 0.9, were drawn around scatters of points. The farms located outside the ellipses were considered as potential marginal (m_2), compared with the farms in the same cluster, and were extracted from the DS clusters (Figure 20).

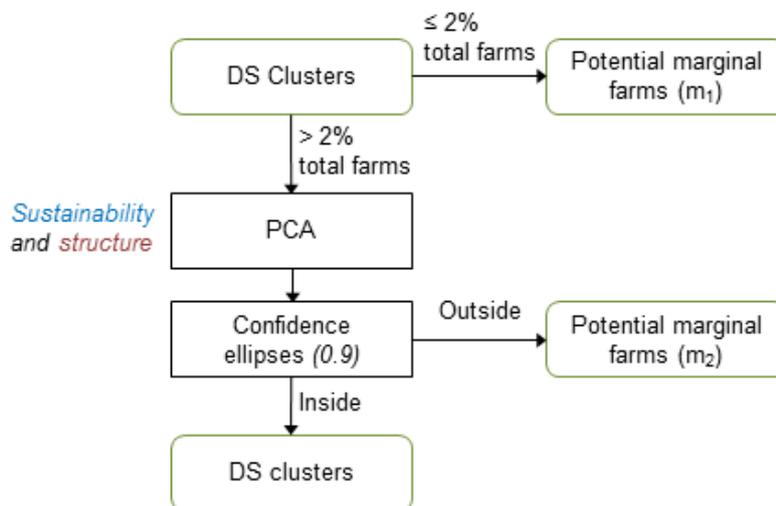


Figure 20 Analysis of DS clusters and identification of potential marginal farms.

¹³The influence of the threshold values on the final results is explored in the paragraph 4.3.5.

4.3.3 Analysis of similarities among DS clusters and identification of farm groups

The similarities among DS clusters were studied in order to specify if some clusters were sufficiently close in terms of structure and sustainability to be merged. For this purpose, a principal component analysis and a cluster analysis were performed on all *mainstream* farms, i.e., all farms aside from potential marginal farms, taking account of the sustainability and structural indicators. This analysis had resulted in grouping these farms into several clusters, called M clusters.

The DS clusters were compared with the M clusters using a contingency table. On the one hand, the farms of the cells of the contingency table with less than 2 % of the number of mainstream farms were considered as potential marginal (m_3) (Figure 21). On the other hand, we studied the distribution of the DS clusters among the M clusters, by excluding m_3 potential marginal farms. If two DS clusters belonged to the same M cluster, they were merged. In contrast, those DS clusters where some farms belonged to one M cluster and others to another M cluster were retained as such (Figure 21). The groups resulting from this stage formed the main farm groups.

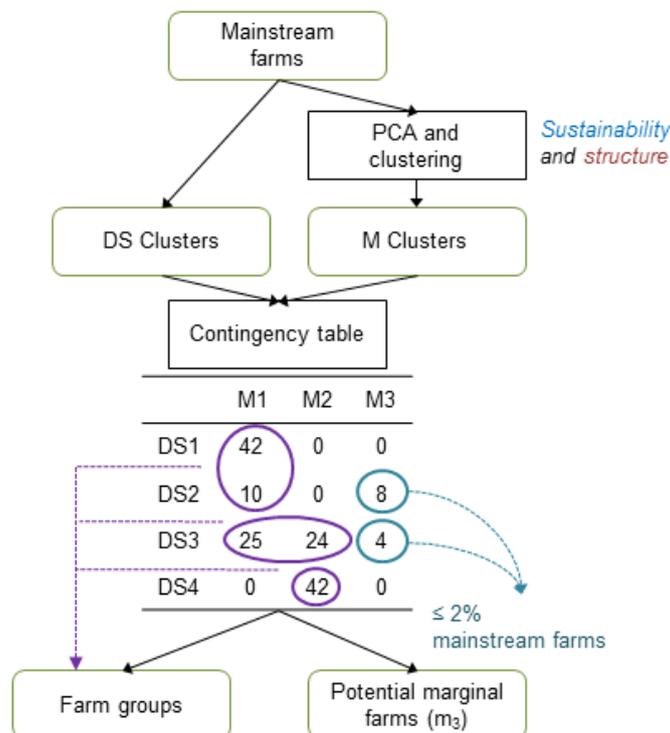


Figure 21 Analysis of similarities among DS clusters and identification of farm groups.

4.3.4 Associating potential marginal farms with farm groups to check their marginal nature

Farms were identified as potential marginal at several points during the analysis process. The last stage sought to check the marginal nature of these farms. To achieve this, we performed a linear discriminant analysis to associate potential marginal farms with farm groups. This analysis was implemented using R software, with the MASS package (Ripley et al., 2012). It involved defining an assignment rule from a set of predictors, i.e., indicator values for mainstream farms (Palm, 1999). On the one hand, to check the suitability of using these indicators as predictors, we performed a Wilks' lambda test. This multivariate procedure, i.e., considering multiple dependent variables, aims to test whether the means of several groups are significantly different for several variables considered simultaneously (Palm, 2000). On the other hand, to assess the quality of the assignment rule, this was submitted to a tenfold cross-validation. It involves partitioning the dataset into ten exclusive subsets. Nine subsets, i.e., the training set, are used to define the assignment rule, while the last one is kept as validation set for testing the rule. This process is repeated ten times: each subset is used once as validation set. The error rate is calculated as the average of the ten validation results (Kohavi, 1995).

The assignment rule was then used to determine, from indicator values for potential marginal farms, what their posterior probabilities were, i.e., the probabilities of belonging to the different farm groups. Each potential marginal farm was associated with the group for which the posterior probability was the highest (Palm, 1999). This *reference group* was considered to be the group to which the potential marginal farms were closest. The probabilities that potential marginal farms belonged to their reference groups were analyzed in order to distinguish false marginal farms – i.e., farms that are close to farm groups – from real ones. We retained the lower quartile of these probabilities as the threshold for specifying whether a farm was marginal or not. When the probability of belonging to a reference group was above or equal to the lower quartile value, the farm was not considered as marginal and was called “false marginal farm”. Conversely, when the probability was below this threshold, the farm was retained as “real marginal” (Figure 22).

Due to the sensitivity of linear discriminant analysis to the presence of outliers (Meyers et al., 2005), however, some false marginal farms could be associated through a high posterior probability with a farm group to which they were not close. Consequently, they would be mistaken as false marginal farms. To identify them, we calculated the Mahalanobis distance between the positions of false marginal farms and the centroids of their reference groups, on the discriminant

axes derived from linear discriminant analysis. The Mahalanobis distance is a measure between two data points in the space defined by several features that takes into account unequal variances and correlations between features (Xiang et al., 2008).

For each mainstream group, we analyzed the distribution of these distances to identify outliers. These were farms for which the distance from the centroid of the reference group was higher than the upper quartile plus 1.5 times the interquartile range, i.e., the difference between the upper and lower quartiles (Massart et al., 2005). These outliers were considered as real marginal (m_4). Other false marginal farms were classified in their reference groups. This consolidation led to the identification of the final farm groups and marginal farms (Figure 22).

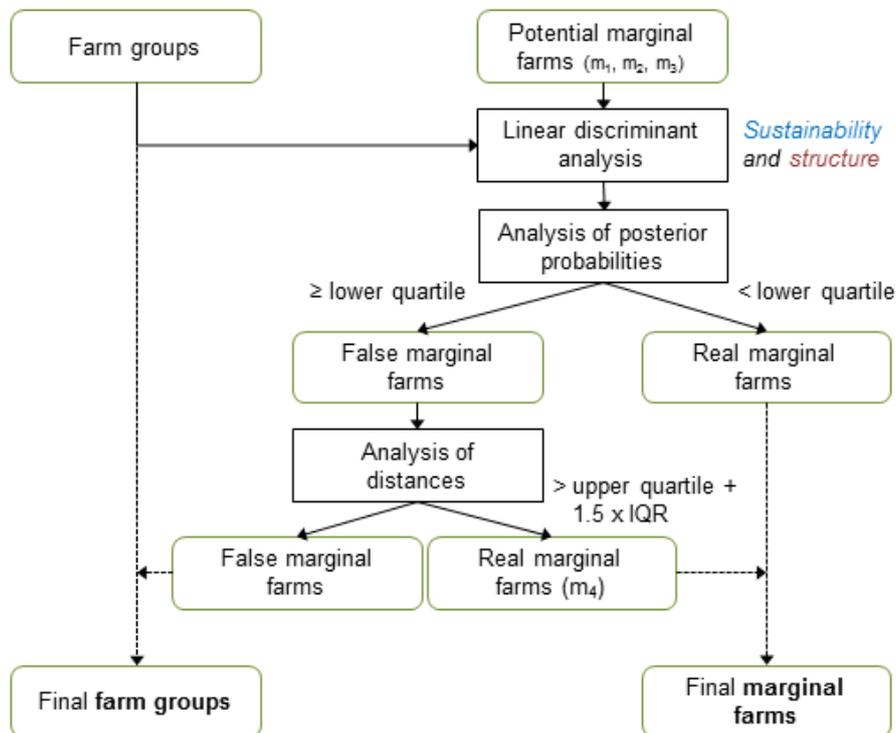


Figure 22 Association of potential marginal farms with the farm groups and identification of final marginal farms.

IQR: interquartile range.

4.3.5 Effect of fixed thresholds on the identification of farm groups and marginal farms

Two thresholds used in this methodology were fixed at an arbitrary level: the threshold of 2 % used in the second and third stages to identify m_1 and m_3 potential marginal farms, i.e., the “contingency threshold” (Figures 20 and 21); and the boundary of 0.9 delineating confidence ellipses in the second stage and leading to the identification of m_2 potential marginal farms (Figure 20). On the one hand, our methodology was found to be robust regarding the contingency threshold. In our case study, increasing the contingency threshold value from 2.0 % to 3.5 % did not affect the number of potential marginal farms and farm groups. On the other hand, increasing the probability of confidence ellipses from 0.90 to 0.95 reduced the number of m_2 potential marginal farms and affected the final number of marginal farms. Since the methodology aimed to identify marginal farms, the probability of confidence ellipses was fixed at 0.9 to extract more marginal farms from initial clusters.

4.4 Results

The methodology developed in the previous section was implemented to analyze the diversity of specialized dairy farms in Wallonia (Belgium). Two major outputs emerged from this case study: the identification of five groups of farms and 31 marginal farms. These results are described in the following sections.

4.4.1 Comparison of farm groups

Among the sample of 478 farms, 447 farms were clustered into five groups. We used the non-parametric Kruskal-Wallis test and the multiple comparison test to identify significant differences among these groups (Table 11).

In the comparison of farm groups, we noticed four trends relating to structural indicators. First, the groups were labeled according to three types of land use: (1) Groups G1 and G2 were dairy systems with a major proportion of forage area and permanent *grassland* in their agricultural area; (2) Groups GM1 and GM2 were dairy systems with a major proportion of forage area and permanent *grassland*, but slightly more *maize* than in previous groups; and (3) Group C was a dairy system in which *cash crops* covered a significantly higher proportion of the area. This group had the lowest specialization level, due to the presence of crop and meat production activities. In terms of production intensity, G1 and GM1 had a stocking

rate and a milk production per cow and per hectare that were significantly lower than G2 and GM2. Regarding these indicators, Group C had a low average milk production, similar or lower than the production of G1 and GM1, and an average stocking rate that was intermediate between G1 – GM1 and G2 – GM2. Fourth, Group GM2 had significantly higher size-related indicators, such as agricultural area, number of dairy cows and workforce (Table 11).

In addition to structural characteristics, our analysis took account of sustainability indicators. There were few social indicators: they were closely linked to structural characteristics, e.g., contribution to employment (hectare of agricultural area per annual work unit), and therefore brought little relevant social information. From an economic perspective, Groups G1, G2 and GM2 had better performance than other groups. Specifically, GM2 had an average gross operating surplus per work unit¹⁴ higher than G2 and similar to G1. GM2 and G2 had a lower average dependence on subsidies than G1, but the latter had the highest average economic efficiency and autonomy. The financial dependence was identical across these three groups (Table 11). In terms of environmental indicators, G1 had the lowest impact, i.e., pesticide use, nitrogen surplus per hectare, energy consumption per hectare and veterinary costs per cow. G2 and GM2 showed the highest nitrogen surplus and energy consumption per hectare. With higher proportions of cash crops and maize in the agricultural area, Group C had the highest pesticide costs per hectare (Table 11).

Multiple factor analysis (MFA) was used to explore the relationships between the structural and sustainability indicators and provide information about the variables involved in the farm grouping. The first two factors identified accounted for 16.1 % and 14.3 % of the total variance. Analyzing correlations between these factors and the indicators showed that production, environmental indicators and economic autonomy were correlated with the first factor. Increasing stocking rate and dairy production involved increasing the environmental impact per hectare and decreasing the economic autonomy. Likewise the indicators related to the farm specialization degree and some economic indicators were correlated with the second factor. Increasing specialization in dairy production was associated with an increase in gross margin per hectare and capital efficiency.

¹⁴ Details on indicators are provided in Tables 7 to 10 (Section 4.2.3).

Table 11 Structural, environmental and economic characteristics of the five groups of specialized dairy farms identified in Wallonia (averages \pm standard deviations).

Indicators ¹	Units	C (n=53)	G1 (n=127)	G2 (n=130)	GM1 (n=57)	GM2 (n=80)
Land use						
Agricultural area (AA)	Hectare (ha)	82 ^c \pm 33	60 ^b \pm 20	47 ^a \pm 12	54 ^b \pm 15	80 ^c \pm 22
Forage area	% AA	76 ^a \pm 16	98 ^c \pm 5	99 ^c \pm 3	95 ^b \pm 8	99 ^{b,c} \pm 3
Permanent grassland	% AA	50 ^a \pm 21	93 ^c \pm 12	93 ^c \pm 10	78 ^b \pm 23	84 ^b \pm 12
Maize	% AA	15 ^b \pm 8	4 ^a \pm 6	5 ^a \pm 7	10 ^b \pm 9	14 ^b \pm 10
Cash crop	% AA	21.1 ^b \pm 16.3	0.5 ^a \pm 2.2	0.4 ^a \pm 2.0	1.8 ^a \pm 3.9	0.7 ^a \pm 2.4
Intensity and scale						
Specialization	% total product	64 ^a \pm 11	87 ^c \pm 8	87 ^c \pm 6	82 ^b \pm 11	87 ^c \pm 6
Dairy cows	Number of cows	64 ^b \pm 22	61 ^b \pm 17	64 ^b \pm 15	55 ^a \pm 15	114 ^c \pm 26
Suckler cows	Number of cows	16 ^b \pm 22	1 ^a \pm 4	2 ^a \pm 4	5 ^{a,b} \pm 8	4 ^a \pm 9
Workforce	Annual work unit	1.8 ^b \pm 0.7	1.4 ^a \pm 0.5	1.4 ^a \pm 0.4	1.4 ^a \pm 0.4	2.2 ^c \pm 0.6
Stocking rate	Livestock units/ha forage crops	2.7 ^b \pm 1.0	2.1 ^a \pm 0.4	3.0 ^c \pm 0.4	2.3 ^{a,b} \pm 0.4	3.2 ^c \pm 0.5
Milk production	liter/cow	5845 ^a \pm 1767	5966 ^a \pm 1077	6791 ^b \pm 1109	5952 ^a \pm 1050	6991 ^b \pm 822
	liter/hectare	4776 ^a \pm 2212	6306 ^b \pm 1778	9392 ^c \pm 1791	6140 ^{a,b} \pm 1447	10 174 ^c \pm 2094

^{a, b, c} Within rows, groups with no common superscript differ significantly (*P<0.05).

¹ Details on indicators are provided in Tables 7 to 10 (Section 4.2.3).

Table 11 Continued.

Indicators ¹	Units	C (n=53)	G1 (n=127)	G2 (n=130)	GM1 (n=57)	GM2 (n=80)
Environment						
Pesticide costs	€/hectare AA	59 ^d ± 38	7 ^a ± 10	13 ^b ± 11	24 ^c ± 20	22 ^c ± 15
Nitrogen surplus	kg nitrogen/ha AA	121 ^b ± 57	67 ^a ± 42	159 ^c ± 60	103 ^{a,b} ± 40	173 ^c ± 57
Energy consumption	Megajoule/ha AA	20 973 ^a ± 10 142	15 526 ^a ± 4925	29 664 ^b ± 8412	18 708 ^a ± 4654	28 926 ^b ± 9377
Veterinary costs	€/cow	114 ^c ± 51	77 ^a ± 35	98 ^{b,c} ± 43	105 ^{b,c} ± 45	90 ^{a,b} ± 46
Economic						
Gross operating surplus	€/familial work unit	54 380 ^a ± 27 165	73 465 ^{b,c} ± 27 851	67 810 ^b ± 24 717	43 128 ^a ± 17 540	84 600 ^c ± 29 247
Economic efficiency	% total product	49 ^a ± 15	66 ^c ± 11	55 ^b ± 9	45 ^a ± 11	56 ^b ± 9
Economic autonomy	% total product	65 ^a ± 9	77 ^d ± 5	69 ^c ± 5	66 ^{a,b} ± 7	69 ^{b,c} ± 6
Importance of subsidies	% total product	17 ^c ± 5	14 ^b ± 5	11 ^a ± 2	14 ^b ± 4	11 ^a ± 2
Financial dependence	% gross operating surplus	56 ^{b,c} ± 59	35 ^a ± 23	41 ^{a,b} ± 25	72 ^c ± 57	41 ^{a,b} ± 21

^{a, b, c, d} Within rows, groups with no common superscript differ significantly (*P<0.05).

¹Details on indicators are provided in Tables 7 to 10 (Section 4.2.3).

4.4.2 Identification of marginal farms

Thirty-one farms were excluded from the five farm groups and considered as marginal. These included 3 % of m_1 marginal farms, 36 % m_2 marginal farms, 42 % m_3 marginal farms and 19 % m_4 marginal farms. During the analysis, these farms were associated with the groups to which they were closest, i.e., their reference groups, using a linear discriminant analysis. Some 6 % of the marginal farms were associated with Group C, 19 % with G1, 36 % with G2, 29 % with GM1 and 10 % with GM2.

In order to illustrate the specific characteristics of marginal farms, two principal component analyses (PCA) were performed: one analysis was performed on the sustainability indicators and a second one was performed on the structural indicators. Both analyses used mainstream farms as active individuals and marginal farms as illustrative individuals, i.e., they did not affect the definition of the principal components. Marginal farms were plotted, with the centroids of the main groups, on the first two components derived from these PCA (Figure 23).

With regard to the sustainability PCA, the first component was strongly correlated with environmental impact indicators, such as nitrogen surplus per hectare (0.82) and energy consumption per hectare (0.77), as well as economic ratios, e.g., economic autonomy (-0.69) and efficiency (-0.60). The second component was correlated mainly with economic indicators, such as gross margin per hectare (0.82), capital efficiency (0.72) and economic efficiency (0.54). Different patterns were observed, based on the comparison of marginal farms with their reference groups. Some farms, such as Farms 1 and 2, had higher environmental and economic performances than their reference groups. Other ones, such as Farm 3, had lower environmental and economic performances than their reference groups (Figure 23a).

With regard to the structure PCA, the first component was strongly correlated with size-related indicators, such as total milk production (0.95), number of dairy cows (0.88) and agricultural area (0.57). The second component was correlated mainly with indicators concerning the farm specialization level, e.g., milk production per hectare (-0.70), forage area (-0.68), cash crop area (0.60) and number of suckling cows (0.53). We observed that some marginal farms differed from their reference groups for structural characteristics. For instance, Farm 4 differed from its reference group GM2 because it had significantly larger dairy herd, total milk production, workforce and agricultural area (Figure 23b).

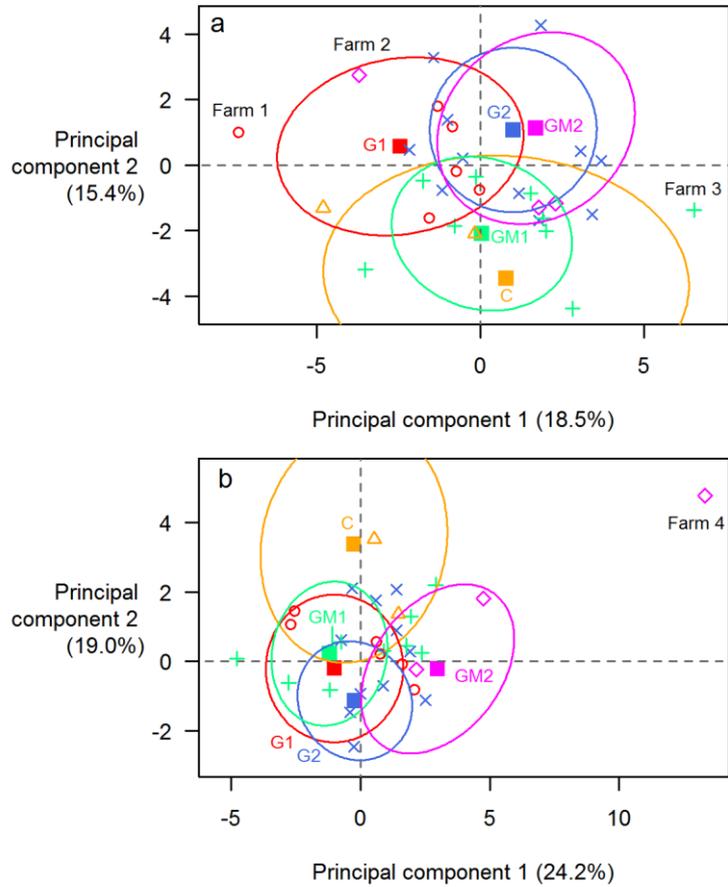


Figure 23 Plotting of the final marginal farms and centroids of farm groups on the first two principal components, derived from the principal component analysis performed on: (a) environmental, economic and social indicators; (b) structural indicators.

□ Centroids of farm groups; Δ marginal farms associated with Group C; ○ marginal farms associated with Group G1; × marginal farms associated with Group G2; + marginal farms associated with Group GM1; ◇ marginal farms associated with Group GM2.

4.5 Discussion

4.5.1 Innovations and strengths of the methodology

The majority of previous structural typologies using statistical multivariate analyses have focused on economic, structural and productive variables, while few have included environmental variables (Andersen et al., 2007; Blazy et al., 2009; Righi et al., 2011; Madry et al., 2013). However, farm sustainability is partly dependent on farm structural characteristics. Jointly considering sustainability and structure is therefore crucial to study the range of farm sustainability levels while taking account of the variety of structural characteristics. In addition, these multivariate approaches have been usually structured in two stages: a stage of factor analysis to reduce the number of initial variables, followed by a clustering analysis to identify farm groups (Righi et al., 2011). Such approaches do not allow the farms having particular characteristics, i.e., marginal farms, to be identified and excluded from this classification. However, identifying these marginal farms is relevant for two reasons. Firstly, including these farms in the main farm groups could introduce heterogeneity in these groups and bias the picture of diversity provided by the analysis. Secondly, these farms can be marginal for various criteria: high or low economic and environmental performances, as well as specific structural characteristics. Some of them could therefore constitute interesting alternative models to be used as benchmark to improve sustainability performance of farms having similar structural constraints and opportunities.

In this context, our methodology is, to our knowledge, the first attempt to combine two objectives in an analysis of farming system diversity: (1) to group farms having the same characteristics of sustainability and structure; and (2) to identify marginal farms, i.e., farms differing from these farm groups from a sustainability or structural point of view. The application of the methodology to a case study – the specialized dairy farming systems in Wallonia – emphasized its usefulness to achieve both objectives.

On the one hand, the five groups defined were consistent in terms of structure and sustainability. They provided a picture of the diversity found in the Walloon specialized dairy landscape from a structural and sustainability point of view. This result could be used in a process of performance benchmarking aiming at improving sustainability at farm level. Indeed, a key issue in such a process is the availability of comparable data (De Snoo, 2006). In this regard, our method could provide the farmer a range of reference values for various sustainability aspects, such as farm income and energy consumption. On this basis, the farmer would be

able to compare his/her performance with farms of the same type of production, located in the same region and agroecological context, and having similar structural constraints and opportunities. Such comparisons combined with mutual learning could then encourage farmers to change their practices in order to achieve better economic and environmental performances.

On the other hand, the application of the method led to the identification of marginal farms. We observed different patterns among these farms: farms having high economic and/or environmental performance; farms having low economic and/or environmental performance; and farms with specific structural characteristics, e.g., farm size. More particularly, among the pool of marginal farms, some combined relatively good performances for various sustainability aspects, such as agricultural income and environmental impact. These results constitute a promising approach to identify levers of action for improving farm sustainability. Our technique of detecting marginal farms could be used as sampling procedure: open-ended interviews could subsequently be performed with marginal farmers to study their systems of practices (e.g., through cognitive mapping approaches – Vanwindekens et al., 2013) and understand the drivers for improving farm sustainability.

The methodology developed in this paper is fully automated and allows large farm sample to be analyzed. It also has a generic character: it can be applied in other contexts than Wallonia and to analyze diversity within other agricultural systems than specialized dairy farming systems. Indeed, the sustainability indicators introduced in the analysis were calculated from farm accountancy data, i.e., data available in most European regions and for most farm orientations. The downside of this generic character is the presence of gaps in the sustainability assessment, e.g., with respect to social aspects. Ideally, the set of sustainability indicators should integrate all dimensions and aspects of sustainability to provide an exhaustive picture of the diversity (Lebacqz et al., 2013). Nevertheless, our case study showed the functionality of our approach, even in presence of gaps. In addition, the automated and generic nature of our methodology suggests that it could be used to analyze farm diversity from a broader set of indicators, e.g., including landscape quality, quality of farm life and working conditions, if such data were available in other areas.

4.5.2 Limitations and perspectives

Despite these original characteristics, our methodology presents technical limitations. Although we tried to maximize the objectivity, reproducibility and

automation of the method (e.g., no weighting of indicators), it was necessary to make methodological choices, regarding for instance the statistical methods, algorithms and thresholds used. In addition, due to the iterative and multivariate character of the method, it is difficult to determine which variables are mainly responsible for the identification of marginal farms. Since they may have very different sustainability and structural characteristics, the characterization of these farms requires them to be studied on the individual basis. The communication of such results to stakeholders would therefore be difficult.

As existing typology approaches, our methodology fails in representing the inter-relations between the farm groups on a continuous scale: it does not allow the gradation in the farm performance to be underlined (Righi et al., 2011). Analyzing farm diversity within the groups identified could allow this *continuum* of farm performance to be considered in order to improve farm sustainability within the boundaries delineated by the groups. In this perspective, the non-parametric methodology of data envelopment analysis (DEA) could be employed to explore intra-group diversity. DEA consists of assessing the relative performance of comparable decision making units (here, the farms), based on empirical observations on inputs and outputs (Picazo-Tadeo et al., 2011). Our methodology would therefore provide appropriate farm samples to perform DEA and suggest performance improvements, e.g., through decreasing input consumption.

The outputs of the method can provide to the farmer a range of reference values with respect to various sustainability aspects. However, sustainability performance is rarely unequivocal and the existence of trade-offs between sustainability themes and indicators are possible (Halberg et al., 2005a). Such trade-offs should therefore be explored, for instance through analyzing relationships among indicators, before implementing any process of performance benchmarking. Furthermore, using these reference values as targets to improve farm practices requires identifying the practices explaining a farm's good performance. Our case study did not illustrate such a perspective, since the indicators used in this analysis did not provide sufficient detail to associate performances with specific practices. Explaining why some farms have better sustainability performance than others based on practical data could therefore constitute a research perspective for this work.

Transition towards more sustainable farming systems involves including a dynamic dimension. Like most of typology methods, our approach constitutes a static analysis based on one-year data (Alary et al., 2002, Iraizoz et al., 2007). Our work does not take historical dimensions into account and does not capture effects over time and varying trajectories. To overcome this limitation, our diversity analysis should be used iteratively to study the long-term evolution of the performance of

farm groups and marginal farms facing external changes, such as falling milk prices or rising energy costs. This would provide information about the evolution trajectories and system efficiency under changing conditions.

4.6 Conclusion

In this study, we developed a generic methodology based on iterative multivariate analyses in order to analyze farming system diversity with two objectives: identifying farm groups that are coherent in terms of structure (i.e., land use, production intensity and scale), economic and environmental sustainability; and identifying marginal farms, i.e., farms with specific sustainability or structural characteristics. On the one hand, the application of the method provides a picture of farming system diversity in terms of sustainability and structure, within a region and for a specific type of production, e.g., specialized dairy farming systems in Wallonia. This output is a prerequisite to compare farm sustainability performance, while taking structural constraints and opportunities into account. On the other hand, identifying marginal farms is crucial to avoid introducing heterogeneity in farm groups and biasing the diversity analysis. In addition, some marginal farms combine good performances for various sustainability aspects. This second output could be used to identify original alternative systems and practices to be promoted in the context of transition towards sustainability. Further research is needed to analyze intra-group diversity and to characterize marginal farms. Both steps would allow benchmarks to be identified and used in a process for continually improving management practices and sustainability. In a context of transition towards more sustainable farming systems, a dynamic dimension should be added to the analysis, for instance by studying the evolution of identified groups and marginal farms on the long term.

Chapitre 5

Description de la diversité des systèmes laitiers spécialisés¹⁵

La diversité des systèmes laitiers spécialisés wallons a été brièvement décrite, en termes de structure, de performances économiques et environnementales, dans le chapitre précédent (Section 4.4). Au départ de cette comparaison, la première section de ce chapitre a pour objectif de fournir au lecteur une image plus détaillée de cette diversité, en abordant les caractéristiques de durabilité propres aux cinq groupes identifiés (nommés « *mainstream* »). La seconde section illustre les marges d'amélioration envisageables au sein d'un de ces groupes. Enfin, la diversité présente parmi les exploitations marginales – celles-ci étant définies comme se différenciant des groupes *mainstream* en raison de leur structure et/ou de leurs performances – est explorée dans la troisième section de ce chapitre.

¹⁵ Une partie de ce chapitre a fait l'objet d'une communication orale au 18^{ième} Carrefour des Productions Animales, à Gembloux le 20 février 2013.

5.1 Description des cinq groupes *mainstream*

La Figure 24 reprend les principaux résultats comparatifs obtenus suite à l'application de la méthodologie d'analyse à notre jeu de données (pour des données chiffrées, se référer au Tableau 11, Section 4.4 et, pour une définition des indicateurs, aux Tableaux 7, 8 et 9, Section 4.2.3).

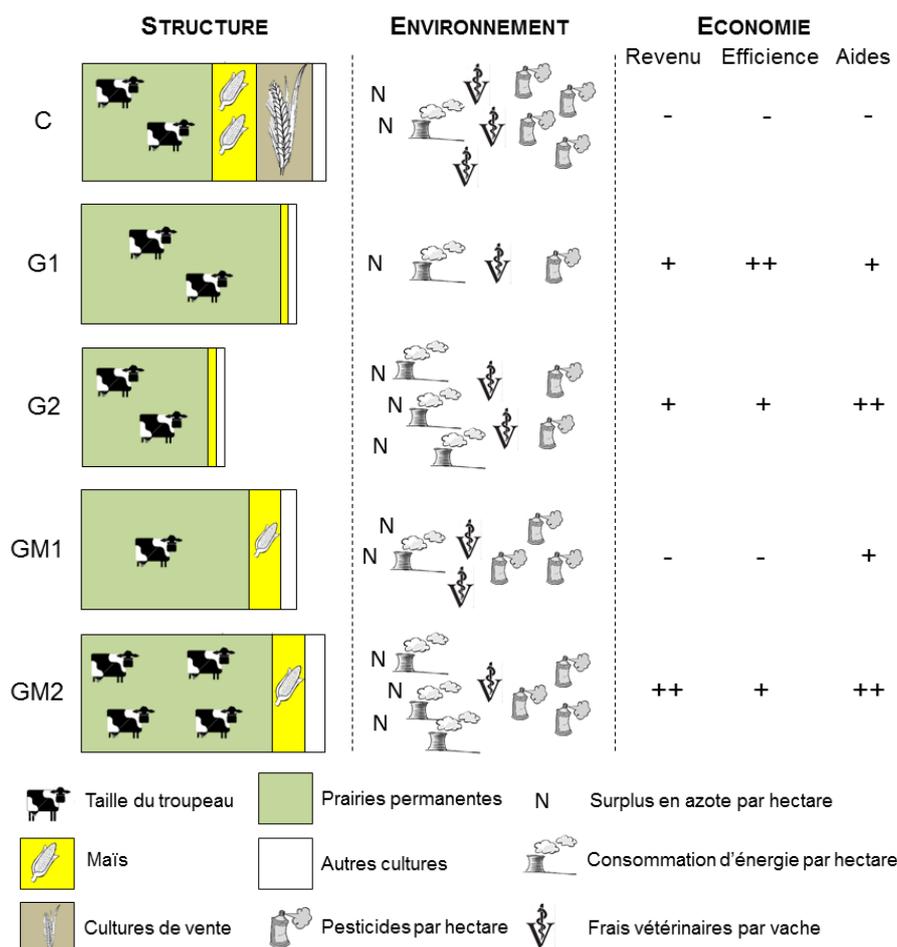


Figure 24 Comparaison des caractéristiques structurelles, environnementales et économiques des cinq groupes *mainstream*.

Au niveau environnemental, le nombre de symboles est proportionnel à l'impact environnemental du groupe. Au niveau économique, les symboles de - à ++ indiquent des performances économiques moyennes graduellement plus favorables, en termes de revenu (EBE/unité de travail familial), d'efficience économique et d'autonomie vis-à-vis des aides.

5.1.1 Le groupe C, un système lait – cultures

Les exploitations du groupe **C** sont principalement localisées dans le Condroz (28 % des exploitations), en Région limoneuse (19 %) et en Ardenne (15 %) (Figure 25). En comparaison aux quatre autres groupes, le groupe C est moins spécialisé en production laitière (64 %) ¹⁶, détient davantage de cultures de vente (21 % de la superficie agricole utile, SAU) et une proportion de prairies permanentes inférieure (50 % de la SAU). En moyenne, 15 % de sa SAU est occupée par du maïs. Vu ces caractéristiques structurelles, ce groupe possède les coûts moyens en pesticides les plus élevés, soit 59 €/ha. En termes de chargement en bétail et de solde en azote, le groupe C se positionne de manière intermédiaire vis-à-vis des autres groupes. D'un point de vue économique, ses performances sont inférieures à celles des groupes G1, G2 et GM2 : les exploitations C ont, en moyenne, une dépendance financière et une dépendance aux subsides supérieures, de même qu'un excédent brut d'exploitation par unité de travail familial (EBE/UTF), une efficacité et une autonomie économique inférieures. Ce groupe possède cependant l'autonomie en aliments concentrés la plus élevée, grâce à sa capacité à produire une partie des concentrés à partir des cultures.

5.1.2 Le groupe G1, un système laitier peu intensif basé sur les prairies permanentes

Le groupe **G1** regroupe des exploitations essentiellement situées en Haute-Ardenne (49 % des exploitations) et en Région herbagère liégeoise (47 %) (Figure 25). En moyenne, les prairies permanentes occupent 93 % de la SAU de ce groupe. Il s'agit d'un système laitier relativement peu intensif (Encadré 3), avec un chargement moyen de 2,1 unités gros bétail (UGB)/ha et une production laitière moyenne de 5966 l/vache et de 6306 l/ha. En comparaison aux autres groupes, le groupe G1 possède de bonnes performances environnementales et économiques. D'une part, ses coûts en pesticides, ses frais vétérinaires, son solde en azote et sa consommation énergétique sont les plus faibles. D'autre part, ce groupe est le plus efficace et le plus autonome d'un point de vue économique. Il est peu dépendant des emprunts et obtient un EBE par unité de travail familial élevé, en comparaison aux autres groupes. Ce groupe inclut 51 % de fermes complètement autonomes en fourrages. Le groupe G1 intègre également la proportion la plus élevée (18 %) d'exploitations biologiques.

¹⁶ Pour une définition des indicateurs, se référer aux Tableaux 7, 8 et 9 (Section 4.2.3).

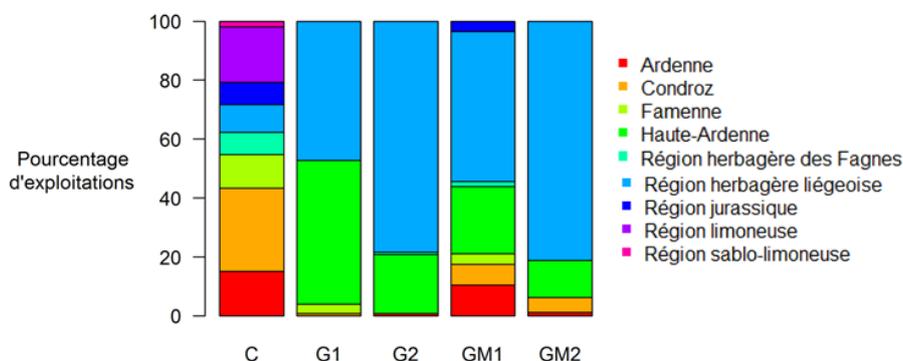


Figure 25 Répartition de 447 exploitations laitières spécialisées par groupe *mainstream* et par région agricole (2008).

Encadré 3 – Les notions d’intensification et d’extensification en élevage

Le processus d’intensification a été défini comme étant « *la maximisation de la productivité du facteur le plus rare, c’est-à-dire traditionnellement la superficie* » (García-Martínez et al., 2009). Depuis plusieurs décennies, la main d’œuvre constitue néanmoins un facteur de production de plus en plus difficile à rémunérer en Europe, c’est pourquoi l’augmentation de la productivité par unité de main d’œuvre peut également être considérée comme indicateur d’un processus d’intensification (García-Martínez et al., 2009). D’autres études associent l’intensité à la productivité animale, par exemple la production laitière par vache (Meul et al., 2012; van Apeldoorn et al., 2013).

Le processus d’extensification est défini par opposition au concept d’intensification. Cette notion fait généralement référence à l’utilisation du territoire et implique, par exemple, un faible chargement en bétail, une utilisation plus importante des ressources naturelles et une moindre utilisation d’intrants externes, essentiellement au niveau des aliments pour le bétail (García-Martínez et al., 2009). Au niveau des exploitations laitières, ce processus se traduit généralement par une limitation du rendement laitier par vache (Taube et al., 2013). En termes environnementaux, plusieurs études ont démontré l’intérêt des zones agricoles gérées extensivement pour la protection de la biodiversité (Teillard et al., 2012).

Ces deux notions – intensification et extensification – nécessitent d’être considérées de manière dynamique, comme une tendance plutôt qu’une situation stable (Tirel, 1991). Teillard et al. (2012) suggèrent, en outre, d’éviter d’adopter une vision dichotomique du concept d’intensité (systèmes intensifs *versus* systèmes extensifs). Un gradient d’intensité existe en effet avec des répercussions plus ou moins importantes sur l’impact environnemental des exploitations.

5.1.3 Le groupe G2, un système laitier intensif basé sur les prairies permanentes

Septante-huit pour cent des exploitations du groupe **G2** sont localisées en Région herbagère liégeoise (Figure 25). En moyenne, dans ce groupe, 93 % de la SAU est couverte par des prairies permanentes, tandis que 5 % est occupée par du maïs. Le groupe G2 représente un système relativement intensif, avec un chargement moyen de 3,0 UGB/ha, une production laitière moyenne de 6791 l/vache et de 9392 l/ha. D'un point de vue environnemental, ce système possède un solde en azote et une consommation en énergie élevés, tandis que ses coûts en pesticides sont relativement faibles. D'un point de vue économique, ce groupe possède un EBE moyen (67 810 €/unité de travail familial) et est relativement peu dépendant des subsides (11 % du produit brut provient des subsides). Il possède des valeurs moyennes en termes de dépendance financière, d'efficacité et d'autonomie économique.

5.1.4 Le groupe GM1, un système laitier peu intensif, basé sur les prairies permanentes et le maïs

Le groupe **GM1** comprend des exploitations réparties essentiellement en Région herbagère liégeoise (51 % des exploitations), en Haute-Ardenne (23 %) et en Ardenne (10 %) (Figure 25). En moyenne, 10 % de la SAU de ces fermes est recouverte par du maïs. Notons que, même si cette proportion est significativement plus élevée que celle observée dans les groupes G1 et G2 ($P < 0.05$), la SAU reste, en moyenne, essentiellement occupée par des prairies permanentes (78 % de la SAU). Le groupe GM1 est proche du groupe G1, en ce qui concerne sa production laitière (5952 l/vache et 6140 l/ha) et son chargement (2,3 UGB/ha). Les moyennes de ces indicateurs ne diffèrent pas significativement entre ces deux groupes. Au niveau environnemental, il possède une consommation moyenne d'énergie et un surplus moyen d'azote relativement faibles et similaires à ceux du groupe G1. Les coûts moyens des pesticides et des produits vétérinaires sont par contre plus élevés (respectivement +17 €/ha et +28 €/vache). Au niveau économique, ce groupe obtient des résultats relativement peu performants, tant en termes d'EBE par unité de travail familial que d'efficacité et d'autonomie économique.

5.1.5 Le groupe GM2, un système laitier intensif caractérisé par des exploitations de grande taille

Quatre-vingt-un pour cent des exploitations du groupe **GM2** sont localisées en Région herbagère liégeoise (Figure 25). Comme le groupe précédent, ce groupe peut être défini comme étant un système laitier basé sur les prairies permanentes (84 % de la SAU) et le maïs (14 % de la SAU). Ce groupe est caractérisé par des exploitations de grande taille, détenant un troupeau laitier important (114 vaches laitières) et utilisant davantage de main d'œuvre (2,2 unités de travail) que dans les quatre autres groupes. Soixante-deux pour cent de ces fermes comptent deux exploitants ou plus. Il s'agit d'un système laitier intensif, avec un chargement moyen de 3,2 UGB/ha et une production laitière de 6991 l/vache et de 10 174 l/ha. Ces exploitations ont, en moyenne, un solde en azote et une consommation d'énergie élevés à l'hectare (173 kg d'azote/ha et 28 926 MJ/ha). D'un point de vue économique, ce groupe obtient l'EBE moyen le plus élevé, soit 84 600 €/unité de travail. Comme le groupe G2, le groupe GM2 est relativement peu dépendant des subsides et possède des valeurs moyennes en termes de dépendance financière, d'efficacité et d'autonomie économique.

5.1.6 Réflexions sur la comparaison des systèmes

A partir des définitions proposées dans les Chapitres 1 et 3 (Sections 1.1.2 et 3.1), le concept d'agriculture durable implique de considérer conjointement les dimensions économique, environnementale et sociale. La dimension sociale n'a quasiment pas été abordée dans cette analyse, en raison du faible nombre d'indicateurs mesurables à partir des données disponibles. La plupart des indicateurs sociaux disponibles sont des données brutes (cf. Chapitre 3, Section 3.2.3 pour une typologie des indicateurs) étroitement liées à la structure de la ferme, et principalement à la main d'œuvre employée. Ces données fournissent dès lors peu d'informations sur la durabilité sociale, interne et externe, de l'exploitation.

Le thème de diversification des activités des exploitations, que nous avons associé dans ce travail à la dimension économique, est également lié à cette dimension sociale, en raison des contacts que l'éleveur peut ainsi développer avec des consommateurs et citoyens, par exemple en cas de vente directe de la production. La part économique de lait écoulé en vente directe ne différerait cependant pas significativement d'un groupe *mainstream* à l'autre. Par ailleurs, l'acceptabilité des pratiques agricoles par la société constitue également un thème de durabilité sociale (cf. Section 3.2.3). Cet aspect est en partie lié à l'impact environnemental

des systèmes de production et se réfère donc à la comparaison des performances environnementales entre groupes.

1. Le groupe G1 : performant au niveau environnemental et économique

Vu la difficulté d'aborder la dimension sociale à partir des données disponibles, nous avons centré notre analyse sur la capacité des exploitations à combiner de bonnes performances au niveau environnemental et économique. Dans cette logique, le groupe G1 se distingue des quatre autres groupes par sa capacité à concilier un faible impact environnemental avec des résultats économiques relativement élevés (Figure 24). En effet, l'EBE/UTF moyen de ce groupe est supérieur à la moyenne générale des fermes de l'échantillon. Ce groupe possède en outre une efficacité économique et une autonomie vis-à-vis des emprunts et des intrants relativement élevées. Il s'agit là d'attributs pertinents à considérer dans un contexte fluctuant, notamment en ce qui concerne le prix de l'énergie et des intrants (López-Ridaura et al., 2002; Bernués et al., 2011). Le groupe G1 est, par contre, plus dépendant des subsides que les groupes G2 et GM2, en raison d'une part importante d'aides du second pilier dans le produit brut de ces fermes. Ce dernier élément s'explique entre autres par la proportion relativement élevée d'exploitations biologiques dans ce groupe¹⁷.

2. Le groupe G1 : performant au niveau environnemental quelle que soit l'unité fonctionnelle utilisée

D'un point de vue environnemental, les performances favorables du groupe G1 peuvent être remises en cause en raison de l'unité fonctionnelle utilisée. Les indicateurs environnementaux, sur base desquels les groupes ont été comparés, ont en effet été exprimés par hectare plutôt que par litre de lait, faute de données adéquates pour allouer les intrants aux différentes spéculations d'une même exploitation. Or, plusieurs études concluent que le fait d'exprimer l'impact environnemental par hectare favorise les systèmes moins intensifs (Halberg et al., 2005a). Partant de cette observation, notre choix d'unité fonctionnelle aurait donc pour conséquence de favoriser les groupes G1 et GM1 au détriment des groupes G2 et GM2.

Afin de tester cette hypothèse, la consommation d'énergie et le solde en azote ont été exprimés par 1000 litres de lait pour un sous-ensemble de 246 exploitations « hyperspécialisées », détenant uniquement un atelier de production laitière et ne nécessitant donc pas d'allouer les intrants utilisés entre différentes spéculations. La

¹⁷ Lorsque les exploitations biologiques sont retirées du groupe G1, la dépendance moyenne aux subsides de ce groupe est inférieure (12 % au lieu de 14 %) mais reste néanmoins significativement supérieure à celles des groupes G2 et GM2 (*P<0.05).

comparaison entre groupes montre que le fait d'exprimer ces indicateurs par hectare ou par unité de produit influence la position du groupe GM1 mais pas celle du groupe G1. Lorsque la consommation d'énergie et le solde en azote sont exprimés par unité de produit, le groupe GM1 possède un impact environnemental similaire à ceux des groupes G2 et GM2, tandis que le groupe G1 garde un impact environnemental inférieur (Tableau 12).

Tableau 12 Comparaison de l'impact environnemental par litre de lait des groupes G1, GM1, G2 et GM2 pour un sous-ensemble de 246 exploitations hyperspécialisées en production laitière (2008).

Indicateurs	Unités	G1 (n=89)	GM1 (n=23)	G2 (n=88)	GM2 (n=46)
Consommation d'énergie	MJ/1000 l	2459 ^a	3141 ^b	3201 ^b	2875 ^b
Solde en azote	kg N/1000 l	10 ^a	17 ^b	17 ^b	17 ^b

^{a,b} Pour un même indicateur, les moyennes avec le même exposant ne diffèrent pas significativement entre elles (au niveau $P < 0.05$, test de Kruskal-Wallis).

Une troisième façon d'exprimer l'impact environnemental d'une exploitation est de rapporter celui-ci au revenu, démarche qui est moins fréquemment utilisée dans les analyses de durabilité (van der Werf et al., 2009) (cf. Chapitre 3, Section 3.4.3). L'utilisation de cette troisième unité fonctionnelle permet, d'une certaine manière, de combiner l'impact environnemental et le revenu de l'exploitation dans un même indicateur. Ce cas de figure a été testé en estimant le revenu par l'excédent brut d'exploitation. Les résultats mettent en évidence que le groupe G1 possède, en moyenne, la consommation énergétique et le solde en azote par unité de revenu les plus faibles (Tableau 13).

Tableau 13 Comparaison de l'impact environnemental par unité de revenu des cinq groupes *mainstream* (2008).

Indicateurs	Unités	C (n=53)	G1 (n=127)	GM1 (n=57)	G2 (n=130)	GM2 (n=80)
Consommation d'énergie	MJ/€ EBE ¹	22 ^c	10 ^a	20 ^{b,c}	16 ^b	14 ^b
Solde en azote	kg N/€ EBE	0.14 ^b	0.04 ^a	0.11 ^b	0.09 ^b	0.09 ^b

¹ EBE : excédent brut d'exploitation.

^{a,b,c} Pour un même indicateur, les moyennes avec le même exposant ne diffèrent pas significativement entre elles (au niveau $P < 0.05$, test de Kruskal-Wallis).

En accord avec les conclusions de Vigne et al. (2013), ces résultats suggèrent que l'impact environnemental d'une exploitation ne dépend pas de son seul niveau

d'intensification. D'autres éléments, tels que la gestion des ressources et de l'exploitation, sont susceptibles d'expliquer pourquoi le groupe G1 possède un impact environnemental inférieur, quelle que soit l'unité fonctionnelle considérée. Ce groupe est notamment caractérisé par une utilisation moyenne d'intrants – essentiellement, les aliments pour le bétail et les engrais minéraux – inférieure à celle des autres groupes. A titre d'exemple, le groupe G1 utilise 182 kg de concentrés pour vaches laitières par 1000 litres de lait produits, soit significativement moins que les groupes G2 et GM2 (230 et 220 kg/1000 l, respectivement) (* $P < 0.05$). Ces aliments et intrants azotés constituent des postes clés dans le calcul de la consommation d'énergie et du solde en azote. Le fait d'utiliser moins d'intrants par unité de production est donc associé à une diminution de la consommation d'énergie et du solde en azote (cette thématique sera étudiée plus spécifiquement dans le Chapitre 6).

3. Les cinq groupes mainstream : des « farming styles » distincts

L'efficacité avec laquelle les agriculteurs utilisent les intrants (énergie, azote, aliments et fourrages) et la manière dont ils valorisent les ressources internes de l'exploitation dépendent largement des choix et des stratégies des agriculteurs, c'est-à-dire de leur « farming style » (cf. Section 4.1). Ces choix influencent également leurs niveaux de durabilité environnementale (van der Ploeg and Ventura, 2014). En analogie, vu les différences caractérisant les cinq groupes identifiés dans ce travail, ces derniers pourraient correspondre à différents *farming styles*, c'est-à-dire à différentes stratégies de conduite et de gestion d'une exploitation laitière spécialisée en Wallonie.

Bien que les *farming styles* soient spécifiques à chaque région (van der Ploeg et al., 2009), les groupes G1 et GM2 présentent des similarités marquantes avec certains *farming styles* identifiés dans le domaine de la production laitière aux Pays-Bas. Le groupe G1 présente plusieurs points communs avec le style « économe » : celui-ci se définit par la recherche de faibles coûts et une intensité de production relativement faible (production laitière par hectare et par vache) (Dirksen et al., 2013). Le groupe GM2 se rapproche du style « entrepreneur agricole », orienté vers l'agrandissement et caractérisé par un nombre de vaches laitières, un quota laitier, une superficie agricole et un nombre de vaches par unité de main d'œuvre relativement élevés (Dirksen et al., 2013). Comme c'est le cas dans notre analyse, le style *économe* obtient le solde en azote le plus faible, qu'il soit exprimé par hectare ou par litre de lait produit, tandis que le style *entrepreneur agricole* possède le solde le plus élevé (Dirksen et al., 2013). Malgré leurs différences, notamment en termes de quantité de lait produit, ces deux styles obtiennent des niveaux de revenu (l'EBE/UTF, dans notre cas) similaires (van der Ploeg and Ventura, 2014).

Contrairement aux groupes G1 et GM2, les groupes C, G2 et GM1 ne présentent pas ou peu de points communs avec les styles néerlandais. Le groupe C pourrait se définir par la recherche d'un moindre niveau de spécialisation en production laitière et l'association de cette activité laitière avec d'autres ateliers de production (vaches allaitantes, cultures), en fonction des possibilités et opportunités pédoclimatiques. Le groupe G2 constituerait un style se concentrant sur l'intensité de la production laitière, par hectare et par vache. Le groupe GM1 est plus difficile à caractériser en termes stratégiques : il est peu intensif en production mais également peu efficient au niveau de l'utilisation des intrants, ce qui se traduit par des performances économiques et environnementales (par unité de produit et de revenu) inférieures à celles des autres groupes. La viabilité à long terme de ce type d'exploitations pose dès lors question.

4. Quels degrés de liberté existent vis-à-vis des conditions pédoclimatiques ?

Le choix d'adopter l'une ou l'autre stratégie de gestion semble marqué, dans certains cas, par le potentiel pédoclimatique de la région agricole dans laquelle l'exploitation se situe. La Haute-Ardenne est ainsi fortement orientée vers des systèmes de type herbager : 79 % des exploitations situées dans cette région appartiennent aux groupes G1 et G2 (Figure 26). Cette situation peut être reliée aux caractéristiques climatiques de cette région, peu favorables au développement de systèmes laitiers axés sur la culture du maïs. Historiquement, cette région agricole possède en outre une tradition de production plus extensive, ce qui explique que 56 % des exploitations situées en Haute-Ardenne appartiennent au groupe G1, un système peu intensif.

De manière contrastée, certains degrés de liberté semblent exister en Région herbagère liégeoise : cette région compte en effet des exploitations appartenant aux groupes G1, G2, GM1 et GM2, en proportions variées (Figure 26). Une exploitation laitière spécialisée, située dans cette région, aurait par conséquent la liberté de s'orienter vers l'un de ces quatre modèles, sans être contraint par des conditions pédoclimatiques spécifiques. Historiquement, cette région est cependant caractérisée par des systèmes de production intensifs, comme reflété par la proportion élevée de fermes G2 et GM2 (64 %). Les autres régions agricoles ne sont pas suffisamment représentées dans notre échantillon (entre une et 24 exploitations par région) pour réaliser une telle analyse.

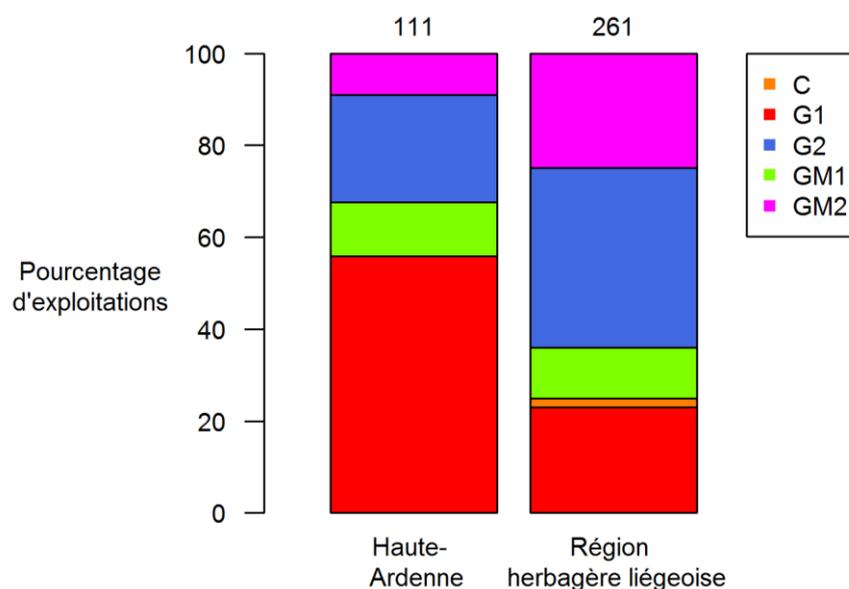


Figure 26 Répartition des exploitations laitières spécialisées, situées en Haute-Ardenne et en Région herbagère liégeoise, par groupe *mainstream* (2008).

Pour rappel, les proportions reprises dans ce graphe sont spécifiques à notre échantillon et ne peuvent pas être généralisées à l'ensemble des exploitations laitières spécialisées wallonnes.

En conclusion, cinq grands systèmes de production laitière spécialisée ont été identifiés en Wallonie. L'analyse comparative, réalisée dans cette section, a permis de décrire les points forts et les points faibles de ces systèmes, vis-à-vis de plusieurs thèmes de durabilité distincts. L'association de ces cinq groupes à des *farming styles* permet de réfléchir ces systèmes de production en termes de choix et de stratégies de gestion. Les *farming styles* intègrent cependant aussi la manière dont les éleveurs envisagent l'avenir, le développement et l'évolution de leur exploitation (Dirksen et al., 2013; van der Ploeg and Ventura, 2014). Davantage d'analyses et de recherches devraient par conséquent contribuer à affiner la caractérisation de ces styles vis-à-vis de ces aspects dynamiques. Au vu des changements multiples auxquels sont confrontées les exploitations laitières, il serait notamment pertinent d'identifier *comment* ces exploitations réagissent face à différents événements externes (tels qu'une chute du prix du lait ou une hausse du prix des aliments pour le bétail) et la répercussion de ces actions sur leurs performances.

5.2 Analyse *intragroupe* des marges d'amélioration

Notre démarche d'analyse de la diversité des systèmes laitiers constitue un prérequis afin d'explorer les gammes de durabilité possibles (« l'ensemble des possibles ») parmi les exploitations, tout en tenant compte de leurs contraintes structurelles, c'est-à-dire de leur niveau d'intensité, de leur taille et de l'utilisation de leur superficie. Cette section a pour objectif d'illustrer une telle perspective en mettant en évidence la diversité présente dans le groupe GM2 en termes de performances économiques et environnementales. Notre choix s'est porté sur ce groupe car il représente un système relativement intensif et de grande taille, caractéristique de l'évolution attendue des exploitations laitières européennes. Il possède en outre des performances environnementales moyennes relativement défavorables, d'où l'intérêt d'étudier si des voies d'amélioration existent au sein de ce groupe.

Une diversité importante caractérise le groupe GM2, tant au niveau économique qu'environnemental (Figure 27). L'EBE/UTF – un *proxy* du revenu de la ferme – varie ainsi de 36 900 à 188 000 €/UTF, tandis que la consommation d'énergie varie de 15 000 à 73 200 MJ/ha. D'un point de vue économique, l'EBE/UTF est fortement et positivement corrélé au produit brut par UTF (0.87, ***P<0.001¹⁸), ce dernier étant essentiellement déterminé par la production laitière par UTF (0.97, ***P<0.001). Les fermes obtenant un revenu plus élevé sont donc celles ayant une productivité du travail supérieure, malgré des coûts totaux par UTF également plus importants. D'un point de vue environnemental, la consommation d'énergie d'une ferme est fortement déterminée par sa consommation d'énergie indirecte, c'est-à-dire la consommation d'énergie liée à la production et au transport d'aliments et d'engrais minéraux achetés à l'extérieur de la ferme. En moyenne, l'énergie indirecte représente 73 % de la consommation d'énergie totale des exploitations. C'est donc une consommation inférieure d'intrants externes par hectare qui explique la faible consommation d'énergie de certaines exploitations.

¹⁸ Résultat du test de Pearson.

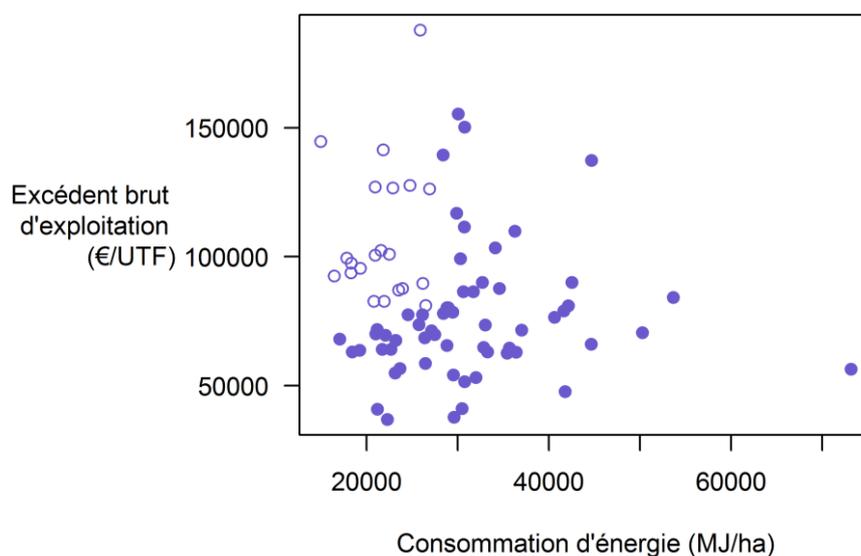


Figure 27 Excédent brut d'exploitation par unité de travail familial (€/UTF) des exploitations du groupe GM2, en fonction de leur consommation d'énergie par hectare (MJ/ha).

