



HAL
open science

Caractérisation des facteurs de la résilience des exploitations bovines et ovines laitières biologiques françaises

Augustine Perrin

► **To cite this version:**

Augustine Perrin. Caractérisation des facteurs de la résilience des exploitations bovines et ovines laitières biologiques françaises. Sciences agricoles. Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT, 2021. Français. NNT: 2021INPT0086 . tel-04186235

HAL Id: tel-04186235

<https://theses.hal.science/tel-04186235v1>

Submitted on 23 Aug 2023

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

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



Université
de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Institut National Polytechnique de Toulouse (Toulouse INP)

Discipline ou spécialité :

Agrosystèmes, Écosystèmes et Environnement

Présentée et soutenue par :

Mme AUGUSTINE PERRIN

le jeudi 30 septembre 2021

Titre :

Caractérisation des facteurs de la résilience des exploitations bovines et
ovines laitières biologiques françaises

École doctorale :

Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries (SEVAB)

Unité de recherche :

AGroécologie, Innovations, TeRritoires (AGIR)

Directeur de Thèse :

M. GUILLAUME MARTIN

Rapporteurs :

M. FRANÇOIS BOUSQUET, CIRAD MONTPELLIER


MME MARIE-HELENE JEUFFROY, INRA PARIS

Membres du jury :

M. CHARLES-HENRI MOULIN, MONTPELLIER SUPAGRO, Président

M. GUILLAUME MARTIN, INRA TOULOUSE, Membre

MME IKA DARNHOFER, UNIVERSITAT FÜR BODENKULTUR VIENNE, Membre



AUGUSTINE PERRIN : Caractérisation des facteurs de la résilience des exploitations bovines et ovines laitières biologiques françaises. 2021.

ENCADREMENT :
Guillaume MARTIN (directeur).

ÉCOLE DOCTORALE:
SEVAB : Sciences écologiques, vétérinaires, agronomiques et bioingénieries.

LABORATOIRE DE RATTACHEMENT :
UMR AGIR 1248, INRAE Toulouse.

FINANCEMENTS :

Cette thèse a été financée par une bourse du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

PUBLICATIONS

Revue à comité de lecture :

Perrin, A., R. Milestad, and G. Martin. 2020. Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives. *Ecology and Society* 25(4):art5.

<https://doi.org/10.5751/ES-11897-250405>

Perrin, A., M. S. Cristobal, R. Milestad, and G. Martin. 2020. Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agricultural Systems* 183:102875.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102875>

Perrin, A., and G. Martin. 2021. Driving factors behind subjective resilience on organic dairy sheep farms. *Ecology and Society* 26(3):13.

<https://doi.org/10.5751/ES-12583-260313>

Perrin, A., and G. Martin. 2021. Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. *Agricultural Systems* 190:103082.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103082>

Conférences à comité de lecture :

Perrin, A., Bancarel, A., Cassel, S., Doumayzel, S., Durand, M., Eve, D., Grenier, J., Guilhou, R., Maleysson, F., Mouchard, T., Nael, E., Nayet, C., Patout, O., Pavie, J., Piquart-Hebert, A., Roy, D., Uzureau, A., Experton, C., Martin, G., 2018. Caractérisation des facteurs de résilience des élevages laitiers biologiques, in: 24. Rencontres Recherches Ruminants (3R), 24. Rencontres Recherches Ruminants (3R). Paris, France, p. 63 p. *Présenté aux 3R, Paris.*

Perrin, A., M. S. Cristobal, R. Milestad, and G. Martin, Key drivers of organic dairy cattle farm resilience. *Devait être présenté à l'European Farming Systems Conference reportée en 2022, Evora*

Perrin, A., M. S. Cristobal, R. Milestad, and G. Martin, Farmers' perspective on resilience applied to farming. *Devait être présenté à l'European Farming Systems Conference reportée en 2022, Evora*

Publications dans la presse agricole:

Dutay, A., Bancarel, A., Perrin, A., Martin, G., 2019. Filière bovine laitière bio. Apport des études récentes sur les performances technico-économiques et la résilience. Le Mag' de la conversion. Réussir sa conversion à l'agriculture biologique en Occitanie.

Mouchard, T., Perrin, A., Martin, G., 2019. Conversion à l'agriculture biologique. La filière interroge les facteurs de réussite. ProFilBio.

Ripoche, F., Perrin, A., Martin, G., 2021. Ovin laitiers, Quelle résilience pour les élevages? Biofil, la revue de l'agriculture bio.

Bancarel, A., Perrin, A., Martin, G., 2020. La résilience des élevages. Le programme de recherche résilait: comment adapter son système pour être plus solide face aux aléas? Pratiques Techniques Innovantes. Une publication des techniciens de l'APABA.

REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord remercier les personnes qui ont accepté d'évaluer mon travail de thèse. Je remercie François Bousquet et Marie-Hélène Jeuffroy en tant que rapporteurs du jury. Je remercie également Charles-Henri Moulin et Ika Darnhofer en tant qu'examineurs.

Au cours de ma dernière année de thèse, en me penchant sur les questions de travail en élevage, j'ai été amenée à découvrir le courant de la recherche organisationnelle positive (ROP). La ROP vise à étudier « les conditions favorables à l'épanouissement, au développement et à l'accomplissement des individus au travail »¹. Je remercie Guillaume Martin, mon directeur de thèse, qui a su créer l'ensemble de ces conditions favorables depuis que nous travaillons ensemble. Parmi de nombreuses autres qualités, ta bienveillance, ta disponibilité et ta rigueur scientifique m'ont permis d'avancer régulièrement et sereinement dans mon travail de thèse. Je suis souvent rentrée dans ton bureau avec des questions ou des remises en questions, j'en suis toujours ressortie rassurée et avec des éléments de réponses.

Les analyses et résultats des différents chapitres ont été co-conduites et co-rédigés avec plusieurs expertes que je remercie :

Merci à Magali San-Cristobal pour ses conseils statistiques précieux et sa pédagogie.

I would like to thank Rebecka Milestad for having hosted me for 3 months in Stockholm at KTH. Thank you for the rich discussions and advice on qualitative data analysis.

Merci à Sylvie Cournut pour les échanges dans la seconde moitié de thèse qui ont permis d'aboutir au dispositif d'observation participante et qui ont aiguillé l'analyse des données.

Je remercie Michelle et Michael Corson pour la relecture de l'anglais des articles publiés et pour leurs suggestions d'amélioration des articles.

Je remercie chaleureusement les membres de mon comité de suivi de thèse : Marc Benoît, Rodolphe Sabatier, Sylvie Cournut, Catherine De Boissieu pour les échanges constructifs et toujours bienveillants. Merci particulièrement pour votre aide dans le choix de l'orientation de fin de thèse bousculée par les confinements.

¹ Poirot, M., 2007. L'organisant de la résilience individuelle au travail : premiers éléments d'analyse. Cahiers du CEREN 20.

Avoir pour objet d'étude des exploitations agricoles nécessite de pouvoir accéder à des données concernant ces exploitations. Il me faut ici remercier l'ensemble des éleveurs qui ont été enquêtés et qui ont accepté de fournir les données sans lesquelles ce travail ne pourrait exister. Un merci particulier aux 7 éleveurs qui m'ont ouvert les portes de leurs fermes sur plusieurs jours, toujours avec le sourire et malgré un contexte peu propice aux visites.

Une majeure partie des données de la thèse ont été récoltées dans le cadre du projet CASDAR Résilait porté par L'ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique) et par l'IDELE (Institut de l'élevage). Je remercie l'ensemble des partenaires de ce projet ainsi que l'ensemble des personnes impliquées dans les enquêtes 'trajectoires'. Merci à Catherine Experton (ITAB) pour ses retours motivants sur nos travaux, merci à David Roy (AgroBio35), Anne Uzureau (AgroBio Poitou Charentes) et François Maleysson (Agronova) pour leur implication dans la construction des accordéons pédagogiques à destination des étudiants des formations agricoles. Merci à Chloé Adelheim, designer partenaire pour la réalisation de ces accordéons. Merci également à Benoît Baron (Idele) pour ses connaissances filière et ses conseils qui ont permis de construire le quatrième chapitre de la thèse.

Me rendre sur des exploitations agricoles et y séjourner pour creuser les questions de travail a été facilité par le réseau aveyronnais de conseil agricole qui travaille depuis longtemps avec l'INRAE de Toulouse. Un grand merci à Stéphane Doumayzel (Chambre d'Agriculture de l'Aveyron) et à Alexandre Bancarel (APABA) pour les contacts, les données, et les invitations aux journées techniques notamment.

Les années de thèse sont des années de formation à la recherche. Je remercie les collègues qui m'ont accompagnée dans mes réflexions. Merci à Nathalie Couix et à Nathalie Girard qui sont intervenues dans la réflexion pour construire le dernier dispositif de la thèse. Merci à Marie Angelina Magne et à Julien Quenon pour leurs conseils et retours lors de l'atelier d'écriture de mon premier article. La participation à des séminaires fait partie de cette formation à la recherche. Je souhaite remercier Pierre Grenier et l'équipe de coordination du parcours EIR-A d'Agreenium pour l'organisation des deux séminaires auxquels j'ai pu participer ainsi que pour la possibilité de séjour dans un laboratoire à l'étranger que ce parcours offre aux doctorants. Mon séjour de 3 mois à Stockholm a été financé par deux institutions que je remercie également : l'INP Toulouse et l'INRAE.

Au cours de cette thèse j'ai eu la chance de co-encadrer avec Anne Glandières (chambre régionale d'agriculture d'Occitanie) Mohar Chaudhuri durant un stage de six mois qui a permis d'analyser les données du contrôle laitier pour des exploitations laitières biologiques (données Optilait). Je les remercie toutes les deux pour leur engagement et pour la conduite de ce projet en anglais.

J'ai également eu la chance de donner des cours durant mes 3 années de thèse et de découvrir le monde de l'enseignement. J'ai reçu à l'INP-ENSAT un très bon accueil. Merci à Benoit Gaysot, toujours disponible et arrangeant et à Catherine Garcia. Je remercie les enseignants qui m'ont fait confiance et qui ont pris le temps de m'expliquer la construction de leurs cours et leurs attendus. Merci à Magali Willaume, Christian Chervin et Christophe Laplanche. Je remercie particulièrement Julie Ryschawy de me faire à nouveau confiance pour une année supplémentaire.

Je remercie la direction de l'unité INRAE-AGIR pour son accueil. Merci aux collègues de l'équipe Magellan pour les interactions scientifiques et l'atmosphère stimulante. Un merci particulier à Mathieu Solle et à Marina Lefebvre toujours réactifs et souriants quand je décide au dernier moment de partir en mission.

Merci également à mes camarades de bureau et de couloir pour les temps de partage de cookies, les échanges scientifiques et non scientifiques, la passion de la caféine.

En dehors des murs de l'unité, pour leur soutien je remercie :

Mes ami.e.s de l'agro.

Mes compagnon.ne.s et formateur.trice.s accompagnateurs en montagne. Merci à Guilhem pour ses encouragements et pour le suivi du stage qui m'ont permis de conduire en parallèle deux projets qui me tenaient à cœur.

Enfin je souhaite remercier mes proches pour leur soutien infailible à tous égards.

INTRODUCTION GENERALE	9
1 Agriculture biologique et élevage laitier biologique : des principes au cadre réglementaire	9
2 Un contexte ambivalent, entre essor des filières laitières biologiques et risques pesant sur les exploitations.....	13
2.1 Elevages bovins laitiers : une agriculture biologique à grande échelle	13
2.2 Elevages ovins laitiers: une filière biologique en développement concentrée sur un bassin de production.....	19
2.3 Les filières et les exploitations bovines et ovines laitières biologiques évoluent dans un contexte risqué	21
2.4 Connaissances scientifiques sur les élevages biologiques.....	28
3 La résilience des exploitations : une clé pour faire face aux perturbations	32
3.1 Résilience : des systèmes écologiques aux exploitations agricoles.....	32
3.2 Evaluations de la résilience des exploitations agricoles	39
4 Problématique.....	47
5 Stratégie de la thèse.....	49
CHAPITRE 1: La résilience perçue par les éleveurs laitiers biologiques	53
1 Introduction.....	56
2 Materials and methods	58
2.1 Case Study: French organic dairy cattle and sheep farms	58
2.2 Data collection in two French organic milk production regions.....	61
2.3 Data analysis	63
3 Results	65
3.1 Farmers’ resilience framework	65
3.2 Differences in perception according to sector, region and farmers’ experience..	71
4 Discussion.....	74
4.1 Similarities and differences between farmers’ and academics’ resilience framework.....	74
4.2 Similarities and differences between sectors, regions and farmers’ experience..	82
4.3 Cognitive biases	83
4.4 Farms as complex adaptive systems and future for organic dairy farm resilience	84
CHAPITRE 2: Identification de facteurs de résilience des élevages bovins laitiers biologiques	87
1 Introduction.....	90
2 Materials and methods	93
2.1 Farm sampling.....	93
2.2 Data collection	94

2.3	Data analysis	98
3	Results	99
3.1	Evolution of farmers' satisfaction in the face of multiple disturbances.....	99
3.2	Trajectories of farming practices after beginning conversion to organic farming 102	
3.3	Identifying factors that influence farmers' overall satisfaction	104
4	Discussion.....	108
4.1	Scope of the results relating subjective farm resilience to pasture-based grazing systems.....	108
4.2	An original method to assess resilience at the farm level.....	110
5	Conclusion	111
CHAPITRE 3: Identification de facteurs de resilience des élevages ovins laitiers biologiques.....		113
1	Introduction.....	116
2	Materials and methods	118
2.1	Analytical framework.....	118
2.2	Case study	120
2.3	Data collection	121
2.4	Statistical analysis	126
3	Results	127
3.1	Farm trajectories in a disturbed context	127
3.2	Evolution of farmers' overall satisfaction in a disturbed context	128
3.3	Evolution of the structure, size and practices of organic dairy sheep farms	129
3.4	Driving factors that influenced overall satisfaction of organic dairy sheep farmers 130	
3.5	Examples of farms that followed the trends	132
3.6	Alternative models: counter-examples	133
4	Discussion.....	133
4.1	Advantages and disadvantages of using farmers' satisfaction to assess subjective resilience	133
4.2	Risks of conventionalisation of organic dairy sheep farms overlooked when using farmers' satisfaction to assess subjective farm resilience.....	135
4.3	Implications.....	136
CHAPITRE 4: La résilience des exploitations et de la filière laitière biologique à la pandémie Covid-19		139
1	Introduction.....	143
2	Materials and Methods	144

2.1	Methodological framework	144
2.2	Data collection	147
2.3	Data analysis	152
3	Results	153
3.1	Farm resilience against the Covid-19 pandemic.....	153
3.2	Supply chain resilience against the Covid-19 pandemic.....	156
3.3	Farmers' ranking of risks to production after the Covid-19 pandemic	158
3.4	Opportunities created by the Covid-19 pandemic at the farm and supply chain levels	161
4	Discussion	162
4.1	Resilience factors at farm and supply chain levels	162
4.2	Limits to the present study and future prospects	164
5	Conclusions.....	165
CHAPITRE 5 : Les traits d'organisation du travail pour développer la résilience des élevages laitiers biologiques		167
1	Introduction.....	169
2	Matériel et méthodes	171
2.1	Echantillonnage d'exploitations résilientes	171
2.2	Observation participante	172
2.3	Analyse des données récoltées.....	174
3	Résultats	175
3.1	Echantillon obtenu	175
3.2	Prendre le temps.....	177
3.3	Planifier et gouverner à plusieurs.....	179
3.4	Gérer et faciliter l'astreinte	181
3.5	Organiser le travail de saison.....	186
3.6	Diversifier les activités de l'exploitation	190
4	Discussion	193
4.1	Les traits d'organisation du travail favorisant la résilience des exploitations.....	193
4.2	Les éleveurs et la cohérence systémique	196
4.3	L'observation participante de l'agriculture en 'train de se faire'	197
5	Conclusion	198
DISCUSSION GENERALE		199
1	Apports conceptuels et méthodologiques du travail de thèse.....	200
1.1	Apports à l'évaluation de la résilience des exploitations	201
1.2	Les combinaisons d'approches pour évaluer la résilience des exploitations.....	204

2	Apports cognitifs du travail de thèse : les facteurs de la résilience des exploitations laitières biologiques.....	210
2.1	Facteurs de résilience externes aux exploitations.....	210
2.2	Facteurs de résilience internes aux exploitations	211
3	Perspective de mobilisation des résultats de la thèse par les utilisateurs de la recherche pour aider à l’appréhension du concept de résilience dans la formation agricole	215
3.1	Les besoins	215
3.2	L’outil et son utilisation.....	216
4	De la théorie à la pratique, réflexions personnelles en vue d’une installation	219
	Références.....	222
	Annexes	245
1	Annexe 1 : Matériel supplémentaire du chapitre 1	245
2	Annexe 2: Matériel supplémentaire du chapitre 3	246
3	Annexe 3: Matériel supplémentaire du chapitre 5	259

INTRODUCTION GENERALE

1 Agriculture biologique et élevage laitier biologique : des principes au cadre réglementaire

L'agriculture biologique prend racine dans la première partie du 20^{ème} siècle. Entre la première et la seconde guerre mondiale, certaines limites du modèle agricole productiviste émergent sont pointées du doigt. Les conséquences d'une utilisation excessive de fertilisants minéraux (identifiés comme perturbateurs des métabolismes des plantes cultivées, facteurs d'acidification, de compaction et de perte de fertilité des sols) et de biocides de synthèse (laissant des résidus toxiques sur les aliments) inquiètent acteurs du monde agricole et citoyens (Vogt, 2007). Certains (agriculteurs, agronomes, philosophes) remettent en question une agriculture qu'ils qualifient d'industrielle ou d'intensive. Ils (e.g. R.Steiner pour la biodynamie ou H. Müller pour l'agriculture organo-biologique) (Silguy, 1998) proposent des modèles alternatifs pour une agriculture plus durable. Par des innovations biologiques et écologiques, ils souhaitent permettre le renoncement aux fertilisants minéraux, aux biocides de synthèse et l'amélioration de la qualité des aliments et de l'environnement. Partant de ces contributions pionnières, différents mouvements idéologiques et techniques contribuent au développement progressif de ce qui s'appellera plus tard l'agriculture biologique (AB). L'AB est officiellement reconnue et institutionnalisée lors de la création de la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM) en 1972 (Silguy, 1998).

En 2008, l'IFOAM définit officiellement l'AB comme « *un système de production qui maintient et améliore la santé des sols, des écosystèmes et des personnes. Elle s'appuie sur des processus écologiques, la biodiversité et des cycles adaptés aux conditions locales, plutôt que sur l'utilisation d'intrants ayant des effets adverses. L'agriculture biologique allie tradition, innovation et science au bénéfice de l'environnement commun et promeut des relations justes et une bonne qualité de vie pour tous ceux qui y sont impliqués* » (IFOAM, 2008). Cette définition inscrit l'agriculture biologique dans les valeurs de ses défenseurs et exige, plus largement, qu'elle soit socialement juste, économiquement viable et respectueuse de l'environnement (Sligh and Cierpka, 2007). A partir de cette définition, l'AB s'articule et se développe autour de 4 principaux principes (Encadré 1).

Principe de santé : principe selon lequel l'agriculture biologique doit préserver et améliorer la santé des sols, des plantes, des animaux, des hommes et de la planète, en tant qu'entité unique et indivisible. Ce principe souligne que la santé des individus et des communautés ne peut être séparée de la santé des écosystèmes.

Principe d'écologie : L'agriculture biologique doit être basée sur des systèmes et des cycles écologiques vivants, travailler avec eux, les imiter et les aider à se maintenir. Ce principe ancre l'agriculture biologique dans les systèmes écologiques vivants. Il stipule que la production doit être basée sur des processus écologiques et sur le recyclage.

Principe d'équité : Ce principe souligne que ceux qui sont engagés dans l'agriculture biologique devraient entretenir et cultiver les relations humaines d'une manière qui assure l'équité à tous les niveaux et pour tous les acteurs – producteurs, salariés agricoles, préparateurs, transformateurs, distributeurs, commerçants et consommateurs. L'Agriculture Biologique devrait fournir une bonne qualité de vie à chaque personne engagée et contribuer à la souveraineté alimentaire et à la réduction de la pauvreté.

Principe de Précaution : Ce principe établit que la précaution et la responsabilité sont les points clef des choix de gestion, de développement et de technologie en Agriculture Biologique. La science est nécessaire pour s'assurer que l'agriculture Biologique est saine, sans risque et écologique. Néanmoins, la connaissance scientifique seule n'est pas suffisante. L'expérience pratique, la sagesse et le savoir traditionnels et indigènes accumulés offrent des solutions valables et éprouvées par le temps.

Encadré 1: Les 4 principes de l'agriculture biologique selon l'IFOAM (IFOAM, 2015)

Les principes de l'agriculture biologique ont été traduits par les législateurs en normes à appliquer pour chaque production agricole notamment les productions bovines et ovines laitières. En France, l'agriculture biologique est régie par un cahier des charges européen consigné dans les documents CE n°834/2007 et CE n°889/2008 dont le respect permet l'obtention de la certification et la valorisation de la production au prix biologique (Tableau 1). Les produits biologiques sont rendus distincts pour le consommateur par la présence sur l'étiquetage du logo bio européen (Eurofeuille). La marque AB permet également de distinguer les produits biologiques (Agence Bio, 2020a). Son logo facultatif mais reconnu chez les consommateurs (Agence Bio, 2019a) peut être utilisé en complément de l'eurofeuille (Figure 1).



Figure 1: Marque française AB (gauche) et eurofeuille (droite). Les deux logos sont souvent apposés l'un à côté de l'autre pour une meilleure identification par les consommateurs

Tableau 1: Principales déclinaisons du cahier des charges de l'agriculture biologique aux élevages bovins et ovins. D'après (FNAB, 2018)

Concernant	Règle générale s'appliquant aux élevages biologiques	Application aux élevages bovins	Application aux élevages ovins
Origine des animaux et conversion	<p>Sauf dérogation les animaux bio naissent et sont élevés dans des exploitations biologiques. Le choix de la race des animaux doit tenir compte de leur capacité à s'adapter aux conditions locales, de leur vitalité, de leur résistance aux maladies. La préférence est donnée aux races et souches autochtones.</p> <p>Conversion des terres : La totalité de la surface destinée à l'alimentation des animaux doit être engagée en bio. La durée standard de conversion est de 2 ans pour les surfaces dédiées aux cultures annuelles et les pâturages. Cette durée peut être réduite sous certaines conditions</p> <p>Conversion des animaux : Chaque espèce est soumise à une durée de conversion qui lui est propre. Les animaux et leurs produits sont considérés comme bio à l'issue de cette période de conversion.</p> <p>Il est possible sous certaines conditions de convertir simultanément terres et animaux pour ramener à 24 mois la période de conversion.</p>	<p>Les bovins bio naissent et sont élevés dans des exploitations biologiques. Il n'est possible d'introduire des bovins non biologiques dans l'exploitation qu'à des fins de reproduction et lorsque des bovins biologiques ne sont pas disponibles en nombre suffisant. Il n'est jamais possible d'acheter en conventionnel un animal destiné directement à l'engraissement.</p> <p>Pour que le lait puisse être vendu en bio lorsque des bovins non biologiques sont introduits dans l'exploitation, ils doivent être élevés en bio durant 6 mois.</p>	<p>Il n'est possible d'introduire des ovins et caprins non biologiques dans l'exploitation qu'à des fins de reproduction et lorsque des ovins et caprins biologiques ne sont pas disponibles en nombre suffisant.</p> <p>Les ovins et caprins non biologiques introduits dans l'exploitation doivent être élevés en bio durant 6 mois, pour que les animaux ou leurs produits puissent être valorisés en agriculture biologique.</p>
Espaces en plein air et conditions de logement	<p>Les pratiques d'élevage, y compris la densité, et les conditions de logement doivent permettre de répondre aux besoins de développement ainsi qu'aux besoins physiologiques et éthologiques des animaux.</p> <p>De manière générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accès permanent à des espaces de plein air - Limitation du chargement - Bâtiments adaptés assurant le bien-être des animaux et disposant d'une aire de couchage avec litière 	<p>Les bovins ont un accès permanent à des pâturages pour brouter, chaque fois que les conditions (météo, état du sol...) le permettent (sauf restrictions sanitaires). La densité de peuplement totale ne doit pas dépasser par hectare :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2,5 génisses - ou 5 bovins de moins de 1 an - ou 2 bovins mâles de deux ans ou plus - 1.34 à 2.26 vache laitière (en fonction de leur âge et niveau de productivité). <p>Surface minimale des bâtiments de 6m² par vache laitière</p>	<p>Les ovins ont un accès permanent à des pâturages pour brouter, chaque fois que les conditions le permettent (sauf restrictions sanitaires). La densité de peuplement totale ne doit pas dépasser par hectare :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 13,3 brebis <p>Surface minimale des bâtiments de 1.5m² par mouton.</p>
Pratiques d'élevage	<p>Sauf exceptions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'attache ni d'isolement es animaux - Pas de mutilation des animaux 	<p>La seule opération autorisée sur les bovins destinés à la production de lait est l'écornage</p>	<p>Certaines opérations sont autorisées sur les ovins comme la pose d'élastiques à la queue des moutons, la coupe de queue (dans ce cas, avec analgésique), l'écornage sur demande justifiée à l'organisme certificateur ou la castration</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Interdiction des traitements à base d'hormones pour la reproduction. Reproduction naturelle privilégiée. Insémination artificielle autorisée. - Réduction du temps de transport et d'abattage des animaux. 		physique. Pour toute mutilation, la souffrance des animaux doit être réduite au minimum (âge à l'opération, anesthésie)
Effluents	La quantité totale d'effluents épandus ne doit pas dépasser 170 kg d'azote par an/hectare de surface agricole utile (SAU).		
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> - Les animaux sont nourris avec des aliments biologiques répondant à leurs besoins nutritifs aux différents stades de leur développement. - Interdiction des facteurs de croissance et des acides aminés de synthèse. - Les mammifères non sevrés sont nourris avec du lait naturel - Interdiction de l'utilisation d'OGM et de produits obtenus à partir d'OGM ou par des OGM <p>L'éleveur doit se procurer principalement des aliments pour animaux provenant de l'exploitation dans laquelle les animaux sont détenus. « Principalement » est défini différemment selon les animaux.</p>	<p>Les systèmes d'élevage doivent reposer sur une utilisation maximale des pâturages, selon la disponibilité des pacages pendant les différentes périodes de l'année. Au moins 60 % de la matière sèche composant la ration journalière des herbivores proviennent de fourrages grossiers, frais, séchés ou ensilés.</p> <p>Au moins 60 % des aliments proviennent de l'unité de production elle-même ou, si cela n'est pas possible, sont produits en coopération avec d'autres exploitations biologiques principalement situées dans la même région.</p>	
Prophylaxie et traitements vétérinaires	<p>La lutte contre les maladies en agriculture biologique passe d'abord par la mise en place de mesures de prévention. Les vaccins sont autorisés.</p> <p>L'utilisation de médicaments vétérinaires allopathiques chimiques de synthèse (hors vaccins) ou d'antibiotiques à des fins de traitement préventif est interdite. Si des soins sont indispensables pour épargner des souffrances ou une détresse à l'animal, il est possible sous la responsabilité d'un médecin vétérinaire de recourir à des médicaments vétérinaires allopathiques chimiques de synthèse ou à des antibiotiques, à l'utilisation encadrée</p>	<p>Le maximum de traitements à base de médicaments vétérinaires allopathiques chimiques de synthèse ou d'antibiotiques en douze mois est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un traitement si leur cycle de vie productive est inférieur à un an - trois traitements si leur cycle de vie productive est supérieur à un an. 	<p>Le maximum de traitements à base de médicaments vétérinaires allopathiques chimiques de synthèse ou d'antibiotiques en douze mois est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un traitement si leur cycle de vie productive est inférieur à un an - trois traitements si leur cycle de vie productive est supérieur à un an.
Identification des animaux	Les animaux sont identifiés de façon permanente au moyen de techniques adaptées, individuellement ou par lots.		
Contrôle	L'organisme certificateur procède au moins une fois par an à une inspection sur site (physique et documentaire) des ateliers d'élevage biologique et effectue des visites par sondage, inopinées dans la plupart des cas.		
Carnet d'élevage	Un registre d'élevage doit être tenu à jour et disponible en permanence pour l'organisme certificateur		

2 Un contexte ambivalent, entre essor des filières laitières biologiques et risques pesant sur les exploitations

2.1 Elevages bovins laitiers : une agriculture biologique à grande échelle

La filière lait de vache biologique française naît dans les années 1990 avec d'une part la mise en place des premières collectes de lait biologique (création de Biolait en 1994, voir encadré 2), et d'autre part la création des contrats territoriaux d'exploitation (CTE) par la loi d'orientation agricole du 9 juillet 1999. Cette loi d'orientation vise pour la première fois à prendre en compte et à rémunérer les fonctions autres que la production de biens agricoles telles que la participation à l'aménagement du territoire, au maintien ou au développement de l'emploi, et à la préservation de l'environnement (Cochet and Devienne, 2002). Les CTE, en faveur des petites et moyennes exploitations familiales, ont impulsé une première vague de conversion des exploitations laitières (Baron, 2020). En 2002, le cheptel bovin laitier biologique français représentait 55 000 têtes sur 1550 exploitations.

Biolait : des paysans producteurs et vendeurs de lait bio, pour un commerce équitable au Nord aussi

C'est ce dernier constat qui nous a poussés à créer Biolait : avec l'entrée des produits laitiers bio en GMS en 1994, la filière lait bio naissante allait-elle être contrôlée par quelques grands acheteurs conventionnels ? Si oui, alors nous savions que la collecte serait limitée aux volontés de quelques acheteurs qui détiendraient la matière première, fixeraient le prix et choisiraient « leurs » producteurs. Pur fantasme ? Non, ce sont ces acheteurs qui nous l'ont dit : « la collecte coûte cher parce que les producteurs sont dispersés ; nous allons développer les conversions dans un rayon de X km autour de la laiterie. Le prix sera de « tant » et ne sera pas négociable ». La contrepartie dont bénéficiaient les producteurs conventionnels, l'assurance d'être collectés, était donc d'avance supprimée en bio [...].

À l'automne 1994, nous avons donc formalisé notre engagement pour que la filière lait bio ne soit pas calquée sur la filière conventionnelle en pire, en répondant « non » à ces deux questions :

- Sommes-nous favorables à une limitation de la production de lait bio ?
- Acceptons-nous que les laiteries choisissent les producteurs ?

Et en affirmant ces objectifs partagés et inscrits dans nos statuts :

- Favoriser le développement sans limite de l'agriculture biologique jusqu'à supplanter l'agriculture conventionnelle ;
- Apporter la même valorisation à tous les producteurs de lait bio quels que soient leur situation géographique, leur volume de production, et la situation du marché ;
- Participer à l'organisation d'une filière transparente du producteur au consommateur dans le cadre d'une solidarité planétaire.

Encadré 2: Extrait de (Chiron, 2015)

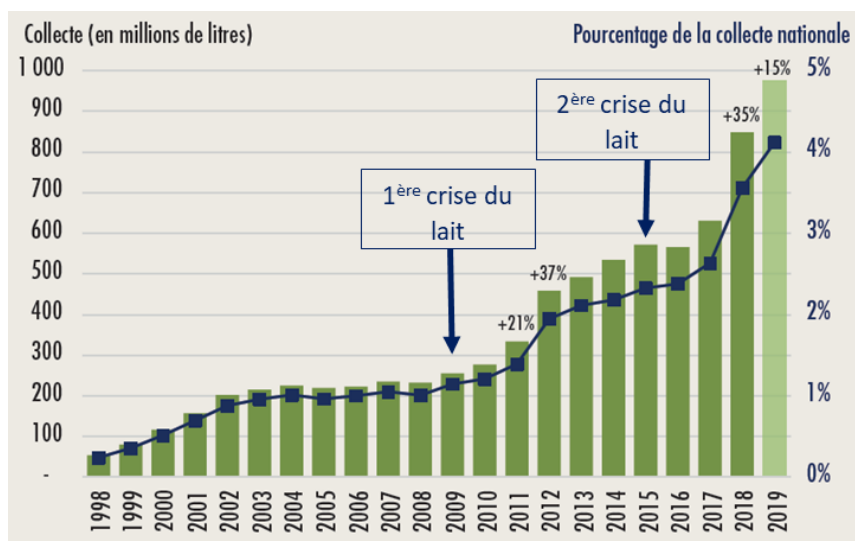


Figure 2: Evolution de la collecte annuelle de lait biologique (Baron, 2020)

Les conversions et la collecte stagnent les années suivantes, entre 2003 et 2008 (Figure 2) et la collecte biologique à cette période-là pèse pour 1% de la collecte nationale. La filière est peu structurée et des déséquilibres entre l'offre et la demande de lait de vache biologique pénalisent les éleveurs dont certains choisissent de revenir à l'agriculture conventionnelle (FranceAgriMer, 2016). La filière lait de vache biologique a ensuite connu un développement par à-coups, au gré des politiques incitatives, des crises du lait conventionnel, et des évolutions de la demande sur le marché. Le contexte de crise économique de grande ampleur (Roullaud, 2010) et l'évolution chaotique du marché du lait conventionnel marqué par la fin de l'encadrement des prix payés aux producteurs par le centre national de l'interprofession laitière (CNIEL) sont à l'origine de la première crise du lait, en 2009. L'agriculture biologique conférant des prix du lait plus stables et rémunérateurs malgré une plus forte saisonnalité des prix (Figure 3) apparaît alors comme une alternative pour de nombreux éleveurs. Le développement de la filière reprend, avec une nouvelle vague de conversions. La part de la collecte biologique atteint 2,5% en 2014. En 2015, la filière laitière conventionnelle connaît une nouvelle dérégulation du marché liée à la fin des quotas laitiers, laquelle entraîne une baisse des prix payés aux producteurs et met à nouveau en péril la compétitivité du secteur laitier français (Perrot et al., 2018a). Cette seconde crise du lait conventionnel couplée avec de nouvelles aides de la PAC pour la conversion et le maintien des exploitations à l'agriculture biologique (Commission Européenne, 2020) provoquent une seconde vague massive de

conversions au cours de l'année 2016 (Baron, 2020). Depuis la taille du cheptel français bovin laitier biologique et les volumes livrés sont en croissance continue (Figure 4).

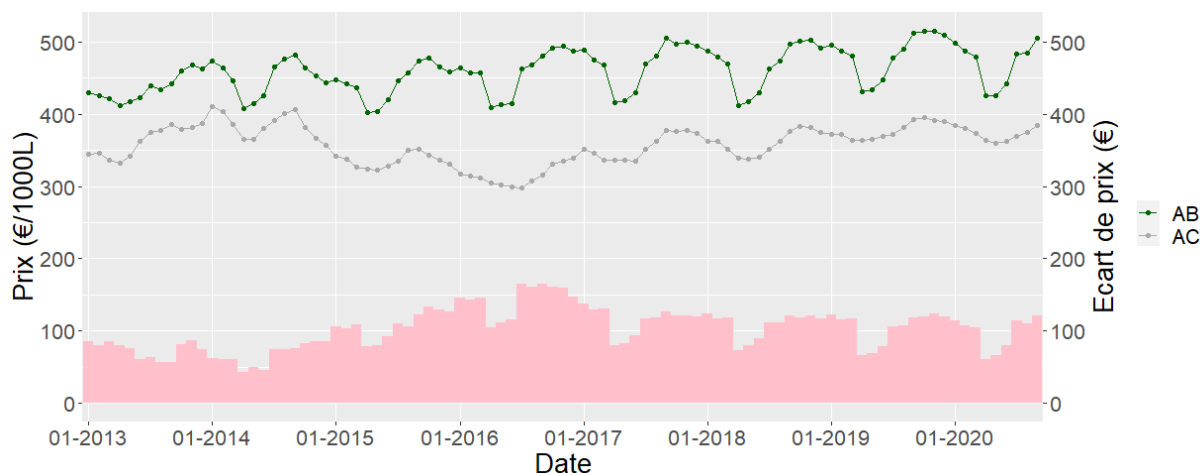


Figure 3: Evolution des prix du lait payé aux producteurs en agriculture biologique (AB) et en agriculture conventionnelle (AC) et écarts de prix (barres roses). Données : enquêtes mensuelles laitières (FranceAgriMer, 2020a)

En 2020, la collecte nationale de lait de vache biologique a dépassé pour la première fois le volume symbolique du milliard de litres sur une année glissante et pèse près de 5% de la collecte nationale de lait.

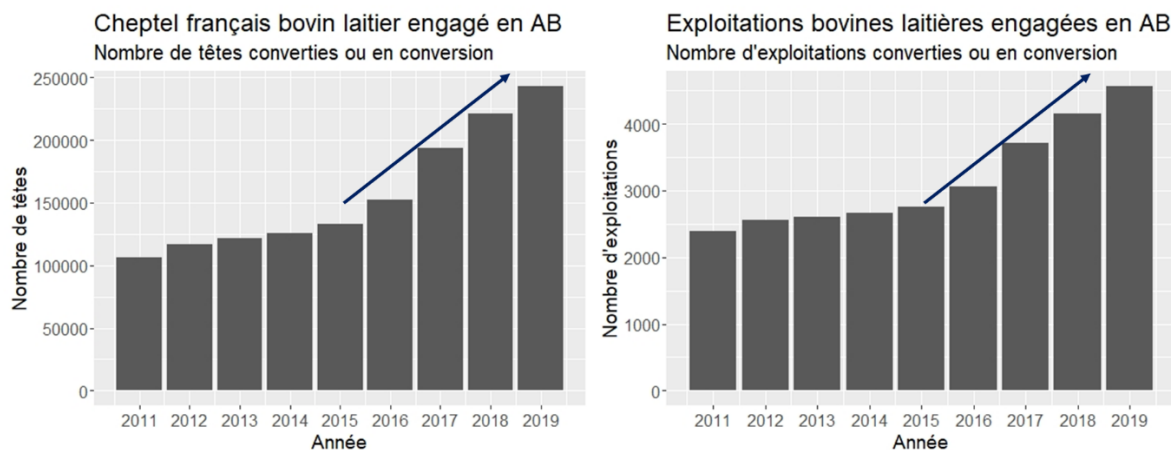


Figure 4: Evolution du cheptel bovin laitier biologique en France et accélération du développement de la filière depuis 2015

En 2020, la production de lait de vache biologique est répartie sur le territoire national dans les principaux bassins laitiers traditionnels. Le nord-ouest de la France, et particulièrement les départements de la Loire-Atlantique (44), de l'île et Vilaine (35) et de la Manche (50),

comporte la plus forte concentration de fermes laitières biologiques du territoire (Figure 5). Suit le Massif Central, particulièrement les départements de la Loire (42), de la Haute Loire (43) et de l'Aveyron (12). Ces deux bassins sont les zones d'études des exploitations bovines laitières biologiques pour mon travail de thèse.

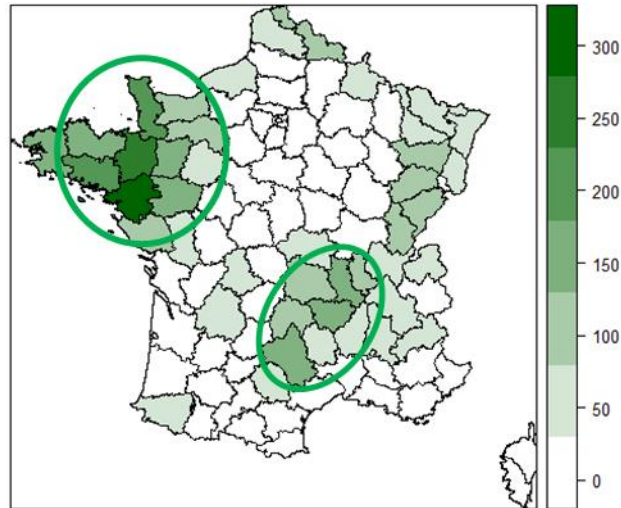


Figure 5: Nombre d'exploitations bovines laitières biologiques par département en 2019 et choix des zones d'étude dans le cadre de la thèse (cercles verts)

La collecte de lait biologique est assurée par 4 principaux opérateurs (Figure 6). Ces opérateurs ont joué un rôle clé dans le développement de la filière, notamment pour motiver les conversions sur certains territoires et répondre aux attentes d'un marché biologique porteur. Par exemple, Sodiaal a été particulièrement active pour inciter ses éleveurs en Bretagne, en Pays de la Loire et dans le Massif Central à une conversion à l'AB à partir de 2015 afin de répondre à l'augmentation de la demande de lait de consommation biologique, et en vue de développer le segment du lait infantile biologique pour l'exportation. Entre 2015 et 2018, Biolait et Sodiaal ont absorbé près de 64% des volumes supplémentaires produits sur le territoire (Baron, 2020).

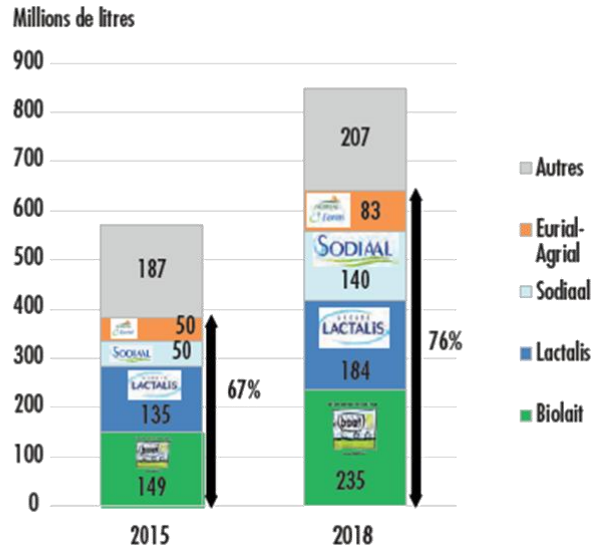


Figure 6: Principaux collecteurs de lait biologique en France. Source : GEB-Institut de l'élevage d'après données publiques des entreprises et enquêtes annuelles laitières dans (Baron, 2020).

L'essor de la filière laitière biologique est également visible dans l'évolution de la consommation de produits laitiers biologiques par les ménages français (Tableau 2). Depuis 2016, les principaux produits laitiers biologiques commercialisés en grandes et moyennes surfaces ont connu une croissance des ventes (en volumes et en valeurs) à deux chiffres. La grande distribution représente le premier circuit de commercialisation pour ces produits. Elle pesait en 2018 pour 82% des parts de marché du lait liquide bio et 62% des parts de marché des autres produits laitiers bio (Baron, 2020).

Tableau 2: Evolution de la consommation de produits laitiers biologique des ménages français entre 2016 et 2019 (%). Source : FranceAgriMer d'après Kantar Worldpanel dans (FranceAgriMer, 2019).

Produit	Quantités achetées (t)	Sommes dépensées (€)
<i>Lait conditionné</i>	-7,9%	-2,7%
<i>Biologique</i>	+22,2%	+24,9%
<i>Non biologique</i>	-10,3%	-5,7%
<i>Crème</i>	+1,1%	+14,3%
<i>Biologique</i>	+78,9%	+83,8%
<i>Non biologique</i>	-0,1%	+12,6%
<i>Beurre</i>	-3,5%	+29,7%
<i>Biologique</i>	+69,9%	+99,7%
<i>Non biologique</i>	-5,9%	+26,5%
<i>Yaourt</i>	-3,3%	+3,2%
<i>Biologique</i>	+56,0%	+63,7%
<i>Non biologique</i>	-5,6%	-0,2%
<i>Desserts lactés frais</i>	-1,4%	+0,3%
<i>Biologique</i>	+86,6%	+91,8%
<i>Non biologique</i>	-2,4%	-1,3%
<i>Fromage frais</i>	-8,1%	-5,5%
<i>Biologique</i>	+61,3%	+57,1%
<i>Non biologique</i>	-9,4%	-7,6%

2.2 Elevages ovins laitiers: une filière biologique en développement concentrée sur un bassin de production

La filière ovine laitière biologique est plus récente que la filière bovine, et elle connaît une dynamique de développement notable depuis 2014 (Figure 7.a). Ce développement est plus régulier, comme illustré par la croissance régulière de la taille du cheptel ovin laitier biologique. Et il semble se faire plus indépendamment des conjonctures économiques ou agricoles que celui de la filière bovine laitière. Aujourd’hui, le lait de brebis biologique pèse pour 9% de la collecte nationale de lait de brebis (Baron, 2020). La dynamique de développement impulsée au cours des dernières années semble se poursuivre avec un engouement particulier de la part des consommateurs à la fois pour les produits à base de lait de brebis mais aussi pour les produits biologiques. La majorité (environ 62%) des élevages ovins laitiers biologiques français transforment le lait en fromage. Pour analyser la dynamique de la filière, il convient donc de distinguer les volumes livrés (livreurs) et les volumes transformés à la ferme (fermiers).

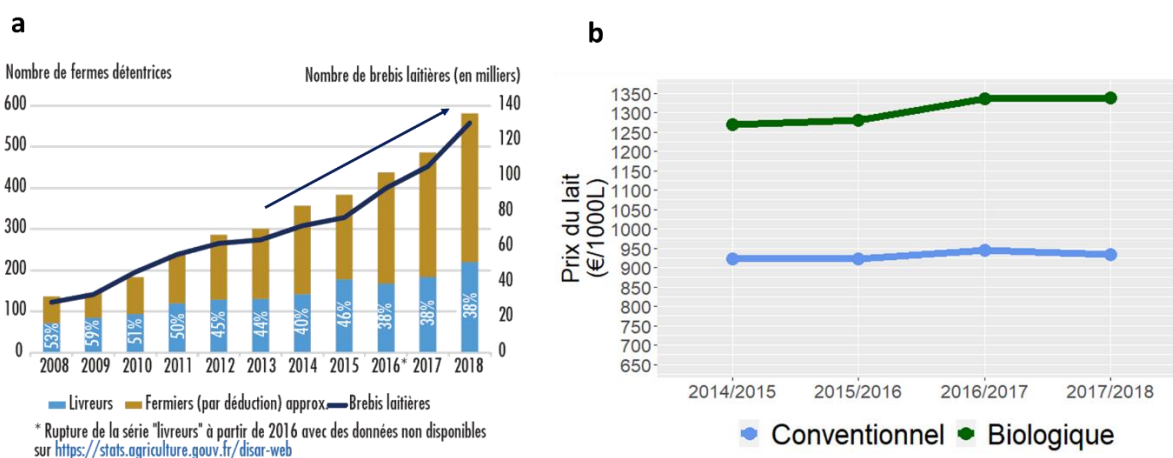


Figure 7: (a) Evolution du nombre d'élevages et de brebis certifiés biologiques, source GEB - Institut de l'Élevage d'après Agence Bio et SSP dans (Baron, 2020) et (b) comparaison de l'évolution du prix du lait de brebis conventionnel et biologique dans le bassin de Roquefort, sources : Agri 'scopie et Bioréférences (2014-2018).

Le petit nombre de fermes livrant du lait de brebis biologique (quelques centaines quand l'effectif se compte en milliers d'exploitations pour la filière bovine) et la récence de la filière rendent difficile l'accès à certaines données. Il est ainsi plus difficile d'avoir accès à l'évolution des prix payés aux producteurs. Les données à disposition concernent essentiellement le principal bassin de production de lait de brebis biologique : le bassin de Roquefort (Figure 7.b).

Les données montrent également des différences notables entre lait biologique et lait conventionnel.

La filière lait de brebis bio est concentrée dans les bassins de production de fromages de brebis AOP : le bassin de production de Roquefort (Aveyron majoritairement, Lozère, Tarn) et le bassin de production Ossau-Iraty (Pyrénées atlantiques majoritairement, Hautes Pyrénées) (Figure 8). La filière et la collecte dans le bassin de Roquefort se structurent autour de l'Interprofession, la Confédération générale des producteurs de lait de brebis et industriels de Roquefort et de la récente coopérative Aveyron Brebis Bio (Hardy, 2020) qui comptait 59 producteurs en 2020. La structuration de la filière sur le bassin de Roquefort se retrouve dans la spécialisation et le dynamisme de ses réseaux de conseil qui mettent en place des projets et des études dédiés à la production ovine laitière biologique (AVEM, 2020; Musset, 2011). Ce bassin est la zone d'étude des exploitations ovines laitières biologiques pour mon travail de thèse.

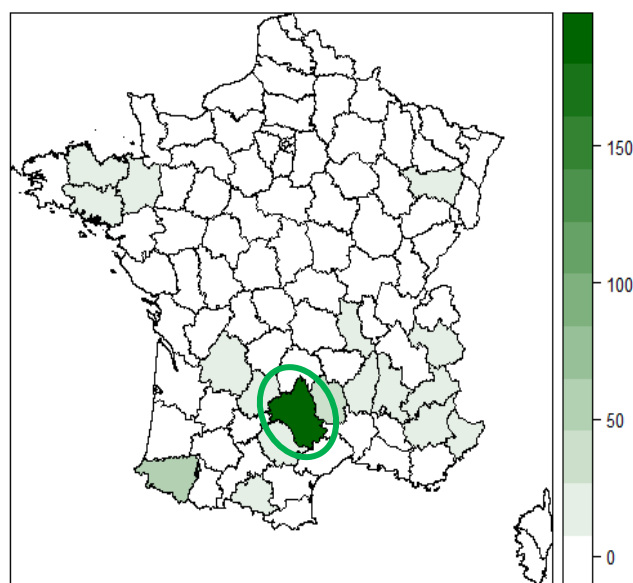


Figure 8: Nombre d'exploitations ovines laitières biologiques par département en 2019 et choix de la zone d'étude dans le cadre de la thèse (cercle vert : département de l'Aveyron) (Agence bio, 2020)

2.3 Les filières et les exploitations bovines et ovines laitières biologiques évoluent dans un contexte risqué

Malgré le contexte de filières dynamiques dans lequel elles évoluent, les exploitations bovines et ovines laitières biologiques sont exposées à un ensemble de risques (Voir encadré 3). Lorsque ces différents risques deviennent effectifs sur les exploitations ils en perturbent le fonctionnement (utilisation du terme "disturbances" dans les articles scientifiques en anglais). L'enjeu est donc de comprendre comment les exploitations gèrent ou s'adaptent (utilisation des termes "face" et "cope with" dans les articles scientifiques en anglais) pour faire face à ces perturbations.

Définition du risque

En 2014 le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a proposé comme définition du risque : la probabilité d'occurrence d'événements ou de tendances dangereux, multipliée par les impacts si ces événements ou tendances se produisent (IPCC, 2014).

$$\text{Risque} = \text{Probabilité} * \text{impact}$$

Le terme « aléa » se rapporte à ces événements ou tendances en tant que phénomènes, manifestations physiques ou activités humaines occasionnant des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement (MSP, 2008). Les aléas pouvant être rencontrés sur les exploitations agricoles sont de différents types et vont conditionner le type du risque (voir ci-dessous).

Dans leur ouvrage dédié à la question du risque en agriculture (*Coping with risk in agriculture*), Hardaker et al. (2004) proposent une typologie selon les sources de risques en agriculture:

Typologie du risque agricole selon sa source

- **Risques liés à la production:** ils proviennent de la nature imprévisible du temps (météo), de l'incertitude quant au rendement des cultures ou du bétail, de l'incidence des parasites et des maladies (e.g. sécheresses, épidémies de maladies animales) ou de dysfonctionnement des outils de production.
- **Risques liés aux marchés:** inhérents principalement à la variabilité des prix qu'il s'agisse des intrants (e.g. aliment du bétail, fertilisants, fuel) ou des produits de la ferme (e.g. prix du lait livré, prix de la viande pour les animaux de réforme etc.)
- **Risques institutionnels:** liés aux changements de politiques pouvant devenir défavorables aux agriculteurs (e.g. évolutions de la politique agricole commune, actions de gouvernements étrangers comme embargos ou non-respect de traités commerciaux)
- **Risques liés aux ressources humaines et aux personnes:** inhérents aux crises de la vie des individus (e.g. divorce, décès, maladie, mésentente entre associés)
- **Risques financiers:** liés au mode de financement de l'exploitation agricole et aux choix de gestion financière. Il existe un ensemble de risques financiers liés à l'endettement et à l'utilisation du crédit (e.g. les hausses inattendues des taux d'intérêt sur les fonds empruntés, manque de disponibilité du financement du prêt lorsque cela est nécessaire, variations du taux d'inflation).

Encadré 3: Définition du risque transposée au contexte agricole et typologie des risques selon leur source

2.3.1 Risques communs aux deux filières

(i) **Risques liés à la production.** Comme une majorité d'exploitations agricoles, les exploitations bovines et ovines laitières impliquent de gérer du vivant (animaux, plantes). Elles sont donc particulièrement exposées aux risques liés à la production agricole en particulier les risques climatiques (Hardaker et al., 2004). Le changement climatique représente un risque majeur pour ces exploitations. Il affecte à la fois les rendements des cultures (Porter et al., 2017) et des prairies (Dellar, 2018) qui sont déterminantes pour l'autonomie alimentaire des exploitations. Les étés de plus en plus chauds et les déficits de précipitation de plus en plus longs compromettent la pousse de l'herbe, comme durant l'été 2020 (Figure 9). Le changement climatique affecte également la productivité et la santé des animaux d'élevage (Escarcha et al., 2018).

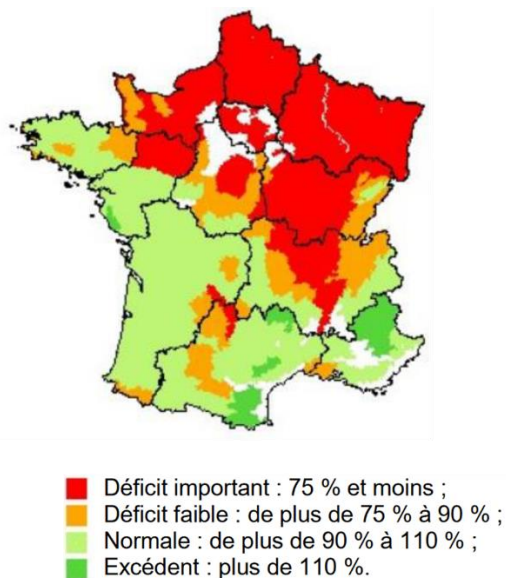


Figure 9: Pousse cumulée de l'herbe au 20 août 2020, indicateur de rendement des prairies permanentes (Isop). A une date donnée, il est égal au rapport entre la pousse cumulée à cette date depuis le début de l'année et la pousse cumulée à la même date calculée sur la période de référence 1989-2018. Source : AGRESTE-ISOP-Météo-France-INRAE dans (CNIEL, 2020a).

(ii) **Risques liés aux marchés.** On observe une tendance à l'augmentation du prix des intrants pour la production laitière, alors que le prix des intrants biologiques est déjà élevé (Escribano, 2018). En 2019 par exemple, alors que la différence entre le prix du lait biologique de vache est environ 1,5 fois supérieur à celui du lait conventionnel, tourteau de soja biologique est 2 à 3 fois plus cher que le tourteau de soja conventionnel (Le Viol, 2019) (Figure 10)

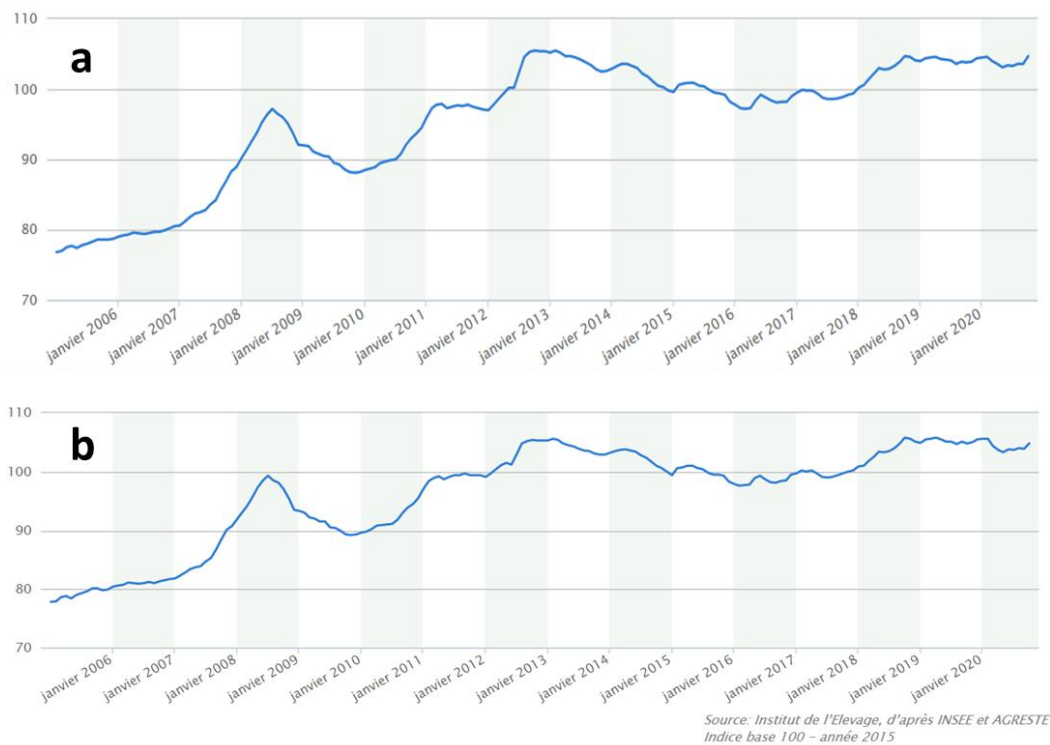


Figure 10: Evolution de l'indice des prix d'achat des moyens de production agricole (IPAMPA) pour (a) le lait de vache et (b) le lait de brebis (IDELE, 2020a)

(iii) **Risques institutionnels.** Les évolutions des subventions allouées aux éleveurs comme les retards de paiements des aides de la politique agricole commune (Sénat, 2019) ou l'arrêt des aides au maintien de l'agriculture biologique (Les Echos, 2017) représentent des risques majeurs pour les exploitations biologiques. En 2018, les subventions représentaient en production laitière un peu plus de 14% du produit courant (Agrest, 2020).