○ Exploitations combinant un excédent brut d'exploitation élevé (supérieur à la médiane du groupe GM2 : 79 000 €/UTF) avec une faible consommation d'énergie (inférieure à la médiane du groupe GM2 : 27 000 MJ/ha).

Au sein de systèmes laitiers intensifs et de grande taille, cette diversité souligne la présence de marges d'amélioration pour : (i) augmenter le revenu de la ferme sans augmenter sa consommation énergétique ou (ii) diminuer la consommation d'énergie de l'exploitation sans affecter son revenu¹⁹. A titre d'illustration, 21 exploitations GM2 (soit 26 % des fermes de ce groupe) parviennent à combiner un niveau de revenu élevé – c'est-à-dire supérieur à la médiane du groupe : 79 000 €/UTF – avec une consommation d'énergie relativement faible – c'est-à-dire inférieure à la médiane du groupe : 27 000 MJ/ha (Figure 27). En moyenne, ces exploitations obtiennent de telles performances grâce à une intensité de production à l'hectare inférieure, une productivité du travail plus élevée et une autonomie économique supérieure, en comparaison aux autres exploitations du groupe GM2 (Tableau 14). Au niveau structurel, elles disposent d'une superficie agricole plus étendue, comprenant légèrement plus de maïs et moins de prairies permanentes. Malgré cette différence au niveau de l'utilisation de la superficie, ces fermes utilisent moins d'azote minéral par hectare de SAU. Le recours aux pesticides est, par contre, plus important. Ces fermes sont caractérisées par un

¹⁹ Des résultats similaires sont obtenus lorsque le revenu est représenté en fonction de la consommation d'énergie exprimée par 1000 litres de lait, pour les exploitations du groupe GM2 « hyperspécialisées » en production laitière.

troupeau laitier de plus grande taille. Le rendement laitier par vache est inférieur, ce qui peut être relié aux coûts d'élevage (aliments, produits vétérinaires, etc.) inférieurs suggérant une recherche d'économie et d'autonomie plutôt que de productivité (Tableau 14).

Tableau 14 Caractéristiques structurelles et productives (moyennes \pm écarts-types) des exploitations du groupe GM2 combinant des performances économiques et environnementales élevées, en comparaison aux autres exploitations du groupe GM2 (2008).

	Unités	Eff+ ¹ (n=21)	Fermes GM2 (n=59)	P valeur ²
Taille et intensité				
Superficie agricole	ha	94 \pm 20	75 \pm 20	***
Main d'œuvre	UT ³	2.0 \pm 0.6	2.2 \pm 0.6	ns
Vaches laitières	Nombre	126 \pm 25	109 \pm 24	**
Production laitière	l	836 526 \pm 183 394	769 876 \pm 158 316	ns
Par hectare	l/ha	9080 \pm 1942	10 564 \pm 2021	**
Par vache	l/vache	6637 \pm 846	7117 \pm 783	*
Par UT	l/UT	446 205 \pm 104 876	362 108 \pm 100 918	
Chargement	UGB/ha SF ⁴	2.9 \pm 0.5	3.2 \pm 0.4	**
Utilisation de la SAU				
Prairies permanentes	% SAU	77 \pm 14	86 \pm 10	**
Maïs	% SAU	18 \pm 10	13 \pm 9	*
Utilisation d'intrants				
Pesticides	€/ha	29 \pm 16	20 \pm 14	**
Fertilisation azotée	kg N/ha	102 \pm 32	125 \pm 49	*
Aliments concentrés	kg/1000 l	204 \pm 79	226 \pm 66	ns
Autonomie économique	%	72 \pm 5	68 \pm 6	**
Coûts				
Coûts d'élevage	€/UGB	312 \pm 82	373 \pm 117	**
Coûts des productions végétales	€/ha	207 \pm 58	210 \pm 62	ns
Travaux par tiers	€/ha	284 \pm 203	216 \pm 106	ns

¹ Eff+ : exploitations combinant un excédent brut d'exploitation élevé (supérieur à la médiane du groupe GM2 : 79 000 €/UTF) avec une faible consommation d'énergie (inférieure à la médiane du groupe GM2 : 27 000 MJ/ha) ; Fermes GM2 : autres exploitations du groupe GM2.

² Niveaux de significativité : *P<0.05 ; **P<0.01 ; ***P<0.001 ; ns : non-significatif.

³ UT : unité de travail. ⁴UGB/ha SF : unité gros bétail par hectare de superficie fourragère.

En perspective, les exploitations les plus performantes au niveau économique et environnemental pourraient être considérées comme modèle (« *benchmark* ») afin d'identifier les pratiques concrètes, par exemple en termes de choix des aliments du bétail ou de gestion du troupeau, leur permettant d'obtenir de telles performances. Les données utilisées pour ce travail ne nous permettent pas d'accéder à ces pratiques. Certaines hypothèses générales peuvent néanmoins être avancées, notamment pour expliquer les économies réalisées au niveau des coûts d'élevage : l'utilisation d'intrants moins coûteux, la gestion optimale des effectifs (aspects sanitaires, reproduction) (Dollé et al., 2013), l'optimisation de la gestion et de la valorisation des fourrages et du pâturage (Meul et al., 2012) et la rationalisation de l'utilisation d'aliments concentrés. À cet égard, le suivi de réseaux d'exploitations pilotes, avec une caractérisation fine des pratiques de production (voir, par exemple, Dolman et al., 2014 et le Réseau agriculture durable, 2014), ouvre la possibilité de relier les performances technico-économiques et environnementales des exploitations à leurs pratiques.

Au-delà de ces décisions stratégiques, certains facteurs structurels, tels que la superficie agricole disponible, interviennent dans la capacité de certaines fermes à combiner une intensité de production inférieure avec une productivité du travail supérieure et donc à concilier une faible consommation d'énergie par hectare avec un EBE/UTF élevé. Cette situation illustre comment des facteurs structurels peuvent jouer un rôle limitant dans une recherche d'optimum. Une amélioration conjointe des performances économiques et environnementales nécessiterait dès lors de réfléchir le niveau de production de l'exploitation en fonction de la superficie disponible, de la main d'œuvre présente et de la capacité de l'exploitation à produire certaines ressources nécessaires au processus de production.

5.3 Les exploitations marginales, des systèmes « hors du commun » ?

Les exploitations marginales ont été identifiées comme telles suite à un ensemble d'analyses statistiques (cf. Section 4.3). Elles ont donc été définies comme des exploitations se différenciant statistiquement des cinq groupes *mainstream* d'un point de vue structurel, économique et/ou environnemental. La diversité des 31 exploitations marginales identifiées a été explorée à partir de deux analyses en composantes principales réalisées sur les indicateurs de durabilité et de structure (cf. Section 4.4).

La projection des exploitations marginales dans les quadrants définis par les deux composantes principales de l'ACP de durabilité a été utilisée afin de caractériser les

performances environnementales et économiques de ces fermes (Figure 28). Globalement, les deux premières composantes principales (CP) représentent les performances environnementales et économiques des exploitations : une valeur positive sur la première CP implique un impact environnemental plus marqué que la moyenne des exploitations *mainstream*, ainsi qu'une efficacité et une autonomie économique inférieures, tandis qu'une valeur positive sur la seconde CP indique de meilleures performances économiques (cf. Section 4.4).

Vingt-six pour cent des exploitations marginales se positionnent dans le second quadrant du plan factoriel, ce qui signifie qu'elles possèdent des performances environnementales et économiques relativement élevées (*Envi+/Eco+*). À l'inverse, 32 % de ces exploitations marginales combinent des performances environnementales et économiques relativement faibles (*Envi-/Eco-*). Les autres exploitations marginales possèdent de bonnes performances pour l'une des deux dimensions : 32 % ont un impact environnemental relativement faible (*Envi+/Eco-*), tandis que 10 % obtiennent des résultats économiques comparativement favorables (*Envi-/Eco+*). Ces résultats montrent que les exploitations marginales ne constituent pas toutes des systèmes performants au niveau économique et environnemental.

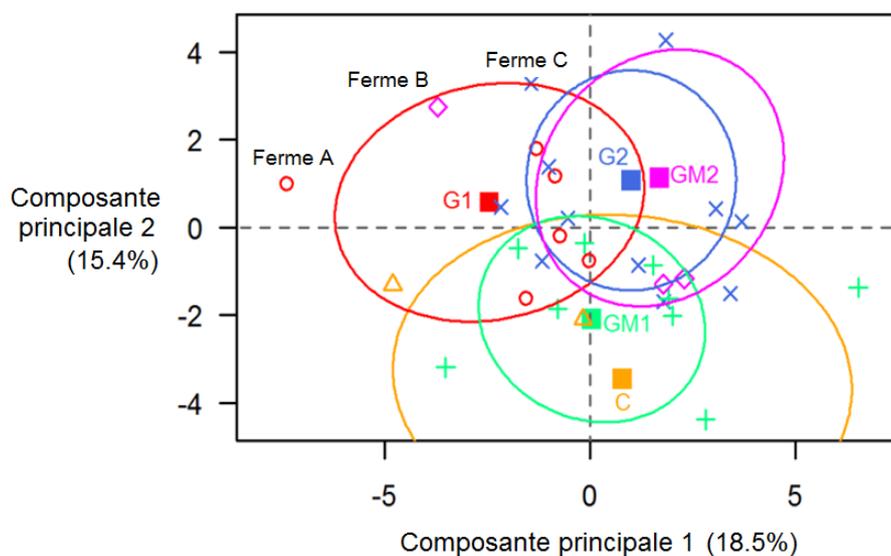


Figure 28 Identification de trois exploitations marginales détenant des performances plus favorables que leur groupe de référence.

Parmi les exploitations du second quadrant *Envi+/Eco+*, la majorité ont été associées aux groupes de référence G1 et G2 (respectivement 38 % et 50 %), c'est-à-dire des systèmes au sein desquels les prairies permanentes occupent une part

importante de la superficie agricole utile. Trois exploitations marginales de ce quadrant se distinguent nettement de leurs groupes de référence en raison de leurs performances particulièrement favorables (Figure 28).

L'exploitation A est une exploitation biologique peu intensive, détenant relativement peu de vaches par unité de travail et n'utilisant ni pesticides ni azote minéral. En comparaison à son groupe de référence G1, cette ferme est légèrement moins spécialisée en production laitière, 12 % de sa SAU étant occupée par des cultures de vente. Elle possède également une autonomie relativement élevée vis-à-vis des concentrés (Tableau 15). Les exploitations B et C sont des exploitations conventionnelles relativement intensives, de grande taille (en termes de production laitière totale) et ayant une productivité du travail élevée. La ferme B est entièrement couverte de prairies permanentes et semble être tournée vers la production herbagère, vu la faible quantité de concentrés utilisée et l'absence de production de concentrés sur l'exploitation. Elle utilise également peu de pesticides. La ferme C utilise peu d'azote minéral mais davantage de pesticides, ce qui s'explique par la production de maïs qui représente 21 % de la SAU. Comme l'exploitation A, elle possède une autonomie relativement élevée en concentrés et est, en outre, totalement autonome en fourrages (Tableau 15).

La description de ces quelques profils met en évidence que différents modes de gestion (biologique et conventionnel, plus ou moins intensif, herbager pur ou association entre prairies et cultures) peuvent permettre aux exploitations laitières spécialisées de concilier les dimensions économique et environnementale. L'autonomie en intrants (aliments, engrais, pesticides) semble à nouveau ressortir comme étant un élément clé de la durabilité économique et environnementale de ces exploitations. Le faible nombre de fermes analysées ici ne permet cependant pas de généraliser cette conclusion : le Chapitre 6 analysera cette thématique de manière approfondie. Par ailleurs, de même que dans la section précédente, en raison des caractéristiques des données utilisées, il ne nous est pas possible de décrire de manière plus détaillée les pratiques concrètes étant à l'origine des performances observées.

Tableau 15 Caractéristiques de trois exploitations marginales détenant des performances environnementales et économiques relativement élevées.

		Unités	A	B	C
Groupe de référence			G1	G2	GM2
Taille et intensité					
Superficie agricole utile (SAU)	ha		47	66	63
Main d'œuvre	UT ¹		1.6	1.6	1.5
Production laitière	l		215 035	524 306	611 577
Par hectare	l/ha		4536	7908	9708
Par vache	l/vache		5310	6168	5799
Chargement	UGB/ha SF ²		1,9	2,7	3,3
Productivité du travail	Vaches/UT		25	64	70
Utilisation de la SAU					
Prairies permanentes	% SAU		82	100	79
Cultures de vente	% SAU		12	0	0
Utilisation d'intrants					
Pesticides	€/ha		0	4	26
Azote minéral	kg N/ha		0	103	16
Aliments concentrés	kg/1000 l		124	102	167
Autonomie en concentrés	% (kg/kg)		47	0	32
Autonomie en fourrages			NON	NON	OUI
Production biologique			OUI	NON	NON

¹ UT : unité de travail.² UGB/ha SF : unité gros bétail par hectare de superficie fourragère.

Chapitre 6

Role of input self-sufficiency in the economic and environmental sustainability of specialised dairy farms²⁰

²⁰ Auteurs : T. Lebacqz, P.V. Baret, D. Stilmant. Cet article a été publié dans la revue *Animal* en 2015 (9, 544-552).

ABSTRACT

Increasing input self-sufficiency is often viewed as a target to improve sustainability of dairy farms. However, few studies have specifically analysed input self-sufficiency, by including several technical inputs and without only focussing on animal feeding, in order to explore its impact on farm sustainability. To address this gap, our work has three objectives as follows: (1) identifying the structural characteristics required by specialised dairy farms located in the grassland area to be self-sufficient; (2) analysing the relationships between input self-sufficiency, environmental and economic sustainability; and (3) studying how the farms react to a decrease in milk price according to their self-sufficiency degree. Based on farm accounting databases, we categorised 335 Walloon specialised conventional dairy farms into four classes according to their level of input self-sufficiency. To this end, we used as proxy the indicator of economic autonomy, i.e., 1 minus the ratio between costs of inputs related to animal production, crop production and energy use, and the total gross product. Classes were then compared, using multiple comparison tests and canonical discriminant analysis. A total of 30 organic farms – among which 63 % had a high level of economic autonomy – were considered separately and compared with the most autonomous class. We showed that a high degree of economic autonomy is associated, in conventional farms, with a high proportion of permanent grassland in the agricultural area. The most autonomous farms used less input – especially animal feeding – for a same output level, and therefore combined good environmental and economic performances. Our results also underlined that, in a situation of decrease in milk price, the least autonomous farms had more latitude to decrease their input-related costs without decreasing milk production. Their incomes per work unit were, therefore, less impacted by falling prices, but remained lower than those of more autonomous farms. In such a situation, organic farms kept stable incomes, because of a slighter decrease in organic milk price. Our results pave the way to study the role of increasing input self-sufficiency in the transition of dairy farming systems towards sustainability. Further research is needed to study a wide range of systems and agro-ecological contexts, as well as to consider the evolution of farm sustainability in the long term.

KEYWORDS: input self-sufficiency; dairy farming; economic sustainability; environmental sustainability.

IMPLICATIONS: Dairy farming systems are facing major changes and uncertainty related to price volatility, socio-cultural values and political aspects. At the same time, they are considered as exerting pressure on the environment and animal welfare. Consequently, there is a social demand for developing alternative farming

systems. Increasing input self-sufficiency constitutes a possible pathway to design systems that are more sustainable and able to operate in this changing context. In this perspective, it is crucial to understand the role of input self-sufficiency in the sustainability of dairy farms, using an indicator based on several technical inputs, e.g., animal feeding, fertilisers and energy.

6.1 Introduction

In recent decades, the development of intensive and specialised livestock farming systems has been called into question due to detrimental effects on animal welfare and the environment (ten Napel et al., 2011). Moreover, farmers now have to operate in a context characterised by unprecedented change and high uncertainty, such as volatility in agricultural product prices, increases in production costs, changes in agricultural policies and socio-cultural values (Astigarraga and Ingrand, 2011; Dumont et al., 2013). As a consequence, there is currently lively scientific and public debate about the future evolution of livestock production (Bernués et al., 2011) and the development of alternative systems (Dumont et al., 2013).

Several authors agreed that increasing self-sufficiency provides one way to develop more sustainable agricultural systems in such an uncertain context (López-Ridaura et al., 2002; Vilain, 2008; Bernués et al., 2011). Broadly defined, self-sufficiency is *“the capacity of the system to regulate and control its interaction with the environment”* (Bernués et al., 2011). Farm self-sufficiency can be considered at three levels (Ruiz et al., 2011): (1) decision-making; (2) financial, i.e., related to subsidies and debts; and (3) technical, i.e., related to the use of external inputs. Our paper specifically focusses on this last level – input self-sufficiency – that Vilain (2008) defined as *“the capacity of a farm to produce goods and services from its own resources, i.e., with a minimal amount of external inputs”*.

Input self-sufficiency is known to have economic, environmental and societal assets. First, in the coming years, the agricultural sector will probably be confronted with an increase in input and energy prices, because of competition for various land uses (*“feed, food, fuel”*) and depletion of oil resources (Bernués et al., 2011). In this context, the most self-sufficient systems will keep lower production costs, giving them a comparative economic advantage. Indeed, systems that are less dependent on inputs are less affected by resource scarcity and price volatility (Bernués et al., 2011). Second, because of a lower consumption of inputs such as mineral fertilisers, pesticides and animal feeding, self-sufficient systems also have a lower impact on the environment (Vilain, 2008; Raveau, 2011). Finally, from a

societal point of view, input self-sufficiency, especially regarding animal feeding, improves the traceability of the products (Paccard et al., 2003).

In the literature, input self-sufficiency has often been used as an attribute of sustainability in livestock farming system analyses (e.g., López-Ridaura et al., 2002; Ripoll-Bosch et al., 2012). It has also been considered as a key principle of agroecology for animal systems (Dumont et al., 2013), as well as a strategy to improve their resilience (Darnhofer, 2010c). However, few studies have focussed on input self-sufficiency of dairy farms, although dairy production usually depends on many inputs (Thomassen et al., 2009). Moreover, existing studies have analysed feed self-sufficiency without including other inputs such as mineral fertilisers or veterinary products (see, for instance, Paccard et al., 2003). Therefore, some issues related to input self-sufficiency of dairy farming systems need to be assessed in an objective and reproducible way, e.g., what are the relationships between input self-sufficiency and economic, environmental and social farm performances? Does input self-sufficiency involve specific structural characteristics? How do self-sufficient farms react to external changes, e.g., changes in milk price?

To address these issues, this work has the following three objectives: (1) to identify structural characteristics required by specialised dairy farms located in the grassland area to be self-sufficient; (2) to analyse the relationships between input self-sufficiency, economic and environmental sustainability, as well as to explore whether self-sufficiency allows the farms to conciliate these two sustainability dimensions; and (3) to study the economic impact of a decrease in milk price according to input self-sufficiency. In this article, we address these three objectives through the analysis of the input self-sufficiency of 365 specialised dairy farms located in the grassland area of Wallonia, the southern part of Belgium.

6.2 Material and methods

6.2.1 Farm sample

To analyse the relationships between input self-sufficiency, structure, economic and environmental sustainability, we used data derived from two regional farm accounting databases (Agricultural Economic Analysis Department, 2008 and 2009; Walloon Breeders Association, 2008 and 2009). These databases mainly included socio-economic and inputs-related data such as amounts of animal feeding or mineral fertilisers.

From these databases, we first selected a sample of 478 specialised dairy farms. Farms were considered as specialised according to the definition of the European typology: in these farms, at least 66 % of the total standard gross product was originated from dairy cattle (European Commission, 2012). Based on a diversity analysis, 80 farms were excluded from this set because they were less specialised in milk production (e.g., they had secondary cash crop or meat production activities) or they highly differed from the main farm groups identified (Section 4.4). In order to avoid confusing the effect of input self-sufficiency with that of organic production method, we considered separately conventional and organic dairy farms: 335 conventional dairy farms were used in the core of this study; 30 organic dairy farms were managed independently and characterised at the end of the result section; and 33 farms for which the information – organic or conventional – was not known were excluded from the analysis.

Data were available for 2008 and 2009. The year 2008 was considered as the reference year, and 2009 was used to follow the evolution of economic results in a situation where the milk price drops sharply. Indeed, 2009 was characterised in Europe by an average decrease in the milk price of 24 %, compared with 2008 (European Commission, 2014c).

6.2.2 Selection of an indicator of input self-sufficiency

Various indicators could be used as proxy to assess input self-sufficiency of dairy farms at farm scale, i.e., to assess the extent to which the farms use small or large amounts of off-farm inputs. We considered the following two selection criteria: (1) the indicator should be measurable from data available in our two databases; and (2) the indicator should not focus only on one input, such as concentrate feed, but include several ones. In addition, indicators expressed per 1000 litres of milk were not suitable for our farm sample. Indeed, even if the farms were specialised in dairy production, some of them also had a minor secondary activity such as beef, pork, poultry or crop production. Available data did not allow the inputs to be correctly allocated between these different activities. Therefore, indicators expressed per unit of product were not used.

From these criteria, we firstly selected the indicator of economic dependence, which was calculated as follows: the sum of the variable costs of animal (e.g., feed, veterinary products) and crop (e.g., seeds, fertilisers, pesticides) production – excluding contract working – and the fixed costs of electricity and energy (i.e., fuel, lubricants and other energy sources) use, divided by the total gross product excluding subsidies (Raveau, 2011). In order to facilitate the interpretation of the

indicator, we calculated an indicator of *economic autonomy* (EA), i.e., 1 – economic dependence. The higher this indicator value, the less the farm uses inputs and the more the farm is self-sufficient regarding these inputs.

6.2.3 Economic autonomy classes and comparison among classes

In 2008, the 335 conventional farms had an average EA of $62 \pm 8\%$ ²¹. To compare farm structure (i.e., land use, scale and intensity of production), economic and environmental performances according to their EA, these farms were categorised into four classes. The classes were defined from the following quartiles of EA in our conventional sample: 57 % (quartile 0.25), 62 % (median) and 68 % (quartile 0.75). They were called *Auto--* (with the lowest degree of EA), *Auto-*, *Auto+* and *Auto++* (with the highest degree of EA).

First, these classes were characterised and compared for several structural indicators, using the Kruskal-Wallis and multiple comparison tests. Owing to the characteristics of the farm sample, this characterisation was performed regardless of productive and pedoclimatic constraints: our farm sample only included specialised dairy farms, and 93 % of them were located in two agro-ecological regions specialised in dairy production (*Région herbagère liégeoise* and *Haute-Ardenne*), in which the agricultural area (AA) is mainly covered by permanent grassland and forage crops.

To compare the sustainability of EA classes, we used the canonical discriminant analysis. This method allows the differences among groups of individuals (here, the EA classes) to be characterised through simultaneously considering several quantitative variables measured on these individuals (here, the sustainability indicators) (Cruz-Castillo et al., 1994). To perform this analysis, we used a set of sustainability indicators (Chapter 4, Tables 7, 8 and 9) selected according to the process described by Lebacq et al. (2013) (Chapter 3). In order to identify differences among classes according to sustainability performance, we excluded from this set all indicators linked to farm structure, such as stocking rate, permanent grassland area and economic specialisation. As a result, 10 environmental indicators and nine economic indicators were introduced as variables in the discriminant analysis (Chapter 4, italic variables in Tables 7 and 8).

Third, we studied how the farms reacted to the decrease in milk price of 2009, according to their level of EA. We centred this analysis on the farm income per

²¹ Mean \pm standard deviation.

work unit, because it represents a key aspect for maintaining farms in the agricultural landscape. Farm income is the difference between the gross operating surplus – i.e., the total gross product (including subsidies) minus variable costs, fixed costs, salary and farm renting – and the financing costs and depreciation. As financing costs and depreciation were not computed in the same way in our two databases, we used the gross operating surplus per familial work unit as proxy for the farm income per work unit. In order to study the evolution of this indicator between 2008 and 2009, we calculated the variation of gross operating surplus per familial work unit between 2008 and 2009 and compared this variation among classes through the Kruskal-Wallis and multiple comparison tests. To help understand how the farmers dealt with this crisis, we also calculated and compared among classes average variations of variable costs, gross product, milk production and input use.

6.2.4 Characterisation of organic farms

As organic farms are part of the agricultural landscape, we aimed to explore the relationships between organic farming and EA. Organic farms had an average EA of $69 \pm 9 \%$, similar to the average of *Auto++* ($P=0.5$). Moreover, 63 % of organic dairy farms had an EA higher than 68 %, i.e., the border value defining the class *Auto++*. Therefore, we compared the organic farms with the class *Auto++* for various structural, environmental and economic (including the variation of gross operating surplus per familial work unit between 2008 and 2009) indicators, through the Kruskal-Wallis tests.

6.3 Results

6.3.1 Characterisation of EA classes

Structural features of each class are shown in Table 16²². All classes were similar in terms of workforce, AA, herd size, share of heifers and total milk production. Regarding production intensity, *Auto++* had lower milk production per hectare and stocking rate than *Auto-*, and lower milk production per cow than *Auto-* and *Auto--*. All classes were forage-based, with identical proportions of forage area in the AA. However, the proportions of grassland and maize differed among classes: *Auto++* had a higher proportion of permanent grassland in the AA, compared with *Auto-* and *Auto--*, and a lower proportion of maize, compared with *Auto--*.

²² Residual standard errors are provided in Appendix A.

Table 16 Mean structural characteristics of organic and conventional dairy farms according to their degree of economic autonomy (2008).

	Unit	<i>Auto--</i> ¹ (n=78)	<i>Auto-</i> (n=80)	<i>Auto+</i> (n=96)	<i>Auto++</i> (n=81)	Organic (n=30)
Workforce	Annual work unit ²	1.6 ^a	1.6 ^a	1.5 ^a	1.6 ^a	1.6
Farm scale and intensity						
Agricultural area	ha	59 ^a	61 ^a	57 ^a	58 ^a	68*
Herd size	Dairy cows	71 ^a	80 ^a	71 ^a	72 ^a	56*
Stocking rate	LU ³ /ha forage area	2.7 ^{a,b}	2.9 ^b	2.7 ^{a,b}	2.6 ^a	1.8*
Share of heifers	% of cows	32 ^a	32 ^a	30 ^a	31 ^a	28
Total milk production	l	477 115 ^a	539 629 ^a	462 599 ^a	454 547 ^a	305 249*
Milk yield per cow	l/cow	6693 ^b	6666 ^b	6479 ^{a,b}	6218 ^a	5473*
Milk yield per hectare	l/ha agricultural area	8201 ^{a,b}	8890 ^b	8230 ^{a,b}	7832 ^a	4592*
Land use						
Forage area	% of agricultural area	98 ^a	98 ^a	98 ^a	99 ^a	95*
Permanent grasslands	% of agricultural area	86 ^a	86 ^a	89 ^{a,b}	93 ^b	87
Maize	% of agricultural area	10 ^b	9 ^{a,b}	8 ^{a,b}	6 ^a	1*

^{a,b} Mean values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05.

* Significant differences between the mean values of organic farms and *Auto++* farms at P<0.05.

¹ *Auto--*: dairy farms with an EA < 57 %; *Auto-*: between 57 % and 62 %; *Auto+*: between 62 % and 68 %; *Auto++*: > 68 %.

² Annual work units include familial and salaried work units. For familial workforce, one work unit is a farmer (or the spouse) who works full time on the farm. For salaried workforce, the value of one work unit corresponds to 1800 hours per year.

³ LU: bovine livestock units. Livestock units were calculated from regional coefficients based on animal dietary needs.

Table 16 Continued.

	Unit	<i>Auto--</i>¹ (n=78)	<i>Auto-</i> (n=80)	<i>Auto+</i> (n=96)	<i>Auto++</i> (n=81)	Organic (n=30)
Milk price	€/l	0.31 ^a	0.32 ^{a,b}	0.33 ^b	0.34 ^c	0.42*
Gross product (without subsidies)	€	177 165 ^a	204 199 ^a	179 431 ^a	185 930 ^a	151 155
Costs included in EA						
Animal production	€	65 362 ^c	61 725 ^c	46 891 ^b	36 349 ^a	33 948
Crop production	€	11 372 ^b	11 097 ^b	9090 ^{a,b}	8620 ^a	5295*
Electricity	€	4565 ^b	4594 ^b	3726 ^{a,b}	3579 ^a	3211
Other energy sources	€	4686 ^{a,b}	4567 ^b	3785 ^{a,b}	3620 ^a	4704*
Input use						
Dairy cow concentrates	kg/1000 l milk	248 ^c	221 ^{b,c}	209 ^b	171 ^a	166
Concentrate autonomy ²	%	2 ^a	4 ^a	2 ^a	2 ^a	13*
Forage purchase	kg dry matter/LU ³	3918 ^a	1012 ^a	3133 ^{a,b}	1913 ^b	1978
Mineral fertilisers	kg N/ha agricultural area	96 ^a	94 ^a	86 ^a	87 ^a	16*
Use of contract work	€/ha agricultural area	202 ^{a,b}	200 ^b	174 ^{a,b}	156 ^a	119

^{a,b,c} Mean values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05.

* Significant differences between the mean values of organic farms and *Auto++* farms at P<0.05.

¹ *Auto--*: dairy farms with an EA < 57 %; *Auto-*: between 57 % and 62 %; *Auto+*: between 62 % and 68 %; *Auto++*: > 68 %.

² Proportion of livestock concentrates (in kg) produced on the farm.

³ LU: bovine livestock units. Livestock units were calculated from regional coefficients based on animal dietary needs.

From an economic point of view, the four classes had similar gross product, despite a slight increase in the price for the milk delivered to the dairy according to the EA level. *Auto++* had costs related to electricity use, animal and crop production significantly lower than *Auto-* and *Auto--*, whereas *Auto+* showed intermediate average values. The difference between extreme classes *Auto++* and *Auto--* was particularly large for costs of animal production (44 %). Indeed, *Auto++* used significantly less dairy cow concentrates. This class also bought less forage than *Auto--*²³. Variations of crop production costs among classes were not associated with significant differences in terms of nitrogen fertiliser use. *Auto++* had energy costs smaller than *Auto-*, but did not compensate it by a greater use of contract workers.

6.3.2 Canonical discriminant analysis

The canonical discriminant analysis identified three canonical variables. All were significant, i.e., the canonical correlation coefficients were significantly different from zero. The first canonical variable had an eigenvalue higher than one and explained 95.7 % of the total between-class variance, against only 2.3 % and 2.0 % for the second and third variables, respectively (details of the analysis are provided in Appendix A). It means that the differences among the four classes were important mainly in one direction. Consequently, we did not consider the second and third canonical variables in the description of the results.

The first canonical variable was interpreted from the correlations with the initial variables, i.e., environmental and economic indicators (Table 17). The first canonical variable was positively correlated mainly with the financial dependence (i.e., the ratio annuities/gross operating surplus), veterinary costs, energy consumption per hectare and nitrogen surplus per hectare (for details on the indicators, see Tables 7 and 8). On the other hand, the first canonical variable was negatively correlated mainly with the economic efficiency (i.e., the ratio gross operating surplus/gross product including subsidies), capital efficiency (i.e., the ratio value added/total capital excluding land), gross margin per hectare and gross operating surplus per familial work unit. In other words, this variable represented the environmental and economic performances of the farms: low values of the first canonical variable corresponded to farms with low environmental impact and good economic results.

²³ This result should be interpreted with caution due to the presence of zero values in each class. *Auto++* included the highest proportion of zero values: 30 % against 23 %, 10 % and 14 % for classes *Auto+*, *Auto-* and *Auto--*, respectively.

Table 17 Total canonical structure: correlations between the economic and environmental indicators, and the three canonical variables.

Sustainability indicators¹	Can1	Can2	Can3
Economic			
Gross operating surplus per familial work unit	-0.45	-0.43	0.19
Gross margin per hectare	-0.48	-0.26	0.19
Capital efficiency	-0.61	-0.17	-0.20
Economic efficiency	-0.87	-0.06	-0.17
Importance of subsidies	0.20	0.13	-0.44
Financial dependence	0.43	0.21	0.29
Capital per familial work unit	0.09	-0.33	0.35
Concentrate feed autonomy	-0.01	-0.27	0.21
Direct sale of milk	-0.08	0.26	-0.14
Environmental			
Pesticide costs per hectare	0.22	-0.35	-0.03
Soil link rate	0.12	-0.44	0.30
Sprayed area	0.02	-0.18	-0.18
Phosphorus fertilisation per hectare	0.09	0.04	0.20
Potassium fertilisation per hectare	0.09	-0.31	-0.37
Area without mineral nitrogen	0.08	0.11	-0.24
Energy consumption per hectare	0.35	-0.33	0.24
Nitrogen surplus per hectare	0.33	-0.26	0.22
Nitrogen efficiency	-0.28	0.29	-0.07
Veterinary costs per cow	0.43	0.07	-0.22

¹ For definitions of indicators, please refer to Tables 7 and 8 (Section 4.2.3).

Conventional farms and means of EA classes were plotted on the first two canonical variables (Figure 29). As expected, the differences among classes occurred mainly along the first axis. Figure 29 highlighted a gradient of EA along the first canonical variable: classes with higher EA degree had significantly lower values on this variable. On the basis of the interpretation of the first canonical variable, more autonomous classes were, therefore, characterised by better environmental performance, i.e., lower nitrogen surplus per hectare, energy consumption per hectare, veterinary costs and higher nitrogen efficiency, and higher economic performance, i.e., higher economic efficiency, capital efficiency, gross operating surplus per familial work unit, gross margin per hectare and lower financial dependence. These observations were globally confirmed by comparing the mean values among classes (Table 18).

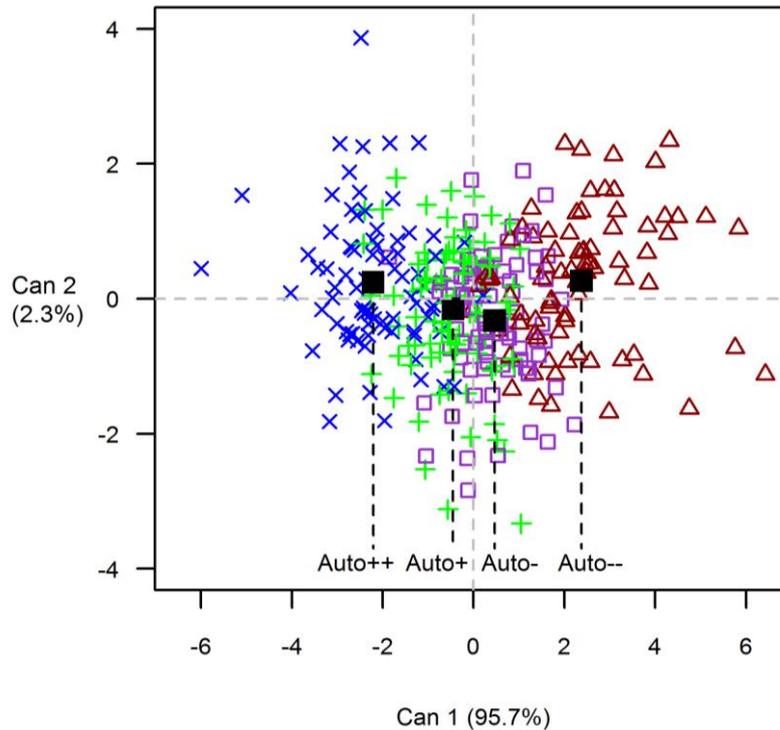


Figure 29 Plotting of conventional dairy farms and means of economic autonomy classes on the first two canonical variables.

■ Means of economic autonomy classes.

× Farms belonging to the class *Auto++*; + *Auto+*; □ *Auto-*; △ *Auto--*.

6.3.3 Economic impact of the sharp decrease in milk price of 2009

In average, the milk price decreased by 19 ± 9 % in our conventional farm sample between 2008 and 2009. As a consequence, the farm income per familial work unit decreased by 9 ± 29 %, with a considerable variability among farms. This variability was also found within EA classes. Nevertheless, the average income variation significantly differed between the class *Auto--* and the other three classes. The income of *Auto--* was favourably impacted with a slight average increase, whereas the other classes experienced an average income decrease. This may be partly explained by the following two aspects: the variation of variable costs and the variation of the gross product (Table 19). First, the average variable costs decreased more sharply for *Auto--*. This variation was mainly related to the variation of animal production costs, as reflected by the high correlation between

both indicators (0.99, Pearson test $P < 0.001$). The variation of concentrate use and concentrate autonomy was identical across classes. However, performing t-tests²⁴ for each class showed that *Auto--* significantly decreased the use of dairy cow concentrates ($P < 0.001$), whereas the average variation of concentrate use was not significantly different from zero in the other classes. Second, the decrease in the average gross product of *Auto--* was less marked than for other classes due to a lower average decrease in the milk price. Despite these two characteristics, the class *Auto--* had, in 2009, the lowest average farm income per familial work unit (Table 19).

6.3.4 Comparison between organic and *Auto++* conventional dairy farms

Compared with the class *Auto++*, organic farms employed similar workforce for a smaller dairy herd and a lower total production. They were more extensive systems with lower milk yield and stocking rate. They had a wider AA, characterised by a low proportion of maize. They obtained a significantly higher milk price, allowing them to achieve a similar gross product from smaller milk volumes. Organic farms used similar amounts of dairy cow concentrates but produced a larger proportion of the concentrates on the farm. They also used no mineral fertilisers²⁵ (Table 16). Regarding sustainability performance, organic farms had economic results similar to those of *Auto++*, i.e., income per work unit and economic efficiency, but a lower environmental impact, i.e., energy consumption and nitrogen surplus per hectare (Table 18). In 2009, the organic milk price was less affected by the crisis than the conventional price. As a result, the average income per familial work unit of organic farms decreased less sharply compared with *Auto++* (Table 19).

²⁴ Normality assumption was tested using a quantile-quantile plot. When the plot was close to linear, the distribution of the indicator was considered as close to normal (MathWorks, 2014).

²⁵ The mean value is positive because the sample includes farms in transition towards organic farming. In 2010, these farms were recorded as organic.

Table 18 Mean economic and environmental results of organic and conventional dairy farms according to their degree of economic autonomy (2008).

Indicators ¹	Unit	<i>Auto--</i> ² (n=78)	<i>Auto-</i> (n=80)	<i>Auto+</i> (n=96)	<i>Auto++</i> (n=81)	Organic (n=30)
Economic						
Gross operating surplus	€/familial work unit ³	48 999 ^a	71 313 ^b	72 072 ^b	82 028 ^b	72 650
Gross margin	€/ha of agricultural area	1676 ^a	2084 ^b	2128 ^{b,c}	2381 ^c	1651*
Capital efficiency	%	43 ^a	57 ^b	65 ^{b,c}	73 ^c	66*
Economic efficiency	%	43 ^a	53 ^b	60 ^c	68 ^d	71
Financial dependence	%	65 ^b	49 ^b	37 ^a	31 ^a	31
Environment						
Energy consumption	MJ/ha of agricultural area	27 478 ^c	26 564 ^{b,c}	23 144 ^{a,b}	19 934 ^a	10 172*
Nitrogen surplus	kg N/ha of agricultural area	152 ^c	144 ^{b,c}	122 ^{a,b}	102 ^a	27*
Nitrogen efficiency	%	31 ^a	32 ^{a,b}	35 ^{b,c}	40 ^c	71*
Veterinary costs	€/cow	115 ^c	92 ^b	89 ^b	69 ^a	80

^{a,b,c,d} Mean values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05.

* Significant differences between the mean values of organic farms and *Auto++* farms at P<0.05.

¹ For detailed definitions, please refer to Tables 7 and 8 (Section 4.2.3).

² *Auto--*: dairy farms with an EA < 57 %; *Auto-*: between 57 % and 62 %; *Auto+*: between 62 % and 68 %; *Auto++*: > 68 %.

³ One familial work unit is a farmer (or the spouse) who works full time on the farm.

Table 19 Average economic impact of the milk price crisis of 2009 on organic and conventional dairy farms according to their degree of economic autonomy.

	Unit	<i>Auto--</i> ¹ (n=78)	<i>Auto-</i> (n=80)	<i>Auto+</i> (n=96)	<i>Auto++</i> (n=81)	Organic (n=30)
Variation between 2008 and 2009 ²						
Gross operating surplus per FWU ³	%	9 ^a	-14 ^b	-14 ^b	-16 ^b	-2*
Gross product per FWU	%	-3 ^b	-10 ^{a,b}	-9 ^{a,b}	-11 ^a	-2*
Milk price	%	-17 ^a	-18 ^a	-20 ^{a,b}	-22 ^b	-15*
Milk production (l)	%	7 ^a	6 ^a	6 ^a	8 ^a	9
Variable costs per FWU	%	-14 ^b	-11 ^{a,b}	-8 ^a	-5 ^a	-1
Animal production	%	-12 ^b	-10 ^{a,b}	-7 ^{a,b}	-4 ^a	-2
Crop production	%	-17 ^b	-11 ^{a,b}	-1 ^{a,b}	-2 ^a	38
Dairy cow concentrates	%	-8 ^a	-4 ^a	-1 ^a	-2 ^a	-12
Concentrate autonomy ⁴	%	2 ^a	-1 ^a	2 ^a	-1 ^a	2
Mineral fertilisers	kg N/ha agricultural area	1 ^a	11 ^a	9 ^a	16 ^a	-1
Gross operating surplus per FWU in 2009	€/familial work unit	49 789 ^a	60 407 ^b	61 594 ^b	68 098 ^b	67 753

^{a,b} Mean values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05.

* Significant differences between the mean values of organic farms and *Auto++* farms at P<0.05.

¹ *Auto--*: dairy farms with an EA < 57 %; *Auto-*: between 57 % and 62 %; *Auto+*: between 62 % and 68 %; *Auto++*: > 68 %.

² Variation was calculated as follows: $100 * [(Value\ of\ 2009 - Value\ of\ 2008) / Value\ of\ 2008]$, except for the concentrate autonomy and mineral fertilisers for which the variation was calculated as: $(Value\ of\ 2009 - Value\ of\ 2008)$, because of the presence of zero values.

³ FWU: familial work unit. One FWU is a farmer (or the spouse) who works full time on the farm.

⁴ Proportion of livestock concentrates (in kg) produced on the farm.

6.4 Discussion and perspectives

Specialised and intensive livestock farming systems were developed from an industrial paradigm focussing on practice simplification and standardisation, as well as intensive use of inputs (Kirschenmann, 2007). As such systems have been called into question, increasing input self-sufficiency may constitute a key principle to improve sustainability of livestock farming systems (Dumont et al., 2013). In this study, we used the indicator of EA as proxy to assess input self-sufficiency of dairy farms. Comparison among EA classes shows inefficiencies of some farms in the use of technical inputs, and therefore underlines the possibility of reducing input use, especially animal feeding, without decreasing the total milk production.

6.4.1 Efficient use of inputs, structural characteristics and sustainability performance

In our case study, reducing input use is achieved by class *Auto++* without involving a larger production of concentrates on the farm. As found by Guerci et al. (2013), it is associated with higher proportion of permanent grassland and less maize in the AA. Indeed, permanent grasslands require less mineral fertilisers and crop protection products than crops (Raveau, 2011). However, this result differs from other studies underlining the benefit of combining crop and livestock production to reduce input use (Ryschawy et al., 2012). We assume that this is related to pedoclimatic characteristics of the study area that are poorly suited to crop production. As a result, the AA is covered mainly by permanent grassland that constitutes the main resource for livestock (through grazing or mowing). Growing maize in this area is often associated with the quest for high production levels involving an intensive use of inputs and explaining the higher costs of livestock production.

Concerning the environmental and economic sustainability, our results show that increasing the EA level allows the farms to have better environmental and economic results. From an environmental point of view, several studies have reported that farms using fewer concentrates and mineral fertilisers have lower nitrogen surplus and energy consumption (Hansen et al., 2001; Paccard et al., 2003; Meul et al., 2012). In our case study, this relationship was established whatever the unit in which the indicators were expressed: per hectare or per unit of product. We found, for a subsample of 205 farms fully specialised in dairy production, a gradual decrease in the average energy consumption per 1000 litres when the EA level increased (data not shown). The higher use of inputs of *Auto-* and *Auto--* does not

involve a similar increase in milk production, and therefore results in lower nitrogen efficiency and higher energy consumption per 1000 litres.

From an economic point of view, the good economic results of farms with a high EA degree can be explained by three aspects. First, using fewer inputs for an equivalent level of milk production allows the farms to reduce their variable costs without affecting the gross product, and therefore has a positive effect on their income. Second, in our case study, *Auto++* farms received in 2008 a milk price slightly higher than other farms. Higher prices could be explained by the production of higher quality milk, for instance in terms of protein content or number of somatic cells, or by the delivery of milk to a specific dairy paying higher price. Third, the use of EA as indicator to categorise the farms into four classes plays a role in these economic results. Indeed, EA is also an indicator of economic efficiency. It explains the strong correlation between economic efficiency, capital efficiency and the first canonical variable. Nevertheless, we observed that the first canonical variable was also correlated with other economic indicators such as gross operating surplus per familial work unit and financial dependence.

Inefficiencies in input use observed in our farm sample, especially in terms of animal feeding, could be related to path dependency on past agricultural policies and evolution trajectories. Since the Second World War, agricultural subsidies have been based on the output level, which pushed the farmers to consider the gross yield as their main production objective (Vanloqueren and Baret, 2008). In addition, the increase in labour productivity and the process of practice standardisation have encouraged farmers to simplify their management practices and distribute concentrate all year round to enable high and steady production, without taking the quality of the forage available into account (Veysset et al., 2014). Including higher proportions of forage in the diet constitutes a possible path to reduce the use of concentrates without decreasing the output level. It could be achieved through the optimisation of forage and grassland management, and by avoiding losses during grazing, harvesting, preservation and feeding (Meul et al., 2012). Havet et al. (2014) mentioned as an example the use of grassland calendars with a visual assessment of the grass height to optimise the management of grass quality during rotational grazing. They also refer to research on leader and follower grazing systems aiming to decrease the grazing of refusals by dairy cows and assign them to animals with low dietary requirements. However, despite better performance of more autonomous farms, breaking away from existing routines needs specific management skills and requires social influences (e.g., objectives of extension services and organisation of the dairy industry) to be overcome (Meul et al., 2012; Veysset et al., 2014).

6.4.2 Evolution in a changing context

Input self-sufficiency has often been considered as interesting to promote farm sustainability, faced with an increase in energy and input costs (López-Ridaura et al., 2002; Bernués et al., 2011; Ripoll-Bosch et al., 2012). In addition, Raveau (2011) found that when product prices increased, as in 2007, autonomous farms had more latitude for increasing their production, through increasing the use of inputs. They could, therefore, benefit more from these increased prices. As far as we know, no paper dealt with the role of input self-sufficiency in a context of a decrease in milk price, as observed between 2008 and 2009. Our results underline that *Auto--* farms are less affected by the decrease in milk price. First, they have greater leeway for reducing the variable costs by decreasing the use of concentrates without decreasing strongly the milk production. A strategy of input substitution, i.e., the use of less expensive input, may also have been implemented simultaneously; however, we did not have the appropriate data to test this assumption. However, according to a perception survey, farmers and consultants would rather envisage rationalising concentrate purchase and optimising forage and grass production to decrease feed costs (Association Wallonne de l'Élevage, 2012). Second, the milk crisis involved a levelling out of prices among classes in 2009, explaining the sharper price decrease for *Auto++*. Despite these evolutions, the farms having little autonomy kept in average lower gross operating surplus per familial work unit in 2009.

6.4.3 Organic farming and economic autonomy

It was already stated that input self-sufficiency is a crucial aspect to guarantee the economic viability of organic farming systems due to the high price of organic inputs, especially concentrates (Lherm and Benoit, 2003). As established in our study, input self-sufficiency in organic farms is achieved through the greater use of on-farm resources and the non use of mineral fertilisers and pesticides, thereby leading to a low environmental impact per hectare (Hansen et al., 2001; Paccard et al., 2003). Our brief comparison between organic and conventional *Auto++* farms shows that organic farming provides economic benefits in a situation of milk price decrease. In 2009, organic farms kept a stable income per work unit because of a smaller milk price decrease. However, although high EA levels in conventional farms do not involve strong structural adaptations, the organic production method is associated with extensive practices, i.e., low yields and stocking rate.

6.4.4 Limitations and perspectives

Our results provide new insights about the benefit of increasing input self-sufficiency in the context of a transition towards more sustainable farming systems. In this respect, however, our work shows several limitations and should be broadened in several respects. First, the EA indicator has two main drawbacks with respect to its ability to assess input self-sufficiency. On the one hand, this indicator is based on economic values and therefore varies according to input and milk prices. These variations may skew the estimation of relative amounts of inputs used by the farms. However, input prices could be considered to be homogeneous among conventional farms, as they have access to the same economic market and resources. In addition, the impact of milk price variations on the EA indicator was found to be negligible for conventional farms (data not shown). On the other hand, EA constitutes an indicator of economic efficiency. Consequently, the use of this indicator could lead to consider economically efficient farms as those that are input self-sufficient whereas they use a lot of inputs, and *vice-versa* (Raveau, 2011). However, we found that, for a subsample of 205 farms fully specialised in dairy production, EA was highly correlated with the variable costs per 1000 litres (-0.77, Pearson test $P < 0.001$). Therefore, farms with a higher EA degree used fewer inputs for a same milk production and similar input prices.

Second, we performed an analysis based on the comparison among farms for a specific case study. Focussing on specialised farms did not allow us to study the interest in diversifying farming activities to increase input self-sufficiency. In fact, input self-sufficiency is usually associated with the diversification of farm activities in order to perform synergies and exchanges (Vilain, 2008). For instance, a mixed farm could increase its self-sufficiency by using manure for the crops or by producing animal feedstuff on the farm (Bonny, 2010; Bell and Moore, 2012). On the other hand, although this work highlighted interesting findings in the scope of farm sustainability, it provides information about one type of production within a specific agro-ecological context. Our results cannot be directly applied to other contexts. This analysis should consequently be broadened to explore other types of production, e.g., more diversified farming systems, within various agro-ecological contexts. It would provide reference values of EA to the farmers to compare their farm with farms having similar structural constraints and opportunities. In such a benchmarking process, it is crucial to identify practical ways to improve EA in a specific context.

We assessed input self-sufficiency using a farm-level proxy. The farm scale is the main management level and economic unit, at which decisions, strategic choices and technical actions are performed by the farmer to produce goods and services

(Lebacqz et al., 2013; Botreau et al., 2014). At this level, such actions could allow the farmer to improve the economic and environmental sustainability of the farm. Like other sustainability attributes, input self-sufficiency could, however, be assessed at higher levels, e.g., local, regional or national. Such assessments would consider synergies and exchanges between farms located in the same territory, such as the transfer of forage or manure between crop and livestock enterprises (Bell and Moore, 2012).

This study constitutes a first approach to analyse the impact of input self-sufficiency on the evolution of farm sustainability. The use of 2-year data did not allow us to take the inter-annual variability of data into account. Moreover, the use of farm accounting data involves possible overlaps of processes, e.g., variation of prices and volumes, and contextual changes, e.g., decrease in milk price, increase in input price and impact of climate events. Consequently, to further investigate this dynamic approach, long-term studies should be performed through farm network monitoring over a long period. In this context, more detailed data should be collected to enable fine-grained analyses in terms of processes and contextual changes, and to take social aspects, e.g., labour, into account. Such long-term studies could explore the extent to which input self-sufficiency supports farm development and constitutes the core for long-term action (Havet et al., 2014).

6.5 Conclusion

Input self-sufficiency is usually considered as a key aspect to promote sustainable farming systems. In this study, we used the EA indicator to assess input self-sufficiency of specialised dairy farms located in the grassland area. We showed that high EA degrees in conventional farms could be favoured by high proportions of permanent grassland in the AA. Owing to an efficient input use (especially in terms of animal feeding), the most autonomous farms combine a low environmental impact with good economic results. In a context of milk price decrease, the least autonomous conventional farms have greater leeway for reducing input use, without decreasing milk production, and thereby maintaining stable the income level. Despite this latitude, these farms keep a lower income than more autonomous ones. In this context, organic farms have a stable income because of a slighter decrease in the organic milk price. This dynamic approach should be further investigated through long-term studies in order to consider inter-annual variability and various types of contextual changes

Conclusion de la partie I

Cette première partie avait pour objectif de donner au lecteur une image de la diversité des exploitations laitières spécialisées wallonnes en ce qui concerne leur niveau de durabilité, c'est-à-dire leurs performances économiques, environnementales et sociales, tout en tenant compte de leurs caractéristiques structurelles. Dans une perspective d'évolution vers davantage de durabilité, cette première partie visait également à déterminer si des marges d'amélioration étaient envisageables au sein de la diversité observée.

Une revue bibliographique a été réalisée afin de définir une procédure transparente de sélection d'indicateurs de durabilité. Une méthodologie originale d'analyse quantitative a ensuite été développée afin d'explorer la diversité présente dans notre jeu de données. Celle-ci nous a permis d'identifier cinq groupes d'exploitations distincts, en termes de structure (taille, intensité, utilisation de la superficie), de performances économiques et environnementales. Notre tentative d'aborder la dimension sociale n'a pas été fructueuse en raison d'un manque de données adéquates. Les seuls indicateurs sociaux mesurables étaient fortement liés à la structure de l'exploitation, apportant dès lors peu d'information pertinente supplémentaire.

Les résultats issus de notre analyse de la diversité des exploitations laitières spécialisées wallonnes mettent en exergue différentes voies pour réfléchir l'association de performances environnementales et économiques élevées, à l'échelle de l'exploitation. A cet égard, l'analyse comparative des cinq groupes *mainstream* a relevé l'intérêt du groupe G1, un système laitier peu intensif et basé sur les prairies permanentes. En analogie aux *farming styles* néerlandais, la stratégie de gestion des exploitations de ce groupe se définirait par une recherche d'économie et d'autonomie vis-à-vis des intrants, se traduisant par une efficacité élevée d'utilisation des intrants, des résultats économiques favorables et un faible impact environnemental.

Des marges d'amélioration existent au sein même des groupes *mainstream* identifiés. L'analyse de la diversité présente à l'intérieur du groupe GM2, un système laitier intensif et de grande taille, montre ainsi la présence d'exploitations combinant un revenu par unité de travail élevé avec une consommation d'énergie relativement faible. Ceci illustre la possibilité, pour des exploitations de structure relativement similaire, de diminuer leur impact environnemental sans que cela n'affecte leur revenu. Au sein de chaque groupe, les exploitations les plus performantes au niveau économique et environnemental pourraient donc être prises comme références (*benchmark*) afin d'identifier les pratiques concrètes, en termes de gestion de l'alimentation et du troupeau, permettant de tels résultats,

de même que les limites structurelles (en termes de superficie disponible, par exemple) sous-jacentes.

L'application de la méthodologie d'analyse développée à notre jeu de données nous a également permis d'identifier 31 exploitations marginales détenant des caractéristiques structurelles, environnementales et/ou économiques particulières, c'est-à-dire se distinguant statistiquement de celles des cinq groupes principaux identifiés. Parmi celles-ci, certaines se démarquent de leur groupe de référence car elles parviennent à combiner un résultat économique élevé et un faible impact environnemental. Celles-ci indiquent donc à nouveau la présence de marges d'amélioration et sont susceptibles de servir de points de référence pour inciter des exploitations de structure similaire à changer leurs pratiques afin d'améliorer leur durabilité.

La thématique de l'autonomie en intrants, c'est-à-dire la capacité d'une exploitation à produire en utilisant un minimum d'intrants achetés à l'extérieur de l'exploitation, est revenue de manière récurrente pour expliquer les performances favorables de certaines exploitations (le groupe G1, les exploitations GM2 ayant la meilleure efficacité, certaines exploitations marginales) (cf. Chapitre 5). Ce thème avait en outre été abordé à plusieurs reprises par les acteurs interrogés lors de l'enquête de terrain (Partie II).

L'influence de l'autonomie en intrants sur les performances économiques et environnementales des exploitations de l'échantillon a, par conséquent, fait l'objet du Chapitre 6. Il en est ressorti que la recherche d'autonomie en intrants constitue une stratégie prometteuse pour améliorer conjointement les dimensions économique et environnementale à l'échelle de l'exploitation. Néanmoins, en cas de forte chute du prix du lait, les exploitations les plus autonomes disposent de marges de manœuvre inférieures pour réduire leurs coûts de production. Celles-ci voient leur revenu diminuer de manière plus marquée mais gardent néanmoins un revenu plus élevé que les exploitations moins autonomes. Davantage de recherches sont nécessaires pour étudier l'impact de l'autonomie sur les performances des exploitations dans des circonstances variées (telles qu'une sécheresse affectant le rendement des productions fourragères ou une augmentation du coût des intrants) et sur le long terme.

La première partie de la thèse donne une photo relativement récente de la diversité des exploitations laitières spécialisées observée en Wallonie à partir de données issues de comptabilités agricoles régionales. Au fil d'une succession d'analyses (analyse entre groupes, analyse *intragroupe*, analyse des exploitations marginales, analyse du rôle de l'autonomie), l'objectif d'autonomie en intrants est

apparu comme influençant positivement les résultats économiques et environnementaux des fermes de notre échantillon. Celui-ci constitue dès lors un système de production alternatif pertinent à considérer dans une logique de transition vers le développement durable. Cette première partie a pour désavantage de produire des résultats au caractère statique. Afin d'introduire une dimension dynamique, la seconde partie de la thèse a donc pour objectif d'étudier quelles sont les voies d'évolution possibles pour les exploitations laitières wallonnes, au vu de l'environnement dans lequel elles évoluent et de la structure de la filière dans laquelle elles s'insèrent. Un tel objectif nécessite notamment d'identifier les obstacles que les exploitations et le secteur laitier devraient surmonter afin d'évoluer vers davantage de durabilité.

Partie II

L'évolution des systèmes laitiers en Wallonie

*« On dit toujours que le temps change les choses,
mais en réalité le temps ne fait que passer
et nous devons changer les choses nous-mêmes. »*

Andy Warhol

Chapitre 7

La perspective multiniveau comme cadre théorique pour étudier les transitions

Ce chapitre présente le principal cadre théorique qui a été mobilisé pour répondre à notre second objectif spécifique, à savoir l'étude des voies d'évolution et de transition des exploitations laitières wallonnes. Dans une première section, les trois niveaux dynamiques sur lesquels s'appuie la perspective multiniveau (« *multi-level perspective* » – MLP) sont définis. La seconde section décrit les caractéristiques des transitions vers le développement durable. Dans la troisième section, les avantages et les limites de la MLP sont résumés, avant d'expliquer ce qui nous a menés à choisir et utiliser ce cadre théorique.

7.1 Trois niveaux dynamiques : le régime, les niches et le paysage

La perspective multiniveau (« *multi level perspective* » – MLP) est un cadre analytique articulant des concepts issus de plusieurs théories, à savoir l'économie évolutionniste, les études de technologie, la théorie de la structuration et la théorie néo-institutionnelle (Geels, 2011). Ce cadre théorique définit la transition comme étant un processus non-linéaire résultant d'interactions entre trois niveaux dynamiques : le régime sociotechnique, les niches d'innovation et le paysage sociotechnique (Verbong and Geels, 2010; Geels, 2012).

7.1.1 Le régime sociotechnique

Le régime sociotechnique constitue un concept central de la théorie de la transition, cette dernière étant définie comme le passage d'un régime à un autre. Le régime est formé de trois éléments clés, s'alignant et interagissant les uns avec les autres : (i) des éléments matériels et techniques ; (ii) des réseaux d'acteurs et de groupes sociaux ; et (iii) un ensemble de règles, de normes, d'institutions formelles et informelles qui guident les activités des acteurs (par exemple, les législations, les croyances, les normes comportementales) (Verbong and Geels, 2010; Lachman, 2013).

Le qualificatif « sociotechnique » insiste sur l'imbrication entre des éléments sociaux (tels que les préférences des consommateurs et certaines significations culturelles) et des aspects technologiques (les techniques et infrastructures de production, par exemple) au sein du régime. Ces différents éléments sont maintenus, reproduits et modifiés par des groupes sociaux variés, tels que les consommateurs, les scientifiques, les pouvoirs publics, les entreprises, l'industrie et les acteurs de la société civile (Geels, 2005; Geels, 2012).

L'alignement robuste de techniques, de réseaux d'acteurs et de normes verrouille le régime et explique sa stabilité (Smith et al., 2010; Lachman, 2013). Cette situation de verrouillage (ou « *lock-in* ») est caractérisée par la prédominance d'un courant dominant (« *mainstream* ») et la difficulté de changer l'ensemble des éléments constitutifs du régime (Klein Woolthuis et al., 2005; Lachman, 2013). Du fait de cette situation de verrouillage, ce sont des innovations progressives (ou « *incremental* ») qui sont privilégiées au sein du régime. Celles-ci s'orientent selon des trajectoires stables et prévisibles et ne modifient ni la structure ni l'équilibre des différents réseaux du régime (Smith et al., 2010; Lopolito et al., 2011).

7.1.2 Les niches d'innovation

Les niches sont des espaces au sein desquels des innovations radicales, se différenciant du régime sociotechnique, sont créées et développées. Elles possèdent une structure similaire à celle du régime : comme celui-ci, elles s'articulent autour d'éléments techniques, de groupes sociaux et de normes. La nature, la taille et la stabilité de ces éléments structurels diffèrent néanmoins de ceux du régime. Des groupes d'acteurs importants et stables sont présents au sein des régimes, tandis que les niches intègrent des groupes de petite taille et instables. De même, les règles partagées par les acteurs sont stables et bien définies dans les régimes, tandis qu'elles sont en construction dans les niches (Geels and Schot, 2007).

En raison des performances limitées des innovations lors de leur phase initiale de développement, la niche joue un rôle essentiel d'« incubateur », en protégeant ces innovations des pressions de sélection exercées par le régime sociotechnique (Geels, 2002). Les infrastructures industrielles et technologiques, les connaissances disponibles, les pratiques des utilisateurs et les politiques publiques en place dans le régime sont autant d'exemples d'environnements de sélection freinant le développement d'innovations radicales (Smith and Raven, 2012).

L'espace de protection que constitue la niche donne l'opportunité d'initier un processus de maturation, c'est-à-dire de développement des innovations. Ce processus se décline en trois mécanismes sociaux, issus de la théorie de gestion stratégique des niches²⁶ :

- l'accompagnement des **processus d'apprentissage** : ceux-ci concernent des aspects techniques mais ont également trait à d'autres dimensions, telles que des questions organisationnelles, le marché, les préférences des utilisateurs, les infrastructures et les réseaux, les réglementations, les effets sociaux et environnementaux, les performances économiques, les barrières à l'adoption d'une nouvelle pratique, les changements institutionnels et politiques nécessaires pour stimuler la croissance de la niche (Smith, 2007; Schot and Geels, 2008) ;
- la convergence des **attentes** et des visions des acteurs vis-à-vis de la technologie : ce mécanisme donne une direction aux activités d'innovation

²⁶« *Strategic niche management* » : cette approche suggère que le développement d'une innovation puisse être stimulé par la création d'une niche, celle-ci permettant de combiner la phase de maturation et d'expérimentation avec des changements au niveau des technologies, des pratiques des utilisateurs et des réglementations. Cette approche considère que la construction d'une niche peut servir de base à une transition sociétale vers le développement durable (Schot and Geels, 2008).

- et attire l'attention d'acteurs externes susceptibles de fournir un financement (Geels, 2012) ;
- la construction de **réseaux sociaux** : ces derniers facilitent les interactions entre parties prenantes et permettent de disposer des ressources financières et de l'expertise nécessaires (Schot and Geels, 2008 ; Geels, 2012).

A côté des propriétés de protection et de maturation, une troisième propriété fonctionnelle des niches a trait à l'« *empowerment* » des innovations (Smith and Raven, 2012). D'une part, l'*empowerment* de type « *fit-and-conform* » est défini comme l'ensemble des processus qui rendent les innovations de niche compétitives au sein du régime, *sans* changement de l'environnement de sélection. Dans cette situation, les innovations s'adaptent et se conforment aux caractéristiques du régime. D'autre part, l'*empowerment* de type « *stretch-and-transform* » concerne les processus qui modifient l'environnement de sélection et le rendent ainsi favorable au développement de l'innovation. Dans cette seconde situation, certaines pratiques et caractéristiques des niches sont institutionnalisées et introduites au sein du régime en tant que nouvelles normes et routines (Smith and Raven, 2012).

7.1.3 Le paysage sociotechnique

Le paysage sociotechnique constitue l'environnement exogène, c'est-à-dire le contexte politique, économique, institutionnel, social et culturel. Le paysage concerne des changements sur lesquels les acteurs du régime et des niches n'ont pas d'influence (Hassink et al., 2013). Il constitue un ensemble de tendances structurelles – changeant sur le long terme – qui influencent les dynamiques des niches et des régimes, de même que les interactions entre ces deux niveaux (Geels, 2002; Foxon et al., 2010; Lopolito et al., 2011).

7.1.4 Transition sociotechnique et typologie

La dynamique générale de transition, décrite par la MLP, résulte d'interactions entre le régime, les niches et le paysage (Figure 30). Une ou plusieurs niches se développent, à l'intérieur ou en dehors du régime, et acquièrent une dynamique interne. Lorsque le paysage exerce une pression sur le régime, celui-ci est déstabilisé, ce qui ouvre une « fenêtre d'opportunité » pour l'émergence des niches. Ce processus de transition est non-linéaire : il n'implique pas un unique élément déclencheur mais des processus ayant lieu aux trois niveaux – régime, niches, paysage – et se renforçant mutuellement (Geels, 2011). Une transition

implique des changements multidimensionnels (technologiques, matériels, organisationnels, politiques, économiques et socioculturels), de même que de multiples acteurs (Markard et al., 2012). Au niveau temporel, le passage d'un régime à l'autre a lieu lentement, en une ou deux générations (25 – 50 ans), même si certains changements partiels (par exemple, en termes de mentalités) peuvent avoir lieu plus rapidement (Loorbach, 2007).

Afin d'approfondir la compréhension des interactions multiniveaux menant à une transition, une typologie des voies de transition a été proposée par Geels and Schot (2007). Cette typologie se fonde sur : (i) la temporalité, c'est-à-dire le stade de développement de la niche au moment de la création de la *fenêtre d'opportunité* ; et (ii) la nature des interactions entre le régime, le paysage et les niches. Un processus de reproduction, quatre voies de transition et une séquence de plusieurs voies ont été définis au départ de ces deux critères (Tableau 20, p157).

1. Processus de reproduction

Lorsque le paysage n'exerce aucune pression sur le régime, ce dernier se situe en équilibre dynamique : des problèmes sont susceptibles de se poser au sein du régime mais celui-ci possède le potentiel de les résoudre (Geels and Schot, 2007). De cette manière, le régime en place change de manière progressive, à partir des technologies et des pratiques existantes (Hurlbert et al., 2011). A titre d'exemple, le régime de production d'électricité à partir de centrales au charbon, étudié par Hurlbert et al. (2011), s'est reproduit avec succès depuis 50 ans malgré certaines perturbations du paysage, notamment la stratégie de privatisation et l'intérêt croissant que porte la société au changement climatique. La question est alors de déterminer si cela peut continuer de cette manière, pour combien de temps et à quel prix (Hurlbert et al., 2011).

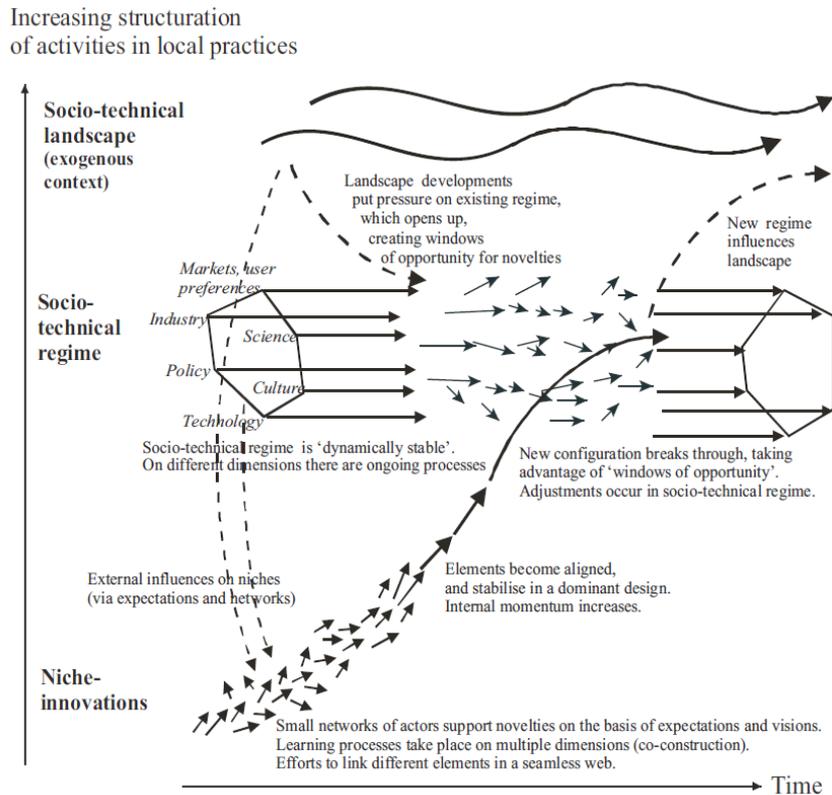


Figure 30 Description d'une transition, selon la perspective multiniveau.

Source : Geels, 2011.

2. Transformation

Le régime est déstabilisé – par le paysage ou par des critiques provenant d'acteurs externes – à un stade où les innovations ne sont pas suffisamment développées et ne peuvent donc pas tirer profit de la *fenêtre d'opportunité* qui s'ouvre. Les acteurs du régime réagissent en réorientant les voies de développement et les activités d'innovation. Un nouveau régime se forme donc à partir de l'ancien régime suite à une série d'ajustements et de réorientations. Le réseau d'acteurs subsiste, tout en ayant la possibilité d'importer des connaissances externes suffisamment proches du régime en place. Les principaux acteurs intervenant dans cette voie sont des groupes externes émettant des critiques sur le régime, ainsi que les acteurs du régime qui ajustent les trajectoires existantes, de manière graduelle, en réponse à ces critiques (Geels and Schot, 2007; Verbong and Geels, 2010).

Verbong and Geels (2010) considèrent, par exemple, cette voie de transformation comme un scénario d'évolution possible pour le secteur de la production

d'électricité en Europe. Dans ce scénario, la pression issue des mouvements sociaux demandant un « verdissement » de la production d'électricité et une diminution des émissions de gaz à effet de serre mène les acteurs du régime à s'adapter en construisant des parcs éoliens et des unités de cogénération de grande échelle. Les centrales au charbon et les centrales nucléaires conservent néanmoins une place importante dans le régime. L'architecture profonde du régime n'est pas modifiée mais celui-ci a tendance à se réorienter dans une direction plus durable (Verbong and Geels, 2010).

3. Désalignement et réalignement

Lorsque des changements brusques ont lieu au niveau du paysage, la déstabilisation du régime peut engendrer une perte de confiance de la part des acteurs, menant à l'érosion du régime (désalignement). Si les innovations ne sont pas suffisamment développées, il n'existe pas de substitut clair au régime. Plusieurs innovations vont donc émerger et entrer en compétition les unes avec les autres. L'une d'entre elles deviendra finalement dominante et constituera un noyau pour le réalignement d'un nouveau régime se structurant autour de nouveaux acteurs, principes, croyances et pratiques. Les principaux acteurs impliqués dans cette voie sont les acteurs des niches qui entrent en compétition les uns avec les autres, en termes de ressources, de légitimité et de considération (Geels and Schot, 2007; Verbong and Geels, 2010).

Afin d'illustrer cette voie de désalignement et réalignement, Geels and Schot (2007) citent comme exemple le passage des calèches aux automobiles aux Etats-Unis. Au dix-neuvième siècle, des changements politiques, sociaux et culturels exercent des pressions sur le régime du transport qui est alors basé sur les calèches (problèmes d'hygiène, nécessité de parcourir de longues distances, coût élevé des trams tractés par des chevaux). Les trams électriques, la bicyclette et les automobiles bénéficient de ce changement et se développent rapidement. Suite à des processus d'innovation et à une diminution du prix de production issue de méthodes de production de masse, l'automobile devient finalement dominante et sert de noyau pour la structuration d'un nouveau régime.

Tableau 20 Caractéristiques des voies de transition.

Voies de transition	Pression du paysage	Caractéristiques des niches	Changement du régime	Acteurs et interactions
Reproduction	---	---	Equilibre dynamique : changement progressif	Acteurs du régime
Transformation	Pression modérée	Niches peu développées	Ajustement et réorientation du régime	Groupes externes : critique du régime Acteurs du régime : ajustement graduel
Désalignement réalignement	Changement brusque	Coexistence de niches et compétition entre innovations	Erosion puis restructuration autour d'une innovation qui devient dominante	Compétition entre les acteurs des différentes niches
Substitution technologique	Pression significative	Niches développées	Tension du régime et diffusion d'innovations qui mène au remplacement du régime	Compétition entre les acteurs du régime et les acteurs des niches
Reconfiguration	Pression significative	Développement d'innovations symbiotiques au sein des niches	Séquence d'adoptions d'innovations et reconfiguration du régime	Acteurs du régime qui adoptent les innovations développées dans les niches

Sources : Geels and Schot, 2007; Verbong and Geels, 2010; Lachman, 2013.

4. Substitution technologique

Le régime subit des pressions à un stade où les innovations de niche sont suffisamment développées. Les tensions majeures créées au sein du régime ouvrent une *fenêtre d'opportunité* dont les innovations tirent profits : celles-ci sont diffusées dans le régime et finissent par le remplacer (Geels and Schot, 2007; Verbong and Geels, 2010). Lorsque l'innovation entre sur le marché, les acteurs du régime vont « se défendre » en tentant d'améliorer leurs technologies. Le régime va donc subir de nombreux ajustements suite au processus de substitution. Les acteurs prédominants dans cette voie sont les firmes de niche qui développent des technologies entrant en compétition avec les technologies des firmes du régime (Geels and Schot, 2007).

A titre d'exemple, l'élevage de crevettes blanches du Pacifique se substitua à celui de crevettes noires durant la période 2002-2006 en Thaïlande. Cette substitution fut initiée suite à des problèmes sanitaires affectant la rentabilité de l'élevage de crevettes noires et aux critiques concernant l'impact de cet élevage sur l'environnement et la santé humaine (Lebel et al., 2010). Ce processus de substitution mena à un changement plus large du régime, avec une restructuration de l'industrie (écloseries dédiées à la crevette blanche, par exemple) et la prédominance des exploitations de grande taille. En opposition à ce processus, certains acteurs du régime développèrent de nouvelles niches, notamment des méthodes d'élevage de la crevette noire qui soient respectueuses de l'environnement (Lebel et al., 2010).

5. Reconfiguration

Des innovations sont adoptées afin de résoudre des problèmes se posant au sein du régime. Vu la relation symbiotique existant entre les innovations et le régime, celles-ci sont facilement adoptées, notamment pour des raisons économiques. Dans certains cas, l'adoption de ces innovations ne change pas significativement l'architecture de base du régime et mène donc à une voie de transformation (Geels and Schot, 2007). Dans d'autres situations, ces innovations provoquent une modification de la structure de base du régime, suite à des changements technologiques, à un changement des pratiques et des perceptions. D'autres innovations pourront dès lors être adoptées et mener à une reconfiguration majeure du régime (Geels and Schot, 2007). Les acteurs clés dans cette voie sont les acteurs du régime qui adoptent des innovations développées au sein des niches.

Ce type de transition s'avère particulièrement adapté aux secteurs faisant intervenir de multiples intrants et technologies, tels que l'agriculture (Geels and Schot, 2007). A titre d'exemple, Berkers and Geels (2011) associent cette voie de

reconfiguration aux changements ayant eu lieu dans le secteur néerlandais de l'horticulture sous serre, entre 1930 et 1980 (Berkers and Geels, 2011). Au cours d'une première période, de 1930 à 1945, des innovations technologiques, telles que l'éclairage et le chauffage artificiel des serres, sont développées mais relativement peu utilisées en pratique, en raison des difficultés opérationnelles qu'elles engendrent et de leur coût. Entre 1945 et 1960, le secteur de l'agriculture sous serre subit un processus de modernisation et de mécanisation suite à l'augmentation de la demande de légumes et à la libéralisation du marché, au changement des incitants économiques (augmentation du coût du travail et substitution du travail par du capital) et des politiques gouvernementales (stimulation de l'emprunt et des investissements). Dans ce contexte, les innovations développées antérieurement sont adoptées progressivement dans le régime. De 1960 à 1980, l'adoption de ces innovations engendre des processus d'apprentissage et des effets « domino » (par exemple, l'apparition de maladies et l'utilisation de pesticides pour y faire face) menant à de nouvelles combinaisons et à une reconfiguration majeure de l'architecture des systèmes de production sous serre, tant au niveau des caractéristiques techniques des serres que des pratiques agricoles (Berkers and Geels, 2011).

6. Séquence de voies de transition

Les voies de transition présentées ci-avant constituent des « types idéaux ». Celles-ci sont susceptibles d'intervenir sous forme de séquence dans un processus de transition, notamment lors de l'exacerbation progressive d'une pression exercée sur le régime (Geels and Schot, 2007).

Au départ, un changement modéré du paysage provoque des tensions au sein du régime. Les acteurs répondent à ces problèmes à partir de ressources internes, en modifiant la direction de leurs activités et de leurs trajectoires de développement (voie de transformation) (Geels and Schot, 2007). Si ces problèmes s'exacerbent, les acteurs auront tendance à adopter des innovations symbiotiques afin d'initier un changement. A ce stade, en fonction du maintien ou du changement de la structure du régime, on assiste à une voie de transformation ou de reconfiguration (Geels and Schot, 2007). Les problèmes rencontrés par le régime peuvent avoir stimulé certaines entreprises à développer des innovations radicales. Par conséquent, si les acteurs perdent confiance vis-à-vis du régime en place, par exemple parce qu'il ne permet plus de répondre aux pressions exercées, une innovation de niche suffisamment développée pourra tirer profit de la *fenêtre d'opportunité* créée et mener à une voie de substitution. Si, par contre, les innovations présentes ne sont pas suffisamment stables, une voie de

désalignement et réalignement pourra mener à un changement du régime (Geels and Schot, 2007).

Selon Vandermeulen et al. (2012), une telle séquence de voies de transition caractériserait la transition d'une économie basée sur les combustibles fossiles à une économie axée sur l'utilisation de la biomasse (« *bio-based economy* »). Vu le stade émergeant de la niche étudiée, cette transition débiterait par une voie de transformation, caractérisée par une réorientation du régime suite aux pressions modérées qui s'exercent sur ce dernier. Ces pressions concernent : le désir de réduire la dépendance au pétrole, l'intérêt de la société civile vis-à-vis des impacts environnementaux et la disponibilité de produits agricoles pour lesquels des applications sont recherchées. Suite au développement de la niche, la seconde phase de transition serait caractérisée par une voie de substitution, si les innovations développées sont complémentaires entre elles mais entrent en compétition avec les technologies du régime en place, ou par une voie de désalignement – réalignement, si les innovations sont en compétition les unes avec les autres (Vandermeulen et al., 2012).

7.2 La transition dans le cadre du développement durable

Initialement, les théories relatives aux transitions – dont la MLP – ont été développées en étudiant, de manière rétrospective, des changements sociétaux, centrés sur l'émergence de nouvelles technologies. Plusieurs exemples de ces transitions dites historiques sont décrits par Geels et Schot (2007). Plus récemment, les problèmes environnementaux majeurs causés par les modes de production et de consommation contemporains ont mené à placer le développement durable au cœur des études de transition (la littérature utilise le terme de « *sustainability transition* »). Des changements structurels profonds sont en effet nécessaires afin de répondre à ces problèmes, notamment dans le secteur agroalimentaire, de l'énergie et des transports (Geels, 2010; Lachman, 2013). Il s'agit dès lors de comprendre quels sont les fondements théoriques des transitions vers des futurs durables et d'identifier comment promouvoir et gouverner de telles transitions (Markard et al., 2012; Lachman, 2013).

La transition vers le développement durable consiste en « *un changement des systèmes technologiques, institutionnels, organisationnels, sociaux et économiques vers des alternatives durables au niveau environnemental et social* » (Lachman, 2013). Ce type de transition diffère des transitions historiques à plusieurs égards. Premièrement, il s'agit d'une transition ciblée sur un objectif – le développement durable – qui guide les stratégies et les actions des acteurs (Geels, 2010; Lachman,

2013). Le caractère normatif du développement durable implique que sa définition, les priorités accordées aux diverses thématiques s'y référant, les solutions et les politiques à mettre en œuvre soient débattues, soient sujettes à interprétation et changent au cours du temps (Geels, 2010, 2011; Markard et al., 2012). Les multiples innovations de niche caractérisant les secteurs économiques concernés par le développement durable posent, par exemple, la question de la « direction » à donner à une telle transition (quelle voie choisir ?) (Geels, 2010). En fonction de l'échelle considérée (locale, nationale, internationale), les problèmes identifiés, les acteurs impliqués, les solutions proposées peuvent également varier et nécessitent dès lors d'aborder le développement durable en tenant compte de cette complexité (Loorbach, 2007).

Le développement durable concerne un bien collectif. En outre, de nombreux problèmes environnementaux (tels que le changement climatique ou l'appauvrissement des ressources) sont globaux et possèdent des conséquences qui ne sont pas directement visibles à court-terme. Les acteurs privés sont, par conséquent, généralement peu motivés à solutionner de tels problèmes. Les autorités publiques et les citoyens jouent dès lors un rôle crucial pour initier les transitions vers le développement durable (Geels, 2010, 2011). Les contestations provenant de mouvements sociaux vis-à-vis d'aspects du régime sociotechnique que ceux-ci trouvent inacceptables et pour lesquels des changements sont jugés nécessaires peuvent jouer ce rôle d'impulsion (Elzen et al., 2011). Par leurs contestations et leurs actions, les autorités publiques et les citoyens peuvent influencer le cadre économique, le cadre culturel (normes et valeurs) et les pratiques des consommateurs (Geels, 2010; Spaargaren et al., 2012). Comme les solutions les plus « durables » ont souvent des performances relativement faibles, un tel changement de l'environnement de sélection – notamment, économique, politique et normatif – est essentiel afin que ces innovations puissent se développer et remplacer le système existant (Geels, 2011).

Un tel changement de l'environnement de sélection peut stimuler en retour les entreprises à réorienter leurs innovations et leurs activités commerciales (Geels, 2010). Ceci est d'autant plus important que de nombreux secteurs économiques (tels que le secteur agroalimentaire, de la mobilité ou de l'énergie) sont caractérisés par la présence d'entreprises de grande taille, détenant une position dominante. Dès lors, si ces entreprises orientent leurs activités afin de soutenir le développement d'innovations « durables », grâce à leurs ressources et leurs atouts, leur implication est susceptible d'accélérer l'émergence de ces innovations (Geels, 2011).

Les différentes caractéristiques des transitions vers le développement durable mettent en évidence que celles-ci impliquent des interactions entre sphères technologiques, politiques, économiques et socioculturelles (culture, discours, opinion publique) (Geels, 2011). La société joue un rôle clé dans ce type de transition, par le biais des pressions normatives qu'elle peut exercer et des changements de l'environnement de sélection qui en résultent. Afin d'influencer effectivement ces transitions, de telles pressions doivent néanmoins s'aligner avec d'autres processus de changement, au niveau politique, technologique et commercial (Elzen et al., 2011).

7.3 Points forts, limites et choix de la MLP

Les points forts et les limites de la MLP concernent : (i) le rôle de la MLP en tant qu'outil de conceptualisation et d'analyse des transitions ; et (ii) l'utilisation pratique de cette théorie dans les études de cas (Tableau 21).

Tableau 21 Avantages et limites de la perspective multiniveau.

	Points forts	Critiques
Outil d'analyse	Cadre d'analyse heuristique	Complexité des interactions
	Explication des dynamiques	Remise en question de la hiérarchie
	Intègre stabilité et changement	Concepts monolithiques, homogènes
	Approche systémique et multidimensionnelle	Focus sur les niches Caractère "résiduel" du paysage Manque de considération de la dimension spatiale Manque d'agencité
Aspects pratiques	Flexibilité	Difficulté d'opérationnaliser les concepts
	Caractère généralisable	Manque de cohérence
	Association entre approches	méthodologique
	Etendue du champ d'application	
	Historique Développement durable Outil politique	

7.3.1 La MLP comme outil d'analyse des transitions

La MLP est un cadre d'analyse heuristique ayant pour objectif de décrire et d'expliquer les dynamiques complexes caractérisant les transitions sociotechniques, à partir des concepts de paysage, régime et niche (Section 7.1) (Geels, 2002). Contrairement à d'autres approches (les approches par scénarios, par exemple), la MLP ne se focalise dès lors pas uniquement sur l'état final du système, ni sur les futurs plausibles (Foxon et al., 2010; Verbong and Geels, 2010). La MLP permet en outre de tenir compte des deux caractéristiques clés des transitions : la stabilité des régimes existants et le changement issu du développement d'innovations radicales (Geels, 2012).

La MLP est une approche systémique et multidimensionnelle qui s'ouvre à d'autres aspects que les seuls marchés et changements technologiques. Elle explore de multiples éléments – infrastructures, politiques, aspects culturels, comportement des consommateurs – ainsi que les interactions existant entre ces éléments (Geels, 2002). La MLP met notamment l'accent sur les acteurs, leurs stratégies, leurs perceptions, leurs actions et leurs interactions, ainsi que sur d'autres éléments sociétaux tels que les préférences des consommateurs, les institutions et les législations (Raven, 2004; Geels, 2012). Le caractère multidimensionnel de la MLP permet également d'aller au-delà des relations linéaires de cause-à-effet considérées dans d'autres approches (les modèles économiques ou les études en psychologie, par exemple), ainsi que de tenir compte de diverses forces motrices (Geels, 2011, 2012).

La prise en compte d'une telle complexité a cependant été à la source de critiques. La perspective multiniveau nécessite en effet pour sa mise en œuvre de comparer une multitude d'évènements, d'acteurs et de relations (Lachman, 2013). Les concepts de « niveaux » et surtout de hiérarchie entre ces niveaux ont également été remis en question par certains auteurs (voir, par exemple, Shove and Walker, 2010). En réponse à cette critique, Geels (2011) explique que, même si la MLP est souvent caractérisée comme une approche « micro – méso – macro », les trois niveaux analytiques font référence à différents degrés de stabilité et de structuration des pratiques (échelle, nombre d'acteurs) mais n'impliquent pas une hiérarchie entre eux. D'une part, les niches peuvent émerger à l'intérieur comme à l'extérieur des régimes. D'autre part, même si le paysage constitue le contexte externe, celui-ci n'est pas hiérarchisé aux régimes et aux niches. Cette perception de la MLP diffère toutefois des travaux initiaux qui utilisaient la notion de hiérarchie (« *nested hierarchy* » – Geels, 2002).

A plusieurs égards, la MLP a été considérée comme étant trop « homogène et monolithique ». La plupart des travaux se focalisent sur un régime unique faisant face à des pressions provenant d'une (ou de plusieurs) niche(s) et du paysage. Or, dans le cadre de transitions vers le développement durable, le développement de certaines innovations nécessite des interactions entre deux ou plusieurs régimes. A titre d'exemple, analyser l'émergence de la biométhanisation pour la production d'électricité implique de considérer conjointement le régime de l'agriculture et celui de la gestion des déchets (Raven, 2004). Le concept de régime sociotechnique est lui-même présenté, la plupart du temps, comme étant monolithique et négligeant la diversité liée aux différences de contexte (Smith et al., 2005). En réponse à cela, Geels (2011) explique que, même si le régime est vu comme un ensemble cohérent de l'extérieur, celui-ci intègre de la diversité, des tensions internes, des désaccords et des conflits d'intérêt. Enfin, le concept de niche présente également une certaine cohérence en se définissant autour d'un noyau technique, social et normatif. Dans le domaine de l'agriculture, la coexistence d'une diversité d'innovations issues des pratiques locales présente donc un certain décalage vis-à-vis de ce concept (Elzen and Spoeltra, 2010).

Les concepts de niches et de paysage ont aussi été soumis à certaines critiques. La MLP aurait tendance à se focaliser sur les niches pour expliquer les changements du régime (Berkhout et al., 2004 cités par Genus and Coles, 2008). Cette critique concerne essentiellement les premiers travaux utilisant la MLP. Depuis, il a été reconnu que ce sont les interactions et l'alignement entre niveaux qui sont à la source des transitions. Une typologie des voies de transition, centrée sur ces interactions, a d'ailleurs été développée pour surmonter ce biais (Section 7.1.4) (Geels and Schot, 2007; Geels, 2011). Par ailleurs, le paysage constituerait une « catégorie analytique résiduelle », reprenant une diversité d'éléments contextuels (Geels, 2011). En réponse à cela, différentes suggestions ont été émises : (i) réaliser une typologie des changements s'opérant au niveau du paysage ; (ii) porter davantage attention aux éléments du paysage qui stabilisent le régime ; et (iii) étudier la manière dont des changements du régime peuvent influencer le paysage (Geels, 2011).

Enfin, deux lacunes ont été relevées dans le champ d'analyse couvert par la MLP : (i) le manque de considération de la dimension spatiale (Smith et al., 2010) ; et (ii) le manque d'agencéité (« *agency* ») ou de prise en compte des acteurs (Smith et al., 2005). Au niveau spatial, les transitions peuvent faire intervenir différentes échelles (locale, nationale, internationale). Davantage de recherches sont nécessaires à ce sujet, notamment en ce qui concerne les liens et les recoupements entre ces différentes échelles (Smith et al. 2010). En termes d'agencéité, les partisans de la MLP répondent à cette critique en soulignant l'importance des

acteurs dans cette théorie, au niveau des régimes et des niches. Les trajectoires et les alignements multiniveaux décrits sont en effet le fait des groupes sociaux (Geels, 2011). En termes de perspectives, la MLP pourrait toutefois être combinée avec d'autres approches afin de mieux prendre en considération certains types d'agencéité, comme les luttes de pouvoir ou les influences normatives (Geels and Schot, 2007; Geels, 2011).

7.3.2 Aspects pratiques de l'utilisation de la MLP

D'un point de vue pratique, le principal avantage de la MLP est sa flexibilité. Cette flexibilité lui permet d'être généralisée et d'être utilisée dans de nombreux domaines (Lachman, 2013). Elle lui permet également d'être associée à d'autres approches. Cette combinaison entre approches a été réalisée afin de répondre à deux objectifs : (i) combler certaines lacunes de la MLP : Elzen et al. (2011) associent, par exemple, la MLP à certains concepts issus des sciences politiques et de la « *social movement theory* »²⁷ afin d'expliquer comment des pressions normatives peuvent influencer une transition ; ou (ii) contextualiser d'autres approches, telles que la gestion stratégique des niches ou « *strategic niche management* »²⁸ (Schot and Geels, 2008).

A l'inverse, plusieurs auteurs ont mis en évidence la difficulté d'opérationnaliser la MLP et les concepts s'y référant. Ces concepts sont peu précis, notamment en termes de frontières (comment délimiter le régime, les niches, le paysage ?) et de définition de la transition considérée (quel est le point de départ et le point final de la transition ?) (Genus and Coles, 2008; Lachman, 2013). Ces imprécisions risquent de créer de l'ambiguïté et de pousser l'analyste à catégoriser certains phénomènes de manière trop simpliste (Lachman, 2013). Pour Geels (2011), c'est à l'analyste de délimiter les frontières de l'objet qu'il étudie, avant d'opérationnaliser les trois niveaux d'analyse de la MLP. Certains auteurs soulignent néanmoins qu'il est important de développer des méthodes claires pour opérationnaliser la MLP, de même que des méthodes de validation des voies de transition identifiées (Genus and Coles, 2008).

En termes d'application, l'utilité de la MLP a été démontrée dans plusieurs études de cas historiques (Geels and Schot, 2007), ainsi que dans des études de situations contemporaines, notamment dans le contexte des transitions vers le

²⁷ La « *social movement theory* » étudie les conflits opposant des groupes établis. Cette théorie se focalise habituellement sur des aspects politiques (mouvements syndicaux, mouvements de défense des droits humains, etc.) mais a été utilisée, plus récemment, afin d'étudier des innovations technologiques (Elzen et al., 2011).

²⁸ Cf. note de bas de page p152.

développement durable (voir, par exemple, Vandermeulen et al., 2012; Crabbé et al., 2013). L'analyse de ces études de cas a cependant mis en évidence un manque de cohérence méthodologique entre ceux-ci, en ce qui concerne la manière d'identifier le régime et les règles de ce régime, la collecte et l'analyse des données utilisées pour l'analyse (données secondaires *versus* données primaires), ainsi que la justification des différents choix posés par l'analyste, c'est-à-dire la sélection du cas, l'attribution des informations aux catégories de la MLP, la définition des points de départ et de fin des transitions, le rôle de l'innovation et l'articulation des voies de transition (Genus and Coles, 2008).

En réponse à ce manque d'analyse systématique, Geels (2011) reconnaît qu'il a peu développé les aspects méthodologiques dans ses études de cas. Ces analyses avaient davantage un objectif d'illustration et d'exploration que de recherche systématique. La recherche sur la transition, essentiellement basée sur de telles études de cas, devrait dès lors s'enrichir d'approches telles que les études comparatives, les analyses de séquences d'évènements, les analyses de réseaux d'acteurs et la modélisation axée sur les acteurs (Genus and Coles, 2008; Geels, 2011). Selon Geels (2011), la MLP ne devrait toutefois pas être réduite à l'application de procédures méthodologiques mais devrait continuer à être utilisée comme un cadre de travail permettant d'interpréter des études de cas.

Finalement, la MLP présente également un intérêt en termes d'outil politique, par sa capacité à explorer les objectifs et les stratégies politiques à mettre en œuvre pour évoluer vers des systèmes de production plus durables (Verbong and Geels, 2010; Lachman, 2013). A partir des concepts de la MLP, les politiques peuvent adopter deux types de stratégies pour guider une transition de manière efficace : (i) stimuler le développement, l'émergence et la diffusion d'innovations de niche, en atténuant, par exemple, la sélection du marché par l'apport de subsides (Geels, 2012; Lopolito et al., 2013) ; et (ii) augmenter la pression sur le régime, *via* des instruments économiques, tels que des taxes et des réglementations, notamment environnementales (Geels, 2012).

7.3.3 Choix de la MLP comme cadre théorique

La perspective multiniveau ne constitue bien sûr pas l'unique cadre d'analyse permettant d'étudier les transitions dans le domaine de l'agriculture. Plusieurs approches théoriques ont été mobilisées dans la littérature et peuvent être réparties en deux catégories :

- les approches axées sur l'**accompagnement** des transitions et la diffusion de pratiques innovantes au sein des exploitations agricoles, telles que la théorie classique de diffusion des innovations (Rogers, 2003), le cycle de déclenchement du changement (Sutherland et al., 2012), le modèle « Efficience – Substitution – Reconception » (Hill and MacRae, 1995) et l'analyse des trajectoires individuelles d'exploitation (Lamine and Bellon, 2009; Lamine, 2011) ;
- les approches axées sur la **compréhension** et l'analyse des transitions sociotechniques, telles que la gestion stratégique des niches (Roep et al., 2003), les systèmes d'innovation (Klerkx et al., 2010) et la MLP (Geels and Schot, 2007).

Les approches d'accompagnement identifient les séquences typiques intervenant dans une transition, à l'échelle de l'exploitation agricole, afin de préciser les moments favorables auxquels les organismes de conseil peuvent intervenir auprès des agriculteurs pour favoriser la diffusion de pratiques innovantes. Ces approches ont pour point commun de se focaliser sur l'exploitation agricole, sans toujours prendre en considération les acteurs et événements intervenant à d'autres niveaux (à l'échelle de la filière agroalimentaire, par exemple) (Tableau 22). En comparaison, les approches de compréhension conceptualisent les transitions comme des changements sociotechniques et cherchent à en expliquer les dynamiques. Ces approches tiennent compte d'une diversité d'acteurs (les producteurs, les fournisseurs, les acteurs industriels, les consommateurs) et recourent, à des degrés divers, à un raisonnement multiniveau, incluant la stabilité et le verrouillage des systèmes étudiés. Celles-ci n'intègrent, par contre, pas spécifiquement la diversité observée au niveau des agriculteurs, de leurs choix et de leurs stratégies (Tableau 22).

A partir de cette comparaison, la MLP a été choisie comme outil d'analyse dans cette thèse en raison de sa capacité à conceptualiser et à contextualiser les dynamiques d'évolution et de transition, de manière multidimensionnelle et en s'appuyant sur deux éléments clés : la stabilité et le changement. Alors que plusieurs approches se focalisent sur l'échelle de l'exploitation et les aspects agronomiques, la MLP rend possible la prise en compte des relations entre différents acteurs ayant une position clé dans le secteur laitier (les acteurs en amont et en aval de la filière, par exemple). De telles caractéristiques rencontrent dès lors le second objectif de cette thèse qui consiste à étudier les voies d'évolution des exploitations laitières tout en tenant compte du contexte global et de la filière dans lesquels ces exploitations s'insèrent (cf. Chapitre 2).

La flexibilité de ce cadre théorique nous permet en outre de supposer qu'il pourrait être appliqué avec succès au secteur laitier wallon. La possibilité d'associer ce cadre analytique avec d'autres approches – par exemple, l'analyse détaillée des mécanismes de *lock-in* (Chapitre 9) ou l'analyse des trajectoires d'évolution des exploitations (Chapitre 10) – permet de combler certaines des lacunes observées et constitue donc un élément supplémentaire justifiant notre choix. Les diverses critiques, évoquées dans cette section, devront toutefois être gardées à l'esprit afin d'en tenir compte lors de la mobilisation de l'approche et de ses concepts.

Tableau 22 Comparaison des approches théoriques d'accompagnement et de compréhension des transitions des systèmes agricoles.

	Accompagnement des transitions				Analyse et compréhension des transitions		
	Théorie de diffusion des innovations	Cycle de déclenchement du changement	Efficience, Substitution, Reconception	Analyse des trajectoires d'évolution	<i>Strategic niche management</i>	Systèmes d'innovation	<i>Multi-level perspective</i>
Diversité des agriculteurs	v	x	x	v	x	x	x
Echelle de l'exploitation	v	v	v	v	x	x	x
Etude des niches/réseaux d'innovation	x	~	x	~	v	v	~
Diversité d'acteurs	x	x	x	x	v	v	v
Raisonnement multiniveau	x	x	x	x	~	~	v
Stabilité et verrouillage	x	v	x	~	~	~	v

v/x : présence/absence de cette caractéristique au sein de l'approche ; ~ : l'approche tient compte de cette caractéristique sans que celle-ci n'en constitue le noyau.

Sources : Roep et al., 2003; Schot and Geels, 2008; Klerkx et al., 2010; Lamine, 2011; Sutherland et al., 2012 ; Bidaud, 2013.

Chapitre 8

Méthode d'analyse qualitative de l'évolution des systèmes laitiers

Ce chapitre décrit la méthode d'analyse qualitative qui a été utilisée afin d'étudier les trajectoires d'évolution des systèmes laitiers en Wallonie. La première section présente l'étape de collecte des données qualitatives, réalisée à partir d'une enquête par entretiens semi-dirigés. La seconde section résume la manière dont les données collectées ont été traitées et analysées, à partir de la retranscription et du codage des interviews.

8.1 Collecte des données : l'enquête par entretiens

8.1.1 Choix de la méthode

Une méthode de recherche est dite « qualitative » lorsque : (i) les instruments utilisés sont construits pour collecter des données qualitatives, telles que des témoignages ; et (ii) l'analyse de ces données est réalisée de manière qualitative, c'est-à-dire en ressortant le sens des données plutôt qu'en traitant celles-ci de manière statistique (Paillé and Mucchielli, 2008). Ce type de méthode a pour objectif de comprendre et d'interpréter des pratiques et des expériences, en laissant de côté la mesure quantitative de variables (Paillé and Mucchielli, 2008). L'utilisation d'une approche qualitative permet de comprendre et d'intégrer les dimensions agronomique, socio-économique et organisationnelle de problèmes complexes (Vanloqueren and Baret, 2008).

Une démarche qualitative a été menée pour étudier l'évolution des systèmes d'élevage laitier wallons. Cette thématique constitue en effet une question complexe, impliquant de multiples acteurs, niveaux et interactions. Une enquête par entretiens semi-dirigés a été conduite parmi les acteurs du secteur laitier. L'entretien semi-dirigé a pour objectif de recueillir des informations sur un thème, à partir d'un guide d'entretien et d'un dialogue orienté avec la personne interviewée (CIRAD - GRET, 2009). Il permet à la personne rencontrée d'exprimer sa façon de voir et ses connaissances, ainsi que d'évoquer des aspects qui n'avaient pas été prévus au préalable par le guide d'entretien (Vanloqueren, 2007). Ce type d'entretien permet de collecter davantage d'informations que celles recueillies à partir de questionnaires « fermés » qui se limitent aux connaissances préalables de l'enquêteur.

8.1.2 Préparation des entretiens

La phase préparatoire à la réalisation des entretiens semi-dirigés consiste en deux étapes, à savoir : (i) la construction d'un guide d'entretien reprenant les thématiques à aborder lors de l'entretien ; et (ii) le choix des acteurs à interroger.

1. Construction du guide d'entretien

La construction du guide – ou grille – d'entretien consiste à définir une « *liste de questions cohérentes et pertinentes avec l'objet de recherche défini* » (Temporal and Larmarange, 2006). Afin de garder l'aspect « discussion » de l'entretien, il est important que ces questions ne soient pas « fermées » mais consistent plutôt en une série de thématiques à aborder. Dans notre cas, les entretiens avaient pour

principal objectif d'identifier les voies d'évolution des exploitations laitières en Wallonie, en utilisant comme « porte d'entrée » la perspective multiniveau (Chapitre 7) et les trois niveaux s'y référant : le régime sociotechnique, les niches et le paysage. L'idée de départ était de pouvoir décrire ces trois niveaux, dans le contexte de l'élevage laitier, au départ des données issues des entretiens.

Afin de répondre à cet objectif, le guide d'entretien a été structuré autour de trois thématiques : (i) la description de la filière (acteurs, relations entre acteurs, influence des acteurs) et de son contexte (contraintes et atouts du secteur) ; (ii) le concept de durabilité en élevage laitier ; et (iii) les voies d'évolution des exploitations laitières wallonnes (diversité actuelle, évolution de la diversité et obstacles à l'évolution des exploitations) (Annexe B). Le contenu de ce guide d'entretien n'est pas resté statique mais a été légèrement adapté à l'issue des premières rencontres afin de préciser certaines thématiques et de faciliter leur compréhension par les personnes interviewées.

2. Choix des acteurs interrogés

Deux catégories d'acteurs ont été rencontrées au cours de l'enquête : d'une part, des représentants de la filière laitière wallonne (appelés « *stakeholders* ») et, d'autre part, des éleveurs laitiers.

Les *stakeholders* ont été sélectionnés de manière à rencontrer des représentants des différents maillons de la filière. Deux acteurs de la recherche agricole (Centre wallon de Recherches agronomiques et Université de Liège), un représentant de la Fédération Wallonne de l'Agriculture, un représentant de la Filière lait et produits laitiers wallonne, deux personnes actives dans des organismes d'encadrement agricole (Association Wallonne de l'Élevage et Nitrawal), trois représentants de l'industrie laitière (Confédération belge de l'Industrie laitière, une laiterie et Danone) et un représentant de la grande distribution (Carrefour) ont ainsi été interrogés.

En parallèle, six éleveurs laitiers ont été interviewés. Ceux-ci ont été choisis car ils représentaient une diversité de systèmes de production, s'échelonnant d'exploitations fortement spécialisées, proches du modèle agricole dominant, à des exploitations plus diversifiées (lait – cultures, par exemple), recourant à un mode de commercialisation alternatif ou certifiées biologiques. La phase d'entretiens a eu lieu entre novembre 2011 et février 2012, ainsi qu'entre août 2012 et novembre 2012. Celle-ci a été arrêtée lorsque des interviews supplémentaires n'apportaient plus d'informations nouvelles sur les thématiques abordées, c'est-à-dire lorsque notre démarche atteignait la *saturation* (Comeau, 1994).

8.1.3 Déroutement des entretiens

La première prise de contact avec les personnes interrogées a été réalisée par téléphone et consistait à présenter le sujet et les objectifs de la thèse. Toutes les personnes contactées ont accepté la demande d'entretien. L'enquête a débuté par deux entretiens « tests » ayant pour objectif de vérifier la validité du guide d'entretien et son adéquation vis-à-vis de nos objectifs. Ces deux entretiens s'étant avérés intéressants et le guide d'entretien ne nécessitant pas de modifications majeures, les données issues de cette phase de test ont été conservées pour notre analyse.

Les entretiens se sont déroulés sur le lieu de travail de la personne interrogée ou au domicile des éleveurs interviewés. Chaque entretien a débuté par un rappel du sujet et des objectifs du travail. Avant d'entamer le vif du sujet, il était demandé à la personne interrogée de se présenter brièvement (description de l'organisme ou de l'exploitation, rôle de la personne interrogée) afin de pouvoir contextualiser l'interview. Afin d'éviter de trier les informations obtenues de manière inconsciente et afin de se placer dans une logique de discussion ouverte, la majorité des entretiens ont été enregistrés²⁹ (CIRAD - GRET, 2009). La prise de notes a été limitée à mettre sur papier les idées clés des entretiens. En moyenne, les interviews ont duré 1h15. Il a été signalé à chaque acteur rencontré qu'un *feedback* lui serait envoyé au terme du travail.

8.2 Traitement et analyse des données

L'analyse des données qualitatives implique de : (i) retranscrire les données qualitatives ; (ii) définir une grille d'analyse et coder les informations collectées ; et (iii) traiter ces données (Andreani and Conchon, 2005).

8.2.1 Retranscription des entretiens

Au fur et à mesure de la réalisation des entretiens, ceux-ci ont été réécoutés et retranscrits intégralement à partir des enregistrements et des notes complémentaires. La retranscription des entretiens permet de rendre les données d'enquête accessibles pour l'analyse. Elle permet également d'en garder une trace afin de pouvoir s'y référer si de nouvelles questions sur le sujet émergeaient au cours de la recherche (Andreani and Conchon, 2005). Ces retranscriptions ont été

²⁹ Un *stakeholder* n'a pas désiré être enregistré. Dans ce cas, les informations ont été collectées par prise de notes.

réalisées dans des documents Word, ces derniers étant ensuite formatés en documents « .txt » afin de pouvoir être importés dans le logiciel de traitement des données.

8.2.2 Grille d'analyse et codage des retranscriptions

Le codage a pour objectif d'analyser les retranscriptions des entretiens en décrivant, classant et transformant ces données qualitatives brutes selon une grille d'analyse. Cette grille d'analyse est constituée d'un ensemble de mots clefs définis d'après les thématiques abordées dans le guide d'entretien. Elle est structurée en quatre niveaux d'analyse reflétant l'utilisation de la MLP comme « porte d'entrée » pour la construction de notre guide d'entretien (Figure 31) : (i) le paysage informe sur le contexte externe de l'élevage laitier ; (ii) le régime fournit des informations sur la diversité présente actuellement au sein des exploitations laitières wallonnes, sur la structure de la filière et sur certaines normes et pratiques agricoles dominantes ; (iii) les voies d'évolution concernent les aspects relatifs à l'évolution des exploitations et aux éléments freinant le développement de systèmes laitiers capables de faire face aux enjeux actuels ; et (iv) les niches reprennent les systèmes de production identifiés au cours des entretiens par les acteurs et qualifiés d'alternatifs, c'est-à-dire se distinguant du modèle dominant, par ces derniers. Bien que son noyau soit resté stable, la grille a évolué au cours de l'enquête : certains codes initiaux se sont avérés inappropriés, tandis que des codes qui n'avaient pas été envisagés initialement ont été ajoutés.

Le codage des retranscriptions en tant que tel consiste à attribuer les mots clefs issus de la grille d'analyse – les codes – à des sections de texte des entretiens. Dans notre étude, ces codes sont de type descriptif, c'est-à-dire qu'ils attribuent un phénomène à une section de texte, sans suggérer d'interprétation (Miles and Huberman, 2003). Les sections de texte codées peuvent être de taille variable, allant d'une phrase à plusieurs paragraphes. Pour un même entretien, un code peut être attribué à plusieurs sections de texte et, inversement, une section de texte peut être codée avec plusieurs codes. Le codage des retranscriptions permet d'extraire, au départ d'un code, l'ensemble des discours des acteurs relatifs à la thématique concernée. Pour réaliser ce codage, nous avons eu recours au logiciel R et au package RQDA – *R qualitative data analysis* (Huang, 2011). Ce package produit une base de donnée au format *SQLite*. Cette base de données a ensuite été consultée à partir du module *SQLite Manager* dans Mozilla Firefox.

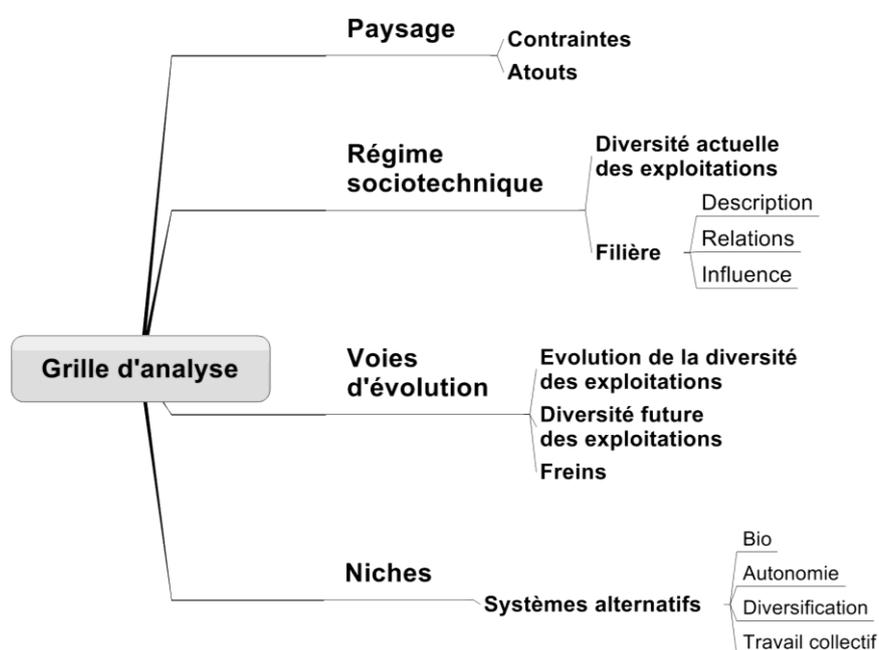


Figure 31 Grille d'analyse des entretiens semi-dirigés.

8.2.3 Analyse des codes et synthèse des données

Une fois la base de données créée, l'analyse a consisté à extraire pour chaque code l'ensemble des segments de texte correspondants. Ces extraits de texte ont été exportés dans un fichier Excel et présentés sous forme de tableau. La première colonne indiquait le nom de la personne interrogée et la seconde reprenait son discours (ou « *verbatim* »). Dans une troisième colonne, un mot clef plus précis, résumant les dires de l'acteur, a ensuite été associé à chaque extrait (Tableau 23). L'objectif de cette étape consistait à caractériser les perceptions des acteurs interrogés pour le code étudié.

Un document de synthèse exhaustif a ensuite été rédigé, au départ de ces tableaux. Ce document avait pour but de résumer, pour chaque thématique, les opinions des acteurs interrogés. Des tendances communes et, dans certains cas, des contradictions entre acteurs ont été mises en évidence. Cette synthèse a été illustrée par des organigrammes (voir, par exemple, Figure 32) plutôt que par des tableaux de fréquence. Le faible nombre d'acteurs interrogés ne permettait, en effet, pas de réaliser un traitement statistique des résultats obtenus. Le fait que cette phase d'entretiens ait atteint la saturation montre cependant qu'une

diversité suffisamment importante d'observations et de perceptions a pu être étudiée à partir des entretiens réalisés.

Tableau 23 Exemple de traitement du code "contraintes".

Acteur	Verbatim	Identification
1	Les facteurs de production sont importants ici. Rien que le sol. (...) C'est un facteur de production important pour l'élevage bovin puisque c'est un élevage lié au sol mais ces terres subissent un tas de pression et on demande un prix de fou.	Coûts de production
2	On sait bien que pour le moment le principal problème des agriculteurs, c'est la volatilité des prix car on ne sait pas piloter.	Volatilité des prix
1	Parce que ça, c'est une contrainte que peut-être je n'ai pas évoquée : les considérations sur le bien-être. Ce sont quelque chose qui, de nouveau normalement, sont le reflet de la société. (...) Et les normes sur le bien-être sont en train aussi de dimensionner nos fermes.	Bien-être animal

Ce document de synthèse a finalement été utilisé pour identifier, à partir des discours des acteurs interrogés, les principales trajectoires d'évolution des exploitations laitières wallonnes, ainsi que les mécanismes de verrouillage technologique caractérisant le secteur laitier. Ces différents éléments ont été confrontés et croisés avec des recherches effectuées dans la littérature grise et la littérature scientifique. Cette étape – qui peut être assimilée, dans une certaine mesure, à une phase de vérification des conclusions (Miles and Huberman, 2003) – a pour objectif de : (i) disposer de données plus complètes ; et (ii) vérifier les résultats obtenus à partir de sources de données supplémentaires. Les principaux résultats de cette phase d'analyse qualitative sont présentés dans le Chapitre 9.

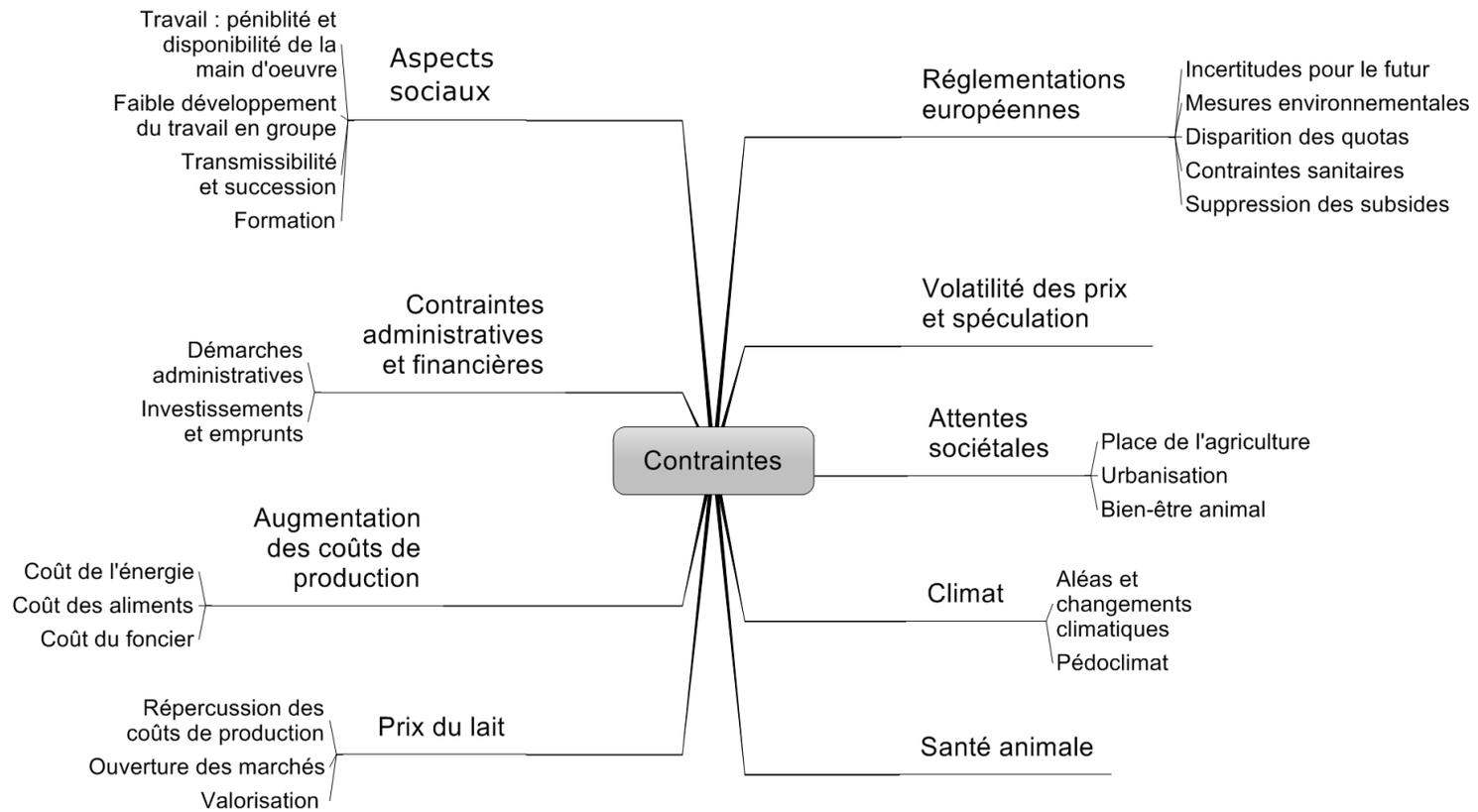


Figure 32 Contraintes auxquelles les éleveurs laitiers wallons sont confrontés.

Chapitre 9

Analysing the evolution of dairy farming systems with a focus on lock-in mechanisms

ABSTRACT

The multiples changes (i.e., environmental, economic, social and political) facing the livestock sector calls the evolution of dairy farming systems into question. This study aims to analyse the evolution trajectories of dairy farming systems in Wallonia (Belgium), using the multi-level perspective and focusing on lock-in mechanisms. We used a methodological approach combining a survey among the stakeholders of the sector and searches in the grey and scientific literature. The future evolution of dairy farming systems was characterised by a “dualisation” between: (1) a mainstream model focusing on increase in farm size, production intensity and specialisation; and (2) alternative models involving initiatives deviating from this trend and constituting promising niche developments, e.g., activity diversification and collective initiatives. This evolution was associated with a lock-in situation of the sector: we identified lock-in mechanisms at seven levels of the regime, including actor beliefs and practices. Activities of many stakeholders are mainly oriented towards the mainstream model due to the perception associating this model with economies of scale, greater farm profitability and competitiveness. The development of alternative practices are consequently hampered and maintained at a low level of structuration. Considering these lock-in mechanisms is a crucial step to define levers of action in order to promote sustainable farming systems.

KEYWORDS: dairy farming; socio-technical regime; transition; multi-level perspective; lock-in.

9.1 Introduction

During the past 15 years, European livestock farming systems have been faced with various challenges concerning environmental, economic, social and political aspects. These relate mainly to the high volatility in agricultural product prices; increases in input costs; more stringent environmental regulations; climate change; new social demands, e.g., environmentally friendly practices, animal welfare and product quality; changes in the social and economic role of the farmer in the society; land-use competition with urbanization and biofuels production; and changes in agricultural policy, e.g., with regard to quotas and subsidies (Darnhofer et al., 2010a; Astigarraga and Ingrand, 2011; Meynard and Casabianca, 2011). Consequently, even if farmers have always been confronted with an uncertain environment in terms of weather and prices, they now have to manage more diverse sources of uncertainty and increasing pace of change (Darnhofer et al.,

2010a). Such a context raises the question of the evolution and transition of livestock farming systems to cope with these challenges and sources of uncertainty.

Several approaches and models have been used to study transitions and changes in the agricultural sector. Some of them have focused on changes operating at farm level and the way such changes could be supported, e.g., the classical theories of adoption and diffusion of innovations (Rogers, 2003), the “efficiency-substitution-redesign” model (Hill and MacRae, 1995), the “triggering change cycle” (Sutherland et al., 2012), and the analysis of farm evolution trajectories (e.g., Lamine, 2011). Other theoretical frameworks consider transitions as long-term systemic changes, which do not only concern technological aspects, but also user practices, infrastructures, markets, policy, scientific knowledge and cultural meanings (Geels, 2011). These frameworks have been developed to understand and analyse the multiple dynamics involved in transitions. For instance, the strategic niche management (e.g., Roep et al., 2003), the innovation system approach (e.g., Klerkx et al., 2010) and the multi-level perspective (e.g., Fares et al., 2012; Vrijs, 2012; Meynard et al., 2013) were used to analyse transitions of agricultural systems.