(iv) **Risques liés aux ressources humaines et aux personnes.** Les éleveurs sont particulièrement soumis aux risques liés à la ressource humaine et à leurs conséquences. En élevage laitier, la charge (avec une astreinte quotidienne) et la pénibilité du travail sont particulièrement fortes (Cournut et al., 2018, 2012). Dans

certain cas, le temps alloué aux différentes tâches sur les élevages laitiers biologiques est supérieur à celui des élevages laitiers conventionnels (Reissig et al., 2016). Cette importante charge de travail peut conduire à une mise en tension du fonctionnement des élevages et à un épuisement des éleveurs, parfois concomitants avec des difficultés pour se faire remplacer (e.g. manque de main d'œuvre locale).

(v) **Risques financiers.** En 2017, le poids de l'endettement (frais financiers et remboursements des emprunts à long ou moyen terme) dans l'excédent brut des exploitations bovines laitières était de 44% (Ambiaud et al., 2019). Concernant spécifiquement la production laitière biologique, une étude de la chambre d'agriculture des Pays de la Loire datant de 2019 donne, sur un échantillon de 212 exploitations, un taux moyen d'endettement de 57% (Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2019). Parmi les dettes contractées, le nombre de dettes à court terme semble en augmentation sur les élevages bovins laitiers (IDELE, 2020b). Ces financements à court terme semblent plus faciles à obtenir des créanciers mais leur utilisation peut faire courir le risque à plus long terme d'un affaiblissement de la solidité financière des exploitations (Enjolras and Sanfilippo, 2019). Les dettes à moyen et à long termes diminuent quant à elles la sécurité financière de certains élevages bovins (IDELE, 2020b).

Peu de chiffres sont disponibles pour quantifier spécifiquement le taux d'endettement des élevages ovins laitiers biologiques. Cependant, sur un échantillon de 650 exploitations en région Occitanie (présentant 8% d'exploitations en AB), le taux moyen d'endettement des exploitations ovines laitières était de 42% pour la campagne laitière 2018-2019 (Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées, 2020) et l'endettement à long terme était en progression. L'endettement financier à long terme peut représenter un risque pour les exploitations en diminuant leur sécurité financière. Les dettes à moyen et long terme représentent également un risque pour la transmission des exploitations (Gaté and Latruffe, 2016).

2.3.2 Risques spécifiques à chaque filière

Au-delà de risques pesant communément sur les filières bovines et ovines biologiques, il existe des risques plus spécifique à chaque filière, principalement (i) des risques liés à la production et (ii) des risques liés aux marchés.

(i) Risques spécifiques liés à la production des élevages ovins laitiers biologiques.

En tant que petits ruminants, les ovins sont particulièrement vulnérables aux infections par les nématodes gastro-intestinaux qui peuvent être à l'origine de pertes considérables pour les élevages (diminution de la productivité individuelle, perte d'animaux et en conséquences pertes économiques) (Corwin, 1997). Les traitements préventifs n'étant pas autorisés, et les traitements curatifs étant limités, la maîtrise du parasitisme est un enjeu essentiel en élevage ovin biologique.

Le mouton domestique (*Ovis aries*) est une espèce saisonnière dite de « jours courts ». En conséquence, dans un cycle de reproduction naturelle, la production laitière est saisonnière des mises bas (janvier/février) au tarissement (septembre/octobre). Pour répondre aux besoins du marché et à une consommation régulière de produits à base de lait de brebis, les éleveurs sont parfois incités à faire reproduire leurs troupeaux en « contre-saison ». Le « désaisonnement » permet aux organismes collecteurs de collecter et transformer du lait de brebis toute l'année. Le désaisonnement peut être induit par utilisation d'hormones en agriculture conventionnelle. Cette pratique n'est pas autorisée en agriculture biologique et les éleveurs induisent le désaisonnement par contrôle du photopériodisme (ou désaisonnement lumineux). La saison sexuelle des brebis est décalée par modification du photopériodisme en bergerie. Cette pratique présente des risques, notamment en terme d'autonomie alimentaire des exploitations : pendant la phase d'induction artificielle des jours courts (de janvier à mi-avril), les brebis ne peuvent aller au pâturage et doivent être affouragées en bergerie (IDELE, 2006).

Depuis la fin des années 1990, le loup (*Canis lupus*) recolonise le territoire français (Louvrier et al., 2018). Sa présence peut entrer en conflit avec les activités

d'élevage, notamment en Aveyron sur le plateau du Larzac (La Volonté Paysanne, 2019). Il représente un risque de prédation pour les animaux à la pâture.

(ii) **Risques spécifiques liés aux marchés des élevages bovins laitiers biologiques.**

Les éleveurs bovins laitiers biologiques sont soumis à la variabilité intra-annuelle des prix du lait sur le marché français. Les prix baissent de l'ordre de 15% lors du pic de production printanier, période la plus propice à une alimentation au pâturage (Figure 3). Si, en 2020, la production française est parvenue à s'ajuster à la demande, l'augmentation des volumes livrés et du nombre de conversions en France laisse envisager une potentielle ouverture du lait français au marché européen présentant d'autres filières biologiques dynamiques et compétitives comme en Allemagne, en Autriche ou au Danemark (Blanc and You, 2017). Cette ouverture pourrait générer à terme une dérégulation des prix du marché du lait biologique.

Le lait de vache biologique fait face à une offre particulièrement concurrentielle dans les rayons des grandes surfaces (Baron, 2020), avec des produits présentant des logos attractifs pour les consommateurs de produits biologiques (i.e. produit sain, produit local, respect de l'environnement et de la condition animale etc. (Agence Bio, 2019b)) (Figure 11). De plus, les lait végétaux qui émergent sur le marché (Pinson, 2019) sont mis en avant pour leurs qualités nutritionnelles (Silva et al., 2020) et comme alternative aux produits de l'élevage. Ils représentent une autre source de concurrence pour le lait de vache.



Figure 11: Quelques exemples de logos retrouvés sur des laits concurrençant le lait de vache biologique par la mise en avant de qualités nutritionnelles, environnementales, ou par une distanciation avec des produits issus de l'élevage.

(iii) **Risques spécifiques liés aux marchés des élevages ovins laitiers biologiques.**

Le marché du lait de brebis est quant à lui plus dépendant des politiques gouvernementales et des embargos à l'encontre des fromages français comme ce fut le cas en 2017 avec un embargo chinois sur le Roquefort (Boffet, 2017) ou plus récemment avec les menaces américaines de taxation de fromages français dont le Roquefort (Ladepeche, 2019), en représailles au projet d'instauration de la taxe dite « gafa ». Toutefois, les volumes concernés sont faibles. En 2020, les exportations de Roquefort (biologique et conventionnel) représentaient environ 5% des fabrications de fromage de brebis (FranceAgriMer, 2020b).

Enjeu opérationnel n°1 pour ce travail de thèse :

Les exploitations ovines et bovines laitières biologiques évoluent dans un contexte risqué. Face à la diversité et à la multiplicité de ces risques, un premier enjeu opérationnel pour ce travail de thèse est de mettre en évidence pour et avec les acteurs de terrain (principalement éleveurs, futurs éleveurs, conseillers agricoles) des facteurs permettant de construire la résilience des élevages bovins et ovins laitiers biologiques.

L'histoire de recherche scientifique ayant pour objet d'étude l'agriculture biologique est étroitement liée à l'histoire de l'agriculture biologique elle-même. Comme les premiers défenseurs de l'agriculture biologique ont proposé l'AB en opposition à une agriculture industrielle, les premiers agronomes à s'être intéressés aux systèmes biologiques ont proposé des cadres d'analyse contrastant fortement avec l'usage de leur époque. Dans "expérience Haughley", Balfour (1975, 1943) propose un cadre pour la recherche en agriculture biologique mettant en avant les approches pluridisciplinaires, systémiques et holistiques visant la compréhension du fonctionnement des systèmes agricoles (particulièrement des systèmes de culture) sur le temps long. Ce cadre contraste avec les expériences saisonnières conduites jusqu'alors essentiellement à l'échelle de la parcelle (Stinner, 2007). A partir des années 1970, les travaux de recherche en agriculture biologique commencent aussi à s'intéresser aux systèmes d'élevage. Ils utilisent également l'approche systémique et considèrent l'animal et sa santé comme et dans un ensemble (Lund, 2007).

Encadré 4: La pensée système et les questions de santé aux origines de la recherche scientifique sur l'élevage biologique

Ces différents travaux s'inscrivent peu dans les cadres conceptuels et analytiques proposés par les initiateurs de la recherche sur l'élevage biologique (Encadré 4) en ciblant les performances étudiées ou les sous système d'intérêt au sein de l'exploitation. De plus, les travaux présentant des études longitudinales de suivi des exploitations sur le temps long sont rares.

Les travaux visant spécifiquement la compréhension du fonctionnement des exploitations d'élevages laitiers biologiques sont également récents. L'étude de l'évolution de la vulnérabilité des exploitations bovines laitières durant leur conversion à l'AB par le suivi de variables techniques et économiques a montré l'importance des choix stratégiques des éleveurs et des pratiques agricoles mises en place sur les exploitations (Bouttes et al., 2019). Ce travail a aussi montré la marge de manœuvre des éleveurs lors de la conversion : parmi les 12 exploitations étudiées, celles ayant le plus réduit leur vulnérabilité lors de la conversion étaient au préalable les plus éloignées du modèle de production laitière biologique. L'étude de cette période de conversion à l'agriculture biologique a également montré une amélioration au cours du temps (3 années de suivi) de la satisfaction des éleveurs (Bouttes et

al., 2020) et une réorientation générale des exploitations en conversion vers des systèmes plus herbagers, autonomes et économes. Ces travaux ont également mis en évidence une augmentation de la capacité d'adaptation sur les fermes, permise par la conversion à l'agriculture biologique (Bouttes et al., 2018a).

Si la période de conversion en élevage bovin laitier biologique a été étudiée sous différents angles, les motivations, les choix de pratiques ou des stratégies de gestion des exploitations 5, 10, 15 ans et plus après cette période charnière sont peu connus. On constate par exemple que, depuis 2010, la taille moyenne des élevages français convertis ou en conversion a eu tendance à s'agrandir (en nombre de tête) et que leur productivité (en volume de lait bio livré par exploitation) a eu tendance à augmenter (Baron, 2020). Au-delà de ce constat de tendances d'évolution à partir de moyennes, peu de travaux existent pour analyser ces évolutions et comprendre les stratégies de gestion sous-jacentes.

Comme pour les autres systèmes d'élevage, une majorité des travaux s'attachant à la compréhension des systèmes ovins laitiers biologique ont visé à en évaluer les performances zootechniques (Malissiova et al., 2015; Toro-Mujica et al., 2012, 2011), économiques (Tzouramani 2011, Toro-Mujica et al. 2015), environnementales (Toro-Mujica et al., 2014). Cependant, ces travaux ont majoritairement été conduit à partir de cas d'étude en Espagne et en Grèce, pays européens livrant le plus de lait de brebis (Eurostat, 2018), sur des territoires ou le contexte pour la filière ovine laitière biologique est très différent de celui rencontré en Aveyron. En Grèce par exemple, la prime de prix pour le lait biologique est extrêmement faible, et de nombreux agriculteurs vendent leur lait de brebis biologique à un prix équivalent à celui du lait conventionnel (Tzouramani et al., 2011). En Espagne, le marché ovin laitier biologique est peu structuré ce qui entraine une faible rentabilité des élevages (e.g. difficultés pour organiser une collecte optimisée du lait), malgré la forte valeur ajoutée des productions (Toro-Mujica et al., 2011). Peu d'études sont disponibles pour connaître les évolutions et le fonctionnement des exploitations ovines laitières biologiques en France.

Enjeu scientifique n°1 pour ce travail de thèse :

Produire des connaissances sur les trajectoires d'exploitation des élevages bovins laitiers ayant suffisamment de recul (i.e. 5 ans ou plus) avec la production sous le cahier des charges de l'AB.

Produire des connaissances sur les trajectoires d'exploitation des élevages ovins laitiers biologiques en France, dans le bassin de Roquefort, 5 ans ou plus après leur conversion à l'AB.

3 La résilience des exploitations : une clé pour faire face aux perturbations

3.1 Résilience : des systèmes écologiques aux exploitations agricoles

3.1.1 *Résilience des systèmes écologiques*

En 1973, Holling définit pour la première fois la résilience des systèmes écologiques comme leur capacité à persister au cours du temps en absorbant des changements et perturbations (modifications de la valeur de variables déterminantes de l'équilibre des écosystèmes telles que les conditions climatiques). Holling oppose au concept de résilience celui de stabilité. Selon lui, la stabilité représente la capacité d'un système à revenir à un état d'équilibre après une perturbation temporaire ; plus il revient rapidement à cet état d'équilibre et moins il fluctue, plus il est stable. Par opposition, un système écologique résilient peut subir de fortes fluctuations et perdurer, c'est-à-dire faire face aux perturbations à l'origine de ces fortes fluctuations. A l'issue de cette ou de ces perturbation.s, le système écologique peut se trouver dans un état d'équilibre très différent de l'état d'équilibre initial. L'auteur illustre cette idée à travers l'exemple de populations d'insectes évoluant dans des zones climatiques extrêmes. Ces populations fluctuent grandement après différents événements climatiques mais persistent au cours du temps (i.e. l'état d'équilibre de la population avant l'évènement climatique est fondamentalement différent de celui après l'évènement climatique). Dans ce contexte, la résilience (ou son absence/son manque) d'un écosystème est rendue visible par la persistance (ou l'extinction) des espèces au cours du temps au gré des perturbations rencontrées. D'importantes contributions scientifiques ont été apportées à cette première définition et ont permis d'élargir progressivement son champ d'application aux systèmes socio-écologiques (Walker et al., 2004).

3.1.2 *Résilience des systèmes socio-écologiques*

Parmi les nombreuses définitions trouvées dans la littérature pour 'système socio-écologique' (SSE), nous pouvons retenir celle proposée dans Bouamrane et al. (2016) directement inspirée de Folke (2006) et de Ostrom (2009) comme une imbrication à différentes échelles de systèmes sociaux (i.e. humains) et écologiques (i.e. naturels) liés et interdépendants. Ces imbrications et les interdépendances rendent la résilience des SSE particulièrement complexe à étudier, les changements et perturbations pouvant affecter les SSE aux différentes échelles de manière directe ou indirecte.

La définition de la résilience des SSE la plus communément admise a été édictée par la Resilience Alliance² (Encadré 5). Elle est utilisée comme socle pour ce travail. Elle fait écho à la notion de persistance originellement proposée par Holling à travers la notion de conservation des fonctions essentielles:

Résilience des systèmes socio-écologiques

« Capacité d'un système à absorber une perturbation et à se réorganiser en intégrant cette perturbation, tout en conservant essentiellement la même fonction, la même structure, la même identité et les mêmes capacités de réaction »

Appliquée aux élevages laitiers biologiques dans le cadre de ce travail, l'identité des exploitations se caractérise comme celle d'une unité de production.

Encadré 5: Définition usuelle de la résilience des systèmes socio-écologiques dans la lignée des travaux de Holling, publiée pour la première fois dans Ecology and society, revue de la résilience alliance (Walker et al., 2004)

Cette définition amène à étudier particulièrement les capacités d'adaptation, de transformation, d'apprentissage et d'innovation des SSE pour comprendre ce qui leur permet de faire face aux perturbations (Folke, 2006) au cours du temps. En ce sens, la résilience des SSE est un concept dynamique (Folke, 2016) dont l'étude doit prendre en compte la dimension temporelle. La métaphore du cycle adaptatif proposé dans Gunderson and Holling (2012) propose de découper dans le temps le comportement des systèmes pour décrire la résilience (Figure 13). Les SSE passent ainsi par les différentes phases du cycle : croissance et exploitation (r); équilibre et conservation (K); crise et destruction créative (Ω); réorientation (X) ou réorganisation (α) (Fath et al., 2015) pour faire face.

² Réseau interdisciplinaire de scientifiques et de praticiens qui analysent la dynamique intégrée des personnes et de la nature dans une perspective de système socio-écologique (Resilience Alliance, 2020)

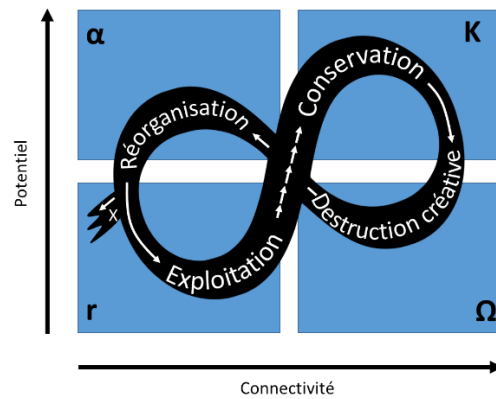


Figure 13: Les différentes phases du cycle adaptatif, traduite dans Longépée (2015). Les flèches indiquent la vitesse d'évolution de chaque phase : les flèches courtes et rapprochées marquent une évolution lente, les flèches longues reflètent une évolution rapide. Le (X) représente la sortie du système vers un système dégradé c'est-à-dire moins productif et moins organisé en raison du peu de potentiel et de connectivité.

Pour passer de la description métaphorique à une mesure de la résilience des SSE, Carpenter et al. (2001) posent une base méthodologique. Pour évaluer la résilience d'un SSE, il faut préciser les configurations du système (**résilience de quoi ?**) et les perturbations considérées (**résilience à quoi ?**).

autres. L'éleveur, par ses choix de gestion va également pouvoir agir directement sur ces systèmes en interaction, en fonction des objectifs à atteindre. Il joue ainsi un rôle clé dans les systèmes adaptatifs complexes que sont les exploitations agricoles (Darnhofer, 2010). Cependant, ces SSE particuliers évoluent dans un contexte risqué et incertain (ensemble des risques liés à la production, liés au marché, institutionnels, liés aux ressources humaines et aux personnes, financiers). Le concept de résilience apparaît alors comme une clé pour comprendre comment les exploitations font face aux perturbations et pour répondre à l'enjeu opérationnel n°1 de ce travail de thèse.

La littérature au sujet de la résilience des exploitations agricoles est récente et de plus en plus fournie (Figure 15a).

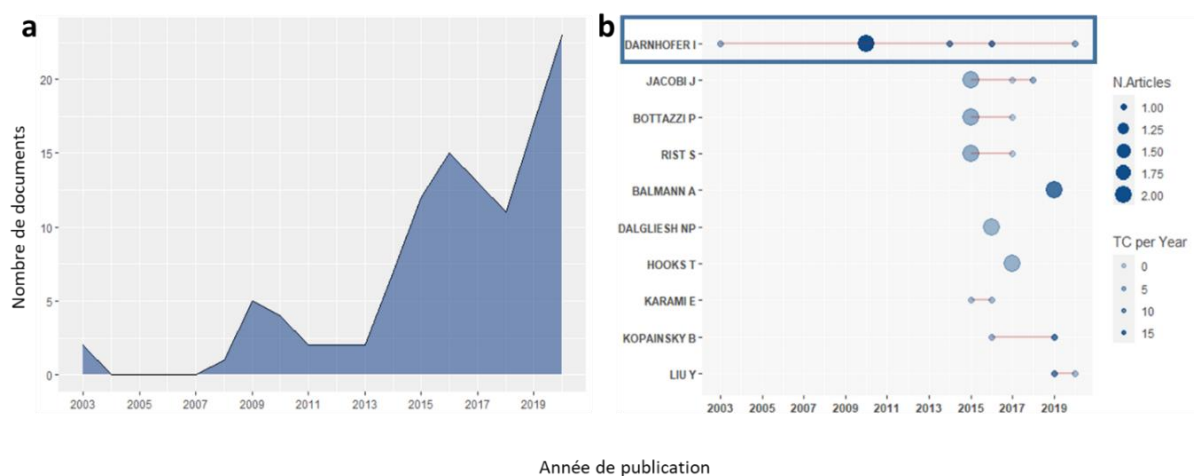


Figure 15: (a) Evolution du nombre de publications scientifiques traitant de la résilience des exploitations agricoles (b) Classement des auteurs ayant le plus produit (N.Articles) ou ayant été le plus cités (TC pour 'total citations' per year). Illustration par le package R 'bibliometrix' pour la recherche de publications scientifiques sur Web of Sciences ("Resilience" AND "Farm" dans le titre des documents de la base, tous types de documents confondus. 118 documents au total au 15/12/2020).

Dans '*Resilience and why it matters for farm management*' (Darnhofer, 2014), l'auteure (Figure 15b) propose un cadre pour comprendre comment exploitations agricoles font face aux perturbations, qu'il s'agisse de perturbations soudaines et imprévisibles ou de changements s'installant sur le temps plus long. Elle met principalement en avant 3 capacités qui, pouvant s'imbriquer, construisent la résilience des exploitations:

- Capacité tampon : c'est la capacité d'une exploitation à absorber une perturbation sans devoir subir un changement de structure ou de fonction. La perturbation (hausse des prix des intrants, baisse soudaine et occasionnelle du prix du lait, sécheresse,

panne etc.) est surmontée sans changements substantiels dans l'exploitation. Les éleveurs 'font face' en mobilisant les ressources disponibles sur l'exploitation et celles-ci sont suffisantes.

- Capacité d'adaptation : c'est la capacité d'un système à s'adapter face à l'évolution des facteurs externes et des processus internes tout en assurant le développement et le maintien des fonctions du système (Folke et al., 2010). La capacité d'adaptation est fortement liée aux individus au cœur du système, à leur aptitude à identifier les problèmes, à établir des priorités, à mobiliser les ressources et à combiner expériences et connaissances. Les changements mis en place sont qualifiés de changements adaptatifs. Ils ne remettent pas en question les grandes stratégies de développement de l'exploitation mais sont nécessaires pour 'faire face'.
- Capacité de transformation : capacité de mise en œuvre des changements radicaux, permettant une restructuration du système d'exploitation. Pour 'faire face', les éleveurs mettent en place une transition vers un nouveau système, avec de nouvelles règles, ce qui requiert parfois l'acquisition de nouvelles compétences. La conduite de l'exploitation après transformation est radicalement différente de la conduite avant transformation. Les produits de l'exploitation peuvent changer et les pratiques et méthodes de travail être profondément modifiées.

Quelle.s que soi.en.t la ou les capacités sollicitées pour faire face, y compris après une transformation, une exploitation résiliente reste essentiellement la même (i.e. conserve essentiellement son identité, ses fonctions de production de matière première agricole et de services écosystémiques, sa ou ses structures, ses capacités de rétroaction) après perturbation.

Pour aller au-delà du cadre conceptuel, le projet de recherche SURE Farm (SURE-Farm, 2021) propose un cadre pour l'évaluation de la résilience des exploitations agricoles (Figure 16). Les trois premières cases délimitent l'objet de recherche: résilience de quoi (i.e. un système agricole au sens large), à quoi (i.e. les perturbations) et dans quel but (i.e. afin de préserver quelles fonctions attendues). Les cases suivantes définissent des capacités de résilience qui sont utilisées pour décrire la dynamique des fonctions attendues et proposent des propriétés de la résilience i.e. des propriétés du système facilement observables ou mesurables et qui supportent au moins une des capacités de la résilience.

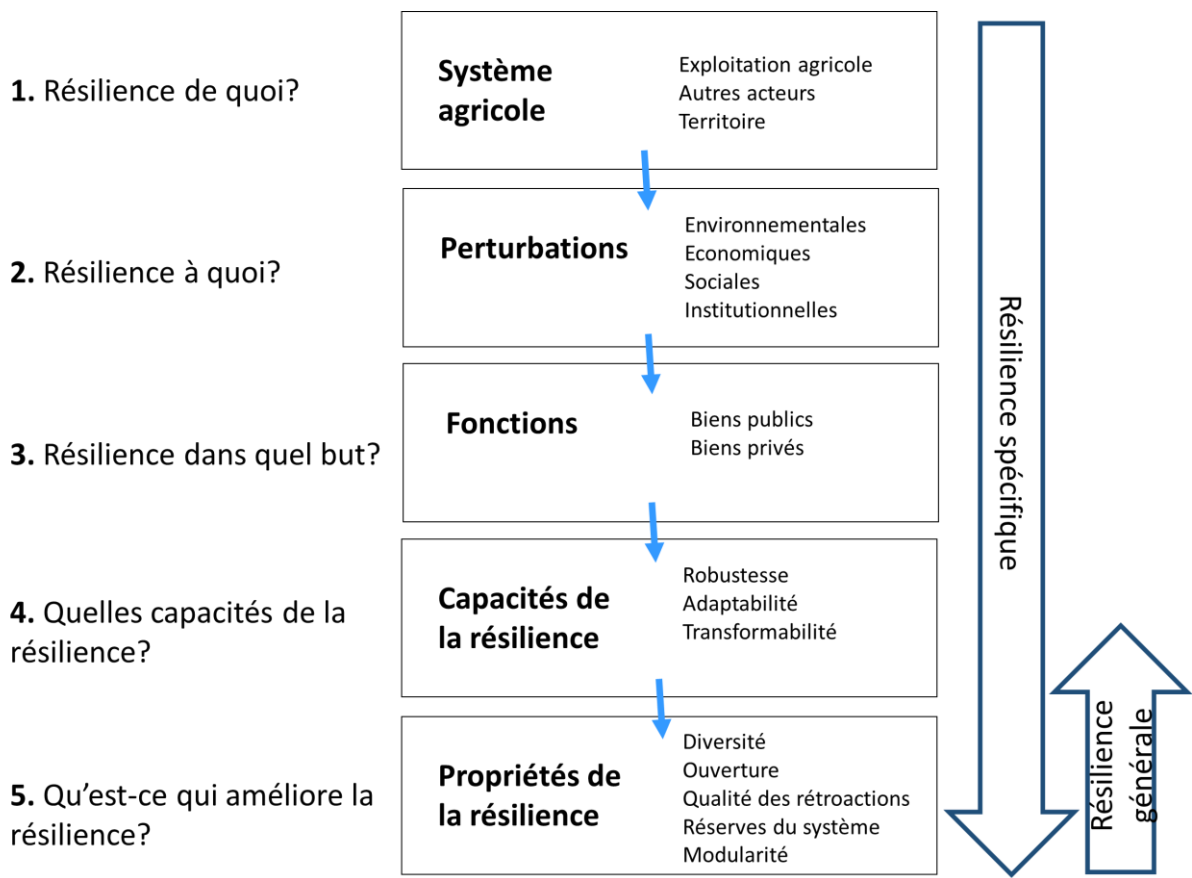


Figure 16: Cadre pour l'évaluation de la résilience des systèmes agricoles. Traduit de Meuwissen et al. (2019)

3.2 Evaluations de la résilience des exploitations agricoles

Malgré la définition de ce cadre, la résilience n'est pas une propriété observable directement (Carpenter et al., 2001). Elle demeure un concept abstrait (Cumming et al., 2005) et complexe, ce qui la rend particulièrement difficile à opérationnaliser ou à évaluer (Quinlan et al., 2016). La transposition du concept de résilience aux exploitations agricoles nécessite une compréhension globale de leur fonctionnement dans une approche systémique (Darnhofer et al., 2012) par la prise en compte de multiples dimensions (notamment agronomiques, économiques, sociales, zootechniques) et la mesure d'indicateurs de natures diverses. Les approches interdisciplinaires apparaissent en ce sens particulièrement utiles (Darnhofer et al., 2010b; Linstädter et al., 2016).

Différents travaux se sont attachés à répondre au besoin d'opérationnalisation (Darnhofer et al., 2010b) du concept de résilience et de traduction de la théorie en outils d'aide à la mesure et à la prise de décision (Quinlan et al., 2016). Les approches varient (approches qualitatives, quantitatives, mixtes) et empruntent à différentes disciplines (principalement agronomie, agronomie système, sciences de gestion).

Au-delà de la seule disjonction entre évaluations quantitatives (3.2.1) et qualitatives (3.2.2), il convient aussi de distinguer les travaux qui évaluent la résilience selon les performances des travaux qui l'évaluent en fonction de principes prédéfinis (Dardonville, 2021).

3.2.1 Evaluations quantitatives de la résilience des exploitations

Un ensemble prépondérant de publications s'attache à évaluer la résilience sur les exploitations par des approches quantitatives (mesures d'indicateurs, méthodes statistiques, économétrie, modélisation etc.) pour identifier des modèles types d'exploitation résilientes et des facteurs de résilience (Dardonville, 2021). Ces approches quantitatives opérationnalisent généralement la résilience à travers certaines dimensions centrales du système étudié telles que les performances économiques ou environnementales (Kuhmonen, 2020). La dimension dynamique du concept de résilience y est difficile à prendre en considération (Quinlan et al., 2016). Parmi les travaux comportant des approches dynamiques ou semi-dynamiques, l'utilisation de l'évolution des rendements pour quantifier la résilience est particulièrement fréquente (Dardonville et al., 2020a). L'évaluation se concentre généralement sur un sous-système de l'exploitation (e.g. les rendements de parcelles

cultivées (Li et al., 2019) ou de prairies (Prieto et al. 2015)), et n'en permet pas une compréhension plus globale. De plus, les résultats de ce type de travaux parfois conduits en station sont difficiles à extrapoler dans les exploitations, sur le terrain. Ils étudient souvent la résilience à un type précis de perturbations (particulièrement la résilience au changement climatique), quand les agriculteurs sont confrontés à une diversité de perturbations. En ce qui concerne les systèmes d'élevage, l'évaluation dynamique de la résilience est rarement explorée.

D'autres travaux mesurent la résilience en agriculture en modélisant puis en simulant l'évolution d'indicateurs (e.g. d'indicateurs économiques (rentabilité) et d'indicateurs de qualité du sol (matière organique du sol, balance d'azote) (Groot et al. 2016)). Ces travaux mettent en évidence des difficultés dans l'appréhension de la dimension dynamique du concept de résilience car une majorité de modèles existant pour les différents types d'exploitations sont statiques (Janssen and van Ittersum, 2007; Szymczak et al., 2020).

Qu'il s'agisse de modélisation ou de mesure, les approches quantitatives de la résilience nécessitent de simplifier les systèmes étudiés (Quinlan et al., 2016). Les variables sont sélectionnées pour leur intérêt (souvent directement ou indirectement économique) et les chercheurs sont amenés à faire des compromis. Cette simplification pointe une autre limite des évaluations quantitatives : elles compromettent une perspective holistique et systémique non seulement dans la compréhension du fonctionnement des exploitations mais aussi dans la compréhension de leur résilience.

Les évaluations quantitatives de la résilience sont souvent utilisées pour effectuer des comparaisons entre systèmes (e.g. Prieto et al., (2015) comparent des prairies mono-spécifiques à des prairies pluri-spécifiques à travers leur résilience à la sécheresse) et quantifier dans quelle mesure un système est plus résilient qu'un autre. L'analyse de ce qui favorise cette résilience est au mieux limitée à un ou quelques facteurs (par ex. la diversité spécifique dans Prieto et al., (2015)). Aussi, d'un point de vue agronomique, la compréhension des facteurs de résilience est souvent insuffisante, ainsi que la déclinaison de ces facteurs en pratiques agricoles transposables au terrain.

3.2.2 *Evaluations qualitatives de la résilience des exploitations*

Un autre ensemble de travaux vise à caractériser la résilience par des approches plus qualitatives et considère que la résilience de l'exploitation agricole n'est pas plus liée aux propriétés biologiques des cultures et des animaux, à la structure de l'exploitation ou aux caractéristiques physiques de l'exploitation qu'à la capacité de l'agriculteur à anticiper, à raisonner des stratégies d'adaptations, à donner un sens à la complexité dynamique de l'agriculture 'en train de se faire' (Darnhofer et al., 2016). Certains de ces travaux proposent, plutôt que des indicateurs ou des mesures, des principes utilisables comme des guides pour construire la résilience des exploitations (Darnhofer et al., 2010b). Dans 'Strategies of Family Farms to Strengthen their Resilience' la résilience est abordée à travers la perception de 19 agriculteurs des changements et des facteurs qui permettent à leurs exploitations (polyculture élevage) de perdurer. Ce travail a permis de mettre en évidence un premier ensemble de principes, repris et agrémentés par des travaux postérieurs.

- i. Apprendre à vivre dans un contexte changeant et incertain. L'agriculteur ou l'éleveur, au centre du fonctionnement de l'exploitation, prend les décisions pour faire face aux perturbations. Cette règle fait écho à la nécessaire capacité d'adaptation des individus et des systèmes (Bouttes et al., 2018a; Darnhofer et al., 2010a; Gallopín, 2006)
- ii. Nourrir la diversité et ses formes variées. La diversité sur les exploitations agricoles peut prendre des formes variées : diversité des ateliers (livraison de lait en circuit long, production de viande, transformations à la ferme, accueil, production d'énergie, etc.), biodiversité associée, diversité au sein des cultures (rotations longues et complexes, diversité de variétés et/ou d'espèces dans un même semis), diversité spécifique et génétique des animaux, diversité des travailleurs (genre, âge, origine et formation etc.) et des sources de revenus. (Dumont et al., 2020; Frison et al., 2011; Leslie and McCabe, 2013; Lin, 2011). Selon le niveau auquel elle est instaurée (parcelle, troupeau, activités de l'exploitation), la diversité renforce les différentes capacités de la résilience : capacité tampon, capacité d'adaptation, capacité de transformation.
- iii. Combiner différents types de connaissances et expériences. Les temps d'échanges entre agriculteurs, éventuellement en collaboration avec des

conseillers agricoles et/ou des chercheurs, sur les expérimentations et tests de nouvelles pratiques facilitent l'apprentissage, l'adaptation et apparaissent en cela comme un bon outil pour renforcer la résilience des exploitations (Kummer et al., 2012).

- iv. Créer des opportunités pour l'auto-organisation et croiser les échelles. Pour les agriculteurs, la résilience passe parfois par le recherche d'autonomie (le fonctionnement de l'exploitation reposant au maximum sur ses propres ressources), de bouclage des flux d'éléments minéraux et de synergies entre les différents sous-systèmes de l'exploitation (cultures, animaux) et entre l'exploitation et son environnement (autres exploitations, ressources naturelles) (Darnhofer et al., 2016).

D'autres travaux proposent des indicateurs qualitatifs à partir de principes à considérer à priori pour évaluer la résilience. Cabell and Oelofse (2012) proposent ainsi 13 indicateurs permettant de qualifier la résilience des SSE dans le domaine de l'agriculture: le niveau d'auto-organisation sociale, le niveau d'autorégulation écologique, le niveau de connexion (qualité et quantité) entre les différents sous-systèmes, les niveaux de diversité et de redondance, l'hétérogénéité spatiale et temporelle, l'exposition aux perturbations, l'intégration au capital naturel local, le niveau d'apprentissage collaboratif et partagé, le niveau d'autonomie et d'interdépendances locales, les liens au patrimoine, le potentiel pour développer du capital humain, le niveau de rentabilité. Ce cadre d'analyse a été appliqué dans différents travaux pour évaluer la résilience des SSE (e.g. Jacobi et al. 2015, Darijani et al. 2019) et a servi de base pour des évaluations mixant approches qualitatives et quantitatives. L'outil SHARP (self-evaluation and holistic assessment of climate resilience of farmers and pastoralists) (Diserens et al., 2018) également développé à partir du cadre de Cabell and Oelofse (2012) propose une évaluation de la résilience spécifique des exploitations au changement climatique.

Les résultats des approches qualitatives fournissent donc un ensemble de principes prédéfinis pour construire la résilience des exploitations agricoles. Toutefois ces études développent peu les modalités concrètes de mise en place de ces principes sur les exploitations (en termes de pratiques agricoles par exemple). De plus, les études sont conduites sur des échantillons de taille restreinte et pour des systèmes agricoles particuliers, ce qui rend les résultats difficiles à généraliser (Kuhmonen, 2020). Ces travaux consistent souvent en une approche 'statique'

de la résilience. Ils intègrent les perceptions des acteurs concernés mais l'évaluation est faite à un instant t, ne permettant pas de considérer la résilience dans sa dimension dynamique.

Les travaux qui évaluent la résilience selon les performances sont souvent basés sur des approches quantitatives. Le maintien ou l'amélioration des performances (e.g. des rendements) malgré les perturbations (e.g. sécheresse) atteste de la résilience du système (e.g. Gaudin et al. 2015, Matsushita et al. 2016). Les travaux qui évaluent la résilience à partir de principes prédéfinis utilisent des indicateurs issus de la littérature (particulièrement le cadre d'indicateurs proposé dans Cabell and Oelofse (2012)) dans des approches souvent à la fois qualitatives et quantitatives. L'outil SHARP (Diserens et al., 2018) rentre par exemple dans cette catégorie de travaux : la résilience des agrosystèmes est qualifiée et quantifiée au regard d'indicateurs précisément prédéfinis dans la littérature.

3.2.3 Evaluations de la résilience subjective

Les études où la résilience est définie et évaluée de manière objective sont nombreuses. C'est par exemple le cas du module RIMA (Resilience Index Measurement Analysis) développé par la FAO (United Nations Food and Agriculture Organization). La résilience y est définie par l'institution (la FAO) comme "la capacité d'un ménage à rebondir après un choc, en retrouvant un niveau de bien-être antérieur (par exemple en termes de sécurité alimentaire)" (Wojtkowiak and Nyakairu, 2016). Elle y est évaluée par un ensemble de variables quantitatives liées à la sécurité alimentaire des ménages. Ces évaluations quantitatives sollicitent peu le jugement et la subjectivité des individus au cœur de ces systèmes.

Les études pour lesquelles la résilience est définie et/ou évaluée de manière subjective sont rares (figure 17). Jones and Tanner (2017), Jones (2019), Jones and d'Errico (2019) mettent en avant la nécessité de développer une approche de la résilience des SSE accordant plus d'importance à cette subjectivité. Les approches subjectives sont, selon eux, complémentaires des approches objectives en ce sens qu'elles permettent de mieux intégrer les contextes propres à chaque SSE et les aspirations et valeurs des acteurs au sein de ces SSE pour mettre en évidence ce qui contribue à leur résilience. Pour caractériser la manière dont la subjectivité s'intègre dans l'étude de la résilience des SSE, Jones (2019) distingue les travaux où la résilience est objectivement définie et/ou objectivement évaluée par les chercheurs des travaux où elle est subjectivement définie et/ou subjectivement évaluée par les acteurs.

Les agriculteurs jouent un rôle central dans le fonctionnement des exploitations agricoles comme SSE. Leur subjectivité est primordiale dans la compréhension de la résilience des exploitations qui dépend de la capacité de l'agriculteur à comprendre les options disponibles et à faire face à l'incertitude en expérimentant, en apprenant, en s'engageant dans des réseaux, en collaborant etc. (Darnhofer et al., 2016). Comme pour l'étude des SSE en général, et malgré les recommandations faites par différents auteurs, peu d'études de la résilience des exploitations prennent en compte cette part importante de subjectivité.

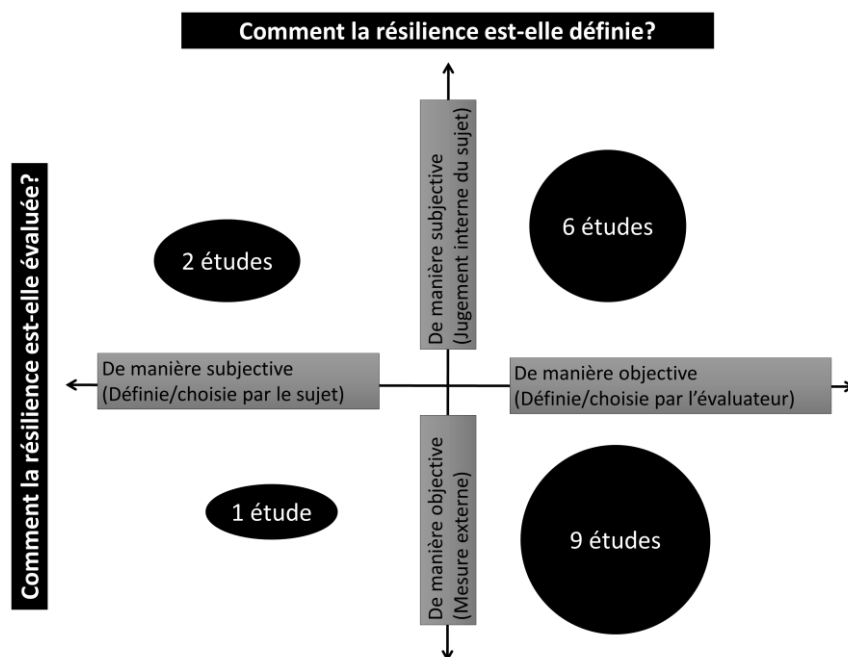


Figure 17: Principales évaluations de la résilience des systèmes sociaux écologiques placées sur un continuum objectivité-subjectivité et mise en évidence du manque de considération de la dimension subjective. Traduit et adapté de (Jones, 2019).

3.2.4 Place du travail dans les évaluations de la résilience des exploitations

Lyon and Parkins (2013) soulignent que les évaluations de la résilience des SSE sont peu tournées vers les acteurs principaux de ces systèmes (dimension sociale du système socio-écologique) qui pourtant mettent en place des processus permettant de construire la résilience. C'est particulièrement le cas pour les évaluations de la résilience des exploitations agricoles qui prennent peu en considération les stratégies d'organisation du travail pour construire des systèmes résilients. Dans Darnhofer et al. (2016) les auteurs mettent l'accent

sur la nécessité de s'intéresser à l'agriculture 'en train de se faire' ('farming' rather than 'farm' en anglais) pour comprendre les dynamiques et relations en place au sein du système et pour en appréhender la résilience. C'est justement la compréhension des choix d'organisation du travail au quotidien et à l'échelle de l'année qui vont permettre de comprendre les attitudes, les stratégies et les adaptations permettant de faire face aux aléas. Cette compréhension est d'autant plus importante sur des systèmes d'élevage particulièrement contraints par l'astreinte.

La méthode bilan de travail (Dedieu et al., 1999) a été appliquée à de nombreuses exploitations en France et dans le monde (Cournut et al., 2018, 2012; Dedieu and Serviere, 2012). En distinguant le travail d'astreinte (e.g soins aux animaux), le travail de saison (e.g. travaux des champs) et le travail rendu (e.g. entraide entre agriculteurs), cette méthode permet par exemple de calculer des indicateurs de temps et de flexibilité du travail (tel que le temps disponible calculé). Cette quantification permet par exemple de mesurer la marge de temps disponible pour faire face et s'adapter en élevage (Hostiou and Dedieu, 2012; Madelrieux and Dedieu, 2008). La méthode ne permet cependant pas de clarifier le point de vue qu'ont les éleveurs sur leur propre travail et considère peu le bien-être et la satisfaction au travail (Cournut et al., 2018). De plus, il existe différentes façons de travailler en élevage, qu'il s'agisse de l'organisation du travail quotidien ou de l'organisation de travaux plus occasionnels. Différentes organisations et combinaisons d'organisations sont possibles pour augmenter le bien-être et la satisfaction au quotidien. Armitage et al. (2012) mettent en évidence les liens entre bien-être et résilience au sein des SSE. Considérer la dimension travail et son organisation apparaît en ce sens majeur pour comprendre la construction de la résilience en élevage.

Les travaux sur l'évaluation de la résilience des exploitations présentent donc des limites :

(i) Ils n'intègrent pas toujours la temporalité nécessaire pour comprendre la construction de la résilience, et particulièrement la résilience générale, comme concept dynamique qui doit être appréhendé sur le temps long.

(ii) Ils s'attachent souvent à la compréhension de la résilience spécifique à une perturbation donnée, et aux perturbations induites par le changement climatique en particulier.

(iii) Ils présentent rarement des approches systémiques et intégrant la composante sociale des exploitations agricoles. En conséquence, les évaluations de la résilience subjective des exploitations agricoles sont rares.

(v) Ils ne lient pas directement la question de la résilience à celle de l'organisation du travail sur les élevages, pourtant primordiale pour comprendre comment les éleveurs 'font face'.

Enjeu scientifique n°3 pour ce travail de thèse :

Proposer une méthode intégrée d'évaluation de la résilience générale intégrant à la fois les dimensions holistiques et dynamiques du concept et considérant la subjectivité des éleveurs.

Enjeu scientifique n°4 pour ce travail de thèse :

Intégrer la question du travail dans l'étude de la résilience des élevages laitiers.

4 Problématique

Les enjeux opérationnels et scientifiques font émerger les questions suivantes au cœur de ce travail de thèse :

Quels sont les facteurs de la résilience* des exploitations laitières biologiques et comment les caractériser ?

** Selon le cadre suivant :*

Résilience de quoi ?

→ *Exploitations laitières biologiques délimitées figure 14.b*

Résilience à quoi ?

→ Une multitude de perturbations (résilience générale)

→ Une unique perturbation (résilience spécifique)

Résilience dans quel(s) buts?

→ *Permettre aux exploitations d'assurer leurs fonctions de production tout en garantissant la satisfaction des éleveurs vis-à-vis des performances (agronomiques, zootechniques, économiques) qu'ils escomptent et de leur travail.*

L'objectif général est de caractériser les facteurs de la résilience des exploitations laitières biologiques bovines et ovines. Il se décline en quatre sous-objectifs faisant chacun l'objet de la rédaction d'articles de recherche ou de chapitre:

(i) caractériser et mettre en évidence des principes de la résilience à travers la perception qu'en ont les éleveurs

Chapitre 1 (Article de revue à comité de lecture):

Perrin, A., R. Milestad, and G. Martin. 2020. Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives. *Ecology and Society* 25(4):art5.

<https://doi.org/10.5751/ES-11897-250405>

(ii) analyser la résilience générale des exploitations dans ses dimensions subjectives, dynamiques et holistiques à partir de variables plus classiquement utilisées dans les sciences agronomiques

Chapitre 2 (Article de revue à comité de lecture):

Perrin, A., M. S. Cristobal, R. Milestad, and G. Martin. 2020. Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agricultural Systems* 183:102875.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102875>

Chapitre 3 (Article de revue à comité de lecture):

Perrin, A., and G. Martin. 2021. Driving factors behind subjective resilience on organic dairy sheep farms. *Ecology and Society* 26(3):13.

<https://doi.org/10.5751/ES-12583-260313>

(iii) analyser la résilience spécifique des exploitations face à un aléa imprévisible

Chapitre 4 (Article de revue à comité de lecture) :

Perrin, A., and G. Martin. 2021. Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. *Agricultural Systems* 190:103082.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103082>

(iv) mettre en évidence des traits d'organisation du travail permettant de construire la résilience sur des exploitations familiales en élevage bovin laitier.

Chapitre 5 :

Perrin, A., and G. Martin. 2021. Les traits d'organisation du travail pour développer la résilience des élevages laitiers biologiques.

5 Stratégie de la thèse

Pour répondre à la problématique de thèse, la stratégie mise en place s'appuie sur différents dispositifs illustrés page suivante.

- (1) Une approche qualitative de la résilience générale des exploitations bovines et ovines laitières biologiques. Dans ce dispositif l'analyse qualitative de contenu d'entretiens semi-directifs d'éleveurs par codage conventionnel cherche à mettre en évidence des facteurs de résilience à dire d'experts.
Cependant cette approche ne permet ni de quantifier les évolutions des exploitations étudiées, ni d'évaluer les impacts des facteurs mis en évidence sur la résilience de ces exploitations.
- (2) Une approche quantitative de la résilience subjective et générale des exploitations. Dans ce dispositif, deux études ont été conduites : l'une pour les élevages bovins, l'autre pour les élevages ovins. La résilience y est évaluée de manière subjective à travers la satisfaction des éleveurs. Le postulat commun à ces deux études et permettant d'évaluer la résilience est le suivant : une exploitation peut être dite résiliente si elle maintient sur le temps long un niveau de satisfaction suffisamment élevé pour l'éleveur.se. Ce dispositif permet de quantifier les évolutions et d'évaluer l'impact de changements de pratiques agricoles ou de structures d'exploitation sur la résilience des exploitations étudiées.
Cette approche dynamique ne prend pas en compte la dimension travail pourtant au cœur des stratégies de développement et conditionnant le bien-être des éleveurs ainsi que leur capacité à assurer sur le long terme leur activité de production agricole.
- (3) Une approche mixte (qualitative et quantitative) de la résilience spécifique à un aléa. Ce dispositif vient en complément des deux précédentes et permet de confronter les facteurs de résilience générale aux facteurs de résilience spécifique.
- (4) Une approche de la résilience des exploitations laitières biologiques à travers l'organisation du travail. Ce dispositif vise à décrire les traits d'organisation du

travail pour comprendre la construction de la résilience sous l'angle du travail. Il s'agit d'un dispositif d'observation participante qualifiant et quantifiant l'organisation du travail sur des exploitations résilientes ayant cherché à optimiser leur temps de travail.

Les travaux d'évaluation de la résilience des SSE prennent peu en compte la subjectivité des acteurs au cœur des systèmes. L'ensemble des productions de ce travail attachent une importance particulière à cette subjectivité et se positionnent sur le continuum objectivité-subjectivité de Jones (2019) (Figure 18). Dans les trois premiers chapitres la résilience est définie et/ou évaluée de manière subjective. Dans le chapitre 4 elle est définie et évaluée de manière objective et la subjectivité des éleveurs est prise en compte à travers leurs perceptions des risques. Dans le chapitre 5 la résilience est définie et évaluée de manière objective.

Articulation des différents dispositifs de la thèse

1

Définition de la résilience des exploitations bovines et ovines laitières biologiques et mise en évidence de facteurs de résilience à dire d'éleveurs

Chapitre 1: Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives

Résilience de quoi? → Exploitations bovines et ovines laitières biologiques.

Résilience à quoi? → Un ensemble de perturbations (résilience générale).

Matériel et méthodes: Discours d'éleveurs (n=128). Analyse qualitative par codage conventionnel.

Type de résultats: Facteurs de résilience à dire d'experts.

Limites: Pas de prise en compte de la dimension dynamique de la résilience. Pas de mesure des effets des facteurs de résilience mis en évidence.



2

Mise en évidence de facteurs de résilience générale et subjective à partir d'analyses statistiques de données socio-techniques

Chapitre 2: Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms

Chapitre 3: Driving factors behind subjective resilience on organic dairy sheep farms

Résilience de quoi? → Exploitations bovines et ovines laitières biologiques.

Résilience à quoi? → Un ensemble de perturbations (résilience générale).

Matériel et méthodes: Données sur l'évolution des structures d'exploitations et des pratiques agricoles 5 ans ou plus après conversion à l'AB. Données sur l'évolution de la satisfaction des éleveurs. Analyses statistiques: régressions des moindres carrés partiels (PLS: Partial Least Squares), modèles linéaires, forêts aléatoires.

Type de résultats: Facteurs de résilience générale issus d'analyses statistiques.

Limites: Biais cognitifs, non prise en compte du travail dans les variables explicatives et prédictives de la résilience.



3

Mise en évidence de facteurs de résilience spécifiques à un aléa à partir d'analyses statistiques de données technico-économiques

Chapitre 4: Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic

Résilience de quoi? → Exploitations et filière bovines laitières biologiques.

Résilience à quoi? → La crise liée à l'épidémie de covid-10 (résilience spécifique).

Matériel et méthodes: Enquêtes en ligne, données qualitatives et quantitatives issues des statistiques officielles, entretiens avec des acteurs de la filière.

Types de résultats : Facteurs de résilience spécifique des exploitations et de la filière.

Limite: Evolution rapide de la situation sanitaire.



4

Mise en évidence de facteurs de résilience par l'analyse du travail sur des élevages laitiers biologiques familiaux

Chapitre 5: Les traits d'organisation du travail pour développer la résilience des élevages laitiers biologiques

Résilience de quoi? → Exploitations bovines laitières biologiques.

Résilience à quoi? → Un ensemble de perturbations (résilience générale).

Matériel et méthodes: Notes issues d'observation participante. Données comptables. Statistiques descriptives et analyse qualitative inductive.

Types de résultats : Facteurs de résilience concernant le travail sur les exploitations.

Limite: Taille de l'échantillon (n=7).

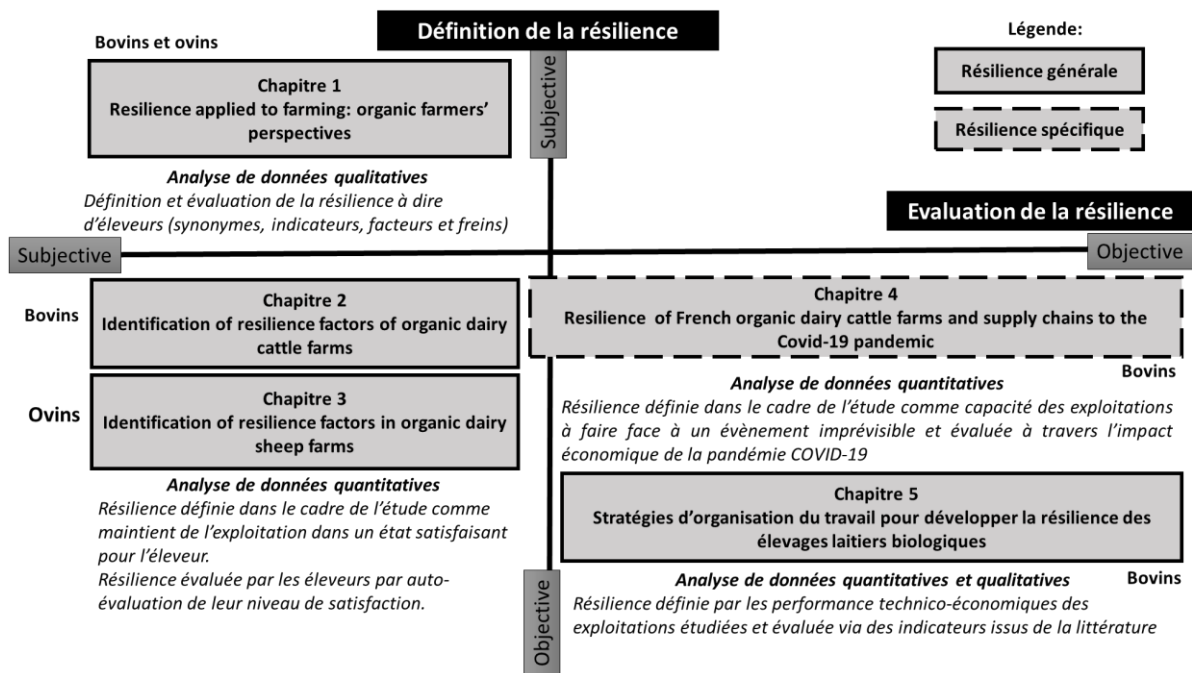


Figure 18: Positionnement des différents travaux de thèse sur le continuum proposé dans Jones (2019) pour les études de mesure de la résilience des systèmes socio-écologiques. Une importance particulière est accordée à la résilience subjective dans le cadre de ce travail de thèse.

CHAPITRE 1: La résilience perçue par les éleveurs laitiers biologiques

Contenu du chapitre : Dans ce chapitre 1, nous avons cherché à mettre en évidence une définition, des facteurs et des indicateurs de résilience des exploitations laitières biologiques en partant des perceptions des éleveurs. Dans le cadre du projet Casdar Résilait (ITAB, 2021), support principal de ce travail de thèse, nous avons conduit 128 entretiens semi-directifs auprès d'éleveurs bovins et ovins laitiers biologiques. Un codage de données qualitatives, i.e. les discours d'éleveurs, nous a permis de confronter les perceptions de la résilience des éleveurs à la conceptualisation, aux indicateurs et aux facteurs de la résilience issus de la littérature scientifique sur les SSE.

Résultats principaux :

- Selon les éleveurs, la résilience d'une exploitation repose sur un degré élevé d'autonomie, qu'il s'agisse d'autonomie alimentaire pour le troupeau, d'autonomie financière pour raisonner les investissements ou d'autonomie de décision pour déterminer et mettre en œuvre une stratégie.
- Selon les éleveurs, donner une place centrale aux pâtures et au pâturage est gage de résilience des exploitations laitières biologiques.
- Selon les éleveurs, une exploitation résiliente doit être économiquement viable et présenter un projet globalement cohérent (e.g. un troupeau bien dimensionné par rapport aux surfaces).
- La résilience est perçue différemment selon les filières (bovins ou ovins) et selon l'expérience des éleveurs en AB (conversion récente ou ancienne).

Ce chapitre est rédigé sous la forme d'un article scientifique publié dans la revue « Ecology and society ». Il a pour majeure partie été rédigé lors d'un séjour de 3 mois au Royal Institute of Technologies (KTH) de Stockholm en Suède (Figure 19), en collaboration avec Rebecka Milestad, co-auteur.

Perrin, A., Milestad, R., Martin, G., 2020. Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives. E&S 25, art5. <https://doi.org/10.5751/ES-11897-250405>



Figure 19: Exploitation laitière de la région d'Uppsala, mars 2020

Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives

Augustine Perrin^{1*}, Rebecka Milestad², Guillaume Martin¹

¹ Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France

² Department of Sustainable Development, Environmental Sciences and Engineering, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

* Correspondence: augustine.perrin@inrae.fr

ABSTRACT

The increasingly uncertain and changing agricultural context raises questions about the resilience (i.e. ability to cope with disturbances) of farms to climate change and other disturbances. To date, the resilience concept has been discussed mainly in the scientific field leading to an abundant literature on social-ecological system resilience and on livelihood resilience. A farm resilience framework is developing and borrows from those two frameworks. However, consistent application of the farm resilience concept remains difficult and requires better consideration of farmers' perspectives. The objectives of this study were to highlight farmers' perceptions of farm resilience to the variety of disturbances they have to cope with in their daily farm management and to highlight resilience factors. We conducted 128 semi-structured interviews on French organic dairy cattle (85) and sheep (43) farms. We asked farmers six open-ended questions about resilience in organic dairy farming. Inductive content analysis of the data was conducted. According to farmers, a resilient farm relies on a high degree of autonomy in investments, animal feeding and decision-making, and is economically efficient. Other resilience indicators include consistency of the farming plan (with e.g. the herd size corresponding to the production potential of the land) and transferability of the farm to relatives (through e.g. the financial capital required to take over the farm). Farmers also highlighted different ways to achieve resilience. Due to the higher cost of organic inputs, converting to organic farming indirectly promotes adaptations of farms towards autonomy and economic efficiency, and is thus regarded as a major resilience factor. Farmers also highlighted the central role of pastures and grazing to achieve autonomy and improve cost control. Diversification within the farm via crop rotations, herd composition and farm products was also considered to improve farm resilience. This study is the first to explore organic farmers' perception of farm resilience. Better understanding farmers' perceptions is necessary for developing training and advisory programs to support farm resilience to a variety of disturbances.