Among these approaches, the multi-level perspective (MLP) has been little used to study the evolution of livestock and dairy farming systems (Elzen et al., 2011; Vrijs, 2012). This approach has, however, the benefit of going far beyond the restricted focus on farm level and agronomical aspects, allowing the relationships among all actors involved in the sector, e.g., upstream and downstream stakeholders, to be included in the analysis. In addition, this theory analyses transition dynamics by taking account of their multi-dimensional nature, i.e., interactions between industry, technology, markets, policy, culture and civil society (Geels, 2012). It also considers two key aspects of transitions: the stability of socio-technical systems and the changes derived from the emergence of innovations. On the one hand, existing systems are characterised by dynamic stability, with incremental changes occurring along predictable trajectories. On the other hand, radical innovations struggle against these systems to emerge and bring major change (Geels, 2012).

Innovations are categorised into two classes: (1) the technological innovations, i.e., new technologies or techniques, on which the existing literature has mainly focused; and (2) the non-technological innovations, i.e., innovative practices, such as value chain reconfigurations and collective initiatives, involving organisational changes, based on the acquisition of knowledge and sometimes requiring a redesign of the whole production system (Padel, 2001; Klerkx et al., 2010; Lichtfouse et al., 2010). This second type of innovations is increasingly considered as relevant because it provides bottom-up solutions tailored to local situations, concerns and values of involved stakeholders (Seyfang and Longhurst, 2013).

The development and emergence of innovations are hindered by several mechanisms, e.g., shared beliefs and consumption patterns, explaining the stability of the existing system (Geels, 2012). These mechanisms possibly lead to a lock-in situation when they are cumulative and mutually reinforcing (Vanloqueren and Baret, 2008). In the literature, lock-in situations have often been studied from a comparative perspective, analysing an innovation with respect to a dominant – or mainstream – technology, e.g. the development of the organic meat production system with respect to the conventional system based on the bovine breed “Blanc-Bleu Belge” (Stassart and Jamar, 2008). More rarely, lock-in case studies have been analysed from a prospective perspective. This second perspective considers the evolution of the system and the mechanisms hindering the future development of alternative innovations in this system, e.g., the crop diversification in a system oriented towards simplification and specialisation (Meynard et al., 2013).

In this context, the aim of this work is to study the evolution of dairy farming systems and the potential lock-in mechanisms characterising the current socio-technical system, through a prospective perspective. We tackle this objective with a specific case study analysing dairy farms in Wallonia, i.e., the southern part of Belgium (cf. Section 1.2). In this chapter, the multi-level perspective is used as theoretical framework to contextualise evolution trajectories and lock-in mechanisms of the Walloon dairy sector (cf. Chapter 7). We use a qualitative methodological approach based on open-ended interviews with farmers and stakeholders in the dairy sector and food chain, supplemented with data coming from the scientific and grey literature (cf. Chapter 8).

This chapter firstly describes the way the concepts of MLP were applied to the case study. Secondly, the main results of our analysis are presented, namely the evolution scenario of dairy farming systems and lock-in mechanisms. The last section considers the transition of dairy farming systems towards sustainability as perspective for this work, discusses advantages and limitations of using MLP in this context and addresses the limitations associated to the analysis scale used in this study.

9.2 Applying the MLP to the case study

In order to apply the multi-level perspective to our case study, we implemented the concepts of regime, niche and landscape with an empirical focus on dairy farms, their practices and their norms. We used an embeddedness approach taking into account the relations of the farmers with other stakeholders of the sector, e.g., suppliers, dairy industries and advisers (Elzen et al., 2011). These relations are likely

to affect the evolution of dairy farms in two ways. On the one hand, these relations, as well as the global structure of the dairy chain, can involve lock-in mechanisms explaining the stability of the incumbent regime (Lamine, 2011). On the other hand, civil society actors – e.g., social movements such as environmental NGO's – can exert normative pressures and influence the selection environment of the regime (for instance, the consumer preferences, market demand, and policy) (Elzen et al., 2011).

Based on this focus on dairy production, we considered the model of modern agriculture, characterised by an objective of continued scale increase and intensification, and considerable use of external inputs (e.g., fertilisers, pesticides), as the mainstream model around which the **regime** is structured (van der Ploeg, 2000; Hassink et al., 2013). At the level of dairy production systems, the regime is oriented towards the specialisation and mechanisation of farm activities and the improvement of animal productivity, associated with the use of specialised dairy breeds and high proportions of feed concentrates (Pflimlin, 2010). Regarding the actor networks, dairy farmers in the regime are part of the conventional dairy chain, characterised by the major role of the dairy industry and supermarkets in the collection, transformation and distribution of dairy products (cf. Figure 7, p19). This regime constitutes a semi-coherent set of practices, norms and actors networks (cf. Chapter 7).

From the operationalization of the regime concept, we defined innovation **niches** as alternative dairy farming systems that differ from the regime in terms of production practices (e.g., input self-sufficient practices), work organisation (e.g., collective initiatives) and/or milk commercialisation (e.g., on-farm sale). From this definition, the analysis of farmer and stakeholder discourses identified the following niches (also called alternative models): dairy farming systems with diversified agricultural and/or non-agricultural activities (e.g., agritourism, educational farms, and ecosystem services), systems focusing on input self-sufficiency, organic dairy farming, farms using alternative market chains (e.g., direct sale and short channels) and collective initiatives related to the production process or dairy product commercialisation.

Compared with the description given in Chapter 7 (Section 7.1.2), we acknowledge the presence of tensions between the theoretical and operational definition of niche. Theoretically, a niche should be characterised by practices, technologies and actors differing from those in the regime and creating their own structures and rules (Lutz and Schachinger, 2013). In our case study, however, the niches do not appear to break with the regime in a systemic way: they deviate from the regime

for one or several aspects (e.g., self-sufficient practices instead of an intensive use of inputs) but keep strong links with the regime (e.g., in terms of actor networks).

Considering the process of “insularisation” (Vankeerberghen et al., 2014) provides the possibility to bridge partially this gap between theory and practice. This notion recognises that some niches – such as the conservation agriculture in Wallonia – can emerge within the regime, rather than on the fringe of this regime. In this process, farmers break away from specific aspects of the regime (e.g., the tillage) but keep a normative continuity with the regime (e.g., the objective of productivity). Over time, such breaking may be extended to other regime dimensions, thereby opening new spaces for learning and practices. According to their trajectories, farmers either maintain strong ties with the regime, or break through regime practices and norms, with various degrees of *insularisation* (Vankeerberghen et al., 2014).

On the basis of this theory, the innovation niches that we address in this chapter, as well as in Chapter 10, should be considered as “islands” maintaining strong or weak links with the regime. Despite the existing tensions, conceptualising such systems as niches aims to study their potential to foster wider transformations of the dominant dairy regime.

The third concept of the MLP is the external **landscape**. In this work, we considered as landscape developments the various constraints the farmers are confronted with: political evolutions (e.g., more stringent environmental regulations, abolition of quotas); economic fluctuations of milk price and input costs; changes in societal values and expectations, for instance with respect to the environmental impact of production systems and product quality; and aspects related to pedoclimatic conditions (e.g., influence of the soil on land use) and climate change (e.g., impact of droughts). These elements were derived both from interviews and from grey and scientific literature.

9.3 Results

9.3.1 Evolution scenario

According to stakeholder discourses, the future evolution of the dairy farming sector would be similar than that observed in the past, i.e., a decrease in the number of farms and an increase in farm size. These farms would be more specialised in dairy production, more intensive, more automated – with for instance automatic milking systems – and would tend to reduce cow grazing. The

stakeholders also mentioned the presence, in the future, of several niches deviating from this trend. In other words, the evolution trajectories of dairy farming systems would be characterised by a “dualisation” of the systems with a sharp decrease in the farms having an intermediate position between the mainstream and alternative models. However, such a trajectory would highly depend on uncertain landscape events, such as political decisions and economic events.

Some landscape developments, such as the abolition of quotas and resulting increase in competitiveness between farms, tend to stabilise the regime and reinforce the evolution of farms towards the mainstream model. Conversely, other landscape changes, such as changes in societal expectations, exert destabilising pressure on the regime. Furthermore, some social constraints are not part of the landscape but constitute internal tensions within the regime, e.g., issues of working time and conditions, as well as transmissibility and succession of farms. These concern both farms of regime and niches.

Despite the existence of pressures destabilising the regime, the evolution scenario identified by the stakeholders does not involve radical change of the regime. In this trend scenario, the farms “*evolve in the future in the same way than in the past*” (Giraud, 1999). This scenario could be explained by the alignment of mechanisms leading to a lock-in situation of the dairy sector. In the Section 9.3.2, we address the following research question: is the Walloon dairy sector locked in around the evolution of dairy farms towards larger, more specialised and intensive dairy systems?

9.3.2 Lock-in mechanisms

On the basis of interviews and literature searches, various lock-in mechanisms were identified (Table 24). They were grouped according to the regime dimensions to which they relate: shared beliefs and discourses, practices, infrastructures and investments, regulations, relationships between stakeholders, skills and knowledge, and consumer behaviour.

1. Shared beliefs and discourses

According to several stakeholders, the maximisation of the milk yield constitutes the main production objective for many dairy farmers. This shared norm illustrates the concept of “good farming ideals” developed by Burton (Burton, 2004 cited by Sutherland et al., 2012). According to this concept, “*farmers receive social standing through their adherence to principles based on values and standards embedded in*

farming culture" (e.g., high yields, tidy fields and good quality livestock) (Sutherland and Darnhofer, 2012). This cultural lock-in is reflected in the farmer refusal to consider specific alternatives due to the loss of social position associated with adopting such approaches (Sutherland et al., 2012). In the dairy sector, more specifically, this common norm of productivity probably also results from the industrialisation process limiting the professional identity of the dairy farmer to a milk supplier function (Vatin, 1990) (cf. Section 1.2.4).

Table 24 Lock-in mechanisms of the Walloon dairy sector.

Types of lock-in mechanisms	Description
Shared beliefs and discourses	Objective of yield maximisation Positive impact of increasing size, intensity and specialisation on economies of scale, farm profitability and competitiveness
Agricultural practices	Dependence on existing routines Dominance of Holstein breed
Infrastructures and investments	Heavy and long-term investments at farm level In the dairy industry: collection and production facilities centred on the production of milk powder, drinking milk and butter
Regulations	Stringent sanitary regulations
Relationships between stakeholders	Between farmers: lack of cooperation Between farmers and dairies: rationalisation of collection costs Between farmers and the downstream level: power relationships
Skills and knowledge	Advice and education services oriented towards the mainstream model Scientific research oriented towards the mainstream model
Consumer behaviour	Accustomed to low-cost food purchases Accustomed to purchases in supermarkets Consumer deskilling

Bold: lock-in mechanisms specific to the dairy sector.

Furthermore, increasing farm size, intensity (e.g., production per cow and per hectare) and specialisation are often associated by farmers and stakeholders of the dairy sector with economies of scale, as well as greater farm profitability and competitiveness³⁰. A survey performed for the European project *Optimir* among

³⁰ This relationship is analysed from quantitative data in Appendix C.

200 Belgian farmers showed that milk yield and quality were viewed as the second most important criterion for farm profitability, after health-related aspects. Nearly 30 % of the farmers considered milk yield and quality as being crucial for their profitability (Association Wallonne de l'Élevage, 2012).

Faced with an uncertain context, e.g., regarding milk price volatility or changes in agricultural policies, our interviews also highlighted that farmers adapt their structure and practices according to these shared beliefs. They tend to increase farm size, milk yield, specialisation and automation because they associate these evolutions with an improvement of their competitiveness and an increase in their profitability.

2. Agricultural practices

The first mechanism related to agricultural practices concerns the routines in which some producers are established: they produce milk today as they did in the past and are reluctant to develop radically new practices. Such habitus are closely related to productivity-based symbols of “good farming ideals” (cf. point 1) and societal trends (Sutherland and Darnhofer, 2012). For example, the farm profitability is still often associated with maximising the yield instead of optimising the production, herd size and labour. There is too little attention paid to the management of the farm as an enterprise. In this respect, a farmer mentioned:

We have worked for more than 20 years with an (accounting) management software. He (the supplier of this software) says: it is staggering to realise that a large proportion of farmers have not computerised their farm management.

The second mechanism is the dominance of the Holstein breed in the Walloon dairy sector. In 2011, 83 % of the dairy cows recorded in Wallonia belonged to this breed (SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2011). From an historical point of view, the dominance of the Holstein breed was associated with increased milk productivity and specialisation of production systems (Pflimlin, 2010). Compared with cows of non-specialised breeds (i.e., used for meat *and* milk production), Holstein cows require richer diets, thereby increasing the use of concentrates and maize silage. Reproduction and health problems are also more frequent with this breed (Pflimlin, 2010). While the Holstein breed is dominant in conventional farms, more diversity is found in organic farms. According to a survey performed among 118 organic dairy farmers in 2011, about 50 % of these farms used non-specialised breeds, such as “Blanc-Bleu Mixte” or “Normande” breeds (Henrotte et al., 2011).

3. Infrastructures and investments

According to stakeholder discourses, investments are needed at farm level to ensure the viability of the farm, e.g., in order to modernise and mechanise the farm. Such investments are often heavy and performed on the long term. They consequently reduce the ability of the farm to adapt more or less rapidly to external changes, for instance by developing alternative systems, especially if these systems require new investments. The survey performed for the *Optimir* project confirmed that the postponement of investments is the first strategy used by dairy farmers to cope with low selling milk prices (Association Wallonne de l'Élevage, 2012).

At the downstream level, the infrastructures of the Walloon dairy industry are centred on the production of milk powder, butter and drinking milk, i.e., products with low added value. This orientation is explained historically by the situation of overproduction in the 1970s and the need to develop dairy products suitable for conservation, storage and transport (Vatin, 1990) (cf. Section 1.2.4). Heavy investments involved in these infrastructures tend to hinder the development of alternative dairy products, e.g., products meeting strict specifications such as a protected designation of origin (PDO), and consequently the development of alternative production systems. According to an analysis of the Walloon dairy chain, developing differentiated quality products involves having specific production lines and storage areas to separate these products from the standard products. In addition, such differentiated products concern lower milk volumes, thereby reducing the possibilities of economies of scale for the new investments (Maquet, 2012).

4. Regulations

For several stakeholders, the increasingly stringent sanitary regulations – coming from the European policy – constitute an obstacle to the development of activities of on-farm milk processing. These sanitary norms were developed in line with the industrialisation process of the dairy sector and would therefore not be adapted to the characteristics of smaller structures, e.g., artisanal cheese dairies or on-farm processing, especially regarding raw milk processing. They could therefore affect negatively the diversity of dairy products developed in Walloon farms. This observation was confirmed by a SWOT analysis³¹ performed on the basis of a survey among the stakeholders of the downstream Walloon dairy sector. This analysis reported that sanitary regulations and controls are considered as threats

³¹ The SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis is a diagnosis tool aiming to identify the aspects to be included in the development strategy of a sector or a project (Maquet, 2012).

by the stakeholders involved in short channels of milk processing and direct sale. Indeed, meeting such standards require them to make large investments (Maquet, 2012).

5. Relationships between stakeholders

Our interviews showed that the dairy sector is characterised by a lack of cooperation between farmers. Associations of farmers could be interesting for multiple aspects (e.g., purchase of inputs, use of machinery, milk sale, farm management or exchange of experience) in order to increase the bargaining power of the farmers, to reduce production costs and to rationalise work organisation. However, they are still underdeveloped in Wallonia, for instance compared with France. Two reasons were suggested by the stakeholders: (1) the individualistic attitude of the farmers; and (2) the lack of skills and advices with respect to this cooperation dimension. These elements match with the results of a workshop organised in 2010 with about 30 stakeholders of the Walloon dairy sector, for the European project *Dairyman*. This workshop identified the need of developing a mediation service to stimulate these types of cooperation between dairy farmers (CRA-W, 2011).

The second mechanism related to relationships concerns the interactions between farmers and dairies. Our survey identified the rationalisation of dairy collection costs as a factor inciting the farmers to increase farm size. Indeed, as mentioned in an analysis of the downstream dairy sector (Maquet, 2012), the profitability of dairies depends on the distance from the farms where they collect milk. This distance should therefore be reduced (radius of maximum 100-150 km), which involves collecting high volumes of milk relatively close to the dairy (Maquet, 2012). This mechanism could be reinforced by the increasing economic dependence of the farmer on the dairy. A report of the European Milk Board associated this dependence with two aspects: (1) the generalised obligation of delivering the whole production to the same dairy; and (2) the low number of dairies collecting milk, as it is the case in Wallonia (EMB, 2012).

The third mechanism relates to power relationships between farmers and stakeholders of the downstream sector regarding the milk price. According to interviewees, milk price constitutes a key issue responsible for the economic fragility and the decrease in the number of farms. Indeed, in the mainstream market channel, farmers do not fix selling prices in accordance with their production costs. Although milk powder price on the international market was recognised as mainly affecting the price, other elements were mentioned during the interviews to explain this situation: competition between downstream

operators, concentration of these operators and increase in their economic size, prohibition of price cartel by the European regulation and lack of cooperation between farmers in terms of marketing³². As underlined by Sutherland et al. (2012), a situation of economic fragility limits the options available for the farmers and therefore hampers their ability to develop alternative practices.

6. Skills and knowledge

According to our survey, advice and education services present several shortcomings hindering the development of alternative production systems. First, a major part of the advices provided to the farmer is commercial, i.e., performed by supplier commercial firms. Such advices would be oriented towards a more intensive use of inputs and would therefore hamper the development of self-sufficient practices. Second, stakeholders identified a lack of advice and education specifically dealing with alternative practices, e.g., self-sufficient production or milk processing. In terms of advice, the gaps observed could be related to the multiplicity and lack of structuration of the existing services: even if such services exist, the farmers do not know where to get information and assistance when they have questions.

These observations were confirmed by the results of the *Dairyman* workshop. During this workshop, the stakeholders mentioned that both advice and education services are mainly oriented towards the objectives of increasing farm size, productivity and modernisation (CRA-W, 2011). Furthermore, other institutional stakeholders involved in the dairy sector are universities, research centres and other scientific actors. A study carried out in 2006 in Flanders about the local food systems concluded that these stakeholders mainly focus on the mainstream discourse, i.e., productivity and market production, and provide less research effort regarding alternative strategies (Mathijs, 2012).

7. Consumer behaviour

The first mechanism related to consumer behaviour concerns product prices. Based on our results, most consumers would seek low-cost food products. By way of illustration, a survey performed among 654 Belgian consumers in 2012 showed that the price was the first criterion to choose a food product: 53 % of the consumers cited this economic aspect, while food quality was mentioned by 18 % of the

³² As in other European regions, a lot of dairies collecting milk in Wallonia are cooperatives. However, they do no longer have as main goal the defense of member interests for several reasons: increase in the cooperative size, presence of producer and non-producer members in the cooperative with contrasted interests, economic dependence of the farmer on the dairy, externalisation of activities in private firms, influence of the international price and concurrence with other dairies (EMB, 2012).

respondents (CRIOC, 2012). Secondly, consumers use to go to supermarkets to buy their food products because these stores have the advantage of gathering a variety of products in the same location.

Both aspects were viewed as obstacles for the development of differentiated quality products. Indeed, these products tend to be more expensive than standardised ones and are often commercialised through alternative market channels (e.g., on-farm sale, local markets and stores). This result is in line with the SWOT analysis of the dairy sector that identified some consumer behaviours as a threat for artisanal cheese dairies. This analysis mentioned that the consumer behaviour is based on various parameters – i.e., quality perception, purchasing power, philosophy (sustainability, organic, fair-trade, short channels), nutritional and health-related issues – that influence either positively or negatively the purchase of artisanal dairy products on the basis of consumer priorities (Maquet, 2012).

In this regard, however, a major issue is the process of “consumer deskilling” in the food system: the lack of knowledge of consumers stops them to make relevant decisions about the multiple dimensions of quality, including the influence of a specific diet on the health, sustainability and economic development (Jaffe and Gertler, 2006). Manifestations of deskilling are, for instance, the decline of home-made meals and the decline of knowledge about the production practices, farm economics and structure. Consumer deskilling is explained by the increased distance between producers and consumers, allowing the consumption patterns to be manipulated by the agrifood industry (through advertising campaigns, product standardisation, nutritional labelling) (Jaffe and Gertler, 2006; Spaargaren et al., 2012). Resulting from this disconnection, farmers are informed of the consumer demands by the food processors, manufacturers and retailers. On the other hand, farmers who want to develop alternative practices encounter considerable difficulties to educate, “reskill” potential customers (Jaffe and Gertler, 2006).

8. Agricultural treadmill and logic of intensification

From an historical point of view, the focus of dairy farmers on intensification, namely milk productivity, can also be related to the concept of “agricultural treadmill” introduced by Cochrane in 1958 (Levis and Cochrane, 1996). According to this notion, farmers are on a treadmill of adoption of new technologies: new technologies are adopted to achieve economies of scale, leading to decreased commodity prices and the necessity to make new investments in technology. From this concept, Ward (1993 cited by Sutherland et al., 2012) suggested that this treadmill became a logic of intensification embedded in the farm culture, resulting

from the production-oriented policies of the Post-Second World War period. During this period, agricultural subsidies were based on the output level, which pushed the farmers to consider the gross yield as their main production objective (Vanloqueren and Baret, 2008). These policies also influenced breeding objectives – illustrated in our case study by the dominance of the Holstein breed – as well as criteria of evaluation of farm performance in extension and advice services (Vanloqueren and Baret, 2008).

9. Lock-in of the dairy sector

Among the lock-in mechanisms described in this section, some are general in the agricultural sector: for instance, the central role of gross yield in farm practices and extension services was also pointed by Vanloqueren and Baret (2008) in their study of the Walloon cereal sector. In parallel some of the mechanisms identified are specific to the dairy sector: the dominance of Holstein breed, orientation of dairy infrastructures towards low value-added products, power relationships between farmers and dairies, and stringent sanitary regulations (Table 24). These aspects are closely related to the historical trajectory of the dairy industry and the characterisation of milk as an industrial and standardised product (cf. Chapter 1, Section 1.2.4). The historical co-evolution and alignment of these material, normative, social and institutional dimensions suggest a lock-in situation of the dairy sector around the mainstream model of farming. Many dairy stakeholders have structured their practices and strategies around this model because they associate the increase in farm size, intensity and specialisation with economies of scale, greater profitability and competitiveness. It explains why successful alternative models, such as self-sufficient methods of production or alternative market chains, are not more developed and widely adopted. Such results are crucial in order to define levers of action, notably at a political level, to stimulate the development of sustainable dairy farming systems.

9.4 Discussion

9.4.1 The transition of dairy farming systems towards sustainability

Since sustainability has become a key topic in the agricultural sector (Vrijs, 2012), this work raises the issue of the sustainability of the mainstream farm model. This model and the associated evolution – e.g., increase in farm size, intensification, decrease in grazing – is currently being called into question by the society due to the pressure exerted on the environment and animal welfare (ten Napel et al.,

2011). Therefore, even if this trend evolution seems to be less pronounced in Wallonia than in other European regions such as Flanders and the Netherlands, considering the transition of dairy farming systems towards sustainability could constitute the main perspective for this work.

Our analysis provided a global picture of the sector evolution but did not consider radical transition pathways to cope with current external changes and sustainability challenges. From interviews, we noticed the lack of projection of the farmers and stakeholders concerning the future of the sector. They explained this by the uncertainty characterising the future pattern of policy and landscape developments. In addition, the actors are highly grounded in the present, their constraints, practices and beliefs. Therefore, although these stakeholders have a comprehensive knowledge of the sector, they are maybe not sufficiently detached to provide a long-term vision of the sector evolution.

Potential transition pathways were suggested in Figure 33, based on the typology of Geels and Schot (2007) (cf. Chapter 7). In response to moderate landscape pressures (e.g., decrease in milk price) or criticisms from regime outsiders (e.g., due to the environmental impact of intensive farming), the regime actors – i.e., farmers and other sectorial stakeholders – could adopt some specific niche practices and reorient gradually their activities. In this path, the niche practices that are transferred in the socio-technical regime need to be competitive under the incumbent regime: they have to fit into and conform to an unchanged environment selection (Smith and Raven, 2012 – cf. Chapter 7). We found several examples of such transfers in our interviews: e.g., the sale of a part of the milk production through short channels in large farms and the sale of local dairy products processed on farm in supermarkets. Cumulative adjustments of regime actor activities could eventually lead to a *transformation* of the regime (cf. Chapter 7). This pathway does not involve a radical shift of the regime: some practices change but the other elements of the regime, i.e., regime actors and rules, usually remain similar.

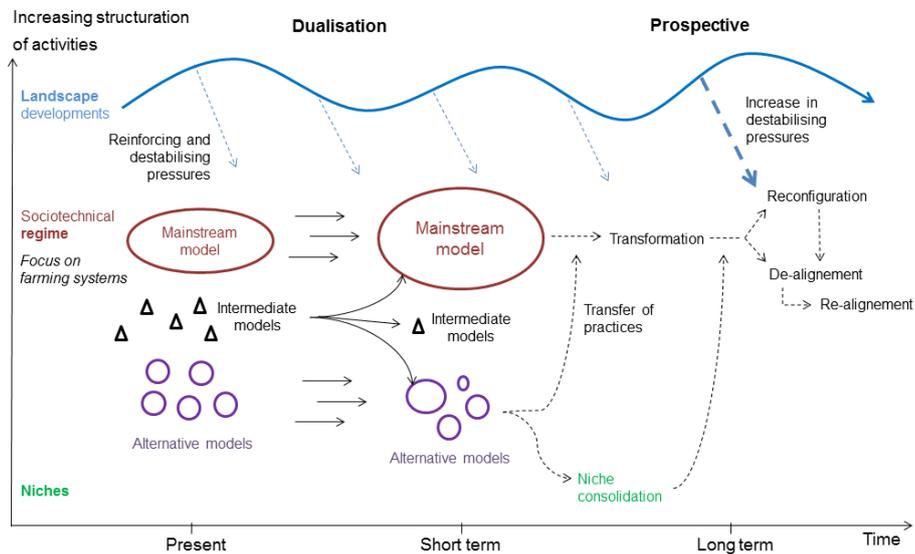


Figure 33 Multi-level perspective of the evolution of the dairy sector in Wallonia: “dualisation” of dairy systems based on stakeholder discourses and prospective view of transition pathways derived from the typology presented by Geels and Schot (2007).

In the long run, more radical transition pathways (i.e., *reconfiguration* or *de-alignment/re-alignment*), as well as a *sequence* of several pathways (i.e., a pathway of *reconfiguration* followed by a pathway of *de-alignment and re-alignment*), could lead to a major restructuring of the regime (Figure 33). These pathways require an increase in the pressure exerted on the regime. This pressure could come from landscape developments or criticisms from outsiders (i.e., normative pressures). On the one hand, substantial changes in the agricultural context (e.g., CAP reforms, cross-compliance, and demand for certified organic products) are likely to affect the symbols of “good farming ideals” and stimulate the emergence of “creative responses” (Sutherland and Darnhofer, 2012). On the other hand, regime outsiders – e.g., social movements or outside researchers – play a crucial role in sustainability transitions. These actors “*translate landscape pressures and draw attention to negative externalities, which are neglected by regime insiders*” (Geels and Schot, 2007). In this way, they are able to modify the selection environments in a direction favourable to the emergence of niche innovations. The efficiency of outsider contestations – or normative pressures – in influencing the transition depends on two elements: (1) the strength of this normative pressure; and (2) the alignment of this pressure with other socio-technical developments, at market, political and technological levels (Elzen et al., 2011).

First, the expected evolution of the dairy sector – e.g., increase in farm size and decrease in grazing – tends to influence negatively the image that the society has of the sector. Consequently, the normative pressure exerted on the regime is expected to increase in the coming years. However, to strengthen further this pressure, other processes, such as focusing on specific sustainability aspects and developing the emotional appeal of the issues considered, should also be considered (Vrijs, 2012). In the Netherlands, for instance, the cultural framing around the issue of decrease in cow grazing reinforced the societal pressure exerted on the regime and played a favourable role in the return to grazing. In addition, from an emotional point of view, this issue was strongly related to the cultural heritage and issue of animal welfare (van Amstel et al., 2012).

Second, to bring substantial regime change, this normative pressure should align with changes in regulations, consumer preferences and supermarket policies (Elzen et al., 2011). In our case study, this alignment is hampered by various lock-in mechanisms. For instance, the consumer preferences for the cheapest products and the mainstream orientation of supermarkets hinder this alignment. From a political point of view, even if some regulations translate the expectations of the society (e.g., animal welfare and environmental regulations), other ones, such as sanitary regulations, restrict the development of alternative market channels. These lock-in mechanisms should therefore be taken into account, for instance for the orientation of regulations and institutional reforms.

Furthermore, normative pressure should also align with the development of appropriate niche innovations, i.e., responding to the problems caused by the regime (Elzen et al., 2011). In the dairy sector, despite the existence of alternative farming models, consolidating such niches in terms of rules, actor networks and techniques is probably needed so that it may be able to benefit from the “window of opportunity” opened by the pressure exerted on the regime (Schot and Geels, 2008). Besides this process of maturation, the niche also needs to be “empowered”, by enabling it to change the mainstream environment selections and subsequently affect favourably the adoption of sustainable niche innovations (Smith and Raven, 2012).

Additional difficulties related to the use of sustainability as normative objective in transitions need to be considered in the perspective of exploring further such transitions. Measuring the sustainability performance of farming systems and generalising these results are difficult and controversial due to the numerous existing assessment methods and the influence of the structural context (e.g., pedoclimatic conditions) on the results (Lebacqz et al., 2013). In addition, there is currently no consensus about what is a sustainable dairy farming system (Vrijs,

2012). While the relevance of combining environmental, economic and social dimensions is recognised, sustainability remains an ambiguous concept having a dynamic dimension and different meanings from one stakeholder to another. For instance, in our case study, some actors considered the economic pillar as a priority, while other ones viewed the three pillars as objectives of equal value. As concluded by Bidaud (2013), the transition towards sustainable systems therefore involves taking into account a diversity of innovations, stakeholders, perceptions and adaptations, according to local context and historical choices.

9.4.2 Using the multi-level perspective to study the evolution of the dairy sector

Our study shows that the multi-level perspective provides a relevant general framework to analyse evolution trajectories and lock-in mechanisms of the dairy sector. Firstly, this approach allowed our results to be contextualised by referring to multiple levels – i.e., landscape, regime and niche – and to interactions between and within these levels. In this way, we gain further insights into transition dynamics characterising the sector (e.g., the link between the trend evolution of the sector and the lock-in mechanisms). Secondly, contrary to the analysis of past farm trajectories (e.g., Lamine, 2011), MLP allowed us to make this analysis from a prospective perspective with a focus on the future evolution of the dairy sector. Thirdly, using MLP allowed us to consider all actors of the sector – i.e., farmers but also consumers, institutional, policy, upstream and downstream stakeholders – in our analysis. This is crucial because relationships between them may involve lock-in mechanisms or exert pressure on the regime. In this regard, MLP matched well with our sectorial perspective.

Several studies illustrated the value of combining the multi-level perspective with auxiliary approaches according to the objectives of the analyst (Geels, 2011). In this regard, we used the MLP as main theoretical framework but combined it with an in-depth analysis of lock-in mechanisms. Identifying these mechanisms is necessary to point out levers of action and promote the development of innovative agricultural systems (Bidaud, 2013). Our approach could nevertheless be improved by considering additional theories in order to better consider niche innovations. For instance, using strategic niche management (i.e., an approach studying the influence of niche creation and management on transitions) would allow the niche processes to be better considered. Furthermore, the analysis of trajectories of farmers involved in alternative systems could be used in a complementary way to gain further insights into the way to overcome the lock-in mechanisms, as well as

the main drivers and obstacles involved in these transitions. Such an approach will be considered in Chapter 10.

9.4.3 The starting point of sustainability transitions

In this work, we studied the sustainability transition in the dairy sector with an empirical focus on the dairy farmers, their practices and their relationships with the actors of the dairy chain (cf. Section 9.2). This posture contributed to the knowledge of complex dynamics inherent to the dairy sector through the identification of interdependent lock-in mechanisms. Therefore this work constitutes a prerequisite to design more sustainable production systems, to support their development and to implement changes in the sector.

However, taking as starting point the dairy production fails in considering the macro food issues (e.g., growing world population, hunger and inequality) and analysing food systems as a whole, i.e., including interdependencies between production, retail and consumption practices. In our view, such micro- and meso-scale analyses could nevertheless be used as relevant inputs to perform macro-scale analyses. This perspective underlines the relevance to place our study in a wider perspective, i.e., including the relationships and exchanges between agricultural sectors at national and global levels, consequences on agricultural land use and food production.

Furthermore, several authors have argued that consumer demands, preferences and practices constitute the main starting point for discussing and analysing transitions towards sustainable agrifood systems (Spaargaren et al., 2012; Lutz and Schachinger, 2013). More generally, four drivers for changes in agriculture and food consumption were identified: (1) consumer preferences and demands; (2) producer, processor and retailer decisions, (3) research; and (4) policies through information, regulation and incentives (de Haen and Réquillart, 2014). More attention should therefore be paid, in further research, to the inclusion of more sustainable farming systems within more sustainable food systems and to the relationships between the various actors. In this perspective, there is a need to go beyond the direct links between producers and consumers (as often addressed in alternative food networks) and to take account of the interdependencies and diversity of operators and institutions of these agrifood systems (Lamine, 2015).

9.5 Conclusion

The evolution of the dairy sector in Wallonia was characterised at farm level by a “dualisation” of farming systems between the mainstream model, focusing on size increase, intensification and specialisation, and alternative models, such as organic farming, self-sufficient production methods and alternative market channels. The dominance of the mainstream model in the evolution of farming systems was explained by the historical co-evolution and alignment of material, normative, social and institutional dimensions, leading to a lock-in situation. At various levels of the dairy chain (i.e., institutional, upstream, production, downstream, consumers), the stakeholders structure their activities with a focus on the mainstream model of farming. Most of them share the perception that size increase, intensification and specialisation allow the farms to perform economies of scale and achieve greater profitability and competitiveness. As a result, the development of alternative models in the dairy sector is hampered and these niches achieve a low level of structuration. In such a situation, the identification of lock-in mechanisms constitutes a key step to highlight the levers of action, notably at a political level, in order to promote innovative dairy farming systems. Since the mainstream model is often considered as problematic from an environmental and societal point of view, our results could be used in the context of a transition towards sustainability in order to stimulate the development of sustainable practices. This perspective involves considering various potential transition pathways and including the role of regime outsiders. It also requires some difficulties to be overcome, such as measuring farm sustainability performance and taking into account a diversity of practices according to local contexts and stakeholders.

Chapitre 10

Analyse de deux circuits alternatifs de commercialisation du lait : facteurs de transition et trajectoires d'exploitation³³

L'intérêt d'utiliser la MLP en association avec des théories auxiliaires, afin de porter davantage attention aux éléments spécifiques des niches, a été soulevé dans le Chapitre 9. A cet égard, ce chapitre propose un cadre théorique associant la MLP à l'analyse des trajectoires individuelles d'exploitation. Ce double cadre théorique est utilisé afin d'étudier deux circuits alternatifs de commercialisation du lait. L'objectif est d'identifier : (i) les éléments déclencheurs expliquant l'exploration de ces voies alternatives (« *drivers* ») ; (ii) les facteurs favorisant leur succès, en termes de pratiques, de réseaux, de connaissances ; et (iii) les trajectoires types d'exploitants ayant fait le choix d'un mode de commercialisation alternatif. Par l'analyse de ces trois éléments, l'idée est d'étudier la manière dont les acteurs impliqués dans ces voies alternatives interagissent avec le régime dominant.

³³ Ce chapitre se fonde sur le travail de recherche mené par Véronique De Herde dans le cadre de son mémoire intitulé « Potentiel de transition des circuits fromagers de niche en Région herbagère liégeoise et en Haute-Ardenne » (2014).

10.1 Les circuits alternatifs de commercialisation du lait

Ce chapitre analyse l'une des niches identifiées lors de notre première enquête de terrain : les circuits alternatifs de commercialisation du lait et des produits laitiers en Wallonie (Section 9.2). Le terme « alternatif » se réfère à une situation se différenciant du circuit de commercialisation conventionnel caractérisé par la séquence « ferme – laiterie – industrie laitière – grande distribution » (Section 1.2.4). En raison de cette distinction, ces circuits alternatifs ont été qualifiés, dans ce chapitre, d'alternatives de *niche*, tandis que le circuit conventionnel a été associé au *régime* dominant (cf. Section 9.2).

Bien que les circuits alternatifs intègrent une grande diversité de modes de commercialisation, ceux-ci sont généralement associés à la transformation du lait à la ferme et aux circuits *courts*, ces derniers étant caractérisés par la présence d'au plus un intermédiaire entre le producteur et le consommateur (vente par correspondance, points de vente collectifs, vente sur des marchés, etc.). La vente directe correspond à un cas particulier de circuit court dans lequel il n'y a pas d'intermédiaire entre le producteur et le consommateur (Léonard, 2010).

Les circuits courts ont pour avantages de permettre une valorisation supérieure du lait, la création d'emploi, le développement de l'activité rurale et la valorisation du métier d'agriculteur grâce au contact retrouvé entre le producteur et le consommateur (DGARNE, 2007). Ils sont régulièrement soutenus par les pouvoirs publics wallons et considérés comme une stratégie d'avenir pour les agriculteurs. A titre d'exemple, l'un des objectifs du Code wallon de l'agriculture consiste à « rapprocher producteurs et consommateurs au sein de circuits alimentaires courts », en subsidiant le développement d'activités de transformation et de commercialisation de produits agricoles (article D.219) (Moniteur Belge, 2014). L'engagement dans ce type de circuits nécessite cependant de faire face à certaines difficultés : la maîtrise de compétences variées (production, transformation, commercialisation), la disponibilité de la main d'œuvre, les coûts des investissements à entreprendre, les préférences des consommateurs, la gestion des normes de qualité et sanitaires (DGARNE, 2007).

Les circuits alternatifs intègrent également des circuits de type *long* : vente de produits transformés à la ferme dans les grandes surfaces, à des grossistes, à des commerçants détaillants ou à l'exportation, vente du lait à une structure coopérative alternative ou à une fromagerie (DGARNE, 2007). Dans son analyse de

la coopérative Faircoop³⁴, Dumont (2013) a montré que la gestion des relations humaines et la réalisation de compromis entre les objectifs d'équité du projet initial et les réalités du système de commercialisation constituent des points clés pour la mise en œuvre de ce type de circuits.

Qu'ils soient de type court ou long, de nombreux chercheurs voient dans la création de circuits alternatifs la possibilité de définir de nouveaux rapports entre producteurs et consommateurs et d'ainsi questionner certains aspects critiques du système de commercialisation conventionnel, tels que l'homogénéisation des produits et la déconnexion spatiale, temporelle et pratique entre le producteur et le consommateur (Deverre and Lamine, 2010). D'autres auteurs sont néanmoins plus critiques vis-à-vis de la capacité de ces circuits à initier un changement plus global du système alimentaire dominant. Ceux-ci considèrent ces niches comme une alternative disponible pour une partie limitée de la population (Deverre and Lamine, 2010).

10.2 Cadre théorique : l'analyse des trajectoires d'exploitation

Afin d'aller au-delà des atouts et des inconvénients relativement connus des circuits alternatifs de commercialisation du lait, ceux-ci ont été étudiés dans une perspective de transition et de trajectoire d'évolution des exploitations. Dans un contexte de transition des systèmes agricoles, la MLP a pour limite de ne pas suffisamment considérer l'échelle de l'exploitation agricole, et notamment les relations et les pratiques des agriculteurs (Duru et al., 2014; Hinrichs, 2014). Etant donné le rôle prépondérant joué par l'agriculteur dans le développement de pratiques innovantes (Seyfang and Longhurst, 2013), il semble crucial de combler cette lacune afin d'explorer davantage le niveau de la niche. Dans cet objectif, nous proposons d'utiliser un cadre de travail associant la MLP à l'analyse des trajectoires individuelles d'exploitation.

La notion de trajectoire d'exploitation fait référence à l'histoire professionnelle de l'agriculteur et à l'évolution de son système d'activités (Cerf et al., 2010; Fiorelli et al., 2013). La méthode d'analyse de ces trajectoires consiste à étudier, à partir de données collectées dans le cadre d'enquêtes, la chronique des événements caractérisant l'évolution d'un échantillon d'exploitations, en accordant une attention particulière aux « bifurcations », c'est-à-dire aux périodes de changement ponctuant leurs trajectoires (Lamine, 2011; Bidaud, 2013; Fiorelli et al., 2013).

³⁴ Coopérative de producteurs laitiers qui commercialisent leurs produits sous une marque propre, en garantissant une rémunération correcte de tous les acteurs de la chaîne (Fairebel, 2014).

Cette approche implique de s'intéresser aux changements pratiques, techniques et organisationnels caractérisant l'histoire de l'exploitation, mais également aux changements relatifs aux conceptions professionnelles de l'agriculteur, aux processus d'apprentissage et au développement de relations et de réseaux sociaux (Lamine and Bellon, 2009; Cerf et al., 2010; Lamine, 2011). Les changements observés sont souvent resitués dans le contexte du territoire au sein duquel se trouvent les exploitations enquêtées (Cerf et al., 2010). Cette analyse a pour objectif d'identifier des trajectoires types de transition à l'échelle de l'exploitation, ainsi que les facteurs et antécédents susceptibles de favoriser ces transitions (Cerf et al., 2010; Bidaud, 2013).

Plusieurs auteurs ont étudié les mécanismes intervenant dans ces trajectoires de transition, essentiellement dans le cadre de la réduction de l'utilisation d'intrants et de la conversion à l'agriculture biologique (Bidaud, 2013). Les résultats issus de deux études sont présentés ci-après, en raison de leur caractère potentiellement généralisable à d'autres types de transition ayant lieu à l'échelle de l'exploitation agricole : (i) l'identification par Lamine (2011) de trois conditions favorisant la réussite de transitions stables au sein des exploitations ; et (ii) le cycle de déclenchement du changement – ou « *triggering change cycle* » – développé par Sutherland et al. (2012), afin de conceptualiser les changements s'opérant au sein des exploitations lors d'un processus de transition. Suite à cette description, plusieurs points communs entre ces résultats et la MLP ont été mis en évidence.

10.2.1 Trois conditions de réussite des transitions

A partir d'une comparaison des trajectoires d'évolution d'agriculteurs vers l'agriculture biologique et la protection intégrée des cultures, Lamine (2011) a mis en évidence trois conditions de réussite pour des « *transitions robustes* ».

1. L'importance des antécédents et la progressivité du changement

La première condition de réussite concerne les différents événements ayant jalonné la trajectoire d'évolution de l'exploitation. A ce niveau, deux types de transition ont été décrits : (i) des transitions progressives caractérisées par des trajectoires comportant différentes phases de changement : par exemple, une phase de réduction de l'utilisation d'intrants, suivie par une phase de substitution de certains intrants par des intrants biologiques, menant finalement à la conversion de l'exploitation à l'agriculture biologique ; et (ii) des transitions directes n'étant pas marquées par ce caractère progressif.

Dans le premier type de transition, les expériences vécues par l'agriculteur lui permettent de changer progressivement ses conceptions et d'ajuster en retour la perception de son identité. La progressivité du changement favorise par conséquent la robustesse de la transition et la reconfiguration systémique de l'exploitation, c'est-à-dire la modification de ses diverses composantes (les pratiques, la diversité des produits, les modes de commercialisation). A l'inverse, dans le second type de transition, l'agriculteur opère un changement direct, en raison d'opportunités économiques, mais garde des attitudes et certaines pratiques propres au modèle productiviste dominant. Ces transitions sont associées à des trajectoires réversibles : l'éleveur sera davantage sujet à effectuer un retour en arrière si l'opportunité pour laquelle il a opéré ce changement disparaît.

2. L'implication dans des dynamiques collectives et des réseaux

L'insertion de l'agriculteur dans des réseaux professionnels et sociaux constitue un facteur de transition déterminant. La notion de réseau ne fait pas nécessairement référence à un groupe formel et régulier. Elle inclut également les interactions ponctuelles et informelles de l'agriculteur avec d'autres agriculteurs, avec des consommateurs et des organisations citoyennes. L'appartenance à un réseau permet à l'agriculteur d'acquérir des connaissances, de développer des compétences et d'obtenir des *feedbacks* positifs quant à son travail.

3. La prise en compte des pratiques de distribution et de consommation

Le changement des pratiques agricoles ne peut pas être réalisé indépendamment d'un changement structurel des filières agroalimentaires, notamment en termes de pratiques de distribution et de consommation. Cette troisième condition de réussite nécessite de recourir à un « raisonnement multiniveau » incluant les concepts de régime sociotechnique et de verrouillage technologique (Bidaud, 2013) (Chapitre 7).

10.2.2 Le cycle de déclenchement du changement

A partir de données empiriques, Sutherland et al. (2012) ont développé un modèle conceptualisant les différentes étapes du processus de changement d'une exploitation (Figure 34). Ce modèle a été proposé à partir d'études de cas variées : la conversion à l'agriculture biologique, la diversification des activités de l'exploitation, le développement d'activités sociales (« *care farming* ») et la sous-traitance de certaines activités en-dehors de l'exploitation. Le modèle utilise des notions issues de théories existantes : à titre d'exemple, le concept de dépendance au chemin (« *path dependency* ») est issu de la littérature économique, tandis que

celui d'évènement déclencheur (« *trigger event* ») a été développé dans le domaine de la psychologie.

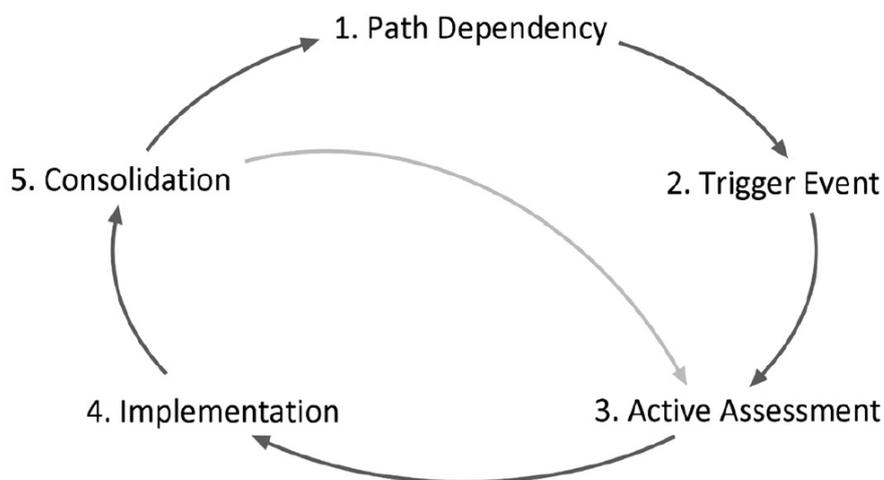


Figure 34 Le cycle de déclenchement du changement.

Source : Sutherland et al., 2012.

Le cycle de déclenchement du changement part du postulat que l'agriculteur, en raison d'une dépendance au chemin, garde une trajectoire stable – n'excluant pas des changements progressifs mineurs – jusqu'à ce qu'un évènement ou une opportunité se présente et l'engage à considérer des changements majeurs. Ces changements se produisent en cinq étapes (Figure 34) :

- *Path dependency* : le système en place a montré sa résilience. Les investissements en termes de compétences, de connaissances et de technologies lient l'agriculteur à cette approche et limitent l'intérêt de réaliser des changements importants.
- *Trigger event* : une accumulation de changements (par exemple, une succession, un accident, l'introduction de nouvelles aides ou de nouvelles réglementations) déclenche le processus : le changement du système devient nécessaire pour répondre à certains objectifs de gestion et/ou profiter de nouvelles opportunités.
- *Active assessment* : l'agriculteur explore et évalue les options de changement disponibles, en termes de conséquences économiques, sociales et d'implications pour la gestion de l'exploitation.
- *Implementation* : une option est choisie et mise en œuvre. Cela implique non seulement des investissements financiers, mais également le développement de nouvelles connaissances et

compétences, ainsi que la construction de réseaux sociaux et professionnels.

- *Consolidation* : les processus d'apprentissage et de mise en réseau sont consolidés et la capacité du nouveau système à répondre aux problématiques posées par les éléments déclencheurs est évaluée. Si cette nouvelle approche n'est pas concluante, l'agriculteur retourne à l'étape d'évaluation. Les investissements réalisés peuvent cependant freiner la mise en œuvre de changements supplémentaires.
- *Path dependency* : si la nouvelle approche s'avère concluante, une nouvelle dépendance au chemin s'installe.

Les auteurs soulignent le caractère idéalisé de ce cycle. Des événements déclencheurs peuvent survenir aux différentes étapes et influencer le processus de changement. A titre d'exemple, un éleveur laitier peut choisir de se convertir à l'agriculture biologique, suite à des problèmes financiers. Si, ultérieurement, le prix du lait augmente à nouveau, celui-ci pourrait abandonner la production biologique. Cet exemple rejoint les notions de robustesse et de réversibilité de la transition, utilisées par Lamine (2011) (Section 10.2.1).

10.2.3 Points communs avec la MLP

Tant les trois conditions de réussite des transitions que le cycle conceptuel du changement présentent des points communs avec la perspective multiniveau (Tableau 25). De manière parallèle à la MLP dans laquelle le paysage intervient comme source de pression sur le régime en place, rendant possible l'émergence d'innovations de niche, le cycle du changement fait intervenir un ou plusieurs éléments déclencheurs. Ces éléments peuvent être de deux types : (i) des opportunités, comme la possibilité d'acheter de nouvelles terres ou de recevoir certains subsides ; et (ii) des impératifs, tels que des problèmes financiers, des contraintes réglementaires ou des fluctuations de prix (Sutherland et al., 2012). C'est essentiellement cette seconde catégorie qui possède des points communs avec la notion de changement du paysage présente dans la MLP (Section 7.1.3).

Tableau 25 Points communs entre l'analyse des trajectoires d'exploitation et la MLP.

Perspective multiniveau (Chapitres 7 et 9)	Conditions de réussite des transitions (Lamine, 2011)	Cycle de déclenchement du changement (Sutherland et al., 2012)
Paysage Régime sociotechnique et <i>lock-in</i>	Prise en compte des mécanismes de <i>lock-in</i> associés à la filière agroalimentaire	Éléments déclencheurs Dépendance au chemin : investissements, connaissances et aspects culturels
Niche	Développement de réseaux sociaux et acquisition de connaissances, compétences	Consolidation : développement de réseaux sociaux et acquisition de connaissances, compétences

Les deux approches présentées dans cette section mentionnent l'influence des mécanismes de *lock-in* associés au régime sociotechnique sur la stabilité de ce régime et la difficulté de dévier de cette trajectoire. D'une part, Lamine (2011) préconise de prendre en considération les mécanismes de *lock-in* associés à l'aval de la filière. D'autre part, Sutherland et al. (2012) expliquent qu'en « situation de croisière », l'agriculteur est engagé dans une dépendance au chemin, suite à des investissements financiers, mais aussi en raison des connaissances disponibles et de certaines significations culturelles. Ces éléments rejoignent certains des mécanismes de *lock-in* décrits dans le Chapitre 9.

Troisièmement, bien que les deux approches considérées n'utilisent pas le terme de « niche », nous retrouvons dans ces trajectoires types de transition certains éléments clés intervenant dans la structuration et le développement des niches. Les processus d'apprentissage et la construction de réseaux sociaux constituent, en effet, deux des trois mécanismes sociaux favorisant le développement des niches (Section 7.1.2). Le troisième mécanisme, concernant la convergence des points de vue des acteurs, se réfère à une échelle supérieure puisqu'elle nécessite d'inclure l'ensemble des acteurs présents dans la niche.

10.3 Méthodologie

A partir d'un inventaire des circuits alternatifs de commercialisation présents en Wallonie, nous avons sélectionné une étude de cas caractérisée par une homogénéité en termes de contexte régional et de structure : les circuits de transformation fromagère en Région herbagère liégeoise et en Haute-Ardenne. Deux cas de figure ont été considérés dans notre analyse : (i) la transformation fromagère à la ferme; et (ii) la livraison du lait à une structure de transformation fromagère, sans passer par l'intermédiaire d'une laiterie conventionnelle. Ces deux cas combinent des situations de commercialisation en circuit court et des modes d'écoulement en circuit long, plus étendus au niveau géographique.

La méthodologie de travail utilisée dans le cadre de l'analyse de cette étude de cas est globalement similaire à celle présentée dans le Chapitre 8, à savoir la réalisation d'une phase d'entretiens semi-dirigés et le traitement des données qualitatives récoltées sur base du codage des retranscriptions des entretiens. Trois éléments s'avèrent néanmoins spécifiques à cette étude de cas et ont été détaillés dans les sections qui suivent : (i) la construction du guide d'entretien ; (ii) le choix des acteurs interrogés ; et (iii) la grille d'analyse utilisée pour le traitement des données récoltées.

10.3.1 Construction du guide d'entretien

La phase d'entretiens semi-dirigés avait pour objectif d'identifier les éléments déclencheurs, les facteurs freinant l'exploration et le recours à des modes de commercialisation alternatifs, ainsi que les facteurs favorisant le développement et le succès de ces initiatives. Le guide d'entretien a été construit, à partir de ces objectifs, de manière à aborder trois aspects : (i) l'histoire de l'exploitation, plus particulièrement au niveau du développement du circuit alternatif de commercialisation et des éléments ayant poussé l'agriculteur à explorer cette voie ; (ii) les éléments ayant freiné l'engagement de l'éleveur dans cette voie ; et (iii) les facteurs expliquant le succès de ces initiatives (Annexe D). Le succès a été défini comme étant le degré avec lequel les agriculteurs atteignent leurs objectifs et la capacité de ceux-ci à assurer la disponibilité et la continuité des ressources nécessaires à la réalisation de ces objectifs (Hassink et al., 2013).

10.3.2 Choix des acteurs interrogés

Trois catégories d'acteurs ont été rencontrées au cours de cette enquête de terrain : (i) des éleveurs transformant une partie de leur production laitière en

fromages, au sein de leur exploitation, et commercialisant ces produits en circuit court ou *via* des grossistes ; (ii) des éleveurs livrant leur lait à une structure de transformation fromagère ; et (iii) des acteurs impliqués dans ces fromageries.

D'un point de vue géographique, l'échantillon d'étude a été sélectionné en se restreignant à deux régions agricoles : la Région herbagère liégeoise et la Haute-Ardenne. Ces régions ont été choisies en raison de leur spécialisation en production laitière. Du fait de cette caractéristique, les éleveurs ayant été interrogés explorent des voies alternatives tout en étant directement confrontés au modèle agricole dominant, à savoir des exploitations de grande taille, spécialisées et livrant leur lait à une laiterie conventionnelle.

Partant de l'hypothèse qu'une expérience suffisante est nécessaire pour percevoir les bénéfices et les limites de ce modèle alternatif, seuls des éleveurs impliqués dans la livraison en fromagerie depuis deux ans et plus ont été intégrés à notre échantillon. En plus des éleveurs actifs dans les voies de commercialisation étudiées, nous avons également cherché à rencontrer des éleveurs ayant arrêté leurs activités. Ce choix s'explique par notre volonté d'identifier tant les facteurs de succès que les freins propres au développement de ces circuits.

Au total, cinq éleveurs réalisant la transformation à la ferme, dix éleveurs livrant leur lait à une fromagerie et trois acteurs impliqués dans une fromagerie ont été interviewés durant les mois de novembre et de décembre 2013 (Tableau 26). Les éleveurs transformateurs interrogés transformaient une partie – de 15 à 80 %, selon les cas – de leur production laitière, tandis que l'autre était écoulée en laiterie traditionnelle. Parmi les éleveurs livreurs, neuf sur dix étaient des producteurs biologiques livrant la totalité de leur lait à la fromagerie, tandis que le dernier était un producteur conventionnel livrant 15 % de sa production. La phase d'entretiens a été arrêtée lorsque la réalisation d'interviews supplémentaires n'apportait plus d'informations nouvelles (processus de saturation) (Comeau, 1994).

Tableau 26 Nombre d'acteurs interrogés, par catégorie et selon leur activité.

	Actifs	Non-actifs
Éleveurs – transformateurs	2	3
Éleveurs – livreurs	10	0
Fromageries	2	1

10.3.3 Grille d'analyse

La grille d'analyse utilisée pour traiter les données issues de la phase d'entretiens a été structurée selon quatre niveaux d'analyse : (i) les trajectoires d'évolution des exploitations ; (ii) les facteurs expliquant les changements ayant eu lieu dans l'exploitation : les événements déclencheurs, les facteurs de succès et les freins ; (iii) les acteurs ou groupes d'acteurs intervenant dans ces facteurs de transition (tels que les écoles d'agriculture ou les acteurs de l'aval de la filière) ; et (iv) des aspects descriptifs concernant le régime dominant présent dans le secteur laitier et l'alternative de niche étudiée (concernant, par exemple, les prix et les débouchés).

10.4 Résultats

L'analyse des données collectées lors de la phase d'enquête nous a permis d'identifier : (i) les éléments déclencheurs expliquant le changement d'orientation de l'exploitation en termes de commercialisation de la production laitière ; (ii) les facteurs expliquant le succès de l'éleveur dans l'une ou l'autre voie de commercialisation alternative ; et (iii) les caractéristiques clés des trajectoires suivies par les exploitants engagés dans ces voies. Dans cette section, nous avons choisi de nous centrer sur l'échelle de l'exploitation et de l'éleveur, celui-ci étant en relation avec les structures de transformation fromagère situées en aval. Nous n'avons pas détaillé les mécanismes de *lock-in* identifiés au cours de cette seconde phase d'enquête, en raison de leur similitude vis-à-vis des mécanismes décrits dans le Chapitre 9 (Tableau 24, p189). L'entièreté des résultats est présentée par De Herde (2014).

10.4.1 Éléments déclencheurs

Différents éléments ont poussé les éleveurs interviewés à définir d'autres modes de commercialisation que l'unique livraison du lait à une laiterie traditionnelle (Tableau 27). Ces éléments déclencheurs concernent : (i) des aspects économiques liés au prix du lait ; (ii) des aspects relationnels vis-à-vis de la laiterie et de l'aval de la filière ; (iii) des opportunités liées au contexte dans lequel se situe l'exploitation ; et (iv) des opportunités relatives à la structure de l'exploitation. Chacun de ces éléments a été associé, dans le Tableau 27, aux concepts théoriques de la MLP. Pour ce faire, nous avons associé, d'une part, le modèle de commercialisation dominant dans le secteur laitier (production – industrie laitière – distribution) au concept de régime et, d'autre part, les circuits alternatifs de commercialisation étudiés au concept de niche.

Tableau 27 Éléments déclencheurs de l'engagement des éleveurs interviewés dans une voie de commercialisation alternative du lait.

Éléments déclencheurs	Lien avec la MLP
Aspects économiques	
Valorisation supérieure du lait	Décalage prix du lait – coûts (paysage)
Stabilité du prix du lait	Volatilité du prix du lait (paysage)
Aspects relationnels	
Perte du pouvoir de négociation et de décision	Relations de pouvoir entre la laiterie et l'éleveur (régime)
Perte de contrôle du produit fini	Séparation production - commercialisation (régime)
Opportunités de contexte	
Demande issue d'une fromagerie (L)	Relations entre acteurs (niche)
Proximité géographique d'une fromagerie (L)	
Reprise d'une structure existante (T)	
Opportunités structurelles	
Caractéristiques de l'exploitation	Adéquation entre la structure de l'exploitation et les demandes de la niche
Disponibilité de main d'œuvre (T)	
Disponibilité de connaissances (T)	

L : éléments concernant exclusivement les éleveurs livrant leur lait à une fromagerie ; T : éléments concernant exclusivement les éleveurs réalisant la transformation à la ferme.

1. Aspects économiques

D'un point de vue économique, le désir d'une meilleure valorisation de la production laitière et d'une plus grande stabilité du prix du lait ont poussé certains éleveurs à changer de mode de commercialisation. Pour de nombreux éleveurs, tant la transformation à la ferme que la livraison à des structures fromagères permettent d'obtenir un prix plus élevé que celui obtenu *via* une laiterie traditionnelle. Certains éleveurs évoquent également un amortissement des fluctuations du prix du lait – voire une stabilité de ce prix – en comparaison aux fluctuations observées à l'échelle mondiale. Ces deux éléments sont à relier à des éléments propres au paysage, à savoir le décalage entre le prix du lait et les coûts de production, ainsi que la volatilité des prix des produits agricoles. Face à une telle situation d'incertitude, le recours à des circuits alternatifs de commercialisation rassure les éleveurs quant à leurs perspectives d'avenir à court comme à moyen terme.