KEY WORDS: content analysis; dairy farmer; organic farming; perception; resilience

1 Introduction

Resilience of natural and human systems is increasingly emerging as a key property to address the challenges of a world marked by multiple interrelated crises (e.g. climate change, pandemics, economic crises). Resilience of social-ecological systems (SES) is now well theorized (Colding and Barthel, 2019) and the rich literature on the topic provides guidelines for its operationalization (González-Quintero and Avila-Foucat, 2019). SES resilience can be defined as the “capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing a change to still retain essentially the same function, structure, identity, and feedbacks” (Walker et al., 2004) and illustrates the ability of the system to cope with adversity. A number of capacities have been suggested as preconditions to SES resilience, among others adaptability, transformability (Walker et al., 2004), capacity to absorb disturbances (also called buffer capacity) and to reorganize against those disturbances (Abel et al., 2006). These capacities involve applying a number of management principles: diversity and redundancy among SES components, connectivity among those components, management of slow variables and feedbacks, continuous learning and experimentation, active participation of relevant stakeholders in the management, polycentric governance (Biggs et al., 2015). Another stream of resilience literature is livelihood resilience which has enabled the establishment of conceptual (Ayeb-Karlsson et al., 2015; Sina et al., 2019) and indicator (Ifejika Speranza et al., 2014; Quandt, 2018) frameworks. Livelihood resilience can be defined as the “capacity of all people across generations to sustain and improve their livelihood opportunities and well-being despite environmental, economic, social, and political disturbances” (Tanner et al., 2015). Livelihood resilience places people at the centre of the analysis and emphasizes their well-being. It is strongly focused on the human capital of the livelihood. Research communities on SES resilience and on livelihood resilience are close to each other (Mallick, 2019). Accordingly, studies on livelihood resilience highlighted resilience capacities similar to those of SES resilience, among others buffer (or absorptive), adaptive and transformative capacities (Mallick, 2019), and capacity for self-organisation, learning and sharing knowledge (Ifejika Speranza et al., 2014). As for social-ecological resilience, principles (e.g. diversity) (Marschke and Berkes, 2006) emerged as promoters of those capacities and to reinforce livelihood capitals (i.e., social, human, financial, natural, and physical capitals).

Farms as production units are complex adaptive social-ecological systems in which farmers play a key role at the interface between society and the environment (Darnhofer, 2010). Resilience of rural areas and farms is a growing concern (Knickel et al., 2018; Peterson et al., 2018). Similar to the capacities identified for SES and livelihood, a resilient farm is able to continue to exist and maintain its productive functions despite disturbances by relying on three capacities: buffer capacity (a system's ability to absorb a disturbance without being changed), adaptive capacity (a system's ability to make changes in response to disturbances) and transformative capacity (a system's ability to enact radical changes) (Darnhofer, 2014). Besides creating general frameworks and standards for farm resilience, many studies have assessed farm resilience from an objective perspective through on-farm measurement of quantitative indicators defined by researchers (Jacobi et al., 2015). As farmers lie at the centre of the farming system, researchers should also focus on the more subjective dimension of the resilience concept (Jones and Tanner, 2017) by considering farmers' perceptions of the issue. Few studies (Kummer et al., 2012; Milestad and Hadatsch, 2003) have focused on understanding how farmers embrace the concept of resilience and, more importantly, how they make it operational in their day-to-day farm management. However, these studies often relied on small samples of farmers. The literature on resilience assessment also lacks studies in which resilience is defined and measured subjectively (Jones, 2019). However, farmers are the ones who must manage disturbances over the short and long terms by monitoring their farm's status to verify its buffer capacity or decide on farm adaptations and transformations. Thus, farmers' perceptions of resilience are relevant, and their wealth of informal knowledge can be used to test scientific knowledge against complex local conditions, concerns and experiences (Šūmane et al., 2018). Farmers' understanding of what qualities or attributes enhance or reduce resilience is necessary to maintain or build the resilience of farms (Kerner and Thomas, 2014) and rural areas.

In this study, we considered French organic livestock (dairy cattle and dairy sheep) farms as an example of SES with a strong social component evolving in the face of specific disturbances. Through semi-structured interviews with farmers, we highlighted (i) how organic dairy farmers define farm resilience to a variety of disturbances (i.e. general resilience), (ii) the indicators they use to assess farm resilience and (iii) the resilience factors and hindrances they identify. When analysing the data, we considered differences in perceptions related to sector (organic

dairy cattle or sheep), farmers' experience with organic farming and regional context of farms. We also discuss our findings with respect to available scientific knowledge on farm resilience, SES resilience and livelihood resilience frameworks.

2 Materials and methods

2.1 Case Study: French organic dairy cattle and sheep farms

Organic farming in the European Union (EU) has been booming over the past decade (Agence Bio, 2017a). Development of the organic dairy sector is supported by high and stable prices paid to farmers, which favours conversion to organic farming (Tableau 3). Its sectors (mainly cattle and sheep) contribute differently to French national organic and total (organic + conventional) milk production and have different organisation. While the organic dairy cattle sector is spread throughout the country, the sheep sector is concentrated in two production regions with protected designation of origin (PDO) for sheep cheese: Roquefort, on the southern border of the French Massif Central, and Ossau-Iraty, in the western Pyrenees. Most cattle and sheep farmers deliver their organic milk to dairies.

Tableau 3: Specific features of organic dairy cattle and sheep sectors in France

Organic dairy sector		
Feature	Cattle	Sheep
Percentage of total organic milk collection⁴ across sectors in 2019	96%	3%
Percentage of organic milk in total milk collection per sector in 2019	3.7%	8.7%
Organic milk price when delivered to a dairy	450 ⁵ €/1000 L in January 2019 Price greater than 400 €/1000 L since 2016	1280 ⁷ €/1000 L in 2017 High and stable milk prices since 2013
Conventional milk price	350 ¹ €/1000 L in January 2019	964 ⁸ €/1000 L in January 2019
Production regions in France	Five main regions: Bretagne, Pays de la Loire, Normandie, Grand-Est and Rhône-Alpes	Two concentrated areas: Aveyron and Pyrénées-Atlantiques
Protected designation of origin for organic cheese in the survey regions	None	Roquefort and Ossau-Iraty
Sector organisation	Good organisation Many reference data available to farmers.	Organic sector in expansion Few reference data available to farmers.
References		¹ (Baron, 2019) ² (CNIEL, 2019) ³ (FranceAgriMer, 2016) ⁴ (Vial, 2017) for the Roquefort region ⁵ (Agri'scopie Occitanie, 2018)

Despite the positive economic context for organic dairy production, French organic dairy farms remain exposed to a variety of risks (Figure 20). When events that have risks occur on a farm, they become disturbances that can be defined as normal variations (i.e. slight disturbances that occur regularly), shocks (i.e. unexpected and sudden disturbances), cycles (cyclical disturbances) and trends (i.e. general changes that are easier to predict than shocks) (Maxwell, 1986)). These disturbances, and farm adaptations to them, can be relatively sector-specific (i.e. more specific to cattle or to sheep milk production).

⁴ (Baron, 2019)

⁵ (CNIEL, 2019)

⁶ (FranceAgriMer, 2016)

⁷ (Vial, 2017) for the Roquefort region

⁸ (Agri'scopie Occitanie, 2018)

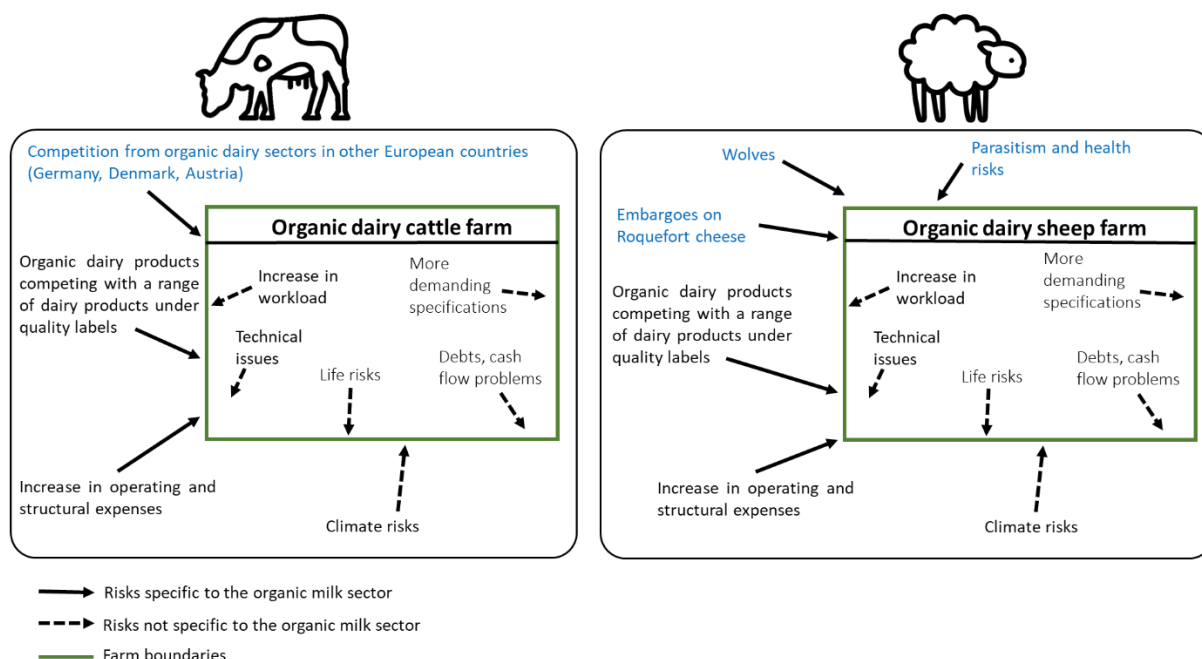


Figure 20: Risks to the organic dairy cattle and sheep sectors in France. Risks in blue are sector-specific.

Climate change, particularly the successive droughts that occurred over the past decade, had adverse impacts on herd, crop and pasture performances (Duru et al., 2012; Hill and Wall, 2015) on both cattle and sheep farms. Droughts had distinct impacts in each sector due to differences in the geographic distribution of their farms (Tableau 3). Concentrating production in a small area (e.g. dairy sheep) can endanger an entire sector, while spreading farms over a larger geographical area can be an effective risk mitigation strategy at the sector scale. For example, one French dairy built milk-powder processing plants in two regions (Bretagne (north-western France) and Occitanie (south-western France)) to better cope with climatic disturbances should they occur in one region but not the other (Nutribio, 2015).

Although the organic milk price has tended to increase steadily and has remained stable, farms and dairies are becoming exposed to market disturbances with the globalisation of the organic dairy market. In coming years, the French internal market could no longer be able to absorb the increasing French organic milk production. The extra amount of milk will have to be sold on the European or even on the global market and will directly compete with milk from other productive countries like Germany, Denmark and Austria (Blanc and You, 2017). This competitive context could lead to a drop in milk prices. Roquefort cheese is often hit by

embargos (e.g. by China in 2017) (Boffet, 2017). As Roquefort is one of the most exported French cheeses, it is sometimes overtaxed abroad. These surtaxes may be decided in response to the French tax system or, more simply, to protect the dairy products of the importing country. Along with these changes and shocks, input prices are increasing, especially for livestock feed and energy (IDELE, 2019).

This partial list of disturbances raises questions about the resilience of organic dairy cattle and sheep farms to these disturbances.

2.2 Data collection in two French organic milk production regions

We conducted face-to-face semi-structured interviews on 128 organic dairy cattle (85) and sheep (43) farms in France (Figure 21) from October 2017 to March 2018. Individuals from a variety of organisations involved in the Resilait⁹ project performed the interviews (e.g. chambers of agriculture and other advisory organisations, research and technical institutes, agricultural high schools). Interviews with farmers lasted 2-3 hours and were conducted in order to collect a large range of data within the Résilait project: (i) quantitative data (which was not used in the present study) on farm structures, agricultural practices and on the disturbances farms had faced over time together with their impact; (ii) qualitative data on farmers' perceptions of resilience which was analysed for the purpose of this article. Only individuals working on the farm were interviewed. All workers present on the day of the interview could participate. Each organisation involved in the project was assigned a number of farmers to interview and was responsible for identifying potential farms and contacting the farmers. Organisations solicited farmers from their own networks. Our sample represented 2.3% and 8.4% of the organic dairy cattle and dairy sheep farms in France in 2017, respectively. The farms were located in two production regions of France: the "North-West" (NW) (mainly Bretagne and Normandie), which contained most cattle farms, and the southern border of the Massif Central (MC) (mainly Aveyron, the area of Roquefort cheese production), which contained most sheep farms. These two regions differ particularly in their climatic and topographical features. Climate in the NW is oceanic, and its farms were located in lowland areas, while climate in the MC is semi-continental, and its farms were located mainly in hilly areas. We interviewed farmers in the two regions to cover a diversity of production contexts

⁹ <http://itab.asso.fr/programmes/resilait.php>

and then investigated potential differences in farmers’ perceptions of farm resilience due to these contexts.

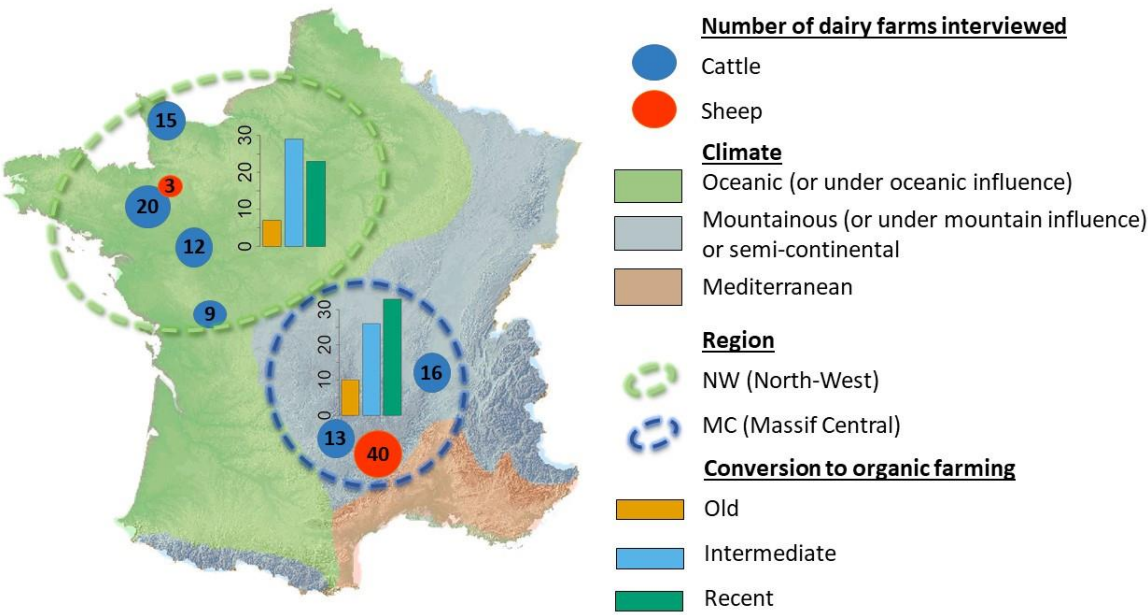


Figure 21: Location of the surveyed farms and distribution (barcharts) of their date of conversion to organic farming: old (1990–1997), intermediate (1998–2007), and recent (2008–2018).

All farms surveyed had been certified organic for at least 5 years, with conversion dates ranging from 1990-2012, which provided diversity in farmers’ experiences with organic farming. We classified this diversity into ‘old’ (1990-1997), ‘intermediate’ (1998-2007) and ‘recent’ (2008-2018). This classification distinguished successive waves of dairy cattle farm conversions to organic (e.g. at the beginning of the 2000s and after both the 2008 financial crisis and the end of EU milk quotas in 2015 (FranceAgriMer, 2016)). Although conversions of sheep farms increased more linearly over time, this classification remained relevant and yielded periods of relatively similar length (ca. 10 years).

Fifty five interviewers (i.e. agricultural researchers and advisers, veterinarians, interns and students) conducted the interviews, and each was previously trained to ensure homogeneous data collection. To ensure transparency, the semi-structured interview started by informing farmers about the project and the purpose of the interview. Then, six open-ended questions were asked (Figure 22). If farmers did not know the concept of resilience (question 1) or provided an incorrect definition (e.g. confusing it with ‘cancellation’, because ‘résilience’ in

French sounds like 'résilier', which means to cancel a contract), interviewers provided the following definition: *"Resilience is a measure of the speed of returning to a desired level after a disturbance. Therefore, a resilient system always returns to a desired level after a disturbance"*.

Defining resilience succinctly is complex (Walker et al., 2004). As we needed a simple and concise definition to make the concept explicit in already lengthy interviews, we chose this definition because it was operational and meaningful. It is based on definitions from engineering and ecology (Holling, 1996). It first refers to a farm's search for stability, which is enabled by its capacity to resist disturbances and recover from them at a speed that is sufficient to allow farming activities to continue. It also considers a return to one of many possible equilibrium states (Davoudi et al., 2012), which could differ from the one that existed just before the disturbance. Due to time and cost constraints, interviewers were asked to summarise farmers' answers and to transcribe only the most emblematic and illustrative sentences.

2.3 Data analysis

We performed inductive content analysis (Elo and Kyngäs, 2008), which is a research method for making replicable and valid inferences from transcribed discourses in the context of their use (Shelley and Krippendorff, 1984). Content analysis identifies important aspects of a discourse and highlights concepts or categories that describe an issue. We used it to analyse farmers' perspectives on farm resilience in an inductive way, as concepts and categories emerged from farmers' perspectives. Our method of content analysis followed recommendations of (Bardin et al., 1997) (general principles translated into English by Gomes et al. (2018)) (Figure 22).

DATA COLLECTION
(Farms, n=128)

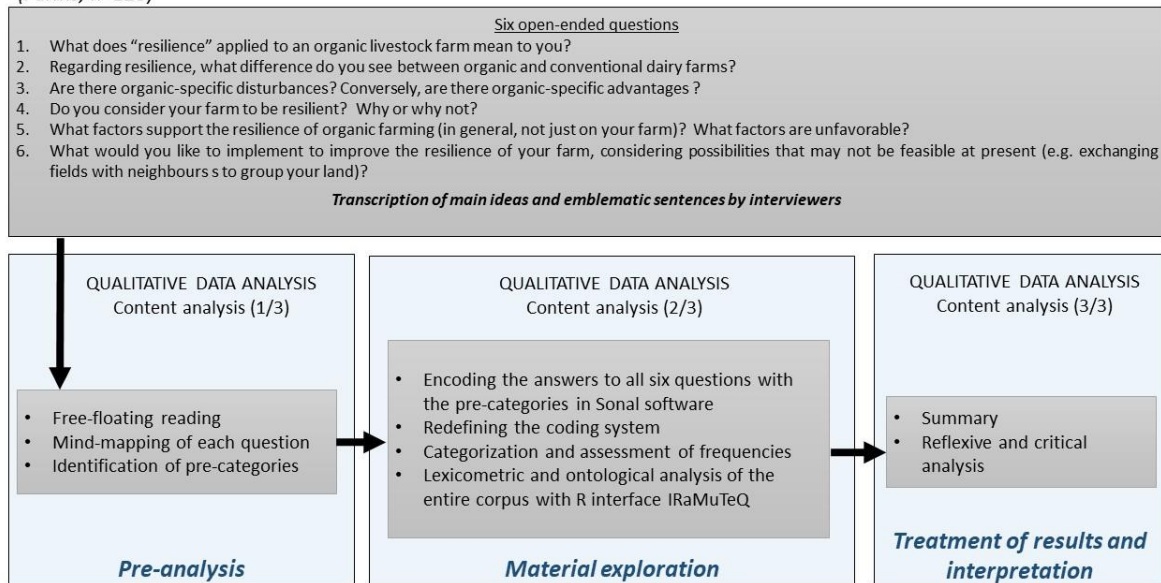


Figure 22: Phases of data collection and content analysis.

Initial data analysis (i.e. pre-analysis, Figure 22) consisted of a free-floating reading of farmers’ answers to develop an outline of farmers’ perceptions. We then drew a mind map for each question to collate the main ideas in farmers’ answers (‘pre-categories’) (see Annexe 1 for an example). Due to the strong relation between the answers and redundancies, we then used the same set of ‘pre-categories’ to encode answers to all six questions (i.e. material exploration, Figure 22) using the free software Sonal. Sonal software was also used to allocate the variables ‘sector’ (cattle or sheep), ‘region’ (NW or MC) and ‘conversion’ (old, intermediate or recent) to each interview to enable farmers’ discourses to be compared. As encoding requires time and attention, one way to avoid errors is to repeat the encoding process (Oliveira et al., 2015). We thus performed several rounds of coding to eliminate redundancies in categories and categories that were not sufficiently representative and to combine categories into common themes (Tableau 4). The encoded corpus was exported from Sonal software into IRaMuTeQ, an R interface for Multidimensional Text Analysis and Questionnaire Analysis (Loubère and Ratinaud, 2014). It provided helpful tools to cross-validate farmers’ perceptions of farm resilience that were observed during encoding (e.g. lexicometric analysis, similarity analysis). We then summarized the findings (i.e. treatment of results and interpretations, Figure 22). Farmers’ quotes, translated by the authors, appear in italics and are followed by their corresponding identification number (e.g. F1). Words in square brackets

have been added by the authors to re-contextualize certain sentences or to provide additional information.

3 Results

3.1 Farmers’ resilience framework

3.1.1 Definitions of farm resilience

Nearly 22% of the farmers (28 of the 128 farms) interviewed did not know what resilience meant and did not provide a definition of the concept. Nonetheless, the definition the interviewers provided enabled them to identify resilience indicators and factors (Figure 23). Other farmers perceived resilience mainly as the ability of farms and farmers to resist and adapt.

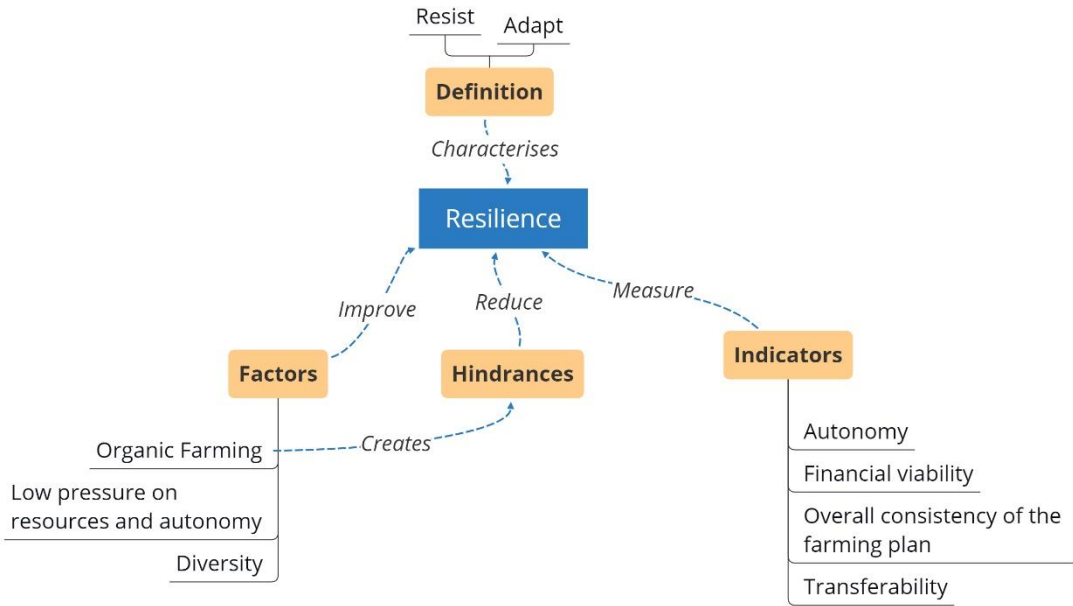


Figure 23: Farmers’ resilience framework.

Resist

Most farmers perceived farm resilience as the ability to “hold out” (F53), to “address economic, social or climatic difficulties” (F88). Many farmers related farm resilience to resistance: “it is the ability to resist external factors: drought, decrease in prices” (F26). Following this viewpoint, a resilient farm was perceived as a mechanical entity with resistance

of the entire farm as well as each of its components. For example, resistance could apply to the livestock herd: *“cows are more resistant to diseases”* (F66) and to the entire farm: *“It is when the farming system can resist”* (F53). Farmers also identified farm *“robustness”* (F95) as a synonym of resilience. Due to the increasing inter-annual variability in the weather, farmers also defined resilience as a farm’s ability to maintain its productivity despite climatic disturbances, such as summer droughts. *“[Resilience is] maintaining a very good overall production level”* (F96).

Adapt

Farmers highlighted the capacity to adapt as a major concept that defines resilience. Adaptability was mentioned mainly in relation to external disturbances: *“[A resilient farm has] a better adaptation capacity when there is a drop in prices”* (F1), *“[Resilience] is the capacity to adapt to climatic conditions”* (F2). Farmers mentioned adapting both agricultural practices and performance goals to address external disturbances: *“[Being resilient] is having production goals adapted to the farm’s production conditions”* (F3). Farmers mentioned how they can influence their farm’s resilience. They highlighted certain skills of individuals that promote resilience. Being adaptive, one of the skills mentioned, depended on the farmers’ ability to anticipate. If they could anticipate a disturbance, they could initiate changes and adapt in advance, as one farmer indicated: *“Resilience evokes for me the need to anticipate”* (F15). According to farmers, adaptive capacity was also related to reactivity when experiencing disturbances, i.e. the ability to adjust practices and objectives quickly. Adaptive capacity also included the capacity to recognise and seize opportunities: *“[Being resilient is] being opportunistic and reactive”* (F19). Farmers mentioned the complexity of organic farming and the influence of this complexity on farm management - *“We need more reflection”* (F56) - and the need to learn to adapt deliberately *“[Resilience evokes for me] learning continuously and always being on the move, not being locked into beliefs and not being alone”* (F85).

3.1.2 Indicators of farm resilience

Farmers provided their own indicators of resilience, which reflected the variety of elements that they considered when assessing farm resilience.

Autonomy

Farmers described a resilient farm as autonomous and that reaching autonomy was a goal: *"We must seek autonomy"* (F111). Autonomy was described at different levels: farm economics, livestock feed and farmer decision-making. Financial autonomy allowed farmers to remain independent from banks and freely decide their orientations *"Resilience means financial autonomy"* (F16). Farm autonomy in livestock feed (e.g. concentrates, fodder) often resulted in a decrease in livestock feeding costs and a decrease in exposure to the volatility of feed input prices: *"[My farm is resilient] because I researched and achieved fodder autonomy. I think it's one of the essential elements of resilience. Good years are used to make surpluses for bad years"* (F63); *"[Resilience means] autonomy in concentrates"* (F19). According to some farmers the degree of autonomy is directly related to the organic farming specifications, which makes farms more resilient: *"Organic farming is more resilient because [organic farms are more] autonomous"* (F74). Autonomy was also perceived as the ability of farmers to control the decision-making process, and some of them wished to *"move towards decision-making autonomy"* (F85). Overdependence on EU Common Agricultural Policy subsidies was also highlighted as a lack of resilience: *"the reduction in [...] subsidies causes problems for farmers who are too dependent on them"* (F48).

Financial viability

According to farmers, *"reasonable investments"* (F79) are key to ensuring economic viability before or after starting farming. Some farmers provided clear recommendations for financial viability: *"We must borrow and invest reasonably to have a minimum interest rate. We should not behave like investors"* (F86). Besides investments, farm economic viability implied a sufficient income and *cash flow* (F102) to address disturbances. Farmers' financial management skills also improved farm economic viability: *"We are good managers: we think wisely about our investments"* (F85).

Overall consistency of the farming plan

Overall consistency of the farming plan was perceived as a fine-tuned balance between the potential of the resources managed and farmers' objectives. The need for consistency after experiencing a disturbance was sometimes mentioned: *"We suffered unexpected events: we had problems with the building [the stable] and the cows. Then came the dissolution of our GAEC [Groupement Agricole d'Exploitation en Commun i.e. collective farming group]. I also know now that you must first be in agreement with your own objectives and yourself before setting objectives for the farm"* (F22). Farmers often mentioned the need to balance the number of livestock according to the potential of the land, beyond organic regulations, to have a locally adapted stocking rate: *"[We need to] adapt livestock to the area available [for grazing to increase resilience]"* (F59). Consistency also included locally adapted animals: *"Have hardy breeds that can handle climate variations well"* (F55). Overall consistency referred to systems thinking in farm management: *"[My farm is resilient] because [...] in my opinion, we leave room to manoeuvre in the cropping plan (for a possible increase) and we now have achieved consistency between the herd, work and the cropping plan"* (F87).

A farm that can be transferred

Farms in the study were mainly family farms. According to farmers, farm resilience could include that the farm is transferable to relatives: *"Yes, my farm is resilient [...] the proof is that my son will take over the farm"* (F80). This indicates sustainable management of resources, as the farm could be given to the next generation only if resources were not overexploited. For example, for soil and environmental health *"[There is a need] to preserve, in relation to the farm as a production tool, soil and environmental heritage"* (F23).

3.1.3 Farm resilience factors

Farmers highlighted that circumstances and agricultural practices can increase farm resilience. They recalled their own experiences and provided the contexts and agricultural practices that, according to their perceptions, had improved their farm's resilience over time. In the context of this study, these circumstances and practices were collected as perceived resilience factors.

Organic farming

In the current context of high and stable milk prices, converting to organic farming improved the financial health of farms and was perceived as a strong factor of farm resilience. The high

and stable milk price provided flexibility and economic viability, and increased the adaptive capacity. “[Higher milk] prices improve resilience” (F69). The financial viability of organic farms also improved due to better cost-control practices, which farmers related to the conversion to organic farming. High input prices tended to indirectly promote high feed autonomy, which generally reduced livestock feeding costs. “As far as expenses are concerned, the switch to organic farming has allowed me to reduce costs related to mechanisation, fertilisers, veterinary costs, etc.”(F29). Organic farming improved farmers’ quality of life by simplifying the perceptions of the farming system: “[One advantage I see in organic farming is] a decrease in the workload” (F104), e.g. by changing to pasture-based systems that decreased the workload of feeding livestock. The relatively good financial health of farms meant that some farmers could hire employees, which decreased their personal workload.

Although farmers perceived organic farming as a good way to build farm resilience, they highlighted two main hindrances to resilience: organic farming regulations and the organic market context. Regulations restrict the management of health risks to the herd and crops. Avoiding and preventing these risks is crucial to prevent illness, but this is sometimes insufficient. Farmers highlighted a dearth of treatments, such as to manage weeds or cow mastitis, despite the permission to use antibiotics within certain limits: “Organic farming has particular problems with pressure from disease and weed. There are no chemical solutions to recover situations. Moreover, managing mastitis and udder health is not much simpler than in conventional farming” (F2). Due to the increasing organic market, many farmers also highlighted low availability of inputs and high input prices as a hindrance to farm resilience. Finding good hay in drought years seems particularly difficult: “Fodder is harder to find when the stock is low (less choice), and the quality is sometimes unsatisfactory” (F23).

Low pressure on resources and autonomy

Farmers mentioned decreasing the pressure on farm resources as a resilience factor in that it promotes farm autonomy, which in turn builds farm resilience.

- Soil and animal resources

In accordance with the overall consistency of the farming plan, balancing the number of livestock with the land’s potential could help reach the farm’s production potential while remaining autonomous. Adapting the herd to the land’s potential was especially important in

difficult years (e.g. drought). Some farmers decreased the herd size or acquired new pastureland to decrease pressure on the farmland and mitigate climatic risks: *"We would need at least 5 ha more to ensure our forage autonomy"* (F64). Farmers perceived the proportion of pastures in their farm's agricultural area as crucial for resilience: *"pasture is essential on a resilient farm"* (F33). Farmers mentioned several practices to give pastures a prominent role on organic dairy farms, including increasing the proportion of pastures in the agricultural area and *"Improving pasture productivity [by over sowing]"* (F101).

- Water resources

Pressure on water resources and low pasture productivity were real concerns due to the increasing frequency of pervasive droughts in France. Some farmers managed water shortages by installing irrigation systems and digging hillside reservoirs to keep or to improve the production level: *"I would like to be able to irrigate some smaller fields [to increase my farm's resilience]"* (F16).

- Human resources

Human resource management is crucial on farms. In relation to the decrease in (or lower) animal productivity and satisfaction at work, farmers indicated that decreasing the workload and improving working conditions is a way to increase resilience: *"Resilience therefore [...] requires a workload that is adapted and that allows us to work over the long term"* (F16); *"To improve resilience on my farm I would like to improve my working conditions [...]. I would also like to have more free time"* (F29). The time thus freed up was used by some farmers to attend training days organised in their networks. These networks enabled the exchange of knowledge and know-how and were of particular importance in organic farming: farmers often tested new technologies or practices to adapt their systems. *"Organic farming also provide resilience thanks to a denser and more open network (between farmers, technicians, etc.) which produces reactivity"* (F22); *"Participating in a group of organic breeders allows for exchanging and sharing the experiences of life on the farm"* (F36).

Diversification

Farmers mentioned diversification as a way to build farm resilience. Diversification was mentioned at the crop-rotation and field scales (i.e. a variety of crops and/or pastures in rotation) “[my farm is resilient] because of good diversity in my crop rotations” (F3). Farmers also diversified at the herd scale (i.e. rearing a variety of breeds or increasing genetic diversity of the herd) “We own rustic breeds” (F55). Diversification also occurred at the farm scale (i.e. managing several types of production, not only dairy production). Farmers mentioned several ways to develop diversity at the farm scale.

3.2 Differences in perception according to sector, region and farmers’ experience

The 128 interviews enabled to grasp farmers’ resilience framework. We then used the three variables sector, region and conversion to organic farming to understand the differences in perceptions of farm resilience among farmers.

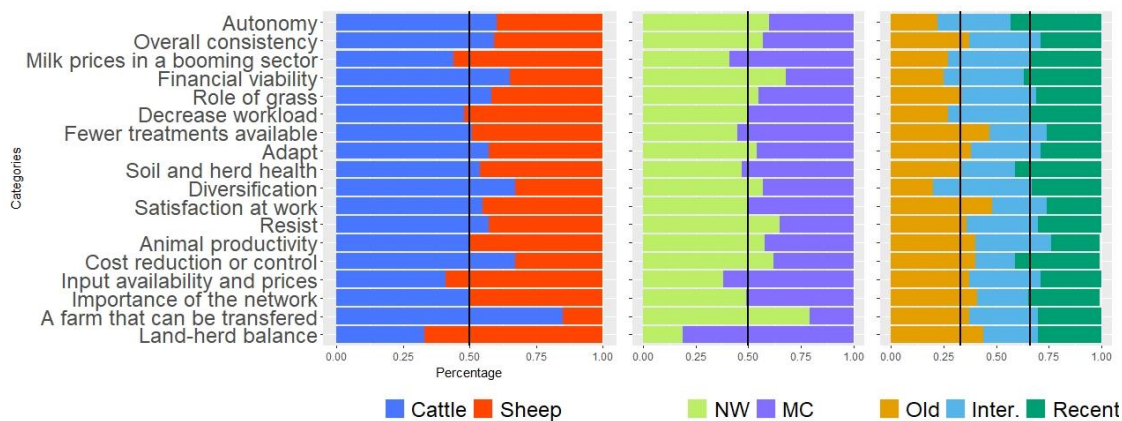


Figure 24: Distribution of categories that farmers cited by sector (cattle, sheep), location of farms (NW for Northwest and MC for Massif Central), and date of conversion to organic farming: Old (1990–1997), Inter(mediate) (1998–2007), Recent (2008–present). Categories are ranked in descending order of the number of times they were cited, i.e., “Autonomy” was cited most and “Land-herd balanced” cited least). All categories were cited at least 20 times in the entire corpus. The figure does not aim for precision, but is a guide for observing the main differences as a function of sector, region, and time since conversion to organic farming.

Similarity analysis highlighted differences among some of the farm resilience indicators farmers proposed:

- (i) Category ‘autonomy’ was the most cited within the encoded corpus and this propriety appeared more important to cattle than to sheep farmers. ‘Autonomy’

was the 6th most-quoted word in cattle farmers answers and the 13th most quoted word in sheep farmers answers.

- (ii) Category 'financial viability' was more cited by cattle farmers than by sheep farmers (Fig.5). The text analysis showed similar results: words from the lexical field of farm economics (e.g. 'economics', 'purchases', 'investments') ranked higher with cattle (41th, 53th, 55th position respectively) compared to sheep farmers (112th, 59th, 108th position respectively).
- (iii) Category 'A farm that can be transferred' was more cited by cattle farmers than by sheep farmers (Figure 24) and in the MC region compared to the NW region.

Differences were also highlighted regarding perceived resilience factors:

- (i) Farmers who recently converted to organic often mentioned the potential to control costs better than other categories of farmers (Fig.5). The most experienced organic farmers reported more frequently an increase in satisfaction with their work in relation to organic farming. They mentioned the satisfaction of no longer using chemicals and having a good image to consumers: *"For me, resilience means protecting the soil, stopping the use of pesticides, agreeing with what consumers want, respecting animal welfare, protecting water at the catchment scale, and protecting producers' health"* (F24). Organic farming was highlighted as a resilience factor that increased farm financial viability and farmers often mentioned the high and remunerative milk prices (3rd most cited category). However, the similarity analysis showed that this connection between resilience and high milk prices was much stronger for sheep farmers ('milk' and 'price' were the two words presenting the strongest co-occurrence index (17 co-occurrences) within the sheep farmer sample). Differences in the perception of hurdles related to organic farming also emerged among the two sectors considered. Sheep farmers were more concerned about health risks, particularly parasitism: *"The health risk is more dangerous for organic [sheep] farming"* (F119). They were also more concerned about the availability and price of concentrates: *"The problem for our farm is the purchase of organic feed for the ewes. Organic feed is more expensive than conventional feed. At the beginning of our conversion to organic, we counted 100 euros more per ton"*

of feed than for conventional feed, but sometimes the cost difference is even higher" (F101); *"Oil cake is much more expensive"* (F116).

- (ii) The need to better balance land and herd emerged more frequently as a resilience factor among the MC farmers. While most organic dairy cattle farmers mentioned the importance of herbage and the need to move towards more pasture-based systems, not all organic sheep farmers agreed (Fig.5). The text analysis showed similar results: words from the lexical field of pasture-based systems (e.g. 'grass', 'graze') ranked higher with cattle (49th, 72th position respectively) compared to sheep farmers (92th, 128th position respectively). The high milk prices and the policy of certain dairies encouraged several farmers to produce more milk: *"We are paid more, we are asked for more volume, and that is what makes it work. We are surfing on [the current favourable context]"* (F122). Sheep farmers often aimed for productivity and feed efficiency, which resulted in farming systems based mainly on indoor feeding at the expense of grazing and that were less autonomous than cattle farms. The threat of wolves in certain areas accentuated this phenomenon and resulted in a decrease in autonomy: *"Because of wolves and the price of milk [...] the ewes go on the rangeland less"* (F39). Farm resilience was also strongly related to lower production pressure on animals than that in conventional farming, especially for cattle farmers: *"By 'pushing' the cows less, they are more resistant, they can tolerate variations in their diets better and they are less sick"* (F36). The similarity analysis showed differences in the use of 'production' between cattle and sheep farmers. Cattle farmers related the word 'production' to words such as 'adapt', 'low' and 'level'. They tended to consider production at the farm scale as a variable that can be monitored and suggested that accepting lower production levels can be one way to reduce costs. In comparison, sheep farmers most frequently related the word 'production' to the word 'milk' (itself strongly connected to the word 'price'). Indeed, some sheep farmers recommended increasing production in the current positive context of high milk prices.
- (iii) Regarding the resilience factor "Diversification", cattle farmers mentioned processing milk on the farm and direct marketing as a way to improve financial viability and secure outlets: *"On-farm processing of dairy products was implemented in 2017 to avoid market failures with the cooperative"* (F6). Ten

farmers, mostly cattle farmers, suggested diversifying farm activities by producing energy by installing photovoltaic panels on the roofs of stalls.

4 Discussion

4.1 Similarities and differences between farmers' and academics' resilience framework

4.1.1 *Definitions of farm resilience*

The synonyms that farmers used to define farm resilience as the ability to continue when encountering disturbances corresponds with the literature on farm resilience. Resistance is similar to 'passive robustness' (Urruty et al., 2016), and farmers used both resistance and robustness to define farm resilience (Tableau 4), confirming earlier suggestions in the SES resilience literature (Anderies et al., 2013) that they are equivalent terms for describing short-term challenges, like those that farmers mentioned (e.g. droughts, decrease in milk prices).

Robustness is a farm's ability to cope with a defined range of uncertainty (Anderies et al., 2013). It describes its ability to respond to a disturbance without changing in structure or function and corresponds to 'buffer' capacity, one of three capacities required for farm resilience (Darnhofer, 2014). Buffer capacity supports conservation within the adaptive cycle: "during the exploitation and conservation phase, a farm needs to be able to buffer a shock, such as a sudden price increase or the unavailability of a family member, without substantial changes on the farm" (Darnhofer et al., 2016).

Adaptive capacity is necessary for flexible farm organisation and management (Darnhofer et al., 2010a). Farm adaptive capacity depends greatly on individual farmers' skills, such as the ability to anticipate or to react, which provides flexibility and increases options in response to disturbances (Darnhofer et al., 2010a). In agreement with previous studies on SES, livelihood and farm resilience (Darnhofer, 2014; Folke et al., 2002; Kummer et al., 2012), farmers highlighted the importance of learning processes (e.g. observing, experimenting) in building farm resilience. Learning is at the root of the capacity to anticipate, self-organize and adapt and these are major contributors to SES resilience (Anderies et al., 2013).

Tableau 4: Categories identified in the farmers’ resilience framework that correspond to the academic resilience framework of socioecological systems

Theme	Category	Main contents	Correspondence with research on resilience/sustainability	Reference
Definition	Resist	Resistance, robustness, return to equilibrium after disturbance, conservation of current state	Buffer capacity; Ability of farming systems to cope with challenges	(Darnhofer, 2014; Meuwissen et al., 2020)
	Adapt	Adapt, observe, learn, anticipate, react etc.	Learn to adapt ;Learn to self organize; Organic farming as a way to improve adaptive capacity and farm resilience; Adaptability to improve sustainability; Resilience through adaptability	(Anderies et al., 2013; Berkes and Turner, 2006; Bouttes et al., 2018; Darnhofer et al., 2010b; Meuwissen et al., 2020)
Indicator	Autonomy	For fodder decision making, economics. Self-sufficiency, autonomy at the territory scale	Globally autonomous but locally interdependent; Self-sufficient farming is often related to the search autonomous decision-making. Mixed crop-dairy farms that are self-sufficient and have demonstrated their sustainability; “A farm that strives for autonomy, e.g. in fodder supply...is more likely able to buffer shocks”. Structured exchanges at the territory scale may contribute to farm resilience	(Cabell and Oelofse, 2012; Coquil et al., 2014; Milestad et al., 2012; Moraine et al., 2017)
	Financial viability	Low investments, proper income, limit borrowing	Financial resources are used to improve farmers' ability to persist, Monetary indicators of farm resilience; Choose modest technology can strengthen farm resilience; Financial viability can be considered as a slow variable; A resilient farm should be reasonably profitable.	(Milestad and Hadatsch, 2003; Cabell and Oelofse, 2012; Knickel et al., 2018; González-Quintero and Avila-Foucat, 2019; Meuwissen et al., 2020)
	Overall consistency	Coherence between the breed and region, potential of the farm/production, etc.	Connectivity between farmers to find adapted solutions; Foster complex adaptive systems thinking, manage connectivity; Agroecosystem appropriately connected and ecologically self-regulated; Appropriate connectivity with the context; Overall consistency and self-organization for autonomy and resilience; Openness, connectivity between systems	(Berkes, 2007; Biggs et al., 2015; Cabell and Oelofse, 2012; Darnhofer et al., 2010c; Ifejika Speranza et al., 2014; Meuwissen et al., 2020)
	Transferability	A farm that can be transferred	Relation between generations and “transferability”; Farms handed down from one generation to the next thus showed resilience; A farm that provides well-being is easier to maintain; Honours legacy	(Landais, 1999; Darnhofer, 2010; Armitage et al., 2012; Cabell and Oelofse, 2012)

Factors Organic Farming (OF)	Milk prices in a booming sector	Stable and high milk prices in the current context for OF	Stabile and high prices (highlighted by farmers in Austria)	(Darnhofer, 2010; Milestad and Hadatsch, 2003)
	Cost reduction or control	Fewer inputs needed and higher input prices resulting in a decrease in costs with OF	Under low milk prices, systems with a greater proportion of feed from pasture, and thus lower operational costs in general, have a greater margin	(Beukes et al., 2019)
	Soil and herd health	Soil life, animal health/welfare improved with OF	Soil health as one slow variable with many feedbacks, Maintain diversity and redundancy; Resilience as a universal criterion of health; Modularity of the system	(Carpenter et al., 2001; Biggs et al., 2015; Döring et al., 2015; Meuwissen et al., 2020)
	Satisfaction at work	Less polluting, societal perception of OF, OF is challenging	OF provides well-being and assess resilience; OF brings high levels of satisfaction; OF is perceived as technically more challenging and increases professional satisfaction	(Armitage et al., 2012; Mzoughi, 2014; Bouttes et al., 2018)
Low pressure on resources and autonomy	Land-herd balance	Proper stocking rate and farm size	Increased flexibility by adapting stocking density and herd composition	(Beukes et al., 2019; Darnhofer et al., 2010a)
	Role of grass	Importance of pastures and grazing	Maintain diversity and redundancy; Positive correlation between semi-natural pastures and economic efficiency at the farm scale	(Biggs et al., 2015; Bouttes et al., 2018b)
	Decrease workload	Hire employees, decrease herd size	Higher milk prices can result in reducing the herd size and workload, and thus reduce social vulnerability; Social capital as an attribute to increase resilience	(Bouttes et al., 2018; Meuwissen et al., 2020)
	Animal productivity	Accept a decrease in or having medium productivity	Maximising animal production may reduce system sustainability.	(Schnyder and European Grassland Federation, 2010)
	Importance of the network	Advisors, work groups, shared equipment	Broaden participation and encourage learning; Combine different types of knowledge and learning; Experiment	(Biggs et al., 2015; Darnhofer, 2010; Kummer et al., 2012)
Diversity	Diversification	For crops, crop rotations, livestock or production	Maintain diversity and redundancy; Diversification of markets at the enterprise scale; Nurture diversity in its various forms; Resilience through crop diversification; Diversity is crucial for absorption and reorganization ;Diversity as an attribute to increase resilience	(Biggs et al., 2015; Carlisle, 2014; Darnhofer, 2010; Lin, 2011; González-Quintero and Avila-Foucat, 2019; Meuwissen et al., 2020)
Hindrances	Fewer treatments available	No antibiotics, chemicals or synthetic fertilisers	Ecological factors (e.g. pests) impose constraints on increasing resilience	(Darnhofer et al., 2016)
	Input availability and prices	Lower availability, high prices	Farm resilience is threatened by widespread dependence on off-farm purchased inputs from specialist suppliers who are refashioning the organic sector into another sector that depends on external resources	(Milestad and Darnhofer, 2003)

Transformative capacity (Darnhofer, 2014) seemed less important to farmers in the definition of farm resilience. This may have been because the farms in our sample had already transformed their farms before or during their conversion to organic farming, had developed a routine set of practices and did not believe that further transformation was needed at the time of the interview. That may also relate to the lack of research on the topic which limits dissemination of relevant knowledge.

The resist-adapt approach that farmers mentioned is similar to the persistence-adaptation approach developed by Darnhofer et al., 2010b. Farmers' definitions of resilience did not correspond completely with the scientific definition, but they tended to indicate that the concept is percolating outside of research fields.

4.1.2 Indicators of farm resilience

Autonomy

Autonomy is an important value for many farmers (Darnhofer, 2014). Assessing farm resilience based on the level of autonomy in feed, finances and decision making agrees with the (Cabell and Oelofse, 2012) resilience indicator 'globally autonomous and locally interdependent' for agroecosystems. The latter indicator suggests, for example, that less reliance on commodity markets and external inputs should be included in assessments of agroecosystem resilience. Decision-making autonomy is strongly connected to the above-mentioned learning processes, as acquiring knowledge is crucial for making one's own decisions (Darnhofer, 2014). Autonomy was the main category cited by both sectors combined, and no farmer considered that too much autonomy was a potential risk. Recent droughts in France, however, showed that less autonomous farms (i.e. those that depended less on local resources) that routinely purchased from fodder suppliers could sometimes manage droughts better than farms with a higher level of autonomy. Farmers' pre-existing contacts and networks made it easier to buy feed. Farmers did not mention that overdependence on local resources decreased a farm's resilience to climate disturbances, as mentioned by (Sundkvist et al., 2005). Autonomy can also be applied to the territory scale. (Moraine et al., 2017; Ryschawy et al., 2017) highlighted the potential of farmer networks exchanging grain, fodder and manure for enhancing autonomy and resilience at the territory level. Reliable exchanges and connectivity between farms enable not only material exchanges but strengthen information networks and participate to polycentric governance of rural areas, as recommended in (Biggs et al., 2015) for SES.

Financial viability

Farm financial viability was of great importance to farmers, which agrees with (Meuwissen et al., 2020), who claimed that the financial health of farms and available financial liquidity are suitable indicators for assessing farm robustness and resilience. Financial viability can be considered as a slow variable (González-Quintero and Avila-Foucat, 2019) of the farm as a SES: farmers management strategies for enhancing farm financial viability require a medium to long term view and, and as farmers themselves pointed out, good financial management capacities. The financial viability of farms enables farmers and farm workers to earn a living wage without relying too much on subsidies (as farmers mentioned). The “reasonable profitability” of farms adds buffering capacity and flexibility, and allows farmers to invest to prepare for the future (Cabell and Oelofse, 2012). In relation to investments, previous studies in Eastern Europe showed that limiting loans and even choosing modest technological upgrades were ways to strengthen farm resilience (Knickel et al., 2018).

Overall consistency of the farming plan

Acknowledging that a farm, as a SES, is composed of complex connections and interdependencies within the farm and between the farm and its environment is the first step towards adopting management practices that foster resilience (Biggs et al., 2015). It should allow re-considering the farming plan towards improved consistency by managing the connectivity among the farm components. The need to manage a farm as a whole by taking advantage of the connectivity of its components echoes the resilience indicator ‘appropriately connected’ of (Cabell and Oelofse, 2012). The connectivity among crops, animals and the farmer determines the farm’s capacity to adapt and transform in response to disturbances and influences its degree of resilience. Farmers’ networks, which are becoming increasingly dense and experienced in organic farming, also enable connectivity as already observed in SES: these problem-solving networks facilitate the exchange of both knowledge and inputs (e.g. fodder) creating opportunities for self-organization and local interdependencies (Berkes, 2007). Self-organization, cooperation and interaction between actors contributes to autonomy and thus to resilience (Ifejika Speranza et al., 2014).

A farm that can be transferred

'Transferability' is one of the four pillars of farm sustainability (Landais, 1999). As resilience focuses on the persistence of the farm over the long term, 'transferability' seems highly compatible with the overall goal pursued by family farms, which is to ensure farm continuity and inter-generational succession (Darnhofer, 2014). Transferability partly echoes Cabell and Oelofse's (2012) resilience indicator 'honors legacy', as legacy can include biophysical resources, farming knowledge and know-how inherited from predecessors. Transferability of the farm joins the definition of livelihood resilience in the need to sustain or improve well-being over time. This emphasises the dynamic dimension of resilience and the long-term vision needed. Well-being and resilience are closely related concepts (Armitage et al., 2012). A farm that provides satisfying living condition in a healthy environment is easier to take over. Such a farm keeps on producing food, ecosystem services and broadly maintains its core structures and functions over long time despite the disturbances met.

4.1.3 Farm resilience factors

Organic farming

Previous work highlighted the potential of organic farming for increasing farm (Milestad and Darnhofer, 2003) and farm community (Milestad and Hadatsch, 2003) resilience. Farmers often highlighted the potential of organic farming for increasing soil health which is a slow variable (Carpenter et al., 2001) at the core of organic farmers management. Getting or keeping a productive and healthy soil with proper soil organic matter content is a long lasting process and soil health depends on the connectivity among farm components (e.g. via manure transfers from the stable to the field). This importance of soil and of animal health illustrates that farmers already internally shifted from a focus on productivity to a focus on long term health of the whole farm system (Carlisle, 2014). As previously shown (Bouttes et al., 2018a; Mzoughi, 2014), surveyed farmers often reported an increase in their motivations and satisfaction at work directly related to organic farming. They expressed their satisfaction to contribute to the maintenance of healthy soil and to lesser use of chemicals. Organic farmers also expressed satisfaction with their financial situation in relation with organic farming that provides higher and more stable milk prices. The organic-market's favourable context brings

more financial flexibility and helps building the ‘financial viability’ of the farm. Financial serenity, motivation and satisfaction at work highlight farmers well-being and well-being is a factor of livelihood and SES resilience (Armitage et al., 2012). Thus, organic farming was perceived as a resilience factor for farms and beyond: it brings well-being, a wide range of ecosystem services, contributes to environmental integrity and improves citizen’s quality of life.

Low pressure on resources and autonomy

Autonomy was identified as an indicator of resilience and farmers strive for relying as far as possible on their own resources (Darnhofer, 2010). An adapted management of these resources is thus needed to keep the farm productive functions over time. The need to balance the land and the herd properly appeared as a major management aspect to farmers agreeing with literature. Results of (Beukes et al., 2019) showed that pasture-based dairy systems with high stocking rates that were not adapted to the land’s potential were exposed more to climatic and economic disturbances due to their inability to buffer these disturbances. According to organic farming regulations, 60% of dry matter in the diet must come from coarse, fresh, dried or silage fodder (FranceAgriMer, 2016). Autonomous farms often rely greatly on pastures to feed livestock (Coquil, 2014), and cattle farmers appeared particularly concerned with the need to build autonomous pasture-based grazing systems. Besides fodder intake, pastures influence cow health by decreasing mastitis and lameness (Hernandez-Mendo et al., 2007; Washburn et al., 2002) and contribute to sustainable management of animals.

Regarding water resources, the long-term sustainability of systems relying on hillside reservoirs and irrigation systems proposed by farmers is uncertain. The focus on maintaining crop and pasture productivity sometimes prevented farmers from considering larger changes in their crop rotations which have already demonstrated their long-term environmental potential (Allain et al., 2018). Moreover irrigation systems introduce risks of inequalities in access to water resources that can possibly lead to conflicts between farmers although those risks have not been stated.

Regarding our findings for human resources management, they echoed (Gosetti, 2017) who developed a framework to assess the quality of working life from the perspective of farm sustainability. This framework included an ‘ergonomic dimension’ (e.g. well-being of workers,

work hours, work intensity, tools and instruments available, health and safety of the work place) which corresponds to farmers' perceptions. Good working conditions are necessary over the long term to ensure farm resilience. In agreement with (Kummer et al., 2012), farmers mentioned that sharing knowledge and experimenting on farms helps build farm resilience.

Diversification

Diversity is a major attribute for SES (Carlisle, 2014), livelihood (Ifejika Speranza et al., 2014) and farm resilience (Darnhofer et al., 2010a). On a livestock farm, diversity applies to all the components of the farm (e.g. pastures, crops, animals, products sold) and is crucial for absorption and reorganization (González-Quintero and Avila-Foucat, 2019). Diversification is thus one way to spread risks and create buffers (Darnhofer et al., 2010a). On this point, farmers' perception of resilience were similar to the literature on diversification, regardless of the scale considered (e.g. cropping system (Lin 2011;Gaudin et al. 2015), crop-livestock system (Frison et al., 2011), farm (David et al., 2010)). As far as farm products are concerned, promoting economic diversification through an expansion of farmers' activities enhances resilience and this is also the case of off-farm activities providing a stable source of income (Ashkenazy et al., 2018). However diversifying activities and income sources changes both the workload and the work organisation (Darnhofer and Strauss, 2014) on the farm. Farmers who mentioned this type of diversification were sometimes reluctant to begin a new activity due to potential work overload. Installing photovoltaic panels on the roofs of stalls could increase farm energy autonomy. Darnhofer et al. (2010b) identified developing on-farm energy production as an adaptation approach to transform farming.

4.2 Similarities and differences between sectors, regions and farmers' experience

4.2.1 *Indicators of farm resilience*

The perception of (1) autonomy, (2) financial viability and (3) transferability as indicators of farm resilience differed between cow and sheep farmers.

- (i) Autonomy appeared more important to cattle than to sheep farmers. This difference was also reflected in a quantitative assessment of farmers' resilience and practices (Perrin et al., 2020). The latter study highlighted that on the one hand, practices that focused on autonomous pasture-based grazing systems improved subjective resilience of organic dairy cattle farms. On the other hand and in relation to the sector contexts, autonomy was less relevant for sheep farmers. The improvement of subjective resilience of organic dairy sheep farms was primarily driven by an increase in sheep productivity. High milk prices allowed sheep farmers buying expensive inputs more easily.
- (ii) French farms generally have a high debt ratio. In 2017, the indebtedness of dairy cattle farms equalled ca. 45% of their gross surplus when it was of ca. 38% for the sheep farms (Ambiaud et al., 2019). This difference could explain why financial viability was particularly important for cattle farmers.
- (iii) 'A farm that can be transferred' was a category more cited by cattle farmers than by sheep farmers as cattle farms of our sample were mainly family farms contrary to surveyed sheep farms.

4.2.2 *Farm resilience factors*

The perception and the importance of (1) organic farming, (2) a low pressure on resources and (3) diversity as farm resilience factors also differed between farmers.

- (i) Both cattle and sheep farmers' perceived organic farming as a resilience factor. However we observed differences in their perception of hindrances to resilience directly related to organic farming. Sheep farms in Aveyron have a limited autonomy for feed (Vial, 2017), and the difficulty in finding concentrates on the local market at affordable prices may explain why sheep farmers tended to cite the category 'input availability and prices' more often. Farmers in Austria noted similar hindrances: (Darnhofer et al., 2005) 'pragmatic conventional' type of farmer

highlighted the technical challenges of organic farming as one reason not to convert. Besides these technical challenges, overreliance on external organic inputs purchased from specialist suppliers threatens organic farm resilience (Milestad and Darnhofer, 2003), as do practices that require large amounts of external inputs (Darnhofer et al., 2010c).

- (ii) MC farmers cited more frequently the need to balance land and herd in farm management. Topographical and climatic constraints face by farms from this region result in lower potential pasture and crop productivity than in the NW. Adapting the size of the herd to the potential of the land is even more important in MC.
- (iii) Farm-scale diversification seemed less important to sheep farmers, likely due to the currently high and stable organic milk prices, which are increased by the well-known Roquefort PDO.

4.3 Cognitive biases

The current positive context for organic dairy production (e.g. high and stable milk prices, growing advisory networks, positive and future-facing image to consumers) may have resulted in an optimistic bias. Despite the mention of some hindrances to resilience caused by organic farming, farmers were mostly satisfied with the current state of their farm and perceived little need for transformative capacity (except certain farmers who mentioned installing milk-processing or energy-production units). The definition we provided to farmers who had no idea of the concept missed this transformative capacity, which could have influenced the farmers' lack of reference to this capacity. Farmers also trended to perceive their situation as generally more comfortable (e.g. regarding income or the working conditions with no use of chemicals) and less risky (Klein and Helweg-Larsen, 2002) than the one of conventional farmers. Organic farming in itself appeared as a resilience factor. This may have resulted in part from confirmation bias: some farmers could have seek of evidence that 'organic farming' is by definition 'resilient' partially to their own beliefs and expectations (Nickerson, 1998), thereby rejecting resilience factors that could also exist on non-organic farms. Moreover, the interviews used 'resilience', which farmers may not have known as well as other terms such as 'sustainability'. This could have decreased the importance assigned to the environmental

impacts of their farms and placed more emphasis on the dynamics and adaptations needed to reach each farmer's 'desired state' (Milestad and Hadatsch, 2003).

4.4 Farms as complex adaptive systems and future for organic dairy farm resilience

Farm resilience is complex to define and to assess (Quinlan et al., 2016). Farmers play a central role in farms as complex adaptive systems; thus, their subjectivity is relevant. Our study highlighted the relevance of assessing subjective resilience (Jones and Tanner, 2017) to complement resilience assessment methods that focus on quantitative performance indicators (Groot et al., 2016). We position it on Jones' (2019) objectivity-subjectivity continuum as a study in which resilience is subjectively defined and evaluated by farmers, with the resulting judgment and personality biases. Beyond their understanding of 'resilience', farmers provided their own metrics for farm resilience (i.e. the ideas they use to assess it: indicators; Figure 23) and farm management practices that increase farm resilience (i.e. factors). Researchers can use content analysis to test theoretical issues (Elo and Kyngäs, 2008), and although not all farmers interviewed knew the concept of resilience, this conceptual framework corresponds in many ways to the literature for defining, measuring and improving the resilience of SES, livelihood and agro-ecosystems (Tableau 4). This study once again reveals resilience as a multi-disciplinary bridging concept and thus as a useful tool to the study of the disturbed systems at the interface between humans and nature that farms are. Many of farmers' conceptualisations were similar with the academics' framework, but some differed. Among the differences, managing water resources by digging hillside reservoirs or installing new irrigation systems raises questions about the long-term resilience for farms and broadly for rural areas on which conflicts for water resources may arise in a context of more and more frequent and pervasive droughts. Some of farmers' perceptions appear oriented toward the short term, which could be described as 'coerced resilience' (i.e. 'resilience in the context of production that is created as a result of anthropogenic inputs [...] rather than supplied by the ecological system itself' (Rist et al., 2014). During a drought, irrigation-dependent farms can still be pushed into an undesirable state and lose a considerable amount of yield (Peterson et al., 2018). The major difference between the conceptual frameworks of farmers and researchers is that farmers did not mention transformative capacity directly. The example of irrigation illustrates the resistance to transform farming systems by radically changing cropping systems to better cope with droughts. Regarding milk prices and health problems,

sheep farmers seemed less preoccupied by autonomy than cattle farmers. Buying fodder and ensuring ewe productivity in the context of high milk prices appeared to be the preferred strategy, which could challenge farm resilience in the long term. The decrease in feed autonomy could become risky if milk prices decrease or feed shortages occur.

Despite the optimistic bias, farmers' perceptions in a positive context highlighted concrete ways to improve the resilience of organic dairy farms in France. While the context for the dairy sheep sector is specific to the Roquefort DPO, the results for the dairy cattle sector are relevant to farms outside of France. In agreement with (Šūmane et al., 2018), farmers' informal but accurate knowledge of their farming systems provided considerable insights and a step towards rendering the concept of resilience operational. The results can help other farmers (or future farmers) to assess the resilience of their farms (or desired farms) which is crucial for their daily management choices and for achieving their goals. Advisors and teachers in agricultural schools can also use these results but they need to be made easier to work with. Developing a pedagogical teaching tool based on these operational results and considering contextual differences (cattle, sheep and other sectors) would be useful for expanding systems thinking in education programs as Blackmore et al. (2018) recently advised and supporting the design of resilient and sustainable agricultural systems.

Acknowledgments:

We thank the farmers for welcoming us to their farms and taking the time to answer our questions. This study was funded by the French Ministry of Research (Ph.D. fellowship of A.P.) and the Résilait project. We thank Alexandre Bancarel, Stéphane Doumayzel, Mathilde Durand, Robin Guilhou, Thierry Mouchard, Elsa Nael, Olivier Patout, David Roy, Anne Uzureau, Camille Andrieu, and the groups of students coordinated by Séverine Cassel, Dominique Eve, François Maleysson, and Anne Piquart-Hebert for conducting the interviews. We also thank Catherine Experton and Jérôme Pavie as Résilait project leaders. We are grateful to the participants who attended the seminar presentation of this study and provided insightful comments and suggestions, especially Cecilia Katzeff.

Data Availability:

The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author, A.P. The data is not publicly available because they contain information that could compromise the privacy of research participants. The authors certify that the work was done with prior approval for human subjects research by the institutional review board (IRB) of INRAE.

CHAPITRE 2: Identification de facteurs de résilience des élevages bovins laitiers biologiques

Les résultats du chapitre 1 ont mis en évidence des facteurs de résilience générale à dire d'éleveurs. Cependant, ils sont fondés exclusivement sur leurs perceptions et distinguent peu les deux filières (bovine et ovine) qui présentent pourtant chacune des spécificités.

Contenu du chapitre : Dans ce chapitre 2, nous nous sommes focalisés sur les facteurs de la résilience des exploitations bovines laitières biologiques. Au-delà des entretiens semi-directifs valorisés au chapitre 1, les enquêtes du projet Casdar Résilait ont permis la récolte de données quantitatives permettant d'analyser les trajectoires d'exploitations converties depuis 5 années ou plus à l'AB. L'adaptation d'une méthode d'analyse statistique basée sur des régressions des moindres carrés partiels (PLS) nous a permis d'étudier l'évolution conjointe des structures d'exploitations, des pratiques agricoles mises en œuvre par les éleveurs, et de la résilience subjective évaluée à travers le maintien ou l'amélioration de la satisfaction des éleveurs sur le temps long. Pour assurer la robustesse de ces résultats, nous avons confronté les résultats des PLS à ceux obtenus grâce à l'utilisation d'autres outils statistiques (modèles linéaires, forêts aléatoires).

Résultats principaux :

- Une méthode intégrée utilisant l'évolution de la satisfaction des éleveurs sur le temps long qui permet de mettre en évidence des facteurs de résilience subjective.
- La résilience subjective des exploitations bovines laitières biologiques est améliorée par la mise en place de systèmes herbagers. Elle s'accroît sur les exploitations dont les éleveurs ont augmenté la durée de pâturage exclusif de 0,7 mois en moyenne sur 10 ans et ont avancé la date de mise au pâturage au printemps (Figure 25).

Ce chapitre est rédigé sous la forme d'un article scientifique publié dans la revue « Agricultural systems ». Il a été rédigé en partenariat avec Magali San Cristobal, biostatisticienne et Rebecka Milestad, agronome.

Perrin, A., Cristobal, M.S., Milestad, R., Martin, G., 2020. Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agricultural Systems* 183, 102875.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102875>

Le matériel supplémentaire pour ce chapitre est disponible via le lien suivant :

<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0308521X19313733-mmc1.pdf>



Figure 25: Prim'Holsteines à la pâture

Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms

Augustine Perrin^{1*}, Magali San Cristobal², Rebecka Milestad³, Guillaume Martin¹

¹ Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France

² Université de Toulouse, INRAE, UMR Dynafor, F-31320, Castanet-Tolosan, France

³ Department of Sustainable Development, Environmental Sciences and Engineering, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

* Correspondence: augustine.perrin@inrae.fr

HIGHLIGHTS

- Evolution of organic farmers' satisfaction reveals ways to improve farm resilience.
- One way is to orient farms toward more pasture-based systems.
- Another way is to increase the duration of full grazing.

ABSTRACT

Uncertain and changing agricultural contexts challenge the resilience of farms to disturbances. Organic farming has long been considered a niche practice and has provided farmers with a market that is more protected and regulated than that for conventional farming. However, the organic market is globalising, especially for the dairy sector. This globalisation exposes farms to higher volatility in organic milk price. Thus, identifying resilience factors for organic dairy farms is necessary to support farmers' strategic decisions. Our objective was to identify factors that promote resilience of organic dairy cattle farms over time. We surveyed 81 organic dairy-cattle farms in six French regions. We collected data on farm structure (e.g. utilised agricultural area, number of cows) and on farmers' practices (e.g. calving period, grazing duration, date of turnout to grazing). Unlike most resilience assessments, which rely on technical and economic indicators and threshold values defined by experts, we used the evolution of farmers' satisfaction since they converted to organic farming as a surrogate for subjective (i.e. self-perceived) resilience. We postulated that stable or increasing well-being of farmers, which is visible through their satisfaction, would demonstrate subjective resilience of farms in a holistic way. Using sparse Partial Least Square regression, we related the evolution of farm structures and farmers' practices over time to the evolution of farmers' satisfaction in the face of a variety of disturbances (e.g. droughts, decrease in milk prices). Results showed that practices that focused on self-sufficient pasture-based grazing systems improved farmers' satisfaction and thus the subjective resilience of organic dairy cattle farms. On average, farmers who improved their satisfaction increased the duration of full grazing (i.e. no other feedstuff distributed) by 0.7 months and advanced the date of turnout to grazing by 6.5 days over a 10-year period. We developed an original method, based on farmers' perceptions, to assess the subjective resilience of farms to multiple disturbances (e.g. climatic, economic, health-related) and for the first time showed the potential of pasture-based grazing systems to promote the subjective resilience of organic dairy farms.

KEYWORDS: Resilience, Farmer satisfaction, Dairy farming, Organic agriculture, Holistic approach

1 Introduction

Farms are experiencing an increasingly uncertain and changing production context due to factors such as climate change, market volatility, and new regulations. In Europe, a potential increase in the frequency of water shortages and extreme climatic events could decrease yields and increase their variability (Olesen and Bindi, 2002) and, in turn, force livestock farmers to purchase expensive fodder to feed their animals. Market volatility also has a strong impact on the economic health of farms due to increases in the volatility of agricultural commodity prices and unexpected decreases in prices (Garrido, 2016). Regulatory changes can also influence farms strongly, as observed after the elimination of milk quotas in the European Union's Common Agricultural Policy in 2015. It not only resulted in a sudden decrease in milk prices, it increased farmers' incentives to invest in their farms in order to compensate for the decrease in their profits by increasing their economies of scale (Levi et al., 2019). In the dairy sector, conventional farmers felt trapped in the vicious cycle of this "get big or get out" strategy (Bouttes et al., 2018a). This uncertain and changing context and its negative impacts on farms challenge their resilience.

Resilience enables a farm to address disturbances, whether they be sudden shocks, unpredictable "surprises", or slow-onset changes (Darnhofer, 2014). Resilience depends on a farm's ability to integrate and balance its capacity to absorb disturbances (buffer capacity); capacity to adjust practices and farm organisation without modifying farm structure (adaptive capacity); and capacity to radically change farm structure, practices, or production (transformational capacity) to address the disturbances. The topic of "resilience" has gained interest in the scientific literature, but the abstract and multidimensional nature of the concept makes it challenging to operationalise (Cumming et al., 2005) and assess (Quinlan et al., 2016).

As resilience is a dynamic property of systems (Carpenter et al., 2001), previous quantitative assessments observed farm resilience through the evolution of measured performances (e.g. soil respiration in Todman et al. (2016), yield in Li et al. (2019) and in Verhulst et al. (2011)) in response to disturbances. However, selection of these performances is often contested (Carpenter et al., 2001). These assessments tend to focus on one subsystem of a farm (e.g. pastureland in Beukes et al.(2019)) rather than to consider it as a whole, and they rarely build

on the long-term (ca. 10-year) monitoring programs required to observe changes at the farm level.

As an alternative, Cabell and Oelofse (2012) developed 13 behaviour-based indicators to assess the resilience of agroecosystems (e.g. socially self-organised, ecologically self-regulated, functionally diverse) and suggested using critical threshold values defined by experts below which there is a loss of resilience. This indicator framework provides rules of thumb but cannot be applied directly to farms. The SHARP tool was thus developed from this indicator framework as a set of questions for farmers to assess the resilience of agricultural systems (Diserens et al., 2018); however, it focuses on a single type of disturbance: climate change. A broader focus seems necessary, as “assessing the resilience of farming systems needs to include the whole range of challenges rather than focusing on one specific challenge” (Meuwissen et al., 2019).

More recently, Meuwissen et al. (2019) developed a conceptual framework to assess the resilience of farming systems from the farm to the regional level against a diversity of disturbances, as well as a method to render it operational. The “resilience attributes” used when applying this methodological framework to case studies (Reidsma et al., 2019) largely build on Cabell and Oelofse's attributes. Application of the framework was supported by participatory workshops and interviews with a range of stakeholders who exchanged their viewpoints, but it did not rely on long-term monitoring of specific cases that provided evidence for farm resilience. In the end, a list of strategies for improving farm resilience (e.g. hiring workers, preventing diseases) emerged, but the potential to combine them into a consistent whole was not addressed.

Another limitation of nearly all of the previously mentioned types of assessments is that they ignore the subjective dimension of resilience (i.e. how people perceive their own resilience) (Jones and Tanner, 2017; Jones, 2019). As both experts and components of the farming system, farmers lie at the centre of farms (i.e. the unit composed of the farmer and the physical farm, including a variety of subsystems such as land, animals, and crops (Darnhofer, 2010)), and their subjectivity matters. They have a legitimate understanding of their situation, capacities, opportunities, and constraints. This is especially true when the farming context is depressed, which has been the case for the past twenty years for French dairy farmers. Dairy farmers' malaise is reflected in a high suicide rate in the profession (Bignon, 2019a) and the

number of farms that cease their activity (INSEE, 2019). These elements emphasise that farmers' well-being and satisfaction at work are a sine qua non condition for the farm resilience and echo the strong interplay between well-being and resilience suggested by Armitage et al. (2012).

We postulate that stable or increasing well-being of farmers, which is visible through their satisfaction, would demonstrate subjective resilience of farms in a holistic way. This hypothesis is consistent with the literature on subjective resilience (Jones and Tanner, 2017), and farmers' assessment of their own satisfaction (i.e. subjective well-being) may include self-assessment of what resilience is (Jones, 2019). Thus, farmers' satisfaction appears to be a good "surrogate" (Carpenter et al., 2005) to capture, simplify and operationalise farm resilience to multiple disturbances (e.g. climatic, economic) in a subjective manner. To consider farms in a holistic way, we chose to monitor the evolution of farmers' satisfaction and thus subjective farm resilience in the face of multiple disturbances based on four key dimensions of farming: land, herd, economics, and social situation.

We focused on organic dairy farms in France because of recent evolutions in the sector. Organic farming has long been considered a niche practice and has provided farmers with a market that is more protected and regulated than that for conventional farming. Organic farming has been identified as a factor that builds resilience (Milestad and Darnhofer, 2003). As a result, given the crisis in the conventional dairy sector in France, the number of dairy farms converting to organic dairy farming has sharply increased (FranceAgriMer, 2016), and 5.4% of the national dairy herd was organic in 2017 (Agence Bio, 2017b). However, this rapid increase is not without risks for the sector. French organic dairies seek export markets (e.g. Asia, the Middle East) and compete with dairies from Denmark, Austria, and Germany (Blanc and You, 2017). This globalisation of the organic dairy sector could result in volatility in organic milk prices. Organic dairy farms are tending to increase in size (FranceAgriMer, 2016), which results in changes in production methods and increasing structural and operating costs (Pechuzal, 2017) that decrease the profitability of organic dairy farming. In this context, identifying subjective resilience factors of organic cattle dairy farms is necessary to support farmers' strategic decisions.

In this study, our objectives were to (i) assess the subjective resilience of organic dairy cattle farms to a variety of disturbances through the evolution of farmers' satisfaction, (ii) describe

trajectories of farms over long time-frames, and (iii) relate the evolution of farmers' satisfaction to the trajectories of farms to highlight subjective resilience factors for organic dairy cattle farms. In section 2, we describe the sampling method and the statistical analysis developed to assess resilience through farmers' satisfaction and to relate its evolution to that of farm structures and farming practices. We then identify the factors that improved the subjective resilience of organic dairy cattle farms and then discuss them and the advantages and limits of our approach.

2 Materials and methods

2.1 Farm sampling

We coordinated a group of interviewers who surveyed 81 organic dairy cattle farms in France during winter 2017-2018. The interviewers came from different organisations (e.g. chambers of agriculture, farmer associations, agricultural high schools, research centres) and held different positions (e.g. agricultural consultants, veterinarians, teachers, students, interns). All were involved in the Résilait project (ITAB, 2017) and thus had a solid understanding of the objectives. They participated in designing the survey guide at each stage, from defining the list of variables of interest to formulating the questions. To ensure homogeneity of data collection, all were trained in survey methods, and more specifically in using the survey guide designed for the study, during a full-day workshop.

We defined sampling rules with the interviewers. The sample of surveyed farms had to contain a variety of farm sizes, agricultural practices, and exposure to disturbances rather than being a statistically representative sample of organic dairy farms in France as we used a case-study research approach (Eisenhardt, 1989). The regulatory period required to convert a conventional farm to organic production is 18 or 24 months depending on whether the farmer opts for asynchronous or synchronous conversion, respectively, of the herd and land. In practice, however, on-farm changes are implemented over a longer time-frame. Thus, farms in the sample had to have been certified organic for at least five years at the time of the survey to ensure that they had reached a routine organic farming regime. To obtain a variety of farm exposure to disturbances, we surveyed farms in six French regions: Brittany, Normandy, Pays de la Loire, Nouvelle Aquitaine, Rhône Alpes, and Occitanie (Figure 26). These regions differ in soil and climatic conditions. Farms in Brittany, Normandy, and Pays de la Loire have an oceanic

climate, which is highly suitable for pasture production. Conversely, farms in Nouvelle Aquitaine, Rhône Alpes, and Occitanie have a semi-continental climate with a higher range of annual temperatures and longer droughts that reduce pasture production.

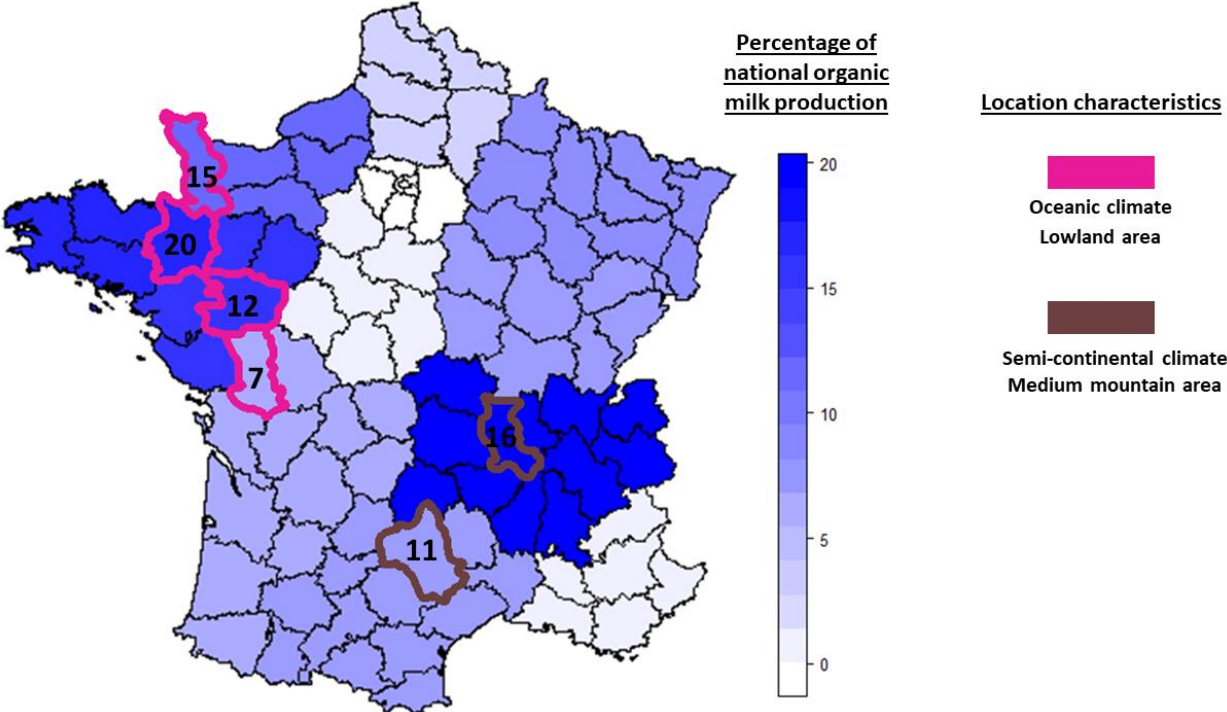


Figure 26: Number of organic dairy cattle farms surveyed per French department.

2.2 Data collection

Surveys started by introducing the objective of the project to the farmers (i.e. identifying resilience factors for organic dairy farms). If farmers did not know the concept of resilience, interviewers briefed them. To consider the dynamic property of resilience and its impacts on farm performance and management over time, farmers were then asked to divide the history of their farms into any number of stable periods that seemed relevant to them, starting from the beginning of conversion to organic farming (“conversion period”) to the time of the survey (“survey period”). Each stable period, whose duration varied among farms and over time, corresponded to a “consistent phase”, in which a consistent set of decision rules and farming practices is implemented to achieve specific objectives, until the objectives are revised based on effects of the implemented practices, thus beginning a new phase (Chantre et al., 2015). We then collected data for each period identified.

For each stable period, farmers assessed their satisfaction level according to their own expectations, which may have evolved over time. For each stable period, farmers rated their satisfaction as “very unsatisfied”, “unsatisfied”, “satisfied”, or “very satisfied” (score = 1-4, respectively) for the four dimensions determined with advisers and experts involved in design of the survey guide as being key to overall farm resilience (Tableau 5):

- Land: satisfaction with the land, which should ensure production of sufficient and good-quality feedstuff without depleting natural resources. Farmers’ assessments could thus rely on indicators such as soil health, yield, and quality of crops and pastures.
- Animal: satisfaction with the herd, which should ensure production of sufficient and good-quality milk. Farmers’ assessments could thus rely on indicators such as animal health, prolificacy, and milk productivity.
- Economic: satisfaction with farm economics, as farmers should be able earn acceptable incomes (with respect to individual objectives) and make investment decisions on their own. Farmers’ assessments could thus rely on indicators such as income and financial flexibility.
- Social: satisfaction with the social situation, as farmers should benefit from acceptable conditions. Farmers’ assessments could thus rely on indicators such as free time, workload, and working conditions.

Tableau 5: Variables used to describe organic dairy cattle farms and assess their resilience. All variables for structure and practices are explanatory. The four dimensions of satisfaction build the response variable “OverallSat”.

Category	Variable	Details	Abbreviation	Unit (calculation)	
Structure	Workforce	Number of full-time workers on farm	WForce	Labour unit	
	Utilised agricultural area (UAA)	Total area: arable land, permanent grassland, permanent crops, and kitchen gardens (Eurostat, 2017a)	UAA	ha	
	Number of dairy cows	Number of dairy cows daily milked on farm	Cow	∅	
	Number of heifers	Number of replacement heifers	Heifer	∅	
	Livestock units	Grazing equivalent of one cow producing 3 000 kg of milk annually, without being fed additional concentrates (Eurostat, 2017b)	LU	Livestock unit (1 × Cow + 0.7 × Heifer)	
Practices	Workload per LU	Number of dairy cows milked per full-time worker	WorkLU	Number of livestock units per labour unit	
	Workload per ha	Number of ha managed per full-time worker	WorkHa	Number of ha per labour unit	
	Area used to feed livestock	Area dedicated to the fodder feeding farm cows in the UAA	AFL	% in UAA	
	Permanent pasture area	Percentage of permanent pasture in the UAA	PerPast	% in UAA	
	Temporary pasture area	Percentage of temporary pasture in the UAA	TempPast	% in UAA	
	Maize area	Percentage of maize in the UAA	Maize	% in UAA	
	Non-maize crop area	Percentage of non-maize crops in the UAA	Crops	% in UAA	
	Other area	Percentage of other crops in the UAA	Others	% in UAA	
	Area available for grazing	Area available for grazing	AvailArea	ares/livestock unit	
	Percentage of pastures in UAA	Percentage of permanent and temporary pastures in the UAA	Pastures	% in UAA (PerPast+TempPast)	
	Stocking rate	Number of LU per ha of AFL	StockRate	Livestock unit per ha (LU / AFL × UAA)	
	Cow productivity	Milk production per cow per year	CowProd	L milk/cow/year	
	Calving period	Duration of the calving period each year	Calving	Number of months	
	Date of turnout to grazing	Date of the beginning of the grazing period	Turnout	Day of year	
	Duration of grazing	Length of the grazing period	GrazDur	Number of months	
	Duration of full grazing	Length of the period during which cows only graze (no other feedstuff)	FullGrazDur	Number of months	
	Duration of green feeding	Duration of the period during which dairy cows are fed fresh fodder	GFeedDur	Number of months	
	Concentrate-use efficiency	Quantity of concentrates distributed to the herd each year, normalised per L of milk	ConcDist	g/L milk/year	
	Self-sufficiency in fodder	Proportion of total fodder consumption met by on-farm fodder production, on a dry-matter basis	SSFod	Purchased fodder in total fodder consumption (1-(Fodder purchases/Total fodder consumption))	
		Self-sufficiency in concentrates	Proportion of total concentrate consumption met by on-farm concentrate production, on a dry-matter basis	SSConc	Purchased concentrate in total concentrate consumption (1-(Concentrate purchases/Total concentrate consumption))
	Satisfaction	Milk processed on farm	Percentage of the milk processed on farm (e.g. cheese, yoghurt)	CheeseM	% of annual milk production
		Land dimension	e.g. farmer’s satisfaction with the quality and yields of crops and pastures	LandSat	Score from 1-4
		Animal dimension	e.g. farmer’s satisfaction with animal health, prolificacy, productivity	AnimSat	Score from 1-4
Economic dimension		e.g. farmer’s satisfaction with their income and financial flexibility	EconSat	Score from 1-4	
Resilience surrogate	Social dimension	e.g. farmer’s satisfaction with their time free and working conditions	SociSat	Score from 1-4	
	Overall satisfaction	Farmer’s overall satisfaction as the sum of the four previous dimensions	OverallSat	Score from 4-16 (LandSat + AnimSat + EconSat + SociSat)	

We did not weight the scores of each dimension for each stable period. As farmers have different objectives, adding weights would have implied asking farmers to weigh each dimension for each stable period some of which had occurred decades ago. Although we asked for data on these periods, assigning weights to past levels of satisfaction might have been more complex than describing the state of the farm. It would have been difficult for farmers to do and would have made data collection more complex and time-consuming. Instead, we calculated farmers' overall satisfaction as the sum of the scores of the four dimensions. Definition of four dimensions was necessary to ensure that farmers assessed resilience not only from a production perspective. Aggregating these four dimensions thus allowed us to consider the farm as a whole and farm resilience as a prerequisite of farm sustainability (Darnhofer et al., 2010b). Aggregating also made it possible to consider compensations that farmers obtained from managing trade-offs among the economic, social, and technical dimensions of satisfaction. The objective of the analysis was to relate the subjective resilience surrogate obtained to explanatory variables traditionally used to describe farm structure and farming practices (Tableau 5). We asked farmers to provide values for each variable during each stable period they had identified.

In a second step, interviewers asked farmers to report the disturbances they had faced since their conversion period. For each disturbance, they had to specify the year it occurred and the type of disturbance, among six predefined types: climatic (e.g. droughts, hail), economic (e.g. decrease in milk prices, economic crisis), organisational (e.g. sudden departure of a partner), health-related (e.g. many mastitis cases), technical (e.g. breakage of farm equipment), and other (e.g. personal problems).

2.3 Data analysis

We applied a method inspired by Martin et al. (2017) and adapted by Bouttes et al. (2018) to describe (i) evolution of farmers' overall satisfaction from the conversion period to survey period, (ii) trajectories of farming practices throughout this period, and (iii) relations between these trajectories and farmers' satisfaction. The method assesses farm vulnerability to a variety of disturbances, and we transposed it into the resilience framework. It enables holistic analysis by relating response variables (here, farmers' satisfaction) to explanatory variables that describe farm structure and agricultural practices. It also enables considering long-term trajectories and integrating changes that occurred during the trajectories.

In the analysis, we first applied linear regressions to each variable (response and explanatory) over time for each farm using the *stats* package of R software (Ballesteros, 2008). We then extracted slopes and intercepts of all regressions (hereafter, "Ev.<Variable name>" and "I.<Variable name>", respectively; see Tableau 5 for variable names). Values of slopes provided insights into trends in farm trajectories, which increased, remained stable, or decreased over time. Values of intercepts provided additional information about the state of the farm at the beginning of the conversion period. We considered that farmers' overall satisfaction remained at the same level during the conversion period or improved over time when "Ev.OverallSat" was null or positive.

To relate evolution of farm structure and agricultural practices to that of farmers' overall satisfaction and thus to assess farms' subjective resilience, we performed Partial Least Square (PLS) regressions using the *mixOmics* package (Lê Cao et al., 2011) of R software. This method enabled the response variable ("Ev.OverallSat") to be related to the explanatory variables (evolution of all other variables) using a holistic approach. We investigated whether the evolution and the initial conditions of farm-structure and farming-practice variables could explain the evolution of farmers' overall satisfaction and thus of farms' subjective resilience. We used PLS regression to generate components (linear combinations of variables) by maximizing the square covariance between "Ev.OverallSat" and the evolution of all farm-structure and farming-practice variables. PLS regressions produce R^2 and Q^2 values, which estimate the explicative and predictive ability of the model, respectively. After performing an initial PLS regression of the subjective farm resilience surrogate ("Ev.OverallSat") as a function of the evolution of the explanatory variables (Tableau 5), we performed corresponding a

sparse PLS (sPLS) regression to facilitate reading and interpretation of the results and improve the quality of predictions. An sPLS regression simultaneously selects a variable from the sets of variables (Lê Cao et al., 2008) by implementing LASSO penalisation. The *mixOmics* R package can estimate the optimal number of variables to be kept in each dimension of the PLS regression.

Finally, this last variable-selection procedure, which aimed to identify key subjective resilience factors, was compared to several other statistical tools: linear models for explicative purposes, as well as random forest models ((Breiman, 2001), *randomForest* package) and multiple hypothesis testing for variable selection in high-dimensional linear models ((Rohart, 2016), *mht* package) for prediction purposes.

3 Results

3.1 Evolution of farmers' satisfaction in the face of multiple disturbances

Since their conversion period, farmers had faced many disturbances during their farms' trajectories (Figure 27). Regardless of the period considered, climatic disturbances were mentioned the most (183 mentions) among the six predefined types of disturbances. Intense summer droughts in 2003 (26 mentions), 2011 (25), and 2017 (32) strongly influenced this result. The second most mentioned type of disturbance was economic (86 mentions), particularly the economic crisis of 2008-2009 (28 mentions). Farmers had also faced health-related and technical disturbances, which were spread evenly among the periods, as they are part of the daily disturbances of farm life.

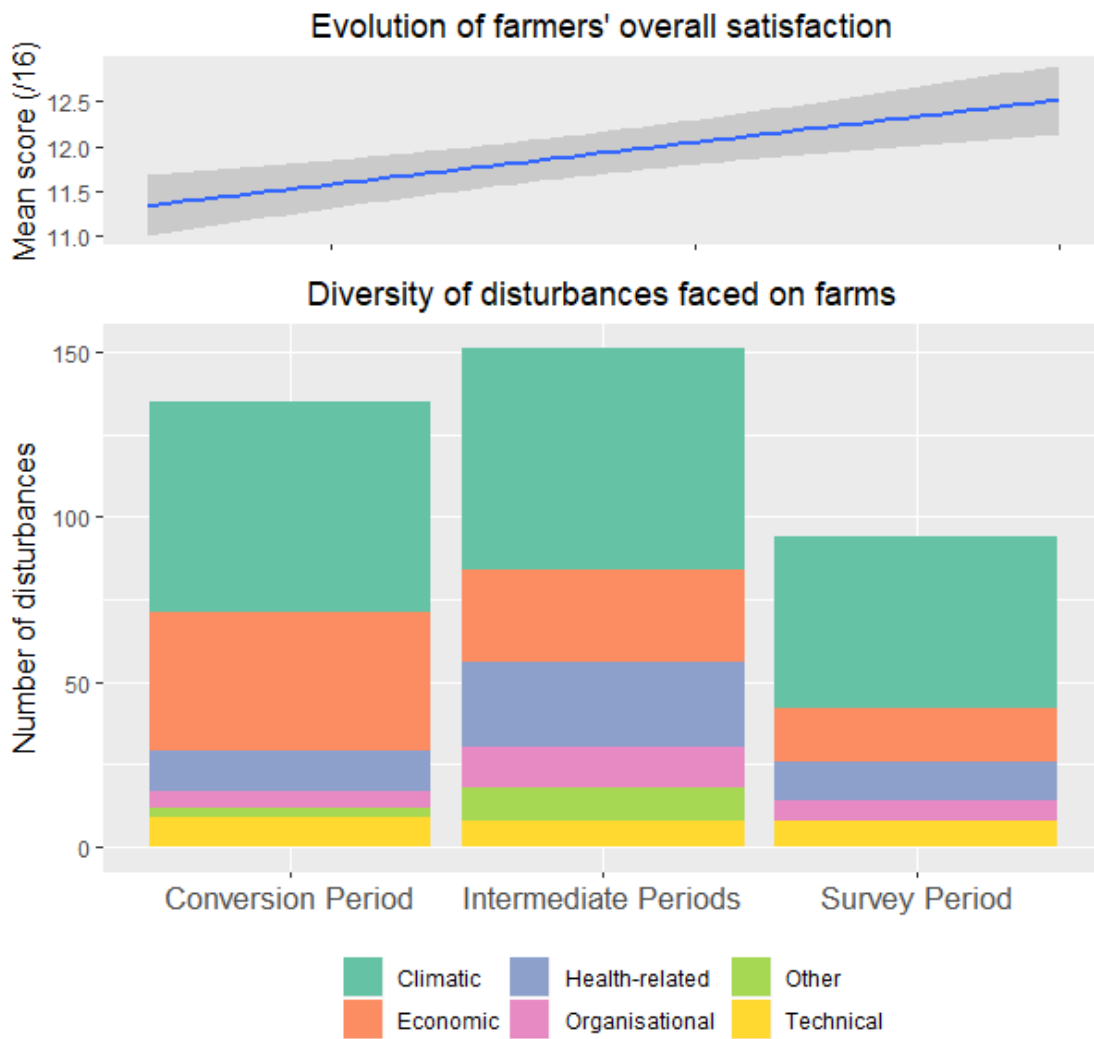


Figure 27: (Top) Evolution of organic dairy farmers' overall satisfaction (smoothed mean, 95% confidence interval) and (bottom) number and diversity of disturbances they faced from the conversion period to the survey period (winter 2017-2018). All periods between the conversion period and the survey period, regardless of their number, were grouped into the category "intermediate periods".

Most farmers surveyed were “satisfied” or “very satisfied” (i.e. overall satisfaction > 8/16), regardless of the period considered, and their overall satisfaction increased over time despite the number and variety of disturbances they had faced. Of the 81 farms, none had a score less than 9 during the survey period (Figure 28). Evolution of overall satisfaction, on average, was positive (+0.15 points/year) but variable (standard deviation = 0.27) and ranged from -0.25 to +1.5 points/year. “Ev.OverallSat” had positive or null slopes for 58 of 81 farms, indicating that farmers’ satisfaction remained stable or improved between the conversion period and survey period, but decreased for the remaining 23 farms.

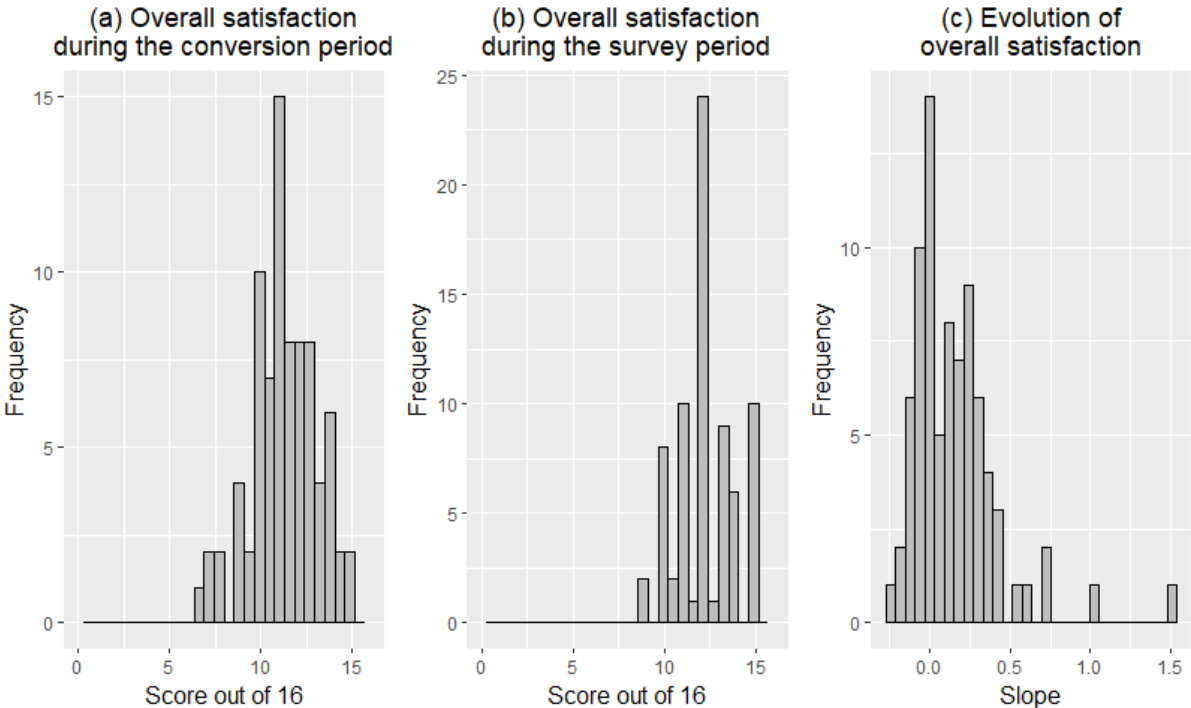


Figure 28: Evolution of farmers’ overall satisfaction from their conversion to organic farming to the survey period (winter 2017-2018). For (a) and (b), scores range from 4 (“very unsatisfied”) to 16 (“very satisfied”). For (c), positive slopes (x-axis) indicate an increase in overall satisfaction over time.

3.2 Trajectories of farming practices after beginning conversion to organic farming

The sampled farms had similar trajectories after they began converting to organic farming. Farm sizes tended to increase (Figure 29). On average, the utilised agricultural area (UAA) increased 1.74 ± 3.53 ha/year (range = -5.83 to +17.61). Evolution of UAA after beginning conversion was positive for 53 farms and increased by at least 1 ha/year for 38 of them. Of the 11 farms whose UAA decreased after beginning conversion, only 3 had a drastic decrease of at least 1 ha/year (up to -5.83 ha/year) due to farming group dissolutions and urbanisation of agricultural land. On average, herd size increased by 1.8 ± 3.3 LU per year (range = -6.6 to +19.34); this high variability was due to large differences in farm development strategies after beginning conversion to organic farming. The herd size of 35 farms increased by at least 1 LU per year and increased the most on 2 of them (+19.34 and +10.54 LU/year) due to the expansion allowed by hiring a farm worker and sharing production resources with a neighbour. Herd size decreased for 11 farms, and the maximum decrease (-6.57 LU/year) reflected the farmer's strategy for decreasing workload. Workforce increased by 0.03 ± 0.09 labour units per year, more slowly than UAA and herd size. This resulted in a mean increase in workload per ha (by 0.12 ha/full-time worker/year), although the variability was extremely high (± 1.90 ha/full-time worker/year) (range = -8.88 to +6.93). The minimum and maximum values were due to outlier farms that severely decreased UAA or lost a worker during the survey period, respectively.

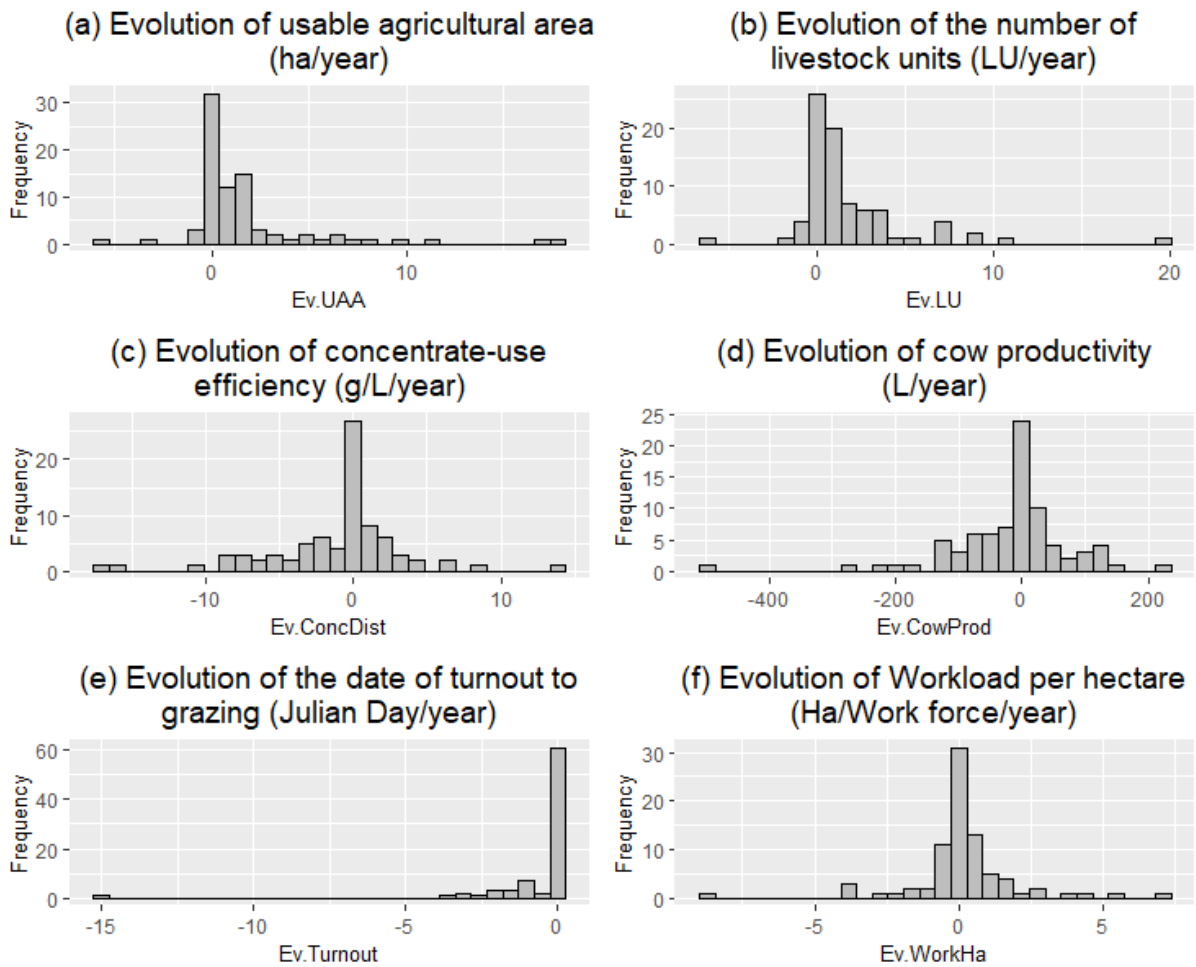


Figure 29: Distribution of the evolution of the six variables with the highest variability in the sample for the 81 organic dairy farms during the survey period. Positive values on the x-axis indicate an increase over time.

For agricultural practices, farms evolved to more pasture-based grazing systems. On average, the duration of full grazing increased by 0.06 ± 0.17 months/year (range = -0.27 to 1.14). In practice, 78 farms maintained or increased the duration of full grazing after beginning conversion, while only 3 farms decreased the duration, by -0.05, -0.10 and -0.27 months/year. The last value was due to the farmer stopping full grazing. Accordingly, all farms advanced the date of turnout to grazing by an average of 0.57 ± 0.18 day/year, with one atypical farm that advanced that date by 15 days. Along with a more grazing-based diet, mean concentrate-use efficiency increased, with the average amount of concentrates per kg of milk produced decreasing by an average of -1.12 g/L milk/cow/year, although variability was high (range = -16.66 to +14.21). Concentrate-use efficiency increased for 36 farms. On average, farms maintained (i.e. slope = 0 ± 0.01) a high degree of self-sufficiency in fodder, which peaked at

0.97 ± 0.06 during the survey period (range = 0.64 to 1.00). On average, self-sufficiency in concentrates was lower than that in fodder, but it remained high (0.67 ± 0.38) during the survey period and changed little (slope = 0.01 ± 0.03) over the period considered.

3.3 Identifying factors that influence farmers' overall satisfaction

Component 1 of the sPLS regression from the first round of PLS analysis performed with all individuals consisted mainly of four explanatory variables (see Supplementary materials): evolutions of duration of full grazing, workload per ha, cow productivity, and date of turnout to grazing. According to the Q^2 value, only component 1 provided information. However, this Q^2 value was often slightly below the ad hoc threshold of 0.0975, and the R^2 values for "Ev.OverallSat" on all components were too low to draw conclusions about the model's explicative ability. Projecting the farms in the first two dimensions of the sPLS regression clearly identified one outlier farm – F53 – whose strategy differed greatly from those of the other farms and had the most rapid improvement in the farmer's overall satisfaction ("Ev.OverallSat" = 1.5) in the sample. During the conversion period, this farmer stopped adding concentrates to the cows' diet while introducing less productive cows (French Simmental) to the herd, which decreased cow productivity greatly (from 5000 to 3500 L milk/cow/year during the year that the cow breed changed). Moreover, the farmer hired a worker and decreased both the farm UAA and herd size, which decreased the workload greatly (-8.89 ha/labour unit/year and -3.11 LU/labour unit/year). The duration of full grazing also increased greatly on this farm (0.66 months/year), related to the largest advance of the date of turnout to grazing of the sample (15 days). Because of the large difference between F53 and the other farms, the PLS regression had low predictive performance and non-generalisable results. We therefore removed farm F53 from subsequent analyses and obtained a sPLS regression (Figure 30) with higher and more stable predictive ability but still low explicative ability. The explanatory variables we included contained values of both intercepts ("I.<Variable name>") and slopes ("Ev.< Variable name>"), which enabled consideration of both the initial state (i.e. the intercept corresponded to predicted values during the conversion period) and the evolution of farming practices and farm structures over time. The intercept of farmers' overall satisfaction was also included in the explanatory variables as it partly determines the potential for improving overall satisfaction. The evolution of farmers' overall satisfaction was related to four main explanatory variables on component 1: evolution of the percentage of maize in UAA,

overall satisfaction at the beginning of the conversion period (i.e. intercept of the linear model), percentage of maize in UAA during the conversion period, and evolution of the duration of full grazing.

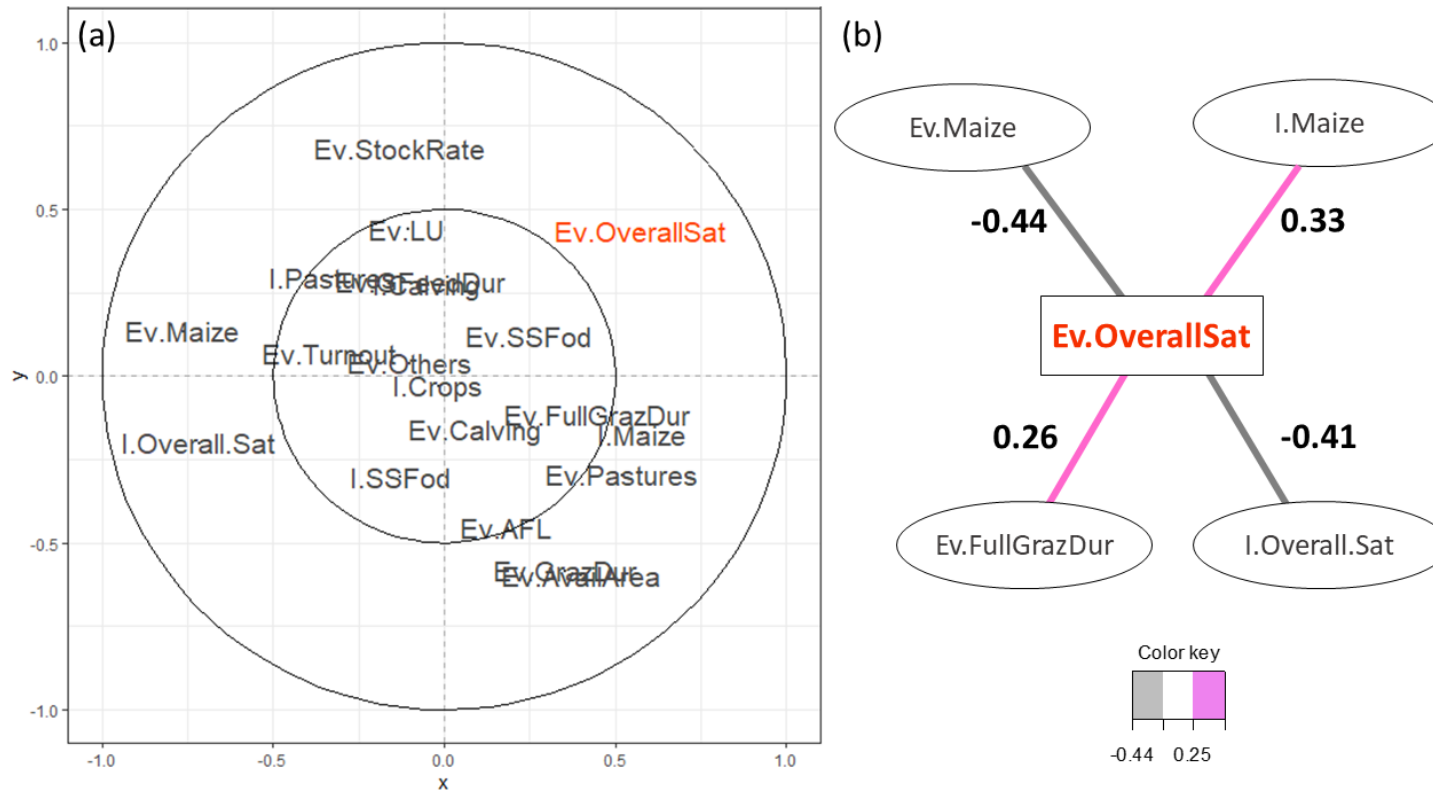


Figure 30: Figure 5. Results of sparse Partial Least Squares (sPLS) regression. (a) Projection of all variables with the evolution of farmers' overall satisfaction ("Ev.OverallSat") as the response variable (orange) and evolution of practices as explanatory variables (grey). (b) Network representing the relevant associations between "Ev.OverallSat" and the explanatory variables for component 1. Grey lines indicate a negative relation, and pink lines indicate a positive relation. Numbers correspond to the association score.

"Ev." means "evolution" and refers to the slope of the linear regression. "I." means "Initial" and refers to the intercept of the linear regression. Variable names (see Tableau 5 for detail) follow "Ev." and "I." WForce: Workforce. UAA: utilised agricultural area. Cow: Number of dairy cows. Heifer: Number of heifers. LU: Livestock units. WorkLU: Workload per LU. WorkHa: Workload per ha. AFL: Area used to feed livestock. PerPast: Permanent pasture area. TemPast: Temporary pasture area. Maize: Maize area. Crops: Non-maize crop area. Others: Other crop area. AvailArea: Area available for grazing. Pastures: Percentage of pastures in UAA. StockRate: Stocking rate. CowProd: Cow productivity. Calving: Calving period. Turnout: Date of turnout to grazing. GrazDur: Duration of grazing. FullGrazDur: Duration of full grazing. GFeedDur: Duration of green feeding. ConcDist: Concentrate-use efficiency. SSFod: Self-sufficiency in fodder. SSConc: Self-sufficiency in concentrates. CheeseM: Percentage of milk production processed. LandSat: Satisfaction with conditions of the land. AnimSat: Satisfaction with conditions of the animals. EconSat: Satisfaction with farm economics. SociSat: Satisfaction with social conditions. OverallSat: overall satisfaction

By removing farm F53, overall satisfaction was favoured by having low overall satisfaction at the beginning of the conversion period (i.e. “I.OverallSat” reflects the room for improvement) and primarily by an orientation towards self-sufficient pasture-based grazing systems. Decreasing the percentage of maize in UAA was one way to improve overall satisfaction, especially when starting with a high percentage at the beginning of the conversion period. Increasing the duration of the full grazing period was another improvement factor.

F1 and F11 are examples of farms in which overall satisfaction improved over time (“Ev.OverallSat” = 1.00 and 0.36, respectively; Tableau 6) by evolving to pasture-based grazing systems. F1 decreased the percentage of maize in UAA by 2%/year, which was rare in the sample. This percentage decreased from 8% at the beginning of the conversion period to 0% during the survey period. Moreover, this farm increased the duration of full grazing by 0.38 months/year and maintained 100% of self-sufficiency in fodder over time. In comparison, on F11, the percentage of maize in UAA decreased (-1.00%/year), while the duration of full grazing remained high and stable (9.5 months/year).

Farms F23 and F34 are examples of farms in which overall satisfaction decreased over time (“Ev.OverallSat” = -0.25 and -0.05, respectively; Tableau 6). F23 was among the farms that experienced the highest decrease in overall satisfaction, which may be related to the decrease in self-sufficiency in fodder (-3%/year). Since the end of its conversion period, the farmer, who did not grow maize, increased the purchase of fodder to feed an increasingly large herd and did not use full grazing. Conversely, F34 maintained a high percentage of maize in UAA (15.4-20.0%) and decreased the duration of full grazing from 2 to 0 months/year.

Tableau 6: Evolution of relevant variables for four contrasting organic dairy cattle farms: F1, F11, F23 and F34. The symbols compare the relative evolution of each farm to the mean evolution of the entire sample. UAA = utilised agricultural area. \bar{x} = sample mean

Variable x	F1		F11		F23		F34		\bar{x}
Evolution of overall satisfaction	1.00	↗	0.36	↗	-0.25	↘	-0.05	↘	0.14
Intercept of overall satisfaction	9.00		9.00		12.69		11.28		11.33
Evolution of the percentage of maize in UAA (% of UAA/year)	-0.02	↘	-0.01	↘	0.00	–	0.00	–	0.00
Intercept of the percentage of maize in UAA (% of UAA)	0.08		0.10		0.00		0.15		0.07
Evolution of the duration of full grazing (months/year)	0.38	↗	0.00	–	0.00	↘	-0.10	↘	0.06
Evolution of self-sufficiency in fodder (/year)	0.00	–	0.01	↗	-0.03	↘	0.00	–	0.00

Symbol Explanation

- Remained the same over time
- ↗ Increased in comparison with \bar{x}
- ↘ Decreased in comparison with \bar{x}

4 Discussion

4.1 Scope of the results relating subjective farm resilience to pasture-based grazing systems

Although the sampling protocol aimed to include a diversity of farms, the farms surveyed had many similarities. This was especially true for the evolution of farmers' overall satisfaction, which increased over time to "high" or "very high" during the survey period for most farms. While the predictive ability of the sPLS analysis was acceptable (i.e. above the threshold of 0.0975) yet still variable, it had low explicative ability ($R^2 = 0.20$ on component 1). To make the results more robust, we compared them to those of other explicative and predictive models. We first performed two linear modelling approaches: an explicative one (linear modelling) and a predictive one (multiple hypothesis testing for variable selection in high-dimensional linear models). We performed them both with the outlier farm F53 included (see Supplementary materials) and then excluded. According to either model, evolution of overall satisfaction was correlated negatively with evolution of the percentage of maize in UAA and/or positively with evolution of the duration of full grazing, which confirmed the main

results of the sPLS analysis (Fig.5). The predictive random forest model (machine-learning algorithm) also showed a strong positive relation between the evolution of farms' subjective resilience and that of the duration of full grazing when F53 was included. The second most influential variable was the evolution of the percentage of maize in UAA, which also confirmed the results of the sPLS analysis (Figure 30). Results of the random forest model developed without F53 were not exploitable because the model explained too little of the variance.