Je crois qu'on est même un peu mieux payés justement plutôt qu'une grosse laiterie qui va juste l'acheter et bêtement le transformer pour faire

autre chose. (...) Donc, voilà, c'est pour ça que, justement, on s'est portés vers eux.

2. Aspects relationnels

En termes de relations entre acteurs de la filière, le manque de pouvoir de décision et de négociation du prix au sein des laiteries traditionnelles, ainsi que la perte de contrôle vis-à-vis du devenir de la production ont été relevés en tant qu'éléments déclencheurs de l'exploration d'une voie de commercialisation alternative. D'une part, le fait d'entretenir des relations particulières – de confiance – vis-à-vis de la structure fromagère et d'intervenir dans la négociation du prix serait à la source d'un prix jugé « plus équitable ». Par ailleurs, plusieurs éleveurs bios se sont tournés vers des modes alternatifs de commercialisation afin que leur lait soit effectivement valorisé en tant que lait biologique, ce que refusaient les laiteries traditionnelles.

LAC+³⁵ à l'époque, qui un jour m'a dit qu'elle viendrait pomper mon lait en conventionnel, me payerait en conventionnel, donc là, j'ai dit non, je ne suis pas d'accord. J'avais signé un contrat de cinq ans avec eux à l'époque, qu'ils n'ont pas respecté. Donc, moi, je n'ai pas respecté mes engagements non plus.

D'autre part, les deux circuits alternatifs étudiés permettent à l'éleveur de connaître le devenir de sa production, en termes de types de produits transformés et de lieux de commercialisation. Dans le cas de la vente directe, le contact direct avec le consommateur et les retours qui en sont issus induisent un ressenti positif de l'éleveur, en raison d'une meilleure valorisation de son métier.

Ces deux éléments concernent l'organisation des relations au sein de la filière laitière wallonne et, plus spécifiquement, les relations de pouvoir existant entre laiteries et éleveurs, ainsi que la séparation entre le maillon de la production et celui de l'industrie laitière et de la commercialisation.

3. Opportunités de contexte

Certaines opportunités liées au contexte dans lequel l'éleveur évolue peuvent être à la source d'un changement de modèle de commercialisation. Plusieurs éleveurs ont ainsi choisi de livrer leur lait à une structure fromagère, suite à la demande directe de celle-ci et/ou en raison de la présence d'une telle structure dans leur voisinage. En ce qui concerne la transformation à la ferme, certains éleveurs ont

³⁵ Laiterie coopérative wallonne qui a fusionné, en 2012, avec la laiterie coopérative de Chéoux pour former l'actuelle Laiterie des Ardennes (Solarec, 2015).

repris une exploitation au sein de laquelle une activité de transformation était déjà présente. Ces diverses opportunités de contexte sont issues de relations entre les éleveurs et les acteurs du circuit alternatif de commercialisation, que l'on associe ici au concept de niche.

Et un jour, c'est la fromagerie qui est venue nous trouver, elle cherchait du lait bio.

4. Opportunités structurelles

D'autres opportunités relatives à la structure de l'exploitation ont été citées lors de l'enquête de terrain comme intervenant dans le choix de modifier le système de commercialisation. Le fait que l'exploitation réponde par ses caractéristiques à certaines demandes du circuit alternatif de commercialisation peut faciliter cette réorientation. A titre d'exemple, plusieurs exploitations ont été démarchées par une structure de transformation fromagère parce qu'elles répondaient à certains critères : elles produisaient du lait biologique, elles étaient proches géographiquement de la fromagerie, elles étaient de taille relativement petite³⁶ et elles utilisaient éventuellement une race à vocation fromagère.

Donc, le fait d'avoir une race plus fromagère, ça a clairement joué en votre faveur ? Ah oui. Oui, je suis sûr... il m'aurait peut-être quand-même pris. (...) Je pense qu'il m'aurait demandé alors de changer de race...Enfin, de toute manière, Holstein bio, je ne vois pas trop l'intérêt.

En ce qui concerne la transformation à la ferme, la disponibilité de main d'œuvre familiale a constitué, dans deux exploitations, l'élément déclencheur : (i) dans un premier cas, la disponibilité de l'épouse, associée à ses compétences en transformation fromagère, a mené celle-ci à initier cette activité ; et (ii) dans le second cas, l'exploitant a choisi de diversifier ses activités afin que celles-ci puissent rémunérer son fils. En troisième lieu, la volonté de valoriser des connaissances acquises antérieurement ou le fait de connaître des personnes détenant les compétences adéquates ont également joué un rôle dans la trajectoire de changement de certains exploitants.

En lien avec la MLP, ces trois types d'opportunités structurelles concernent l'adéquation entre les caractéristiques de l'exploitation et les contraintes imposées par l'intégration de l'exploitation au sein de la niche.

³⁶ Les entretiens ont mis en évidence que les structures fromagères privilégient de recourir à plusieurs exploitations de petite taille plutôt qu'à un faible nombre d'exploitations de grande taille, afin de réduire leur dépendance vis-à-vis de leurs fournisseurs.

10.4.2 Facteurs de succès

Plusieurs facteurs ont permis le succès de l'engagement des éleveurs interrogés dans un circuit alternatif de commercialisation de leur production (Tableau 28). Ces facteurs ont été regroupés en six catégories : la qualité des fromages produits, les pratiques agricoles nécessitant d'être adaptées, les connaissances et les compétences développées par les éleveurs, la gestion des réglementations, les relations entretenues par les éleveurs avec d'autres acteurs de l'aval de la filière et le rôle du consommateur.

Tableau 28 Facteurs expliquant le succès de l'engagement des éleveurs interviewés dans un circuit alternatif de commercialisation du lait.

Composantes de l'exploitation	Facteurs de succès
Qualité du produit	Qualité du lait Qualités gustatives du fromage Origine fermière et géographique
Pratiques agricoles	Adaptation de l'alimentation Utilisation d'une race à vocation fromagère Adaptation de la planification des vêlages Disponibilité de la main d'œuvre (T)
Connaissances et compétences	Formation en fabrication fromagère (T) Acquisition de compétences stratégiques Acquisition de compétences relationnelles
Réglementations	Gestion des normes sanitaires (T)
Relations avec l'aval de la filière	Relation de confiance avec la fromagerie (L) Gestion des débouchés (T)
Consommation	Retour positif du consommateur Changement de mentalité du consommateur

L : éléments concernant exclusivement les éleveurs livrant leur lait à une fromagerie ; T : éléments concernant exclusivement les éleveurs réalisant la transformation à la ferme.

1. Qualité du produit

La fabrication fromagère nécessite de disposer d'un lait de qualité élevée, d'un point de vue sanitaire (contenu en spores butyriques et en germes fécaux coliformes) et en termes de teneur en protéines. La qualité sanitaire du lait a été associée à l'hygiène de traite et à la qualité des ensilages utilisés pour l'alimentation du bétail. La teneur en protéines du lait – influençant la rentabilité de la fabrication fromagère – a quant à elle été associée à la race laitière utilisée et aux caractéristiques génétiques du cheptel. Vis-à-vis du consommateur, les qualités gustatives des fromages produits expliqueraient leur succès. Selon certains acteurs,

l'origine fermière et géographique des fromages pourrait également jouer un rôle en termes d'attrait pour le consommateur.

Et je pense aussi, ce qui joue, c'est la région des Hautes Fagnes. C'est un peu quelque-chose qui fait vendre, les Hautes Fagnes, la région de l'est de la Belgique est très touristique. Je pense que ça fait vendre. Je pense que ça, ça a un peu un impact. (...) Mais je pense aussi que ce n'est pas que ça. (...) Il faut que le fromage soit bon aussi. Qu'il goûte, je veux dire.

2. Pratiques agricoles

L'enquête de terrain a mis en évidence la nécessité pour les éleveurs d'adapter certaines de leurs pratiques afin de répondre aux exigences des structures de transformation fromagère. En ce qui concerne l'alimentation du bétail, plusieurs producteurs ont signalé être particulièrement attentifs à la réalisation d'ensilages suffisamment secs et récoltés sans terre afin de minimiser la présence de spores butyriques et d'éviter ainsi la contamination du lait. La plupart des éleveurs interrogés conservent dès lors leur ensilage en boules enrubannées plutôt qu'en silo taupinière.

On a changé, parce qu'avant on récoltait l'herbe en silo-tranchées que maintenant, on fait tout en boules enrubannées, pour avoir des fourrages un peu plus secs, plus propres.

Selon les entretiens, le choix de races à vocation fromagère favoriserait le succès des éleveurs au sein des circuits fromagers étudiés, en influençant positivement le taux de protéines du lait et le rendement de fabrication fromagère. Certains éleveurs choisissent néanmoins de garder un cheptel de race Holstein, tout en étant attentif à la sélection génétique du troupeau vis-à-vis de ce critère. D'autres s'orientent vers des croisements entre la race Holstein et d'autres races.

On avait tout Holstein, on a tout croisé avec des Montbéliardes. (...) Moi, je vois que ça a augmenté énormément dans les dosages, matière grasse et protéine du lait. (...) Il y a moins de litres à traiter pour avoir autant de fromage... (...) Pour garder aussi une rusticité dans les bêtes.

Afin de répondre à la demande plus importante de fromages en hiver et d'éviter les surplus de lait au printemps, les fromageries recommandent aux éleveurs de décaler une partie des vêlages en hiver. Elles adoptent un principe de rémunération du lait basé sur la saison, consistant à accorder un prix plus élevé en hiver et un prix inférieur au printemps. Alors qu'au printemps, dans les systèmes herbagers, le pic de production coïncide avec la mise à l'herbe, le décalage des

vêlages implique de nourrir davantage les vaches en hiver. Face à cela, différentes stratégies ont été adoptées par les éleveurs interviewés : la distribution de concentrés et/ou l'utilisation de fourrages produits dans l'exploitation.

J'utilise des concentrés mais avec parcimonie. (...) Disons qu'on n'essaie pas de pousser les vaches au maximum. Elles produisent quand-même la grosse partie de leur production avec nos fourrages.

La disponibilité de main d'œuvre constitue un élément pratique conditionnant la réussite des initiatives de transformation à la ferme. Plusieurs acteurs considèrent le manque de main d'œuvre et le coût lié à l'engagement du personnel nécessaire comme des éléments bloquant le développement de ce type d'initiatives dans leur exploitation ou expliquant pourquoi ils ont cessé leur activité de transformation.

Transformer ou quoi ? Non, parce que, moi, c'était toujours le problème, ici je suis tout seul et je n'ai pas la main-d'œuvre pour le faire. On a toujours pensé à le faire mais il faut avoir quelqu'un pour le faire. S'il faut engager quelqu'un pour le faire...non, ça ne va pas.

3. Connaissances et compétences

La fabrication de fromages a nécessité, de la part des éleveurs impliqués dans ce circuit, d'acquérir des compétences techniques spécifiques. Ces compétences ont été acquises de manière formelle, par le biais de formations, ou informelle, grâce à des contacts avec des personnes ressources. Outre cette expertise, certains acteurs ont insisté sur l'importance d'envisager leur formation de manière continue (réalisation de stages, rencontre avec des professionnels, etc.).

Je pense qu'aussi, si on va dans des écoles de fromagerie, il faut déjà faire beaucoup de stages, aller voir ailleurs comment d'autres fromages se font. Il ne faut pas seulement suivre les cours, il faut se faire sa propre expérience à côté.

Au-delà de cette expertise technique, plusieurs acteurs ont mentionné comme facteur de succès l'acquisition de compétences stratégiques, comprenant des compétences de gestion entrepreneuriale, la créativité en termes de fabrication et de promotion des produits et la capacité à prendre des initiatives dans l'objectif, par exemple, de repérer des opportunités commerciales.

Ah oui, il faut se bouger. C'est parce que bon, moi, je n'ai pas peur de pousser les portes. Donc, j'ai discuté avec l'échevine de la culture ici, sur Vielsalm, je lui ai dit, c'est quand-même un peu bête, les écoles vont

chercher les fruits, légumes, peut-être les produits laitiers bien loin, chez un grossiste qui ne va pas produire de la main-d'œuvre ici sur la commune, alors qu'il y a possibilité de trouver des bons produits ici.

Le développement de compétences relationnelles constituerait également un élément clé. Ce troisième type de compétences concerne, dans notre étude de cas, la capacité à établir des relations de confiance dans une situation collaborative – par exemple, avec une structure fromagère – ainsi que la capacité à gérer des rapports de force lors de négociations commerciales.

Il y a vraiment un très bon échange entre nous dans le conseil d'administration. (...) Voilà, on a vraiment retrouvé l'esprit de la coopérative et en général, tout le monde tire dans le même sens. On tire tous vers le haut, on fait très attention à la qualité du lait et puis voilà.

Certains acteurs ont signalé qu'ils avaient développé de telles compétences stratégiques et relationnelles de manière informelle, lors d'expériences professionnelles ou syndicales antérieures.

4. Gestion des normes sanitaires

La réussite d'une activité de transformation à la ferme implique de savoir gérer et respecter les normes sanitaires exigées par l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (AFSCA). Selon les personnes interrogées, ces normes impliquent des investissements non négligeables. Elles auraient dès lors pour effet de freiner le développement d'activités à la ferme, voire de causer leur abandon.

Et alors, vous avez parlé de certains qui ont arrêté de faire du fromage dans les environs, quelles étaient les raisons de leur abandon ? C'est surtout l'AFSCA. Les normes, l'hygiène hein. Il faut investir, il faut tenir la paperasserie et tout ça, c'est une ancienne génération qui n'a pas été habituée à ça. L'AFSCA a quand-même fait perdre à mon avis 75 % des gens qui faisaient de l'artisanat. Au niveau des produits laitiers. Sur 20 ans.

5. Relations avec l'aval de la filière

Les deux circuits étudiés impliquent, de la part de l'éleveur, de développer des relations vis-à-vis de l'aval de la filière qui soient différentes de celles en vigueur dans le circuit conventionnel. Comme cela a déjà été mentionné (Section 10.4.1), le fait que l'éleveur établisse une relation de confiance avec la structure de transformation fromagère à laquelle il livre son lait favorise le succès de son engagement dans ce circuit de commercialisation. *A contrario*, la perte de cette

confiance a mené certains éleveurs à changer de trajectoire, en quittant une structure pour une autre.

Sauf que je voyais mal l'avenir chez eux. Ça me faisait peur. A la limite, ils n'étaient pas trop chauds pour garder leurs producteurs, ils commençaient à acheter du lait bio à d'autres laiteries (...) J'étais dans le conseil d'administration, là, je voyais bien que ça ne tournait pas comme ça devait tourner quoi. On faisait des investissements presque inconsidérés. Alors j'ai pris la décision de partir.

Le succès de la transformation à la ferme est lié à l'identification de débouchés pour commercialiser les fromages produits. D'une part, la vente directe à la ferme dépend fortement de la situation géographique de l'exploitation et serait plus adaptée aux exploitations situées à proximité d'une ville. D'autre part, l'existence de grossistes spécialisés dans la distribution de produits fermiers et artisanaux constitue un canal répondant aux besoins du marché et des producteurs, en permettant l'écoulement des produits sur une zone géographique étendue et en réduisant les investissements propres aux démarches commerciales. Enfin, certains acteurs ont mentionné l'importance de diversifier les débouchés pour l'écoulement des produits afin d'éviter toute situation de dépendance.

Le réseau tel que nous on le connaît avec les grossistes, moi je trouve que c'est pas mal. (...) Le fait que le réseau soit très éparpillé comme une toile d'araignée, c'est intéressant parce que les gens se fatiguent de tout, même du meilleur fromage. Vous n'allez pas manger du Troufleur toutes les semaines, hein. Donc, il vaut mieux qu'il n'y ait qu'un ou deux Troufleur dans la petite crèmerie où vous allez, qu'il y en ait encore deux ailleurs, que de tout avoir concentré.

6. Consommation

Deux éléments concernant les consommateurs ont été considérés comme des facteurs de succès. Le retour positif exprimé par le consommateur vis-à-vis du produit constitue un premier facteur renforçant l'éleveur dans la poursuite de son activité. Le changement de mentalité amorcé parmi les consommateurs et la recherche de produits locaux constitue un second facteur de succès, créant un potentiel de demande, notamment au sein des grandes villes.

Et puis, il y a quand-même une tendance de la population à vouloir privilégier les produits du terroir, ne pas aller chercher des fromages à 1000 kilomètres et vouloir encourager les exploitants du terroir. Et ça, ça je crois qu'il faut voir comment ça va évoluer.

10.4.3 Trajectoires d'évolution

La comparaison des trajectoires d'évolution des différentes exploitations étudiées a mené à identifier des balises communes au sein de ces trajectoires. Ces balises sont détaillées dans cette section en distinguant : (i) les éleveurs livrant leur lait à une structure fromagère ; (ii) les éleveurs transformant une partie de leur production dans leur exploitation ; et (iii) les éleveurs ayant cessé leur activité de transformation. Chaque cas de figure a été illustré par un schéma représentant la trajectoire d'évolution d'un agriculteur.

1. Trajectoires des éleveurs livreurs

Du fait du choix des éleveurs interrogés, le circuit fromager constituant notre étude de cas est fortement associé au mode de production biologique. En effet, neuf exploitations sur dix sont des exploitations biologiques (Section 10.3.2). Pour ces neuf exploitations, la conversion au mode de production biologique a été réalisée antérieurement au changement opéré en termes de commercialisation de la production laitière (Figure 35).

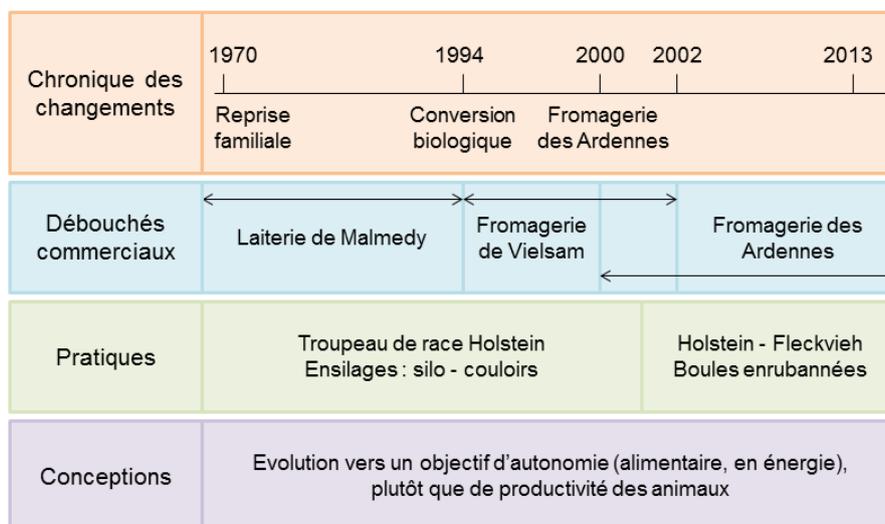


Figure 35 Trajectoire d'évolution d'un éleveur livrant l'entièreté de sa production laitière à une fromagerie.

La Section 10.4.1 a mis en évidence une diversité d'éléments déclencheurs ayant poussé les éleveurs à modifier leurs pratiques de commercialisation. L'analyse des trajectoires montre que ce n'est généralement pas un unique élément qui provoque le changement d'orientation commerciale de l'éleveur mais plutôt la convergence de plusieurs éléments. A titre d'exemple, plusieurs éleveurs

interrogés ont cessé de livrer leur lait à une laiterie traditionnelle en raison du refus de celle-ci de valoriser ce lait sous le label bio. Pour ces éleveurs, d'autres éléments déclencheurs sont venus se greffer à ce manque de débouchés pour le lait bio, notamment la demande directe de la fromagerie auprès de l'éleveur.

En relation avec les facteurs de succès identifiés (Section 10.4.2), l'entrée des éleveurs dans le circuit fromager a été associée au développement de pratiques spécifiques. A ce titre, l'échantillon d'éleveurs interrogés présente une diversité de profils allant du changement ponctuel de certaines pratiques, telles que la race laitière utilisée, à une reconfiguration plus marquée de leur système de production, en cherchant par exemple à développer un système autonome (par exemple, dans la Figure 35). Certains éleveurs revendiquent des pratiques différenciées (Tableau 29), allant au-delà des adaptations concernant la conservation des ensilages, la race bovine utilisée et la planification des vêlages (Section 10.4.2).

Disons qu'on n'essaie pas de pousser les vaches au maximum. Elles produisent quand-même la grosse partie de leur production avec nos fourrages.

Tableau 29 Adaptations des pratiques agricoles mises en place par certains éleveurs impliqués dans un circuit fromager.

Types de pratiques	Adaptations
Alimentation	Autonomie de production des aliments pour le bétail
Récolte des fourrages	Processus de réflexion concernant la production des fourrages afin de maximiser leur qualité
Objectif de production	Retrait vis-à-vis de l'objectif de rendement laitier par vache
Stabulation	Stabulation sur litière
Fertilisation	Autonomie basée sur l'utilisation des engrais organiques

Les producteurs rencontrés présentaient également une diversité de profils en ce qui concerne leur ressenti vis-à-vis de leur relation avec la structure fromagère et leur implication dans ce circuit de commercialisation. Globalement, les éleveurs interrogés ont témoigné d'un intérêt marqué pour les relations tissées avec la structure en aval et pour le devenir de leur production, ce qu'ils différencient de la mentalité « habituelle » des éleveurs livrant leur lait à une laiterie traditionnelle. Pour certains, ces éléments justifient leur présence dans ce circuit, tandis que pour d'autres les aspects de rémunération du lait constituent un facteur prépondérant.

J'aime bien le contact avec le gars qui transforme mes produits. (...) C'est moins anonyme que quand on fournit dans une grosse laiterie. Et puis je sais que mon lait se retrouve transformé dans des magasins de la région.

En termes d'implication dans le circuit de commercialisation, la plupart des éleveurs interviewés ne souhaitent pas intervenir dans les décisions prises par la fromagerie, notamment en raison d'un manque de temps et de compétences appropriées. D'autres éleveurs restent en retrait vis-à-vis des décisions prises par la fromagerie, tout en n'étant pas nécessairement opposés au principe de participation dans l'entreprise. A l'inverse, un éleveur a mentionné l'importance que représente pour lui sa participation dans la structure fromagère.

On a très peu de contacts. (...) Si, on lui sonne de temps en temps pour avoir un renseignement ou l'autre, mais, lui il fait son métier, nous on fait notre métier. Et d'un côté, c'est peut-être bien ou pas bien, je n'en sais rien. Peut-être que si on était plus investis dedans encore, il y a moyen d'investir plus tout le monde dans la production, que ça regarderait un peu plus, je ne sais pas.

De manière générale, les éleveurs livrant leur lait à une fromagerie ont peu de contacts entre eux, excepté au sein d'une même structure de transformation. Les relations entre agriculteurs semblent davantage structurées autour de la production biologique que du modèle de commercialisation. Certains éleveurs ont ponctuellement mentionné leur participation à une coopérative d'utilisation des machines agricoles (CUMA) ou à un centre d'étude des techniques agricoles³⁷ (CETA). La construction d'un « réseau commercial » est néanmoins déterminante dans notre étude de cas puisque plusieurs éleveurs ont changé leur mode de commercialisation suite à la demande de la fromagerie.

Et avec d'autres agriculteurs qui livrent à d'autres fromageries, vous n'avez pas de contacts ? Ben, pas spécialement qui livrent à d'autres fromageries, mais avec d'autres agriculteurs bio via l'UNAB³⁸, oui.

Les trajectoires d'évolution des exploitants rencontrés durant cette phase d'enquête sont, pour la plupart, non-linéaires. Les éleveurs sont passés par une phase d'exploration qui pourrait être qualifiée d'« essais-erreurs ». Après avoir cessé de livrer leur lait à une laiterie traditionnelle, plusieurs producteurs ont eu recours successivement à une ou plusieurs structures intermédiaires – telles que la laiterie Biomelk – avant de se retrouver dans leur situation actuelle de livraison à une structure fromagère (Figure 35).

³⁷ Association d'agriculteurs qui se réunissent pour discuter et débattre de problèmes techniques, économiques et administratifs concernant leurs activités.

³⁸ Union nationale des Agrobiologistes belges.

Et puis, ça commençait à ne plus très bien tourner à Vielsalm. Alors je me suis dirigé vers la fromagerie des Ardennes, à Werbomont, qui m'avait déjà contacté précédemment.

En termes de perspectives, les exploitants interviewés sont confiants vis-à-vis du potentiel de la structure à laquelle ils livrent leur lait et voient, par conséquent, leur avenir de manière positive.

Lui, il a l'expérience. (...) Ici, voilà, on ne se tracasse pas pour l'avenir.

2. Trajectoires des éleveurs transformateurs

Seuls deux éleveurs transformateurs actifs ont été interrogés. Les balises communes aux trajectoires d'évolution de ces exploitants sont par conséquent difficilement généralisables et doivent être considérées avec précaution.

La décision de se lancer dans une activité de transformation fromagère est liée, chez les acteurs interrogés, à la présence d'opportunités en termes de disponibilité de main d'œuvre et de compétences, ainsi qu'à la volonté d'obtenir une meilleure valorisation économique de leur production. Comme dans le cas des éleveurs livreurs, la mise en place d'une activité de transformation a été associée, pour l'un des producteurs, au développement de pratiques se différenciant de celles utilisées au sein du modèle agricole dominant (Tableau 29, Figure 36).

Les deux trajectoires étudiées, de même que celle d'un éleveur ayant cessé son activité, sont caractérisées par la notion de progressivité : les producteurs ont commencé par transformer une petite partie de leur production et ont progressivement augmenté ces volumes, tout en continuant de livrer une partie de leur production à une laiterie traditionnelle (Figure 36).

Il y a ceux qui se casseront la figure, je suppose, ils verront peut-être un peu trop grand. Nous autres, on a progressé au fur et à mesure, ça nous a permis de ne pas faire des erreurs quoi. Mais des gens qui vont se lancer tête baissée, à mon avis ils se casseront la figure.

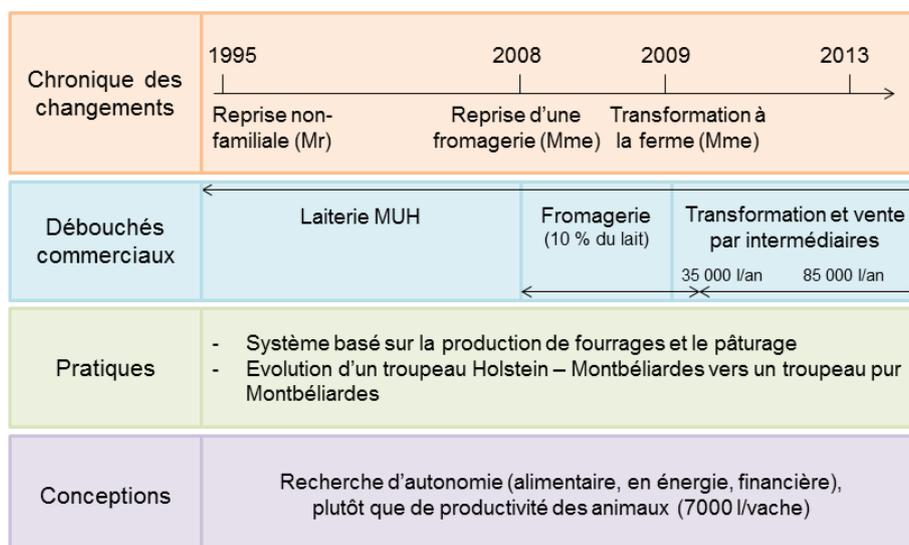


Figure 36 Trajectoire d'évolution d'un éleveur dont une partie de la production laitière est transformée en fromages dans l'exploitation.

La disponibilité de main d'œuvre et le développement de compétences constituent deux éléments clés pour la mise en place d'une activité de transformation à la ferme. D'une part, la disponibilité de main d'œuvre familiale semble primordiale, étant donnée la quantité de travail liée à la transformation, la promotion et la commercialisation des fromages. D'après les entretiens, le coût de la main d'œuvre dissuaderait les agriculteurs à engager des salariés pour développer ce type de projets. D'autre part, en ce qui concerne le développement de compétences propres à la transformation fromagère, le contact du producteur avec une personne ressource détenant de telles compétences semble constituer un facteur de succès pour le développement d'une activité de transformation à la ferme.

Mon épouse avait un oncle qui était fromager à la laiterie de Herve. Alors il est venu nous accompagner au début et c'est lui qui nous a appris à faire du fleuri. (...) Et vous avez bénéficié de l'accompagnement de cet ami ? Oui. On a aussi, chaque fois qu'on va en vacances en France, on va visiter les fromageries, ou quoi, mais on n'a jamais appris autrement, un petit peu dans des livres, mais pas vraiment des stages, donc c'est vraiment par essais qu'on a progressé.

3. Trajectoires d'éleveurs transformateurs ayant cessé leurs activités

Seuls trois éleveurs transformateurs ayant cessé leurs activités ont été interrogés. Malgré la taille de cet échantillon, certaines tendances ont pu être identifiées. Le

démarrage de l'activité de transformation a été associé à la reprise d'une exploitation familiale réalisant déjà ce type d'activités (par exemple, dans la Figure 37) ou à la nécessité de diversifier l'exploitation afin de rémunérer une main d'œuvre familiale supplémentaire, à savoir le fils de l'exploitant. Dans ce dernier cas, la notion de progressivité n'a pas été mentionnée : l'éleveur transformait la totalité de la production laitière en fromage.

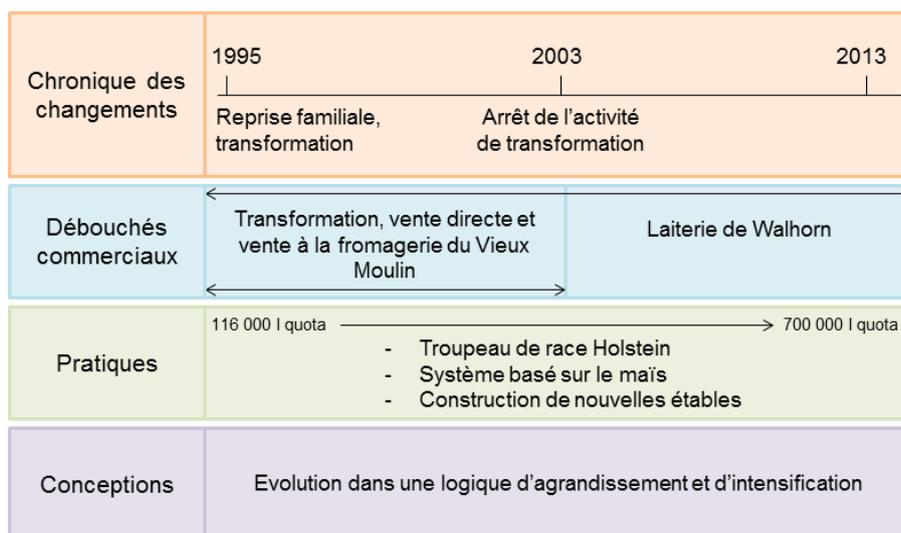


Figure 37 Trajectoire d'évolution d'un éleveur ayant cessé son activité de transformation fromagère.

Les trois trajectoires étudiées ne sont pas caractérisées par le développement de pratiques différenciées. A titre d'exemple, ces trois exploitations détenaient un cheptel laitier de race Holstein (Figure 37). En termes de relations, comme pour les autres éleveurs, les exploitants interrogés n'avaient pas développé de contacts particuliers avec d'autres éleveurs transformateurs. Les interviews mettent également en évidence un manque de compétences stratégiques, et notamment de capacité d'initiative, de la part de certains acteurs.

Donc, vous écouliez plutôt sur des marchés et ici. Il n'y a jamais aucun grossiste qui vous a appelé ? Non, d'ailleurs, on n'était pas... On n'avait pas les locaux pour travailler des quantités importantes... Et vous-mêmes, vous n'avez jamais essayé de les contacter ? Non, ça non. (...) L'expertise que vous aviez dans la fabrication du fromage, elle venait d'où ? Les arrière-grands parents de mon mari fabriquaient déjà. Et à Ciney.

L'un des éleveurs interviewés a cessé son activité de transformation lorsqu'il a arrêté de produire du lait dans son exploitation. Pour les deux autres, l'arrêt de l'activité de transformation a été associé à un processus d'agrandissement de l'exploitation (Figure 37).

On a décidé d'augmenter très fort la production mais on voyait bien qu'augmenter la production et faire du fromage, on n'arrivait pas à gérer les deux (...) À ce moment-là le prix du lait était quand-même correct, donc on s'est dit, on va augmenter très fort. Mes beaux-parents avaient 116 000 litres de quota, nous on est passé à 700 000 litres de quota.

10.5 Discussion

Cette analyse avait pour objectif d'identifier les éléments déclencheurs expliquant le recours des éleveurs à un circuit alternatif de commercialisation, les facteurs expliquant leur succès et les balises communes à leurs trajectoires d'évolution. Dans cette section, l'intérêt d'utiliser un cadre théorique associant la *multi-level perspective* à l'analyse des trajectoires d'exploitation est tout d'abord mis en évidence, au regard de ces trois objectifs. L'attachement des deux circuits étudiés au concept de niche, de même que les caractéristiques de cette niche en termes de protection, de maturation et d'*empowerment*, ont ensuite été analysés. Cette discussion est finalement clôturée en abordant les paradigmes de substitution et de reconfiguration holistique, ainsi qu'en identifiant à partir de ceux-ci les conditions nécessaires à un changement systémique des pratiques agricoles.

10.5.1 Pertinence et limites du double cadre théorique mobilisé

L'originalité de l'approche présentée dans ce chapitre réside dans l'utilisation combinée de deux cadres théoriques : la *multi-level perspective* et l'analyse des trajectoires individuelles d'exploitation. Au regard de nos résultats, cette démarche montre les complémentarités existant entre ces deux cadres conceptuels, dans une démarche d'analyse d'initiatives de niche (Figure 38).

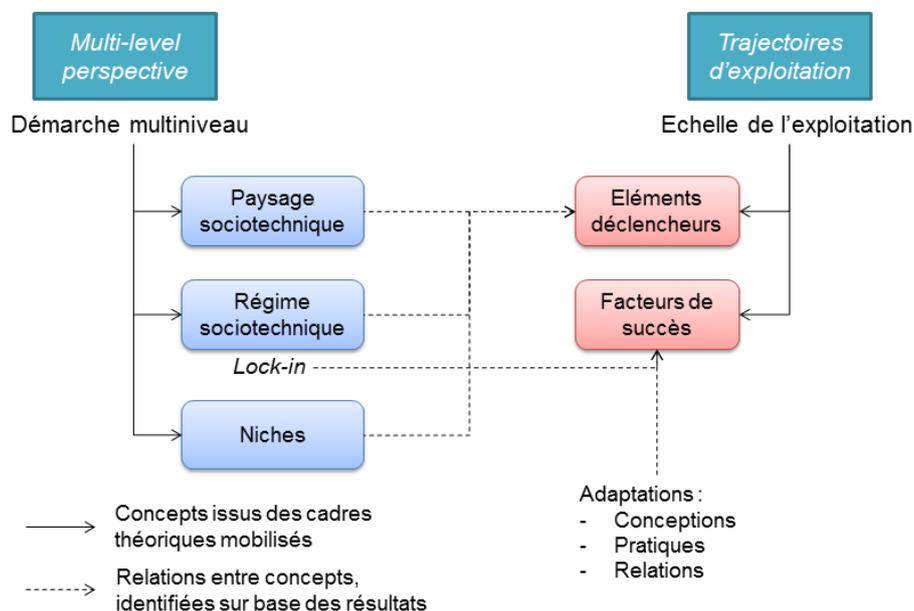


Figure 38 Relations identifiées entre la *multi-level perspective* et l'analyse des trajectoires d'exploitation.

L'identification des éléments déclencheurs de changement chez les éleveurs met tout d'abord en évidence l'influence des différents niveaux – paysage, régime et niche – sur le changement de mode de commercialisation des producteurs laitiers (Section 10.4.1). Alors que la MLP met l'accent sur l'importance des pressions exercées par le paysage sociotechnique (par exemple, la volatilité des prix agricoles), nous avons vu que des tensions se développant entre acteurs au sein du régime et des aspects propres aux circuits de niches étudiés constituaient également des éléments déclencheurs importants.

Outre ce caractère multiniveau, les éléments déclencheurs identifiés ne constituent pas exclusivement des pressions négatives exercées sur l'éleveur mais également des opportunités dont ce dernier peut tirer profit. Ces résultats concordent avec les conclusions de Sutherland et al. (2012) mentionnant la présence d'éléments déclencheurs qualifiés d'impératifs par les agriculteurs et d'éléments considérés comme des opportunités. De même, Lamine (2011) signale que les changements commerciaux ne dépendent pas uniquement de la stratégie de l'agriculteur mais également d'opportunités géographiques et liées aux réseaux professionnels et sociaux auxquels les agriculteurs ont accès. En termes de trajectoire d'évolution, nos résultats soulignent en outre que le déclenchement du changement est issu d'une superposition de plusieurs éléments – pressions et opportunités – plutôt que d'un élément isolé. Selon le cycle de déclenchement du changement (Sutherland et

al., 2012 – cf. Section 10.2.2), c'est cette accumulation d'évènements qui mène l'éleveur à envisager un changement de son mode de commercialisation.

La MLP souligne le rôle crucial des mécanismes de *lock-in* dans la stabilité du régime et, par conséquent, dans la difficulté qu'ont certaines alternatives à se développer. Dans notre étude de cas, cette situation de verrouillage s'illustre par l'interdépendance et l'alignement entre de nombreux éléments du régime, tels que la qualification du lait en tant que produit industriel et standardisé, le développement d'infrastructures spécifiques à la fabrication de produits à faible valeur-ajoutée, les rapports de force entre éleveurs et laiteries, la concentration des acteurs de l'industrie laitière, l'évolution des exploitations laitières vers des modèles de production répondant aux demandes de ces entreprises et le développement d'une identité professionnelle agricole axée sur une fonction de « livreur de lait », avec un objectif de productivité et une notion de normalité, voire de sécurité, associée à la livraison du lait en laiterie conventionnelle.

La comparaison des facteurs de succès (Tableau 28, Section 10.4.2) aux mécanismes de *lock-in* identifiés précédemment (Tableau 24, Section 9.3.2) montre la nécessité d'opérer une rupture vis-à-vis du régime, pour garantir la réussite du changement de circuit de commercialisation. Cette rupture implique des changements pratiques (l'utilisation d'une race à vocation fromagère, plutôt que la race Holstein) et relationnels (le développement de relations de confiance avec la structure en aval, plutôt que la présence de relations de pouvoir) de la part de l'éleveur. Le succès de ces initiatives alternatives nécessite également le développement de compétences spécifiques, stratégiques et relationnelles, allant au-delà des pratiques agricoles enseignées dans les systèmes de formation traditionnelle. De telles compétences peuvent être regroupées sous le terme de compétences entrepreneuriales et concernent l'identification et la valorisation d'opportunités, la formulation et l'évaluation de stratégies commerciales, ainsi que le développement de réseaux de contacts (Morgan et al., 2010; Hassink et al., 2013).

Les changements décrits ci-dessus ont, dans certains cas, été associés en amont à une rupture normative de l'éleveur vis-à-vis du régime, en ce qui concerne son objectif de production et les relations entretenues avec l'aval de la filière. D'une part, pour les éleveurs transformateurs, l'acquisition d'expérience extra-agricole semble favoriser une telle rupture vis-à-vis du modèle productiviste dominant. Tout en considérant cette observation avec grande précaution vu la taille limitée de l'échantillon concerné, ce résultat concorde avec l'étude menée par Vankeerberghen et al. (2014) au sujet de l'agriculture de conservation : celle-ci a en effet identifié cet élément de non-continuité familiale comme facilitant « *la prise*

de distance avec un modèle normatif qui se transmet de génération en génération ». D'autre part, en ce qui concerne les éleveurs livrant leur lait à une fromagerie, le passage d'une production conventionnelle à une production biologique, ayant eu lieu antérieurement au changement de mode de commercialisation, constitue également une rupture forte vis-à-vis du régime. Il est donc possible que cette première rupture ait eu tendance à initier les autres changements – normatifs, pratiques, relationnels – ayant mené à l'adoption d'un mode alternatif de commercialisation. De manière plus générale, Sutherland and Darnhofer (2012) ont montré que des changements au niveau du contexte agricole externe sont susceptibles d'influencer les normes d'excellence professionnelle auxquelles se réfèrent les éleveurs et de favoriser ainsi l'émergence de réponses créatives contribuant à la diversité des pratiques agricoles.

Nos résultats ont illustré la complémentarité des deux cadres théoriques mobilisés au niveau des échelles d'analyse considérées. Alors que la MLP constitue un cadre multiniveau et multidimensionnel (Chapitre 7), l'analyse des trajectoires d'évolution des exploitations permet de se focaliser sur l'échelle de l'exploitation, sur le rôle de l'agriculteur et sur ses interactions avec d'autres acteurs. De ce fait, la MLP donne une vision « verticale » du changement (Hinrichs, 2014), en attribuant une place importante aux systèmes de production et de consommation dans lesquels les exploitations évoluent. De manière complémentaire, l'analyse des trajectoires apporte une vision analytique « horizontale » (Hinrichs, 2014), par la prise en considération du profil des éleveurs et du rôle que ceux-ci jouent en tant qu'agents de transition. Une approche holistique de ce type est considérée comme essentielle afin d'étudier les dynamiques multiniveaux et les contraintes des circuits de commercialisation alternatifs tout en tenant compte des valeurs, des motivations et des comportements des éleveurs, ceux-ci jouant un rôle clé en tant que « porteurs » des transitions (Sonnino and Marsden, 2006 ; Spaargaren et al., 2012). La combinaison de ces deux cadres théoriques nous a dès lors permis de surmonter la critique fréquemment émise à l'égard de la MLP concernant son manque de prise en compte du rôle des acteurs (*agency*) (Genus and Cole 2008; Pesch 2015).

A côté des complémentarités décrites dans cette section, l'approche méthodologique utilisée a montré certaines limites. Le choix de l'étude de cas implique tout d'abord un biais lié au fait que de nombreux éleveurs livreurs sont des éleveurs s'étant convertis précédemment à l'agriculture biologique. Cette caractéristique engendre dès lors une certaine confusion entre, d'une part, les changements relatifs au processus de conversion à l'agriculture biologique et, d'autre part, les changements propres au choix d'un circuit de commercialisation alternatif. Le manque de prise en compte de la dimension historique et temporelle

des trajectoires d'exploitation étudiées constitue une seconde limite de notre travail. Au cours des entretiens semi-dirigés et du traitement des données, il aurait par exemple été intéressant de situer et de relier davantage la trajectoire des éleveurs vis-à-vis de différents événements clés du paysage agricole wallon, tels que la crise du lait de 2009 et d'éventuels changements de réglementations (en termes de subsides notamment). Les trajectoires illustrées ont été historicisées à partir des données disponibles, sans toutefois relier les périodes de changement observées à des événements externes spécifiques. Ce dernier point constituerait par conséquent une perspective de travail pertinente.

Les deux cadres théoriques d'analyse utilisés dans ce travail présentent finalement un décalage en ce qui concerne la définition de la transition : la MLP la définit comme un changement du régime tandis que l'approche des trajectoires d'évolution considère un changement de l'exploitation. Comme le souligne Bidaud (2013), se pose alors la question de savoir comment utiliser les résultats obtenus afin d'identifier des leviers pour une transition qui concernerait la majorité des exploitations et mènerait à un changement global du régime. Deux pistes sont présentées dans les sections suivantes : il s'agit, d'une part, de se pencher sur le rôle et les propriétés de la niche étudiée et, d'autre part, d'explorer la manière dont certains éleveurs opèrent une reconfiguration systémique de leur exploitation agricole.

10.5.2 Rôle de la niche étudiée : protection, maturation et empowerment

Dans cette analyse, nous sommes partis de l'hypothèse que les deux circuits alternatifs de commercialisation constituant notre étude de cas pouvaient être qualifiés de niches d'innovation. Pour rappel, une niche se structure autour d'éléments techniques et matériels, de groupes sociaux et de normes se différenciant de ceux du régime (Section 7.1.2). Bien qu'une forte diversité ait été observée, la réussite des exploitations engagées dans ces voies alternatives implique de développer des pratiques et des relations sociales se différenciant de celles en cours dans le régime dominant. Certains éleveurs possèdent en outre des conceptions (ou normes) différentes de celles du modèle productiviste. Cette différenciation vis-à-vis du modèle dominant concorde dès lors avec la notion de niche utilisée dans le chapitre précédent (Section 9.2). En lien avec le concept d'*insularisation*, cette niche a pour caractéristique de se développer au sein même du régime et de garder une continuité, plus ou moins forte, avec ce dernier (Vankeerberghen et al., 2014).

1. La niche comme espace de protection

Une niche est définie au départ de son rôle de protection vis-à-vis d'innovations qui ne seraient pas capables de « survivre » face aux pressions de sélection présentes dans le régime (Geels, 2002). Dans notre étude de cas, la niche étudiée possède un rôle protecteur vis-à-vis des fluctuations du prix du lait sur le marché mondial et des relations de pouvoir existant entre les éleveurs et les structures en aval du circuit conventionnel (laiteries, entreprises de transformation, grande distribution). D'après les éleveurs interrogés, l'équilibre des relations de négociation entre acteurs garantit en effet une rémunération plus équitable, en raison d'une réciprocité mutuelle plus grande vis-à-vis des besoins que les éleveurs et le transformateur de niche ont l'un de l'autre.

Le caractère protecteur de la niche étudiée dans ce travail doit néanmoins être nuancé à deux égards. D'une part, le fait que la majorité des éleveurs soient des producteurs certifiés biologiques favorise probablement aussi ce rôle de protection vis-à-vis des fluctuations du prix du lait dans le circuit conventionnel. D'autre part, le caractère protecteur de la niche étudiée montre certaines limites en raison des liens maintenus avec le régime. A titre d'exemple, l'écoulement d'une partie des produits transformés *via* des grossistes et leur distribution dans les supermarchés placent ces produits en compétition avec les produits issus de l'industrie. Cette concurrence pousse dès lors les éleveurs transformateurs à se différencier sur le plan de la qualité gustative afin d'améliorer leur compétitivité au sein du régime.

2. Quel niveau de maturation pour la niche étudiée ?

L'influence potentielle d'une niche dans un processus de transition dépend de son niveau de maturation au moment où des pressions sont exercées sur le régime et ouvrent une *fenêtre d'opportunité* (Geels and Schot, 2007 – cf. Chapitre 7). Selon la théorie de gestion stratégique des niches (Schot and Geels, 2008), ce processus de développement peut être analysé à partir de trois mécanismes : le développement de processus d'apprentissage, la convergence des attentes et des points de vue des acteurs, ainsi que la construction de réseaux sociaux (Section 7.1.2).

En termes d'apprentissages, les éleveurs recourent essentiellement à des modes informels de formation (contacts interpersonnels) ou aux organismes de formation présents au sein du régime. Les interviews ont souligné les lacunes de ces organismes vis-à-vis de la transmission de certaines compétences, telles que des compétences entrepreneuriales, relationnelles et organisationnelles. Une forte hétérogénéité a en outre été observée parmi les acteurs en ce qui concerne leur vision vis-à-vis de la niche, leur niveau d'implication et de participation. En troisième lieu, les acteurs interviewés n'ont pas fait référence à la présence de

réseaux sociaux se structurant autour de la niche étudiée. Les relations fréquemment mentionnées sont celles liant l'éleveur à la fromagerie, à la structure d'écoulement de ses produits ou au consommateur dans le cas de la vente directe.

Pour ces trois mécanismes, l'analyse des entretiens met en évidence que les éleveurs n'effectuent pas toujours une rupture totale ou systémique avec le régime. Des liens plus ou moins forts sont maintenus avec le régime. A titre d'exemple, certains éleveurs gardent une vision du modèle de commercialisation similaire à celle observée dans le régime : le producteur livre son lait à une structure sans se soucier du devenir de sa production. En termes de réseaux sociaux, la niche étudiée garde des points d'accroche important avec le régime. Les éleveurs interrogés sont en effet en relation avec les acteurs de conseil et de formation, les acteurs politiques, les acteurs industriels et les acteurs de distribution des produits présents dans le régime. Cette brève analyse des mécanismes propres aux niches met en évidence la forte hétérogénéité et le faible niveau de maturation caractérisant notre étude de cas.

Pour être source d'un changement global du régime, il est par conséquent crucial que la niche accentue son processus d'*insularisation* et sorte de cette dépendance vis-à-vis du régime (Verhaegen, 2012; Vankeerberghen et al., 2014). Pour y parvenir, une « alternativité » distincte des logiques conventionnelles doit être construite, en développant la niche autour de valeurs, de pratiques et de modes de gouvernance différents de ceux du régime et ancrés au niveau territorial (Verhaegen, 2012). Ce processus de convergence ouvrirait notamment la voie à davantage de légitimité et de visibilité institutionnelle et politique (Schot and Geels, 2008).

A cet égard, la structuration existant autour du mode de production biologique semble avoir joué un rôle de substitution au sein de la niche étudiée. Plusieurs éleveurs ont en effet mentionné faire partie d'un réseau se structurant autour du mode de production biologique, plutôt qu'autour du modèle de commercialisation alternatif dans lequel ils s'intègrent. Comme le soulignaient Smith et al. (2010), cette association montre l'importance de considérer les interactions potentielles et les synergies possibles existant entre niches d'innovation dans le cadre d'un processus global de transition.

3. Empowerment : une stratégie de conformation ou de transformation ?

Le rôle d'*empowerment* de la niche a trait à sa capacité à influencer certains éléments constitutifs du régime (Smith and Raven, 2012) (cf. Section 7.1.2). A l'échelle de l'exploitation, nos résultats ont montré la présence d'une diversité de

trajectoires et de différents degrés de continuité des éleveurs avec le régime. Dans certains cas, le fait de recourir à un circuit alternatif de commercialisation n'est pas ou peu accompagné de changements de pratiques ou de conceptions. Seul un détachement de type commercial est réalisé vis-à-vis du régime dominant. Cette première stratégie type implique que le circuit alternatif considéré *se conforme* aux caractéristiques culturelles et industrielles du régime.

A une autre extrémité, certains agriculteurs opèrent une rupture normative vis-à-vis du régime. Il ne s'agit plus uniquement d'un changement de type commercial mais d'une reconfiguration de l'entièreté du système de production et des normes orientant ces pratiques. Cette seconde stratégie implique, à l'échelle de l'exploitation agricole, une *transformation* des références culturelles et professionnelles propres au modèle agricole dominant. La diversité caractérisant notre étude de cas montre donc une association entre des stratégies de type « *fit-and-conform* » et « *stretch-and-transform* » à l'échelle de la ferme.

10.5.3 Substitution *versus* reconfiguration holistique

L'analyse comparée des trajectoires d'exploitation réalisée dans ce travail présente certaines similitudes avec les résultats identifiés par Lamine (2011) dans son étude des trajectoires de conversion vers l'agriculture biologique et la gestion intégrée des pesticides. La binarité opposant le paradigme de substitution des intrants à celui de reconfiguration holistique des systèmes de production peut notamment être appliquée à notre étude de cas.

Les trajectoires d'éleveurs ayant cessé leurs activités de transformation sont caractérisées par un manque de cohérence propre à l'exploitation en termes de normes, de pratiques et de relations (Section 10.4.3.3). Ces producteurs s'étaient orientés vers la transformation à la ferme en raison de l'historique familial de l'exploitation ou par nécessité. Ils n'ont pas opéré de rupture avec le régime, en ce qui concerne leurs conceptions, les pratiques utilisées et les relations entretenues avec d'autres acteurs. Dans deux cas, ces trajectoires ont été caractérisées par l'abandon de l'activité de transformation, au profit d'une logique d'agrandissement caractéristique du régime dominant.

Cette séquence peut être assimilée au paradigme de substitution, défini par Lamine (2011) comme « *le remplacement des intrants de synthèse par des méthodes alternatives afin de lutter contre les pestes et les maladies* ». Dans notre cas, il ne s'agirait pas d'une substitution d'intrants mais plutôt du remplacement du mode de commercialisation conventionnel par un modèle alternatif. Ce paradigme est

caractérisé par le changement d'une composante de l'exploitation, sans modifier l'entièreté des composantes c'est-à-dire sans modifier le système de manière holistique. En termes d'évolution, ce paradigme est associé à des trajectoires directes et réversibles en cas d'échecs techniques ou de difficultés économiques, ce que nous retrouvons dans notre étude de cas (Lamine and Bellon, 2009; Lamine, 2011).

Face à ce paradigme de substitution, nous avons mis en évidence la présence d'une diversité de profils d'éleveurs en termes de modification des normes, d'adaptation des pratiques et de construction de relations. Comme l'ont mis en évidence Vankeerberghen et al. (2014) dans le domaine de l'agriculture de conservation, différents degrés d'*insularisation* coexistent parmi les agriculteurs, en fonction de leurs trajectoires. Cette diversité est caractérisée par un *continuum* s'échelonnant d'exploitations modifiant l'un ou l'autre élément de manière ponctuelle et gardant une continuité forte avec le régime à des cas de reconfiguration majeure du système de production.

Certains éleveurs ont ainsi développé des conceptions différentes de celles en vigueur dans le régime, en ce qui concerne leur objectif de production (l'autonomie, par exemple), leur intérêt vis-à-vis du devenir de leur production et les relations entretenues avec la structure de commercialisation en aval. Leurs pratiques et les interactions qu'ils développent sont dès lors reconfigurées suivant ces normes différenciées, de manière à former une nouvelle cohérence se distinguant de celle du régime. Ces éleveurs adhèrent donc en partie au paradigme de reconfiguration holistique qui consiste à construire des « *systèmes de production diversifiés sur base d'un modèle écologique, dans lequel les interactions entre composantes garantissent la fertilité, la productivité et des propriétés de résilience* » (Lamine and Bellon, 2009). Comme l'ont rapporté Cerf et al. (2010), le passage à un raisonnement systémique de l'exploitation s'accompagne donc d'une évolution des « *critères d'excellence professionnelle* » qui se matérialise dans notre étude de cas par le passage d'un objectif de productivité à un objectif d'autonomie de l'exploitation.

Le paradigme de reconfiguration holistique – ou systémique – a été associé, dans certaines études, à des trajectoires d'évolution progressives, impliquant un engagement stable de la part de l'agriculteur (Lamine and Bellon, 2009; Lamine, 2011). La progressivité du changement a été observée au cours des trajectoires d'évolution des éleveurs transformateurs interrogés, tandis que ce sont plutôt des phases d'essais-erreurs qui caractérisent les trajectoires des éleveurs livreurs (Section 10.4.3, Figures 35 et 36). L'acquisition de compétences et d'expérience associée à ces séquences types semble expliquer la stabilité des éleveurs dans leur

voie de commercialisation actuelle. Étant donnée la diversité observée dans notre échantillon d'éleveurs en termes d'adaptation des pratiques, notre étude de cas ne nous permet toutefois pas d'associer ces séquences de progressivité et d'essais-erreurs au paradigme de reconfiguration holistique.

Dans notre échantillon, l'analyse des trajectoires d'exploitations ayant opéré une reconfiguration systémique de leur système souligne l'importance des conceptions de l'éleveur dans un processus d'évolution des systèmes agricoles. Le développement de conceptions se différenciant de celles en vigueur dans le secteur semble être à la source de pratiques agricoles et de relations différenciées. Dans ce cadre, l'acquisition de compétences entrepreneuriales semble constituer un antécédent favorisant l'éleveur à considérer activement des opportunités de changement et à ainsi initier un processus de rupture vis-à-vis du régime dominant.

10.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous proposons un cadre méthodologique associant la *multi-level perspective* et l'analyse des trajectoires individuelles d'exploitation afin d'étudier les processus d'évolution des systèmes agricoles. Cette association se justifie par la nécessité de porter davantage attention à l'échelle de l'exploitation dans ce type d'analyse. Ce double cadre conceptuel a été utilisé comme porte d'entrée pour analyser deux circuits alternatifs de commercialisation des produits laitiers en Wallonie – la livraison du lait à des structures de transformation fromagère et la transformation fromagère à la ferme – à partir d'une méthode qualitative axée sur la réalisation d'entretiens semi-dirigés avec des éleveurs laitiers.

Des aspects économiques et relationnels provoquent un sentiment de ressenti négatif de l'éleveur vis-à-vis du circuit de commercialisation conventionnel, expliquant son choix d'un circuit alternatif. À cela, vient se superposer la présence éventuelle d'opportunités liées au contexte et à la structure de l'exploitation. L'utilisation de la MLP souligne le caractère multiniveau de ces éléments déclencheurs : ceux-ci concernent le paysage, mais ont également trait aux relations entre acteurs du régime et aux contraintes imposées par les circuits de niche étudiés.

Le succès des trajectoires analysées dépend de la qualité du produit transformé, de l'adaptation de certaines pratiques agricoles (la race laitière utilisée, par exemple), de l'acquisition de compétences techniques, stratégiques et relationnelles, de la gestion des normes sanitaires, de la construction de relations de confiance avec la structure fromagère, de la gestion des débouchés, ainsi que d'aspects concernant

la mentalité et le comportement du consommateur. La réussite de ces expériences de niche nécessite, par conséquent, que les éleveurs engagés dans des circuits alternatifs opèrent une rupture avec différents éléments constitutifs du régime.

Les exploitations de notre échantillon présentent une diversité de profils en ce qui concerne l'adaptation de leurs pratiques et leur implication dans le circuit de commercialisation. Certaines d'entre elles ont opté pour une reconfiguration globale de leur système de production, en orientant leur objectif et leurs pratiques de production vers l'autonomie. Une telle reconfiguration holistique implique le développement de conceptions se détachant de celles du modèle productiviste dominant. *A contrario*, les trajectoires marquées par l'abandon du circuit alternatif de commercialisation ont été associées à une absence de rupture vis-à-vis du système productiviste dominant, en termes d'objectifs de production et de pratiques. Ces exploitations ont abandonné le circuit alternatif de commercialisation au profit d'une logique d'agrandissement. Vu la taille relativement limitée de l'échantillon, davantage de recherches sont néanmoins nécessaires pour confirmer ces tendances.

Bien qu'étant caractérisée par une certaine cohérence, la niche étudiée dans ce travail reste fortement imbriquée au sein du régime. Cette imbrication explique la difficulté, pour les éleveurs, d'acquérir les compétences stratégiques et relationnelles nécessaires à la réussite de leur entreprise. Notre étude de cas est également caractérisée par une forte hétérogénéité des visions et des attentes des acteurs vis-à-vis de la niche, ainsi que par le manque de réseaux sociaux se structurant autour de celle-ci. Les lacunes présentes au niveau de trois mécanismes clés – le développement de processus d'apprentissage, la convergence des attentes et la construction de réseaux sociaux – montrent le faible niveau de maturation de la niche étudiée. Cette hétérogénéité explique notamment la difficulté des circuits alternatifs de commercialisation à influencer favorablement le régime, au niveau institutionnel et politique, et par conséquent à acquérir davantage d'importance au sein de ce régime.

Conclusion de la partie II

La seconde partie de la thèse avait pour objectif d'étudier les voies d'évolution envisageables pour les exploitations laitières wallonnes, dans un contexte marqué par la notion de durabilité, en tenant compte de la structure de la filière dans laquelle elles s'insèrent. Alors que la première partie de la thèse possédait un caractère quantitatif, le second objectif de la thèse a été abordé à partir d'une méthodologie qualitative basée sur la réalisation d'entretiens semi-dirigés avec des agriculteurs et d'autres acteurs du secteur laitier. La *multi-level perspective* et ses trois concepts fondateurs – régime, niche et paysage – ont été utilisés comme cadre théorique afin de structurer les guides d'entretien utilisés lors de ces interviews.

Dans un premier temps, un scénario tendanciel d'évolution a été identifié par les acteurs de terrain. Ceux-ci voient l'évolution du secteur laitier selon un processus de dualisation des exploitations, caractérisé par l'agrandissement, l'intensification et la spécialisation d'une majorité d'exploitations et par le maintien de modèles alternatifs, tels que l'autonomie en intrants, la production biologique, les circuits alternatifs de commercialisation et le travail collectif. Par cette binarité, les acteurs ont montré une vision des systèmes de production laissant peu de place à la présence de diversité. Ceci s'oppose aux résultats de notre première partie soulignant l'existence d'une diversité de systèmes de production et d'un *continuum* tant en termes de structure que de performances économiques et environnementales. Or, nous avons montré que cette diversité peut elle-même constituer, grâce à des processus de *benchmarking* et d'apprentissage mutuel, une source de changement des exploitations vers davantage de durabilité. La tension issue de ces visions contradictoires de la diversité des exploitations, actuelle et future, sera davantage développée dans la Discussion générale.