The variables highlighted by the linear models, variable selection, and random forest models agreed with those highlighted by the sPLS analysis, which confirmed that systems evolving toward more self-sufficient and pasture-based grazing systems are likely to improve farmers' overall satisfaction and thus subjective resilience of organic dairy cattle farms in the face of a variety of disturbances. The results seemed consistent to stakeholders beyond the statistical analysis. As part of the Résilait project, 30 farmers and agricultural advisers discussed and validated the results based on their empirical knowledge gained through rational experience, which includes quantitative data and qualitative observations that are highly sensitive to local conditions (Gerber, 1992). Some of them questioned the influence of climate change in the observed advances of the date of turnout to grazing. However, advancing the date of turnout to grazing by a mean of 6.5 days over a 10-year period was larger than the value observed in prospective studies (Carpon, 2015), suggesting that advancing the date of turnout to grazing is an option to improve farm resilience for farmers beyond the impacts of climate change. Generally, these experts agreed on the relevance of the identified factors for improving the resilience of organic dairy farms.

Our results were also agreed with those of previous studies. Bouttes (2018) showed an increase in farmers' satisfaction during conversion to organic farming when farmers transitioned to pasture-based grazing systems. We showed that this trend continues after the conversion period, even over the long term (up to 27 years for the farmer with the most experience in organic farming). After beginning conversion to organic farming, resilience of the sample farms assessed via farmers' satisfaction remained stable and high or increased until reaching a high level. Many studies have highlighted advantages of pasture-based systems. From an economic viewpoint, Lebacqz et al. (2015) showed that for conventional farms, a high degree of economic self-sufficiency is associated with a high percentage of permanent grassland in the UAA. Soteriades et al. (2016) provided greater detail, showing that

eco-efficiency of French dairy farms was negatively related to milk productivity and to the use of maize silage and purchased concentrates to feed the cattle. Although pasture-based systems tend to have lower milk productivity than confinement systems, they have lower feeding and culling costs (White et al., 2002) and a positive influence on cow health (Hernandez-Mendo et al., 2007; Washburn et al., 2002). Subdividing overall satisfaction into four dimensions added detail. According to our analysis, farmers' satisfaction with conditions of the land increased with an increase in the duration of the full grazing period and in the percentage of pasture in UAA and with a decrease in the percentage of maize in UAA (see Supplementary materials). This result must be treated cautiously, however, and highlights one limitation of our research design. Farmers scored their satisfaction on a scale of 1-4 for the four types of satisfaction and for each stable period. However, we did not collect information about the reasons for a change in satisfaction (e.g. improvement in soil health, increase in crop yields). This level of detail would be required to downscale analysis of the results to each type of satisfaction. Our results differed slightly from resilience factors listed in the literature. Lin, 2011 identified crop diversification as one way to improve farm resilience. Variables related to crop diversity at the farm scale were included in the analysis, but they did not appear among the factors that promoted subjective farm resilience. Empirical validation of improvement in organic dairy farm resilience through diversification requires deeper exploration considering changes in farm structure over time.

4.2 An original method to assess resilience at the farm level

We developed and used a method to assess subjective farm resilience. The method characterizes farms' ability to address different types of disturbances (e.g. economic crises, health problems) beyond climatic disturbances, which are increasingly frequent and intense and receive most attention of the scientific community (e.g. Diserens et al. (2018)). To take into account farm dynamics, the method considers co-evolution of three necessary elements: farm structure, farming practices, and farmers' perceptions (Darnhofer et al., 2012). Following Armitage et al. (2012), we considered that farmers' well-being and satisfaction at work are a *sine qua non* condition for farm resilience, and we solicited farmers' perceptions and judgements (Jones, 2019) via the evolution of their satisfaction over time to assess subjective farm resilience. Like Meuwissen et al. (2019), our method disallow over positive resilience assessment of a farm configuration that is unsustainable to a farmer. The analysis over long

time-frames limits over-scoring of satisfaction (i.e. farmers eventually recognize situations that are unmanageable). The long time-frames also smooth situational biases that may occur over a short time-frame, especially when legacy effects of the farming practices used have not yet appeared. The use of farmers' satisfaction to assess subjective farm resilience is flexible enough to accommodate different types of farms and is one way to address the context-specificity of assessments, as recommended by Douxchamps et al. (2017) and Jones and d'Errico (2019). Farmers' satisfaction can thus be monitored over long time-frames in different regions, integrating the human dimension into assessment of resilience. Using farmers' satisfaction can thus overcome the three major obstacles to assessing resilience (i.e. temporal, spatial, and human) mentioned by Darnhofer (2008).

There is no absolute measure of resilience (Allen et al., 2018). Resilience is multifaceted, and we do not pretend to have captured its full complexity with a single surrogate based on farmers' perceptions. Reducing resilience to a single measurement may hinder the deeper understanding of system dynamics necessary to apply resilience thinking (Quinlan et al., 2016). Moreover, farmers' subjectivity matters (Jones and d'Errico, 2019), but assessing resilience through subjective surrogates necessarily brings cognitive biases. Among them, an optimistic bias should not be ignored. Although a long time-frame tends to smooth this bias, the degree to which farmers' subjective self-evaluation of their satisfaction differs from objective conditions on farms remains unknown. Farmers divided the history of their farms into stable periods and had to evaluate their past satisfaction levels, sometimes for periods long ago (ca. 10 years). Retrospective bias may be particularly large for farmers who converted to organic farming long ago. Finally, there may indeed be farmers whose satisfaction improves while farm resilience objectively degrades. Despite a training session that aimed to homogenise data collection, different interviewers surveyed the 81 farms, which may have added bias due to interviewer subjectivity. Thus, the results would benefit from further comparison of the subjective data to more objective quantitative indicators.

5 Conclusion

We assessed the subjective resilience of 81 organic dairy cattle farms in the face of multiple types of disturbances. We showed that subjective farm resilience is promoted by self-sufficient pasture-based grazing systems. Implementing them involves decreasing the percentage of maize in the UAA to expand the pastureland and increasing the duration of the

full grazing period. Further research is needed to better understand farmers' reasons, motivations, and change processes farmers went through in their daily farm management to progressively build subjective farm resilience. The agricultural sector is facing an increasingly uncertain and changing context, as well as new challenges. Subjective resilience assessments such as this one, potentially combined with more objective approaches, could help identify factors that allow farmers to continue their agricultural activity over the long term.

Acknowledgments

This study was funded by the French Ministry of Research (Ph.D. fellowship of A.P.) and by the French Casdar project Résilait. We thank Alexandre Bancarel, Stéphane Doumayzel, Mathilde Durand, Robin Guilhou, Thierry Mouchard, Elsa Nael, Christelle Nayet, Olivier Patout, David Roy, Anne Uzureau, and the groups of students coordinated by Séverine Cassel, Dominique Eve, François Maleysson, and Anne Piquart-Hebert for conducting the surveys. They, Catherine Experton, and Jérôme Pavie also provided insightful feedback during design of the survey guide and interpretation of the results.

CHAPITRE 3: Identification de facteurs de résilience des élevages ovins laitiers biologiques

Contenu du chapitre : A la manière du chapitre 2, nous avons utilisé des régressions des moindres carrés partiels (PLS) pour nous focaliser dans ce chapitre 3 sur les facteurs de résilience subjective des exploitations ovines laitières biologiques. Nous avons analysé conjointement l'évolution des structures d'exploitations, des pratiques agricoles et de la résilience subjective sur 36 élevages ovins biologiques aveyronnais. Suite à une demande des rapporteurs de l'article, nous avons enrichi notre approche de la résilience subjective des systèmes socio écologiques à l'aide de cadres conceptuels et d'analyse issus des travaux étudiant les trajectoires des systèmes d'élevage.

Résultats principaux :

- La résilience subjective des exploitations ovines laitières biologiques est améliorée par l'accroissement de la productivité individuelle des brebis
- Pour l'échantillon étudié, l'augmentation de la productivité des brebis est souvent associée à une diminution de la durée de pâturage.

Ce chapitre est rédigé sous la forme d'un article scientifique publié dans la revue « Ecology and Society » :

Perrin, A., and G. Martin. 2021. Driving factors behind subjective resilience on organic dairy sheep farms. *Ecology and Society* 26(3):13.

<https://doi.org/10.5751/ES-12583-260313>



Figure 31: Brebis Lacaune en Bergerie

Driving factors behind subjective resilience on organic dairy sheep farms

Augustine Perrin^{1*}, Guillaume Martin¹

¹ Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France

* Correspondence: augustine.perrin@inrae.fr

ABSTRACT

Organic sheep milk production under a protected designation of origin for Roquefort cheese in Aveyron, France, has developed over the past several years. This niche market provides farmers with a favourable economic context due to high and stable milk prices. However, a variety of risks threatens this favourable context. This raises questions about driving factors behind resilience of organic dairy sheep farms. Unlike previous studies, we assessed the subjective resilience of farms from the perspective of farmers. We assumed that the maintenance or improvement of farmers' satisfaction over time, despite a variety of disturbances, demonstrates the ability of farms to maintain their productive functions without undermining natural resources, while ensuring fair income and good working conditions. Based on analytical frameworks from research on livestock farming systems and social-ecological resilience, we aimed to understand the combined evolution of farm structure, farming practices and farmers' satisfaction to identify the driving factors behind subjective resilience on organic dairy sheep farms. We observed a general trend for an increase in farm size. We also used sparse partial least squares analysis to relate changes in farmer satisfaction to changes in farm structure and farming practices. On the 36 organic dairy sheep farms studied, increasing ewe productivity was the main driving factor improving subjective farm resilience in a context of high milk prices. An increase in ewe productivity was often associated with high rates of feed concentrate distribution and a sharp decrease in grazing duration on a few farms. The change in farming practices resulting from this productivity paradigm highlighted a trend towards the conventionalisation of organic sheep milk production. Underlying principles of this conventionalisation were sometimes at odds with resilience factors of social-ecological systems reported in the literature. This calls for caution when using farmers' satisfaction as a proxy of farm resilience and suggests combining subjective assessment with more objective approaches.

KEYWORDS: Subjective resilience, Farmer satisfaction, Organic dairy, Sheep farm, Farm management, Conventionalisation

1 Introduction

Livestock farms evolve in a disturbed, uncertain and challenging context. Climate change impacts the quality and yields of crops and pastures (Olesen and Bindi, 2002) and livestock health (Gauly et al., 2013), which requires livestock farmers to develop adaptation and mitigation strategies (Rojas-Downing et al., 2017). Livestock products are sold on competitive globalised markets, and volatile prices result in a lack of economic viability for most farmers (Garrido, 2016; Schulte et al., 2018). Besides environmental and economic instability, livestock farmers must also respond to new societal concerns about animal welfare and the environmental impacts of their practices (Caracciolo et al., 2016). This uncertain context challenges the ability of farms, as social-ecological systems, to cope with disturbances of variable intensity, which may result in consequences that remain over the long term (Dedieu and Ingrand, 2010).

The concept of social-ecological resilience has gained interest in the field of agricultural science. Consequently, the resilience framework has been adapted to farms, as complex and dynamic systems (Darnhofer, 2014). A resilient farm is able to maintain over the long term its productive functions despite disturbances (e.g. sudden shocks, unpredictable “surprises”, slow-onset changes). Integrating the buffer capacity (i.e. ability to absorb disturbances without modifying the state of the system), adaptability (i.e. ability to adapt to current or potential future disturbances) and transformability (i.e. ability to make drastic changes and redesign a farm completely) enables farms to be resilient (Darnhofer, 2014).

As in other fields of application (e.g. ecology, engineering sciences, psychology), the concept of resilience applied to agricultural systems remains abstract and multidimensional, and thus difficult to render operational (Cumming et al., 2005). The few studies that have assessed resilience in agroecosystems often focused on the evolution of objective performance indicators such as crop yields (Li et al., 2019) and economic profitability (Groot et al., 2016). However, these resilience indicators remained at the subsystem scale (e.g. field) and lacked a holistic view of farms as units that consist of multiple, interrelated subsystems (e.g. land, flock, farmer). These assessments also often ignored the social component of farms. Cabell and Oelofse (2012) developed an indicator framework that includes the social component by using indicators related to the ability to learn from experiences or to build human capital. This framework later served as a basis for the SHARP farm-resilience assessment tool (Diserens et

al., 2018). However, this tool focuses on farm resilience to a single type of disturbance – climate change – whereas holistic approaches are required to assess farm resilience over the middle-to-long term and to a diversity of disturbances (e.g. economic crises, life risks) (Kaseva et al., 2019; Meuwissen et al., 2020).

Farmers lie at the heart of farms, as social-ecological systems. Each farmer has his/her own perceptions of the world and thus his/her own subjectivity (i.e. cognitive ability to effectively self-evaluate their farm's resilience). Because previous assessments of household/farm resilience have ignored this subjectivity, Jones and Tanner (2017) recommended assessing subjective resilience in addition to applying objective methods. Doing so requires giving relevance to farmers' cognitive self-evaluation of their farms' resilience over time. Farmers can be questioned about subjective farm resilience in many ways, each with its own advantages and biases, from fully qualitative approaches based on semi-structured interviews to more quantitative and structured approaches based on multiple-choice questions (Jones and Tanner, 2017). For both approaches, collecting information about subjective resilience remains challenging due to ambiguities surrounding the term.

We studied the subjective resilience of organic dairy sheep farms that produce milk in the area of Roquefort cheese production in Aveyron, France. This case study of livestock farms was chosen for two main reasons:

- (i) To date, few studies have addressed the performances of organic dairy sheep farms (Toro-Mujica et al., 2012, 2011), and no study has addressed the dynamics of these performances over the long term to assess farm resilience. However, organic dairy sheep farms in south-western France have faced many disturbances over the past several years.
- (ii) Organic farming is often highlighted as a way to improve farm resilience to a variety of disturbances (Milestad and Darnhofer, 2003). For example, organic farms that produce under protected designation of origin (PDO) certification are more resilient to price fluctuations. However, farm resilience in the unique context of organic farming and a well-known PDO (for Roquefort cheese) needs to be studied.

In this study, we (i) monitored the evolution of farm structure and farming practices over long timeframes (five years and more), (ii) described subjective resilience of organic dairy sheep

farms to a variety of disturbances and (iii) characterised relations among the evolution of farm structure, farmers’ practices and subjective farm resilience to identify driving factors behind resilience.

2 Materials and methods

2.1 Analytical framework

We defined the resilience of organic dairy sheep farms as their ability to cope with all types of disturbances over the long term while successfully maintaining their productive functions (Walker et al., 2004) .

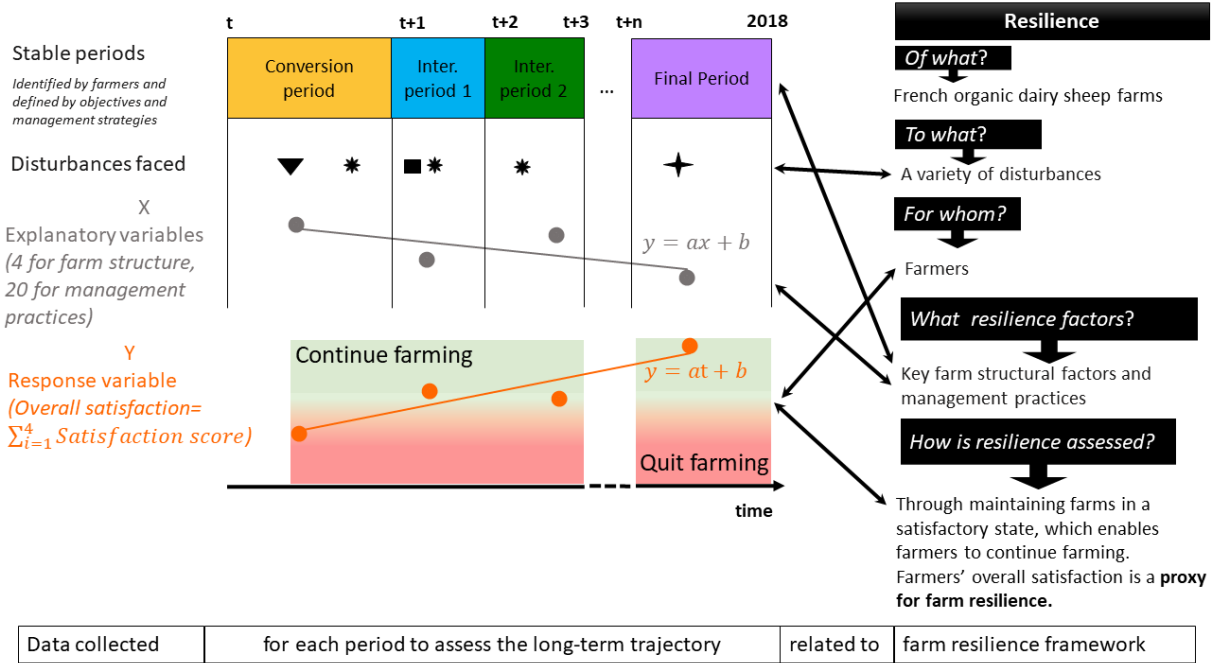


Figure 32: Analytical framework used to relate the evolution of subjective resilience to farm structure and farmers’ management practices over time. “Inter.” means intermediate.

We built the dynamic component of the analytical framework using two bodies of literature: studies of livestock farming system trajectories and social-ecological resilience, especially farm resilience (Figure 32). Both consider the evolution of farms over time as a process of responding to internal or external disturbances (Darnhofer, 2014; Moulin et al., 2008). To understand this dynamic process further, it is recommended to identify stable periods (i.e. “consistent phases”) (Davoudi et al., 2012). Each period is characterised by temporal

consistency in farm structure and the farmer's management practices and objectives. In each period, the farmer relies mainly on the farm's buffering capacity and occasionally on minor adaptations (e.g. purchasing fodder) to cope with disturbances. The period lasts until the farmer's objectives and farm performances no longer match, or when the impacts of disturbances force the farmer to adapt or transform the farming system to obtain new temporal consistency. We thus considered farm trajectories as a sequence of farmer-defined periods that corresponded to relative stability in structure and management practices despite disturbances and changes. We did not study the transition between two periods in detail, but instead considered long-term trends of variables to identify key attributes of farm resilience (e.g. incorporating diversity (Dumont et al., 2020), increasing autonomy (Heiberg and Syse, 2020)).

We built the subjective resilience component of our analytical framework based on the literature on job satisfaction (Green, 2010) and global life satisfaction (Cohn et al., 2009). Between 2005-2016, the number of livestock farms in the European Union decreased by 37.6% (European Commission, 2019). Key factors for this decrease include inadequate income and the working conditions of livestock farming (Maucorps et al., 2019), which decrease job satisfaction and often overall life satisfaction. Lack of job satisfaction is associated with an increase in quitting (Green, 2010), which holds true for the farming sector. Thus, monitoring farmers' satisfaction over the long term appears to be a simple way to determine subjective farm resilience to multiple disturbances. Armitage et al. (2012) demonstrated the potential of well-being, which is strongly related to job satisfaction (Green, 2010) and overall life satisfaction (Cohn et al., 2009), to reflect subjective resilience holistically. Previous studies highlighted interactions between resilience and well-being (Armitage et al., 2012; Greenhill et al., 2009). Thus, we assumed that the evolution of farmers' satisfaction with the condition of their land, flock and economic and social life over time can be used as a proxy of farm resilience to multiple disturbances over the middle-to-long term. Thus, farms with satisfactory land and flock conditions and that provide a fair income and good working conditions over the long term are better able to maintain their productive functions despite disturbances. In contrast, farmers' dissatisfaction compromises the long-term continuity of farming and progressively erodes the identity of farms as production units. We thus considered subjective farm resilience as a long-term trend that maintains or improves farmers' satisfaction. We then

related these trends to variables that represented farm structure and farmers' management practice to identify driving factors behind subjective resilience.

2.2 Case study

Aveyron is located on the southern border of the Massif Central, France. It is the main sheep milk production region in France, where Roquefort cheese is produced. Roquefort cheese was the first PDO product in France in 1925. While the PDO is expected to ensure high and stable milk prices for farmers, conventional Roquefort cheese production has encountered many difficulties, including a 15% decrease in production from 2007-2017 (Spelle and Daudé, 2019). At the same time, costs of conventional milk production have increased (IDELE, 2018a). Faced with this unstable situation, conventional farmers have increasingly converted their farms to organic farming (Figure 33.b), in part due to a higher and increasing price for sheep milk (Figure 33.a). This trend has increased the percentage of organic dairy sheep farms in the region (Figure 33.c).

Along with this expansion, the organic dairy sheep sector faced a number of disturbances. Like many other livestock farms in France, organic dairy sheep farms in Aveyron experienced a sudden increase in input prices after the economic crisis of 2008-2009. The climate in Aveyron is Mediterranean, which limits land productivity, and climate change has resulted in frequent summer droughts, which decreased pasture yields and worsened the farms' already low self-sufficiency in fodder (Vial, 2017). These farms also experienced the recent arrival of wolves in the area, along with unexpected international political disagreements (e.g. the Chinese embargo on Roquefort cheese in 2017 threatened production and the market; (Boffet, 2017).

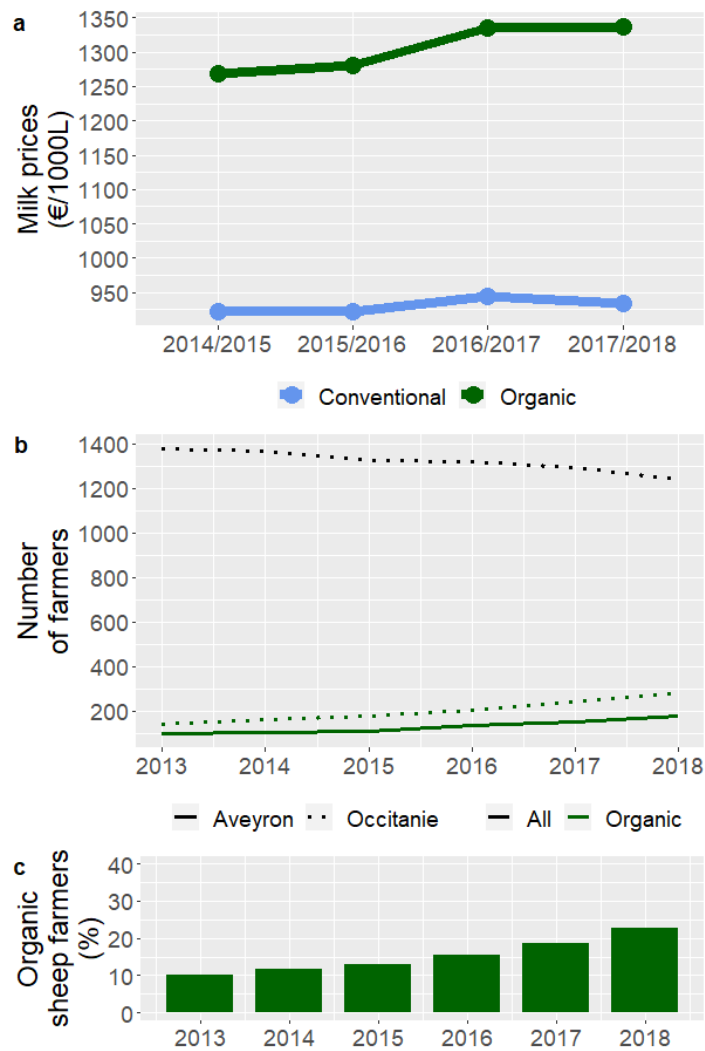


Figure 33: (a) Mean organic and conventional sheep milk prices in the Roquefort protected designation of origin production area in France during milk-collection campaigns from 2014-2018 (BioReferences Project, 2016-2020). (b) Number of sheep milk farmers (total and organic) in the Aveyron department and Occitanie region from 2014 to 2018 (Agence Bio, 2018; FranceAgriMer, 2020a) . (c) Share of organic sheep milk farmers in total sheep milk producers in Occitanie from 2014 to 2018 (Agence Bio, 2018; FranceAgriMer, 2020b).(Agence Bio, 2018; FranceAgriMer, 2020a) (Agence Bio, 2018; FranceAgriMer, 2020a)

2.3 Data collection

We interviewed 36 organic dairy sheep farmers in Aveyron (Figure 34) in winter 2017-2018. Interviewers came from several organisations (i.e. a Chamber of Agriculture, two farmers’ associations, an agricultural high school and a research institute) involved in the “Resilait” project (ITAB, 2017). The status of the interviewers varied (i.e. researchers, advisers, veterinarians, interns and students). Interviewers helped design the survey guide, from

defining the list of variables of interest to formulating the questions. All interviewers were trained in using the survey guide to ensure homogeneity in the survey process.

Each organisation was responsible for finding farms within its own network and for contacting farmers. To consider only farms with a “routine” organic system, farms had to have converted to organic at least 5 years before the survey. The organisations had known the sampled farms for several years and had sometimes monitored their technical and/or financial characteristics. The organisations selected only farms that delivered milk to dairies (i.e. not those that processed their own milk) and that had proved their ability to maintain their productive functions despite the disturbances they had encountered since they began their conversion to organic. For example, these organizations knew the extent to which farms had been affected technically and economically by the 2017 summer drought and how they had coped with that event. Ultimately, the 36-farm sample represented 38% of the 95 local organic dairy sheep farms that had been certified organic for at least 5 years (Agence Bio, 2018). Until this study, data on organic dairy sheep farms had been limited to a 15-farm network in the Massif Central (De Boissieu et al., 2020). Compared to these, the farms surveyed in this study had fewer permanent workers and livestock units (LU) but more utilised agricultural area (UAA) (Tableau 7).

Tableau 7: Mean, standard deviation and range of characteristics of the farms surveyed in this study (n=36) and farms in a previously studied network of organic dairy sheep farms in the Massif Central (n=15) (De Boissieu et al., 2020).

Characteristic	Surveyed farms	Network farms
Permanent workers	2.5 ± 0.8 € [1; 6]	2.9
Utilised agricultural area (ha)	184 ± 124 € [53; 769]	117.5
Livestock units	67 ± 27 € [19; 204]	99.9
Time since conversion (year)	14 ± 8 € [6; 49]	No data

Number of organic dairy sheep farms

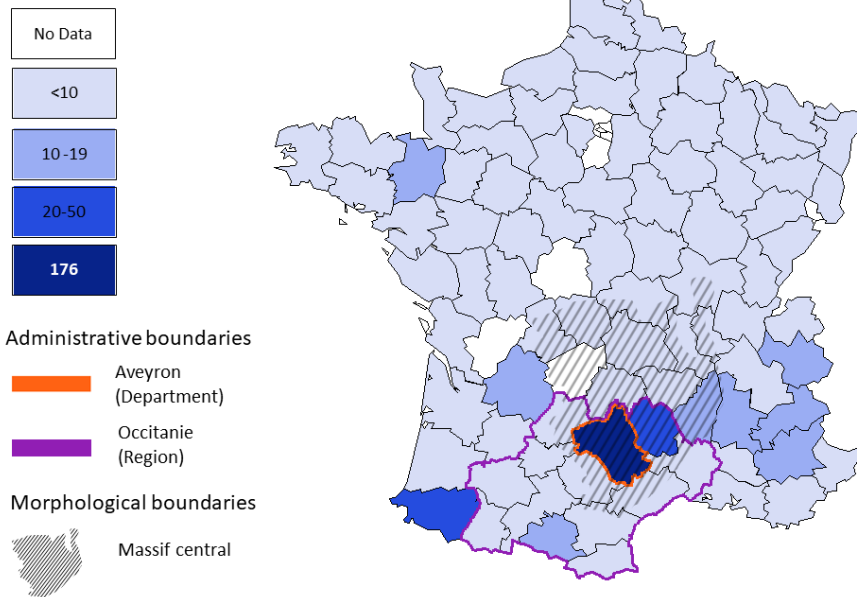


Figure 34: Number of organic dairy sheep farms per department in France in 2018. It peaked in the Aveyron department, where 36 organic dairy sheep farms were surveyed in winter 2017-2018. (Adapted from Agence Bio (2018)).

During face-to-face interviews, farmers first divided the history of their farms into several stable periods on a timeline. Starting from their conversion to organic farming, farmers thus identified different stable periods. Farmers then added values to the timeline for 4 farm structure variables and 20 agricultural practice variables (Tableau 8). The variables were defined by the group of researchers, advisers, teachers and farmers (other than those who were surveyed) who contributed to the project. They are standard agricultural variables necessary to understand the overall functioning of livestock farms and were used in previous studies of the vulnerability and resilience of organic dairy farms in France (Bouttes et al., 2019; Perrin et al., 2020).

Farmers also added values to the timeline to indicate their level of satisfaction with each of four dimensions defined by the project group. For each stable period, farmers were asked how satisfied they were at that time and rated this level on a scale of 1-4 (“very unsatisfied”, “unsatisfied”, “satisfied” or “very satisfied”, respectively) to clearly distinguish satisfactory from unsatisfactory situations and decrease the attractiveness of a “neutral” answer (Krosnick

et al., 2001). Farmers were not provided with any indicators (e.g. yield, income) to support their assessment beyond the names of the dimensions:

- Land: satisfactory land conditions are necessary to produce sufficient quantity and quality of feed to cope with disturbances better.
- Animal: a satisfactory flock indicates that the farm can continue to produce milk despite disturbances.
- Economic: a good economic situation is crucial. Satisfaction with farm economics indicates sufficient room for farmers to manoeuvre in response to unforeseen events.
- Social: satisfaction with one's social situation is necessary to farm over the long term without becoming exhausted or disinterested.

For each stable period, the four dimensions were summed to calculate the response variable "overall satisfaction" (OverallSat), which was used as a proxy for farm resilience.

$$\begin{aligned} \textit{Overall Satisfaction} &= \\ &\textit{Land Satisfaction} + \textit{Animal Satisfaction} + \textit{Economic Satisfaction} \\ &+ \textit{Social Satisfaction} \end{aligned}$$

This summing created a dynamic and complex proxy for resilience that is consistent with long-term observations of social-ecological systems such as farms, in accordance with Carpenter et al. (2005). Each satisfaction dimension had the same weight when calculating overall satisfaction. Even though a farmer's relative preferences in the four dimensions may have changed over time, weighting the four dimensions for each stable period would have made data collection far more complex.

Tableau 8: Variables used to describe organic dairy sheep farms and assess their resilience. All variables for structure and practices are explanatory.

Category	Variable	Details	Abbreviation	Unit (calculation)
Farm structure and size	Utilised agricultural area	Total area: arable land, permanent grassland, permanent crops and kitchen gardens (Eurostat, 2017a)	UAA	ha
	Number of productive ewes	Number of dairy ewes daily milked on farm during the milking period	Ewe	∅
	Number of lambs	Number of lambs born on farm each production season	Lamb	∅
	Livestock units	Grazing equivalent of one dairy cow producing 3 000 kg of milk per year, without being fed additional concentrates (Eurostat, 2017b)	LU	$LU = 0.15 \times \text{number of ewes} + 0.03 \times \text{number of lambs}$
Agricultural practices	Ewes per work unit	Number of dairy ewes milked per full-time worker	EweW	Number of ewes per work unit
	Hectares per work unit	Number of ha managed per full-time worker	HaW	Number of ha per work unit
	Area used to feed livestock	Percentage of the UAA used to produce fodder to feed sheep	AFL	% of UAA
	Permanent pasture area	Percentage of permanent pasture in the UAA	PerPast	% of UAA
	Temporary pasture area	Percentage of temporary pasture in the UAA	TemPast	% of UAA
	Maize area	Percentage of maize in the UAA	Maize	% of UAA
	Non-maize crop area	Percentage of non-maize crops in the UAA	Crops	% of UAA
	Other area	Percentage of other crops in the UAA	Others	% of UAA
	Percentage of pastures in UAA	Percentage of permanent and temporary pastures in the UAA	Pastures	% of UAA (PerPast + TemPast)
	Stocking rate	Number of LU per ha of AFL	StockRate	Livestock units per ha ($LU / (AFL \times UAA)$)
	Ewe productivity	Milk production per ewe per year	EweProd	L milk/ewe/year
	Lambing period	Date of the beginning of lambing	Lambing	Day of year
	Date of turnout to grazing	Date of the beginning of the grazing period	Turnout	Day of year
	Duration of grazing	Length of the grazing period	GrazDur	Number of months
	Duration of full grazing	Length of the period during which ewes only graze (no other feedstuff)	FullGrazDur	Number of months
Duration of green feeding	Length of the period during which dairy ewes are fed fresh fodder	GFeedDur	Number of months	
Concentrate-use efficiency	Amount of concentrates distributed to the flock each year, normalised per L of milk	ConcDist	g/L milk/year	
	Self-sufficiency in fodder	Proportion of total fodder consumption met by on-farm fodder production, on a dry-matter basis	SSFod	$SSFod = 1 - (\text{fodder purchases} / \text{total fodder consumption})$
	Self-sufficiency in concentrates	Proportion of total concentrate consumption met by on-farm concentrate production, on a dry-matter basis	SSConc	$SSConc = 1 - (\text{concentrate purchases} / \text{total concentrate consumption})$
Farmers' satisfaction	Land dimension	e.g. with the quality and yields of crops and pastures	LandSat	Score from 1-4
	Animal dimension	e.g. with animal health, prolificacy and productivity	AnimSat	Score from 1-4
	Economic dimension	e.g. with income and financial flexibility	EconSat	Score from 1-4
	Social dimension	e.g. with free time and working conditions	SociSat	Score from 1-4
Resilience proxy	Overall satisfaction	Farmer's overall satisfaction, as the sum of the four dimensions	OverallSat	Score from 4-16 (LandSat + AnimSat + EconSat + SociSat)

To assess subjective farm resilience to multiple disturbances, farmers described the disturbances they had experienced since their conversion to organic farming and specified the years when these disturbances had occurred. The interviewer classified disturbances into six types: climatic (e.g. droughts, hailstorms, wet years with poor harvests), economic (e.g. economic crises, increases in input prices), health-related (e.g. disease outbreaks, abortions, parasitism), organisational (e.g. departure of an associate, personal health problem), technical (e.g. machine breakdown) and “other”. Interviewers also provided a timeline that specified the main disturbances in Aveyron over the previous 10 years. It was used as a reference to identify whether farmers cited, and thus experienced, these reference disturbances (Figure 35). Farmers were interviewed at their home or workplace for 2-3 hours, which was the most suitable format for collecting the data and reconstructing the farm history to accurately reflect farmers’ statements and descriptions of stable periods.

2.4 Statistical analysis

The disturbances experienced by social-ecological systems, the response to these disturbances and the capacity for adaptive action are common elements when applying the concepts of vulnerability and resilience (Adger, 2006) to farms. Martin et al. (2017) developed a method to assess the vulnerability of farms to climatic and economic variability. We adapted this method to the resilience framework. The method consists of performing one linear regression for each variable of each farm throughout the stable periods the farmer identified. We used the `lm()` function (fitting linear models) of the *stats* package of R software to perform the linear regressions (Ballesteros, 2008). This first step generated both intercepts and slopes (called “*l.<Variable name>*” and “*Ev.<Variable name>*”, respectively; Tableau 8). The slopes showed how farm structure, farmers’ practices and farmers’ overall satisfaction evolved over time. The intercepts estimated the state of the farm and the farmer during the period of conversion to organic farming. These mathematical parameters were then included in several iterations of partial least squares (PLS) analysis and sparse PLS (sPLS) analysis performed with the `pls()` and `spls()` functions of the *mixOmics* package of R software (Annexe 2) (Lê Cao et al., 2008; Tenenhaus, 1998). This method provided a holistic approach to relate the response variable – evolution of overall satisfaction – to explanatory variables that were divided into intercepts and slopes. The PLS results indicated the extent to which models were predictive (Q^2 values) and explanatory (R^2 values). We always performed the sPLS after PLS to obtain

clearer and more robust results. The sPLS, which selects variables by introducing LASSO penalisation (Lê Cao et al., 2008), improved the quality of the models. PLS and sPLS enabled us to assess the dynamic aspect of the evolution of farm structure and farmers' practices over time (i.e. more than five years) and to relate it to the evolution of the proxy of resilience.

3 Results

3.1 Farm trajectories in a disturbed context

Farmers in the sample identified 2-4 stable periods that lasted 1-25 years each over a 5- to 33-year timeframe (Figure 35). For each farm, the first stable period included the conversion to organic (Conversion Period (CP)), as the retrospective survey started on the conversion date, and the last stable period ended in winter 2017-2018, the time of the survey (Survey Period (SP)). If necessary, farmers identified up to two intermediate periods (IP1 and IP2, respectively) between the CP and SP. Farms had to respond to a variety of disturbances over this long timeframe. Disturbances that farmers had experienced during the 10 years preceding the survey were compared to those reported by advisers, which were used as a reference. The type of disturbance mentioned most often (80 times) was climatic. Summer droughts in Aveyron had been severe during the previous 20 years, and farmers considered those in 2003 (9), 2007 (12), 2011 (21) and 2017 (23) as major disturbances. The drought in 2017 concerned mainly farms in southern Aveyron and had been compounded by late frosts that damaged lucerne fields. The second most-mentioned type of disturbance was economic (57), particularly two main events: the global economic crisis in 2008 (17) and delays in common agricultural policy payments in 2016 (24). The third most-mentioned disturbance was related to flock health (46) and were most frequent in 2017 (13) due to predation by wolves in plateau areas. As organisational and technical disturbances are components of the daily management of farms, they were mentioned consistently among years and stable periods. For the 36 farms, one stable period changed to another 72 times, and most changes (60%) did not coincide with disturbances. For the remaining 40% of changes, most (62%) coincided with a combination of two or more disturbances.

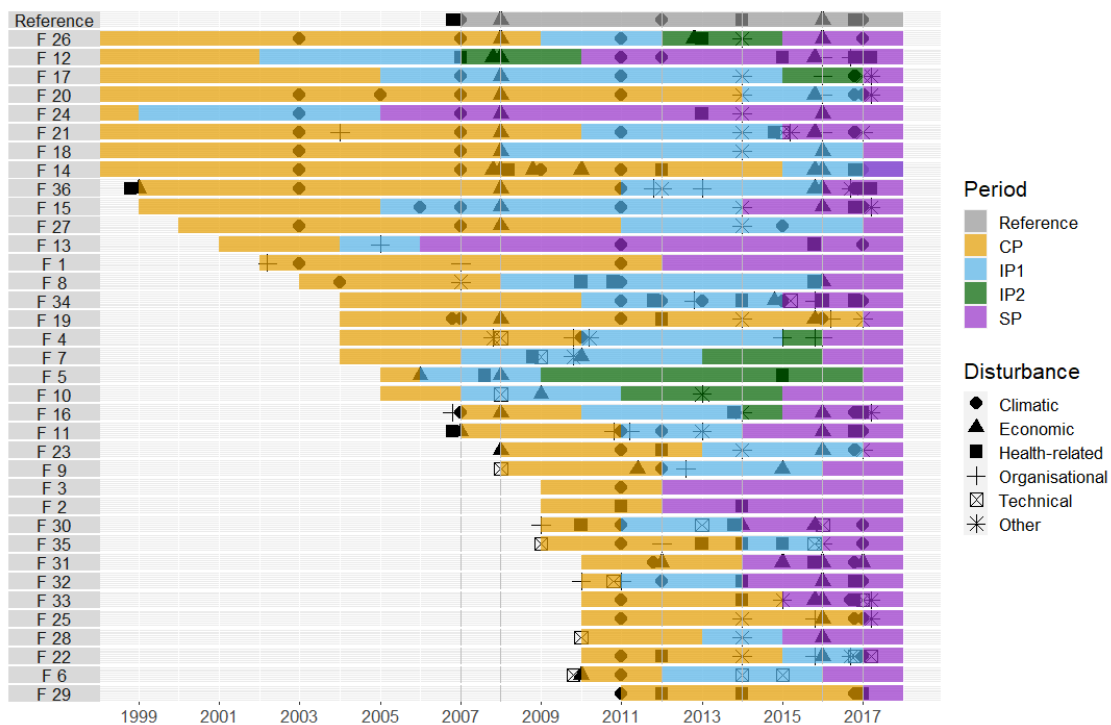


Figure 35: Stable periods (CP: conversion period, IP1: intermediate period 1, IP2: intermediate period 2, SP: survey period) identified and disturbances experienced on farms. Although the earliest conversion to organic farming of farms in the sample was in 1984 (farm F26), the temporal scale starts in 1998 to distinguish the disturbances better.

3.2 Evolution of farmers' overall satisfaction in a disturbed context

During the SP, farmers' overall satisfaction was high, with a mean (± 1 standard deviation) score of 11.96 ± 1.69 (out of 16) at the survey period (Figure 36.a). In addition, 25 of those farms had a score ≥ 12 (i.e. high satisfaction with the overall situation) in the same period. The mean evolution of overall satisfaction from the CP to SP was positive but variable: 0.11 ± 0.26 /year. After the CP, overall satisfaction increased on the majority of farms (20 out of 36) after the conversion period (Figure 36.b). Overall satisfaction decreased for 8 farms (-0.34 to -0.03 for the value of the evolution of overall satisfaction). The remaining 8 farms maintained the same level of overall satisfaction over time (i.e. presented a null value for the evolution of farmers' overall satisfaction). Evolution in the economic, animal, social and land dimensions of satisfaction differed in their contributions to the mean evolution of overall satisfaction (64%, 27%, 9% and 0%, respectively) (Figure 36.c).

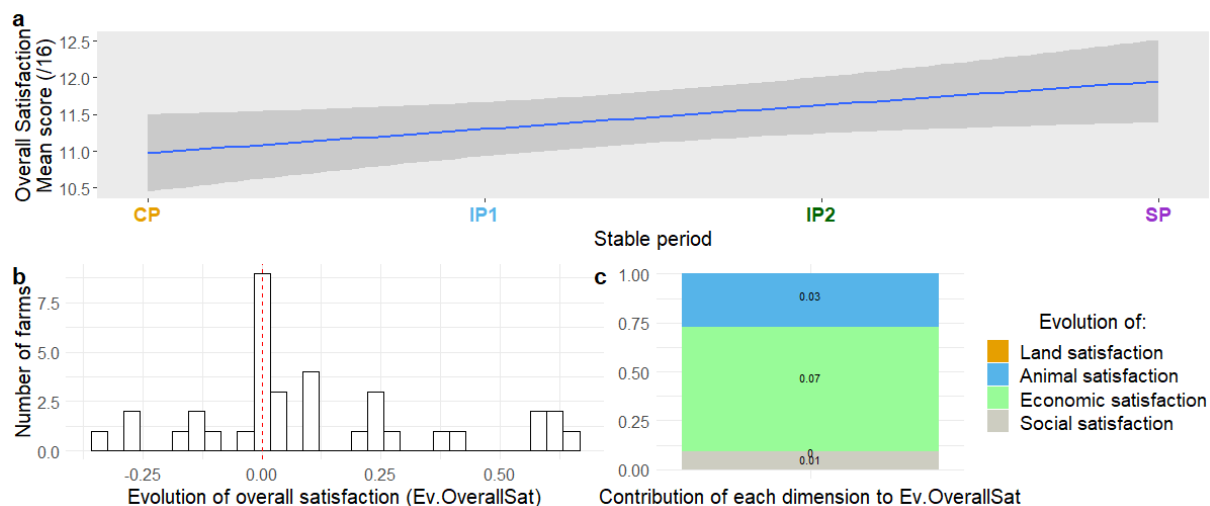


Figure 36: (a) Mean overall satisfaction during the four stable periods (CP: conversion period, IP1: intermediate period 1, IP2: intermediate period 2, SP: survey period) identified by farmers. (b) Distribution of the evolution of overall satisfaction from the CP to SP for the 36 farms. The red line separates farmers with increased satisfaction from those with decreased satisfaction. (c) Relative contribution of the evolution of farmers' satisfaction with land, animals, economics and social situation to the evolution of overall satisfaction.

3.3 Evolution of the structure, size and practices of organic dairy sheep farms

For farm structure, the number of ewes increased in 19 farms (Tableau 9), remained the same in 9 farms and decreased in 8 farms. Across the 19 farms that increased their number of ewes, the increase was on average by 20.2 ± 23.1 ewes/year. Two farms drove the increase in both mean and variability because their farmers purchased a second farm and merged a second flock into the first one in the SP. The number of LU also tended to increase, but the number of permanent workers tended to remain the same, which resulted in an increasing trend in LU per worker. The UAA increased on 21 farms (maximum = +36.3 ha/year) and remained the same on 14 farms. As increases in UAA and flock size were proportional, the mean stocking rate remained the same (0.00 ± 0.02 LU/ha/year). The workload per ha also tended to increase.

For farming practices, the mean duration of the grazing period decreased slightly (-0.04 months/year), but it was driven by 5 farms that shortened their grazing period the most (-0.60 months/year). The duration of the grazing period remained the same on most farms (29/36) and increased on only 2 farms. The start date of lambing remained the same on 16 farms, was advanced on 14 farms and was delayed on 6 farms. Concentrate-use efficiency differed more among farms. After conversion, 21 farmers decreased the mean amount of concentrates

distributed to ewes (by -115.5 g/L milk/year), 5 farmers provided the same amount and the remaining 10 farmers increased this amount. The mean evolution of concentrate use efficiency thus decreased but remained highly variable (-11.8 ± 23.6 g/L milk/year). This trend had little influence, however, on the large amount of concentrates distributed in this context, which reached a mean of 564 ± 263 g/L milk/year during the SP. Ewe productivity increased on 27 farms, remained the same on 4 farms and decreased on 5 farms. Mean ewe productivity thus increased by 4.5 ± 5.6 L milk/ewe/year.

Tableau 9: Evolution of variables related to farm structure and size and agricultural practices.

Variable	Number of farms concerned by the evolution		
	Increase	Decrease	Stability
Herd size (number of ewe/year)	19	8	9
Number of livestock units (LU/year)	19	8	9
Number of ewe per work unit (Ewe/work unit/year)	22	11	3
Utilised agricultural area (ha/year)	21	1	14
Number of hectares per work unit (ha/work unit/year)	22	7	7
Starting day of lambing (Day of year/year)	6	14	16
Concentrate use efficiency (g/L/year)	10	21	5
Ewe productivity (L milk/year)	27	5	4

3.4 Driving factors that influenced overall satisfaction of organic dairy sheep farmers

The sPLS model with the highest and most stable quality on component 1 (i.e. $Q^2 >$ the ad hoc threshold of 0.0975; $R^2 = 0.27$, the highest obtained) predicted the evolution of overall satisfaction mainly with three explanatory variables: estimated overall satisfaction during the CP (i.e. the intercept predicted by the model), the evolution of ewe productivity and the evolution of the duration of the grazing period (association scores of -0.59, 0.52 and -0.47, respectively) (Figure 37). Thus, increasing ewe productivity and decreasing the duration of grazing increased overall satisfaction in our sample.

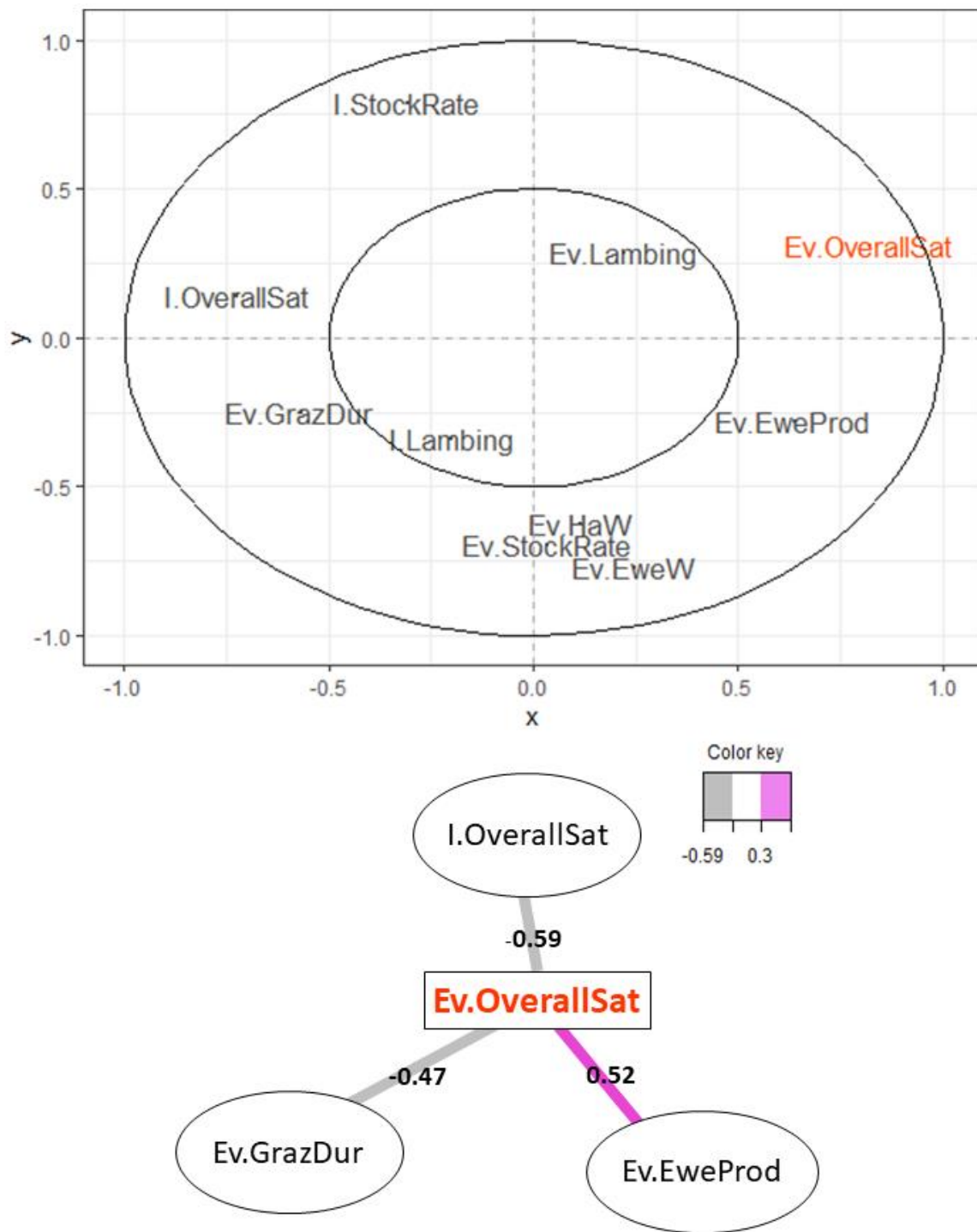


Figure 37: Results of the sparse Partial Least Squared analysis. (Top) Projection of all variables. (Bottom) Network representing the strongest associations between the evolution of farmers' overall satisfaction ("Ev.OverallSat") and explanatory variables. Grey lines show negative associations, while the magenta line shows a positive association. See Tableau 8 for variable names and definitions.

3.5 Examples of farms that followed the trends

As an illustration of these results, farmers' overall satisfaction increased the most (+0.65/year) for F31, after starting at a high estimated level during the CP (10.58) (Tableau 10). This increase was related to a larger increase in ewe productivity than the sample's mean increase (+18.46 and +4.55 L milk/ewe/year, respectively) and a larger decrease in the duration of the grazing period than the sample's mean decrease (-0.29 and -0.04 months/year, respectively). This is characteristic of the main results of the sPLS. In contrast, overall satisfaction decreased (-0.15/year) for F21, despite starting at a high level during the CP (12.56). Ewe productivity decreased (-2.89 L milk/ewe/year), unlike the mean increase for the sample. The duration of its grazing period was long (8.00 months) and remained the same over time.

Tableau 10: Values of the three variables – estimated overall satisfaction during the conversion period (I. OverallSat), evolution of ewe productivity (Ev.EweProd) and evolution of the duration of the grazing period (Ev.GrazDur) – most strongly associated with the evolution of farmers' overall satisfaction (Ev.OverallSat) for two contrasting farms, compared to the mean of the sample (\bar{x}). The symbols “–”, “↗” and “↘” indicate that the variable remained the same over time, increased more than the sample's mean increase or decreased more than the sample's mean decrease, respectively.

Variable x	F31		F21		\bar{x}
Ev.OverallSat (score out of 16/year)	0.65	↗	-0.15	↘	0.11
I.OverallSat (score out of 16)	10.58		12.56		11.16
Ev.EweProd (L milk/ewe/year)	18.46	↗	-2.89	↘	4.55
Ev.GrazDur (months/year)	-0.29	↘	0.00	–	-0.04

3.6 Alternative models: counter-examples

Overall, the results showed an increasing trend in farm size (i.e. ewes, LU and UAA) and a relation between increasing ewe productivity and overall satisfaction. However, three farms did not follow this trend completely. On F2, F9 and F13, the number of ewes decreased (-6.7, -4.8 and -20.0/year, respectively), while ewe productivity decreased on F2 and F9 but increased on F13 (+4.0/year). For all three farms, the decrease in the number of ewes was a direct consequence of the farmers' strategies. When these farmers divided their farms' histories into stable periods, they specified that the main objectives that had guided their management decisions included "simplifying the system", "having free time", "reducing flock size while producing a living for three households". As a result, these evolutions resulted in an increase in overall satisfaction (which increased from 9/16 to 14/16 from CP to SP for both F2 and F9) or a slight decrease in an already high overall satisfaction (from 13 to 12 for F13).

4 Discussion

4.1 Advantages and disadvantages of using farmers' satisfaction to assess subjective resilience

Our study is the first to relate the evolution of subjective farm resilience to changes in farm structure and farming practices on organic dairy sheep farms in France and to identify driving factors behind this subjective resilience. Farmers' overall satisfaction was used to provide subjectivity to the resilience assessment, which has been a major disadvantage of resilience assessments to date (Jones, 2019). Estimating overall satisfaction as the sum of individual satisfaction with their land, flock, economics and social situation enabled the farm to be considered in a holistic manner, with its diversity of subsystems and performances (Darnhofer et al., 2012). Using slope to characterise the evolution of explanatory and response variables over long timeframes addressed the dynamic aspect of resilience, as required in any resilience assessment (Carpenter et al., 2001). The wide timeframes defined by our sampling protocol (at least five years under organic farming) smoothed situational biases and avoided an overly positive assessment of non-resilient farms. A farmer may have overestimated his/her level of satisfaction for a given period, but if difficulties persisted, they would have emerged in the long term and been reflected in the evolution of overall satisfaction.

Nevertheless, our results should be interpreted and generalized with caution. Assessing resilience remains a complex task (Quinlan et al., 2016), and using a single indicator based on farmers' remembered levels of satisfaction resulted in some cognitive biases:

- (i) Recall bias can occur when respondents provide their own retrospective information (Raphael, 1987). It is a major threat to the internal validity of studies that use self-reported data, and much of the information can be lost in memories more than 5 years old (Hassan, 2005). Identifying stable periods sometimes several decades in the past (the earliest conversion in our sample was in 1984) and rating satisfaction scores for these older periods may have resulted in bias due to over- or under-scoring satisfaction levels.
- (ii) Farmers were informed in advance about the purpose of the survey, which may have generated a subjective bias. Farmers may have interpreted survey questions in the context of their general perception and knowledge of farm resilience, and implicitly tried to meet their perceptions of interviewers' expectations (Bradburn et al., 1989), such as by forcing an increase in satisfaction to demonstrate progress. The focus on farmers' satisfaction may have ignored other key aspects, such as ecological decline within the agroecosystems (Armitage et al., 2012). In addition, no objective measurements exist for satisfaction with land, animals, economics or social situation that could confirm the trends we observed. As Allen et al. (2018) suggested, additional quantitative assessment using indicators such as the evolution of soil organic matter content would help estimate this knowledge gap and the eventual loss of resilience, especially if conducted on slow variables (Biggs et al., 2012).
- (iii) The favourable production context (organic milk production in a PDO area) may have introduced an "optimistic bias" when farmers assessed their satisfaction during the SP. Risk perception is a pillar of social resilience (Bradford et al., 2012) and is influenced directly by overconfidence or an illusion of control (Simon et al., 1999). The favourable context may have made some farmers overconfident to the point that they ignored that sudden changes could still occur. This is best illustrated

by the predominance of economic satisfaction in the evolution of farm resilience perceived by farmers.

4.2 Risks of conventionalisation of organic dairy sheep farms overlooked when using farmers' satisfaction to assess subjective farm resilience

The driving factors of subjective farm resilience assessed via farmers' satisfaction we identified highlighted an orientation of organic sheep milk production towards a form of conventionalisation with organic farming becoming a slightly modified version of modern conventional agriculture (De Wit and Verhoog 2007). This phenomenon is highlighted among other things by the specialization of farms and the intensification of production (Guthman, 2004) which generally implies increased reliance on off-farm inputs e.g. livestock feed. We observed a dominant trend towards an increase in ewe productivity and a high consumption of concentrates per L milk, and a sharp decrease in the duration of the grazing period on a few farms. For example, on the one hand, F31 experienced the largest increase in farmer overall satisfaction, but on the other hand, it consumed a lot more concentrates per L of milk compared to a network of French organic sheep farms (336 and 223 g/L milk, respectively; De Boissieu et al. 2018) although productivity levels were also higher. Further increases in ewe productivity would require breeding progress and increasing the energy and protein density of the ewe diet, which is eased by distributing concentrates. Thus, this productivity paradigm could progressively promote increased dependence on feed inputs in organic sheep milk production, which was clearly identified as an indicator of conventionalisation of organic animal production (Darnhofer et al., 2010c). Conventionalisation was also evident in flock management. The starting date of lambing (the fourth-strongest variable associated with the evolution of overall satisfaction on sPLS component 1, see Annexe 2) was progressively advanced and moved away from the "natural" behaviour of ewes. Some sheep farmers implemented that practice to produce more milk outside the "natural" milking season to obtain higher milk prices. The consequence is a lengthening of the indoor feeding period, which has the highest rate of concentrate distribution to compensate for hay's lower feed value compared to grazed pasture. The three farms that had followed alternative pathways to the increasing trend in farm size (i.e. ewes, LU and UAA) did not differ much from the general trend regarding agricultural practices with e.g. the duration of grazing decreasing on one farm

and remaining stable on the two others. Conventionalization thus appears as an indirect outcome of driving factors that lead to higher farmers' satisfaction.