Dans un second temps, notre analyse a montré que le régime sociotechnique est verrouillé autour d'une tendance à l'agrandissement des fermes, suite à l'évolution conjointe et à l'articulation de pratiques, de normes, d'éléments techniques et d'infrastructures matérielles, à différents niveaux de la filière. Dès lors, une transition profonde du secteur vers davantage de durabilité et de résilience nécessiterait de mettre en œuvre des actions de « déverrouillage » afin de soutenir l'émergence d'alternatives au modèle dominant. Plus particulièrement, deux voies de transition ont été proposées afin de réfléchir l'évolution du secteur vers davantage de durabilité. D'une part, certaines pratiques de niche pourraient être intégrées graduellement au régime, sans en bouleverser l'architecture, afin de répondre aux critiques extérieures concernant l'impact négatif du modèle dominant. D'autre part, une augmentation des pressions exercées sur le régime, et notamment des pressions normatives (c'est-à-dire issues de la société), serait susceptible de modifier considérablement l'environnement de sélection du régime (les normes des producteurs et les préférences des consommateurs, par exemple),

favorisant ainsi le développement d'innovations radicales et ouvrant la voie à un changement plus marqué du régime.

Afin de prendre davantage en considération le rôle des éleveurs en tant qu'agents de transition, la MLP a été combinée à l'analyse des trajectoires d'évolution d'un ensemble d'exploitations ayant opté pour un circuit alternatif de commercialisation du lait. Cette étude de cas a souligné la manière dont ces agriculteurs interagissent avec le régime dominant et se démarquent de ce dernier. Suite à la présence de tensions issues du régime ou du paysage et vu la présence de certaines opportunités, ces derniers choisissent de se détacher du circuit de commercialisation conventionnel du lait. Outre cette rupture d'ordre commercial, la réussite de ces initiatives de niche nécessite, de la part des éleveurs, de développer des pratiques spécifiques (en termes de race laitière utilisée, par exemple), des compétences de type entrepreneurial et des relations avec les structures en aval se différenciant de celles en vigueur dans le régime. Certains d'entre eux reconfigurent de manière holistique leur système en créant une nouvelle cohérence entre normes, techniques et relations se distinguant de celles propres au régime sociotechnique.

Malgré le détachement des éleveurs vis-à-vis de certains éléments constitutifs du régime, la niche étudiée dans ce travail reste fortement imbriquée dans le régime dominant. Elle possède un niveau élevé d'hétérogénéité et un faible niveau de maturation, notamment en termes de construction de réseaux sociaux. Afin de constituer une source potentielle de changement pour le secteur dans sa globalité, celle-ci devrait par conséquent suivre un processus de stabilisation basé sur le développement de processus d'apprentissage, la convergence des attentes des acteurs (les agriculteurs, mais aussi les structures fromagères et les consommateurs) et le développement de réseaux sociaux, ceux-ci étant à la source d'expertise et de ressources financières. Le potentiel de cette niche à initier un changement profond du régime dépend également de sa capacité à mettre en œuvre des processus permettant de modifier l'environnement de sélection du régime (c'est-à-dire, par exemple, le modèle de formation agricole, les préférences des consommateurs ou le système de distribution).

Même si le modèle agricole productiviste est actuellement questionné par la société et présente certaines failles au niveau environnemental, économique et social, la situation de verrouillage caractérisant le secteur laitier contribue à expliquer la place toujours aussi importante donnée à ce modèle au niveau industriel, institutionnel et politique. Les résultats issus de cette seconde partie de la thèse montrent qu'un changement profond du régime nécessiterait une augmentation de la pression normative exercée sur ce modèle, ce qui impliquerait

notamment de se focaliser sur certains aspects précis de durabilité, et particulièrement sur ceux ayant une signification culturelle forte. Cette pression sociale devrait, en parallèle, s'aligner avec des changements de type commercial, institutionnel et politique. Le développement des niches existantes constitue un troisième point clé afin de stimuler le changement du régime. A l'échelle de l'exploitation, l'acquisition de compétences entrepreneuriales – stratégiques et relationnelles – semble favoriser la remise en question des routines des éleveurs, voire de leurs normes de référence, et stimuler ainsi leur adhésion à des systèmes alternatifs.

En conclusion, deux perspectives différentes et complémentaires ont été utilisées, dans cette seconde partie de la thèse, pour aborder la question de la transition des systèmes d'élevage laitier. En se focalisant sur le régime et le modèle agricole dominant, le Chapitre 9 a mis l'accent sur la question de savoir s'il était possible de changer le régime et sur les mécanismes de verrouillage associés aux normes et aux pratiques des acteurs de la filière laitière. En étudiant plus en profondeur une niche bien spécifique, le Chapitre 10 a mis en évidence les différences existant entre le régime et la niche étudiée en termes de motivations, de normes, de pratiques et de relations. La seconde partie de ce travail nous a permis d'intégrer une dimension dynamique, ainsi qu'une échelle incluant les changements du paysage et la structure de la filière laitière. Elle aborde une échelle spatiale (filiale *versus* ferme), une dimension temporelle (évolution *versus* statique) et une méthodologie (qualitative *versus* quantitative) différentes de celles de la première partie de la thèse, d'où l'importance d'articuler ces deux parties dans la Discussion générale.

Discussion générale

*« The beauty in our inability to define sustainability
means that we cannot prescribe it.
The future may then unfold according to our visions and abilities
provided we recognise the global limits »*
Alain Fricker, 1998, Measuring up to sustainability

La Discussion générale est structurée en trois parties abordant : (i) l'intérêt sociétal et appliqué de notre recherche ; (ii) sa pertinence scientifique et méthodologique ; et (iii) ses limites et les perspectives qui en découlent. Dans la première section, nous discutons les avancées que représente notre recherche vis-à-vis de l'enjeu global consistant à identifier comment les exploitations laitières pourraient évoluer pour faire face aux multiples défis qui se posent et quels obstacles celles-ci devraient surmonter pour y parvenir. Dans ce cadre, nous abordons également la manière dont notre recherche a contribué à documenter les modèles d'élevage alternatifs, de même que le rôle éventuel de ces derniers en tant que source de changement pour l'ensemble des exploitations et du secteur laitier. Dans la seconde section, nous analysons les développements méthodologiques réalisés au cours de cette recherche, en faisant le point sur les complémentarités caractérisant les approches quantitatives et qualitatives utilisées, ainsi que sur différents critères de qualité. La dernière section de cette discussion identifie les limites de notre travail, de même que les perspectives de recherche que ces limites nous suggèrent.

Contribution de la thèse à la documentation des voies de transition des exploitations laitières vers davantage de durabilité

Les conclusions des parties I et II de la thèse ont résumé les principaux résultats de notre étude vis-à-vis des deux objectifs spécifiques définis dans le Chapitre 2. Au-delà de ces deux objectifs, cette section met en évidence l'intérêt sociétal de nos résultats et leur contribution à la documentation des voies de transition des exploitations laitières vers davantage de durabilité. Notre recherche fournit en effet des avancées vis-à-vis de cet enjeu, en apportant des éléments de réponse aux trois questions suivantes : (i) *comment* favoriser l'évolution des exploitations laitières vers davantage de durabilité ? (ii) *vers quel(s) modèle(s) alternatifs* celles-ci pourraient-elles se tourner ? (iii) ces modèles alternatifs constituent-ils une *source de changement* pour les systèmes d'élevage et, plus globalement, pour le secteur laitier ? De tels résultats ont pour vocation de servir de points d'appui à la définition de politiques de transition adaptées aux réalités, à la complexité et à la diversité du terrain.

La question du *comment*

Le tournant majeur que doit prendre aujourd'hui le secteur des productions animales pour réduire son impact environnemental, assurer la viabilité socio-économique de ses producteurs et répondre aux attentes de la société constitue le point de départ de nombreux travaux de recherche (Thomassen et al., 2009; ten Napel et al., 2011; Dumont et al., 2013). Alors que la théorie de la transition a été fréquemment mobilisée dans un contexte de développement durable dans des domaines tels que la production d'énergie et le transport, celle-ci a été peu utilisée comme « porte d'entrée » pour étudier les systèmes d'élevage (Elzen et al., 2011; Markard et al., 2012; Vrijs, 2012).

Notre recherche possède dès lors l'originalité d'aborder la question de la durabilité des exploitations laitières dans une logique d'évolution et de transition. Au départ d'une analyse de la diversité des systèmes de production laitière présents en Wallonie et d'une étude de la filière, notre recherche a contribué à déterminer *comment* favoriser l'évolution des exploitations laitières vers davantage de durabilité. Dans ce contexte, la notion de durabilité est à concevoir comme un processus dynamique et continu, permettant aux systèmes de se maintenir malgré la présence de perturbations extérieures, plutôt que comme un état stable à atteindre (Duru and Therond, 2014).

Notre contribution à la question du *comment* implique des résultats issus des deux parties de la thèse (Tableau 30) et concerne : (i) la valorisation des marges d'amélioration identifiées au sein de la diversité actuelle ; (ii) la prise en compte des mécanismes de verrouillage identifiés afin de définir des leviers d'action adaptés aux réalités des filières ; (iii) l'identification des ressources dans lesquelles investir pour favoriser un changement systémique des systèmes de production ; et (iv) la discussion des dynamiques caractérisant deux scénarios de transition vers davantage de durabilité. Ces différents résultats sont décrits dans les paragraphes suivants et sont ensuite mis en relation avec les formes progressives et radicales de transition identifiées dans la littérature.

Tableau 30 Apports des approches quantitative et qualitative à la question du "comment".

	Approche quantitative	Approche qualitative
Objectif	Analyser la diversité des exploitations laitières spécialisées, en termes de durabilité, et identifier d'éventuelles marges d'amélioration	Etudier la diversité et les trajectoires d'évolution des systèmes laitiers
Source des données	Comptabilités agricoles et indicateurs de durabilité	Entretiens semi-dirigés avec des acteurs du secteur laitier
Outputs	Méthode visant à identifier des groupes d'exploitations homogènes au niveau de leur structure et de leur durabilité, ainsi que des exploitations marginales Pertinence de l'indicateur d'autonomie en intrants pour améliorer les performances des exploitations	Identification d'un scénario d'évolution et de mécanismes de <i>lock-in</i> + discussion de voies alternatives de transition Importance des ruptures que les éleveurs, engagés dans un circuit alternatif de commercialisation, opèrent vis-à-vis du régime
Utilisation de ces résultats	Mise en évidence de marges d'amélioration Valorisation des marges existantes dans un processus de <i>benchmarking</i> , via un apprentissage collectif ou le développement d'outils informatiques	Identification de leviers d'action pour favoriser le développement des niches et stimuler le processus de transition Identification et formalisation des ressources dans lesquelles investir pour stimuler certains changements à l'échelle de la ferme

Identification et valorisation des marges d'amélioration existantes

A partir d'une analyse quantitative de la diversité des exploitations, les Chapitres 4 et 5 ont souligné la présence de marges de manœuvre afin d'améliorer conjointement les performances économiques et environnementales des exploitations, pour des caractéristiques structurelles similaires.

L'identification et la caractérisation de cinq groupes d'exploitations distincts a mis en exergue la capacité du groupe G1 à combiner des performances économiques et environnementales relativement élevées (cf. Sections 5.1.2 et 5.1.6). L'association de ce groupe à un style de ferme *économe*, cherchant à réduire ses coûts de production, éclaire une première voie d'amélioration possible pour les exploitations laitières. La « malléabilité » des processus de production agricole rend en effet possible le passage d'un *farming style* à l'autre (van der Ploeg and Ventura, 2014). Certains degrés de liberté vis-à-vis des contraintes pédoclimatiques ont été observés sur base de nos résultats (cf. Figures 25 et 26, Chapitre 5) et suggèrent la possibilité de produire de manière économe en Haute-Ardenne comme en Région herbagère liégeoise. Dans ces deux régions, un changement de style orienté vers des processus de production économes serait donc envisageable et pourrait, par exemple, être stimulé au travers de réorientations stratégiques, de nouveaux modèles de coopérations ou de dispositions politiques (van der Ploeg and Ventura, 2014). Cette notion de *malléabilité* doit cependant être nuancée au regard de certaines irréversibilités qui peuvent découler d'investissements importants réalisés par l'agriculteur au cours de sa trajectoire (dans un contexte d'agrandissement de l'exploitation, par exemple).

Lorsque de telles irréversibilités ne peuvent être surmontées, notre travail a montré qu'au sein même des cinq groupes identifiés, des marges d'amélioration existent et pourraient être valorisées. L'analyse du groupe GM2 a montré qu'une vingtaine d'exploitations de ce groupe parviennent à combiner un revenu par unité de travail familial élevé avec une consommation d'énergie par hectare relativement faible, pour un niveau de production similaire à celui des autres exploitations. Une analyse plus fine de ces fermes a souligné l'intérêt et la possibilité de réduire les coûts d'élevage par animal : les exploitations les plus performantes du groupe GM2 possèdent, en moyenne, des coûts d'élevage inférieurs de 16 % à ceux des autres exploitations de ce groupe (cf. Tableau 14, Chapitre 5). Les performances économiques et environnementales de ces fermes semblent néanmoins être également liées à la capacité de celles-ci à combiner une production laitière par hectare inférieure avec une productivité du travail supérieure. Or, cette capacité est essentiellement liée à la superficie agricole disponible, un facteur sur lequel l'agriculteur a peu de prise. Ceci souligne dès lors la nécessité, pour obtenir des

performances élevées, de réfléchir le niveau de production en fonction des potentialités et des contraintes structurelles propres à l'exploitation (superficie, ressources fourragères, etc.). Une telle approche impliquerait cependant, pour de nombreux agriculteurs, de se détacher de la logique productiviste ancrée dans le secteur agricole (Coquil et al., 2014).

Une troisième voie d'amélioration des performances se dessine au départ de nos résultats : celle-ci est associée à la capacité de notre méthode d'analyse à détecter des exploitations marginales, se différenciant des cinq groupes principaux identifiés. Parmi ces exploitations marginales, certaines se démarquent de leur groupe de référence en raison de leurs performances particulièrement élevées en termes économique et environnemental. De telles performances soulignent dès lors la présence de marges d'amélioration à exploiter (cf. Tableau 15, Chapitre 5). Etant donnée la « distance » de ces exploitations vis-à-vis de la majorité des exploitations de notre échantillon, le passage à de tels systèmes de production nécessiterait probablement des changements profonds, au niveau des objectifs et des pratiques de production des éleveurs, mais aussi en termes de compétences à acquérir et de relations avec les autres acteurs de la filière.

Les diverses marges d'amélioration identifiées sur base de nos résultats mettent en exergue, comme le soulignaient van der Ploeg et Ventura (2014), les potentialités inhérentes à la grande hétérogénéité des exploitations agricoles. La force de nos résultats dans un processus de développement durable réside dans leur capacité à fournir des valeurs de référence aux agriculteurs, afin que ceux-ci puissent situer leurs propres performances vis-à-vis d'autres exploitations de la même orientation productive et structurellement similaires. L'utilisation de ces résultats dans un processus de *benchmarking* permettrait aux éleveurs d'améliorer continuellement leurs performances, en se comparant à des exploitations de structure similaire, et d'évoluer ainsi vers davantage de durabilité.

Ce type de perspectives implique néanmoins une phase préliminaire d'expérimentation afin d'identifier, au départ de l'échelle individuelle, les relations causales existant entre les pratiques concrètes mises en œuvre et les performances obtenues (Darnhofer et al., 2010a). Il s'agit également de préciser les atouts et les limites des différentes options disponibles, de même que les *trade-offs* qui peuvent exister entre différents aspects de durabilité (Darnhofer et al., 2010a; van der Ploeg and Ventura, 2014). A cette fin, la création et le suivi de réseaux d'exploitations pilotes a pour atout de permettre une caractérisation fine des pratiques de production (voir, par exemple, Coquil et al, 2014; Dolman et al., 2014; le Réseau agriculture durable, 2014), allant au-delà des résultats décrits dans cette thèse et

ouvrant la possibilité d'identifier les outils et options concrètes visant à améliorer la durabilité des exploitations.

Une fois ces relations causales identifiées, la structuration de réseaux sociaux, prenant par exemple la forme de CETA, pourrait permettre le partage des résultats obtenus et favoriser ainsi un apprentissage collectif (« *social learning* ») vis-à-vis des options concrètes susceptibles d'améliorer la durabilité des exploitations (Darnhofer et al., 2010a; Duru et al., 2014). Dans un autre ordre d'idées, le processus de *benchmarking* entre exploitations pourrait être mis en œuvre par le biais d'un outil informatique. Ce type d'outil a notamment été créé et testé dans le cadre d'une étude pilote menée aux Pays-Bas parmi des agriculteurs de grandes cultures et visant à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires (De Snoo, 2006). L'agriculteur introduisait les données de son exploitation dans l'outil et pouvait ensuite comparer ses performances à celles d'autres agriculteurs de la même orientation et de la même région. Des conseils lui étaient également prodigués afin d'améliorer ses pratiques. Les premiers résultats de cette approche ont montré que le fait d'obtenir une image claire de l'ensemble des possibles en termes de durabilité – pour des exploitations de structure similaire – motive l'éleveur à améliorer ses propres performances (De Snoo, 2006).

Identification et prise en compte des mécanismes verrouillant le secteur laitier autour d'une logique d'agrandissement

Valoriser les marges d'amélioration existantes pour favoriser l'évolution des exploitations laitières vers davantage de durabilité renvoie à la question des freins au changement des agriculteurs et, plus globalement, de la filière et du secteur laitier : quels sont les obstacles à surmonter pour favoriser une transition vers davantage de durabilité dans ce secteur ? En effet, à partir des discours des éleveurs et des *stakeholders* interrogés, l'évolution future du secteur laitier serait caractérisée par un processus de dualisation, avec l'agrandissement, l'intensification et la spécialisation d'une majorité d'exploitations et, en parallèle, le maintien d'exploitations ayant opté pour un modèle alternatif, en termes de pratiques de production, de mode de commercialisation ou de relations entre acteurs (Chapitre 9). Ce scénario d'évolution constitue un scénario tendanciel, se situant dans la continuité des tendances historiques et ayant déjà été observé par d'autres auteurs (Iraizoz et al., 2007).

Cette vision du futur reflète la situation de verrouillage du secteur laitier autour d'une logique d'agrandissement, d'intensification et de spécialisation des exploitations. Notre travail a permis d'identifier une série de mécanismes de verrouillage intervenant dans ce processus, aux différents niveaux de la filière

(fournisseurs, acteurs institutionnels, producteurs, industrie laitière et consommateurs) (cf. Tableau 24, Chapitre 9). En raison de l'évolution conjointe et de l'articulation de mécanismes d'ordre technique, matériel, réglementaire, normatif et social, les activités de nombreux acteurs de la filière sont orientées vers le modèle dominant.

Un élément marquant concerne l'association que font ces acteurs entre ce modèle, d'une part, et la réalisation d'économies d'échelle, la recherche d'une rentabilité plus élevée et d'une meilleure compétitivité, d'autre part. Or, la réalisation d'économies de taille³⁹ en agriculture, et plus particulièrement dans le secteur laitier, est largement controversée et fait l'objet de nombreux débats (Agéco, 2013). Certains auteurs font part de courbes de coûts en forme de « L » avec une diminution du coût par unité de produit qui devient de moins en moins importante lorsque l'exploitation croît. D'autres études rapportent, par contre, des déséconomies de taille au-delà d'une taille optimale pour laquelle le coût unitaire est le plus faible (fonction de coûts en « U ») (Agéco, 2013). Ces controverses montrent l'importance d'objectiver et de nuancer l'association directe et linéaire que font les acteurs de terrain entre taille et diminution des coûts de production. Une approche de ce type est présentée en Annexe C.

La situation de verrouillage caractérisant le secteur laitier empêche les modèles alternatifs de prendre de l'importance et de se détacher de leur dépendance vis-à-vis du régime. Afin de stimuler l'évolution des systèmes de production vers davantage de durabilité, il est nécessaire d'être conscient de ces obstacles afin d'identifier des leviers d'action – notamment au niveau politique, institutionnel et commercial – visant à déverrouiller le régime et à stimuler ainsi le développement de modèles alternatifs.

A titre d'exemple, les acteurs de formation, de recherche et de conseil agricole sont encore souvent orientés vers le modèle agricole dominant (Section 9.3.2). Par le développement et la diffusion de connaissances et de technologies, ces acteurs influencent les attitudes et les pratiques des agriculteurs et jouent par conséquent un rôle clé pour le changement des systèmes agricoles (Vanloqueren and Baret, 2008, 2009; Geels, 2009). Un changement de paradigme est donc nécessaire au sein de ces institutions afin d'entrer en adéquation avec le contexte d'incertitude et les multiples défis auxquels sont confrontées les exploitations agricoles. En

³⁹ Il existe une confusion entre les concepts d'économies de taille et d'échelle. Une économie de taille implique une augmentation de l'efficacité de l'entreprise quand celle-ci augmente sa taille. L'économie d'échelle est une économie de taille, sous des conditions spécifiques : quand l'entreprise augmente sa taille en augmentant dans la même proportion le niveau des facteurs de productions utilisés, ce qui est rarement le cas (Agéco, 2013).

termes de formation par exemple, notre analyse de circuits alternatifs de commercialisation du lait a illustré le rôle essentiel des compétences stratégiques (recherche d'opportunités, gestion, créativité) et relationnelles (capacité de négociation, par exemple) dans le développement de ces initiatives (Section 10.4.2). Il serait, par conséquent, pertinent de soutenir l'intégration de ces deux types de compétences au sein des programmes de formation agricole, ceci dans l'objectif de favoriser l'ouverture des agriculteurs à la remise en question de leurs routines et à l'adoption de modèles de production alternatifs.

Par ailleurs, au niveau commercial, les rapports de force observés dans la filière et le manque de pouvoir de négociation des éleveurs vis-à-vis des acteurs situés en aval (industrie et grande distribution) ne leur permettent pas de fixer le prix auquel ils vendent leur lait en fonction de leurs coûts de production (Section 9.3.2). Ce déséquilibre commercial nécessiterait d'établir un cadre réglementaire favorisant un plus juste partage de la valeur ajoutée entre les différents acteurs des filières (Peyraud and Duhem, 2013). Le développement de filières au sein desquelles l'agriculteur obtient un « juste prix » est nécessaire pour stimuler les producteurs à réorienter leur système. En situation de forte vulnérabilité économique, les éleveurs sont en effet peu portés à envisager un changement de leur système de production (Kremen et al., 2012; Sutherland et al., 2012). A cet égard, l'industrie laitière et les entreprises de distribution ont également un rôle à jouer, par leur mode de fonctionnement et leurs investissements, pour équilibrer les rapports de force entre acteurs de la filière et stimuler la production et la distribution de produits de qualité différenciée, valorisant la diversité régionale.

Conditions pour une reconfiguration systémique des exploitations

En centrant notre analyse sur le rôle de l'éleveur en tant qu'acteur de la transition, le Chapitre 10 nous a permis d'étudier comment certains éleveurs interagissent et se démarquent du régime dominant. Notre démarche d'analyse nous a permis d'aller au-delà de l'étude des seules motivations des producteurs (*pourquoi ?*) et d'aborder la manière dont ceux-ci s'engagent dans une telle transition (*comment ?*). Ce second point s'avère crucial afin de comprendre les dynamiques sous-jacentes des processus de transition et d'identifier les ressources dans lesquelles investir pour favoriser ces transitions (Blesh and Wolf, 2014).

Nos résultats ont montré que le succès des éleveurs engagés dans un circuit alternatif de commercialisation du lait est lié à leur capacité à se détacher des normes, des pratiques et des relations de pouvoir caractéristiques du régime dominant. Au-delà des connaissances techniques spécifiques nécessaires (en transformation fromagère, par exemple), l'acquisition de compétences

entrepreneuriales – c'est-à-dire stratégiques et relationnelles – a été identifiée comme une ressource essentielle pour initier ce détachement et favoriser l'engagement des producteurs dans ce type d'initiatives. Le soutien, l'encadrement et le suivi à long terme de projets de coopération et d'échanges de connaissances entre éleveurs pourraient stimuler la diffusion informelle de ces compétences et contribuer à la disponibilité de telles ressources.

Les trajectoires d'exploitation étudiées montrent une certaine diversité et différents degrés d'*insularisation*, c'est-à-dire de rupture vis-à-vis du régime (Vankeerberghen et al., 2014) : certains éleveurs gardent des liens forts avec le régime dominant tandis que d'autres opèrent une reconfiguration systémique de leur exploitation, en orientant leur objectif et leurs pratiques de production vers l'autonomie. Sur base de nos résultats, une telle reconfiguration holistique implique le développement de conceptions se détachant de l'objectif productiviste dominant au sein du régime. Dans notre étude de cas, cette rupture normative a été associée, pour certains éleveurs, à la présence d'antécédents extra-agricoles et, pour d'autres, à leur conversion antérieure à l'agriculture biologique.

Deux scénarios prospectifs : les voies de transformation et reconfiguration

Dans une logique prospective, deux voies de transition ont été proposées afin de réfléchir l'évolution future des systèmes laitiers vers davantage de durabilité : les voies de transformation et reconfiguration (Chapitre 9). La *transformation* du régime a trait à un changement graduel de ce dernier suite à une série d'ajustements et de réorientations, sans modification de son architecture de base, tandis que la voie de *reconfiguration* consiste en une adoption successive d'innovations menant à un changement de l'architecture du régime (cf. Section 7.1.4). Selon un scénario de transformation, certaines pratiques alternatives – suffisamment proches des connaissances du régime – seraient adoptées progressivement par des acteurs du régime, afin de faire face aux pressions issues du paysage ou de critiques sociétales (processus de verdissement ou « *greening* », Verbong and Geels, 2010). Dans ce scénario, l'adoption de ces pratiques ne modifie pas l'architecture profonde du régime mais oriente celui-ci vers davantage de durabilité.

Un changement plus radical du régime pourrait impliquer une voie de *reconfiguration*. Cette voie s'avère en effet adaptée aux secteurs caractérisés par de multiples innovations tels que l'agriculture (Geels and Schot, 2007). Contrairement au processus de transformation, ce second scénario mènerait à un changement majeur du régime, en termes de normes, de techniques et de réseaux d'acteurs, notamment au niveau institutionnel (Verbong and Geels, 2010). Les

Chapitres 9 et 10 ont montré qu'un tel changement dépendrait de l'alignement de processus multinationaux : l'augmentation des pressions normatives exercées sur le régime, la prise en compte des mécanismes de *lock-in*, la maturation et l'*empowerment* des niches. Ces différents processus ont pour vocation de changer l'environnement de sélection du régime (par exemple, les connaissances disponibles et les préférences des consommateurs – cf. Section 7.1.2) afin de le rendre plus favorable à l'adoption d'initiatives, celles-ci constituant des sources potentielles de transition. Dans cet objectif, les décisions politiques peuvent contribuer à construire des cadres culturels permettant de réorienter les activités des acteurs van Amstel et al. (2012).

Les formes faible et forte de transition vers la durabilité

Les différents résultats décrits dans cette section peuvent être associés aux deux formes de modernisation écologique de l'agriculture – faible et profonde – mises en avant par Duru et al. (2014). Le processus de *benchmarking*, axé sur la comparaison des performances entre fermes de structure similaire, et la voie de transformation du régime seraient des formes faibles de modernisation écologique. Cette première forme, en phase avec le paradigme productiviste, concerne le développement de bonnes pratiques permettant d'améliorer l'efficacité d'utilisation des intrants et de réduire l'impact environnemental de l'exploitation (Duru et al., 2014). Dans une logique de durabilité, nous pouvons élargir ce cadre d'analyse aux dimensions économique et sociale. Une forme faible de transition vers davantage de durabilité pourrait, par exemple, être illustrée par l'adoption de pratiques alternatives de commercialisation du lait, renforçant la viabilité économique des exploitations et favorisant le développement de relations sociales différenciées (partenariat entre producteurs, relations entre producteurs et consommateurs), sans nécessairement être associées à une reconfiguration systémique de l'exploitation (cf. Chapitre 10).

Cette première forme de transition a trait à une conception évolutive du changement dans laquelle les agriculteurs modifient leur système pour répondre à leurs propres attentes ou aux critiques sociales (issues de certains mouvements sociaux, par exemple) (Havet et al., 2014). Ces changements correspondent et se conforment au régime (« *fit-and-conform narrative* »), c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de modifications radicales des institutions, infrastructures, compétences, connaissances et pratiques de consommation (Smith and Raven, 2012). Le fait de rendre ces pratiques innovantes compétitives dans le régime, c'est-à-dire adaptées aux structures et normes industrielles, a pour risque de diminuer considérablement leur impact en termes de durabilité (Smith and Raven, 2012).

Plusieurs scientifiques et acteurs de la société civile considèrent par conséquent que cette forme faible de transition n'est pas suffisante pour répondre aux défis qui se posent (Elzen et al., 2012; Markard et al., 2012). Pour ceux-ci, une forme profonde de transition, caractérisée par un changement de paradigme, serait nécessaire afin de concevoir des systèmes durables. Cette seconde forme, plus radicale, implique de remplacer les intrants externes par différents services rendus par la diversité des agroécosystèmes. L'enjeu consiste donc à développer des pratiques agricoles favorisant la diversité biologique à différentes échelles spatiales (de la parcelle au paysage) et temporelles (Duru et al., 2014). Il s'agit d'un changement complexe qui implique de modifier la gestion des ressources et des exploitations et nécessite, par conséquent, de considérer les processus agricoles comme allant au-delà d'une unique fonction de production d'aliments. Cette forme profonde nécessite de développer des dynamiques collaboratives pour le partage de connaissances et de techniques, ainsi que des filières et marchés ancrés au niveau local (Wilson, 2008; Duru and Therond, 2014). Une transition de ce type requiert dès lors une déstabilisation et une transformation de la structure des filières et du régime dans leur globalité (« *stretch-and-transform narrative* ») (Smith and Raven, 2012). Le processus de reconfiguration systémique des exploitations et le scénario de reconfiguration, évoqués ci-avant, contribuent à illustrer cette forme profonde de transition.

Dans une perspective de transition vers davantage de durabilité, les deux points de vue présentés ci-dessus ne sont pas nécessairement contradictoires et peuvent, au contraire, être considérés de manière complémentaire (Elzen et al., 2012; Havet et al., 2014). A l'échelle individuelle, des ressources suffisantes doivent être disponibles pour permettre la mise en œuvre de nouvelles trajectoires d'exploitation (Sutherland et al., 2012). Des changements évolutifs peuvent, dans une première phase, avoir un impact significatif sur la disponibilité de ces ressources – financières mais également en termes de connaissances et de compétences – et favoriser ultérieurement un changement plus radical du régime. L'évolution des idéaux professionnels agricoles constitue une seconde condition pour un changement holistique des systèmes d'élevage (Cerf et al., 2010; Vankeerberghen et al., 2014). Sutherland et Darnhofer (2012) ont montré que ces idéaux sont affectés par le changement du paysage car celui-ci a pour effet de rompre le lien associant des rendements élevés à la viabilité financière de l'exploitation. La dévaluation de ces symboles culturels mène dès lors les agriculteurs à réévaluer la pertinence de stratégies alternatives, telles que la participation aux mesures agri-environnementales, la diversification de leurs activités ou la conversion à l'agriculture biologiques (Sutherland and Darnhofer, 2012). Ceci illustre qu'à l'échelle de l'exploitation, une évolution du contexte

externe et des attentes sociétales menant à un changement progressif des pratiques pourrait être à la source d'une modification de ces idéaux symboliques et permettre ensuite un processus de reconfiguration systémique.

La documentation des modèles alternatifs

De manière complémentaire à la question du *comment* abordée dans les paragraphes précédents, notre recherche nous a également menés à identifier et à documenter trois modèles alternatifs vers lesquels les exploitations laitières pourraient se tourner afin d'améliorer leur durabilité : l'autonomie en intrants, les circuits alternatifs de commercialisation du lait et la production laitière biologique.

L'autonomie en intrants

L'autonomie en intrants a émergé tant de l'analyse quantitative que des entretiens qualitatifs comme un objectif de production pertinent dans un contexte d'augmentation du prix des matières premières et de l'énergie (cf. Conclusion de la partie I). Les atouts environnementaux et économiques des systèmes autonomes sont généralement reconnus, c'est pourquoi la conception de systèmes agricoles durables nécessiterait une transition de systèmes de production fortement dépendants d'intrants externes vers des systèmes dont la production est réalisée avec un minimum d'intrants (López-Ridaura et al., 2002; Bernués et al., 2011; Bonaudo et al., 2014).

Notre analyse visait à objectiver les atouts et inconvénients de l'autonomie en intrants à partir de notre jeu de données (Chapitre 6). Les résultats de cette analyse ont démontré l'intérêt économique et environnemental d'une réduction de l'utilisation d'intrants – essentiellement au niveau des aliments pour le bétail – à l'échelle de l'exploitation. Pour une production laitière moyenne équivalente, les exploitations les plus autonomes *Auto++* obtiennent un excédent brut d'exploitation par unité de travail familial moyen supérieur de 67 % à celui des exploitations les moins autonomes *Auto--*, tout en consommant moins d'énergie (- 28 %) et en obtenant un surplus d'azote inférieur (- 33 %) (cf. Tableau 18, Chapitre 6). En cas de chute du prix du lait, les exploitations les plus autonomes voient leur revenu diminuer de manière plus marquée, en raison de marges de manœuvre réduites, mais gardent néanmoins un niveau moyen de revenu supérieur de 27 % à celui des exploitations les moins autonomes. L'optimisation de la gestion et de l'utilisation des ressources de l'exploitation (fourrages, pâturage) a été avancée comme hypothèse pour expliquer comment ces exploitations parviennent à réduire leur utilisation d'intrants sans diminuer leur niveau de production (cf. Section 6.4.1).

La faible efficacité que montrent de nombreuses exploitations de notre échantillon au niveau de leur utilisation d'intrants a été associée au processus de modernisation et de standardisation des pratiques agricoles qui a suivi la Seconde Guerre mondiale et a mené à une utilisation intensive d'intrants, notamment de concentrés pour le bétail (cf. Section 6.4.1). Parallèlement, les éleveurs ont orienté leurs pratiques d'alimentation du bétail afin de maximiser la productivité laitière par vache, un objectif qui reste encore prédominant aujourd'hui malgré la hausse du coût des aliments (cf. Section 9.3.2). Le manque de conseil neutre (c'est-à-dire non-commercial) vis-à-vis de l'alimentation du bétail, le manque de formation par rapport à cette thématique et l'impossibilité de valoriser le lait « produit à l'herbe » avec une plus-value au sein du système conventionnel sont autant d'éléments expliquant la difficulté d'émergence des pratiques autonomes. A cet égard, l'analyse menée dans le Chapitre 10 montre que la recherche d'autonomie (en intrants et au niveau décisionnel) dont font part certains éleveurs résulte d'une rupture normative que ceux-ci opèrent vis-à-vis du modèle productiviste.

Les circuits alternatifs de commercialisation du lait

Les circuits alternatifs de commercialisation du lait constituent l'un des modèles alternatifs identifiés lors de notre première enquête de terrain. Contrairement à l'analyse réalisée sur l'autonomie des exploitations, ceux-ci ont été explorés à partir d'une démarche qualitative (Chapitre 10), ne nous permettant donc pas de comparer leurs performances économiques à celles du circuit conventionnel. Les acteurs ont néanmoins témoigné de l'intérêt économique de cette trajectoire au niveau de la valorisation de leur production et de la stabilité du prix obtenu.

Pour certains éleveurs rencontrés, l'engagement au sein d'un circuit alternatif a été associé au développement de conceptions et de pratiques de production différenciées (telles que la recherche d'autonomie en intrants). En termes de réseau commercial, des relations vis-à-vis de l'aval de la filière, se distinguant de celles en vigueur dans le circuit conventionnel, ont été mises en évidence. Les éleveurs engagés dans ces circuits entretiennent en effet des relations de confiance avec les structures fromagères situées en aval et s'intéressent généralement davantage au devenir de leur production.

L'intérêt de ces réseaux alternatifs n'est pas uniquement commercial mais concerne des éléments sociaux et sociétaux tels que le partenariat entre producteurs, la justice sociale ou la solidarité entre producteurs et consommateurs (Dumont et al., 2014). L'obtention d'un prix équitable pour le producteur est fondamentale pour le développement de systèmes agricoles durables. En effet, en

situation de fragilité économique, les producteurs sont peu à mêmes de changer leur système de production (Kremen et al., 2012).

La production laitière biologique

L'agriculture biologique constitue l'un des sujets de recherche émergents de ces dernières années dans le domaine de l'agriculture durable (Lichtfouse et al., 2010). Même si notre étude ne s'est pas spécifiquement penchée sur ce mode de production (pour une image de l'agriculture biologique wallonne, voir Verhaegen and Reginster, 2012), l'intérêt de l'agriculture biologique a été mis en évidence à plusieurs reprises. En ce qui concerne l'analyse de la diversité (Chapitres 4 et 5), les exploitations biologiques sont apparues comme appartenant majoritairement (64 % d'entre elles) au groupe G1, c'est-à-dire à un groupe ayant la particularité de combiner des performances économiques et environnementales relativement favorables.

La production biologique a également été associée à une autonomie en intrants relativement élevée : 63 % des exploitations biologiques possédaient un niveau d'autonomie élevé (Chapitre 6). En comparaison aux exploitations conventionnelles ayant un niveau d'autonomie semblable, les exploitations biologiques ont un impact environnemental inférieur en raison de l'absence d'utilisation d'engrais minéraux et de pesticides, ainsi que d'une production plus importante d'aliments concentrés pour le bétail dans l'exploitation (cf. Tableaux 16 et 18, Chapitre 6). En 2009, lors de la « crise du lait », le revenu de ces exploitations est resté relativement stable en raison d'une chute moins marquée du prix de leur lait (cf. Tableau 19, Chapitre 6).

Au cours de l'enquête de terrain, la production biologique a été associée par les acteurs interrogés à un mode de production alternatif (Chapitres 8 et 9). Par ailleurs, dans le Chapitre 10, la majorité de l'échantillon d'éleveurs livrant leur lait à une fromagerie étaient des producteurs respectant le cahier des charges de l'agriculture biologique. Cette association entre production biologique et circuits commerciaux alternatifs avait déjà été observée par Lamine (2011) dans le secteur des grandes cultures. Dans son étude de cas, le choix d'un modèle de commercialisation alternatif par des agriculteurs s'étant convertis à l'agriculture biologique constitue l'un des signes de reconfiguration holistique du système de production (« *system redesign* »), par opposition au processus de substitution⁴⁰ dans lequel les intrants conventionnels sont « simplement » remplacés par des intrants biologiques (Lamine, 2011).

⁴⁰ Dans son étude, Lamine (2011) analyse les transitions à l'échelle de l'exploitation et se réfère, pour ce faire, au cadre ESR (Efficiency – Substitution – Redesign) défini par Hill and MacRae (1995).

Les systèmes alternatifs, une source potentielle de changement pour les systèmes d'élevage et le secteur laitier ?

Comme nous l'avons évoqué dans le Chapitre 9 (Section 9.2), les systèmes de production alternatifs ont été associés, dans cette thèse, au concept de niche issu de la théorie de la transition. Cette association nous semblait pertinente afin de réfléchir le rôle que ceux-ci peuvent jouer en tant que source de changement pour l'ensemble des systèmes d'élevage bovin laitier et, plus globalement, pour le secteur laitier.

Un changement à l'échelle des exploitations laitières

A l'échelle de l'exploitation, la première partie de la thèse a souligné à plusieurs reprises comment les systèmes les plus performants au niveau économique et environnemental peuvent servir de références pour identifier les « bonnes pratiques » en termes de durabilité et pour initier un processus de *benchmarking* au sein d'un groupe d'exploitations. Ce processus constitue un levier susceptible d'enclencher un changement progressif des exploitations vers davantage de durabilité. Le Chapitre 6 a, par exemple, montré comment une efficacité supérieure d'utilisation des aliments pour le bétail menait à une autonomie plus élevée des exploitations et, par conséquent, à des performances économiques et environnementales supérieures.

Favoriser de telles pratiques nécessite cependant de tenir compte de certains mécanismes de *lock-in*, tels que la recherche de productivité des éleveurs, la prédominance des conseils fournis par des entreprises commerciales et le manque de structuration des organismes de conseil non-commerciaux (Chapitre 9). Le manque de coopérations et d'échanges entre éleveurs constitue également un frein à l'adoption de ces pratiques. En effet, les échanges entre pairs donnent l'opportunité aux éleveurs de découvrir la diversité des pratiques agricoles existantes et le caractère professionnel des formes d'agriculture alternatives par rapport à l'agriculture dépendante d'intrants externes (Coquil et al., 2014). De tels échanges leur permettent de confronter et consolider leurs expériences, mais sont également susceptibles de faire évoluer la manière dont ils envisagent l'objectif de leur processus de production et leur style de pratiques (Sutherland and Darnhofer, 2012; Coquil et al., 2014).

Ces exemples de voies d'évolution vers davantage de durabilité se réfèrent principalement aux étapes typiques d'amélioration de l'efficacité d'utilisation des intrants (ici, essentiellement les aliments du bétail) et de substitution (ici, une substitution des pratiques) identifiées par Hill and MacRae (1995). En d'autres termes, ils concernent plutôt une forme faible de transition, sans rupture forte

avec le régime. Nous ne disposons pas des données adéquates pour identifier, parmi les exploitations de notre jeu de données, celles ayant évolué jusqu'à une reconfiguration globale de leur système de production. Le Chapitre 10 nous a néanmoins montré que certaines exploitations, ayant adopté un circuit alternatif de commercialisation, ont opéré un changement systémique de leur système de production. Ces éleveurs présentent un degré important d'*insularisation*, c'est-à-dire de détachement vis-à-vis des éléments constitutifs du régime dominant (Vankeerberghen et al., 2014 – cf. Section 9.2) : ils se réfèrent à des normes (par exemple, leur objectif de production) différentes de celles du régime et ont adapté leurs pratiques et leurs relations sociales en fonction de ces perceptions. Cette rupture globale vis-à-vis du régime leur a permis de se détacher des mécanismes de *lock-in* identifiés dans le Chapitre 9.

Un changement profond du secteur laitier

Pour aller au-delà de ce *focus* sur les exploitations, nous pouvons également nous poser la question de savoir si les systèmes d'élevage alternatifs peuvent être à la source d'un changement plus global, c'est-à-dire d'un changement profond du régime sociotechnique. Dans notre étude de cas, nous avons souligné la présence de nombreux mécanismes verrouillant le régime et freinant l'émergence de ces systèmes alternatifs (Chapitre 9). Par conséquent, même une niche relativement stable – comme la production biologique – a peu de chance d'initier seule un changement radical du régime.

Un changement du secteur laitier nécessiterait une augmentation des pressions sociétales, soulignant les effets négatifs des systèmes laitiers actuels au niveau environnemental, économique et/ou social. Ces pressions jouent en effet un rôle clé pour rendre l'environnement de sélection du régime (au niveau des préférences des consommateurs, de l'environnement politique et institutionnel, par exemple) favorable à l'émergence de nouvelles pratiques. Afin d'accentuer ces pressions, la littérature nous apprend l'importance de se focaliser sur certains aspects précis de durabilité et, plus particulièrement, sur ceux détenant une signification culturelle et sociétale forte (tels que le bien-être animal dans le secteur porcin ou la diminution du pâturage dans le secteur laitier) (Elzen et al., 2011; van Amstel et al., 2012; Vrijs, 2012).

Dans un processus de transition, ces pressions normatives devraient en outre s'aligner avec un changement des perceptions des acteurs, ainsi que des changements au niveau politique et institutionnel, au niveau des marchés et des préférences des consommateurs (Chapitre 9). Par ailleurs, à partir de notre analyse des circuits alternatifs de commercialisation (Chapitre 10), nous pouvons

également supposer que de nombreuses niches actuellement présentes nécessitent une consolidation afin de pouvoir tirer profit de l'ouverture d'une éventuelle *fenêtre d'opportunité* (cf. Chapitre 7). La maturation de ces niches nécessiterait de développer des visions et des attentes communes aux différents acteurs, de mettre en œuvre des processus d'apprentissage et de construire des réseaux sociaux, formels et informels (Schot and Geels, 2008). L'institutionnalisation de normes de la niche dans le régime permettrait en outre de transformer ce dernier afin de le rendre favorable au développement ultérieur de la niche (Smith and Raven, 2012).

Dans son analyse des réseaux agroalimentaires alternatifs, Verhaegen (2012) illustre bien ces différents éléments en expliquant que, pour être source d'un changement global du régime, il est crucial que la niche sorte de sa dépendance vis-à-vis du régime. Pour y parvenir, une « alternativité » distincte des logiques conventionnelles doit être construite, en développant la niche autour de valeurs, de pratiques et de modes de gouvernance différents de ceux du régime et ancrés au niveau territorial. Ceci devrait être couplé à une action politique afin de mettre en place conjointement les modifications institutionnelles nécessaires à un changement du régime dominant, notamment en termes de législations, d'enseignement et de recherche (Verhaegen, 2012).

La diversité des modèles alternatifs joue également un rôle clé

En termes d'options de changement disponibles, plusieurs modèles alternatifs – tels que la production biologique, l'autonomie en intrants et les circuits alternatifs de commercialisation – coexistent et interagissent. A titre d'illustration, de nombreuses exploitations biologiques de notre échantillon quantitatif détiennent un niveau d'autonomie élevé. A côté de cela, une grande part des exploitations ayant une autonomie élevée sont de type conventionnel (cf. Chapitre 6). Au sein de la diversité existante, il n'existe pas un unique optimum mais plutôt une large gamme d'optima différents les uns des autres (van der Ploeg, 2010). Comme l'ont montré les voies de transformation et de reconfiguration évoquées (cf. Section « La question du *comment* »), cette diversité peut elle-même constituer une source de changement pour les exploitations et, plus globalement, pour le régime. Dans un contexte de transition vers davantage de durabilité, le maintien d'une telle diversité est crucial afin de pouvoir faire face à une diversité de situations futures, aujourd'hui incertaines, de même qu'à une diversité de contraintes et d'opportunités locales (conditions pédoclimatiques, disponibilités des ressources naturelles et cognitives, dynamiques sociales et culturelles des territoires) (van der Ploeg, 2010; Meynard and Casabianca, 2012).

Critique générale de la démarche méthodologique

Cette thèse s'inscrit dans une démarche méthodologique originale associant une approche quantitative et une approche qualitative et mobilisant la théorie de la transition comme cadre théorique de référence (Figure 39). Cette section consiste, dans un premier temps, à discuter la pertinence méthodologique d'associer ces deux types d'approches. Quatre critères (crédibilité, transférabilité, reproductibilité et objectivité) sont ensuite utilisés afin de discuter la qualité de l'approche méthodologique développée.

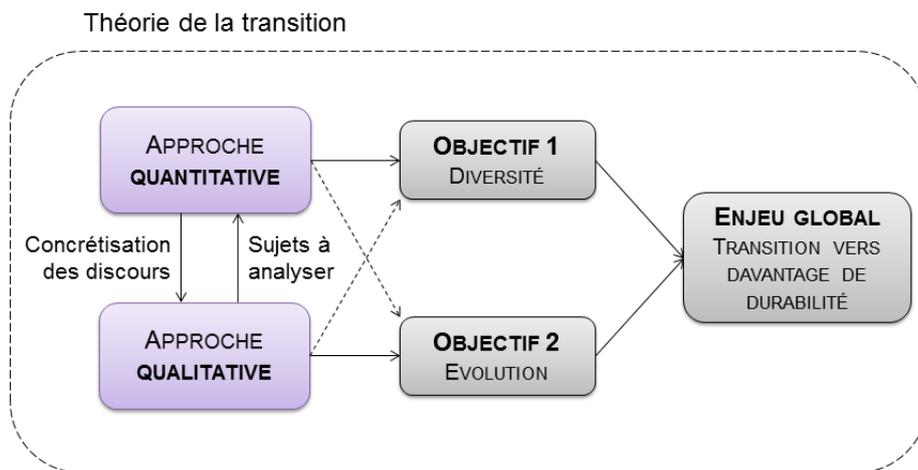


Figure 39 Démarche méthodologique globale adoptée dans la thèse.

Association d'une approche quantitative et qualitative

La manière dont l'approche quantitative et l'approche qualitative ont été associées dans cette thèse suit une procédure convergente (Creswell and Clark, 2011) : ces deux approches ont été réalisées en parallèle avant de les articuler dans la première partie de cette Discussion générale au regard de l'enjeu global que constitue la transition des exploitations et du secteur laitier vers davantage de durabilité. Ces deux approches n'ont cependant pas été menées de manière totalement séparée. Durant certaines périodes de la recherche, les analyses quantitatives et qualitatives ont été réalisées simultanément, tandis que pendant d'autres périodes, ces deux types d'analyses se sont succédés.

Un certain niveau d'interaction entre aspects quantitatifs et qualitatifs caractérise notre démarche (Figure 39). D'une part, la dimension qualitative et la réalisation d'entretiens semi-dirigés nous ont menés à nous ouvrir à des dimensions qui n'avaient pas été programmées lors de la conception du projet de recherche.

L'autonomie en intrants et les circuits alternatifs de commercialisation du lait en sont des exemples : ces deux sujets, dont nous avons illustré la pertinence, ont été analysés en raison de l'intérêt que certains acteurs ont porté à leur égard. D'autre part, la dimension quantitative a été mobilisée afin d'analyser certains discours des acteurs de terrain, par exemple l'intérêt d'augmenter son autonomie en vue d'améliorer le caractère durable de son exploitation (Chapitre 6) ou l'intérêt d'agrandir son exploitation afin de réaliser des économies d'échelle (Annexe C). Dans le premier exemple, les dires des acteurs ont été confirmés, tandis que dans le second, ceux-ci ont été nuancés.

Une méthodologie mixte a été adoptée dans ce travail en raison des complémentarités permises par l'association de ces deux types d'approches en ce qui concerne les niveaux d'analyse et les visions de la réalité qu'elles apportent. Par cette association, notre démarche méthodologique a pour originalité de chercher à concrétiser la théorie *multi-level perspective* à partir de données quantitatives.

Complémentarité des niveaux d'analyse

La dimension quantitative a été mobilisée afin d'étudier la diversité des exploitations laitières spécialisées présentes en Wallonie, au niveau de leur durabilité et de leur structure (Chapitres 4 et 5), et d'explorer le rôle que joue l'autonomie en intrants sur les performances économiques et environnementales de ces exploitations (Chapitre 6). Ces approches quantitatives se sont donc centrées sur l'échelle de l'exploitation agricole. De manière complémentaire, la dimension qualitative nous a permis d'aborder une échelle plus large : la filière et le secteur laitier. Grâce à cette approche, nous avons pu prendre en compte, dans ce travail, les relations que les éleveurs entretiennent avec les autres acteurs de la filière et du secteur laitier, le rôle de ces relations dans le verrouillage du secteur (Chapitre 9) et leur influence sur les changements de trajectoire des éleveurs (Chapitre 10).

D'un point de vue temporel, les approches quantitatives et qualitatives ont également apporté des éléments complémentaires à notre analyse. Dans la première partie de la thèse, les analyses quantitatives ont donné une image statique de la diversité des exploitations laitières spécialisées wallonnes et de l'« ensemble des possibles » au niveau de leurs performances économiques et environnementales (pour des caractéristiques similaires). Une dimension dynamique a ensuite été introduite, dans la seconde partie de la thèse, par l'étude qualitative des trajectoires d'évolution des systèmes laitiers présents en Wallonie.

Ce recoupement d'échelles – spatiales et temporelles – est essentiel pour explorer les voies d'évolution des systèmes agricoles et alimentaires vers davantage de durabilité (Thompson and Scoones, 2009). Il semble, d'une part, essentiel de pouvoir faire un état des lieux de la diversité existante avant d'en envisager l'évolution à moyen et long terme. D'autre part, les choix des éleveurs et leurs trajectoires d'évolution sont influencés par leurs relations et leurs interactions avec d'autres acteurs du secteur : l'agrofourriture, les acteurs politiques et institutionnels, les organismes de formation et de conseil agricole, l'industrie laitière et les consommateurs (Lamine, 2011; Elzen et al., 2012; Meynard et al., 2013). Les décisions et orientations prises par les producteurs ne constituent, par ailleurs, pas les seuls éléments influençant les transitions. Les demandes et les préférences des consommateurs, les décisions des acteurs industriels et de la distribution, la recherche et les décisions politiques – de même que les interactions entre ces différents aspects – sont tout aussi importantes pour initier un changement des systèmes agricoles et alimentaires (de Haen and Réquillart, 2014).

Complémentarité de points de vue

L'association d'une dimension quantitative et qualitative s'est avérée pertinente du fait que ces deux approches possèdent des ancrages distincts, apportant une complémentarité de points de vue. L'analyse quantitative a été réalisée de manière à objectiver, à partir de données chiffrées, la diversité présente en Wallonie en termes de durabilité (Chapitres 4 et 5) et le rôle de l'autonomie dans la durabilité des exploitations laitières wallonnes (Chapitre 6). De manière complémentaire, les approches qualitatives nous ont permis d'inclure une dimension participative à notre recherche. Ceci nous a permis de prendre en considération les contraintes, les observations et les perceptions des acteurs de terrain, vis-à-vis du système actuel et de son évolution. Dans le Chapitre 10, l'utilisation d'une méthode qualitative a également permis de prendre en compte le rôle des éleveurs, de leurs motivations, de leurs pratiques et de leurs valeurs en tant qu'acteurs de la transition.

Ces différents points de vue sont directement liés aux caractéristiques des données quantitatives et qualitatives utilisées. Par conséquent, la réalité, la diversité et la complexité des exploitations et du secteur laitier ont été abordées différemment dans les deux parties de la thèse. A côté des complémentarités évoquées ci-dessus, cette différence peut également être à la source de tensions, notamment en ce qui concerne la délimitation de notre sujet d'étude. A titre d'exemple, l'analyse quantitative a été réalisée à partir d'un échantillon d'exploitations laitières spécialisées (au sens des OTE), tandis que les acteurs interviewés se sont exprimés sur les exploitations laitières de manière plus générale.

Concrétisation de la MLP à partir de données quantitatives

Très peu d'études combinent l'utilisation de la MLP à une approche quantitative afin de concrétiser cette théorie (Choi and Anadón, 2014). La plupart des études mobilisant la MLP utilisent un style qualitatif narratif (Smith et al., 2010), se basant sur des données secondaires (notamment, Verbong and Geels, 2010; Vergragt et al., 2011; Geels, 2012) et/ou des données qualitatives collectées lors d'entretiens semi-dirigés ou de *workshops* (par exemple, Foxon et al., 2010; Elzen et al., 2011; Crabbé et al., 2013). Face à cette lacune, plusieurs études quantitatives utilisant les concepts de la MLP ont récemment vu le jour, notamment dans le secteur de l'énergie et du transport, et proposent des modèles mobilisant certains de ces concepts (Safarzyńska and van den Bergh, 2013; Auvinen et al., 2014; Choi and Anadón, 2014). A titre d'exemple, Choi et Anadón (2014) ont développé un modèle ayant pour objectif d'étudier – dans le domaine de l'énergie solaire – les interactions entre le régime, la niche et les politiques gouvernementales, ainsi que leur impact sur le processus de transition.

Notre démarche méthodologique contribue elle aussi à cette recherche de « quantification », tout en utilisant conjointement la dimension qualitative et en valorisant ainsi ses avantages (cf. Sections « Complémentarité des niveaux d'analyse » et « Complémentarité des points de vue »). Seuls trois pour cent des études portant sur la transition vers davantage de durabilité concernent le secteur agroalimentaire contre, par exemple, 36 % pour le secteur de la production d'énergie (Markard et al., 2012). Dans ce domaine, notre travail possède dès lors un caractère pionnier dans son objectif d'illustrer les concepts de régime, niche et transition vers la durabilité au départ de données empiriques quantitatives. Comme pour tout pionnier, notre démarche comportait des risques, notamment celui de voir émerger des contradictions et oppositions entre ces dimensions qualitatives et quantitatives.

La tension la plus marquante émerge lorsque nous cherchons à associer les différents groupes d'exploitations identifiés au cours des analyses quantitatives (groupes *mainstream*, exploitations marginales, classes d'autonomie) aux concepts de niches et de régime.

D'une part, les analyses quantitatives ont fait ressortir la présence d'une forte diversité et d'un *continuum* au niveau de la structure et des performances économiques et environnementales des exploitations (Chapitres 4 à 6). Cette diversité met en évidence qu'il n'existe pas de frontière nette entre le régime et les niches. Au niveau des systèmes agricoles, ces concepts représentent une forme simplifiée de la réalité, « *les formes polaires d'un continuum* » (Vanloqueren and

Baret, 2009; Duru et al., 2014). Notre analyse quantitative a, par exemple, montré la présence d'une forte diversité au sein même du groupe d'exploitations GM2 que nous pourrions associer au modèle agricole dominant sur base des critères de taille et de niveau d'intensité. Toutes les fermes appartenant au modèle agricole dominant ne constituent dès lors pas des idéaux-types ayant atteint un optimum. Parmi celles-ci, des marges d'amélioration existent également et devraient dès lors être valorisées.

D'autre part, cette tension résulte aussi de l'utilisation du terme « *mainstream* » (c'est-à-dire dominant en français) comme synonyme de la tendance *majoritaire* des exploitations : les cinq principaux groupes identifiés ont en effet été qualifiés de « *mainstream* » par opposition aux exploitations marginales (Chapitres 4 et 5). Or, ce qualificatif de « dominant » donné au régime devrait être distingué de celui de « majoritaire ». En effet, le terme « dominant » ne se réfère pas au nombre de fermes associées au modèle agricole industriel caractérisant le régime : depuis toujours, de nombreuses fermes (voire la majorité d'entre elles, dans certains pays) se distinguent de ce modèle dit dominant (van der Ploeg et al., 2009), ce que nous retrouvons dans notre analyse de la diversité. Ce terme se réfère plutôt au fait que l'entière du secteur est structurée autour de ce modèle : tant les infrastructures que les normes, les actions et les pratiques des acteurs sont orientées en fonction de ce dernier (van der Ploeg et al., 2009). De telles observations concordent avec la situation de verrouillage identifiée dans le Chapitre 9.

Critères de qualité

Afin d'examiner la qualité de la recherche, cette section considère quatre critères – la crédibilité, la transférabilité, la reproductibilité et l'objectivité (Guba, 1981; Frambach et al., 2013) – et applique ces derniers à l'approche méthodologique développée.

Crédibilité

Ce premier critère évalue dans quelle mesure les résultats issus de la recherche sont crédibles pour d'autres personnes (Frambach et al., 2013). Le fait que notre démarche méthodologique s'appuie sur différentes sources de données (données comptables, données qualitatives issues de deux phases d'entretiens, littérature scientifique et littérature grise), différentes méthodes (quantitatives et qualitatives) et différents cadres théoriques (évaluation de la durabilité, *multi-level perspective*, analyse des trajectoires d'exploitation) permet de croiser et de vérifier les informations collectées et la manière dont elles sont interprétées. Cette forme de triangulation constitue le premier élément assurant la crédibilité de notre

recherche et de ses résultats (Guba, 1981; Frambach et al., 2013). Au niveau des analyses quantitatives, l'utilisation d'un échantillon de grande taille (478 exploitations) garantit l'efficacité statistique de nos analyses et contribue dès lors également à cette notion de crédibilité. Enfin, la confrontation de certains de nos résultats avec des pairs (promoteurs, comité d'accompagnement, *reviewers*) ou des acteurs de terrain (par exemple, lors de séminaires) constitue un troisième élément (« *peer debriefing* ») garantissant la crédibilité de ce travail (Guba, 1981; Vanwindekens, 2014).

Transférabilité

Le critère de transférabilité étudie dans quelle mesure les résultats de la recherche peuvent être appliqués à d'autres contextes scientifiques (Vrijs, 2012). Trois aspects concourent à la transférabilité de nos résultats (Frambach et al., 2013) :

- la description détaillée de la procédure d'échantillonnage, tant au niveau quantitatif que qualitatif, qui visait non pas à être représentative de la population wallonne mais plutôt à intégrer un maximum de diversité ;
- la description du contexte dans lequel cette étude a été réalisée (caractéristiques de l'échantillon, historique et caractérisation de la production laitière wallonne) et des résultats obtenus ;
- la discussion de ces résultats au regard de la littérature existante.