Given these facts, using farmers' satisfaction as a proxy of subjective farm resilience might incompletely reflect the long-term resilience of farms as social-ecological systems; identified driving factors of satisfaction are sometimes at odds with indicators and factors of social-ecological resilience previously reported in the literature. Practices compromising a responsible use of local resources are at odds with the resilience indicators "Coupled with local natural capital" and "Globally autonomous and locally interdependent" by Cabell and Oelofse (2012). Increasing ewe productivity and feed distribution in stalls while remaining highly reliant on purchased concentrates, and decreasing the use of pasture corresponds to what Darnhofer et al. (2016) called the "pathology of 'command and control'", which is identified as a threat to farm resilience. Shortening the grazing period, which often occurs when pastures are used less often, changes how urine and manure are spread on a farm and thus increases imbalances in soil fertility among farm fields. In the long term, it decreases a farm's ability to ecologically self-regulate (Cabell and Oelofse, 2012). A shorter grazing period can also encourage woody plants to encroach on areas that are suitable only for grazing, which are then abandoned to focus on producing feed in the most productive pastures. This process can degrade the traditional legacy of landscape management in Aveyron (Cabell and Oelofse, 2012). Although dairy intensification and higher productivity and efficiency can increase income, they have social and environmental costs (Clay et al., 2019) In the long term, the trend towards conventionalisation and the related productivity paradigm could affect farms ability to cope with shocks, as observed by Sinclair et al. (2014) for dairy cattle farms. This calls for caution when using farmers' satisfaction as a proxy of subjective farm resilience.

4.3 Implications

Using the evolution of farmers' overall satisfaction as a proxy for farm resilience allowed us focusing on the subjective dimension of resilience and highlighting its driving factors, mainly increasing ewe productivity and reducing the duration of the grazing season, enabling organic dairy sheep farms to cope with a variety of disturbances. We also identified biases in the use of this resilience proxy. The emphasis on subjectivity in a particular context of high-priced agricultural products might induce optimistic biases. Using satisfaction might also overlook the long-term resilience of the social-ecological systems that farms are. Satisfaction as a proxy

for resilience also highlighted contradictions between farmers' discourse and the evolution of practices implemented on the farms. In a sample of 128 farms (including the 36 farms in the present study), we observed that farmers identified the search for autonomy, the reduction of pressure on farm resources and the search for diversity as resilience factors (Perrin et al., 2020b). The context of high milk prices and the observed evolution of agricultural practices on organic dairy sheep farms in Aveyron did not match those assertions. Thus, assessing farm resilience based on the evolution of farmers' satisfaction requires caution in interpreting the results. Long-term subjective assessments should be supplemented with more objective long-term monitoring of slow variables that reflect farm resilience (e.g. soil organic matter content, flock genetic potential against drought, parasite and disease outbreaks, farmers' knowledge).

The driving factors increasing subjective resilience highlighted in this study are relatively specific to French dairy sheep farms in a context of high milk prices due to organic and PDO certification. These results may not be relevant for European countries with lower milk prices, such as Greece or Spain. Nevertheless, these findings reflect the trend of conventionalisation of the organic sector observed outside of France (Ramos García et al., 2018) and can raise concrete policy issues. Sensitising farmers to resilience issues that result from this conventionalisation should be on the political agenda in rural regions where maintaining agricultural activities is a concern.

CHAPITRE 4: La résilience des exploitations et de la filière laitière biologique à la pandémie Covid-19

La seconde moitié de la thèse a été marquée par la pandémie de Covid-19 et la crise sanitaire associée.

Contenu du chapitre : Les précédents chapitres s'attachaient à l'analyse de la résilience générale, i.e. à une diversité de perturbations, des exploitations laitières, à l'échelle de la ferme. Face à cette perturbation largement inattendue, nous avons souhaité évaluer la résilience spécifique des exploitations bovines laitières en étudiant les façons dont elles ont fait face aux perturbations générées par la crise sanitaire lors du premier confinement en France (17 mars-11 mai 2020). L'activité des éleveurs étant fortement dépendante de l'aval, nous avons étendu notre analyse à l'échelle de la filière bovine laitière biologique. Nous avons conduit une enquête en ligne auprès d'éleveurs et réalisé une analyse croisée de statistiques officielles, d'articles de la presse agricole et d'entretiens d'acteurs de la filière.

Résultats principaux :

- La pandémie a eu un impact nul ou réduit sur la plupart des exploitations, grâce à leur faible dépendance aux intrants permise par leur stratégie d'autonomie alimentaire (Figure 38).
- Malgré la nature inattendue de la pandémie et ses impacts systémiques, le changement climatique demeure le risque le plus redouté et le plus impactant pour les éleveurs.
- La pandémie a eu un impact modéré sur l'aval de la filière. Sa flexibilité a permis d'adapter au cours du premier confinement l'offre à la demande de produits laitiers biologiques.

Ce chapitre est rédigé sous la forme d'un article scientifique publié dans la revue « Agricultural systems».

Perrin, A., Martin, G., 2021. Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. *Agricultural Systems* 190, 103082.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103082>



Figure 38: L'autonomie alimentaire ((a) fourragère et (b) en concentrés) comme facteur de résilience spécifique des exploitations bovines laitières biologiques.

Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic

Augustine Perrin^{1*}, Guillaume Martin¹

¹ AGIR, Université de Toulouse, INRAE, Castanet-Tolosan, France

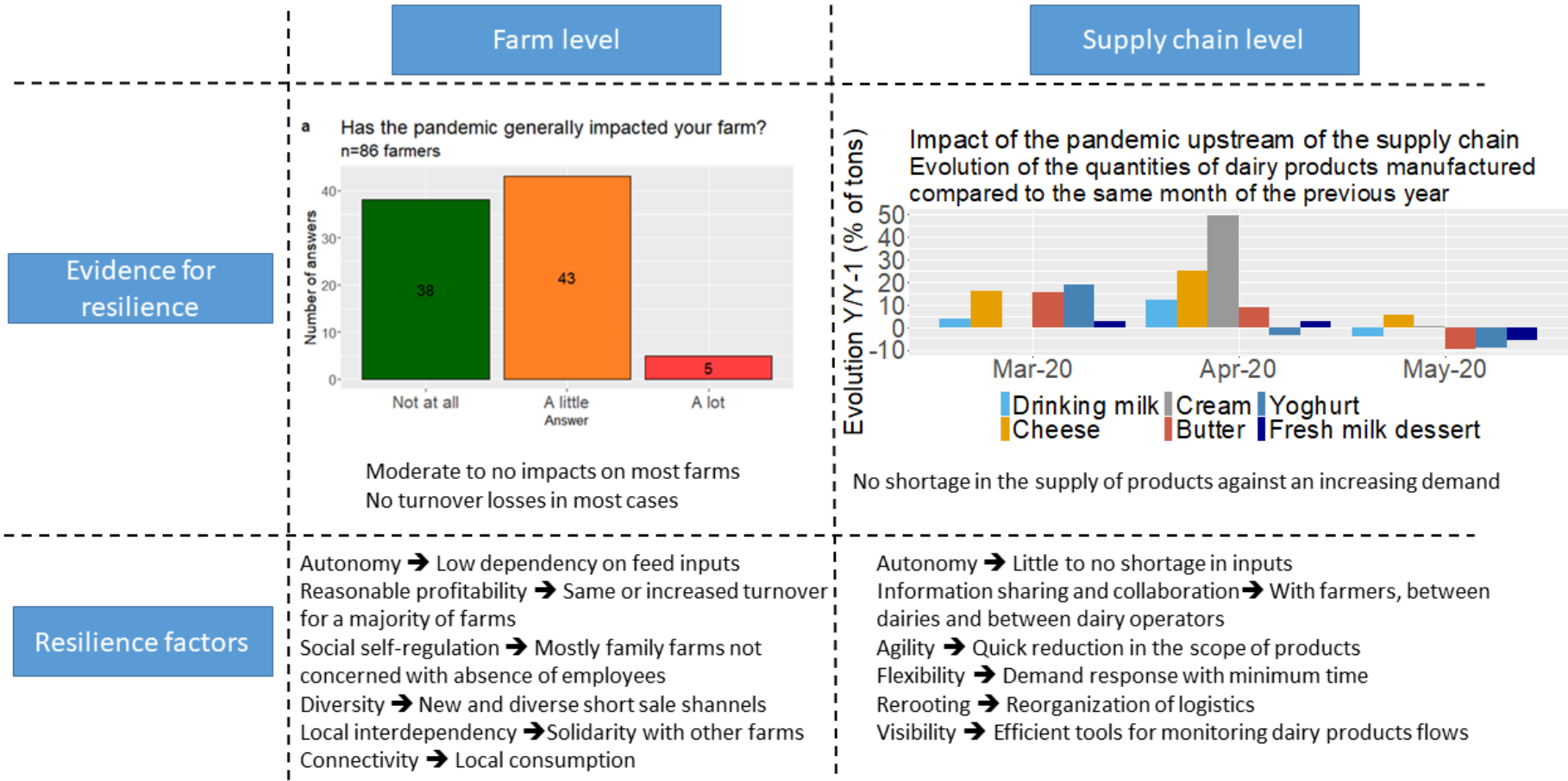
* Correspondence: augustine.perrin@inrae.fr

ABSTRACT: Identifying and developing resilient farming and food systems has emerged as a top priority during the Covid-19 pandemic. Many academics suggest that farming and food systems should move towards agroecological models to achieve better resilience. However, there was limited evidence to support this statement during the Covid-19 pandemic. Our objectives were to report evidence for the resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic and to discuss the features of those farms and supply chains that promoted resilience. We combined online surveys with farmers, semi-structured interviews with supply chain actors and a review of the gray and technical literature, and whenever possible, we compared this qualitative data against quantitative industry data. We also asked farmers to rank 19 pre-identified risks according to their likelihood and potential impacts. We showed the pandemic had zero to moderate impacts on most farms. Among respondents, 38 farmers reported no impacts, another 43 experienced minor impacts on aspects such as their income and workload while only 5 faced major impacts, such as the closure of sales outlets. Most farms were family farms and were not greatly affected by worker availability issues. Moreover, the vast majority of these farms were nearly autonomous for livestock feeding and none reported input supply shortages or related impacts on farm functioning and productivity. The pandemic had moderate impacts on supply chains. Despite staff reductions, supply chains continued producing sufficient amounts of dairy products to meet consumer demand. To do so, they narrowed the scope of products manufactured to concentrate on a basic mix: milk, cream, butter and plain yogurt. Logistics were also adapted by hiring retired drivers to keep up with milk collection and reorganizing the delivery of products by shunting usual sub-level platforms that were saturated. Consequently, even after this pandemic, farmers remained more concerned with climate change-related risks on their farms than by sanitary risks. Several resilience factors were identified that promoted buffer and adaptive capacity at the farm level and that favored adaptive capacity at the supply chain level. These findings confirm the relevance of agroecological models in achieving resilience in farming and food systems against shocks such as the Covid-19 pandemic. This preliminary work carried out at the end of the first lock-down period needs to be pursued in order to understand the impacts of the Covid-19 pandemic over longer time horizons.

KEYWORDS: Covid-19; Resilience; Adaptation; Dairy farming; Risk; Supply chain

Graphical abstract

Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains against the Covid-19 pandemic



1 Introduction

In today's volatile, uncertain, complex and ambiguous world (Darnhofer 2020), infectious diseases caused by bacteria, viruses, parasites or fungi occur more frequently (Smith et al., 2014), as illustrated by the recent Covid-19 pandemic. For farmers and supply chain actors, the risks related to these diseases are hard to predict both in terms of likelihood and expected impacts. To hedge against these emerging risks, many articles published during the Covid-19 crisis called for more resilient farming and food systems (Darnhofer, 2020; Worstell, 2020), i.e., systems displaying an ability to cope with shocks or slow-onset changes by absorbing disturbances (buffer capacity), adjusting practices and organization without modifying farm structure (adaptive capacity) or radically changing farm structure, practices, or production (transformational capacity) (Darnhofer, 2010).

To achieve this resilience, several authors (Altieri and Nicholls, 2020; Darnhofer, 2020; Gemmill-Herren, 2020; Jumba et al., 2020) concurred that farming and food systems should no longer be specialized, intensive, and overly focused on increasing efficiency and reducing production costs. Instead, these systems should evolve towards more agroecological models that: rely on agricultural diversity (of crops, animals, semi-natural elements, etc.), replace synthetic inputs with ecosystem services thanks to interactions among the components of this diversity, and are embedded in territorial food systems (Magrini et al., 2019). Such systems involve the collaboration of multiple stakeholders across organizational levels, and especially farmers and supply chain actors.

Despite these numerous claims, we did not find articles reporting evidence for the resilience of agroecological farms and/or supply chains during the Covid-19 pandemic. Agroecology and organic agriculture are quite similar in principles and practices (Migliorini and Wezel, 2017). Conversion to organic farming has proved to be an option to improve dairy cattle farmers' adaptive capacity by, among other things, offering higher prices for organic milk and reducing farmers' workloads (Bouttes et al., 2018a). Organic conversion also reduces farm vulnerability in today's unpredictable world by improving not only technical and economic performances (Bouttes et al., 2018b) but also farmers' satisfaction (Bouttes et al., 2020).

Evidence for low vulnerability or high resilience of organic dairy cattle farms has thus been reported with regard to regular climatic and economic shocks and changes. In contrast, the

Covid-19 pandemic was unprecedented for most farmers around the world and had repercussions at all levels, from individual farms to whole supply chains (Stephens et al., 2020). Thus, our objectives are to report evidence for the resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic, especially during the first lockdown period (March 17 to May 11, 2020 in France) and to discuss the factors that promoted farm and supply chain resilience.

2 Materials and Methods

2.1 Methodological framework

To assess the resilience of farming systems, Meuwissen et al. (2019) proposed a framework, which included nested levels such as supply chains where relevant. According to this framework, resilience should be specified regarding the following: Of what? To what? For what purpose? Based on what resilience capacities? On which resilience factors? We adapted this framework for the purpose of the present study and pre-defined the boundaries of the studied system. We assessed the response of French organic dairy farms and supply chains (of what?) to the Covid-19 pandemic (to what?). During the Covid-19 crisis, the purposes of the farms and supply chains were mainly to continue producing responsibly (Sustainable Development Goal (SDG) 12) in accordance with organic standards, and to provide consumers with a sufficient amount of organic dairy products to meet demand (SDG 2), while ensuring decent income and working conditions for farmers and supply chain actors (SDG 8) (Figure 39).

Hereafter, we will focus on the resilience displayed by the studied farms and supply chains and on their resilience factors. We used a mixed approach combining qualitative and quantitative data. We relied on surveys and interviews to assess subjective resilience (Jones and Tanner, 2017): farmers and supply chain actors were asked about their perceptions of farm and supply chain resilience. Whenever possible, these perceptions were compared with industry data (e.g., monthly amount of milk collected at the national level), which reflected objective resilience. Farmers and supply chain actors also reported their perceived opportunities created by the pandemic and the adaptations that should be adopted at farm or supply chain level to better cope with future similar pandemics. Finally, as this crisis was recent and quite unique in the careers of most farmers, we asked them to rank a list of risks

to production in order to assess how they positioned the different shocks and changes they might face. Following Huet et al. 2020, we distinguished between the likelihood and expected impacts of these risks.

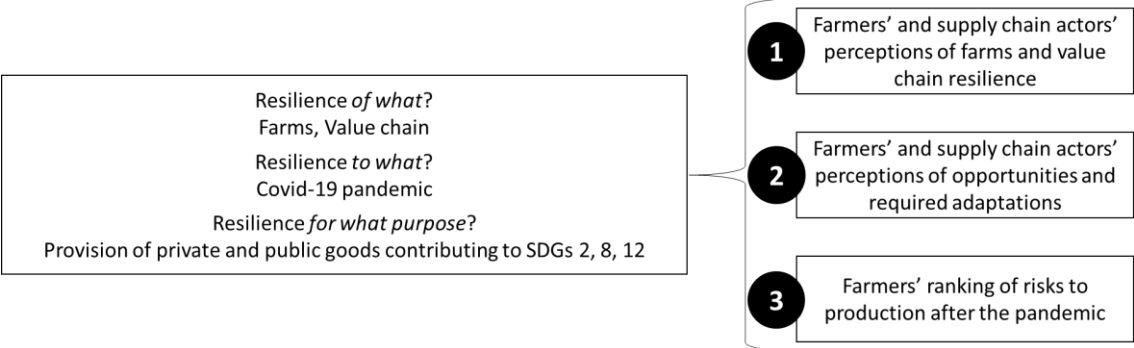


Figure 39: Conceptual framework for the analysis and successive research stages.

Farm and supply chain resilience was analyzed based on resilience factors for farms (Cabell and Oelofse 2012) and supply chains (Hosseini et al., 2019) (Tableau 11). Natural resources and processes managed in agricultural systems were not immediately impacted by the pandemic, whereas human resources, capital and production processes were (Stephens et al., 2020); thus, we focused on resilience factors related to the latter. We excluded ecological factors supporting farm and supply chain resilience, such as functional diversity and redundancy (i.e., ecosystem services provided by diversity of plants and animals, which provides buffer capacity) or building of local natural capital (i.e., building natural capital in terms of soil organic matter, diverse genetic resources, etc.) (Cabell and Oelofse, 2012).

Tableau 11: Resilience factors identified in the scientific literature and used to analyze French organic dairy farm and supply chain resilience. Factors in bold specifically refer to data collected during the surveys conducted for this study.

Level	Resilience indicators and drivers	Reference
Farm	Socially self-organized , Ecologically self-regulated, Appropriately connected, Functional and response diversity , Spatial and temporal heterogeneity, Exposed to disturbance , Coupled with local natural capital, Reflective and shared learning, Globally autonomous and locally interdependent , Honors legacy, Builds human capital, Reasonably profitable	Cabell and Oelofse 2012
Supply Chain	Agility, Visibility, Flexibility, Collaboration, Information sharing	Hosseini et al. 2019

Farm resilience was seen as relying on social self-regulation (i.e., feedback mechanisms making the system capable of adapting), connectivity (i.e., dynamic relationships between components within a system and between systems), response diversity (i.e., ability to withstand shocks and changes through multiple technical and organizational options), careful exposure to disturbance (i.e., exposure to shocks and changes to achieve desired effects of resilience building), reflective and shared learning to build human capital (i.e., learning from past experiences and sharing this knowledge), autonomy and local interdependency (i.e., autonomy regarding knowledge, genetic resources, energy, finance, and collaboration with local systems), and reasonable profitability (i.e., meeting farmers' needs) (Cabell and Oelofse, 2012; Tittonell, 2020).

Supply chain resilience was seen as building on agility (i.e., ability to respond quickly and cost-efficiently to shocks), visibility (i.e., identity, location and status of entities transiting the supply chain captured in timely messages about events, along with all the necessary information about those events), flexibility (i.e., ability to adapt to the changes of the environment induced by the shocks with minimal time and effort), collaboration (i.e., capacity to work effectively together towards shared goals) and information sharing to mitigate risks (Hosseini et al., 2019).

2.2 Data collection

In 2019 in France, there were 4565 certified organic farms and 106 dairies (Agence Bio 2020), with 5 of those collecting 83% of the milk produced and 10 collecting a total of 90% of the milk produced (Baron, 2020). The market is thus concentrated among few dairies, with the largest one accounting for about 30% of production and 1400 farms. Due to large differences in population size (i.e. the number of organic farms and the number of organic dairies) and economic weight of the different farms/dairies, we proceeded differently with farmers and supply chain actors.

At the farm level, an online industry survey (Tableau 13; provided by InterBIOccitanie) was distributed in the Occitanie region (southern France) via chambers of agriculture and farmers' associations. This survey aimed at understanding how all types of organic farms (not only dairy cattle farms) coped with the crisis. It was completed by 54 farmers, including 28 organic dairy cattle farmers, in May 2020. This survey asked farmers to report on the work and economic impacts of the Covid-19 pandemic on their farms, the problems they dealt with during the lockdown, the support they received to cope with those problems, and the opportunities—especially market opportunities—created by the crisis. We retrieved the full dataset from the survey administrator. This dataset presented several shortcomings for the purpose of the present study. It covered a rather limited sample of farms and not all questions asked were relevant to the organic dairy sector. Also, there was no question aimed at comparing farmers' perception of sanitary risks (e.g. a new pandemic) with other risks.

To complement this survey in terms of geographic coverage, number of respondents and topics covered, we (INRAE) designed an online survey guide (thereafter called using the platform framaforms.org) that was sent to farmers via other chambers of agriculture and farmers' associations. The survey was completed by 58 organic dairy cattle farmers in Brittany, Normandy (northwestern France) and Auvergne Rhône-Alpes (central France) over the July-August 2020 period. The two surveys provided a sample of 86 respondents (Tableau 12).

Tableau 12: Overview of the total number of respondents per survey and of the number of respondents delivering 100% of their milk to a dairy (called Deliverers) or processing all or part of their milk (called Cheese-makers).

Survey	Respondents	Deliverers	Cheese-makers
InterBioOccitanie	28	22	6
INRAE	58	51	7
Total	86	73	13

The main French dairy production regions were thus covered with both online surveys (FranceAgriMer, 2016) (Figure 40). The INRAE survey (Tableau 14) was designed to gather farmers’ perceptions of their farms’ resilience to the Covid-19 pandemic based on its impacts on farm functioning and performances, on the opportunities created by the Covid-19 situation and on the required adaptations to be made to their farms. We also asked farmers to rank a list of 19 risks to organic dairy cattle production identified based on reports from focus group discussions with farmers and literature on the topic (Belhenniche et al., 2009; Flaten et al., 2005; Meuwissen et al., 2001; Résilait consortium, 2017). Following Mohammad et al. 2014, we distinguished between external and internal risks resulting from factors over which farmers have at least limited control (e.g., technical failures, worker relations) or no control (e.g., climate change, market prices), respectively. Following Huet et al. 2020, farmers had to rank the 19 risks according to their likelihood and expected impacts (Tableau 14) on a scale of 1 to 5 (from unlikely to very likely and from little to high, respectively). The INRAE survey also gathered information to characterize respondents and their farms (size, experience with organic farming, marketing type, etc.) (Tableau 15).

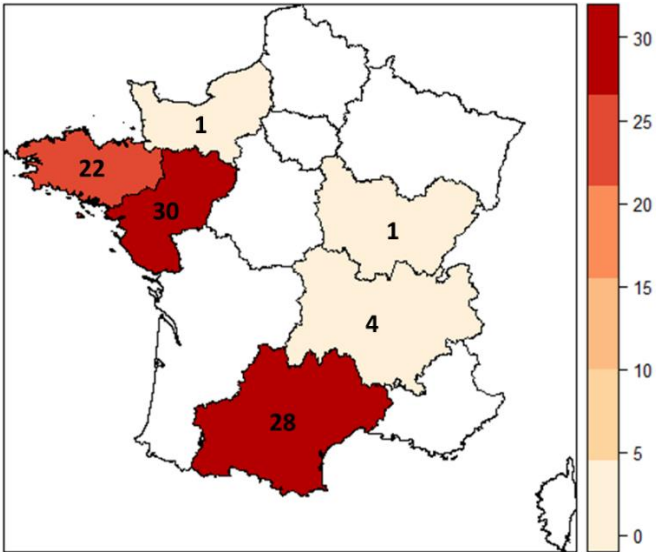


Figure 40: Number of survey respondents per French region

Tableau 13 : Questions included in the InterBIOccitanie survey

Impacts of the pandemic	<ul style="list-style-type: none"> • How would you rate the impact of the crisis on your professional activity? Neutral / Positive / Negative • How high is the impact of the crisis on your professional activity? On a scale of 0 to 5, from no impact to high impact • How has your turnover evolved compared to usual? Increase / Stable / Marginal loss (<10%) / Significant loss (10 to 50%) / Substantial loss (>50%) • How would you rate your resilience or adaptability? On a scale of 0 to 5, from none to strong • Overall, what has been the impact of the crisis on the people working on the farm?
Problems faced	<ul style="list-style-type: none"> • What kind of difficulties did you encounter? No difficulty / Inputs and supply / Provision of services / Reduction in product demand / Increase in product demand / Product storage / Cash flow, financial management, etc./ Workload, employee management / Health, family (childcare, etc.) / Application of the Covid health rules / Other: • As an employer, have you had any difficulties managing your workforce? I have no employees / No particular difficulty / Difficulty in retaining staff / Difficulty in recruiting / Difficulty in applying Covid health rules / Difficulty in employee management (childcare, etc.) / Other: • If you sell your products through long supply chains, what kind of problems have you faced? Not applicable/ Difficulty with supply and inputs (availability, price, etc.) / Difficulty with sales (amounts, prices, etc.) / Difficulty meeting demand: amounts, formats, packaging, etc. / Lack of information / Adaptation constraints (reduction of amounts, storage, etc.) / Problems with providers / Other:
Support received	<ul style="list-style-type: none"> • Have you mobilized support systems? None / Deferral of payments and taxes / Deferral of bank annuity / Cash flow assistance / Reduced business activity / Request for solidarity fund support (for loss of income) / Regional Support Pass / Application for a guaranteed loan / Replacement aids / Other: • Have you found or mobilized external support? None / Professional solidarity / Personal solidarity / Support of farmer organizations / Accounting firms / Customers / Suppliers / Local authorities / Other:
Opportunities created by the pandemic	<ul style="list-style-type: none"> • Have your market opportunities changed during this crisis? • Has the loss of certain opportunities been compensated for by the development of new markets? Yes / No / No opinion • Following this crisis, are you considering making changes in your farm (supply, production, organization, marketing, etc.)?

Tableau 14: Questions included in the INRAE online survey

Introduction	Gender – Age – Legal status of the farm – Utilized agricultural area (UAA) – Herd size – Percentage of corn in the UAA – Date of conversion to organic – Presence of on-farm processing of milk – If yes, percentage of total production processed on the farm
Impacts of the pandemic and crisis management	<ul style="list-style-type: none"> • Has the pandemic resulted in a decrease in your turnover (compared to previous years)? If yes, how high are your economic losses? • Did you receive any incentive related to the Covid-19 context to reduce the volumes of milk delivered to your dairy? If yes, in what proportions? Who asked for it? • If you had not been encouraged to reduce the volumes of milk produced, would you still have chosen to reduce your production? • Have you had any communication from your dairy or farmers' association on the evolution of the Covid-19 crisis?
Farmers' risk perceptions	<ul style="list-style-type: none"> • How fearful are you of the following risks to your operation? On a scale of 1 (very little fear) to 5 (very fearful) • What is the likelihood of these risks occurring on your farm? On a scale of 1 (very low probability) to 5 (very high probability) • Climate hazards and change – Health problems (animal disease outbreak) – Health problems (others) – Technical problems – Drop in milk prices – Reduction in public subsidies – Raising and tightening of organic standards – Increase in feed costs – Increase in production costs – Adverse governmental actions – Changes in consumer preferences – Indebtedness, cash flow problems – Excessive workload – Sickness or disability of the person(s) working on the holding on a daily basis – Difficulties finding a replacement at work – Lack of local labor – Degradation of relationships among associates – Degradation of relationships among family members – Difficult access to land – Difficulties with the transitioning of the farm
Opportunities created by the pandemic	<ul style="list-style-type: none"> • Are you considering implementing adaptations on your farm following the Covid-19 pandemic? • Are you considering implementing collective adaptations following the Covid-19 pandemic?
Concluding remarks	Would you like to add more information on the impact of this pandemic on organic dairy farms or what strategies do you think would help to mitigate the current and future impacts of this pandemic?

Tableau 15: Description of the 58 respondents to the INRAE survey and their farms

Gender	Male	Female				
Nb. of farmers	50	8				
Age (years)	< 25	25-35	35-45	45-55	>55	
Nb. of farmers	0	6	15	20	17	
Utilised Agricultural Area (UAA) (ha)	<50	50-100	100-150	150-200	>200	
Nb. of farms	4	37	12	3	2	
Number of livestock units (LU)	<20	20-40	40-80	80-100	>100	
Nb. of farms	0	3	23	15	17	
Conversion to organic farming (years)	Ongoing	< 5	5 - 10	> 10		
Nb. of farms	3	13	13	29		
Share of maize in UAA (%)	0	<5	5-10	>10		
Nb. of farms	22	12	14	10		
Share of milk sold in short circuits (%)	0	<5	5-25	25-50	50-75	75-100
Nb. of farms	51	1	4	0	1	1

At the supply chain level, we interviewed two supply chain actors, one from the umbrella organization for the dairy industry, one from a development institute supporting this industry. We also included in the results quotes from experts interviewed in the professional press. They were asked about their perceptions of the impacts of the pandemic on input supply, workers and supply chain productivity, how those impacts were managed and the opportunities they created (Tableau 16). Questions on the management of the pandemic aimed to address the various resilience factors applying to supply chains (Hosseini et al., 2019).

Tableau 16: Questions included in the interviews of supply chain actors

Impacts on input supply	Did the lockdown and closure of borders cause input shortages? If so, what strategies were adopted?
Impacts of the pandemic on workers	Were there any staff reductions? If yes, what were the impacts?
Impacts of the pandemic on chain productivity	<ul style="list-style-type: none"> • Were the production chains saturated? How long did it take to find a new, unsaturated pace to meet demand? • Have the Covid-19 health measures slowed down production? If so, how much and why?
Management of the pandemic impacts	<ul style="list-style-type: none"> • Were there meetings among stakeholders to agree on a common crisis management strategy? • How was the communication on crisis management? Who was it for? • Did some dairies close to keep others running at full capacity? • Were there changes in the outputs of production chains? If yes, what products were prioritized? Which stopped being produced? • Has the crisis led to stockpiling products? Which ones? • Was there a reorganization by division (e.g., organic butter produced in one location, organic drinking milk in another)?
Opportunities created by the pandemic	<ul style="list-style-type: none"> • Did new projects emerge in response to the crisis? • Did the crisis lead to the emergence of new consumption systems or has it simply resulted in readjustments to the quantities delivered? • Did the crisis favor alternatives to milk? (Plant-based milks, etc.)

We complemented these surveys and semi-structured interviews with a review of articles on the topic from the gray and technical literature. Whenever possible, both farmers’ and supply chain actors’ responses were compared with industry data and reports for the first half of 2020.

2.3 Data analysis

To assess the resilience of farms and supply chains, we plotted quantitative and categorical data on the overall impact of the pandemic. We searched for effects of farmers’ or farms’ characteristics (Tableau 15) using Chi squared tests. We then delved deeper into the overall assessment to more fully understand the impacts of the pandemic, the adaptations implemented at the farm and supply chain levels, and the opportunities created by the pandemic. We performed a deductive content analysis (Elo and Kyngäs, 2008) of available

qualitative content (i.e. survey answers and interview discourse). This type of analysis consists in organizing responses into several content-related categories enhancing understanding of the data and then developing a structured analysis matrix based on prior knowledge, such as resilience factors applied to farms (Cabell and Oelofse, 2012) and supply chains (Hosseini et al., 2019). Stakeholders' responses are reviewed and coded for correspondence with the identified content-related categories (i.e. the structured analysis matrix). This method enables highlighting the predominant elements in farmers' answers and verifying if the factors and indicators of resilience mentioned are in line with the scientific literature.

Our risk analysis followed the approach proposed by Huet et al. (2020). For each of the 19 risks assessed by the farmers, we calculated the average score (from initial scores on a 1 to 5 scale) for each expected impact and likelihood. The average scores were then used to build a classical risk matrix (ranking risks according to likelihood of the risk on the x-axis and to expected impact on the y-axis) and to rank risks according to farmers' perceptions. To synthesize this information, we added a third variable, "level," which is the product of expected impact and likelihood.

3 Results

3.1 Farm resilience against the Covid-19 pandemic

Most farms experienced zero to moderate impacts from the pandemic: a total of 38 farmers reported no impacts, another 43 experienced minor impacts on aspects such as their income and workload, and only 5 had to contend with major impacts (Figure 41.a). This was well confirmed by industry data. The mean amount of milk collected per farm at the national level followed a seasonal pattern similar to the 5 previous years (Figure 41.b) with production peaking from early spring (i.e., March). Over January-April 2020, the amounts were higher (+2000L/month/farm) than in 2015-2019. Yet it can be noted that this extra production per farm nearly disappeared in May (+100L/month/farm) and June (+200L/month/farm) to return to the 2019 levels. As a result, with a milk price equivalent to the previous year and an increasing multi-year trend (Figure 41.d), the majority (54) of farmers reported no impacts on their turnover (Figure 41.c) and another 12 were unable to answer at the time of the survey. Among the 18 farmers who reported turnover decreases, 12 estimated it at less than 10%, another 5 in the range of 10%-50% and one said that it was over 50%.

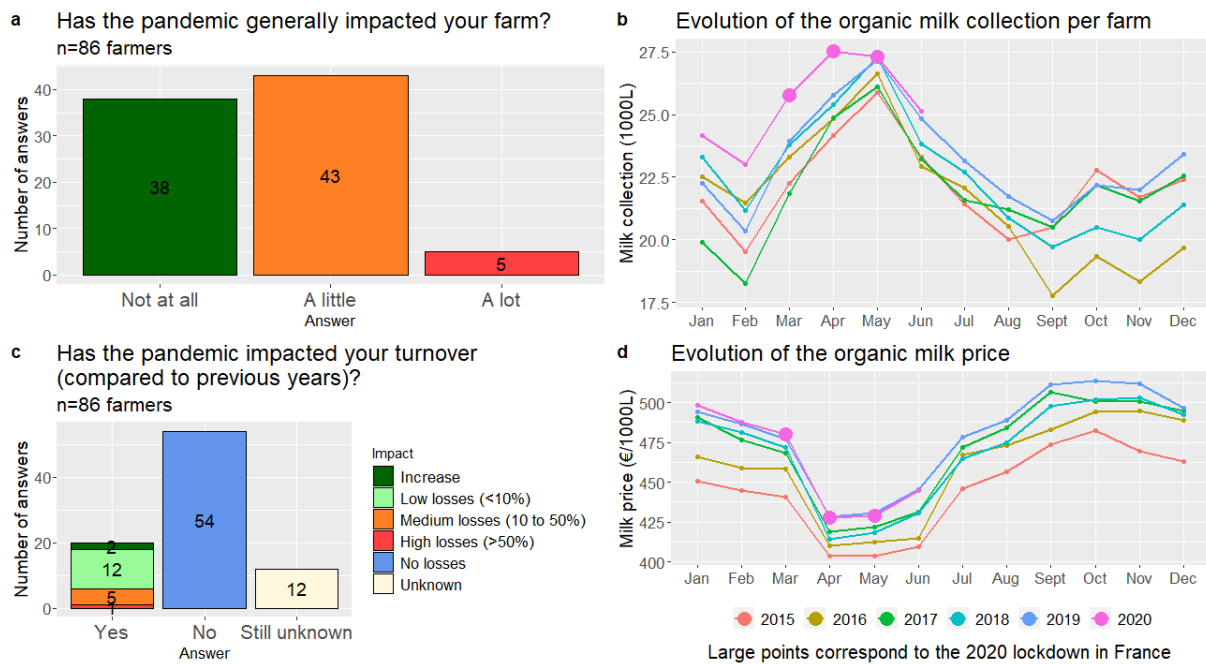


Figure 41: Impacts of the Covid-19 pandemic on surveyed farms (a), on the mean amount of milk collected per farm at national level and compared to the five previous years (b), on farm turnover (c) and on milk price compared to the five previous years (d).

Chi square tests did not reveal any statistically significant effect of farmers' and farms' characteristics on perceived impacts. However, the moderate to no overall impacts concerned nearly all the farms that delivered all their milk to dairies (73 out of the 86 farmers delivered their milk to a dairy and 64 out of those 73 reported moderate to no overall impacts). As a preventive measure against the risk of rupture in the supply chain, the main French dairy asked its farmers to reduce the milk production by about 5%. Weather conditions also contributed to a return to 2019 production levels. One farmer reported that "the drop in volume coincided with [late fall 2019 to spring 2020] weather hazards that naturally reduced the amount of milk produced." Those two factors explain the drop in extra milk production per farm observed in May and June 2020 (Figure 41 b). Because farmers were paid by their dairy for unproduced amounts (€150/1000L unproduced milk), 49 farmers (out of the 73 who delivered all their milk to a dairy) had no turnover loss, 10 farms had a moderate loss (<10%) and 3 farms had a high loss (>10%). Turnover loss was unknown at the time of the survey in the remaining 11 cases. Most farmers were thus satisfied with the decisions made by their dairies and other actors: "The management of the sector at the national level was judicious."

The highest overall impacts were reported by farms processing part or all of their milk on the farm. They all had to deal with a range of issues. Farmers' markets were cancelled and customers could not reach most farms, resulting in reduced demand for products in several cases. In one case, farm turnover dropped by up to 50% due to the loss of direct selling. In other cases, the opposite was observed due to fast reorganization of sales channels: one farmer noted that "We were able to react very quickly thanks to our collective organization and community-supported agriculture, which provided support from consumers and collective farmers' shops." It resulted in a high workload for farmers (Bargain, 2020) and in several cases increased turnover. Impacts were also reported by farms that had a parallel agrotourism activity. One such farmer said that "the Covid-19 crisis had no impact on our dairy production, but there was a significant one on agrotourism."

Most farms were family farms (two full-time workers on average according to the industry survey), with fewer than 100 ha and 100 cows for 70% of the farms (our online survey). As a result, they were not greatly affected by worker availability issues. Nevertheless, in four instances, farmers reported such problems, in two cases due to employees being absent: "Our two employees have children and spouses who have continued to work." Another unique case was when farmers had to self-isolate: "We had symptoms of Covid-19, so our son had to take our place in order not to contaminate the milk delivery man or other suppliers." Also, the vast majority of these farms relied mainly on pastures for livestock feeding (38% of the farms in our online survey did not cultivate corn fodder at all, while on 59% of those farms corn accounted for less than 5% of the utilized agricultural area (UAA)). Thus none of them reported input supply shortages or related impacts on farm functioning and productivity.

3.2 Supply chain resilience against the Covid-19 pandemic

To anticipate and prevent the potential negative effects of the Covid-19 pandemic, a crisis cell dedicated to organic production was set up under the umbrella of the French National Interprofessional Center for the Dairy Economy (CNIEL). Its aim was to make decisions at the sector level and keep farmers and supply chain actors informed. For example, in its March 31, 2020, letter to supply chain actors, CNIEL wrote, “Given the seriousness of the situation, we wish to implement interprofessional measures to smooth milk production” (CNIEL, 2020b) and provided information about the planned compensations for farmers. Fifty farmers (out of 58 respondents to our online survey) answered that they received official communications on the evolution of the pandemic impacts on organic dairy supply chains either from their dairies or from farmers’ organizations through emails, personal phone calls and/or professional press. CNIEL also communicated to consumers that there would be no shortages (CNIEL, 2020c) because the chain was adapted to cope with the pandemic impacts. Thus, one expert reported that the whole sector had displayed good information sharing at all levels.

The pandemic had moderate impacts on supply chains. At the upstream level, there were staff reductions of 10%-15% due to sick leave, childcare issues, etc. (Harel, 2020; Pruilh, 2020). Yet, supply chains continued producing sufficient amounts of dairy products to meet consumer demand. As the amount of organic milk collected at the national level increased, the amounts of products manufactured increased as well (Figure 42a). This relative increase fell slightly just before and throughout the lockdown period (6.6% across the whole range of products versus 16.4% for the June-December 2019 period), and especially in May 2020 due to the reduction in the extra amount of milk collected at the national level (Figure 41.b).

The relative variations depended on product types. They were highest for cream (up to +50% in April 2020) and cheese (+15% over the lockdown period) and tended to decrease for fresh milk desserts (-0.4% over the lockdown period). This was partly related to dairies’ decision to narrow the scope of products manufactured in order to avoid interventions on production lines that operated with a just-in-time approach or at a slightly reduced speed. One industry representative explained, “We worked on our industrial optimization and the product lines so as to not have any stock-outs in stores.” (Harel, 2020). Thus, most efforts were focused on providing the most basic but also the most demanded products—milk, cream, butter and plain

yogurt—at the expense of products with more complex recipes. “It was no time to innovate,” said another expert.

At the logistics level, supply chains proved efficient in reorganizing. Confronted with the absence of milk deliverymen, some of the dairies hired retired drivers to keep up with milk collection. Small dairies also collaborated together and made special arrangements to adjust milk quantities to their respective processing capacities. Adaptations were also made for product delivery. Until the lockdown, most dairies delivered to sub-level logistic platforms, which then distributed dairy products to the various stores. As explained by one industry representative, “Some were too busy with the inflow of orders, so we set up a delivery system directly to the stores [...] to take some of the pressure off” (Harel, 2020). Again, the system was set up to operate just in time but was well organized to quickly adapt.

Exceptions concerned small dairies selling their products to supermarkets and institutional and school catering operations. To optimize just-in-time logistics, mass distribution refocused its offer on essential references from major suppliers (so-called 20/80 strategy). As a result, it stopped offering products from small dairies. Other dairies that had contracts with institutional and school catering operations reported issues due to sudden cancellation of orders when offices and schools were closed. Those events led to (i) new manufacturing strategies, with farmers turning their milk into cheese: “We even had to invest in new equipment for the aging cellars” and (ii) rerouting products towards new points of sale. As reported by one farmer, “we quadrupled our sales at the farm store where we provide all the recommended sanitary measures. We developed, in two days, a drive-up service. People can order on our website and come and pick up their products.” (Ermenier, 2020). However, implementation of those strategies sometimes did take time and were unable to prevent all turnover losses.

As a result of actions taken at the upstream and logistics levels, supply chains succeeded in meeting increased consumer demand for organic products (Figure 42b). Consumption of organic dairy products has been rising over the years and this was true until the lockdown period (+19% on average for drinking milk, cheese, cream, butter, yogurt and fresh milk desserts). A sudden increase was then observed, especially in April (mainly period P04/20 in Figure 42b: +32% across the same products) and across nearly all types of products (except

yogurt in May – P05/20 in Figure 42b), confirming the capacity of supply chains to satisfy consumer demand despite the complex pandemic context.

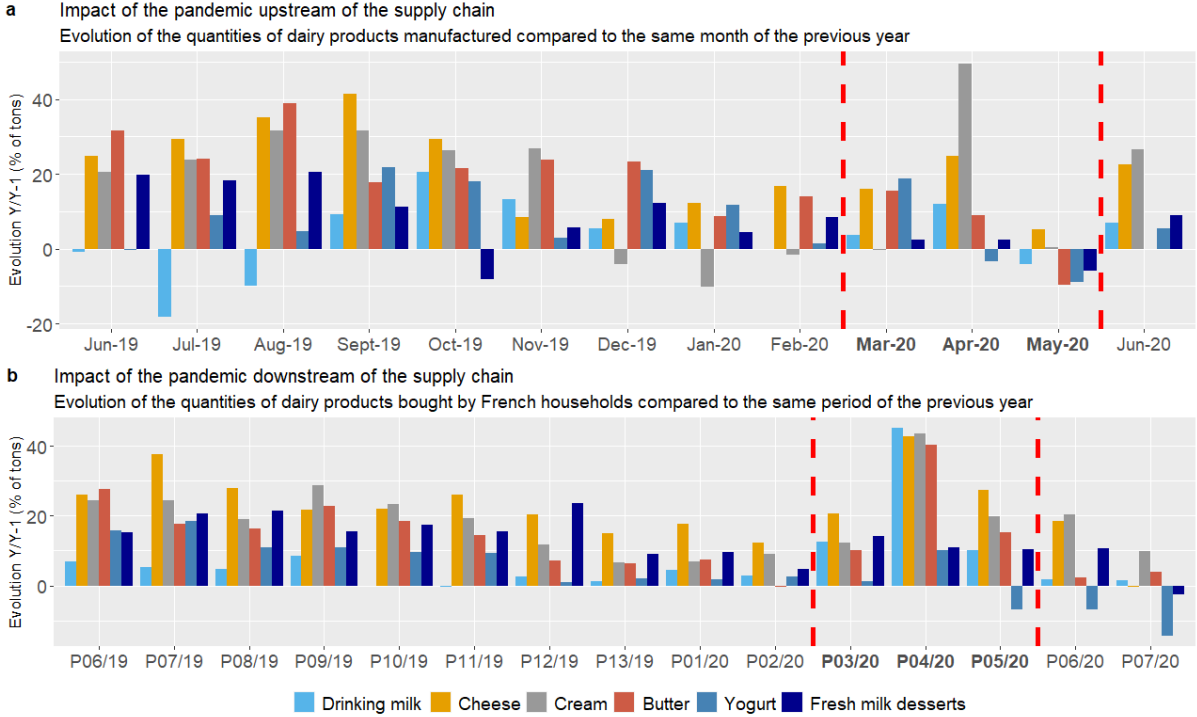
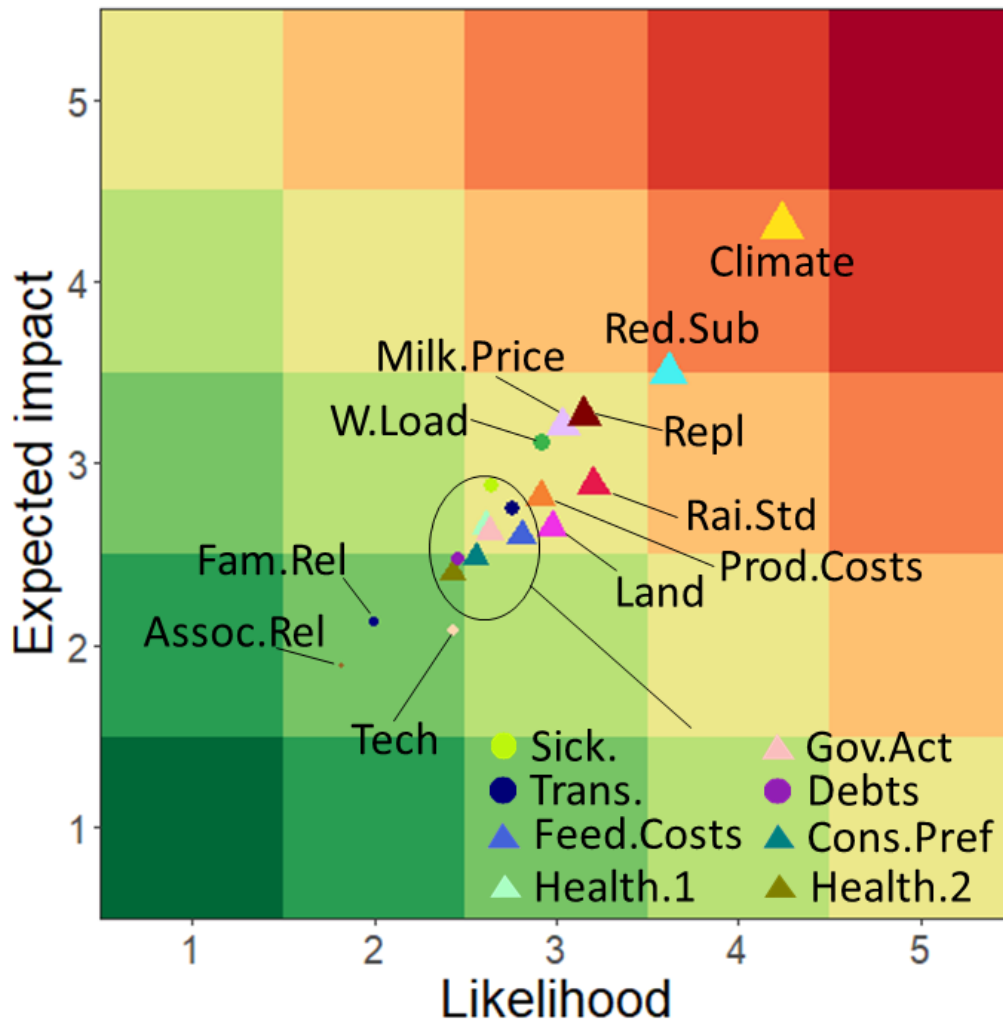


Figure 42: Impacts of the pandemic (a) upstream of the supply chain (FranceAgriMer, 2020c) and (b) downstream of the supply chain. Periods (P) correspond to sets of 4 weeks starting January 1. Red dashed lines mark the lockdown period in France (IRI/CNIEL, 2020).

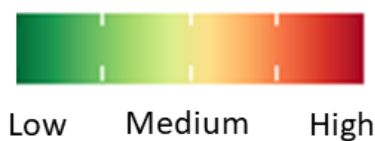
3.3 Farmers’ ranking of risks to production after the Covid-19 pandemic

The 58 farmers who completed the survey including the risk ranking tended to be more concerned with external than internal risks (Figure 43). Even after the spring 2020 Covid-19 crisis, climate-related risks appeared as the major risks for farms. Mean scores for expected impact and likelihood of climate risks were as high as 4.29 ± 0.67 and 4.24 ± 0.68 , respectively. Farmers ranked the reduction of public subsidies second, with a mean expected impact of 3.5 ± 1.0 and a mean likelihood of 3.62 ± 0.95 . Risks related to replacement at work and milk prices were third and fourth, with means above 3 for both expected impact (3.30 ± 1.15 and 3.21 ± 0.87 respectively) and likelihood (3.16 ± 1.09 and 3.03 ± 0.79 , respectively). Raising and tightening of organic standards appeared to have less of an impact (2.89 ± 1.13) than the previously mentioned risks, although was still viewed as probable (3.21 ± 1.02). Increases in

production costs, changes in consumer preferences, adverse governmental actions, difficult access to farmland, and health risks for both animals (e.g., blue tongue disease) and humans (e.g., Covid-19 pandemic) were ranked closely as medium to low risks. Among internal risk, farmers ranked the risk of increased workloads as the highest one (mean expected impact = 3.12 ± 1.14 and mean likelihood = 2.91 ± 1.10). That risk was followed by sickness or disability of the person(s) working on the farm on a daily basis, risks related to a difficult transitioning of the farm and risks related to indebtedness and cash flow, which were medium risks (mean expected impact in the range 2.5-2.9 and mean likelihood in the range 2.5-2.9). The three lowest risks ranked by farmers were technical issues and degradation of relationships among farm associates or family members involved in the farming activity, with both expected impact and likelihood below 3.



Legend for risk perception:



Type of risk:



Figure 43: Risks to production ranked by farmers according to expected impacts and likelihood following the spring 2020 Covid-19 crisis. Symbol size is proportional to the risk level. Risk names correspond to the following: Climate: Climate hazards and change; Health.1: Health problems (animal disease outbreak); Health.2: Health problems (others); Tech.: Technical problems; Milk.Price: Drop in milk prices; Red.Sub: Reduction of public subsidies; Rai.Std: Raising and tightening of organic standards; Feed.Costs: Increase in feed costs; Prod.Costs: Increase in production costs; Gov.Act.: Adverse governmental actions; Cons.Pref.: Changes in consumer preferences; Debts: Indebtedness, cash flow problems; W.Load: Excessive workload; Sick.: Sickness or disability of the person(s) working on the holding on a daily basis; Repl.: Difficulties for replacement at work; Assoc.Rel: Degradation of relationships between associates; Fam.Rel: Degradation of relationships between family members; Land: Difficult access to land; Trans.: Difficulties with the transitioning of the farm.

3.4 Opportunities created by the Covid-19 pandemic at the farm and supply chain levels

For many farms, the pandemic was an opportunity to adapt and plan for future changes. When confronted with the closure of points of sale (e.g., stores, farmer markets), farms processing milk into cheese and other dairy products had to quickly adapt and find new business opportunities. Many of them developed or even created new short sales channels like drive-up farm services (where consumers come to the farm to retrieve their pre-paid online orders) (Guiziou, 2020; Réussir, 2020) or “farm tours” (where a farmer provides home delivery of orders). Thus, some farmers saw the crisis as a development opportunity. One farmer said, “This has accelerated our development, so we may be hiring sooner than expected.” Four farmers delivering all their milk to a dairy mentioned that they intended to develop on-farm processing and/or direct selling of their products or those of their dairy.

The crisis also seemed to have guided farmers’ planning of adaptations and changes to increase their farms’ resilience through diversification and autonomy. Diversification applied either to on-farm processing of milk and direct selling, growing food crops and enlarging the range of customers to avoid putting all their eggs in one basket: “We want to keep as many different customers as possible for our farm.” Other farmers sought to increase the autonomy of their farms by reducing their dependency on inputs: “I want to continue simplifying the way I farm to be the least dependent on the outside world as possible.” This included moving towards more autonomous pasture-based grazing systems: “More grass, stop corn.”

During the lockdown, French consumers tended to return to cooking (Santé publique France, 2020) and rediscovered the pleasure of homemade food. The resurgence of this interest in home cooking based on produce, including dairy products, was seen as an opportunity for supply chains, as reported by Philippe Henry, president of the French Agency for the Development and Promotion of Organic Agriculture (Agence Bio): “One thing I think is key is the fact that we cooked at home for two months. Children learned how to cook. I am convinced that something will remain of it. As soon as you start cooking, you inevitably ask yourself what you are putting on your plate” (Ouvrard et al., 2020). Thus, the Covid-19 pandemic was perceived by supply chain actors as an accelerator of organic produce sales in general, and organic dairy products in particular. Like farms, supply chains saw the Covid-19 pandemic as an opportunity to innovate their sales methods and developed online shops and food drive-ups (FMCG and Retail, 2020) with “click and collect” services (Le Fur, 2020).

4 Discussion

4.1 Resilience factors at farm and supply chain levels

In addition to being resilient to regular climatic and economic shocks and changes (Bouttes et al. 2018a, Bouttes et al. 2018b, Bouttes et al. 2020, Perrin et al., 2020), the vast majority of French organic dairy cattle farms and supply chains proved resilient to the Covid-19 pandemic over this study's short time period (a few months). By buffering and adapting to the impacts of the pandemic, they continued producing responsibly (SDG 12) in accordance with organic standards and provided society with a sufficient amount of organic dairy products (SDG 2). Moreover, both income and working conditions for farmers and supply chain actors remained decent (SDG 8). This confirms the relevance of claims from several authors (Altieri and Nicholls, 2020; Darnhofer, 2020; Gemmill-Herren, 2020; Jumba et al., 2020) that farming and food systems should evolve towards more agroecological models, and for more policies to develop the organic sector to be implemented, such as the European Green Deal, which aims to have 25% of total European farmland be certified organic by 2030 (European Commission, 2020). This could enhance French and European farming and food systems' resilience to future crises and external shocks.

The farms and supply chains that were resilient to the Covid-19 crisis displayed a range of intrinsic features. At the farm level, the majority of farms were autonomous family farms delivering all their milk to dairies. They did not have to deal with absent employees and were able to self-regulate their human resources to continue farming during the lockdown. Little input supply shortages were reported. Indeed, previous studies showed that French organic dairy cattle farms are highly autonomous in terms of their feed needs (supplying 90% of the total dry matter used, (Madeline and Vallas, 2018) and that this autonomy promotes farm resilience (Perrin et al., 2020). The majority of farmers delivered their milk to large, well-established and well-organized dairies that were well connected to supermarkets whose sales account for 82% of bottled organic drinking milk and 64% of organic dairy products produced (Agence Bio, 2020b). Despite the risk associated with having a single customer (i.e., their dairy), the economic reliability, work organization and efficient processes of those dairies combined with incentives to reduce milk production protected farmers from additional risks. Previously reported profitability of organic dairy cattle farms (Grémillet and Fosse, 2020)

remained steady, with few to no economic impacts, thereby highlighting those farms' buffer capacity (Darnhofer, 2014).

The minority of farms processing their own milk and selling their production via short channels were more greatly impacted by the pandemic, either positively or negatively. Those farms generally had a diverse range of customers, which is usually regarded as a risk spreading factor (Hosseini et al. 2019). However, following the closure of farmers' markets and most catering customers, which were major outlets for those farms, they mobilized their adaptive capacity (Bouttes et al., 2018a; Darnhofer, 2014) to quickly reorganize. They developed a diversity of new short sale channels (e.g., drive-up services, tours) that required building or strengthening (i) local interdependency with other farms to be able to offer a large range of products at a single collection point for customers, and (ii) connectivity with customers who consumed more locally than usual. This clearly underlines the necessity for agroecological farms to be embedded in territorial food systems that provide the necessary knowledge and networks (Magrini et al., 2019) to deal with shocks like the Covid-19 pandemic.

At the supply chain level, the different sector actors (farmers, dairies, food processors, etc.) collaborated to collectively evaluate and manage risks under the umbrella of CNIEL. Their discussions led to the decision of encouraging slight reductions in milk production in order to regulate the quantities collected and processed and to avoid wasting milk while still satisfying consumer demand thanks to a good structuring of the sector. This illustrated the key role of information sharing and collaboration along the supply chains at the time of shocks (Hosseini et al. 2019). Such efforts were possible because of an efficient system implemented by both CNIEL and the Ministry of Agriculture, which monitors the flows of products at all levels of the supply chains, from farms to outlets. These actions also provided the necessary visibility in real time to adapt the chains to evolutions in the surrounding environment (Hosseini et al., 2019; Ryan Vroegindewey and Jennifer Hodbod, 2018).

These decisions were made easier by previous risk management experience. According to experts (Ouvrard et al. 2020), the adaptive capacity of French organic dairy supply chains can best be explained by the strong connection between production and consumption: "There is a structural and physical link with consumption. This is essential. This is one of the fundamental reasons why organic supply chains are so resilient. Needs and production are perfectly matched." To offset the sharp increase in the number of dairy cattle farms that

achieved certified organic status in 2019, and to avoid any drop in milk prices by preserving this balance, the largest dairy had encouraged (and compensated in return) its farmers to reduce their milk production during the spring of 2019. This decision led farmers and supply chain actors to manage a reduction in milk production per farm and most likely contributed to achieving unplanned effects of building resilience by creating the necessary conditions for learning at the farm and supply chain levels (Cabell and Oelofse, 2012, Vroegindewey and Hodbod 2018).

Like farms, dairies showed a rather high level of autonomy, with very few of them reporting ruptures in input supply, such as raw materials for packaging. This autonomy was related to their strategy to source those inputs mainly from mainland French suppliers in a form of local interdependency. On production lines, production levels were close to saturation but always remained just in time. Dairies quickly narrowed the range of products manufactured to optimize production efficiency at minimum cost and satisfy consumer demand, reflecting their flexibility and agility (Jain et al. 2008, Erol et al. 2010, Hosseini et al. 2019) to quickly adapt to the unexpected.

4.2 Limits to the present study and future prospects

This study focused on the short-term impacts of the Covid-19 pandemic on French organic dairy cattle farms and supply chains. A first limit is that while we had farmers responding our online surveys from several of the main French dairy regions, we managed to interview a single expert at the supply chain level. Although he is recognized as having in-depth knowledge of the whole sector, he may have missed issues occurring in specific contexts (e.g. very small dairies). Further research will be required to strengthen our findings at the supply chain level.

Immediate ecological impacts were voluntarily neglected and we may have missed some of those immediate impacts. Moreover, longer-term impacts should not be underestimated. When assessing resilience, one key aspect is how slow variables are managed (Walker et al., 2012). Slow variables, such as the level of plant diversity in a pasture, shape how fast variables, such as pasture feed quality, respond to environmental variations, such as changes in rainfall. Although farmers reported zero to limited impacts from the pandemic in most cases, they may have slightly changed some of their practices (e.g., delaying the timing of manure spreading to avoid nuisances for confined neighbors), which may have in turn influenced slow variables

we did not consider (e.g., soil organic matter content). At the supply chain level, one expert predicted a shortage of organic milk on the domestic market in autumn 2020 resulting from reduced milk production, product stocks and increased consumption. Such legacy effects on slow variables will need to be captured at farm and supply chain levels in the coming months.

This necessary longer-term perspective was well illustrated by farmers' perceptions of risks to production after the spring 2020 crisis. Even after such a pandemic, they remained more concerned with the impacts and likelihood of long-term risks on their farms such as climate change or a reduction in public subsidies than by the more immediate issues of the Covid-19 pandemic, as already observed by several authors (Belhenniche et al., 2009; Flaten et al., 2005). The wider economic context may also be at risk. For the year 2020, the pandemic is expected to cause French economic growth to decline by -7.2% (International Monetary Fund, 2020). The expected recession will likely impact household purchasing power and consumers' capacity to access organic food. According to experts (Ouvrard et al., 2020), the crisis led people to return to fundamentals such as eating quality food and enjoying a healthy environment, suggesting that consumption of organic products will continue despite price differences. But given the extent and duration of the expected recession (International Monetary Fund, 2020), such changes still deserve to be demonstrated in practice.

Finally, we reported cases where the pandemic acted as a development opportunity to increase farm and supply chain resilience as these actors sought more autonomy and diversified their activities, products and sales channels. These development pathways involve adaptations and transformations that generally do not come without costs (Bowman and Zilberman, 2013). It will be necessary to monitor implementation of those adaptations and transformations and determine whether they compromise the profitability and resilience of farms and supply chains either due to overwhelming complexity of their management or to changes in the surrounding environment such as shifts in consumer demand.

5 Conclusions

We reported clear evidence for the resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. Farms experienced zero to moderate impacts in most cases and supply chains remained capable of satisfying consumer demand. This was possible through the intrinsic buffer and adaptive capacities of these farms and supply chains. Nearly

all these organic farms followed agroecological principles. They were family farms relying on internal resources and embedded in local networks. These features promote several resilience factors including autonomy, social self-regulation, connectivity and local interdependency that supported resilience capacities. Supply chains continued functioning just in time and demonstrated agility and flexibility to reorganize quickly and cost-efficiently around a basic mix of products. The pandemic context even created new business opportunities for farms and supply chains, which in the end could sustain the organic sector's growth. Although legacy effects of the pandemic should be investigated in the future, these findings confirm the relevance of the call from an increasingly large number of academics to move towards agroecological models to achieve resilience in farming and food systems. They provide the evidence needed by farmers, supply chain decision-makers and policymakers to guide the agrifood sector.

Acknowledgements

We are grateful to the farmers and experts who took the time to answer our surveys and questions, and to InterBIOccitanie and CNIEL for sharing their data. This study was funded by the French Ministry of Research (PhD fellowship of A.P.) and by the French Casdar project Résilait.

Declaration of interests

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

CHAPITRE 5 : Les traits d'organisation du travail pour développer la résilience des élevages laitiers biologiques

Les résultats issus des précédents chapitres ont permis de mettre en évidence un certain nombre de facteurs de résilience des systèmes laitiers biologiques, qu'il s'agisse d'éléments contextuels (e.g. prix du lait de brebis bio en contexte AOP) ou de pratiques agricoles à proprement parler (e.g. augmentation de la durée de pâturage exclusif en élevage bovin laitier). Cependant, les matériels et méthodes utilisés ne permettaient pas de considérer les multiples facettes du travail sur les exploitations, ni de comprendre les choix d'organisation des éleveurs. Pourtant, les choix d'organisation sont déterminants des modalités d'utilisation des ressources (naturelles, matérielles, etc.) à disposition de l'éleveur, et par répercussion, de sa capacité d'anticipation et d'adaptation aux perturbations. La question est en ce sens un élément déterminant de la résilience en élevage laitier.

Contenu du chapitre : Dans le dernier chapitre de cette thèse, à partir d'une démarche d'observation participante, je propose la mise en évidence de traits d'organisations du travail favorables à la résilience des exploitations bovines laitières biologiques face à un ensemble de perturbations.

Résultats principaux :

- Il existe de multiples traits d'organisation du travail pour un élevage serein et résilient. Ces traits concernent aussi bien le travail d'astreinte (e.g. supprimer l'astreinte de la traite (Figure 44) une partie de l'année, faciliter le travail en salle de traite par des aménagements ergonomiques) que le travail de saison (e.g. déléguer les travaux des champs).
- Les traits d'organisations sont propres à chaque éleveur et dépendent de ses valeurs et de ses objectifs.

Le dispositif de récoltes de données ainsi que le cadre d'analyse utilisés dans ce chapitre ont été élaborés avec Sylvie Cournut, zootechnicienne et experte de la question du travail en élevage.

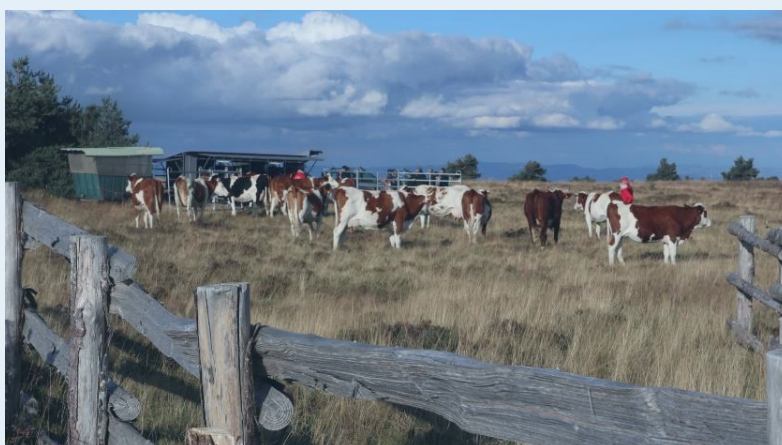


Figure 44: Troupeau en estive, loué l'été à des fromagers pour dégager du temps libre à ses éleveurs.

1 Introduction

L'image du travail en élevage auprès de la société comme dans le monde agricole est souvent associée à des conditions de vie difficiles et affecte l'attractivité du métier d'éleveur (Confédération nationale de l'élevage, 2019; Bergeon, 2019; Mariette, 2021; Pichler and Miramonte, 2017; Servière et al., 2019). Les éleveurs laitiers eux même indiquent souvent subir une charge de travail disproportionnée par rapport aux bénéfices financiers qu'ils en retirent (Coopmans et al., 2020). Ce déséquilibre entre charge de travail et revenu est tel qu'il remet en question la pérennité des élevages et particulièrement des exploitations familiales (Encadré 6). Il s'illustre dans le nombre de cessation des petites exploitations (Perrot et al., 2018b), ou dans les taux de dépression et de suicides malheureusement élevés chez les éleveurs laitiers (Lunner Kolstrup et al., 2013). L'association d'éleveurs sur des fermes plus grandes (e.g. surfaces, taille du cheptel) avec plus de travailleurs apparait comme une solution pour rétablir cet équilibre (Bignon, 2019b; Clément, 2020). Dans ce contexte, comprendre comment le travail et son organisation peut assurer la pérennité des exploitations familiales est un enjeu majeur (Cournut et al., 2010).

Depuis près de trente ans, différents travaux de recherche s'intéressent à cette question du travail en élevage (Dedieu and Serviere, 2012). Ces travaux en zootechnie des systèmes d'élevage visent à mieux caractériser le travail des éleveurs en associant les dimensions humaines et techniques de l'activité d'élevage (Dedieu et al., 2008). Ils mettent en évidence la nécessité d'étudier les systèmes d'élevage sous l'angle du travail pour comprendre les conditions de leur pérennité, de leur viabilité et de leur vivabilité (Dedieu and Servière, 1999). Ils permettent également d'intégrer pleinement les conditions de vie au travail dans les projets d'exploitations comme un objectif à part entière, au même titre que la viabilité économique de l'entreprise agricole (Dedieu et al., 2008). Pour étudier cette question, les chercheurs analysent les différentes dimensions du travail en élevage i.e. le travail d'astreinte (soins journaliers apportés aux animaux), le travail de saison (tâches de gestion des cultures, des fourrages ou manipulations périodiques des animaux) et le travail rendu (chez d'autres agriculteurs en contrepartie de l'entraide reçue). Les analyses s'appuient sur différentes méthodes et outils comme la méthode « bilan de travail » (Dedieu and Servière, 1999), le modèle ATEAGE (Madelrieux et al., 2006) ou le modèle Quaework (Hostiou and Dedieu, 2012). Ils permettent notamment de comparer, du point de vue du travail, les exploitations d'élevage

de différentes filières (Cournut et al., 2012). Grâce à une évaluation des temps de travaux, certains indicateurs comme le temps disponible calculé révèlent la marge de manoeuvre dont disposent les éleveurs dans leurs emplois du temps. Ces travaux ont été enrichis au fil du temps par les apports d'autres disciplines comme l'ergonomie, l'économie, les sciences de gestion ou encore la psychologie. Ils ont permis de proposer des changements dans les pratiques pour améliorer conjointement travail et efficacités techniques, économiques et environnementales des systèmes de production (Dedieu and Serviere, 2012).

Ces travaux ont la vertu de permettre d'approcher le travail sous un angle quantitatif mais ils ne permettent pas une compréhension précise des choix des éleveurs quant à leur organisation du travail. Pourtant, les choix d'organisation sont déterminants des modalités d'utilisation des ressources (naturelles, matérielles, etc.) à disposition de l'éleveur, et par répercussion, de sa capacité d'anticipation et d'adaptation aux perturbations. Par exemple, si l'organisation du travail met l'éleveur en tension, sans lui ménager de plages de repos disponibles, ou de temps libre pour se former, il est peu probable qu'il/elle parvienne à faire face facilement aux perturbations rencontrées. Bien que peu traitée par la communauté scientifique, et relativement absente des débats sur la résilience des exploitations agricoles, l'organisation du travail semble pourtant en être un déterminant majeur.

En combinant les apports de la recherche sur le travail en élevage à une approche originale d'observation participante, ce dernier chapitre propose de répondre à la question de recherche suivante : quels traits d'organisation du travail permettent de développer la résilience des élevages laitiers biologiques ?

Différents éléments entrent en compte pour qualifier une exploitation de « familiale ». Les élevages sur lesquelles ont été récoltées les données utilisées dans le travail de thèse et dans ce chapitre peuvent être caractérisés d'exploitations familiales pour deux principales raisons.

(i) Le caractère familial du travail au sein de l'exploitation (i.e. l'existence d'un type particulier de relation non contractuelle et pas ou peu monétarisée entre plusieurs des travailleurs) (Cournut et al., 2010).

(ii) L'importance de la constitution et de la transmission du patrimoine entre les générations d'éleveurs (Chia et al., 2006).

Encadré 6: Les élevages laitiers biologiques étudiés dans le cadre de la thèse : des exploitations familiales

2 Matériel et méthodes

2.1 Echantillonnage d'exploitations résilientes

Pour isoler l'effet des organisations du travail sur la résilience des élevages, j'ai échantillonné des exploitations pouvant être qualifiées de résilientes aux plans économiques et techniques.

Pour faire écho à l'indicateur de résilience proposé dans Cabell and Oelofse, 2012 (i.e. 'Reasonably profitable' en anglais), j'ai cherché à me rendre sur des exploitations suffisamment rentables (i.e. permettant de dégager plus de 1,2 SMIC/unité de main d'œuvre). Le fait d'être rentable permet aux exploitations de renforcer leur capacité tampon, de rebondir en cas de perturbations et d'investir dans l'avenir pour mieux se prémunir de celles-ci. Par exemple, la santé économique d'un élevage permet l'achat imprévu de fourrages durant les mauvaises années ou permet d'investir pour mettre en place de nouvelles pratiques adaptées aux changements environnementaux futurs. Cet indicateur de résilience a été vérifié via les comptabilités des exploitations. Les exploitations de l'échantillon devaient donc présenter des résultats économiques au moins identiques à ceux d'élevages laitiers de référence, eux-mêmes considérés résilients au point de vue économique par leur attractivité pour la reprise ou par la flexibilité qu'ils confèrent (Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2019).

J'ai également cherché à étudier des exploitations performantes techniquement. Pour ceci, je me suis à nouveau appuyée sur nos partenaires (conseillers agricoles, enseignants en lycée agricole) et sur leurs bonnes connaissances des exploitations de leurs réseaux. Ils m'ont indiqué des exploitations suivies dans le cadre de différents projets et parfois identifiées comme étant des modèles de bonne gestion agronomique et zootechnique. De plus, j'ai demandé aux conseillers de m'orienter si possible vers des exploitations sur lesquelles les éleveurs creusent ou ont creusé les questions de travail en changeant par exemple leur organisation ou en développant des solutions ergonomiques. Idéalement, les exploitations devaient, grâce à leurs formes d'organisation du travail, dégager au moins autant de temps libre pour les éleveurs que dans des élevages laitiers comparables.

2.2 Observation participante

L'observation participante est « une période d'interactions sociales intenses entre le chercheur et les sujets, dans le milieu de ces derniers. Au cours de cette période, des données sont systématiquement collectées [...]. Les observateurs s'immergent personnellement dans la vie des gens. Ils partagent leurs expériences » (Barus-Michel et al., 2016). L'immersion dans le terrain d'étude est donc totale. Elle permet de vivre la réalité des sujets observés et de comprendre ainsi certains mécanismes difficilement décriptables pour quiconque demeure en situation d'extériorité (Bastien, 2007).

Pour répondre à la question de recherche et comprendre la dimension travail 'de l'intérieur' des exploitations, j'ai fait le choix de l'observation participante pour la récolte des données. En restant deux à trois jours sur les exploitations et en partageant la vie à la ferme, j'ai cherché à récolter différents matériaux au cours des échanges avec les éleveurs. Travailler au quotidien avec les éleveurs avait pour objectif de comprendre particulièrement l'organisation du travail lors de la traite, du nourrissage, des soins aux animaux etc. Ceci visait à évaluer le temps dédié aux différentes tâches du travail d'astreinte pour pouvoir les comparer entre exploitations et comprendre ce qui permet plus de flexibilité dans les organisations. Les temps de travail visaient également à saisir les relations entre les éleveurs, entre les éleveurs et leurs animaux pour comprendre en quoi elles peuvent faciliter ou rendre plus difficiles les conditions de travail. Ces temps de travail étaient combinés à de nombreuses conversations informelles (i.e. temps d'échanges avec les éleveurs tout en travaillant) permettant de récolter d'autres données. Le degré de participation aux travaux de l'exploitation étant important (Figure 45), la prise de note 'en direct' n'était pas possible. L'ensemble des données et informations récoltées au cours des journées passées sur les exploitations étaient consignées sous forme de notes ou de mémos vocaux à la fin de chaque journée.

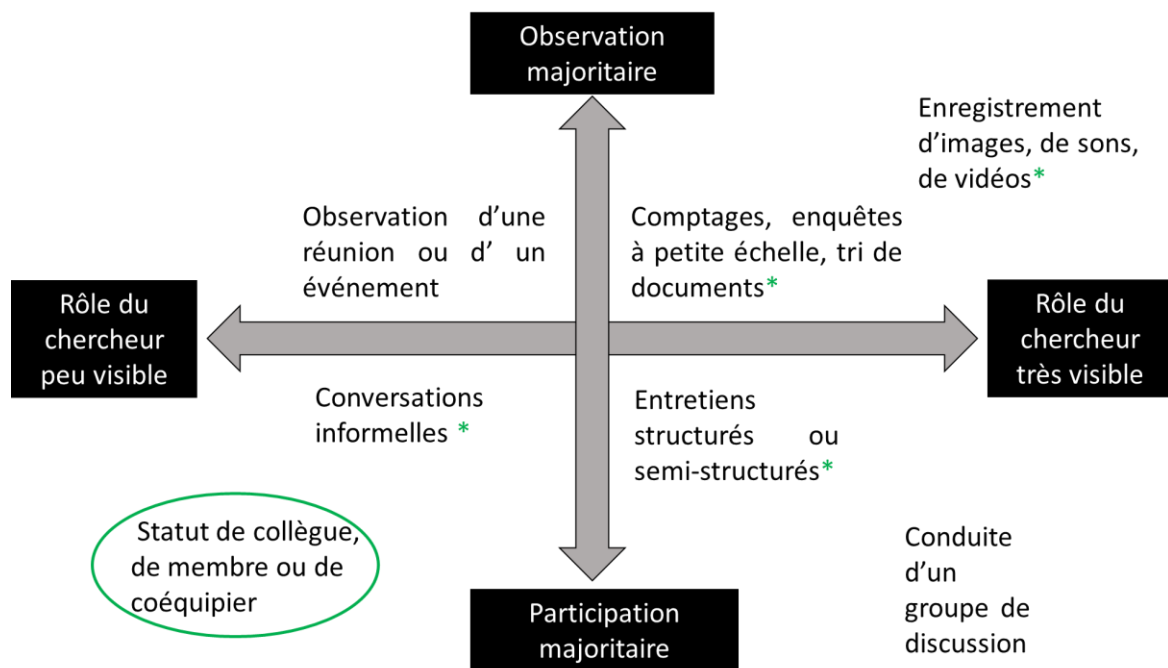


Figure 45: Mon positionnement sur le continuum de l'observation participante proposé dans (Guest et al., 2013). *=source de données pour ce travail ; le cercle vert représente ma position en tant que participante sur les exploitations.

L'observation participante sur ces exploitations peut être qualifiée d'ouverte, i.e. les éleveurs connaissaient les objectifs de ma venue et avaient donné leur accord pour ma participation à la vie de l'exploitation, et de complète, i.e. j'étais participante 'complète', c'est-à-dire impliquée au maximum dans les tâches à accomplir sur la ferme (Gold, 1958). Les sessions d'observation participante ont eu lieu entre octobre 2020 et fin mars 2021 sur les sept exploitations de l'échantillon.

Présente sur les exploitations en automne/hiver, je n'ai pas eu l'occasion de participer aux travaux de saison majeurs (ensilages, foins, moissons etc.). Aussi, au cours de ces séjours, un entretien semi directif avec les éleveurs visait à traiter plus spécifiquement la question du travail de saison (Annexe 3) et à compléter les données non récoltées lors des échanges informels. Le guide pour cet entretien étant directement inspiré des questionnaires utilisés pour réaliser les bilans de travail (Dedieu and Servière, 1999) (Annexe 3). J'utilisais un calendrier de travail vierge imprimé sur un grand format (A3). Ce calendrier de travail était rempli au fur et à mesure de la discussion avec l'éleveur. Cet entretien plus formel permettait également à l'éleveur de vérifier les données récoltées au cours de mon observation participante. Après avoir renseigné le calendrier de travail, je récapitulais lors de l'entretien

semi-directif ma compréhension du collectif de travail et de la répartition des tâches pour la faire vérifier aux éleveurs. Enfin, cet entretien était également l'occasion de poser formellement quelques questions (Annexe 3) concernant la satisfaction au travail et la charge mentale afin de confronter les perceptions des éleveurs avec mes observations sur le terrain.

2.3 Analyse des données récoltées

Ce dispositif a produit différents types de données à analyser : au-delà des notes de l'observation participante, des notes de l'entretien semi-directif, des photos et des mémos vocaux, une banque de données additionnelle se trouvait dans un autre instrument d'enregistrement : ma mémoire (encadré 7) (Arborio et al., 2016).

L'analyse des données a été conduite en deux temps. Dans un premier temps, je me suis attachée à formaliser et uniformiser les données quantitatives récoltées pour pouvoir comparer les exploitations entre elles à l'aide de tableaux et d'indicateurs : performances économiques issues des données comptables, temps de travail observés, temps de congés. Dans un second temps, la reprise des notes et la réécoute des mémos m'as permis d'initier des comparaisons de l'organisation du travail entre exploitations. Ce travail de relecture et de réécoute a également permis d'identifier des aspects importants i.e. des thématiques de l'organisation du travail dans une démarche inductive.

« Les critiques épistémologiques les plus courantes adressées à l'observation directe portent sur cette possibilité d'une investigation débarrassée de tout intermédiaire et mettent à juste titre en doute la neutralité de l'observateur dans le travail d'objectivation, la fiction de son absence. En fait non seulement il n'est pas absent mais il est bien à sa place : c'est sur les effets de sa présence qu'on compte implicitement pour décrypter la réalité observée ».

Encadré 7: Extrait du livre « L'observation directe » (Arborio et al., 2016)

3 Résultats

3.1 Echantillon obtenu

Les exploitations de l'échantillon obtenu étaient familiales (Tableau 17) et avaient en moyenne 12 années d'expérience en agriculture biologique. L'exploitation convertie la plus récemment avait entamé sa conversion en 2016 et l'exploitation ayant le plus de recul en agriculture biologique avait entamé sa conversion en 1998. La SAU moyenne était de 100ha pour 68 UGB. Les niveaux de production des laitières variaient fortement, de 4000L/an à 7500L/an, orientés par les modes de commercialisation (transformation du lait sur l'exploitation et vente directe ou commercialisation en circuit long).

Tableau 17: Principales caractéristiques des exploitations observées. Exploit=Code de l'exploitation ; Conversion=année de début de conversion ; SAU= Surface Agricole Utile (ha) ; VL=Nombre de vaches laitières en production ; G1= Nombre de génisses d'un an ; G2=Nombre de génisses de deux ans ; Production= Production individuelle moyenne des laitières du troupeau (L/an) ; Race=Race principale du troupeau ; Repro= mode de reproduction principal : IA=Insémination artificielle et MN=Monte Naturelle ; Maïs= Présence ou absence de maïs dans la ration des laitières

Exploit	Statut	Conversion	SAU	VL	G1	G2	Production	Race	Repro	Maïs	Altitude
F01	GAEC (Familial)	2011	80	25	10	10	4000	Montb.	MN	Non	1300
F02	GAEC (Familial)	1998	92	40	13	15	6500	Holst.	IA	Oui	500
F03	GAEC (Familial)	2009	150	60	30	30	4000	Jersiai.	IA	Non	760
F04	EI (Familial)	2012	53	36	8	11	5440	Holst.	MN	Oui	630
F05	EARL (Familial)	2016	110	52	15	24	5249	Brunes	IA	Oui	900
F06	EARL (Familial)	2009	100	40	16	12	4500	Brunes	IA	Non	780
F07	GAEC (Non familial)	2010	112	65	17	17	7500	Holst.	IA	Oui	450

Concernant les performances économiques, les exploitations de l'échantillon présentaient une bonne santé opérationnelle. Rentables, elles génèrent de la trésorerie, plutôt au-delà des exploitations qui leur étaient comparables¹⁰ (Figure 46 a. et b.) (moyenne pour un échantillon de 212 exploitations bovines laitières. Toutes les exploitations permettaient aux éleveurs de dégager au moins un SMIC par UTA¹¹ (Figure 46.c), avec à nouveau des variations importantes d'une exploitation à l'autre (la moyenne de l'échantillon est de 1.7±0.6

¹⁰ Il existe peu de références disponibles. J'utilise ici un groupe d'exploitations bovines laitières biologiques situées en pays de la Loire pour qualifier les performances économiques de l'échantillon. Cependant les exploitations de l'échantillon sont situées dans une région aux contraintes pédo-climatiques différentes de celles trouvées en pays de la Loire.

¹¹ Il s'agit de l'unité choisie dans le document de référence. Unité de travail hors salariés.

SMIC/UTA). Ces variations étant dépendantes à la fois des orientations technico-économiques des exploitations et des choix de vie faits par les éleveurs.

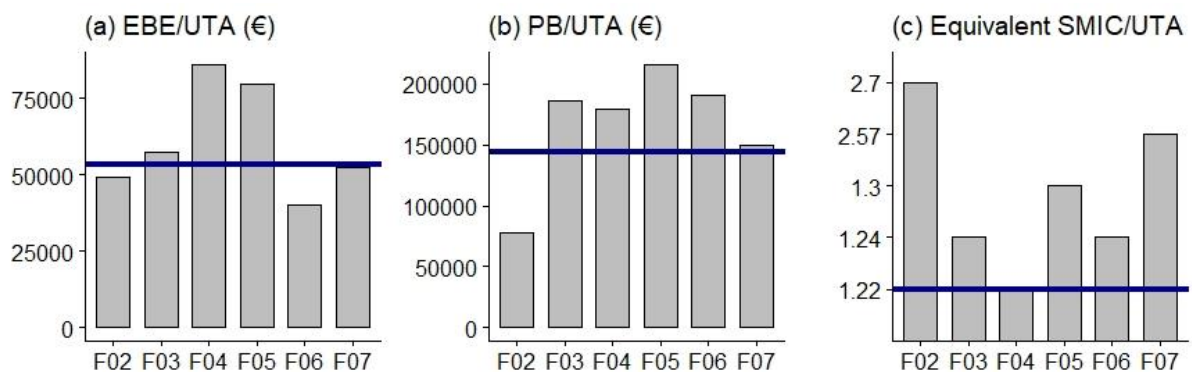


Figure 46 : Performances économiques des exploitations de l'échantillon comparées aux performances de 212 exploitations bovines laitières en 2018 (Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2019), la ligne bleue représente la valeur moyenne pour l'échantillon servant de support de comparaison (a et b) et à 1.2 SMIC (salaire minimum interprofessionnel de croissance, $1,2 \times 1231\text{€}$: (République Française, 2021)) (c). EBE= Excédent Brut d'Exploitation (Produit brut diminué des charges opérationnelles, directes et de structure (avant amortissement et frais financiers)); PB= produit brut (Ensemble des ventes, des subventions d'exploitation et des variations de stocks, diminuées des achats d'animaux) ; UTA= Unité de Travail Agricole incluant chefs d'exploitation, associés exploitant et conjoints collaborateurs. Les données comptables de l'exploitation F01 n'étaient pas disponibles.

En ce qui concerne le temps libre, les exploitations de l'échantillon étaient toutes sauf une au moins aussi performantes que les exploitations utilisées pour la comparaison (Figure 47.a). Sur la majorité d'entre elles (4/7) les exploitants arrivaient à se libérer des journées en plus des jours de congés (Figure 47.b). Sur la ferme F06, la reprise récente de l'exploitation familiale expliquait en partie la difficulté des éleveurs à prendre des congés.

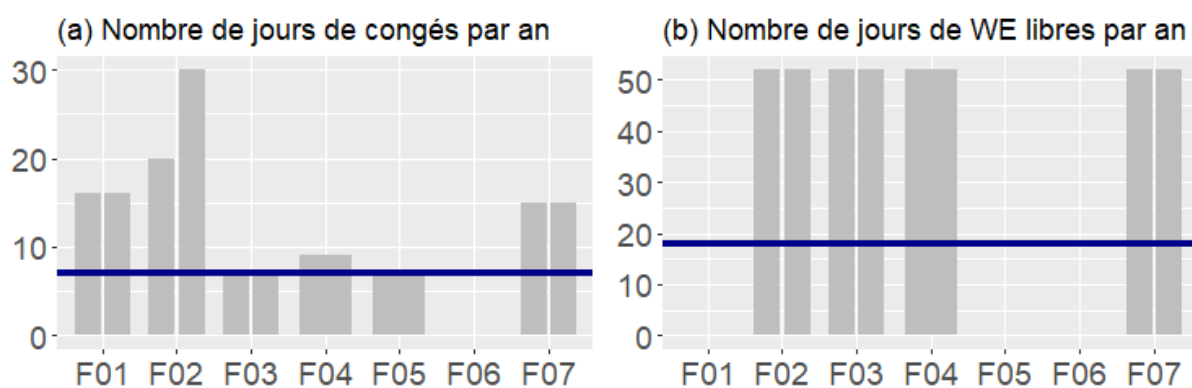


Figure 47: Comparaison du temps libre dont disposent annuellement les éleveurs avec des exploitations équivalentes (La ligne bleue représente la moyenne pour l'échantillon servant de support de comparaison : le groupe d'exploitations T1 dans Beguin et al., 2021). Les jours de congés pris 'd'affilés' sont distingués des jours de weekend sans astreinte.

Au regard des critères d'échantillonnage fixés initialement, les exploitations de l'échantillon semblaient être raisonnablement rentables et montraient, exception faite pour F06, la capacité des éleveurs à dégager du temps libre.

3.2 Prendre le temps

3.2.1 Au quotidien

« On veut un rythme de travail raisonnable pour durer » (F07)

Le rythme de travail raisonnable et la sérénité qu'il confère aux éleveurs est un élément marquant que j'ai retrouvé sur une majorité des exploitations sur lesquelles j'ai séjourné. En effet, même si la saison de mes visites (entre le début de l'automne et le début du printemps) n'est pas forcément la plus intense en terme travail, j'ai trouvé les éleveurs particulièrement sereins et disponibles. Plusieurs ont ainsi pris quelques heures de leurs temps pour me faire faire le tour de toutes leurs parcelles, me raconter l'histoire de leurs exploitations et répondre à mes questions. Mais au-delà de ce temps qu'ils m'ont personnellement dédié, différentes anecdotes m'ont montré que ces éleveurs prennent, dans leur quotidien, le temps de discuter, de manger, de vivre avec leurs proches et de s'épanouir dans des activités autres que directement liées à la ferme. Par exemple, après la traite du matin sur l'une des exploitations, alors que nous devons 'lâcher les vaches', nous sommes tombés sur le voisin également éleveur et annoncé par son chien de troupeau en vadrouille matinale. S'en sont

suivies vingt bonnes minutes de discussions et de prises de nouvelles, accoudés sur le quad ou caressant les chiens. C'est d'ailleurs au cours de cette discussion qu'après m'être présentée et avoir présenté l'objet de mon travail, le voisin taquin a sous-entendu que je n'allais pas m'épuiser à la tâche sur l'exploitation d'accueil. Les vingt minutes écoulées et les vaches ayant patienté, probablement habituées à ces scènes du quotidien, nous les avons suivies au pâturage.

Les éleveurs rencontrés prennent également le temps lors de la pause café/déjeuner du matin (une demi-heure ou plus sur six des sept exploitations). Elle est souvent l'occasion de passer du temps avec les membres de la famille qui ne participent pas à la traite : conjoints, enfants qui se lèvent, grands-parents. Les repas de midi sont également des moments importants où l'on prend le temps de s'asseoir ensemble à table en mangeant de bonnes choses, souvent des produits du terroir. Sur une des exploitations par exemple, l'éleveur a proposé au réparateur de la machine à traire passé le matin d'aller ensemble déjeuner au restaurant du village. Sur les sept séjours, deux éleveurs ont souhaité faire de ma venue l'occasion d'un repas avec des agriculteurs voisins, ce qui nous a permis à chaque fois d'échanger, notamment au sujet de leurs systèmes d'exploitation, de leurs visions de l'agriculture et du travail. Dans leurs conceptions du travail, les éleveurs accordent de l'importance non seulement aux jours de congés « *Je suis ravi de faire une coupure [en parlant de sa semaine de congés d'été] (F02)* », mais également au temps libre que laissent les creux d'activité durant les semaines travaillées. Une autre anecdote marquante l'illustre. En apercevant un faucon crécerelle en chasse au cours de la visite d'une parcelle, nous nous sommes rendus compte un éleveur et moi d'un intérêt commun pour l'ornithologie. L'après-midi même, alors que nous étions au début du printemps et qu'il y aurait forcément eu quelque chose à faire à la ferme l'éleveur, d'un commun accord avec son associé et son salarié, a décidé de m'emmener presque 3 heures, avant la traite du soir, lunette sous le bras observer les oiseaux.

3.2.2 Pendant les weekends et les congés

Les éleveurs de l'échantillon prenaient en moyenne plutôt plus de jours de congés annuels que la référence pour des exploitations proches¹² (type T1 dans Beguin et al. 2021) (i.e. plus de 7 jours) (Figure 47.a). Cependant tous les éleveurs ne percevaient pas les congés de la même façon. Certains étaient satisfaits de leur nombre de jours de congés annuels : « *Je pourrais en prendre plus si je voulais* » (F05). D'autres auraient parfois aimé augmenter ce nombre mais étaient confrontés à la difficulté de trouver du personnel de remplacement de confiance : « *J'ai pas envie de laisser en plan un système qui fonctionne [...] c'est difficile de trouver quelqu'un qui fasse bien le boulot* » (F03). Que ce soit pour les vacances ou les weekends, les éleveurs sur F07 planifiaient le travail pour « *Toujours être au moins 2 sur la ferme et ne pas épuiser celui qui reste faire l'astreinte* ».

3.3 Planifier et gouverner à plusieurs

« *Pouvoir décider et être mon propre patron* » (F01, F02, F05, F07)

Les questions posées lors de l'entretien semi-directif portant spécifiquement sur le travail ont montré qu'une majorité d'éleveurs estime passer peu de temps à la planification du travail, en mentionnant rarement une façon précise de planifier. Dans les faits, j'ai pu observer deux façons de faire assez différentes. Dans certains cas, le travail est planifié d'une semaine sur l'autre, voire d'un jour sur l'autre, en fonction d'un paramètre majeur et retrouvé sur toutes les exploitations : la météo. Dans ces cas-là, la liste des tâches de la semaine ou du jour est souvent planifiée au moment des pauses café ou des repas, et les consignes échangées oralement entre associés et salariés. Sur une exploitation particulièrement, l'éleveur a explicité son fonctionnement: « *Les animaux en priorité, le reste ensuite, si on a le temps* » (F05). Dans d'autres cas, la planification est plus académique, couchée sur des feuilles de papier ou informatisée dans des tableurs. Un calendrier partagé accessible à tous dans le bureau de l'exploitation permet à chacun de poser ses jours de congés et rendez-vous ainsi que de planifier les corvées. Ces supports permettent d'anticiper les périodes plus intenses. La planification ne concerne pas seulement le travail à réaliser mais également les performances technico-économiques à viser ou de grandes décisions pour le futur de l'exploitation. Je n'ai pas eu l'occasion d'aborder systématiquement ces sujets sur toutes les

¹² En termes de taille du collectif de travail, nombre de vaches laitières, surface agricole utile.

fermes, mais j'ai trouvé des points communs sur les exploitations où ça a été possible. Sur plusieurs exploitations la proximité entre les travailleurs, qu'ils soient membres de la même famille ou collègues-amis, permet à chacun de donner son avis sur les 'grandes décisions'. Sur une exploitation par exemple, la décision d'investir dans du gros matériel (un tracteur neuf) est prise en collectif, l'avis des salariés qui vont « *travailler avec tous les jours* » (F07) comptant autant que celui des associés. Sur trois exploitations, les éleveurs sont incités à planifier formellement leur production de lait par une politique proposée par leur laiterie (un bonus accordé sur la paye de lait selon le respect de la productivité prévue). Sur deux exploitations, la stratégie comptable et financière de l'exploitation est particulièrement planifiée. Coutumiers de l'ingénierie de projet, les éleveurs ont créé des outils de prospective, i.e. des tableurs de simulations technico-économiques, pour planifier leurs résultats des années à venir (jusqu'en 2024 au moment de mes visites) et pouvoir ainsi ajuster les orientations de l'exploitation sur des bases quantifiées.

Au cours de mes semaines de terrain, il m'est parfois arrivé de loger en dehors des exploitations d'accueil, souvent dans des gîtes ruraux tenus par d'autres agriculteurs. Cette situation m'a permis de mettre en évidence une originalité des exploitations de l'échantillon à laquelle je n'avais jusqu'alors pas prêté attention. Un soir après la traite, autour de 19h, je me suis rendue chez mes hôtes, également éleveurs laitiers, pour récupérer les clés de leur gîte. L'exploitation avait récemment été reprise par le fils et j'ai été accueillie par ses parents qui rentraient tout juste de la traite et du nourrissage des petits veaux. Nous avons alors discuté longuement de l'histoire de leur exploitation et des difficultés de l'élevage laitier. Le père racontait qu'autrefois il gagnait mieux sa vie avec 15 laitières qu'aujourd'hui son fils avec 70. Il dépeignait un tableau assez sombre de la profession marqué par l'abandon des exploitations familiales et les cadences de travail infernales pour rembourser les investissements. Au cours de cette discussion, ces éleveurs retraités ont émis des doutes sur la pérennité de leur exploitation si le fils se retrouvait seul, sans aide familiale ni main d'œuvre bénévole. J'ai trouvé cette situation particulièrement contrastante avec ce que j'observais sur les exploitations qui m'accueillaient en terme d'inclusion de la main d'œuvre familiale. Sur les deux fermes de mon échantillon où les parents étaient encore impliqués, la situation était toute autre. Dans un cas, l'éleveur déclarait et payait les heures effectuées par le père à la retraite. Dans l'autre cas, l'éleveur, conscient de la précarité liée à la dépendance à la main

d'œuvre familiale, avait volontairement réorganisé le travail d'astreinte lors de la reprise de l'exploitation pour ne pas avoir à compter sur ses parents. L'aide qu'ils fournissaient étant alors des coups de main 'bonus', non essentiels.

3.4 Gérer et faciliter l'astreinte

« *Travailler avec les animaux et la nature* » (F01, F02, F03, F04, F05, F07)

3.4.1 *En salle de traite*

Sur chaque exploitation, j'ai pu participer à la traite des vaches. Les infrastructures étaient relativement similaires : salle de traite avec deux quais. En revanche la disposition des vaches pouvait varier d'une exploitation à l'autre, en épis avec différentes inclinaisons, traite par l'arrière avec sortie rapide ou auto tandem (chaque vache est traite dans un box individuel et libérée lorsqu'elle 'est terminée' laissant la place libre pour la vache suivante et s'affranchissant ainsi de la traite par lots et des pertes de temps que celle-ci peut générer). Le temps pris pour la traite (de la manipulation du troupeau au lavage des quais) était variable. Sur plusieurs exploitations (F03 ; F07), la conformation de la salle de traite a été modifiée dans le but de gagner du temps à la traite (e.g. ajout de deux postes supplémentaires, changement de modèle de machine) et du confort pour les trayeurs (e.g. rehausse de la fosse). La salle de traite est un lieu de travail vivant. Dans deux exploitations, elle est par exemple un lieu d'expression artistique intrigant pour le visiteur : dessins d'éleveurs sur le tableau de suivi des vêlages, fresque champêtre et colorée dessinée sur les murs de la salle par les enfants du village. La radio, dont le volume sonore dépasse parfois celui des trayeuses, y prend une place importante que ce soit pour écouter les infos, de la musique ou les matchs de foot. C'est également un lieu où les travailleurs viennent à heures fixes et où il est facile de les rencontrer. Il nous est arrivés une fois notamment de discuter à 5 dans la fosse, la conversation s'étant poursuivie longtemps après la dernière vache traite, abstraction faite du lieu et du contexte.

Sur toutes les exploitations il y avait au minimum deux trayeurs potentiels capables d'assurer en toutes circonstances la traite et le travail obligatoire. La chronologie de la traite se retrouve d'une exploitation sur l'autre avec des façons de faire qui varient, chacun ayant par exemple sa façon de laver (ou de ne pas laver), de tremper, de brancher. Les éleveurs étaient souvent curieux que je leur raconte 'comment ils font' sur les autres fermes. Conscients des multiples façons de faire, les éleveurs restent tout de même attachés à la leur, par habitude et

particulièrement lorsque les performances sont bonnes et stables (santé des mamelles et qualité du lait). Toutes les exploitations sauf une embauchaient un salarié ou un apprenti et les roulements pour la traite pouvaient différer. Dans certains cas, l'organisation type voulait que les trayeurs du matin et ceux du soir soient toujours les mêmes, dans d'autres cas ils changeaient d'une semaine sur l'autre. Il en était de même pour les astreintes des weekends.

Le temps passé en salle de traite m'a permis d'observer le rapport entre les éleveurs et leurs animaux, étroitement lié à leur rapport au travail en élevage. Les troupeaux étaient composés de races différentes avec parfois une forte diversité de races intra-troupeau. Certains éleveurs étaient particulièrement fiers des races choisies et élevées. Malgré l'hétérogénéité de performances inhérente au mix de races, sur l'exploitation F01 par exemple, les éleveurs attachaient une grande importance à la conservation d'une race locale et au maintien d'une diversité de races rustiques montagnardes au sein du troupeau. Un matin, après la traite, nous avons trié une vosgienne prête à mettre bas pour qu'elle reste à la stabulation et avons conduit le reste du troupeau au pâturage. La principale concernée en avait visiblement décidé autrement, et malgré nos tentatives pour l'en empêcher, a réussi à grands fracas à rejoindre au trot ses congénères dans un pré proche. Dans d'autres cas, cette situation aurait pu être vécue comme un échec, ou alors les éleveurs auraient pu persister pour isoler l'animal. Mais dans ce cas, amusés par la trempe de l'animal, il a été décidé de lui accorder son droit presque mérité de rester dans le troupeau. J'ai noté à ce moment-là la fierté des éleveurs d'avoir un troupeau de caractère composé d'individus différents aux points de vue génétique, morphologique et comportementaux. Pour d'autres éleveurs, les performances du troupeau étaient particulièrement importantes. Les exploitations les plus productives de l'échantillon (Tableau 17) avaient des troupeaux principalement Holstein. Dans la cadre de la reprise de la ferme familiale (F04), le choix de garder cette race était sécuritaire et vu comme une première étape « *déjà produire du lait et le produire bien* » avant de possibles évolutions du troupeau vers d'autres races. Si les races sur l'exploitation F07 (Holstein et Brunnes) étaient productives, les éleveurs visaient comme performance principale la bonne santé du troupeau pour que le lait coûte le moins cher possible à produire (en termes de frais vétérinaires). Deux troupeaux (F05 et F06) étaient majoritairement en Brunnes des Alpes. Dans les deux cas, la douceur des animaux, et leur tranquillité particulière en salle de traite faisait la fierté de leurs éleveurs et leur intérêt principal pour la race. L'exploitation F05 était une référence pour la race en AB.

L'éleveur, passionné de génétique, espérait « *sortir [dans l'année] un taureau génotypé* ». La race (Brune des Alpes) sur l'exploitation F06 était particulièrement adaptée pour la transformation. Le troupeau de l'exploitation F03 était le seul principalement jersiais, ici également en lien avec la transformation sur l'exploitation du lait en yaourts. Avant sa conversion à l'AB, le troupeau F03 était une référence en sélection Holstein. Les éleveurs ont choisi de basculer vers un troupeau de plus petite taille pour optimiser le ratio ingestion/production.

Coutumière des salles de traites, j'ai été frappée de manière générale par le calme des animaux que ce soit pour les brancher ou les déplacer, et par le ton des éleveurs, à la fois doux et ferme « *gueuler ne sert à rien* » (F02). Même si ma présence a sûrement légèrement modifié le comportement des éleveurs à la traite, la sérénité des laitières s'est quasiment systématiquement retrouvée dans un nombre relativement faible de bouses sur les quais (une, deux, trois sur toute la durée de la traite).

3.4.2 *A l'auge et à l'étable*

En ce qui concerne l'alimentation des animaux et le nettoyage des étables, j'ai également observé et pratiqué différentes façons de faire.

Pour quatre exploitations, la distribution des fourrages et/ou des concentrés était manuelle, les animaux bloqués aux cornadis. Le foin était distribué à la fourche et les concentrés à la brouette. Ce temps de distribution était conséquent sur certains élevages et important du point de vue des éleveurs pour passer du temps avec leurs animaux, vérifier l'appétit et la bonne santé et planifier les soins. De plus, une distribution manuelle efficace et organisée (disposition judicieuse dans la 'stabil' des bottes prêtes à être déroulées) permettait de minimiser les sorties de tracteur « *On essaye de ne pas faire plus d'1/2 heure de tracteur par semaine [pour le travail d'astreinte]* » (F01).

Concernant la distribution non manuelle des fourrages, deux exploitations pratiquaient totalement ou partiellement le libre-service (F02, F04). En libre-service, les laitières ont accès aux cornadis à un linéaire d'ensilage fixé par l'éleveur. La ration n'est pas individualisée dans ce cas-là car les vaches vont et viennent librement aux cornadis. Les éleveurs qui le pratiquaient estimaient gagner ainsi du temps (mettre en place une fois et parfois pour plusieurs jours le cornadis et enlever les refus plutôt que de bloquer les vaches, distribuer,

débloquer tous les jours). Cependant comme la ration est moins individualisée, une des exploitations ne pratiquait le libre-service que partiellement, sur un des silos qui s’y prêtait, et les éleveurs préféraient maîtriser plus la ration fourragère pour les autres silos. La distribution des fourrages sur trois exploitations était facilitée par le matériel utilisé (« *C’est pratique, on voit tout ce qu’on fait, ça va plus vite [au sujet d’une dérouleuse attelée à l’avant du télescopique utilisé comme valet de ferme]* » (F05)) et durait environ une dizaine de minutes (une fois les vaches bloquées aux cornadis et le matériel attelé).

Sur une exploitation (F07), le système d’affouragement était particulièrement pensé pour optimiser le temps de travail. Les éleveurs adhéraient à une CUMA de désilage. Le principe est le suivant : deux chauffeurs de désileuses de la CUMA font quotidiennement la tournée de vingt exploitations. Les éleveurs adhérents préparent au maximum l’arrivée du chauffeur (silos d’ensilage ouverts, affichage de la ration sur un tableau, accessibilité des silos de céréales). Lorsque la machine arrive sur la ferme (le matin après la traite), le chauffeur prépare l’intégralité de la ration quotidienne du troupeau (concentrés, fourrages, minéraux), distribue puis repars sur une autre ferme. L’opération dure une petite quinzaine de minutes et libère les éleveurs qui peuvent pendant ce temps assurer d’autres tâches.

L’utilisation d’un DAC (Distributeur automatique d’aliments) n’était pas majoritaire (deux en étaient équipées). Toutefois une majorité (cinq) des exploitations transformaient leurs concentrés sur la ferme que ce soit avec leur propre moulin ou celui de la CUMA. Sur une exploitation particulièrement, l’éleveur avait bricolé un système ingénieux permettant, grâce à des capteurs, de ‘floconner’ au fur et à mesure les quantités de céréales nécessaires au remplissage du DAC.

Pour le raclage et le paillage on retrouve différentes façons de faire, plus ou moins mécanisées. Toutes les exploitations sauf une (raclage au tracteur) étaient équipées d’un système automatique : racleurs ou hydrocureur (colonnes d’eau nettoyant les couloirs de logettes avec un système de recyclage de cette eau et un bassin de décantation en sortie de stabulation). Sur cinq exploitations, le paillage était majoritairement manuel. Comme pour le foin, le positionnement des bottes dans la stabulation permettait d’optimiser le nombre de pas. Dans deux exploitations particulièrement, les éleveurs travaillaient sur l’ergonomie du bâtiment et avaient ajouté des passages d’hommes pour faciliter la circulation des travailleurs.

Sur deux exploitations, le paillage était facilité par des engins dédiés (pailleuse attelée ou nacelle suspendue au toit de la stabulation).

Les nurseries étaient organisées de manières très différentes d'une exploitation à l'autre : niches à veaux, boxes dans le bâtiment principal, bâtiment neuf dédié. Toutes les exploitations sur lesquelles j'ai eu à nourrir les veaux étaient équipées de milk-bars par lots de veaux, ce qui permettait une distribution rapide (installation d'un seul dispositif et distribution pour plusieurs veaux à la fois).

La majorité des éleveurs observent les laitières tant pour les chaleurs que pour les vêlages et les choix des races font que, selon les éleveurs, les vêlages se passent bien sans besoin d'intervention. Un éleveur utilisait en plus un détecteur connecté à son smartphone pour suivre de près la mise basse.

3.4.3 A la pâture

« Elles y vont toutes seules » (F05)

Le parcellaire des exploitations était de manière générale bien rassemblé autour des bâtiments d'élevage. Les éleveurs préparaient les sorties à la pâture en balisant au fil et parfois en redécoupant les parcelles trop grandes. Sur trois fermes, les éleveurs m'ont dit pratiquer un pâturage tournant dynamique. Les chiens de troupeaux dressés jouent un rôle important lors des sorties à la pâture. Je n'ai pas pu me rendre sur les exploitations en pleine saison de pâturage. Cependant sur les trois fermes sortant encore (début de l'automne) ou déjà (début du printemps) les vaches au moment de ma venue, le temps de conduite au pâturage était assimilé à un temps de plaisir. La combinaison d'une bonne préparation du parcours, d'un fidèle border collie et/ou d'un véhicule agricole (quad, 4*4) facilitait grandement la tâche qui, pour certains éleveurs, ne comptait presque pas comme du temps de travail.

3.4.4 Lors des soins aux animaux

Les soins aux animaux sont également des temps forts dans les journées des éleveurs. Les éleveurs de l'échantillon visaient une conduite prophylactique des troupeaux par une observation fine des animaux en passant du temps avec. Concernant les soins, cinq exploitations utilisaient au quotidien des huiles essentielles et ou des solutions homéopathiques. Les éleveurs ayant recours à ce type de traitements les utilisaient depuis plusieurs années, souvent avant même leur conversion à l'AB. Sur une exploitation, l'éleveur

m'a raconté avoir commencé à suivre des formations à homéopathie en élevage laitier dans les trois années qui ont précédé sa conversion (F05) pour être « prêt » à la diminution ou à l'interdiction des traitements curatifs. Entre les temps de formations réguliers et la pratique quotidienne, l'utilisation de l'homéopathie sur cette exploitation était très organisée avec une pharmacie dédiée et une rapidité de reconnaissance des symptômes permettant à l'éleveur d'administrer précisément les soins. Alors que nous étions en train de traiter une vache et que je le questionnais sur la pratique, l'éleveur me faisait remarquer que « ça coûte rien, [*en comparant le prix des granules aux produits vétérinaires qu'il utilisait en agriculture conventionnelle*] et pour moi ça marche ». Sur d'autres fermes, les traitements homéopathiques étaient utilisés sous formes de solutions prêtes à l'emploi en fonction des symptômes.

Tous les éleveurs n'ont pas le même rapport au travail et au temps de travail, et le temps passé avec les animaux, notamment lors des soins, l'illustre bien. Sur deux exploitations, j'ai ainsi assisté à deux situations contrastées lors de la perte d'animaux. Dans un cas, l'éleveur a pris le temps de passer une demi-heure avec un animal avant d'appeler le vétérinaire pour le faire euthanasier. Dans l'autre, la perte d'une génisse et d'un veau la même semaine faisait partie du métier, c'était une 'mauvaise semaine', il fallait enchaîner et assurer la suite. Sur une autre exploitation les éleveurs ont fait le choix de demander au maquignon de rapatrier un de leurs veaux qui était parti pour la vente mais dont le prix était finalement trop bas. Le veau de retour était en mauvais état sanitaire : amaigri et malade. Malgré le coût (nourrir à nouveau le veau, le soigner) et le risque (contamination des autres veaux de la nurserie) de l'opération, les éleveurs étaient satisfaits de leur décision de le reprendre à la ferme, en accord avec leurs valeurs et leur sens du métier.

3.5 Organiser le travail de saison

L'entretien semi-directif conduit au cours des différents séjours m'a permis de récolter plus spécifiquement des données sur la gestion du travail de saison. Les calendriers de travail obtenus ont ainsi mis en évidence différents modes de gestion des exploitations à l'échelle de l'année.

3.5.1 *Saisonnalité de la production laitière*

Concernant les animaux, six exploitations faisaient deux traites par jour toute l'année, avec des objectifs différents. Pour les deux exploitations transformant tout ou partie du lait, l'objectif était de lisser la production pour avoir suffisamment de lait toute l'année. Pour les autres (livreurs à 100%), l'objectif était de lisser la production pour avoir un revenu (payes de lait) stable toute l'année. Sur ces élevages, les vêlages étaient étalés avec des veaux en nurserie toute l'année. Sur F01, si la traite des vaches avait bien lieu toute l'année deux fois par jour, le troupeau était loué l'été pour 2 mois à d'autres exploitants fromagers. Les laitières étaient transhumées de l'exploitation vers des plateaux d'altitude que faisaient pâturer les loueurs. Durant deux mois, la traite avait donc lieu sur la montagne, dans une salle de traite mobile alimentée par un groupe électrogène. Cette organisation permettait de libérer les éleveurs d'une partie de l'astreinte (traite et nourrissage des laitières) deux mois de l'année et d'économiser du fourrage. Seul l'éleveur de l'exploitation F04 pratiquait la mono traite sur un mois d'été (juillet), avec la volonté d'augmenter cette période à deux mois (juin-juillet). L'objectif clairement énoncé était de se dégager du temps libre au tarissement et de produire un maximum de lait au moment où il coûte le moins cher (i.e. avoir un pic de lactation au printemps). Sur cet élevage, la reproduction se faisait majoritairement en monte naturelle afin de grouper les vêlages. Le groupement des vêlages permettait également d'avoir à disposition des vaches nourrices lorsqu'il y avait des veaux en nurserie. Lors de mon séjour, c'était le cas : avant la traite nous ouvrons à la nourrice le box des veaux situé à proximité de l'aire d'attente. Les veaux tétent durant la traite et la nourrice retournait avec le troupeau en fin de traite. L'éleveur estimait gagner ainsi jusqu'à vingt minutes sur le travail d'astreinte.

3.5.2 *Les travaux des champs*

« On est très solidaires avec les voisins proches » (F07)

L'organisation des travaux des champs dépend notamment des choix que font les éleveurs pour leurs assolements. Toutes les exploitations étaient herbagères, la part de l'herbe représentant plus de 75% de la SAU (Figure 48). Cependant, les assolements étaient parfois très différents.

- i. Un système tout herbe (F01). Sur cette exploitation, la SAU était entièrement dédiée à des prairies permanentes pâturées ou fanées. L'objectif pour les éleveurs était de simplifier au maximum le système fourrager et de viser le « zéro plastique » sur

l'exploitation i.e. s'affranchir des problématiques de recyclage des plastiques agricoles tels que les bâches d'ensilage ou d'enrubannage. Sur cette exploitation située à 900m d'altitude, les conditions pédoclimatiques étaient favorables à la pousse de l'herbe d'avril à octobre (6 tonnes de matière sèche (tMS)/ha sur les meilleures prairies).

- ii. Deux systèmes herbagers avec cultures de céréales et/ou de méteils (F03, F06). L'objectif de cultiver méteils et/ou céréales en culture pure était d'augmenter l'autonomie en concentrés et l'autonomie protéique des exploitations. En terme de travail, la conduite culturale des céréales et méteils sur ces exploitations était assez simple : un seul passage pour travailler le sol puis le semis (en début de rotation après une prairie ou en deuxième paille) puis récolte. Sur certaines parcelles, les éleveurs ajoutaient parfois un passage de herse étrille dans la saison.
- iii. Trois systèmes herbagers avec cultures de céréales et/ou de méteils intégrant du maïs dans la rotation (F02, F04, F07). Le choix d'intégrer du maïs ensilage était toujours lié à la volonté de maintenir des niveaux de production élevés. En termes d'organisation, la culture de maïs ajoutait des journées de travail de saison (préparation du sol, semis, binage, récolte et souvent rendu des journées d'ensilages). A cet itinéraire technique s'ajoutait souvent (pour F02 et F07) du temps consacré à l'irrigation. L'eau était pompée dans la retenue collinaire de l'exploitation et distribuée en 4 à 7 passages, ce qui représentait environ 2 journées de travail entièrement dédiées à cette activité à une période de l'année où la charge de travail était souvent déjà élevée. Les parcelles de maïs étaient toujours situées autour de la retenue collinaire.
- iv. Un système herbager avec cultures de céréales et/ou de méteils et achat de maïs fourrager (F05). L'éleveur avait cultivé du maïs dans le passé mais les contraintes pédoclimatiques de l'exploitation (altitude), le nombre de passages de tracteurs requis et les rendements aléatoires l'ont conduit à abandonner cette culture. Cependant, pour maintenir les niveaux de production, il avait fait le choix de distribuer aux vaches du maïs pressé enrubanné acheté, contribuant à une part importante des charges opérationnelles.