D'un point de vue méthodologique, l'approche développée dans cette thèse pourrait être mobilisée afin d'étudier d'autres orientations agricoles, dans d'autres régions. D'une part, l'utilisation d'indicateurs mesurables à partir de données comptables disponibles pour de nombreuses exploitations dans la majorité des régions européennes favorise la transférabilité de la méthode quantitative développée. D'autre part, la flexibilité de notre approche contribue également à ce critère de transférabilité : les différents modules constituant notre approche – tant au niveau quantitatif que qualitatif – peuvent en effet être adaptés en fonction des données disponibles, des objectifs du chercheur et des particularités du secteur étudié.

Fiabilité

La fiabilité traite de la cohérence des résultats si une telle recherche était répétée, dans ce même contexte et sur base des mêmes méthodes (Vrijs, 2012; Frambach et al., 2013). Dans ce travail, la fiabilité a été assurée principalement par la description précise des différents modules méthodologiques utilisés et des inputs nécessaires à l'utilisation de ces modules (les tableaux d'indicateurs sont, par exemple, fournis dans la Section 4.2.3 tandis que les guides d'entretien sont disponibles en Annexes

B et D). D'un point de vue quantitatif, nous avons cherché à ce que notre méthode d'analyse de la diversité soit complètement automatisée : le script R généré peut donc être réutilisé tel quel. D'un point de vue qualitatif, la fiabilité de la phase d'entretiens se base sur le processus de saturation : collecter davantage de données n'aurait pas apporté de nouvelles informations (Frambach et al., 2013). Le caractère itératif de la collecte et de l'analyse des données contribue également à ce critère de fiabilité (Frambach et al., 2013). A titre d'exemple, des codes ont été ajoutés au cours de l'analyse des données qualitatives afin de tenir compte de thématiques n'ayant pas été considérées *à priori* dans le guide d'entretien (Chapitre 8).

Objectivité

Lors de la construction de notre approche méthodologique, nous avons cherché à minimiser le nombre d'étapes dans lesquelles la subjectivité du chercheur risquait d'influencer les résultats obtenus. En ce qui concerne l'analyse de la durabilité, nous avons essayé d'objectiver le processus de sélection d'indicateurs de durabilité en définissant clairement les étapes impliquées (Chapitre 3). Dans la méthode décrite dans la Section 4.3, nous avons également évité de pondérer les différents indicateurs de durabilité et d'utiliser des seuils définis uniquement sur base des connaissances du chercheur. Comme il n'a pas été possible de s'affranchir totalement de ces seuils, l'influence de ces derniers sur les résultats obtenus a été décrite à partir d'une brève analyse de sensibilité. Enfin, en ce qui concerne la démarche qualitative, même si le codage du matériel qualitatif présente un certain niveau de subjectivité, la définition et l'utilisation d'une grille d'analyse (Chapitre 8) favorise l'objectivité de la procédure de traitement des données. La méthode utilisée permet, en outre, un retour continu aux données sources, c'est-à-dire aux retranscriptions d'entretiens, grâce aux liens existant entre ces données sources, les codes utilisés et les fichiers de traitement de ces codes (Chapitre 8).

Limites et perspectives

L'intérêt sociétal et méthodologique de notre travail de thèse a été établi dans les deux premières sections de cette Discussion générale. Comme pour toute recherche exploratoire, ce travail présente cependant certaines limites qu'il convient de discuter afin d'identifier et d'ouvrir de nouvelles voies de recherches visant à documenter la transition des systèmes agricoles et alimentaires vers davantage de durabilité.

Identification de pratiques favorisant un optimum économique et environnemental

L'un des résultats clés de nos analyses quantitatives concerne l'identification d'exploitations et de groupes d'exploitations capables d'atteindre une « double performance » économique et environnementale. De telles exploitations mettent en évidence la présence de marges d'amélioration, au sein de la diversité existante, pour évoluer vers davantage de durabilité. Certains éléments explicatifs, tels que l'efficacité d'utilisation des intrants, ont été pointés et certains freins au changement ont été identifiés, à différents niveaux de la filière et du secteur laitier (cf. Chapitre 9). Même si de tels résultats sont cruciaux pour définir des leviers d'action adaptés aux réalités du terrain, notre approche présente pour limite de ne pas avoir pu identifier quelles sont les pratiques concrètes de gestion (au niveau de la gestion de l'alimentation et du troupeau, par exemple) contribuant à cet optimum économique et environnemental.

Cette limite est directement liée aux caractéristiques technico-économiques et à l'origine comptable des données quantitatives utilisées. D'un côté, l'utilisation de telles données a pour avantage de couvrir un nombre élevé d'exploitations (plus de 400, dans notre cas), sur plusieurs années (2008 et 2009, dans le cadre de ce travail). Ces données sont enregistrées dans la majorité des régions européennes (*via* le Réseau d'information comptable agricole, RICA) et pour différentes orientations technico-économiques, ce qui garantit le caractère transférable et reproductible de notre méthodologie d'analyse. D'un autre côté, l'utilisation de ces données limite le chercheur dans sa capacité à identifier les pratiques et outils concrets mis en œuvre par les agriculteurs, ainsi qu'à analyser certains aspects de durabilité, notamment au niveau social.

La création et le suivi de réseaux d'exploitations pilotes ont été évoqués précédemment dans la perspective de caractériser concrètement les pratiques permettant à certaines exploitations de combiner des performances économiques et

environnementales élevées (cf. Section « Identification et valorisation des marges d'amélioration existantes »).

Au-delà de cette possibilité, une seconde perspective consiste à identifier de telles pratiques au départ du cadre d'analyse que nous avons développé et appliqué aux circuits alternatifs de commercialisation (cf. Chapitre 10). Ce cadre de travail, associant la MLP à l'analyse des trajectoires d'exploitation, a pour atout de tenir compte du rôle clé que jouent les éleveurs en tant qu'acteurs des transitions. Il permet par conséquent de surmonter la critique faite à la MLP concernant le manque de prise en compte, dans cette approche, de la contribution des acteurs aux processus de transition (« *agency* ») (Genus and Cole, 2008; Pesch, 2015).

En amont, notre méthodologie d'analyse quantitative a pour potentiel d'identifier les exploitations ou groupe d'exploitations atteignant une double performance économique et environnementale (c'est-à-dire, dans notre cas, les fermes G1, certaines fermes marginales, les fermes *Auto++*). Lors de recherches ultérieures, l'analyse des trajectoires d'évolution de ces éleveurs, à partir d'une enquête par entretiens semi-dirigés, permettrait d'identifier les éléments déclencheurs, les ressources et compétences qu'ils ont dû acquérir, les outils qu'ils ont utilisés, les pratiques qu'ils ont développées et les obstacles qu'ils ont dû surmonter. A titre d'exemple, dans le contexte de la transition d'exploitations de polyculture-élevage vers l'autonomie, l'utilisation d'une telle approche a permis de formaliser les ressources utilisées par les agriculteurs ayant effectué cette transition et de les rendre ainsi disponibles pour d'autres agriculteurs intéressés par ce changement (Coquil et al., 2014).

Dans un contexte de transition vers des systèmes de production plus durables, une perspective supplémentaire consiste à appliquer notre méthode d'analyse quantitative aux exploitations laitières mixtes (lait-viande, lait-cultures). Celles-ci représentent en effet 55 % des exploitations laitières wallonnes (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Selon les personnes interrogées, une association entre productions pourrait notamment être intéressante pour favoriser l'autonomie en intrants de la ferme ou pour diversifier ses revenus, dans le cadre d'une chute du prix du lait. Il semble dès lors pertinent d'évaluer la diversité de ces exploitations, en termes de durabilité, tout en tenant compte des contraintes et des opportunités structurelles propres à chaque région agricole. Comme expliqué ci-dessus, le potentiel de notre méthode pour identifier des fermes ayant un niveau élevé de durabilité pourrait ensuite être valorisé afin d'identifier, au départ d'entretiens semi-dirigés, les ressources et pratiques étant à l'origine d'une meilleure durabilité. Plus globalement, grâce à son caractère transférable (cf.

Section « Critères de qualité »), notre méthode d'analyse pourrait être appliquée à d'autres OTE, dans d'autres régions européennes.

De telles perspectives nécessiteraient cependant l'enregistrement en routine de données supplémentaires afin de tenir compte des aspects sociaux et sociétaux des modes de production et d'identifier ainsi les pratiques permettant aux exploitations de concilier des performances économiques, environnementales et sociales élevées.

Les systèmes de production laitière comme porte d'entrée pour analyser les transitions vers davantage de durabilité

Dans cette thèse, les systèmes de production laitière wallons ont été utilisés comme porte d'entrée pour analyser et comprendre les dynamiques et les interactions caractérisant les transitions des systèmes d'élevage vers davantage de durabilité. Notre travail s'inscrit donc dans une démarche de compréhension des transitions, plutôt que d'accompagnement de celles-ci (cf. Chapitre 7, Section 7.3.3). De ce fait, la démarche méthodologique développée, en ce y compris le choix des données et des différents modules méthodologiques, s'est construite dans l'objectif d'analyser de manière systémique la complexité et la réalité du secteur laitier wallon. Cette réalité a été approchée, au fil des différents chapitres de la thèse, à partir d'une démarche analytique cherchant à intégrer de multiples dimensions (techniques, normatives, sociales et institutionnelles) et différentes catégories d'acteurs.

Le choix de mener une telle analyse systémique, ancrée dans l'expérience et cherchant à comprendre en finesse la réalité, présente en contrepartie certaines limites. Le fait de centrer notre analyse sur l'échelle de la production, et d'appliquer à cette échelle les concepts de régime, niches et paysage, a tendance à dissocier ces systèmes agricoles des systèmes alimentaires dont ils font partie. Or, les choix et les décisions des différents acteurs d'un tel système (consommateurs, transformateurs, distributeurs, acteurs de la recherche et acteurs politiques) interagissent entre eux, se renforcent mutuellement et ne peuvent dès lors pas être considérés de manière isolée (de Haen and Réquillart, 2014). Dans la seconde partie de la thèse, la prise en compte des relations que les éleveurs entretiennent avec les autres acteurs de la filière a permis d'intégrer cette articulation, en se focalisant néanmoins toujours sur le producteur et ses pratiques. En perspective, notre approche gagnerait donc à explorer davantage les rôles respectifs des autres acteurs de la filière, de même que leur diversité, leurs motivations, leurs pratiques et leurs interactions.

Pour répondre à cet objectif, une approche territoriale des systèmes alimentaires, telle que celle proposée par Lamine (2015), pourrait être mise en œuvre. Cette approche vise à reconnecter l'agriculture, l'environnement et l'alimentation en considérant, à une échelle régionale, la diversité des initiatives caractérisant le système alimentaire étudié, leurs complémentarités et les conditions favorisant de telles complémentarités. Ce cadre de travail se base sur une étude socio-historique des changements passés, ainsi qu'une analyse systémique des changements en cours, intégrant l'identification des principaux acteurs et institutions du système (*mainstream* et alternatifs) et l'étude de leurs trajectoires, de leurs interdépendances, de leurs alliances et de leurs modes de coordination. En tenant compte de l'ensemble des acteurs du système alimentaire étudié, cette approche a pour perspective de contribuer au développement de voies de transition vers des systèmes alimentaires caractérisés par davantage de durabilité et de résilience (Lamine, 2015).

Le fait d'utiliser comme porte d'entrée les systèmes laitiers wallons a pour seconde limite d'aborder la transition à partir d'échelles *micro* (les fermes) et *méso* (la filière), ne nous permettant dès lors pas d'aborder les problématiques agricoles et alimentaires d'ordre *macro* que représentent, par exemple, l'augmentation de la population à l'horizon 2050, l'évolution des régimes alimentaires et l'utilisation des terres agricoles. A cet égard, notre travail possède cependant le potentiel de servir de point d'appui pour informer des études réalisées à une échelle *macro* (nationale ou internationale), en raison de sa capacité à analyser en finesse la diversité des systèmes de production tout en intégrant une dimension holistique, et allant donc au-delà d'aspects uniquement techniques. La diversité des systèmes agricoles et alimentaires, ainsi que leurs interactions et échanges, constituent en effet des variables clés pour contribuer à répondre à ces questions d'ordre planétaire (Agrimonde, 2009).

Alors que notre travail a analysé en finesse la diversité des exploitations laitières spécialisées wallonnes, une perspective permettant d'« élargir » notre échelle d'analyse consisterait à analyser les interactions et les échanges possibles entre différents systèmes de production, à l'échelle régionale et nationale. Les principes d'exploitations mixtes et d'autonomie en intrants pourraient notamment être considérés à l'échelle régionale, plutôt qu'à l'échelle de l'exploitation, afin de tenir compte d'éventuelles complémentarités entre exploitations spécialisées (Van Keulen and Schiere, 2004 cités par Havet et al., 2014). A une telle échelle, l'autonomie en intrants peut, par exemple, être améliorée en organisant des échanges (d'aliments, d'engrais de ferme) entre exploitations spécialisées en production laitière et exploitations spécialisées en grandes cultures (Bell and Moore, 2012).

Dimension temporelle et aspects dynamiques

La dimension temporelle occupe une place cruciale au sein des processus de transition vers davantage de durabilité. L'analyse des transitions implique en effet de considérer les changements qui se produisent au cours du temps, vis-à-vis de plusieurs dimensions et à de multiples niveaux. Le concept de durabilité possède lui aussi une connotation temporelle : ce qui est considéré comme durable évolue avec le temps, en fonction des attentes des acteurs sociétaux (Markard et al., 2012), d'où l'intérêt de considérer cette notion comme un processus continu d'adaptation des systèmes vis-à-vis de changements et de perturbations externes (Duru and Therond, 2014). Dans un contexte d'analyse des transitions, la prise en compte de cette dimension temporelle concerne tant les trajectoires historiques que les trajectoires contemporaines et futures des systèmes sociotechniques étudiés.

En termes historiques, notre étude de cas illustre bien le rôle que jouent les choix et trajectoires antérieurs dans la structuration du système actuel. A l'échelle de l'exploitation, l'étude des changements passés permet d'identifier les conditions et ressources à mobiliser pour favoriser certaines trajectoires de changement (cf. Chapitre 10). A l'échelle du secteur, de nombreux mécanismes de *lock-in* sont le résultat d'évolutions historiques, ce qui souligne l'influence des choix pris par le passé sur le verrouillage actuel du secteur (cf. Chapitre 9). Ces deux éléments montrent que la dimension historique a bel et bien été prise en compte au sein de ce travail. Une perspective viserait cependant à élargir cette prise en compte à l'ensemble du système alimentaire, en étudiant les changements socio-historiques propres à une diversité de dynamiques et projets locaux, de type alternatif mais aussi *mainstream* (Lamine, 2015).

La première partie de cette thèse a donné au lecteur une image, prise à un moment donné (2008), de la diversité et de la durabilité des exploitations laitières spécialisées présentes en Wallonie. Dans un contexte marqué par de nombreux changements, les systèmes agricoles seront certainement amenés, à l'avenir, à évoluer et à s'adapter, modifiant dès lors cette image de la diversité. Par son caractère automatisé et reproductible, notre méthodologie d'analyse quantitative ouvre la possibilité de mobiliser annuellement les données comptables enregistrées afin d'étudier l'évolution de la diversité des exploitations et les trajectoires de changement de ces dernières. Ce suivi à long terme est également susceptible de fournir des informations sur l'adéquation de certaines stratégies et *farming styles* – tels que la recherche d'autonomie en intrants – face aux changements externes auxquels les exploitations doivent faire face (par exemple, une sécheresse diminuant le rendement des productions fourragères).

Dans la seconde partie de la thèse, une dimension dynamique a été introduite en cherchant à étudier l'évolution des systèmes laitiers wallons, au départ des discours des acteurs de terrain. Afin d'aller un cran plus loin dans notre réflexion sur la transition du secteur laitier vers davantage de durabilité, les scénarios d'évolution (tendanciel, progressif, radical) et les mécanismes de *lock-in* identifiés dans notre travail pourraient alimenter un débat prospectif consistant à identifier et explorer les futurs considérés comme durables par les acteurs du secteur laitier, ainsi que les étapes et les leviers d'action susceptibles de conduire à de tels futurs (Hinrichs, 2014). Ce type d'exercice constitue un réel défi tant en termes pratiques que méthodologiques puisqu'il implique la participation active des citoyens et des *stakeholders*, la prise en compte d'une diversité de contextes spécifiques et de processus opérant à des échelles variées (individuelle, locale, régionale, nationale, internationale) (Thompson and Scoones, 2009). Ce type de débat, qui se veut ouvert et réflexif, constitue néanmoins une étape essentielle pour engager une transition des systèmes agricoles et alimentaires vers davantage de durabilité (Thompson and Scoones, 2009; Hinrichs, 2014).

Dimensions participative et interdisciplinaire

La conception de systèmes agricoles innovants et durables implique, au niveau de la recherche, de recourir à des approches participatives et interdisciplinaires (Stassart et al., 2012; Dumont et al., 2014). Par l'intégration des *stakeholders* tout au long du processus de recherche, les méthodes participatives permettent de tenir compte des réalités des acteurs (connaissances et savoir-faire locaux, contraintes et spécificités de contexte, interactions entre acteurs) et d'ainsi favoriser l'adéquation des propositions techniques et institutionnelles (Bellec et al., 2012; Vandamme, 2013). Dans le cadre de notre recherche, cette dimension a été intégrée mais de manière relativement limitée puisque les acteurs du secteur laitier sont intervenus lors d'une étape ponctuelle de notre recherche. En termes de perspective, la discussion des résultats obtenus avec différents groupes de *stakeholders* pourrait servir de moteur à un débat prospectif, tel que présenté dans le paragraphe précédent, s'appuyant sur des interactions continues entre acteurs du secteur.

Le développement d'approches interdisciplinaires a pour objectif d'intégrer les différentes composantes des systèmes étudiés, les interactions entre ces composantes et leur dimension temporelle (Lamine and Bellon, 2009; Stassart et al., 2012; Dumont et al., 2014). A cet égard, notre approche ouvre la possibilité de combiner des outils techniques et des outils issus du champ des sciences sociales : les entretiens semi-dirigés. L'approche que nous avons développée dans cette thèse a pour atout d'analyser la réalité du secteur laitier en cherchant à intégrer

des dimensions variées (pratiques agricoles, systèmes alimentaires, conceptions des acteurs), tout en étant accessible au départ des compétences propres à un chercheur agronome. Cet atout méthodologique a pour contrepartie un caractère interdisciplinaire relativement limité. La force de cette recherche réside néanmoins dans son potentiel à être utilisée comme outil et point d'appui dans un cadre plus large de débats et de recherches faisant intervenir agronomes, écologues, économistes, sociologues et acteurs politiques.

Conclusion générale

L'analyse des processus de transition vers davantage de durabilité constitue un domaine de recherche de grand intérêt sociétal, pour de nombreux secteurs économiques, en raison de l'importance des défis que pose actuellement le concept de développement durable dans nos sociétés. Le secteur des productions animales, et notamment de la production laitière, n'échappe pas à cette tendance : pour se maintenir dans le paysage agricole, les exploitations laitières se voient contraintes d'évoluer afin de s'adapter à des prix fluctuants, au changement climatique et à des réformes politiques majeures, tout en répondant aux attentes des citoyens concernant le respect de l'environnement, le bien-être animal et la qualité des produits. De ce contexte émerge la question de savoir quelles voies d'évolution ces exploitations peuvent suivre pour concilier ces différents aspects.

Cette thèse a pour objectif de contribuer à cet enjeu sociétal au départ d'une démarche méthodologique originale, associant des approches quantitatives et qualitatives et mobilisant la théorie de la transition comme cadre théorique de référence. Le développement et l'utilisation d'une telle méthodologie, dite mixte, nous permet d'analyser, à une échelle régionale, la complexité et la réalité des exploitations laitières et de la filière dans laquelle elles s'insèrent, dans une perspective systémique intégrant des dimensions techniques, normatives et sociales.

Cette réalité se traduit, tout d'abord, dans la diversité caractérisant les exploitations laitières spécialisées wallonnes, leur structure (taille, intensité, utilisation de la superficie), leur durabilité économique et environnementale. En distinguant plusieurs types de fermes au sein de la diversité existante, notre travail délimite différents « ensembles des possibles » en termes de durabilité. Explorant plus avant ces différents types, leurs points communs, leurs différences et leur diversité intrinsèque, des marges de progrès sont identifiées et montrent la coexistence de différentes voies permettant d'améliorer conjointement les performances économiques et environnementales des exploitations. La recherche d'autonomie en intrants et la production biologique en constituent des exemples caractéristiques.

L'agriculteur, par ses choix et les stratégies de gestion qu'il met en œuvre, oriente son exploitation en fonction de ses objectifs de production. Dans une recherche de durabilité, l'évolution d'une exploitation, et *à fortiori* de l'ensemble des exploitations du secteur, ne peut toutefois pas être pensée de manière isolée, sans prendre en compte son insertion au sein d'une filière regroupant des acteurs variés (agrofourniture, transformateurs, distributeurs, consommateurs, acteurs institutionnels et politiques), interagissant les uns avec les autres. A l'échelle du secteur laitier, notre travail montre comment l'articulation et l'évolution conjointe

de mécanismes techniques, normatifs, réglementaires et sociaux, présents aux différents niveaux de la filière, résultent en une situation de verrouillage du secteur laitier autour d'une logique d'agrandissement, d'intensification et de spécialisation de ses exploitations. Une majorité d'acteurs du secteur se réfèrent à ce modèle, dit dominant, et orientent leurs activités en fonction de ce dernier, bloquant ainsi le développement de modèles de production alternatifs.

Initier un processus de changement profond des exploitations nécessite, par conséquent, d'envisager une approche holistique permettant à l'éleveur de « surmonter » et de se détacher de ces différents mécanismes. A ce titre, l'analyse des trajectoires d'éleveurs utilisant un mode alternatif de commercialisation de leur production laitière illustre que ces éleveurs développent des pratiques (la race laitière, par exemple) et des relations sociales avec les structures en aval qui se distinguent de celles en vigueur dans le circuit conventionnel. Certains de ces agriculteurs vont jusqu'à opérer une rupture normative avec le modèle industriel axé sur la productivité et réorientent leur stratégie vers un objectif d'autonomie. Cette étude de cas souligne le rôle crucial des compétences entrepreneuriales – stratégiques et relationnelles – pour initier un processus de rupture vis-à-vis du régime dominant.

La force de la recherche menée dans cette thèse est à la fois de nature méthodologique et appliquée. Notre travail démontre, tout d'abord, l'intérêt d'adopter une démarche méthodologique valorisant les complémentarités permises par l'association d'approches quantitatives et qualitatives en ce qui concerne les niveaux d'analyse, les horizons temporels et les points de vue abordés.

D'un point de vue sociétal, nos résultats contribuent à documenter les voies de transitions des systèmes d'élevage laitier vers davantage de durabilité. Alors que de nombreux travaux ont démontré la nécessité d'opérer un changement des systèmes agricoles et alimentaires, ce travail se distingue en apportant des éléments de réponse à une question qui a été nettement moins développée, celle du « comment changer ». Au-delà du secteur laitier, ces résultats soulignent la pertinence, dans un contexte de transition vers davantage de durabilité, de chercher à analyser et à comprendre la diversité et la complexité du réel, de manière systémique. Dans cette logique, la voie tracée par notre travail pourrait être amplifiée en considérant les systèmes alimentaires dans leur globalité. Une telle perspective consisterait à analyser, plus en profondeur, les rôles, les complémentarités, les interactions et les trajectoires historiques des différents acteurs du système étudié.

Bibliographie

- AFSCA, 2013. Enquête de perception des consommateurs belges 2013. Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, http://www.sondagepeiling.be/fr/_documents/afsca_perception2013_rapport_FR.pdf (consulté le 15/01/2015).
- AFSCA, 2015. Autocontrôle. Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, <http://www.afsca.be/autocontrole-fr/> (consulté le 16/01/2015).
- Agéco, 2013. Economies d'échelle et économies de taille en agriculture : explication des concepts et revue de la littérature. Groupe Agéco, Québec, Canada. http://www.lacoop.coop/pdf/271-820-Rapport_CoopEconomiesEchelleTaille_130226.pdf (consulté le 25/02/2015).
- Agrimonde, 2009. Agrimonde, Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable. INRA, CIRAD, France. <http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/223399-b8a3e-resource-prospective-agrimonde-synthese.html> (consulté le 28/07/2010).
- Alary, V., Messad, S., Taché, C., Tillard, E., 2002. Approche de la diversité des systèmes d'élevage laitiers à la Réunion. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 55, 285–297.
- Alkan Olsson, J., Bockstaller, C., Stapleton, L.M., Ewert, F., Knapen, R., Therond, O., Geniaux, G., Bellon, S., Correira, T.P., Turpin, N., Bezlepkina, I., 2009. A goal oriented indicator framework to support integrated assessment of new policies for agri-environmental systems. *Environmental Science & Policy* 12, 562–572.
- Andersen, E., Elbersen, B., Godeschalk, F., Verhoog, D., 2007. Farm management indicators and farm typologies as a basis for assessments in a changing policy environment. *Journal of Environmental Management* 82, 353–362.
- Andreani, J.C., Conchon, F., 2005. Méthodes d'analyse et d'interprétation des études qualitatives : état de l'art en marketing. http://www.escp-eap.net/conferences/marketing/2005_cp/Materiali/Paper/Fr/ANDREANI_CONCHON.pdf (consulté le 28/01/2014).
- Association Wallonne de l'Élevage, 2012. Perception survey of the dairy farmers and their consultants. Optimir Interreg IVB, <http://www.optimir.eu> (consulté le 31/07/2013).
- Astigarraga, L., Ingrand, S., 2011. Production flexibility in extensive beef farming systems. *Ecology & Society* 16, 1-7. <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art7/> (consulté le 05/07/2012).
- Auvinen, H., Ruutu, S., Tuominen, A., Ahlqvist, T., Oksanen, J., 2014. Process supporting strategic decision-making in systemic transitions. *Technological Forecasting & Social Change* <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2014.07.011> (consulté le 03/09/2014).
- Aveline, A., Rousseau, M.L., Guichard, L., Laurent, M., Bockstaller, C., 2009. Evaluating an environmental indicator: Case study of MERLIN, a method for assessing the risk of nitrate leaching. *Agricultural Systems* 100, 22–30.

- Basset-Mens, C., van der Werf, H.M.G., 2005. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 105, 127–144.
- Bechini, L., Castoldi, N., 2009. On-farm monitoring of economic and environmental performances of cropping systems: Results of a 2-year study at the field scale in northern Italy. *Ecological Indicators* 9, 1096–1113.
- Beguin, E., Bonnet, J., Belveze, J., Bellet, V., 2008. Evaluation des consommations d'énergie dans les exploitations bovines et ovines et identification de marges de progrès. Institut de l'Elevage, Paris, France.
- Bellec, F.L., Rajaud, A., Harry, O.-L., Bockstaller, C., Malezieux, E., 2012. Evidence for farmers' active involvement in co-designing citrus cropping systems using an improved participatory method. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 703–714.
- Bell, L.W., Moore, A.D., 2012. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. *Agricultural Systems* 111, 1–12.
- Berkers, E., Geels, F., 2011. System innovation through stepwise reconfiguration: the case of technological transitions in Dutch greenhouse horticulture (1930-1980). *Technology Analysis & Strategic Management* 23, 227–247.
- Berkhout, F., Smith, A., Stirling, A., Elzen, B., Geels, F.W., Green, K., 2004. Socio-technological regimes and transition contexts. In *System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy*, pp. 48–75. Edward Elgar, Cheltenham, Royaume-Uni.
- Bernués, A., Ruiz, R., Olaizola, A., Villalba, D., Casasús, I., 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livestock Science* 139, 44-57.
- Bidaud, F., 2013. Transitions vers la double performance : quelques approches sociologiques de la diffusion des pratiques agroécologiques. Centre d'études et de prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, France. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Analyse_CEP_63_Transitions_vers_la_double_performance_cle8627ba.pdf (consulté le 08/07/2014).
- Binder, C.R., Feola, G., Steinberger, J.K., 2010. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. *Environmental Impact Assessment Review* 30, 71–81.
- Blazy, J.-M., Dorel, M., Salmon, F., Ozier-Lafontaine, H., Wery, J., Tixier, P., 2009. Model-based assessment of technological innovation in banana cropping systems contextualized by farm types in Guadeloupe. *European Journal of Agronomy* 31, 10-19.
- Blesh, J., Wolf, S.A., 2014. Transitions to agroecological farming systems in the Mississippi River Basin: toward an integrated socioecological analysis. *Agriculture and Human Values* <http://dx.doi.org/10.1007/s10460-014-9517-3> (consulté le 30/10/2014).

- Bockstaller, C., Girardin, P., 2003. How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems* 76, 639–653.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Kleichinger, O., Girardin, P., Galan, M.-B., Gaillard, G., 2009. Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 223–235.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Makowski, D., Aveline, A., Girardin, P., Plantureux, S., 2008. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 139–149.
- Bonaudo, T., Bendahan, A.B., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., Magda, D., Tichit, M., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. *European Journal of Agronomy* 57, 43–51.
- Bonny, S., 2010. L'intensification écologique de l'agriculture : voie et défis. In *Innovation and sustainable development in agriculture and food 2010* (ed. Coudel, E., Devautour, H., Soulard, C., Hubert, B.), pp. 1–11. Cirad, Inra, Montpellier Supagro, Montpellier, France.
- Boogaard, B.K., Oosting, S.J., Bock, B.B., 2008. Defining sustainability as a socio-cultural concept: Citizen panels visiting dairy farms in the Netherlands. *Livestock Science* 117, 24–33.
- Boogaard, B.K., Oosting, S.J., Bock, B.B., Wiskerke, J.S.C., 2011. The sociocultural sustainability of livestock farming: an inquiry into social perceptions of dairy farming. *Animal* 5, 1458–1466.
- Botreau, R., Farruggia, A., Martin, B., Pomiès, D., Dumont, B., 2014. Towards an agroecological assessment of dairy systems: proposal for a set of criteria suited to mountain farming. *Animal* 8, 1349–1360.
- Bourg, D., 2013. Développement durable. In *Dictionnaire Critique et Interdisciplinaire de La Participation*. GIS Démocratie et Participation, Paris, France. <http://www.dicopart.fr/fr/dico/developpement-durable-0> (consulté le 10/09/2014).
- Brehon, N.J., 2009. L'Europe et la crise du lait : quelles régulations pour le secteur laitier ? Fondation Robert Schuman, Questions d'Europe n°144. <http://www.robert-schuman.eu/fr/questions-d-europe/0144-l-europe-et-la-crise-du-lait-quelles-regulations-pour-le-secteur-laitier> (consulté le 15/01/2015).
- Burton, R., 2004. Seeing through the 'good farmer's' eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of 'productivist' behaviour. *Sociologia Ruralis* 44, 195–215.
- Buczko, U., Kuchenbuch, R.O., 2010. Environmental indicators to assess the risk of diffuse nitrogen losses from agriculture. *Environmental Management* 45, 1201–1222.
- Castoldi, N., Bechini, L., 2010. Integrated sustainability assessment of cropping systems with agro-ecological and economic indicators in northern Italy. *European Journal of Agronomy* 32, 59–72.

- CBL-BCZ, 2013. Rapport annuel 2013. Année d'activités 2012. Confédération belge de l'industrie laitière, Leuven, Belgique. http://www.bcz-cbl.be/www/images/stories/pdf/public/Menus_website_FR/1_Organisation/3_Rapport_Annuel/2013_05_30_JAARVERSLAG_FR.pdf (consulté le 11/09/2013).
- CBL-BCZ, 2014. Rapport annuel 2014. Année d'activités 2013. Confédération belge de l'industrie laitière, Leuven, Belgique. http://www.bcz-cbl.be/www/images/stories/pdf/public/Menus_website_FR/2_Statistiques/1_Belgique/2014_05_20_ECON_Belgie_FR.pdf (consulté le 19/06/2014).
- Cerf, M., Omon, B., Chantre, E., Guillot, M.N., Le Bail, M., Lamine, C., Olry, P., 2010. Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement pour les producteurs en grandes cultures? *Innovations Agronomiques* 8, 105–119.
- Chardon, X., 2008. Evaluation environnementale des exploitations laitières par modélisation dynamique de leur fonctionnement et des flux de matière : développement et application du simulateur Mélodie. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech, Paris, France.
- Chatellier, V., 2010. La transformation du contexte économique du secteur laitier. *Le Point Vétérinaire* 41, 123–128.
- Choi, H., Anadón, L.D., 2014. The role of the complementary sector and its relationship with network formation and government policies in emerging sectors: The case of solar photovoltaics between 2001 and 2009. *Technological Forecasting & Social Change* 82, 80–94.
- CIRAD - GRET, 2009. Memento de l'Agronome. Editions Quae, Paris, France.
- CIVAM, 2010. Diagnostic de durabilité du Réseau Agriculture Durable. Guide de l'utilisateur 2010. <http://www.agriculture-durable.org> (consulté le 09/03/2011).
- Cloquell-Ballester, V.A., Cloquell Ballester, V.A., Monterde-Diaz, R., Santamarina-Siurana, M.C., 2006. Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 26, 79–105.
- CMED, 1987. Notre avenir à tous. Commission mondiale sur l'environnement et le développement. <http://reseauculture21.fr/wp-content/uploads/2012/05/RapportBrundtland.pdf> (consulté le 26/02/2015).
- Comeau, Y., 1994. L'analyse des données qualitatives. Cahiers du CRISES, Collection Etudes théoriques, Département de counseling et orientation, Université Laval, Canada. <https://depot.erudit.org/bitstream/001759dd/1/ET9402.pdf> (consulté le 12/09/2013).
- CORPEN, 2006. Des indicateurs d'azote pour gérer des actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, France. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_2006_09_azote_indicateur.pdf (consulté le 04/02/2011).

- Coquil, X., Beguin, P., Lusson, J.M., Dedieu, B., 2014. Ressources pour une transition vers des systèmes de polyculture-élevage plus autonomes. *Fourrages* 219, 203–212.
- Cour des comptes européenne, 2009. Les instruments de gestion du marché du lait et des produits laitiers ont-ils atteint leurs objectifs ? Rapport Spécial n°14, Luxembourg. http://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR09_14/SR09_14_FR.PDF (consulté le 26/02/2015).
- Crabbé, A., Jacobs, R., Van Hoof, V., Bergmans, A., Van Acker, K., 2013. Transition towards sustainable material innovation: evidence and evaluation of the Flemish case. *Journal of Cleaner Production* 56, 63–72.
- CRA-W, 2011. Caractérisation de la durabilité de la Wallonie, du secteur agricole et du secteur laitier (Dairyman, Action 1). Centre wallon de Recherches agronomiques, Libramont, Belgique.
- Creswell, J.W., 2003. *Research design. Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. Sage publications, Thousand Oaks, USA.
- Creswell, J.W., Clark, V.L.P., 2011. *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications, Thousand Oaks, USA.
- CRIOC, 2012. *Consumer Behavior Monitor: le baromètre des consommateurs*. Centre de Recherche et d'Information des Groupements de Consommateurs. <http://www.crioc.be/files/fr/6742fr.pdf> (consulté le 05/12/2013).
- Cruz-Castillo, J.G., Ganeshanandam, S., MacKay, B.R., Lawes, G.S., Lawoko, C.R.O., Woolley, D.J., 1994. Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. *HortScience* 29, 1115–1119.
- Da Cunha, A., 2003. Développement durable : éthique du changement, concept intégrateur, principe d'action. In *Développement durable et aménagement du territoire*, pp. 13–28. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse.
- Dale, V.H., Beyeler, S.C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1, 3–10.
- Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A., Polychronaki, E.A., 2010. A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. *Ecological Indicators* 10, 256–263.
- Darnhofer, I., Bellon, S., Dedieu, B., Milestad, R., 2010a. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 545–555.
- Darnhofer, I., Fairweather, J., Moller, H., 2010b. Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8, 186–198.
- Darnhofer, I., 2010c. Strategies of family farms to strengthen their resilience. *Environmental Policy and Governance* 20, 212–222.

- Dedeurwaerdere, T., 2013. Les sciences du développement durable pour régir la transition vers la durabilité forte. Université catholique de Louvain et Fonds National de la Recherche Scientifique, Louvain-la-Neuve, Belgique. http://chapynaast.be/e_files/4764-toomdrapport.pdf (consulté le 10/09/2014).
- de Haen, H., Réquillart, V., 2014. Linkages between sustainable consumption and sustainable production: some suggestions for foresight work. *Food Security* 6, 87–100.
- De Herde, V., 2014. Potentiel de transition des circuits fromagers de niche en Région Herbagère Liégeoise et en Haute Ardenne. Mémoire de Master, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Del Prado, A., Mas, K., Prado, G., Gallejones, P., 2013. Modelling the interactions between C and N farm balances and GHG emissions from confinement dairy farms in northern Spain. *Science of the Total Environment* 465, 156–165.
- Denzin, N.K., 2012. Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research* 6, 80–88.
- De Schutter, O., Vanloqueren, G., 2011. The new green revolution: How twenty-first-century science can feed the world. *Solutions* 2, 33–44.
- Desjeux, D., 2004. Les sciences sociales. Presses Universitaires de France, Collection « Que sais-je ? », Paris, France.
- De Snoo, G.R., 2006. Benchmarking the environmental performances of farms. *International Journal of Life Cycle Assessment* 11, 22–25.
- Deverre, C., Lamine, C., 2010. Les systèmes agroalimentaires alternatifs. Une revue de travaux anglophones en sciences sociales. *Economie rurale* 317, 57–73.
- Devillers, J., Farret, R., Girardin, P., Rivière, J.-L., Soulas, G., 2005. Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides, TEC & DOC, Lavoisier, Paris, France.
- de Vries, M., Debruyne, L., Aarts, F., 2013. Sustainability of dairy farming and the implementation of EU environmental directives in the northwest of Europa. Dairyman Interreg IVB, Wageningen, the Netherlands. http://www.interregdairyman.eu/upload_mm/0/f/1/732f3eac-fe02-461e-961d-1170e3a9a623_Rapport%20Dairyman%20Regional%20sus_LR.pdf (consulté le 12/01/2015).
- DGARNE, 2007. Etude du secteur laitier wallon. Synthèse et annexes. Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'environnement, Namur, Belgique. http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/Etude_secteur_laitier_wallon.pdf (consulté le 19/12/2013)
- DGARNE, 2013. Portail de l'Agriculture wallonne. Quotas laitiers, Origine. http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/article.php3?id_article=62 (consulté le 19/12/2013).
- Direction de l'Analyse économique agricole, 2012. Evolution de l'économie agricole et horticole de la Wallonie (2011 - 2012). http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/rapport2011.pdf (consulté le 28/03/2013).

- Direction de l'Analyse économique agricole, 2013. Evolution de l'économie agricole et horticole de la Wallonie (2012-2013). http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/rapport2012.pdf (consulté le 19/06/2014).
- Dirksen, H., Klever, M., van Broekhuizen, R., van der Ploeg, J.D., Oostindie, H., 2013. Bouwen aan een betere balans. Een analyse van bedrijfsstijlen in de melkveehouderij. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. <http://www.dmsadvies.nl/wp/wp-content/uploads/2014/08/Bouwen-aan-een-betere-balans.pdf> (consulté le 23/01/2015).
- Dollé, J.B., Delaby, L., Plantureux, S., Moreau, S., Amiaud, B., Charpiot, A., Manneville, V., Chanseume, A., Chambaut, H., Le Gall, A., 2013. Impact environnemental des systèmes bovins laitiers français. *Productions Animales* 26, 207–220.
- Dolman, M.A., Sonneveld, M.P.W., Mollenhorst, H., De Boer, I.J.M., 2014. Benchmarking the economic, environmental and societal performance of Dutch dairy farms aiming at internal recycling of nutrients. *Journal of Cleaner Production* 73, 245–252.
- Donnellan, T., Hennessy, T., Thorne, F., 2009. Perspectives on the competitiveness of EU dairy farming. *EuroChoices* 8, 23–29.
- Dufrasne, I., Knapp, E., Robaye, V., Istasse, L., Hornick, J.L., 2013. Alternatives permettant de concilier la traite robotisée et le pâturage. In *Nouvelles approches pour une optimisation de nos élevages laitiers*, pp. 70–77. Carrefour des Productions animales, Gembloux, Belgique.
- Dumont, A., 2013. Contribution à la réflexion sur les principes socioéconomiques de l'agroécologie par une étude de trois initiatives de systèmes alimentaires (food systems). Mémoire de Master, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., Tichit, M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal* 7, 1028–1043.
- Dumont, B., González-García, E., Thomas, M., Fortun-Lamothe, L., Ducrot, C., Dourmad, J.Y., Tichit, M., 2014. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal* 8, 1382–1393.
- Duru, M., Faresa, M., Therond, O., 2014. A conceptual framework for thinking now (and organising tomorrow) the agroecological transition at the level of the territory. *Cahiers Agriculture* 23, 84–95.
- Duru, M., Therond, O., 2014. Livestock system sustainability and resilience in intensive production zones: which form of ecological modernization? *Regional Environmental Change*, publié en ligne, <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-014-0722-9>.
- Elzen, B., Barbier, M., Cerf, M., Grin, J., 2012. Stimulating transitions towards sustainable farming systems. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (eds Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B.), pp. 431–455. Springer, The Netherlands.

- Elzen, B., Geels, F.W., Leeuwis, C., Van Mierlo, B., 2011. Normative contestation in transitions “in the making”: Animal welfare concerns and system innovation in pig husbandry. *Research Policy* 40, 263–275.
- Elzen, B., Spoelstra, S., 2010. Towards sustainable livestock production systems, Outline of a Learning and Experimentation Strategy. In *Methods and Procedures for Building Sustainable Farming Systems*, pp. 823–834. International farming systems association - Europe group, Vienna, Austria.
- Elzen, B., Wieczorek, A., 2005. Transitions towards sustainability through system innovation. *Technological Forecasting and Social Change* 72, 651–661.
- EMB, 2012. Coopératives, entre mythe et réalité. European Milk Board, Hamm, Germany. http://www.europeanmilkboard.org/fileadmin/Dokumente/Positions_EMB/12-02_Positions/Coope%CC%81ratives.pdf (consulté le 23/09/2013).
- European Commission, 2012. Agriculture, farm accounting data network, sample selection. http://ec.europa.eu/agriculture/rica/650_methodology2_en.cfm (consulté le 06/04/2012).
- European Commission, 2013. Prospects for agricultural markets and income in the EU 2013-2023. European commission, Agriculture and Rural Development. http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/medium-term-outlook/2013/fullrep_en.pdf (consulté le 11/09/2014).
- European Commission, 2014a. EU dairy farms report 2013 based on FADN data. European commission. Agriculture and Rural Development. http://ec.europa.eu/agriculture/rica/pdf/Dairy_Farms_report_2013_WEB.pdf (consulté le 11/09/2014).
- European Commission, 2014b. Agriculture, farm accounting data network, public database. http://ec.europa.eu/agriculture/rica/database/index_en.cfm (consulté le 25/06/2014).
- European Commission, 2014c. European Milk Market Observatory. http://ec.europa.eu/agriculture/milk-market-observatory/index_en.htm (consulté le 25/06/2014).
- Eurostat, 2014. Statistiques agricoles au niveau régional. European Commission, Eurostat, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agriculture_statistics_at_regional_level/fr (consulté le 19/01/2015).
- Fairebel, 2014. Missions, objectifs et rôles de la FAIRCOOP. Fairebel, http://www.fairebel.be/cms/index.php?article_id=69&clang=1 (consulté le 29/10/2014).
- Fairweather, J.R., Rosin, C.J., Hunt, L.M., Campbell, H.R., 2009. Are conventional farmers conventional? Analysis of the environmental orientations of conventional New Zealand farmers. *Rural Sociology* 74, 430–454.
- Falloon, P., Betts, R., 2010. Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation. The importance of an integrated approach. *Science of the Total Environment* 408, 5667–5687.

- FAO, 2009. The state of food and agriculture. Livestock in the balance. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italie. <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf> (consulté le 26/02/2015).
- Fares, M., Magrini, M.-B., Triboulet, P., 2012. Agroecological transition, innovation and lock-in effects: The impact of the organizational design of supply chains. The French durum wheat supply chain case. *Cahiers Agriculture* 21, 34–45.
- Fernandes, L., Woodhouse, P., 2008. Family farm sustainability in southern Brazil: An application of agri-environmental indicators. *Ecological Economics* 66, 243–257.
- Feyereisen, M., 2013. FaiRebel : du lait au projet équitable. Analyse du réseau socio-technique d'une innovation pour une transition à deux échelles. Mémoire de Master, Université de Liège, Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Unité SEED, Arlon, Belgique.
- Fiorelli, C., Chaxel, S., Gasselin, P., Moity-Maïzi, P., Felix, G., Massein, G., Pigache, M., Vétois, Y., 2013. Guide d'utilisation de l'outil Trajectoire. In *Trois outils pour l'accompagnement à la création et au développement d'activités : Trajectoire, Cartapp et Edappa. Application à l'installation en agriculture* (eds Gasselin, P., Tallon, H., Dalmais, M., Fiorelli, C.). INRA, CIRAD, ADEAR LR, Montpellier Supagro, AIRDIE, Région Languedoc-Roussillon, Montpellier, France.
- FLPLW, 2010. La filière laitière en Wallonie, Circuits courts et industrie laitière. Filière lait et Produits laitiers wallonne, http://www.filierelait.be/pdf/11-Panneau_Organisation_filiere_2010.pdf (consulté le 05/11/2012).
- FLPLW, 2013. La filière laitière wallonne. Filière lait et Produits laitiers wallonne, http://www.filierelait.be/pdf/11-Filiere_laitiere_wallonne_2013.pdf (consulté le 05/02/2013).
- Foxon, T.J., Hammond, G.P., Pearson, P.J.G., 2010. Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK. *Technological Forecasting & Social Change* 77, 1203–1213.
- Frambach, J., van der Vleuten, C., Durning, S., 2013. Quality criteria in qualitative and quantitative research. *Academic Medicine* 88, 552.
- Galan, M.B., Peschard, D., Boizard, H., 2007. ISO 14 001 at the farm level: analysis of five methods for evaluating the environmental impact of agricultural practices. *Journal of Environmental Management* 82,341–352.
- García-Martínez, A., Olaizola, A., Bernués, A., 2009. Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. *Animal* 3, 152–165.
- Garmendia, E., Prellezo, R., Murillas, A., Escapa, M., Gallastegui, M., 2010. Weak and strong sustainability assessment in fisheries. *Ecological Economics* 70, 96–106.

- Gaspar, P., Mesías, F.J., Escribano, M., Rodriguez De Ledesma, A., Pulido, F., 2007. Economic and management characterization of dehesa farms: Implications for their sustainability. *Agroforestry Systems* 71, 151–162.
- Geels, F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31, 1257–1274.
- Geels, F.W., 2005. Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective. *Technological Forecasting and Social Change* 72, 681–696.
- Geels, F.W., 2009. Foundational ontologies and multi-paradigm analysis, applied to the socio-technical transition from mixed farming to intensive pig husbandry (1930-1980). *Technology Analysis & Strategic Management* 21, 805–832.
- Geels, F.W., 2010. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy* 39, 495–510.
- Geels, F.W., 2011. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1, 24–40.
- Geels, F.W., 2012. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography* 24, 471–482.
- Geels, F.W., Schot, J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417.
- Geniaux, G., Bellon, S., Deverre, C., Powell, B., 2006. System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society. Sustainable Development Indicator Frameworks and Initiatives. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/57937/2/Report_49_PD2.2.1.pdf (consulté le 25/03/2011).
- Genus, A., Coles, A., 2008. Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. *Research Policy* 37, 1436–1445.
- Giraud, P.-N., 1999. Un scénario énergétique tendanciel pour la France à l'horizon 2020. CERNA, Centre d'économie industrielle Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, France. http://www.cerna.ensmp.fr/Documents/PNG_AnnalesEnergie.pdf (consulté le 24/07/2013).
- Gómez-Limón, J.A., Sanchez-Fernandez, G., 2010. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics* 69, 1062–1075.
- Gras, R., 1989. *Le Fait technique en agronomie: activité agricole, concepts et méthodes d'étude*. Editions L'Harmattan, Paris, France.
- Grossetti, M., 2011. L'espace à trois dimensions des phénomènes sociaux. Échelles d'action et d'analyse. *SociologieS*, <http://sociologies.revues.org/3466> (consulté le 20/01/2015).
- Guba, E.G., 1981. Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Technology* 29, 75–91.

- Guillaumin, A., Hopquin, J.-P., Desvignes, P., Vinatier, J.-M., 2007. Caractériser la participation des exploitations agricoles d'un territoire au développement durable. Dictionnaire des indicateurs. Institut de l'Elevage, Paris, France.
- Halberg, N., Vanderwerf, H., Bassetmens, C., Dalgaard, R., Deboer, I., 2005a. Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems. *Livestock Production Science* 96, 33–50.
- Halberg, N., Verschuur, G., Goodlass, G., 2005b. Farm level environmental indicators; are they useful?: An overview of green accounting systems for European farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 105, 195–212.
- Hansen, B., Alrøe, H.F., Kristensen, E.S., 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83, 11–26.
- Hassink, J., Grin, J., Hulsink, W., 2013. Multifunctional agriculture meets health care: Applying the multi-level transition sciences perspective to care farming in the Netherlands. *Sociologia Ruralis* 53, 223–245.
- Havet, A., Coquil, X., Fiorelli, J.L., Gibon, A., Martel, G., Roche, B., Ryschawy, J., Schaller, N., Dedieu, B., 2014. Review of livestock farmer adaptations to increase forages in crop rotations in western France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 190, 120–127.
- Henrotte, B., Huybechts, M., Beaudelot, A., 2011. La Filière Lait en Wallonie. *Bioforum Wallonie*, Septembre 2011, pp. 9-11.
- Hill, S.B., MacRae, R.J., 1995. Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 7, 81–87.
- Hinrichs, C.C., 2014. Transitions to sustainability: a change in thinking about food systems change? *Agriculture & Human Values* <http://dx.doi.org/10.1007/s10460-014-9479-5> (consulté le 30/01/2014).
- Hostiou, N., Dedieu, B., 2012. A method for assessing work productivity and flexibility in livestock farms. *Animal* 6, 852–862.
- Huang, R., 2011. RQDA: R-based Qualitative Data Analysis. R package version 0.2-2. <http://rqda.r-forge.r-project.org/> (consulté le 03/09/2012).
- Hurlbert, M., McNutt, K., Rayner, J., 2011. Pathways to power: Policy transitions and the reappearance of the nuclear power option in Saskatchewan. *Energy Policy* 39, 3182–3190.
- Husson, F., Josse, J., Lê, S., Pagès, J., 2012. FactoMineR : analyse exploratoire de données avec R. http://factominer.free.fr/index_fr.html (consulté le 04/09/2012).
- Husson, F., Josse, J., Pagès, J., 2010. Principal component methods - hierarchical clustering - partitional clustering : why would we need to choose for visualising data? (Technical report). Agrocampus Ouest, Applied Mathematics Department, Rennes, France. http://factominer.free.fr/docs/HGPC_husson_josse.pdf (consulté le 30/11/2011).

- Iraizoz, B., Gorton, M., Davidova, S., 2007. Segmenting farms for analysing agricultural trajectories: A case study of the Navarra region in Spain. *Agricultural Systems* 93, 143–169.
- Jaffe, J., Gertler, M., 2006. Victual vicissitudes: consumer deskillling and the (gendered) transformation of food systems. *Agriculture and Human Values* 23, 143–162.
- Jongeneel, R., Burrell, A., Kavallari, A., 2011. Evaluation of CAP measures applied to the dairy sector. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. LEI Wageningen UR, The Hague, The Netherlands. http://ec.europa.eu/agriculture/eval/reports/dairy/fulltext_en.pdf (consulté le 20/09/2013).
- Kesteloot, T., 2008. Le régime lait de l'Union Européenne (No. 3), Agriculture familiale et production laitière : menaces et enjeux. Oxfam solidarité, Bruxelles, Belgique. http://www.oxfamsol.be/fr/IMG/pdf/lait_3.pdf (consulté le 15/09/2014).
- Kirner, L., Kratochvil, R., 2006. The role of farm size in the sustainability of dairy farming in Austria: An empirical approach based on farm accounting data. *Journal of Sustainable Agriculture* 28, 105-124.
- Kirschenmann, F.L., 2007. Potential for a New Generation of Biodiversity in Agroecosystems of the Future. *Agronomy Journal* 99, 373.
- Klein Woolthuis, R., Lankhuizen, M., Gilsing, V., 2005. A system failure framework for innovation policy design. *Technovation* 25, 609–619.
- Klerkx, L., Aarts, N., Leeuwis, C., 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems* 103, 390–400.
- Klerkx, L., Nettle, R., 2013. Achievements and challenges of innovation co-production support initiatives in the Australian and Dutch dairy sectors: A comparative study. *Food Policy* 40, 74–89.
- Kohavi, R., 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In *Proceedings of the Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 1137–1143. Morgan Kaufmann, San Mateo, USA. <http://www.cs.iastate.edu/~jtian/cs573/Papers/Kohavi-IJCAI-95.pdf> (consulté le 16/10/2013).
- Kremen, C., Iles, A., Bacon, C., 2012. Diversified farming systems: An agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology & Society* 17. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05103-170444> (consulté le 17/11/2014).
- Lachman, D.A., 2013. A survey and review of approaches to study transitions. *Energy Policy* 58, 269–276.
- Lamine, C., 2011. Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies* 27, 209–219.
- Lamine, C., 2015. Sustainability and resilience in agrifood systems: Reconnecting agriculture, food and the environment. *Sociologia Ruralis* 55, 41–61.

- Lamine, C., Bellon, S., 2009. Conversion to organic farming: A multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 97–112.
- Lebacqz, T., Baret, P.V., Stilmant, D., 2013. Sustainability indicators for livestock farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33, 311–327.
- Lebel, L., Mungkung, R., Gheewala, S.H., Lebel, P., 2010. Innovation cycles, niches and sustainability in the shrimp aquaculture industry in Thailand. *Environment & Science Policy* 13, 291–302.
- Lelyon, B., Chatellier, V., Daniel, K., 2012. Fin des quotas laitiers, contractualisation et stratégies productives : enseignements d'une modélisation bioéconomique. *Productions Animales* 25, 67–76.
- Léonard, V., 2010. Typologie des circuits courts en Région wallonne. Présenté au colloque 'Les circuits courts en Région wallonne : échanges et réflexions'. CRIOC & Université de Liège, Gembloux Agrobiotech, Gembloux, Belgique.
- Levins, R.A., Cochrane, W.W., 1996. The treadmill revisited. *Land Economics* 72, 550–553.
- Lherm, M., Benoit, M., 2003. L'autonomie de l'alimentation des systèmes 'élevage allaitant : évaluation et impacts économiques. *Fourrages* 176, 411–424.
- Lichtfouse, E., Hamelin, M., Navarrete, M., Debaeke, P., Henri, A., 2010. Emerging agrosience. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 1–10.
- Loorbach, D.A., 2007. Transition Management. New mode of governance for sustainable development. Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam, The Netherlands.
- López-Ridaura, S., Masera, O., Astier, M., 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators* 2, 135–148.
- Lopolito, A., Morone, P., Sisto, R., 2011. Innovation niches and socio-technical transition: A case study of bio-refinery production. *Futures* 43, 27–38.
- Lopolito, A., Morone, P., Taylor, R., 2013. Emerging innovation niches: An agent based model. *Research Policy* 42, 1225–1238.
- Lutz, J., Schachinger, J., 2013. Do local food networks foster socio-ecological transitions towards food sovereignty? Learning from real place experiences. *Sustainability* 5, 4778–4796.
- Lyytimäki, J., Rosenström, U., 2008. Skeletons out of the closet: effectiveness of conceptual frameworks for communicating sustainable development indicators. *Sustainable Development* 16, 301–313.
- Madry, W., Mena, Y., Roszkowska-Mądra, B., Gozdowski, D., Hryniewski, R., Castel, J.M., 2013. An overview of farming system typology methodologies and its use in the study of pasture-based farming system: a review. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11, 316–326.
- Maquet, P., 2012. Analyse de la filière laitière active en Wallonie. Filière lait et produits laitiers wallonne, Gembloux, Belgique. <http://www.filierelait.be> (consulté le 09/07/2013).

- Markard, J., Raven, R., Truffer, B., 2012. Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy* 41, 955–967.
- Massart, D.L., Smeyers-Verbeke, J., Capron, X., Schlesier, K., 2005. Visual presentation of data by means of box plots. *LC-GC Europe* 18, 215-218. <http://www.lcgceurope.com/lcgceurope/data/articlestandard/lcgceurope/132005/155692912/article.pdf> (consulté le 12/12/2012).
- Mathijs, E., 2012. Local food consumption and production: cultural and institutional barriers. In *De la production à la consommation locale de produits animaux*, pp. 5–8. Carrefour des productions animales, Gembloux, Belgique.
- MathWorks, 2014. Quantile-quantile plot. MathWorks, <http://www.mathworks.nl/help/stats/qqplot.html> (consulté le 02/09/2014).
- McDonald, R., Macken-Walsh, A., Pierce, K., Horan, B., 2014. Farmers in a deregulated dairy regime: Insights from Ireland's New Entrants Scheme. *Land Use Policy* 41, 21–30.
- Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., 2009. Validating sustainability indicators: Focus on ecological aspects of Flemish dairy farms. *Ecological Indicators* 9, 284–295.
- Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., Hofman, G., 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119, 135–144.
- Meul, M., Van Passel, S., Fremaut, D., Haesaert, G., 2012. Higher sustainability performance of intensive grazing versus zero-grazing dairy systems. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 629–638.
- Meul, M., Van Passel, S., Nevens, F., Dessein, J., Rogge, E., Mulier, A., Van Hauwermeiren, A., 2008. MOTIFS: a monitoring tool for integrated farm sustainability. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 321–332.
- Meyers, L.S., Gamst, G., Guarino, A.J., 2005. *Applied multivariate research: Design and interpretation*, pp. 256-257. SAGE Publications, Thousand Oaks, USA.
- Meynard, J.-M., Casabianca, F., 2012. Agricultural systems and the innovation process. In *New trends for innovation in the Mediterranean animal production* (ed. Bouche, R., Derkimba, A., Casabianca, F.), pp. 17–26. EAAP – European Federation of Animal Science, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Meynard, J.-M., Messéan, A., Charlier, A., Charrier, F., Fares, M., Le Bail, M., Magrini, M.-B., Savini, I., 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures : étude au niveau des exploitations agricoles et des filières. *Oilseeds & fats Crops and Lipids* 20, 1–10.
- Miles, M.B., Huberman, A.M., 2003. *Analyse des données qualitatives*. Deuxième édition, De Boeck Université, Bruxelles, Belgique.
- Moniteur Belge, 2011. Arrêté du Gouvernement wallon modifiant le Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau en ce qui concerne la gestion durable de l'azote en agriculture.
- Moniteur Belge, 2014. Décret relatif au Code wallon de l'agriculture.

- Morgan, S.L., Marsden, T., Miele, M., Morley, A., 2010. Agricultural multifunctionality and farmers' entrepreneurial skills: A study of Tuscan and Welsh farmers. *Journal of Rural Studies* 26, 116–129.
- Nations Unies, 2010. Sustainable development: From Brundtland to Rio 2012. Nations Unies, New York, USA. http://www.un.org/wcm/webdav/site/climatechange/shared/gsp/docs/GSP1-6_Background%20on%20Sustainable%20Dev.pdf (consulté le 13/01/2015).
- Neumann, K., Verburg, P.H., Elbersen, B., Stehfest, E., Woltjer, G.B., 2011. Multi-scale scenarios of spatial-temporal dynamics in the European livestock sector. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140, 88–101.
- Nevens, F., Verbruggen, I., Reheul, D., Hofman, G., 2006. Farm gate nitrogen surpluses and nitrogen use efficiency of specialized dairy farms in Flanders: evolution and future goals. *Agricultural Systems* 88, 142–155.
- Niemeijer, D., de Groot, R., 2008. Framing environmental indicators: moving from causal chains to causal networks. *Environment, Development and Sustainability* 10, 89–106.
- Nitrawal, 2013. Taux de liaison au sol (LS). Nitrawal, <http://www.nitrawal.be/23-taux-liaison-sol.htm> (consulté le 09/04/2013).
- Nitrawal, 2015. Zones vulnérables. Nitrawal, <http://www.nitrawal.be/agriculteurs/legislations/zone-vulnerable> (consulté le 25/02/2015).
- O'Rourke, E., Kramm, N., Chisholm, N., 2012. The influence of farming styles on the management of the Iveragh uplands, southwest Ireland. *Land Use Policy* 29, 805–816.
- Paccard, P., Capitain, M., Farruggia, A., 2003. Autonomie alimentaire et bilans minéraux des élevages bovins laitiers selon les systèmes de production. *Fourrages* 174, 243–257.
- Pacini, G.C., Colucci, D., Baudron, F., Righi, E., Corbeels, M., Tittonell, P., Stefanini, F.M., 2014. Combining multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of rural households. *Experimental Agriculture* 50, 376–397.
- Padel, S., 2001. Conversion to Organic Farming: A Typical Example of the Diffusion of an Innovation? *Sociologia Ruralis* 41, 40–61.
- Paillé, P., Mucchielli, A., 2008. *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Deuxième édition, Armand Colin, Paris, France.
- Palm, R., 1999. Notes de statistique et d'informatique. L'analyse discriminante décisionnelle : principes et applications. Faculté universitaire des Sciences agronomiques, Gembloux, Belgique. http://www.gembloux.ulg.ac.be/si/Note99_1/discr.pdf (consulté le 21 /01/2012).
- Palm, R., 2000. Notes de statistique et d'informatique. L'analyse de la variance multivariée et l'analyse canonique discriminante : principes et applications en analyse de la variance. Faculté universitaire des Sciences agronomiques, Gembloux, Belgique. <http://hdl.handle.net/2268/112609> (consulté le 07/11/2013).

- Payraudeau, S., van der Werf, H., 2005. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 107, 1–19.
- Pesch, U., 2015. Tracing discursive space: Agency and change in sustainability transitions. *Technological Forecasting and Social Change* 90, 379–388.
- Peyraud, J.L., Duhem, K., 2013. Dairy husbandry and milk tomorrow: a short prospective analysis. *Productions Animales* 26, 221–230.
- Pflimlin, A., 2010. Europe laitière. Valoriser tous les territoires pour construire l'avenir. France Agricole, Paris, France.
- Picazo-Tadeo, A.J., Gómez-Limón, J.A., Reig-Martínez, E., 2011. Assessing farming eco-efficiency: A Data Envelopment Analysis approach. *Journal of Environmental Management* 92, 1154–1164.
- Pochet, P., Doyen, L., 2009. La fin des quotas en 2015, qu'en pensent les éleveurs? *Wallonie Elevage*, pp35–36. <https://www.awenet.be/awe/userfiles/file/we/articles/PDF%2032%2001%202009.pdf> (consulté le 12/09/2014).
- QFL, 2005. Gestion de la qualité dans le secteur laitier. Comité du Lait (Qualité Filière lait), http://www.qfl.be/news/index_fr.phtml (consulté le 30/08/2013).
- Ramos, T.B., Caeiro, S., 2010. Meta-performance evaluation of sustainability indicators. *Ecological Indicators* 10, 157–166.
- Raveau, A., 2011. Critère d'autonomie et comportement des exploitations agricoles face au choc économique de 2007. Commissariat général au développement durable, France. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED46.pdf> (consulté le 16/04/2013).
- Raven, R.P.J.M., 2004. Implementation of manure digestion and co-combustion in the Dutch electricity regime: A multi-level analysis of market implementation in the Netherlands. *Energy Policy* 32, 29–39.
- Reijs, J.W., Daatselaar, C.H.G., Helming, J.F.M., Jager, J., Beldman, A.C.G., 2013. Grazing dairy cows in North-West Europe. Economic farm performance and future developments with emphasis on the Dutch situation. LEI Wageningen UR, The Hague, The Netherlands. http://www.wageningenur.nl/upload_mm/1/3/e/e3bf04c2-7b20-4f0e-9d43-4c8143af2812_Rapport%202013-001%20Reijs_DEF_WEB.pdf (consulté le 20/09/2013).
- Réseau agriculture durable, 2014. Réseau agriculture durable : systèmes de production agricoles plus autonomes et plus économes. <http://www.agriculture-durable.org/le-reseau-1/> (consulté le 16/09/14).
- Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T., Burton, M., 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics* 39, 463–478.
- Righi, E., Dogliotti, S., Stefanini, F.M., Pacini, G.C., 2011. Capturing farm diversity at regional level to up-scale farm level impact assessment of sustainable development options. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 142, 63–74.
- Riley, J., 2001a. The indicator explosion: local needs and international challenges. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 87, 119–120.

- Riley, J., 2001b. Multidisciplinary indicators of impact and change. Key issues for identification and summary. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 87, 245–259.
- Ripley, B., Venables, B., Hornik, K., Gebhardt, A., Firth, D., 2012. Package “Mass”. <http://cran.r-project.org/web/packages/MASS/MASS.pdf> (consulté le 04/09/2012).
- Ripoll-Bosch, R., Díez-Unquera, B., Ruiz, R., Villalba, D., Molina, E., Joy, M., Olaizola, A., Bernués, A., 2012. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. *Agricultural Systems* 105, 46–56.
- Roep, D., van der Ploeg, J.D., Wiskerke, J.S.C., 2003. Managing technical-institutional design processes: some strategic lessons from environmental co-operatives in the Netherlands. *NJAS - Wageningen Journal of Life Science* 51, 195–217.
- Rogers, E.M., 2003. *Diffusion of Innovations*. 5th Edition, The Free Press, Simon and Schuster, New York, USA.
- Ruiz, R., Santamaria, P., Arandia, A., Del Hierro, O., Icaran, C., Intxaurrendieta, J.M., Lopez, E., Mangado, J.M., Nafarrate, L., Pinto, M., 2011. Incorporating social and environmental indicators in technical and economic advisory programmes in livestock farming. In *Economic, Social and Environmental Sustainability in Sheep and Goat Production Systems* (ed. Bernués, A., Boutonnet, J.P., Casasús, I., Chentouf, M., Gabiña, D., Joy, M., López-Francos, A., Morand-Fehr, P., Pacheco, F.), pp. 9–15. CIHEAM, Zaragoza, Spain.
- Ryschawy, J., Choisis, N., Choisis, J.P., Joannon, A., Gibon, A., 2012. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? *Animal* 6, 1722–1730.
- Sadok, W., Angevin, F., Bergez, J.-É., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L., Reau, R., Doré, T., 2008. Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-criteria decision-aid methods. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 163–174.
- Sadok, W., Angevin, F., Bergez, J.-E., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L., Reau, R., Messéan, A., Doré, T., 2009. MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 447–461.
- Safarzyńska, K., van den Bergh, J.C.J.M., 2013. An evolutionary model of energy transitions with interactive innovation-selection dynamics. *Journal of Evolutionary Economics* 23, 271–293.
- Sauvenier, X., Biolders, C., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Vanclooster, M., Peeters, A., Valckx, J., Van Cauwenbergh, N., Wauters, E., Bachev, H., Biala, K., Brouckaert, V., Garcia-Cidad, V., Goyens, S., 2005. Framework for assessing sustainability levels in belgian agricultural systems (SAFE). Part 1 Sustainable production and consumption patterns. Belgian Science Policy, Brussels, Belgium.

- Schils, R.L.M., Olesen, J.E., del Prado, A., Soussana, J.F., 2007. A review of farm level modelling approaches for mitigating greenhouse gas emissions from ruminant livestock systems. *Livestock Science* 112, 240–251.
- Schöpfel, J., 2012. Vers une nouvelle définition de la littérature grise. *Cahiers de la Documentation* 66, 14–24.
- Schot, J., Geels, F.W., 2008. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technological Analysis & Strategic Management* 20, 537–554.
- Shove, E., Walker, G., 2010. Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy* 39, 471–476.
- Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., Ten Berge, H.F.M., Van Keulen, H., Neeteson, J.J., 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* 20, 33–44.
- Seyfang, G., Longhurst, N., 2013. Desperately seeking niches: Grassroots innovations and niche development in the community currency field. *Global Environmental Change* 23, 881–891.
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K., 2009. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators* 9, 189–212.
- Smith, A., 2007. Translating Sustainabilities between Green Niches and Socio-Technical Regimes. *Technological Analysis & Strategic Management* 19, 427–450.
- Smith, A., Raven, R., 2012. What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy* 41, 1025–1036.
- Smith, A., Stirling, A., Berkhout, F., 2005. The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy* 34, 1491–1510.
- Smith, A., Vofl, J.P., Grin, J., 2010. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy* 39, 435–448.
- Soini, K., Diaz, C., Gandini, G., de Haas, Y., Lilja, T., Martin-Collado, D., Pizzi, F., Hiemstra, S.J., 2012. Developing a typology for local cattle breed farmers in Europe. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 129, 436–447.
- Solagro, 2006. Manuel Dialecte. <http://dialecte.solagro.org> (consulté le 11/03/2011).
- Solarec, 2015. Historique de la Laiterie des Ardennes. Solarec, <http://www.solarec.be/lda-internet-fr/presentation/historique/historique-1141.aspx> (consulté le 24/02/2015).
- Sonnino, R., Marsden, T., 2010. Beyond the divide: Rethinking relationships between alternative and conventional food networks in Europe. *Journal of Economic Geography* 6, 181–199.
- Spaargaren, G., Oosterveer, P., Loeber, A., 2012. Sustainability transitions in food consumption, retail and production. In *Food practices in transition. Changing food consumption, retail and production in the age of reflexive modernity* (eds Spaargaren, G., Oosterveer, P., Loeber, A.), pp. 1–34. *Routledge Studies in Sustainability Transitions*, Routledge, New York, USA.

- SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2009a. Analyse des coûts et prix des différents maillons du processus de production de viande bovine. SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, Bruxelles, Belgique. http://statbel.fgov.be/fr/binaries/study_meat_fr_tcm326-73333.pdf (consulté le 23/09/2013).
- SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2009b. Evolutions récentes des prix et des coûts dans la filière du lait. SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, Bruxelles, Belgique. http://economie.fgov.be/fr/modules/publications/analyses_etudes/evolutions_prix_couts_filiere_lait_juin_09.jsp (consulté le 07/10/2013).
- SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2011. Chiffres agricoles de 2011. http://economie.fgov.be/fr/modules/publications/statistiques/economie/downloads/agriculture_-_chiffres_d_agricole_de_2011.jsp (consulté le 04/12/2013).
- SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, 2014. Mise à jour de l'étude sur la filière laitière. SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie, Bruxelles, Belgique. http://economie.fgov.be/fr/binaries/Mise_a_jour_Etude_filiere_laitiere_tcm326-253253.pdf (consulté le 15/01/2015).
- Stassart, P.M., Baret, P.V., Grégoire, J.C., Hance, T., Mormont, M., Reheul, D., Stilmant, D., Vanloqueren, G., Visser, M., 2012. L'agroécologie : trajectoire et potentiel. Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. In *Agroécologie, Entre Pratiques et Sciences Sociales*. Educagri éditions, Dijon, France.
- Stassart, P.M., Jamar, D., 2008. Steak up to the horns! *GeoJournal* 73, 31–44.
- Sutherland, L.A., Burton, R.J.F., Ingram, J., Blackstock, K., Slee, B., Gotts, N., 2012. Triggering change: towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *Journal of Environmental Management* 104, 142–151.
- Sutherland, L.A., Darnhofer, I., 2012. Of organic farmers and 'good farmers': Changing habitus in rural England. *Journal of Rural Studies* 28, 232–240.
- Taube, F., Gierus, M., Hermann, A., Loges, R., Schönbach, P., 2013. Grassland and globalization – challenges for northwest European grass and forage research. *Grass and Forage Science* 69, 2–16.
- Teillard, F., Allaire, G., Cahuzac, E., Léger, F., Maigné, E., Tichit, M., 2012. A novel method for mapping agricultural intensity reveals its spatial aggregation: Implications for conservation policies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 149, 135–143.
- Temporal, F., Larmarange, J., 2006. Déroulement des enquêtes quantitatives et/ou qualitatives. Département de Sciences Sociales, Faculté de Sciences humaines et sociales, Université Paris Descartes, France. http://joseph.larmarange.net/IMG/pdf/deroulement_enquete.pdf (consulté le 28/01/2014).

- Ten Napel, J., van der Veen, A., Oosting, S., Koerkamp, P., 2011. A conceptual approach to design livestock production systems for robustness to enhance sustainability. *Livestock Science* 139, 150–160.
- Thomassen, M.A., de Boer, I.J.M., 2005. Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 111, 185–199.
- Thomassen, M.A., Dolman, M.A., van Calker, K.J., De Boer, I.J.M., 2009. Relating life cycle assessment indicators to gross value added for Dutch dairy farms. *Ecological Economics* 68, 2278–2284.
- Thomassen, M.A., van Calker, K.J., Smits, M.C.J., Iepema, G.L., de Boer, I.J.M., 2008. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agricultural Systems* 96, 95–107.
- Thompson, J., Scoones, I., 2009. Addressing the dynamics of agri-food systems: an emerging agenda for social science research. *Environmental Science & Policy* 12, 386–397.
- Thornton, P.K., 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions B* 365, 2853–2867.
- Tirel, J.C., 1991. L'extensification : chance ou défi pour les exploitations agricoles ? *Productions Animales* 4, 5–12.
- Turlot, A., Froidmont, E., Bauraind, C., Burny, P., Bouquiaux, J.M., Ledur, A., Stilmant, D., Wyzen, B., Wavreille, J., 2013. La dimension "travail", un élément clé pour le maintien de nos systèmes laitiers. In *Nouvelles approches pour une optimisation de nos élevages laitiers*, pp. 32–40. Carrefour des Productions animales, Centre wallon de Recherches agronomiques et Facultés Universitaires des sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique.
- van Amstel, M., van der Pijll, S., Spaargaren, G., 2012. The role of regime actors in sustainability transitions: An application of the MLP methodology in the Dutch food sector. In *Food practices in transition. Changing food consumption, retail and production in the age of reflexive modernity* (eds Spaargaren, G., Oosterveer, P., Loeber, A.), pp. 177–204. *Routledge Studies in Sustainability Transitions*, Routledge, New York, USA.
- van Apeldoorn, D.F., Kempen, B., Sonneveld, M.P.W., Kok, K., 2013. Co-evolution of landscape patterns and agricultural intensification: An example of dairy farming in a traditional Dutch landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 172, 16–23.
- van Calker, K.J., 2005. Sustainability of Dutch dairy farming systems : A modelling approach. Wageningen Universiteit, Wageningen, The Netherlands.
- van Calker, K.J., Berentsen, P.B.M., De Boer, I.J.M., Giesen, G.W.J., Huirne, R.B.M., 2007. Modelling worker physical health and societal sustainability at farm level: An application to conventional and organic dairy farming. *Agricultural Systems* 94, 205–219.

- van Calker, K.J., Berentsen, P.B.M., Romero, C., Giesen, G.W.J., Huirne, R.B.M., 2006. Development and application of a multi-attribute sustainability function for Dutch dairy farming systems. *Ecological Economics* 57, 640–658.
- van Cauwenbergh, N., Biala, K., Bielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., et al., 2007. SAFE, a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120, 229–242.
- Vandamme, J., 2013. Analyse systémique des processus d'innovation dans les systèmes agraires de la région des Grands Lacs basés sur la culture de la banane. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Vandermeulen, V., Van der Steen, M., Stevens, C.V., Van Huylbroeck, G., 2012. Industry expectations regarding the transition toward a biobased economy. *Biofuels Bioproducts & Biorefining* 6, 453–464.
- van der Ploeg, J.D., 2000. Revitalizing agriculture: Farming economically as starting ground for rural development. *Sociologia Ruralis* 40, 497–511.
- van der Ploeg, J.D., 2010. Farming styles research: the state of the art. Keynote lecture for the workshop Historicising Farming Styles, Melk, Austria. http://www.univie.ac.at/ruralhistory/Melk_Ploeg.pdf (consulté le 13/02/2015).
- van der Ploeg, J.D., Laurent, C., Blondeau, F., Bonnafous, P., 2009. Farm diversity, classification schemes and multifunctionality. *Journal of Environmental Management* 90, S124–S131.
- van der Ploeg, J.D., Ventura, F., 2014. Heterogeneity reconsidered. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 8, 23–28.
- van der Werf, H.M., Kanyarushoki, C., Corson, M.S., 2009. An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. *Journal of Environmental Management* 90, 3643–3652.
- van der Werf, H.M., Kanyarushoki, C., Corson, M.S., 2011. L'Analyse de Cycle de vie : un nouveau regard sur les systèmes de production agricole. *Innovations Agronomiques* 12, 121–133.
- van der Werf, H.M., Petit, J., 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93, 131–145.
- van der Werf, H.M.G., Tzilivakis, J., Lewis, K., Basset-Mens, C., 2007. Environmental impacts of farm scenarios according to five assessment methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118, 327–338.
- van Groenigen, J.W., Schils, R. L. M., Velthof, G.L., Kuikman, P.J., Oudendag, D.A., Oenema, A., 2008. Mitigation strategies for greenhouse gas emissions from animal production systems: synergy between measuring and modelling at different scales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48, 46–53.

- Vankeerberghen, A., Dannevoeye, B., Stassart, P.M., 2014. L'insularisation comme mode de transition. Le cas de l'agriculture de conservation en Région wallonne. In *Sociologie des grandes cultures. Au coeur du modèle industriel agricole* (eds de Raymond, A.B., Goulet, F.), pp. 55–76. Editions Quae, Paris, France.
- Van Keulen, H., Schiere, H., 2004. Crop-livestock systems: old wine in new bottles?, In *New directions for a diverse planet* (ed. Fisher, T., et al.). International Crop Science Congress, Brisbane, Australia. http://www.cropscience.org.au/icsc2004/symposia/2/1/211_vankeulenh.htm (consulté le 24/11/2014).
- Vanloqueren, G., 2007. Penser et gérer l'innovation en agriculture à l'heure du génie génétique : contributions d'une approche systémique d'innovations scientifiques dans deux filières agroalimentaires wallonnes pour l'évaluation, la gestion et les politiques d'innovation. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Vanloqueren, G., Baret, P.V., 2008. Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural "lock-in" case study. *Ecological Economics* 66, 436–446.
- Vanloqueren, G., Baret, P.V., 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy* 38, 971–983.
- Vanwindekens, F.M., 2014. Les pratiques dans la gestion des systèmes socioécologiques : développements méthodologiques & application à la gestion des prairies en région herbagère belge. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Vanwindekens, F.M., Stilmant, D., Baret, P.V., 2013. Development of a broadened cognitive mapping approach for analysing systems of practices in social-ecological systems. *Ecological Modelling* 250, 352–362.
- Vatin, F., 1990. *L'industrie du lait. Essai d'histoire économique*. Editions L'Harmattan, Logiques économiques, Paris, France.
- Vayssières, J., Lecomte, P., Guerrin, F., Bocquier, F., Verdet, C., 2006. Explaining the diversity of environmental performances according to a typology of farming practices combinations: the case of the dairy cattle breeding in Réunion Island. In *Technology for recycling of manure and organic residues in a whole-farm perspective*, pp. 57–60. Ramiran International conference, Danish Institute of Agricultural Sciences, Denmark.
- Verbong, G.P.J., Geels, F.W., 2010. Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting & Social Change* 77, 1214–1221.
- Vergragt, P.J., Markusson, N., Karlsson, H., 2011. CCS, BECCS, and the escape from fossil fuel lock-in. *Global Environmental Change* 21, 282-292.

- Verhaegen, E., 2012. Les réseaux agroalimentaires alternatifs : transformations globales ou nouvelle segmentation du marché ? In *Agroécologie, Entre Pratiques et Sciences Sociales*, pp. 265–280. Educagri éditions, Dijon, France.
- Verhaegen, E., Reginster, S., 2012. Subsidies, potentiel économique et adoption du bio en Wallonie. In *Agroécologie, Entre Pratiques et Sciences Sociales*, pp. 135–151. Educagri éditions, Dijon, France.
- Veysset, P., Lherm, M., Bébin, D., Roulenc, M., 2014. Mixed crop-livestock farming systems: A sustainable way to produce beef? Commercial farms results, questions and perspectives. *Animal* 8, 1218–1228.
- Vigne, M., Vayssières, J., Lecomte, P., Peyraud, J.-L., 2013. Pluri-energy analysis of livestock systems - A comparison of dairy systems indifferent territories. *Journal of Environmental Management* 126, 44–54.
- Vilain, L., 2008. La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Educagri éditions, Dijon, France.
- Vrijs, H., 2012. Towards Sustainable Dairy Farming: The impact of societal pressure on sustainable transitions: the case of the Dutch dairy farming sector. Master thesis, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- Ward, N., 1993. The agricultural treadmill and the rural environment in the postproductivist era. *Sociologia Ruralis* 33, 348–364.
- Wilson, G.A., 2008. From 'weak' to 'strong' multifunctionality: Conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways. *Journal of Rural Studies* 24, 367–383.
- Xiang, S., Nie, F., Zhang, C., 2008. Learning a Mahalanobis distance metric for data clustering and classification. *Pattern Recognition* 41, 3600–3612.
- Yan, M.-J., Humphreys, J., Holden, N.M., 2011. An evaluation of life cycle assessment of European milk production. *Journal of Environmental Management* 92, 372–379.
- Zimmermann, A., Heckeley, T., 2012. Structural Change of European Dairy Farms - A Cross-Regional Analysis. *Journal of Agricultural Economics* 63, 576–603.

Annexes

Annexe A

Tableaux annexes au Chapitre 6

Tableau A1 Residual standard errors related to the comparison of structural characteristics among EA classes and between *Auto++* and organic dairy farms.

	Unit	EA classes ¹	Auto++ / Organic
Workforce	AWU ²	0.6	0.6
Agricultural area	ha	21	22
Herd size	Dairy cows	29	27
Stocking rate	LU ³ /ha forage area	0.6	0.5
Share of heifers	%	9	8
Total milk production	l	214 627	200 000
Milk yield per cow	l/cow	1132	969
Milk yield per hectare	l/ha agricultural area	2376	2027
Forage area	% of agricultural area	4	5
Permanent grassland	% of agricultural area	14	15
Maize	% of agricultural area	9	7
Milk price	€/l	0.03	0.06
Gross product (without subsidies)	€	82 462	76 193
Variable costs of animal production	€	25 893	19 423
Variables costs of crop production	€	5713	4805
Costs of energy use	€	2598	2534
Costs of electricity use	€	2085	1706
Dairy cow concentrates	kg/1000 l	66	69
Concentrate autonomy	%	10	16
Forage purchase	kg dry matter/LU	12 309	9256
Mineral fertilisers	kg N/ha agricultural area	50	41
Use of contract work	€/ha agricultural area	114	102

¹ EA classes: comparison among four classes of conventional dairy farms with various levels of economic autonomy.

² AWU: annual work unit.

³ LU: bovine livestock unit.

Tableau A2 Residual standard errors related to the comparison of sustainability performance among EA classes and between *Auto++* and organic dairy farms.

	Unit	EA classes ¹	Auto++ / Organic
Gross operating product	€/FWU ²	27 289	26 662
Gross margin	€/ha	547	540
Capital efficiency	%	17	21
Economic efficiency	%	8	9
Financial dependence	%	32	20
Energy consumption	MJ/ha agricultural area	8851	6425
Nitrogen surplus	kg N/ha agricultural area	63	50
Nitrogen efficiency	%	13	23
Veterinary costs	€/cow	41	33

¹ EA classes: comparison among four classes of conventional dairy farms with various levels of economic autonomy.

² FWU: familial work unit.

Tableau A3 Residual standard errors related to the comparison of the economic impact of the milk crisis among EA classes and between *Auto++* and organic dairy farms.

	Unit	EA classes ¹	Auto++ / Organic
Variation of gross operating product per FWU ²	%	27	24
Variation of gross product per FWU	%	15	17
Variation of milk price	%	9	10
Variation of milk production (l)	%	11	11
Variation of variable costs per FWU	%	17	22
Animal production	%	18	24
Crop production	%	41	100
Variation of dairy cow concentrate use	%	23	32
Variation of concentrate autonomy	%	7	9
Variation of mineral fertiliser use	kg N/ha AA ³	39	33
Gross operating product per FWU in 2009	€/FWU	25 885	25 573

¹ EA classes: comparison among four classes of conventional dairy farms with various levels of economic autonomy.

² FWU: familial work unit.

³ AA: agricultural area.

Tableau A4 Eigenvalues, proportions of variance explained and significance of the canonical variables derived from the canonical discriminant analysis based on sustainability indicators and classes of economic autonomy (2008).

Canonical variables	Eigenvalue	Proportion	Cumulative	Likelihood ratio	Pr>F
Can1	2.64	95.74	95.74	0.24	<0.001***
Can2	0.06	2.29	98.03	0.89	<0.001***
Can3	0.05	1.97	100.00	0.95	<0.001***

Annexe B

Guide d'entretien (phase 1)

Présentation du projet, des objectifs et de la personne rencontrée

- Description du projet de recherche et des différentes phases du travail : analyse quantitative de la diversité des exploitations laitières et étude des voies d'évolution de ces exploitations.
- Présentation de la personne rencontrée : quelles sont les missions de l'organisme dans lequel elle travaille et quel est le rôle de la personne au sein de cet organisme.
- Dans le cas d'un éleveur : informations générales sur l'exploitation.

Objectif 1 – exploration du contexte, des défis et des moteurs pour le secteur laitier

1. Quels sont les différents **acteurs** présents au sein de la filière laitière en Wallonie et quels sont leurs rôles respectifs ?
 - Quelle est l'influence de ces différents acteurs ?
 - Avec lesquels de ces acteurs êtes-vous en contact ?
 - Quels types d'échanges entretenez-vous (vente/achat, échange d'informations, débats, fréquence des échanges) ?

2. Quels sont pour vous les trois principaux **défis** (économiques, environnementaux, politiques, sociaux), à court et à long terme, auxquels : (1) les exploitations laitières spécialisées wallonnes sont ou seront confrontées ; (2) les autres maillons de la filière laitière wallonne sont ou seront confrontés.
 - De quelle manière cela influencera-t-il le fonctionnement et les performances des exploitations / de la filière ?
 - Ces défis constituent-ils un moteur pour un changement des exploitations / de la filière (organisation, relations entre maillons de la filière) ?

3. **Atouts** du secteur laitier en Wallonie.

Objectif 2 –la durabilité du secteur laitier wallon

4. Comment définiriez-vous le concept de durabilité, sur base de quels principes, de quels objectifs ?
 - Quels sont les **points critiques** pour l'amélioration de la durabilité des exploitations laitières et des autres maillons de la filière laitière, en Wallonie ?

- Quels **indicateurs** (environnementaux, économiques, sociaux) verriez-vous pour mesurer ce concept, à l'échelle de l'exploitation / de la filière ?

Objectif 3 – voies de transition

5. Comment décririez-vous la **diversité** présente actuellement au sein des exploitations laitières (ex. types d'exploitation) / de la filière laitière (ex. types de commercialisation) ? (*Distinguer les courants dominants et marginaux*)
 - Description du point de vue de l'organisation, des relations entre acteurs, de la race, des pratiques d'élevage, du type de gestion.
 - Donnez une proportion des différents types.
6. Comment cette diversité va **évoluer** vu le contexte et les contraintes mentionnés précédemment ?
7. Selon vous, quelle diversité sera **présente dans 10 ans** au sein des exploitations laitières / de la filière laitière ? (*Définition de scénarios, mise en évidence du contraste avec la situation actuelle*) Pourquoi ?
 - Description du point de vue de l'organisation, des relations entre acteurs, de la race, des pratiques d'élevage, du type de gestion.
 - Evolution des proportions des différents types à cet horizon.
8. Quelles seraient **les étapes à franchir** pour parvenir à des systèmes laitiers / une filière laitière répondant aux enjeux actuel au niveau économique, environnemental, politique et social ?
 - Compétences à acquérir
 - Blocages à lever
 - Pratiques et technologies à développer
 - Acteurs à mettre en réseau
 - Développements politiques
 - Changements au niveau du marché, etc.

Fin de l'entretien

9. Quelles autres personnes trouveriez-vous intéressant que je rencontre dans le cadre de ce travail ?

Annexe C

Influence de la taille et de l'intensité de production sur les performances économiques et environnementales des exploitations laitières⁴¹

⁴¹ Cette analyse a fait l'objet d'une communication orale à l'EAAP, à Nantes le 28 août 2013.

C.1. Objectif de l'analyse

En Wallonie, comme dans de nombreuses régions européennes, l'évolution historique de la production laitière a été caractérisée par une diminution marquée du nombre d'exploitations et par l'agrandissement – en termes de cheptel et de quotas – des exploitations qui se sont maintenues dans le paysage agricole (Direction de l'Analyse économique agricole, 2013). Notre enquête auprès des acteurs de terrain a mis en évidence un scénario d'évolution future des exploitations en phase avec cette tendance historique. Lors de cette enquête, les acteurs interrogés ont associé cette augmentation de taille à la spécialisation et à l'intensification des systèmes d'élevage laitier.

Des perceptions divergentes ont été relevées dans le discours des acteurs à propos des conséquences d'une telle évolution sur la durabilité des exploitations. Les défenseurs de l'agrandissement des fermes associent cette évolution à des gains en termes d'économies d'échelle et d'efficacité environnementale. *A contrario*, les détracteurs de cette voie d'évolution relèvent son impact négatif sur l'autonomie de l'exploitation, sa consommation d'énergie, la charge de travail pour l'éleveur, ainsi que sur la manière dont la société perçoit l'agriculture. Afin de documenter ces opinions, nous avons choisi d'analyser l'influence de la taille et de l'intensité de production sur les performances des exploitations laitières spécialisées constituant notre jeu de données.

C.2. Matériel et méthodes

Cette analyse a été réalisée à partir de données concernant un ensemble de 394 exploitations laitières spécialisées, pour l'année 2008. Dans le but d'obtenir une certaine homogénéité, cet échantillon a été sélectionné en excluant de notre jeu de données initial les exploitations du groupe C ainsi que les exploitations marginales (cf. Section 4.4). La taille de l'exploitation a été évaluée par sa production laitière totale (Kirner and Kratochvil, 2006), tandis que l'intensité de production a été estimée en considérant la production laitière exprimée par hectare de superficie agricole utile (SAU) (García-Martínez et al., 2009). L'échantillon d'exploitations a été caractérisé par un ensemble d'indicateurs structurels, économiques et environnementaux (le processus de sélection de ces indicateurs est détaillé dans le Chapitre 3, tandis les indicateurs sont définis dans le Chapitre 4, Tableaux 7 à 10).

La méthode d'analyse utilisée comporte deux étapes. Les relations existant entre la taille ou l'intensité de production des exploitations, d'une part, et leurs performances, d'autre part, ont tout d'abord été identifiées en réalisant des

régressions linéaires et logarithmiques. Les relations présentées dans cette section sont celles pour lesquelles un coefficient de détermination supérieur à 0.2 était observé. Lorsque, pour un même indicateur, les relations linéaire et logarithmique présentaient toutes deux un coefficient de détermination supérieur à 0.2, seule la relation montrant le coefficient le plus élevé a été explicitée.

Dans une seconde étape, l'influence de la taille et de l'intensité de production sur la capacité des exploitations à combiner des performances économiques et environnementales relativement élevées a été explorée. Pour ce faire, celles-ci ont été catégorisées en fonction de leur taille et de leur intensité de production. Les caractéristiques économiques et environnementales de ces groupes ont ensuite été explorées sur base d'une analyse en composantes principales réalisée à partir d'un ensemble d'indicateurs économiques et environnementaux (choisis selon le même processus que celui décrit dans le Chapitre 6) et considérant le groupe de taille et d'intensité comme variable illustrative (c'est-à-dire n'influençant pas la construction des composantes principales).

C.3. Résultats et discussion

Relations entre taille et indicateurs de durabilité

Une augmentation de la taille de l'exploitation a été associée à une augmentation logarithmique de l'excédent brut d'exploitation⁴² par unité de travail familial (EBE/UTF), ce dernier constituant un *proxy* du revenu de la ferme (Figure C1). La taille de l'exploitation n'a été reliée à aucun autre indicateur, tant au niveau économique (autonomie, efficacité, dépendance aux subsides, transmissibilité), qu'environnemental⁴³ (utilisation de pesticides et de produits vétérinaires, consommation d'énergie, solde en azote).

Afin d'éclairer le discours – largement répandu parmi les acteurs interrogés – associant une taille supérieure à des économies d'échelle, les coûts de production par unité de produit ont été calculés pour un sous-ensemble de 246 fermes détenant uniquement une activité laitière. L'utilisation d'un tel échantillon permet de ne pas devoir allouer ces différents coûts lorsque l'exploitation possède différentes spéculations. Pour cet échantillon « hyperspécialisé », l'augmentation

⁴² L'excédent brut d'exploitation est la différence entre le produit brut et diverses catégories de coût : les coûts fixes, les coûts variables, les salaires et les fermages.

⁴³ Les indicateurs environnementaux ont été exprimés par hectare pour l'ensemble de l'échantillon et par unité de produit (1000 litres de lait) pour un sous-échantillon hyperspécialisé. Dans les deux cas, les relations présentaient des coefficients de détermination inférieurs à 0.2.

de la taille des exploitations a été associée à une diminution logarithmique de leurs coûts fixes par unité de produit ($R^2 = 0.26$). Malgré cette économie sur coûts fixes, la taille n'influait pas les coûts totaux de production⁴⁴ par unité de produit des exploitations de notre échantillon ($R^2 = 0.05$).

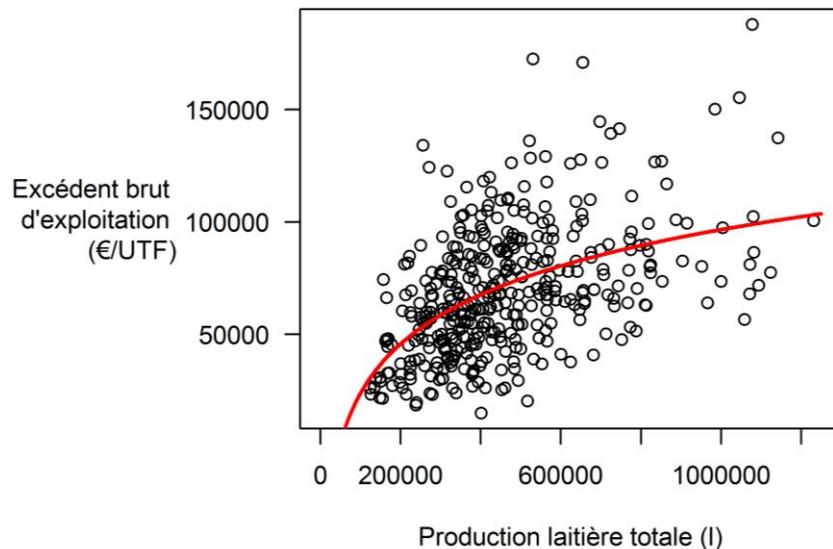


Figure C1 Excédent brut d'exploitation (€/UTF) en fonction de la production laitière totale de l'exploitation (l), pour 394 exploitations laitières spécialisées (2008) [$R^2 = 0.24$].

----- Régression logarithmique.

L'influence de la taille de l'exploitation sur son revenu par unité de travail a été constatée dans d'autres études portant sur les exploitations laitières (Kirner and Kratochvil, 2006). Les exploitations de taille supérieure détiennent généralement un nombre de vaches laitières par UTF plus important. Cette caractéristique se répercute positivement sur le produit brut par UTF – ou productivité du travail – de l'exploitation et dès lors sur son EBE/UTF, malgré une augmentation concomitante des coûts variables par UTF. En d'autres termes, l'avantage économique des exploitations de grande taille s'explique par leur caractère intensif vis-à-vis de la main d'œuvre (García-Martínez et al., 2009). La nature logarithmique de la relation entre taille et revenu indique cependant qu'au-delà d'un certain seuil (environ 600 000 litres), une augmentation de taille ne permet plus d'augmenter significativement le revenu de la ferme, probablement en raison d'une forte augmentation des coûts variables et des salaires.

⁴⁴ Somme des coûts fixes, des coûts variables, des salaires réels et des fermages.

Contrairement à ce que pensaient les acteurs interrogés, le revenu supérieur des exploitations de grande taille n'est pas lié à la réalisation d'économies d'échelle vis-à-vis des coûts totaux de production par unité de produit. Seuls les coûts fixes par unité de produit ont tendance à diminuer lorsque la taille de l'exploitation augmente. Le caractère logarithmique de cette relation signifie qu'au-delà d'une production totale d'environ 600 000 litres, la diminution des coûts fixes par unité de produit suite à un accroissement de taille s'avère minime, probablement parce que des aménagements plus conséquents, en termes de bâtiments ou d'équipement par exemple, sont alors nécessaires.

L'absence de relations entre la taille et les indicateurs environnementaux – exprimés par hectare ou par unité de produit – se distingue des résultats obtenus par Kirner and Kratochvil (2006). Ceux-ci avaient en effet mis en évidence une consommation d'énergie par hectare inférieure pour les exploitations de petite taille et, à l'inverse, une consommation d'énergie par unité de produit inférieure pour les exploitations de grande taille. L'efficacité environnementale supérieure des exploitations de grande taille n'a pas été corroborée par nos résultats. Cela pourrait notamment s'expliquer par la gamme de taille assez faible de notre échantillon (de 67 700 litres à 1 230 000 litres), en comparaison aux exploitations laitières présentes dans d'autres régions.

Relations entre intensité de production et indicateurs de durabilité

La production laitière par hectare – ou intensité de production – a été mise en relation avec la proportion de subsides dans le produit brut total des exploitations. Une augmentation de l'intensité de production a été associée à une diminution logarithmique de la dépendance des exploitations aux subsides du premier et du second pilier (Figure C2). Ce résultat s'explique en partie par la présence d'exploitations biologiques parmi les exploitations les moins intensives⁴⁵ : celles-ci reçoivent des aides spécifiques au mode de production biologique (aides du second pilier) augmentant ainsi leur dépendance aux subsides. Le caractère logarithmique de la relation signifie qu'au-delà d'environ 6000 litres par hectare (soit pour 79 % de l'échantillon), la production laitière par hectare affecte peu la dépendance aux subsides des fermes.

⁴⁵ Les exploitations biologiques de notre échantillon ont une intensité de production moyenne de 4846 ± 1411 l/ha contre 8299 ± 2374 l/ha pour les exploitations conventionnelles.

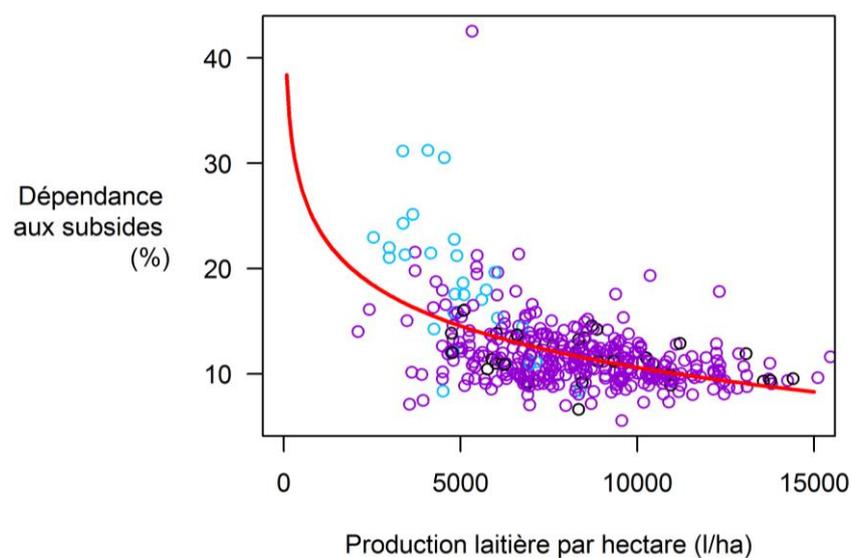


Figure C2 Dépendance aux subsides en fonction de la production laitière par hectare de l'exploitation, pour 394 exploitations laitières spécialisées (2008) [$R^2 = 0.25$].

○ Exploitations conventionnelles ; ○ Exploitations biologiques ; ○ Exploitations dont le statut est inconnu ; --- Régression logarithmique.

L'intensité de production n'a pas pu être reliée à d'autres indicateurs économiques pour l'échantillon global (revenu par unité de travail, autonomie, efficacité, transmissibilité). Au niveau du sous-échantillon hyperspécialisé, nous avons mis en évidence une diminution logarithmique des coûts fixes ($R^2 = 0.40$) et des coûts totaux de production par 1000 litres de lait ($R^2 = 0.18$) en fonction de la production laitière par hectare (Figure C3). Ce résultat montre que l'idée d'économies d'échelle, avancée par les personnes interviewées, est davantage liée à l'intensité de production des exploitations qu'à leur taille. Vu le caractère logarithmique de la relation, cette diminution des coûts en fonction de l'intensité concerne essentiellement les exploitations les moins intensives, c'est-à-dire produisant moins de 6000 litres de lait par hectare (soit 17 % des fermes hyperspécialisées). Au-delà de ce seuil, les économies réalisées sont probablement contrebalancées par les coûts marginaux liés à l'augmentation de la production.

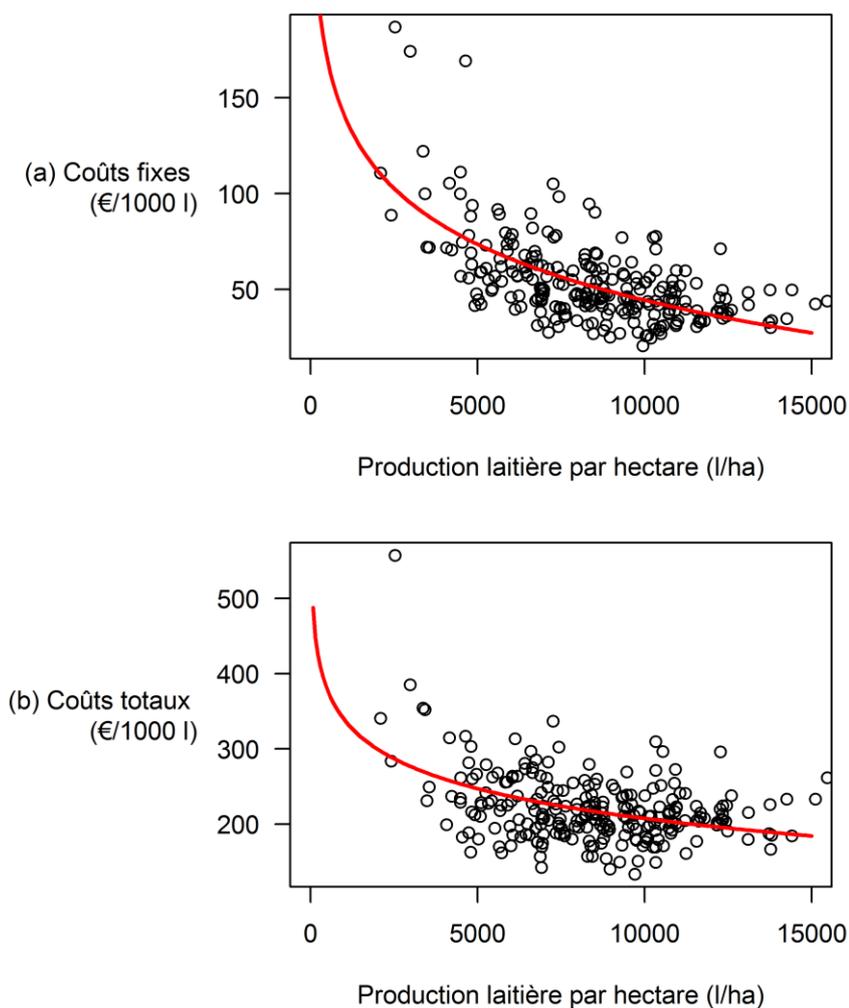


Figure C3 (a) Coûts fixes (€/1000 l) et (b) coûts totaux (€/1000 l) en fonction de la production laitière par hectare de l'exploitation, pour 246 exploitations laitières « hyperspécialisées » (2008) [$R^2 = 0.40$ et 0.18].

----- Régression logarithmique.

D'un point de vue environnemental, une augmentation de l'intensité de production a été reliée à une augmentation linéaire de la consommation d'énergie par hectare ($R^2 = 0.57$) et du solde du bilan en azote par hectare ($R^2 = 0.43$). Ces relations s'expliquent par l'augmentation de la consommation d'intrants par hectare – essentiellement d'aliments et d'engrais minéraux – accompagnant le processus d'intensification de la production. Cette consommation d'intrants influence, d'une part, la consommation d'énergie indirecte des exploitations et, d'autre part, la quantité d'azote entrant dans l'exploitation (Hansen et al., 2001; Vayssières et al.,

2006). Ces deux éléments affectent quant à eux les valeurs finales de consommation d'énergie et de surplus en azote des exploitations. En accord avec ces résultats, plusieurs études ont démontré l'impact environnemental d'une consommation élevée d'intrants, notamment d'aliments concentrés (Meul et al., 2012).

La relation existant entre l'intensité et ces deux indicateurs environnementaux – consommation d'énergie et solde en azote – n'a pas été vérifiée lorsque ceux-ci ont été exprimés par unité de produit pour notre sous-échantillon hyperspécialisé (R^2 de -0.002 pour la consommation d'énergie par 1000 litres et R^2 de 0.04 pour le solde en azote par 1000 litres). Contrairement à ce que remarquent Halberg et al. (2005a), les systèmes les moins intensifs, en termes de production à l'hectare, n'obtiennent donc pas nécessairement un impact environnemental plus élevé par unité de produit. D'autres études ont, par ailleurs, corroboré ce constat (Vigne et al., 2013).

Identification et comparaison de groupes d'exploitations de taille et d'intensité homogènes

L'intensité de production des exploitations de notre échantillon augmente en fonction de leur taille, suivant une relation logarithmique (Figure C4). A partir de cette relation et de la distribution des indicateurs de taille et d'intensité, deux seuils de taille (300 000 litres et 600 000 litres) et deux seuils d'intensité (6000 litres par hectare et 10 000 litres par hectare) ont été identifiés. Ces seuils ont été utilisés afin de répartir les exploitations en neuf groupes de taille et d'intensité homogènes (Figure C4). Vu la faible représentation des groupes *li-* (deux exploitations) et *si++* (trois exploitations), ceux-ci n'ont pas été intégrés à l'analyse.

La première composante principale issue de l'analyse en composantes principales (ACP) expliquait 23.43 % de la variance globale. Cette première composante était essentiellement corrélée à des indicateurs environnementaux, tels que le solde du bilan en azote (0.82), la consommation énergétique (0.76), le taux de liaison au sol (0.67) et l'efficacité en azote (-0.75), ainsi qu'à certains indicateurs d'efficacité économique⁴⁶. La seconde composante expliquait 15.97 % de la variance et était principalement corrélée à des indicateurs économiques, notamment la marge brute par hectare (0.2), l'EBE par unité de travail familial (0.68), l'efficacité du capital (0.77) et l'efficacité économique (0.63). Des valeurs négatives sur la première composante indiquaient donc des performances environnementales

⁴⁶ Pour une définition de ces indicateurs, se référer aux Tableaux 7 à 10 du Chapitre 4.

favorables, tandis que des valeurs positives sur la seconde composante correspondaient à des performances économiques intéressantes.

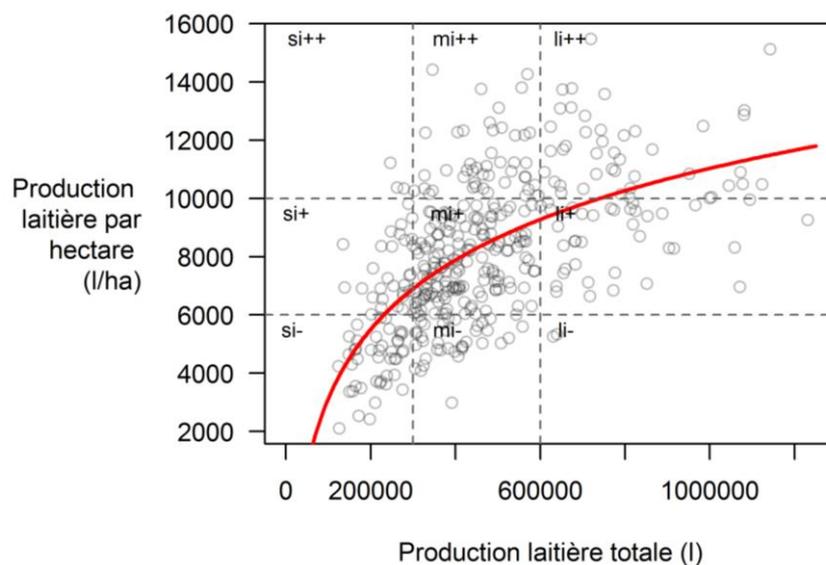


Figure C4 Intensité de production (litres/ha) en fonction de la taille de l'exploitation (litres), pour 394 exploitations laitières spécialisées (2008) [$R^2 = 0.37$].

----- Régression logarithmique.

L'ensemble des exploitations et les barycentres⁴⁷ des sept groupes de taille et d'intensité ont été projetés sur les deux premières composantes principales (Figure C5). A partir de la description de ces deux composantes, nous avons pu caractériser la capacité des exploitations à combiner des performances environnementales et économiques favorables, en fonction de leur niveau de taille et d'intensité. D'une part, les groupes *si-*, *mi-* et *si+* présentaient des résultats économiques relativement faibles, en comparaison à la moyenne des exploitations, contrairement aux groupes *li++* et *mi++* pour lesquels ces performances s'avéraient supérieures. D'autre part, les groupes *li+*, *li++*, *mi++* détenaient des performances environnementales assez faibles, tandis que les groupes *si-* et *mi-* se démarquaient en raison de leur faible impact environnemental.

⁴⁷ Moyennes des coordonnées des exploitations de chaque groupe.

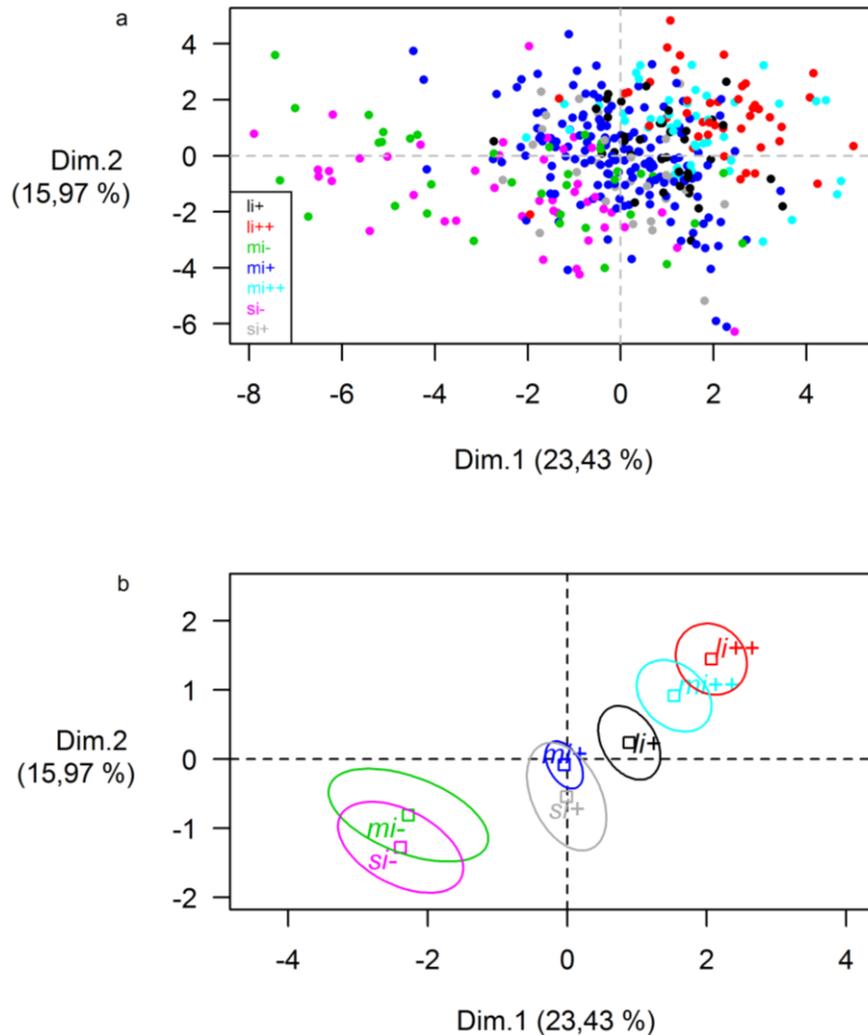


Figure C5 Projection (a) des exploitations et (b) des barycentres des groupes de taille et d'intensité sur les deux premières composantes principales.

l : exploitations produisant plus de 600 000 litres ; *m* : exploitations produisant entre 300 000 et 600 000 litres ; *s* : exploitations produisant moins de 300 000 litres. *i++* : exploitations produisant plus de 10 000 litres par hectare ; *i+* : exploitations produisant entre 6000 et 10 000 litres par hectare ; *i-* : exploitations produisant moins de 6000 litres par hectare. Chaque barycentre est entouré d'une ellipse de prédiction de 95 %.

Cette analyse souligne une opposition en termes de performances économiques et environnementales entre, d'une part, les groupes *si+*, *mi-* et *si-* et, d'autre part, les groupes *li+*, *mi+++* et *li+++*. De telles structures semblent dès lors peu favorables pour concilier des performances élevées au niveau environnemental et économique, à l'échelle de l'exploitation. Chaque groupe intègre néanmoins des exploitations

ayant des performances très variées pour ces deux dimensions (Figure C5a). D'autres facteurs, concernant probablement davantage les pratiques que la structure de la ferme, interviennent par conséquent pour expliquer la capacité de certaines exploitations à concilier ces deux dimensions de durabilité.

C.4. Conclusion et perspectives

Dans ce document, nous avons exploré l'influence de la taille et de l'intensité de production des exploitations laitières sur leurs performances économiques et environnementales, ainsi que sur leur capacité à concilier ces deux dimensions de durabilité. Cette analyse montre que l'augmentation de la taille influence positivement le revenu par unité de travail de l'exploitation, non pas en raison d'économies d'échelle sur les coûts totaux de production mais suite à une productivité du travail supérieure. Cette relation s'avère particulièrement marquée pour les exploitations produisant moins de 600 000 litres. Accroître l'intensité de production de la ferme permet, par ailleurs, aux exploitations les moins intensives de notre échantillon – c'est-à-dire produisant moins de 6000 litres par hectare – de réaliser des économies d'échelle significatives. Une augmentation de l'intensité a également été associée à une augmentation de la consommation énergétique et du solde du bilan en azote, exprimés par hectare. La taille n'a par contre pas été reliée à ces deux indicateurs environnementaux.

A partir de la comparaison réalisée entre groupes d'exploitations de taille et d'intensité homogènes, notre analyse met en évidence que les exploitations produisant moins de 300 000 litres et/ou moins de 6000 litres par hectare, ainsi que celles produisant plus de 600 000 litres et/ou plus de 10 000 litres par hectare ne parviennent pas, en moyenne, à concilier les dimensions économique et environnementale. La grande diversité présente dans chaque groupe indique cependant que les caractéristiques de taille et d'intensité ne constituent pas les seuls critères permettant de combiner ces deux dimensions de durabilité. Pour chaque niveau de taille et d'intensité, des marges de manœuvre existent afin d'augmenter les performances environnementales sans diminuer le revenu, et inversement. Une efficacité d'utilisation des intrants supérieure, l'utilisation d'intrants moins coûteux ou une meilleure valorisation de la production pourraient, par exemple, expliquer les différences entre exploitations d'un même groupe. Afin de confirmer cela, des recherches ultérieures devraient être menées afin de relier les performances observées aux pratiques concrètes des éleveurs.

Annexe D

Guide d'entretien (phase 2)

Présentation du mémoire et des objectifs

Ce mémoire a pour objectif d'étudier les circuits de transformation fromagère dans le secteur laitier dans une optique comparative. Nous souhaiterions comprendre quels sont les éléments qui poussent les agriculteurs à développer ou à rejoindre ces circuits et quels sont les éléments qui les freinent.

Objectif 1 - présentation de l'exploitation et historique du développement de l'activité de commercialisation

1. Pouvez-vous me présenter votre exploitation et ce qui vous a conduit à orienter celle-ci dans son orientation commerciale actuelle ?
2. Comment cette nouvelle orientation s'est-elle concrètement mise en place ? *(En fonction de l'interlocuteur, on ajoutera aux questions 1 et 2 une ou plusieurs des sous-questions ci-dessous)*
 - Pouvez-vous m'expliquer ce qui vous a poussé à orienter votre exploitation dans cette voie ? Qui est à l'origine de cette idée de reconversion ? Quelles pratiques d'écoulement de vos produits aviez-vous auparavant ?
 - Avez-vous réalisé des essais dans d'autres voies ? Ces essais se sont-ils révélés concluants ?
 - Est-ce que l'exploration de nouvelles voies commerciales s'est accompagnée de modifications dans la conduite de votre exploitation (ex : changement de race, modification de régimes alimentaires, de l'origine de l'alimentation, de la gestion fourragère) ?
 - Suivez-vous un cahier des charges ? Par qui a-t-il été défini ?
 - Comment avez-vous acquis les compétences nécessaires et quelles ont été vos sources d'information ? Les jugez-vous adaptées ?
 - Quelles ont été vos sources de financement ?
3. Quel impact cette nouvelle voie commerciale a-t-elle eu sur vous et sur votre métier ?
4. Pouvez-vous me décrire avec qui vous travaillez pour écouler vos produits ? Comment se passent les relations commerciales avec eux (aspects prix, etc.) ?

5. Comment percevez-vous les attentes des consommateurs ? Comment vous situez-vous par rapport à cela ?
6. Avez-vous de nouveaux projets en vue ?

Objectif 2 – facteurs favorisant l’activité de commercialisation

7. Quels sont, d’après vous, les facteurs, les ressources, les personnes qui ont contribué positivement au développement de votre activité ?
8. Qu’est-ce qui, d’après vous, explique que votre activité soit un succès ? *(On cochera dans la liste suivante les éléments spontanément évoqués par l’agriculteur et on élargira si nécessaire la liste des éléments évoqués)*
 - Échanges entre agriculteurs
 - Proximité des clients
 - Labels
 - Organismes publics
 - Influence régionale (contexte local particulier)
 - ...
9. En fonction de ce qui est évoqué oralement par l’agriculteur, on approfondira ses propos au moyen des sous-questions suivantes (facultatives et à adapter en fonction de la situation) *(On gardera à l’esprit que certains éléments n’auront pas été mentionné spontanément par l’agriculteur)* :
 - De manière générale, avez-vous le sentiment d’être bien soutenu et par qui en particulier?
 - Connaissez-vous les autres agriculteurs qui utilisent les mêmes circuits commerciaux que vous ? Quels sont vos rapports avec eux ? Leur profil d’exploitation est-il similaire au vôtre ?
 - Y-a-t-il des échanges ou des réunions entre agriculteurs qui adoptent les mêmes pratiques commerciales que vous ?
 - Pensez-vous qu’un circuit comme celui au sein duquel vous êtes pourrait avoir le même succès (ou plus ou moins) dans d’autres régions que la vôtre ?
 - Que pensez-vous des labels ? Les jugez-vous utiles ?
 - Quel rôle attribuez-vous au consommateur dans le succès de votre entreprise (ex. les effets de bouche-à-oreille, fidélisation, etc.) ?

Objectif 3 – limites et facteurs de freins du développement de l'activité de commercialisation

10. Quels sont, d'après vous, les éléments qui vous ont freiné lorsque vous avez développé votre activité ? Quelles ont été les plus grosses difficultés ?
11. Quelles sont les difficultés majeures que vous rencontrez dans la poursuite de votre activité ?
12. Si vous deviez recommencer aujourd'hui, quel choix feriez-vous ? Que changeriez-vous ?
13. Connaissez-vous des exploitants qui ont abandonné la voie que vous explorez aujourd'hui ? Quelles sont d'après vous, les raisons de leur abandon ?
14. Comment voyez-vous l'évolution, à l'avenir, de votre ferme et des autres exploitations qui sont engagées dans la même voie que vous ?

Fin de l'entretien

15. Demander aux agriculteurs quels artisans fromagers ils connaissent et s'ils connaissent des agriculteurs qui livrent leur lait à des petites laiteries fromagères.