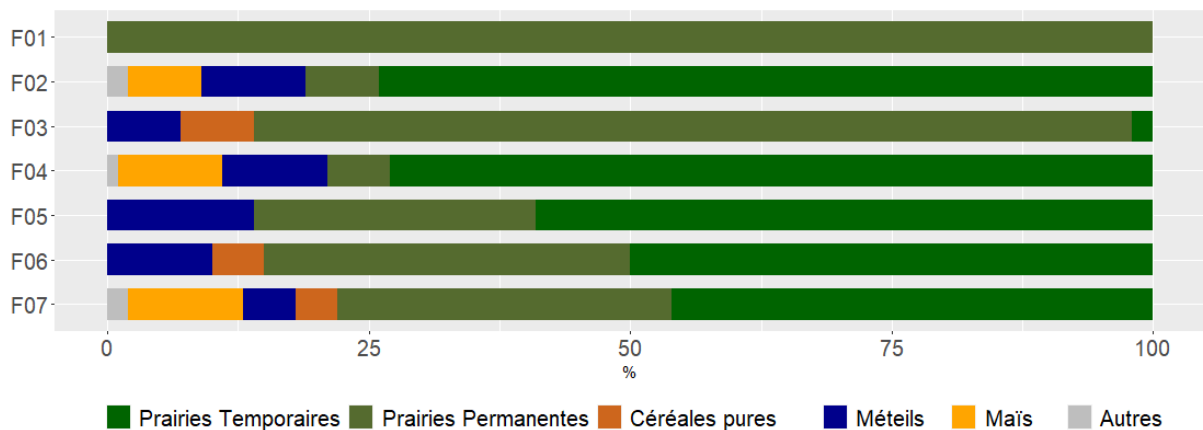


Figure 48: Utilisation de la SAU en 2020.

En ce qui concerne particulièrement le travail de saison, deux éleveurs (F03 et F05) m'ont dit avoir constaté une diminution du nombre de périodes stressantes et trop « chargées » en passant à l'agriculture biologique. La fin du printemps/le début de l'été restaient encore souvent des mois intenses en terme de travail. Les éleveurs les appréhendaient différemment, à travers différents fonctionnements:

- i. Recourir au maximum aux entreprises de travaux agricoles (ETA). Sur l'exploitation F03, les éleveurs avaient fait le choix de déléguer un maximum des travaux des champs, ce qui était lisible dans le montant alloué aux travaux par tiers et CUMA (Figure 49). Sur cette exploitation le montant alloué aux travaux par tiers était de 78€ pour 1000L de lait, quand il d'élève à 20€/1000L sur un échantillon de 51 exploitations utilisées pour la comparaison (IDELE, 2018b). Sur F03, les semis, la fauche ainsi que les moissons étaient effectués par l'ETA. Les éleveurs cherchaient à *'faire moins de 1000h de tracteur par an'*, pour raisonner leur consommation de fuel et gagner en efficacité sur les travaux de saison, grâce au matériel plus performant de l'ETA.
- ii. Avoir un maximum de matériel collectif : CUMA (coopérative d'utilisation de matériel agricole) ou copropriété. *'Le matériel, moins j'en ai, mieux je me porte'* (F01). Sur les Fermes F01, F02, F04, F06 et F07, la majorité des travaux des champs (souvent tous excepté moissons et ensilages) étaient effectués par les membres du collectif de travail de l'exploitation. En revanche le matériel utilisé était collectif. La mutualisation facilitant l'investissement.

- iii. Etre autonome au maximum pour le parc matériel. Sur l'exploitation F05, le parc matériel était récent et quasiment tout en propriété ou en co-propriété. L'éleveur souhaitait ainsi rester autonome pour tous les travaux des champs (e.g. charrue et matériel de fenaisons en propre, déchaumeurs et semoirs en co-propriété) excepté les moissons. L'éleveur utilisait moins le matériel de la CUMA (matériel spécifique comme outil pour épouter les piquets de parc ou matériels d'épandage) que sur les autres exploitations. Pour l'éleveur, être propriétaire ou copropriétaire dans un petit groupe facilitait l'accès au matériel sur ses périodes d'utilisation intense.

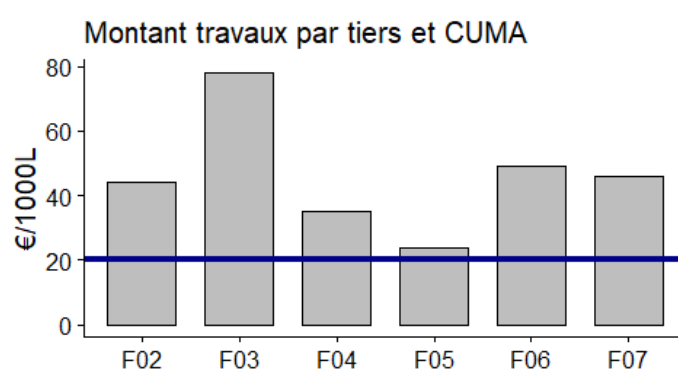


Figure 49: Montant alloué sur chaque exploitation aux travaux par tiers et CUMAS, ramené aux 1000L de lait produits et comparé à un échantillon trouvé dans IDELE, 2018 et composé de 51 exploitations laitières dont 15 en agriculture biologique.

3.6 Diversifier les activités de l'exploitation

Quarte des sept exploitations de l'échantillon étaient diversifiées ou en cours de diversification (i.e. avaient créé ou créaient un atelier autre que l'atelier de production de lait biologique). La diversification prenait des formes différentes : transformer sur place le lait en produits laitiers, mettre en place des cultures destinées à la vente, accueillir du public sur la ferme.

3.6.1 Transformer

Sur les deux exploitations concernées, la transformation du lait avait un objectif commun : maîtriser le prix du produit. Sur F03, les éleveurs ont mis en place un atelier de fabrication de yaourts biologiques en rejoignant un réseau plus large de producteurs de lait bio. Le réseau aide les éleveurs dans leur projet de transformation de la création du laboratoire au marketing

du pot de yaourt en passant par l'élaboration des recettes. Les yaourts sont commercialisés dans les épiceries et grandes surfaces autour de la ferme, dans un rayon ne dépassant pas 160km. A plusieurs reprises lors de mes échanges avec les éleveurs, j'ai pu noter leur satisfaction vis-à-vis de leur situation en tant qu'éleveurs bio 'autonomes' qu'ils comparaient souvent à leur situation avant conversion, en système de livraison classique sans transformation. L'autonomie retrouvée dans la maîtrise de la valorisation du produit est lisible dans les bilans comptables lorsqu'on calcule le montant des aides dans le produit brut (Figure 50).

Toutefois transformer, préparer les commandes, livrer et vendre en direct à la ferme présente un coût important en main d'œuvre et en temps. Le modèle de développement de l'exploitation F06 était basé sur la diversification et la transformation à la ferme. En plus du troupeau laitier, les éleveurs avaient développé une laiterie pour la fabrication de faisselles, fromages, beurre et glaces fermières. Le petit lait issu des fabrications était utilisé pour l'engraissement de porcs également présents sur l'exploitation, abattus ailleurs mais transformés sur place dans un laboratoire construit dans un bâtiment de la ferme. Les travailleurs assuraient donc une importante diversité de tâches pour permettre la transformation de l'intégralité des productions brutes (lait, vaches de réforme, porcs) de l'exploitation. Sur cette ferme les journées étaient particulièrement remplies et la majeure partie du temps que j'y ai passé était dédiée aux activités de transformation. Lors de l'entretien semi-directif, un éleveur de l'exploitation m'a dit : « *S'il faut voir un inconvénient sur la ferme, c'est le travail* ». Différents aménagements ont été mis en place pour faciliter la transformation. Par exemple, durant plusieurs années, le transfert du petit lait de la fromagerie vers le bâtiment des porcs se faisait 'à la main' sur des chariots jusqu'à l'installation de pompes et la mise en place d'un réseau de distribution jusqu'aux porcs. De manière générale, sur les deux exploitations concernées, l'aspect chronophage de la transformation était imputé à l'activité supplémentaire. Dans les deux cas, les laboratoires issus d'investissements progressifs et de mises aux normes offraient des conditions de travail optimales et confortables. Malgré l'emploi du temps que j'ai trouvé plus chargé sur ces exploitations, j'ai retrouvé une forte satisfaction des éleveurs vis-à-vis de leur situation. Ils mettaient en avant la diversité d'activité « *c'est pas routinier, on ne s'ennuie pas* » (F06) et le fait de travailler en famille comme des motivations quotidiennes. Dans les deux cas, les

laboratoires de transformation fournissaient du travail pour un ou plusieurs membres de la famille, ce qui faisait la fierté des éleveurs : « *avant on n’y arrivait pas à deux, maintenant on fait vivre cinq personnes* » (F03). A plusieurs reprises, les éleveurs ont évoqué leur satisfaction de mettre sur le marché des produits sains et accessibles pour les foyers du territoire et d’avoir des retours directs et souvent positifs sur leurs productions.

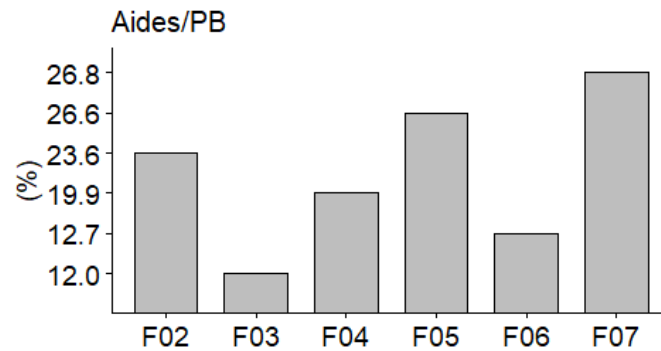


Figure 50: Part des aides dans le produit brut (PB) des exploitations

3.6.2 Cultiver

Les cultures sur les exploitations étaient souvent destinées uniquement à l’alimentation du troupeau. Sur trois fermes, les cultures étaient ou s’inséraient dans un autre atelier de production. Dans le cadre de la reprise de l’exploitation F04, l’éleveur avait décidé d’implanter, progressivement, un verger dans les parcelles proches de l’exploitations. Ce choix était tant motivé par l’identification d’une demande locale en fruits bio (pommes et poires) que par l’importance, pour l’éleveur de l’arbre sur la ferme. Pour donner toutes ses chances à ce nouvel atelier, l’éleveur avait suivi des formations pour la taille et avait été accompagné par un professionnel lors des plantations. Sur les exploitations F01 et F06, les jardins familiaux étaient particulièrement développés (en surfaces) et complexes (en nombre d’espèces cultivées) pour alimenter les besoin d’un atelier annexe à l’élevage laitier. Dans un cas (F01), le jardin biologique conduit avec des techniques permacoles servait en plus de l’alimentation du foyer à l’élaboration de plats servis en table d’hôte dans le gîte de l’exploitation. Pour F06, le jardin servait aussi à fournir une partie de la matière première nécessaire aux transformation (légumes pour les plats préparés, fruits pour les glaces), les éleveurs visant un niveau d’autonomie maximale. Les lieux de cultures étaient parfois des espaces test. A la question : « y a-t-il déjà eu des expérimentations sur l’exploitation l’éleveuse sur F01 m’a répondu : « *Oui, tous les jours* », en souriant et en évoquant ses essais au jardin.

3.6.3 *Accueillir et partager*

Les exploitations F01 et F06 avaient fait de l'accueil une activité à part entière sur l'exploitation. Les visiteurs sur F01 pouvaient loger dans les gîtes et bénéficier d'un ensemble de prestations proposées par les éleveurs autour de la ferme (randonnées accompagnées en montagne, promenades à dos d'âne autour de la ferme et visite de la ferme). La volonté de transmettre leurs connaissances était importante pour les éleveurs et lisible dans l'espace. Les différents lieux de la ferme (étable, poulailler, jardin etc.) étaient jalonnés de fresques et de panneaux explicatifs des races et des animaux de la ferme. Des livres au sujet de l'élevage et de différents enjeux agricoles d'aujourd'hui étaient également proposés et accessibles aux visiteurs à différents endroits, parfois incongrus, de la ferme (posés sur des bottes de foin, disposés dans une bibliothèque décorée au poulailler). Sur F06, le magasin à la ferme était le lieu d'allers et retours de clients fidèles toute l'année et des visites de la ferme étaient organisées tous les étés. Durant mon séjour les éleveurs mettaient également à disposition une parcelle à proximité de la ferme pour accueillir la tiny-house d'une artiste en résidence et planifiaient un 'ptit dej à la ferme', matinée festive au mois de juin au cours de laquelle habitués et touristes viennent chaque année visiter et déguster copieusement fromages, charcuteries et glaces. Le tout animé par un spectacle d'arts de rue finalement lui aussi produit en partie sur l'exploitation.

4 Discussion

4.1 Les traits d'organisation du travail favorisant la résilience des exploitations

Les séjours sur les fermes m'ont permis d'observer en partie le temps disponible pour les éleveurs et de les questionner sur leurs perceptions des congés, de l'importance qu'ils représentent pour eux. A l'exception de l'exploitation F06, les éleveurs parviennent à se dégager du temps libre. Ce temps libre améliore la résilience des exploitations. Premièrement, il représente une marge de manœuvre directe pour augmenter la capacité d'adaptation en cas d'aléa (Dedieu, 2009). Ensuite le temps libre contribue au bien-être des individus et à leur épanouissement entre les moments de travail. Ce bien-être participe de la résilience des exploitations, comme nous avons pu le voir dans les précédents chapitres de la thèse (Armitage et al., 2012, Brown et al., 2021). Le temps libre permet également des temps de repos. Au-delà de la réduction de la fatigue physique, se reposer aide à prendre du recul et à

améliorer les performances cognitives (Meijman, 1997). En ce sens, le temps libre participe indirectement à l'amélioration de l'autonomie décisionnelle des éleveurs.

Les éleveurs des sept exploitations visitées m'ont semblés être les principaux 'maîtres à bord', réfléchis dans leurs formes d'organisations collectives et autonomes dans leurs décisions. La bienveillance entre les travailleurs et l'inclusion de chacun dans les décisions des collectifs semble permettre plus de sérénité et de confiance mutuelle. La résilience est alors favorisée par une forme d'auto-organisation (Cabell and Oelofse, 2012) et de gouvernance polycentrique (Biggs et al., 2012) au sein de laquelle les avis de tous sont pris en compte. Les choix d'organisation et de planification des différents collectifs ont montré la capacité d'anticipation des éleveurs, capacité clairement identifiée comme facteur de résilience des exploitations (Mathijs and Wauters, 2020). De plus, anticiper et planifier permet aux éleveurs de 'savoir où ils vont', de faire des choix plus sereins issus de réflexions collectives et participe donc du bien-être au quotidien. Les anecdotes issues de l'observation du travail d'astreinte illustrent également cette capacité d'anticipation (e.g. formations suivies en prévision du passage à l'AB (F05), préparation des rations et des accès en prévision de l'arrivée de la désileuse (F07), anticipation de la saison de pâturage). Différentes anecdotes tirées de l'observation participante du travail d'astreinte ont illustré l'autonomie décisionnelle des éleveurs (e.g. liberté de reprendre le veau à la ferme malgré les contraintes sanitaires et la perte économique). Cette autonomie décisionnelle fait partie intégrante de l'identité des éleveurs et renforce la capacité d'adaptation et donc la résilience de leurs exploitations (Stock and Forney, 2014).

Les interactions entre bien-être, satisfaction au travail ou dans la vie et résilience ont été discutées précédemment dans le cadre de ce travail de thèse (Armitage et al., 2012; Cohn et al., 2009; Green, 2010). C'est dans l'observation du quotidien et du travail d'astreinte que le bien-être des éleveurs rencontrés s'est particulièrement révélé. Ce bien-être s'est illustré à travers les relations positives entre les travailleurs dans leur quotidien et entre travailleurs et animaux. Pour aller au-delà des principes d'auto-organisation et de gouvernance polycentrique, l'observation participante a également permis d'aborder plus précisément la question de la polyvalence des travailleurs au sein des collectifs. Dans la mesure de l'astreinte peu flexible de la traite, la polyvalence des travailleurs retrouvée sur toutes les exploitations leur confère ce que Mundler and Laurent 2003 appellent de la flexibilité interne

(i.e. une mobilité interne de la main d'œuvre par la polyvalence), permettant de faire face en cas d'imprévu (les travailleurs étant inter-remplaçables). Cette polyvalence est permise par des compétences partagées et par la confiance mutuelle entre les travailleurs. Au-delà du bien-être des éleveurs, j'ai pu observer le bien-être des animaux à travers leur calme, les soins qui leur étaient donnés, l'état et la propreté de leurs bâtiments. La qualité des relations entre travailleurs et entre travailleurs et animaux sont sources de développement et d'enrichissement indispensables à la résilience (Poirot, 2007). Le bien-être s'est également souvent illustré par un allègement de la charge et de la pénibilité du travail permise par des bricolages (e.g. choix des matériels ou de l'ergonomie des bâtiments (Mallak 1998, Darnhofer 2010)).

Les choix faits par les éleveurs pour leurs assolements et leurs itinéraires techniques sont apparus comme dictés par une recherche d'autonomie alimentaire sans compromettre les niveaux de production visés. Les choix d'assolements étaient nécessairement liés aux conditions pédo-climatiques de chaque exploitation et étaient en ce sens pensés pour tirer un bénéfice maximal de ces conditions (e.g. choix d'arrêter les cultures céréalières sur l'exploitation F01 située en zone de montagne), en visant une exposition moindre aux perturbations climatiques (Cabell and Oelofse, 2012). Les exploitations étaient plutôt herbagères, autonomes et économes en intrants, facteurs de résilience des exploitations laitières biologiques (Chapitres 1 et 2, Milestad et al. 2012, Coquil 2014). Dans leurs descriptions des travaux des champs, les éleveurs ont plusieurs fois fait appel à la notion de solidarité réciproque avec leurs voisins. Ces échanges de 'travail rendu' (Dedieu et al., 1999) classiques sur les exploitations d'élevage démontre une bonne capacité d'organisation, une bonne autonomie et une forte connectivité à l'échelle du territoire (Cabell and Oelofse, 2012). Les éleveurs sous-traitant tout ou partie des travaux des champs modèrent ainsi la charge de travail, ce qui confère à leurs exploitations ce que Mundler and Laurent 2003 appellent la flexibilité externe. Cette flexibilité, comme la flexibilité interne permet de plus facilement adapter le travail en cas de perturbation. Mais, le degré de sous-traitance pose parfois la question de la dépendance des exploitations vis-à-vis des prestataires et d'un choix réduit des dates d'intervention sur les parcelles.

Dans la littérature la diversité est souvent mise en avant comme un attribut de la résilience des systèmes agricoles (Meuwissen et al., 2020) et une majorité des exploitations de l'échantillon étaient diversifiées. Ces exploitations diversifiées étaient plutôt plus

autonomes financièrement sur le critère d'indépendance aux aides et subventions et permettaient (pour le cas spécifique de F06) un bouclage quasi parfait des flux et une grande autonomie vis-à-vis des intrants. De plus, ces exploitations sont apparues comme des terrains particuliers d'expérimentation et de transmission des connaissances via l'accueil de visiteurs (Darnhofer et al., 2010b). Concernant plus spécifiquement la diversification des activités, Czekaj et al. (2020) montrent son intérêt pour faire face aux perturbations économiques, environnementales et sociales. Stotten (2020) montre que les revenus de l'agro-tourisme ont des effets positifs sur la résilience des exploitations en créant notamment des marges de manœuvre financières qui augmentent la capacité d'adaptation. Ces différents facteurs se retrouvent sur les exploitations diversifiées de l'échantillon. Cependant, les exploitations les plus diversifiées de mon échantillon étaient également les plus chargées en terme de travail. La diversification nécessite du temps et des moyens humains supplémentaires pour effectuer les tâches additionnelles (e.g. transformation en fromagerie, prise de commandes, facturations) liées à l'activité. Cette réalité pose la question du degré de diversification et du seuil au-delà duquel elle devient délétère pour les éleveurs et la résilience de leurs systèmes.

4.2 Les éleveurs et la cohérence systémique

“C'est hallucinant de voir comment les stratégies de développement sont déterminantes des résultats et du modèle économique” (éleveur lors d'un diner sur F03)

Les organisations du travail sur les fermes résultent des choix de développement qu'ont fait et que font les éleveurs pour ce qu'ils appellent souvent eux même leurs '*systèmes*'. Grâce aux temps informels permis par l'observation participante (dîners improvisés entre éleveurs), j'ai constaté une certaine fierté de la part des éleveurs à me décrire les évolutions et les améliorations de leurs systèmes fermes. Pour certains, la conversion à l'agriculture biologique a permis une transformation rapide et radicale de l'exploitation. Pour d'autres, les évolutions ont été plus progressives avec des améliorations au fil du temps. Dans tous les cas, les éleveurs attachaient une importance à la cohérence de l'exploitation dans son ensemble et à l'impact de chaque choix technique sur les différentes composantes du système. Certains choix techniques (e.g. pratiquer la monte naturelle) ont été conservés ou mis en place puis abandonnés sur les différentes exploitations, pour des raisons propres à chaque éleveur.

4.3 L'observation participante de l'agriculture en 'train de se faire'

Le dispositif d'observation participante est le fruit d'une longue réflexion conduite au fil des mois des 2^{èmes} et 3^{èmes} années de thèse. Si, à son élaboration, j'étais convaincue de l'intérêt du dispositif pour récolter des données au plus près de la réalité du terrain, il m'a fallu le tester pour réaliser les apports particuliers qu'il permet, en comparaison avec des méthodes plus classiques de collecte des données (i.e. entretiens semi-directifs, méthode du bilan de travail), ainsi que ses limites.

- L'observation participante expose à la récolte d'*artefacts* liés à la présence du chercheur (Arborio et al., 2016). Ma venue sur les exploitations a perturbé les organisations. Pris dans nos discussions au moment de la traite, un des éleveurs a par exemple oublié de mettre en route le lavage de la machine à traire. Ceci illustre bien à quel point ma présence a pu être un élément perturbateur du quotidien. De plus, observer, participer et s'impliquer dans la vie d'un collectif pose nécessairement la question de l'objectivité du chercheur pour qui il peut devenir difficile de prendre du recul. La durée de mes immersions, loin de celles pratiquées en sociologie industrielle (e.g jusqu'à plusieurs mois dans (Fournier, 1996)), nuance cette limite.
- Pour le champ du travail en élevage, passer du temps avec les éleveurs a permis de mieux intégrer leurs perceptions et leurs expériences pour comprendre leurs choix d'organisation du travail (Cournut et al., 2018). Les courts séjours sur les fermes m'ont également permis d'observer le temps disponible et de tester la flexibilité de certains systèmes, propriété à laquelle les éleveurs arrivent par construction.
- Pour le champ de la résilience, bien que les séjours aient été de courte durée, ils m'ont permis de « vivre » l'activité agricole ('farming' rather than 'farm') pour mieux approcher la construction de la résilience par l'organisation du travail dans sa dimension dynamique comme un processus « en train de se faire ». Le temps passé sur place était également nécessaire pour qualifier les relations au sein de la ferme entre les différentes composantes sociales et écologiques (Darnhofer et al., 2016), entre travailleurs et animaux. Il m'a

permis d'observer les interactions positives dans les relations (solidarité, calme, bienveillance) conduisant à plus de bien-être et de résilience.

5 Conclusion

L'originalité du dispositif d'observation participante mis en place a permis pour la première fois d'établir des liens directs entre la question du travail et celle de la résilience des exploitations. Appliqué à un petit échantillon, ce dispositif a mis en évidence quelques traits d'organisation du travail pour un élevage serein et résilient. Loin de l'image que la société et que les éleveurs se font parfois de l'élevage laitier, ce travail a révélé une autre réalité de fermes vivantes où performances et bien-être ne sont pas antagonistes.

Le dispositif d'observation participante, fortement contraint par les épisodes successifs de confinement de 2020 et 2021, devrait être étendu au cours de l'année 2021-2022 à d'autres exploitations bovines laitières biologiques pour pousser plus loin la réflexion et explorer d'autres facteurs d'organisation du travail.

Remerciements

Je tiens à remercier à nouveau ici l'ensemble des éleveurs qui m'ont ouvert les portes de leurs fermes dans un contexte qui n'était pas évident. Merci pour le temps consacré à mes questions, pour votre confiance et pour les multiples et copieux repas du terroir.

Je remercie également Sylvie Cournut pour l'élaboration du dispositif d'enquête et pour les nombreux échanges qui ont permis l'analyse des données de l'observation participante.

DISCUSSION GENERALE

Ma thèse en agronomie systémique s'inscrit dans la continuité des travaux de recherche sur les systèmes agricoles tels que définis dans *Farming Systems Research: an approach to inquiry* (Darnhofer et al., 2012). La question de recherche au cœur de ce travail de thèse était la suivante :

Quelles sont les facteurs de la résilience des exploitations laitières biologiques et comment les caractériser ?

Apporter des éléments de réponse à cette question a nécessité l'emprunt de cadres conceptuels et de cadres méthodologiques à différentes disciplines. Tout d'abord le champ disciplinaire même de la thèse, l'agronomie systémique, favorise l'interdisciplinarité au croisement notamment des sciences agronomiques (e.g. agronomie des systèmes fourragers, zootechnie des systèmes d'élevage) et des sciences sociales (e.g. sociologie, anthropologie), toutes deux essentielles à la compréhension systémique du fonctionnement des exploitations agricoles (Brossier and Hubert, 1996; Darnhofer et al., 2012). Ensuite car la résilience des systèmes socio-écologiques en général et la résilience des exploitations laitières en particulier est un concept intrinsèquement systémique et interdisciplinaire (Beichler et al., 2014), en raison de son histoire, de sa genèse dans les sciences écologiques (Holling, 1973) à ses évolutions pour une mobilisation dans de multiples disciplines (e.g. psychologie (Cyrułnik, 2014), marketing (Sharma et al., 2020), agronomie (Dardonville, 2021)) .

Les dispositifs pensés et mis en œuvre dans le cadre de cette thèse ont permis, par le dialogue interdisciplinaire, de proposer différentes perspectives pour aborder la résilience d'une exploitation laitière (Figure 51). Aussi, cette interdisciplinarité a permis des apports :

- (i) à la conceptualisation de la résilience des exploitations agricoles et aux méthodes d'évaluation associées ;
- (ii) aux connaissances sur les facteurs de résilience d'un type de SSE : les exploitations bovines et ovines laitières biologiques.

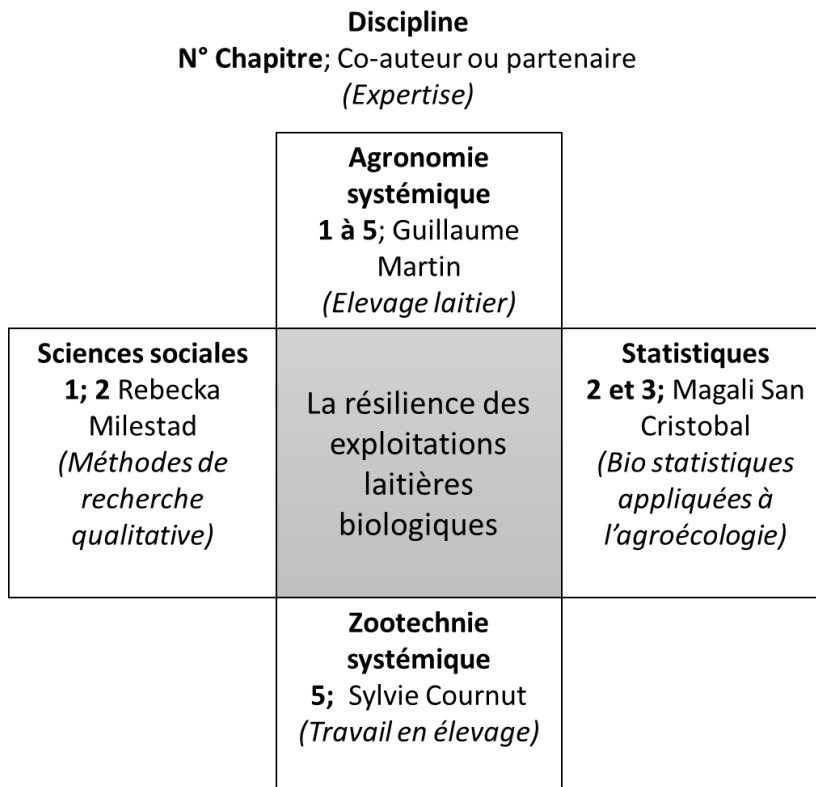


Figure 51: La résilience des élevages laitiers biologiques au cœur de ce travail de thèse, un concept qui nécessite et qui permet les passerelles interdisciplinaires.

1 Apports conceptuels et méthodologiques du travail de thèse

Les travaux s'intéressant à la résilience des SSE se heurtent à différentes difficultés. Tout d'abord, les contours du concept en lui-même ne sont pas toujours clairement définis et sont perméables à un ensemble d'autres concepts e.g. vulnérabilité, robustesse, capacité d'adaptation, durabilité (Anderies et al., 2013; Dardonville et al., 2020b). Ensuite, les propriétés du concept de résilience, i.e. dynamique, complexe, multidimensionnel (Quinlan et al., 2016), intégrateur de variables lentes et de variables rapides (González-Quintero and Avila-Foucat, 2019), le rendent difficile à opérationnaliser et à évaluer.

Ce travail de thèse s'est confronté à ces difficultés. C'est pourquoi je propose dans cette première partie de discussion de repositionner les travaux conduits dans le champ de l'évaluation de la résilience des SSE pour mettre en évidence leurs apports conceptuels et méthodologiques.

1.1 Apports à l'évaluation de la résilience des exploitations

Les exploitations sont des SSE adaptatifs et complexes. Dans son travail de thèse, Manon Dardonville (2021) distingue deux principaux types d'approches pour évaluer la résilience en agriculture, une première approche via l'analyse quantitative de la dynamique de caractéristique(s) du système, et une seconde approche via l'évaluation qualitative ou quantitative de caractéristiques ou de propriétés du système associées a priori à la résilience.

Dans la première approche, on analyse donc les performances ou les dynamiques de performances par ex. l'évolution de rendements et l'impact de perturbations sur ceux-ci. La démarche est empirico-inductive : on peut déduire des facteurs de résilience à partir d'évolutions observées sur les exploitations. Dans ces études, c'est le maintien ou l'amélioration de la performance qui illustre la résilience. Les chapitres 2 et 3 de la thèse s'inscrivent dans cette approche et l'indicateur de la résilience utilisé est la satisfaction des éleveurs (Figure 52). C'est le maintien ou l'amélioration de cette satisfaction au fil du temps qui illustre la résilience des exploitations, en lien avec notre postulat initial : si la satisfaction se maintient ou s'améliore, alors l'éleveur poursuit son activité agricole et l'exploitation assure le maintien de ses fonctions de production au cours du temps. Cette approche a permis de d'interroger la place de la subjectivité dans l'évaluation de la résilience des SSE.

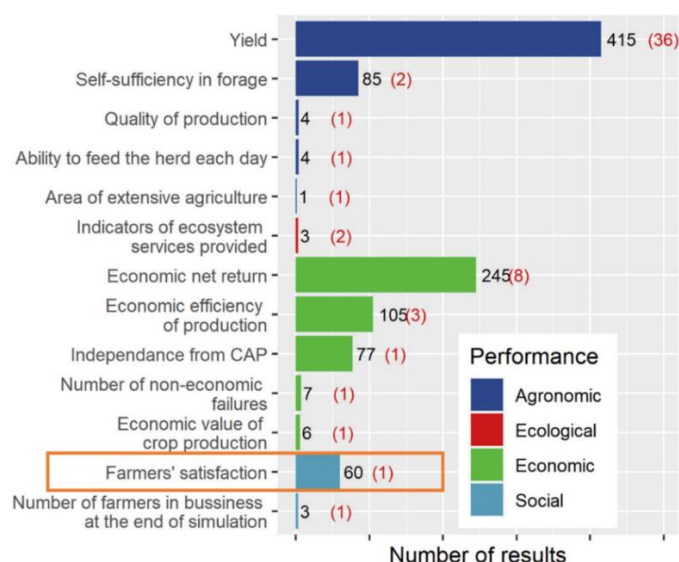


Figure 52: Position des résultats du chapitre 2 (cadre orange) dans le revue des évaluations quantitatives de la résilience, de la vulnérabilité, de la robustesse et de la capacité d'adaptation de systèmes agricoles des climats tempérés conduite par (Dardonville et al., 2020a). Avec autorisation de l'auteure pour la reproduction.

Les chapitres 2 et 3 ont permis d'interroger le rôle et la place de la subjectivité des acteurs dans les évaluations de la résilience des SSE. Jusqu'alors, la résilience dans sa dimension dynamique était surtout approchée via des performances quantitatives objectivement mesurables. Ce type de performances ne laisse pas de place à la subjectivité des agriculteurs. Les objectifs en termes de revenus ou de rendements par exemple sont propres à chacun. Le postulat souvent retrouvé dans la littérature que la performance la plus haute et la plus stable atteste de la résilience du SSE (Peterson et al., 2018; Picasso et al., 2019) ne tient pas compte des objectifs des individus et ne met pas en valeur cette diversité d'objectifs. Si l'agriculteur joue un rôle crucial pour le fonctionnement de l'exploitation (Darnhofer et al., 2010b) (Figure 14.b), alors sa subjectivité est essentielle pour la résilience de cette exploitation. D'autre part, s'il est possible de déterminer des seuils pour caractériser la résilience à l'échelle d'une parcelle (e.g. un pourcentage minimum de teneur en eau du sol pour assurer le rendement d'une culture de maïs dans (Gaudin et al., 2015)), il est plus complexe de proposer des seuils de résilience à l'échelle de l'exploitation (Holt-Giménez, 2002). Aussi, dans la thèse, nous avons choisi de ne pas en fixer. L'approche de la résilience subjective via la satisfaction a laissé la possibilité à chaque éleveur de fixer son propre seuil en fonction de son propre degré de satisfaction vis-à-vis des situations vécues, i.e. le niveau de satisfaction au-dessous duquel la situation n'est plus acceptable et occasionne par exemple une cessation d'activité (Figure 32). L'approche de la résilience proposée dans les chapitres 2 et 3 serait facilement transposable à des exploitations aux orientations technico-économiques différentes (e.g. grandes cultures, maraîchage) pour intégrer à la fois les dynamiques d'évolutions et la subjectivité des agriculteurs.

Dans la seconde approche, l'évaluation de la résilience se fait à travers des propriétés de la résilience définies a priori. La résilience du système étudié est confirmée ou infirmée en fonction de la présence ou de l'absence de ces propriétés dans un raisonnement hypothético-déductif. Différents travaux proposent ainsi d'opérationnaliser les propriétés indicatrices de la résilience définies par Cabell and Oelofse (2012). Dans le projet SURE-Farm (Meuwissen et al., 2020), les niveaux de 13 propriétés de la résilience sont évalués à dire d'acteurs pour définir la résilience d'une diversité de systèmes agricoles et pour estimer la capacité de ces différentes propriétés à améliorer la résilience. L'outil SHARP (Choptiany et al., 2017) se saisit aussi de ce cadre pour calculer des scores de résilience moyens à partir de données techniques

croisées avec la satisfaction des éleveurs pour différentes sections ('Economie' ; 'environnement' ; 'Politiques et normes' ; 'Pratiques et normes' ; 'Social') (Goff et al., 2019). Cette thèse a permis de questionner (i) l'exhaustivité des propriétés prédéfinies de la résilience et (ii) la pertinence d'une approche agrégative sur ces différentes propriétés pour évaluer la résilience.

- (i) Dans cette seconde approche, les propriétés de résilience utilisées sont souvent identiques (e.g. Biggs et al., 2012; Cabell and Oelofse, 2012). Or, cette liste peut être restrictive car non transposable à l'identique à tout SSE. Comme l'illustre le chapitre 5, l'évaluation de la résilience des exploitations nécessite de s'intéresser à la question du travail qui ne figure pas parmi les propriétés prédéfinies de la résilience et les indicateurs qui en découlent. Il est possible de relier la question du travail à des indicateurs existants comme le niveau d'auto-organisation sociale mais il manque un indicateur dédié aux vues des enjeux en élevage. La démarche d'observation participante proposée dans le chapitre 5 a permis d'accorder plus d'importance au travail dans l'étude de la résilience des élevages et d'identifier des propriétés indicatrices de cette résilience.
- (ii) Dans cette seconde approche également, la résilience est parfois quantifiée à travers des scores obtenus pour chaque indicateur proposé. Plus le score est élevé pour chaque indicateur et pour la somme des indicateurs et plus le système est considéré résilient (Goff et al., 2019; Tiltonell, 2020). Le chapitre 5 de la thèse illustre en quoi agréger ainsi les performances pour évaluer la résilience d'un système est discutable. Un système résilient au regard de chaque indicateur l'est-il nécessairement globalement ? Si l'on prend pour exemple l'exploitation F06 de l'échantillon, elle montre des niveaux de diversité et de connectivité élevés, et même très élevés en comparaison avec les autres exploitations de l'échantillon. Cependant le temps passé sur place a mis en évidence des difficultés importantes dans la gestion de la charge de travail, elle-même pointée par le chef d'exploitation comme un inconvénient majeur et une menace pour la résilience de l'exploitation.

Les évaluations de la résilience d'un SSE à partir de propriétés prédéfinies sont de plus en plus nombreuses (e.g. Diserens et al., 2018; Jacobi et al., 2015; Meuwissen et al., 2020). Apporter aux cadres proposés des propriétés supplémentaires manquant pour l'étude de

SSE particuliers et mieux considérer les interactions entre les performances obtenues pour chacune de ces propriétés semble prometteur pour améliorer la compréhension de la résilience des SSE.

1.2 Les combinaisons d'approches pour évaluer la résilience des exploitations

Au point de vue méthodologique, différents auteurs mettent en avant la nécessité de croiser approches qualitatives et quantitatives d'évaluation de la résilience pour améliorer la robustesse des résultats (Creswell and Clark, 2017; Dardonville et al., 2020a). La thèse a croisé ces deux types d'approches et bénéficié de leurs apports spécifiques (Tableau 18).

1.2.1 *La résilience définie et évaluée de manière subjective*

Dans le chapitre 1, la résilience des exploitations est définie et évaluée de manière subjective par les éleveurs. La méthode utilisée dans ce chapitre s'inscrit en complément des deux approches précédemment citées i.e. l'évaluation quantitative de la dynamique de caractéristique(s) du système et l'évaluation qualitative ou quantitative de caractéristiques ou de propriétés du système associées a priori à la résilience. Dans ce chapitre, nous avons conduit une analyse inductive du contenu des discours des éleveurs. Les facteurs de résilience ainsi mis en évidence par les agriculteurs ont été mis en perspective avec les facteurs de résilience issus de la littérature scientifique. Un ensemble assez large de facteurs de résilience se sont retrouvés à la fois dans les dires d'éleveurs et la littérature scientifique et ont mis l'accent sur les sensibilités et les priorités des éleveurs. Par exemple, les éleveurs ont clairement identifié la relation entre résilience et durabilité mais la durabilité s'est traduite de manière spécifique chez eux par la transmissibilité de leurs exploitations comme déjà pointé par Landais (1999). De même, si la littérature est foisonnante au sujet des liens entre diversité et résilience (Dardonville et al., 2020b), les agriculteurs ont accordé une importance particulière à la diversité et à la diversification des ateliers de l'exploitation, au-delà de la diversité culturelle ou de la diversité au sein du troupeau. Les éleveurs ont également mis en évidence des divergences avec la conceptualisation de la résilience proposée dans la littérature. Par exemple certains éleveurs ont proposé la construction d'infrastructures pour retenir l'eau sur les exploitations et de réseaux d'irrigation comme facteur de résilience pour mieux faire face aux années de sécheresse. Ces propositions illustrent une vision plus court-termiste de la résilience chez les éleveurs. Elles font écho à ce que certains auteurs appellent

la résilience forcée (« coerced-resilience ») qui masque des changements de dynamiques à plus long-terme et qui peut, in fine, s'avérer critique pour les SSE concernés (Rist et al., 2014).

Tableau 18 : Les différentes approches de la résilience au fil des chapitres

Chapitre(s) Filière	Type de résilience	Définition de la résilience	Évaluation de la résilience Données utilisées	Type d'analyses conduites
1 <i>Bovins et ovins</i>	Générale	Subjective : A dire d'experts : autant de définitions possibles que d'éleveurs interrogés (n=128), synthétisées dans les synonymes les plus souvent utilisés (i.e. résistance ; robustesse ; adaptation)	Subjective : Indicateurs énoncés par les éleveurs <i>Données qualitatives</i>	Qualitatives : Codage conventionnel de discours d'éleveurs.
2 <i>Bovins</i> 3 <i>Ovins</i>	Générale	Objective : Définie dans le cadre de l'étude comme capacité à faire face à un ensemble de perturbations. Postulat initial : Le bien-être stable ou croissant chez les éleveurs et visible à travers leur satisfaction illustre la résilience subjective des exploitations agricoles	Subjective : Evolution de la satisfaction des éleveurs <i>Données quantitatives</i>	Quantitatives : Statistiques inférentielles : PLS ; Modèles linéaires ; Forêts aléatoires
4 <i>Bovins</i>	Spécifique	Objective : Définie dans le cadre de l'étude comme capacité à faire face une perturbation particulière : la pandémie de covid-19	Objective : Impact du premier confinement sur les chiffres d'affaires des exploitations, sur les volumes de lait livré à l'échelle nationale, le prix du lait biologique ; les volumes transformés en laiteries Subjective : Hiérarchisation de la perception des risques par les éleveurs <i>Données quantitatives et qualitatives</i>	Qualitatives : codage conventionnel de discours d'acteurs de la filière et des réponses qualitatives apportées par les éleveurs. Quantitatives : Statistiques descriptives et inférentielles à partir des résultats des enquêtes en ligne et de données fournies par les différents acteurs de la filière.
5 <i>Bovins</i>	Générale	Objective : Définie dans le cadre de l'étude comme capacité à faire face, dans le travail, à un ensemble de perturbations. Postulat initial : il existe des traits d'organisation du travail pour développer la résilience	Objective : Relevé de données concernant le travail et son organisation au cours de séjours sur des exploitations. Dispositif d'observation participante. <i>Données quantitatives et qualitatives</i>	Qualitatives : codage des données récoltées durant l'observation participante. Statistiques descriptives à partir de données de comptabilité et des temps de congés.

1.2.2 *La résilience définie de manière objective et évaluée de manière subjective*

Dans les chapitres 2 et 3, la résilience est définie a priori et objectivement par les experts (partenaires du Casdar Résilait) comme la capacité à faire face malgré les perturbations. La résilience y est évaluée de manière subjective via l'évolution de la satisfaction des éleveurs. Ces travaux ont (i) montré les intérêts et les limites d'une évaluation intégrée, dynamique et holistique de la résilience, (ii) montré les intérêts et les limites de l'approche subjective de la résilience (iii) renforcé les liens entre résilience et bien-être et (iv) servi de base pour confronter les résultats d'analyses qualitatives avec les résultats d'analyses quantitatives

- (i) L'analyse dynamique des performances telle que proposée dans la première approche décrite dans (Dardonville, 2021) (i.e. approche par évaluation de performances) tend à réduire l'objet d'étude à quelques dimensions technico-économiques et freinent une compréhension plus globale. En adaptant la méthode intégrée d'évaluation de la vulnérabilité des exploitations proposée dans Martin et al. (2017), nous avons proposé une évaluation holistique et dynamique de la résilience des exploitations. Pour ce faire, nous avons utilisé l'évolution de la satisfaction des éleveurs comme indicateur SSE de la résilience, subdivisé en sous-dimensions agronomiques, zootechniques, économiques et sociales pour apporter des informations sur les dynamiques du système dans son ensemble. D'une part, l'application de cette méthode a permis de mettre en évidence des facteurs de résilience et a montré sa robustesse par confrontation avec d'autres méthodes statistiques et par confrontation avec les dispositifs plus qualitatifs mis en place au cours de la thèse (chapitres 1 et 5). D'autre part les limites de la méthode interrogent précisément l'évaluation holistique de la résilience des SSE car si la résilience d'un des sous-systèmes n'assure pas la résilience du système (Lade et al., 2013), on peut se poser la question inverse. La résilience apparente du système dans sa globalité implique-t-elle la résilience de l'ensemble des sous-systèmes ? Les résultats du chapitre 3 mettent particulièrement l'accent sur cette question : la résilience subjective apparente des exploitations dans leur ensemble semble poser des questions à moyen-long terme pour différents sous-systèmes tels que le troupeau ou les prairies.
- (ii) Les propositions théoriques de Jones (Jones, 2019; Jones and Tanner, 2017) ont souligné l'importance de s'intéresser à la subjectivité des individus pour étudier la

résilience des SSE (Figure 17). Toutefois, cette injonction a été peu opérationnalisée. L'utilisation de l'évolution de la satisfaction des éleveurs dans les chapitres 2 et 3 a permis de mettre l'accent sur la subjectivité des éleveurs dans l'étude de la résilience des élevages laitiers. Si la présentation des résultats à des experts du domaine (éleveurs, conseillers agricoles, ingénieurs R&D, vétérinaires, enseignants) a semblé les conforter, le manque d'objectivité conséquent au choix de cette approche pourrait être corrigé en la croisant avec des analyses de données technico-économiques objectivement mesurables comme les données du contrôle laitier ou les données comptables. Toutefois, ces données sont complexes à obtenir sur des temps longs (problèmes d'archivage, changements de structures d'exploitation, etc.).

(iii) En lien étroit avec l'accent mis sur la subjectivité des éleveurs, cette approche par les satisfactions a permis de renforcer les liens établis entre résilience des SSE et bien-être des individus (Armitage et al., 2012; Green, 2010; Greenhill et al., 2009). Cette importance que la thèse accorde au bien-être et à la satisfaction dans l'étude de la résilience (en ce sens, le chapitre 5 complète les apports des chapitres 2 et 3) a permis une prise de distance avec la manipulation du concept et a révélé des limites i.e. l'ensemble des biais cognitifs pointés dans les discussions des chapitres 2 et 3 : biais de subjectivité, biais de mémoire, biais d'optimisme.

(iv) Peu d'études quantitatives avec des approches dynamiques de la résilience sur le temps long ont été croisées avec les perceptions des acteurs pour un même SSE étudié. Les facteurs de résilience des exploitations laitières biologiques qui émergent des chapitres 2 et 3 sont à mettre en perspective avec les facteurs de résilience mis en évidence par les éleveurs au chapitre 1 (voir apports cognitifs). Ils soulignent également l'ambivalence des satisfactions et du bien-être à la fois facteurs et indicateurs (i.e. causes et conséquences) de la résilience.

1.2.3 La résilience définie et évaluée de manière objective

Deux chapitres aux méthodologies très différentes ont permis d'approcher la résilience des exploitations en la définissant et en l'évaluant objectivement.

Dans le chapitre 4, la résilience est pré-définie par les auteurs comme capacité à faire face à une perturbation précise (résilience spécifique) et imprévisible : la pandémie de covid-19. Peu d'études se sont attachées à comprendre les mécanismes assurant la résilience face à cette

situation unique (Meuwissen et al., 2021). Si les matériels et méthodes utilisés dans ce chapitre sont classiques, le dispositif est original dans l'intégration des échelles qu'il permet, de l'exploitation à la filière, et dans la façon dont les décisions prises à chacun des deux niveaux ont affecté la résilience de l'autre niveau.

Dans le chapitre je m'appuie sur les réseaux de conseil pour identifier des exploitations a priori résilientes au point de vue technico-économique en utilisant des valeurs pour l'indicateur 'raisonnablement rentable' (Cabell and Oelofse, 2012). La résilience y est ensuite évaluée sous l'angle particulier du travail. Ce cinquième chapitre propose de nombreux apports tant (i) conceptuels que (ii) méthodologiques.

- (i) Ce chapitre propose pour la première fois un lien explicite entre travail et résilience des exploitations, et fait fortement écho au lien entre résilience et bien-être retrouvé tout au long de la thèse. De plus les résultats de ce chapitre illustrent à quel point la résilience n'est pas la même pour tous : « *Resilience isn't the same for all* » (Jones, 2019). Les degrés de satisfaction, de bien-être et d'acceptabilité des conditions de travail ne sont pas les mêmes pour tous et la diversité des fonctionnements trouvés sur un ensemble d'exploitations a priori toutes résilientes le montre. Les résultats obtenus sur un petit échantillon montrent l'intérêt du rapprochement des cadres d'analyse de la résilience et du travail en élevage et appellent à poursuivre dans cette voie.
- (ii) Au point de vue de la méthode, l'observation participante a permis d'objectiver les perceptions des éleveurs au sujet de leur travail et d'observer, sans le calculer, le temps disponible. Ces observations, en allant au-delà du calcul d'un indicateur, ont montré la disponibilité et ont témoigné de la sérénité qu'elle confère aux éleveurs. Cette méthode, différente de celle mobilisée aux chapitres 2 et 3, replace également les individus au cœur de l'étude de la résilience. Résultent de cette approche des traits d'organisations satisfaisantes du travail qui peuvent être remobilisées par les éleveurs. L'originalité de la méthode a également permis de d'évaluer la résilience dans sa dimension dynamique sur une courte période par l'observation de l'activité d'élevage 'en train de se faire'.

2 Apports cognitifs du travail de thèse : les facteurs de la résilience des exploitations laitières biologiques

Le travail de thèse a permis de mettre en évidence un ensemble de facteurs de la résilience (Figure 53). Ces facteurs se distinguent dans deux catégories. D'une part, certains éléments contextuels, sur lesquels les éleveurs ne peuvent agir directement, sont favorables à la résilience des exploitations. Ce sont les facteurs de résilience externes. D'autre part, les résultats de la thèse ont permis de mettre en évidence certains éléments sur lesquels les éleveurs peuvent plus directement agir au sein des exploitations. Ce sont les facteurs de résilience internes.

2.1 Facteurs de résilience externes aux exploitations

La viabilité économique des exploitations en filière longue est étroitement liée aux prix payés aux producteurs et à leur stabilité (Berardi, 2011). Les éleveurs des deux filières mettent en avant cet élément de contexte comme un important facteur de résilience dans le chapitre 1. Le chapitre 3 met lui aussi en évidence ce facteur de résilience dans l'importance accordée par les éleveurs ovins à la satisfaction économique et questionne la recherche de productivité qui en est une conséquence.

Le contexte sociotechnique des exploitations joue un rôle important pour leur résilience. Dans le chapitre 1, nombreux sont les éleveurs des deux filières à avoir évoqué les réseaux (i.e. réseaux d'éleveurs, réseaux de conseil) qui permettent notamment d'améliorer l'autonomie à l'échelle du territoire et la connectivité entre les exploitations (Ryschawy et al., 2017). Les rencontres entre éleveurs dans et hors des réseaux de conseils favorisent aussi les apprentissages mutuels et échanges d'expériences (Kummer et al., 2012). Le chapitre 4 étend le contexte sociotechnique à la filière bovine laitière biologique. Ce changement d'échelle montre l'importance de la structuration des filières longues et confirme que la résilience des exploitations dépend entre autres de réponses coordonnées entre les agriculteurs et les acheteurs (Kangogo et al., 2020). La communication entre l'amont et l'aval de la filière, facilitée par son ancienneté et par sa bonne structuration, ont permis de réguler les volumes de lait livrés. La flexibilité des chaînes de transformation a permis une adaptation rapide aux changements soudains, inattendus et temporaires de la demande. Cependant, ce travail conduit à l'issue de la première vague de Covid-19 au printemps 2020 a fourni des résultats à

court terme et dont la robustesse mérite d'être interrogée au regard de l'évolution rapide de la pandémie. Ce travail devrait être poursuivi pour mieux mesurer les impacts de la pandémie à plus long terme sur la filière et sur les exploitations.

2.2 Facteurs de résilience internes aux exploitations

2.2.1 *Les pratiques agricoles*

La thèse a permis d'apporter des connaissances nouvelles sur l'évolution des pratiques sur les exploitations bovines laitières biologiques au-delà de leur période de conversion (i.e. 5 années et plus). Le chapitre 2 a montré le maintien de l'évolution des exploitations familiales vers des systèmes herbagers autonomes et économes (Bouttes et al., 2019; Coquil, 2014). Les facteurs de résilience des élevages bovins laitiers biologiques mis en évidence dans différents chapitres se recoupent et confirment l'importance de l'herbe et du pâturage pour ces exploitations. L'autonomie alimentaire déterminante de la résilience générale des exploitations selon les éleveurs (chapitre 1) s'est révélée être également un facteur de résilience spécifique majeur (chapitre 4). Cependant, les exploitations des différents échantillons étaient essentiellement familiales. L'évolution des pratiques sur des exploitations biologiques de taille supérieure (en surface, cheptel, nombre de personnes dans le collectif de travail) mériterait d'être explorée et montrerait peut-être des évolutions différentes (Beguin et al., 2021).

La thèse a également apporté des connaissances nouvelles sur les évolutions de pratiques en élevage ovin laitier biologique, jusqu'alors peu étudiées. Les résultats des deux chapitres s'intéressant à cette filière (chapitres 1 et 3) mettent en évidence des dissonances entre les discours d'éleveurs et les pratiques constatées sur les exploitations. Les éleveurs identifient notamment l'importance du pâturage et du lien au sol à travers l'équilibre sol-troupeau pour la résilience des exploitations. Cependant, le prix du lait particulièrement stable et rémunérateur combiné aux sécheresses de plus en plus récurrentes et intenses en Aveyron (Corre et al., 2015) et au retour du loup sur certains plateaux (Nozieres-Petit et al., 2017) explique des évolutions de pratiques allant au contraire vers une perte de lien au sol. Cette perte de lien au sol s'illustre notamment dans la réduction de la durée de pâturage. L'étude des pratiques sur les élevages ovins laitiers aveyronnais a également mis en évidence des niveaux de concentrés élevés et une tendance à décaler de plus en plus les dates de mises bas sur certaines exploitations. Cet ensemble de résultats questionne le cahier des charges qui permet une certification par remplacement des intrants conventionnels en intrants

biologiques (Dufeu et al., 2020) et une prise de distance avec les cycles naturels des animaux. Les études de la filière ovine laitière biologique conduites dans le cadre de la thèse se sont intéressées à des exploitations exclusivement en filière longue. Toutefois, les exploitations ovines laitières sur lesquelles le lait est transformé à la ferme sont plus nombreuses en élevage ovin qu'en élevage bovin (Figure 7.a). Les évolutions de pratiques sur ces exploitations peuvent être différentes. La recherche de productivité et les changements de pratiques liés peuvent y être limités par les volumes de lait à traiter par les fromagers et par les tailles des fromageries. De plus les évolutions constatées dans le chapitre 3 sont spécifiques au contexte aveyronnais en bassin de roquefort.

2.2.2 Les éleveurs sur l'exploitation

L'ensemble de la thèse s'articule autour de la subjectivité des éleveurs et de leur position particulière au cœur des exploitations. Les qualités individuelles des éleveurs sont déterminantes de leur capacité à faire face aux perturbations.

Les chapitres 1, 4 et 5 renseignent sur les capacités d'anticipation et d'adaptation, identifiées dans la littérature comme vectrices de résilience (Darnhofer, 2010; Meybeck et al., 2012). Les éleveurs identifient eux-mêmes au chapitre 1 l'importance des capacités d'anticipation et d'adaptation dans la construction de la résilience. Comme proposé dans le projet SURE-Farm¹³ (Spiegel et al., 2020), le chapitre 4, en posant directement la question de la perception des risques, apporte un degré de compréhension supplémentaire de la capacité d'adaptation. La perception des risques par les éleveurs bovins laitiers a montré que le changement climatique demeure pour eux la préoccupation majeure. Cette perception conditionne nécessairement la part de leurs choix de pratiques qui vise à anticiper ce risque. Ce résultat est à mettre en lien avec différentes pratiques se développant sur les élevages pour anticiper et pour s'adapter au changement climatique et énoncées dans le chapitre 1 comme le développement de l'irrigation ou la diversification des cultures (Gaudin et al., 2015; Lin, 2011). L'observation participante mise en place au chapitre 5 apporte d'autres éléments de compréhension de la capacité d'anticipation qui se traduit chez les éleveurs dans leurs organisations du travail (i.e. planification à la semaine ou à l'année ; prospectives techniques et financières sur plusieurs mois voire sur plusieurs années).

¹³ Après d'éleveurs bovins laitiers principalement belges et néerlandais

Les choix des éleveurs sont déterminés et limités par leurs personnalités, par leurs préférences et par leurs compétences. En ce sens il existe une multiplicité de solutions valables pour faire face aux différentes perturbations. Les facteurs de résilience choisis par les éleveurs sont donc fonctions des personnalités, des objectifs et des priorités de chacun (Darnhofer et al., 2010a). Le chapitre 5 illustre cette diversité des facteurs de résilience propres à chacun. Chaque éleveur rencontré bâtit la résilience de son 'système', à son image en fonction de ses valeurs et en visant ce qui fait, à ses yeux, cohérence systémique. Les éleveurs des exploitations diversifiées de l'échantillon (i.e. présentant au moins un autre atelier que l'atelier de production de lait) mettent en avant l'importance de cette cohérence. Leurs exploitations sont résilientes au regard de certaines propriétés prédéfinies comme la diversité ou la connectivité. Cependant, en considérant d'après les chapitres 1 et 5 qu'une charge de travail 'raisonnable' est un facteur de résilience des exploitations, les résultats du chapitre 5 questionnent la diversification comme facteur de résilience. Cette voie mériterait d'être explorée. Si chacun a un seuil d'acceptabilité et des objectifs différents en termes de charge de travail, il doit être possible d'identifier des seuils au-dessus desquels la diversification entraîne une charge de travail qui ne peut plus objectivement être qualifiée de 'raisonnable' et qui est même délétère pour une majorité d'individus. Poursuivre des travaux dans ce sens-là semble intéressant dans un contexte de développement des collectifs agricoles composés de nombreux travailleurs sur des projets multi-ateliers (Morel, 2018).

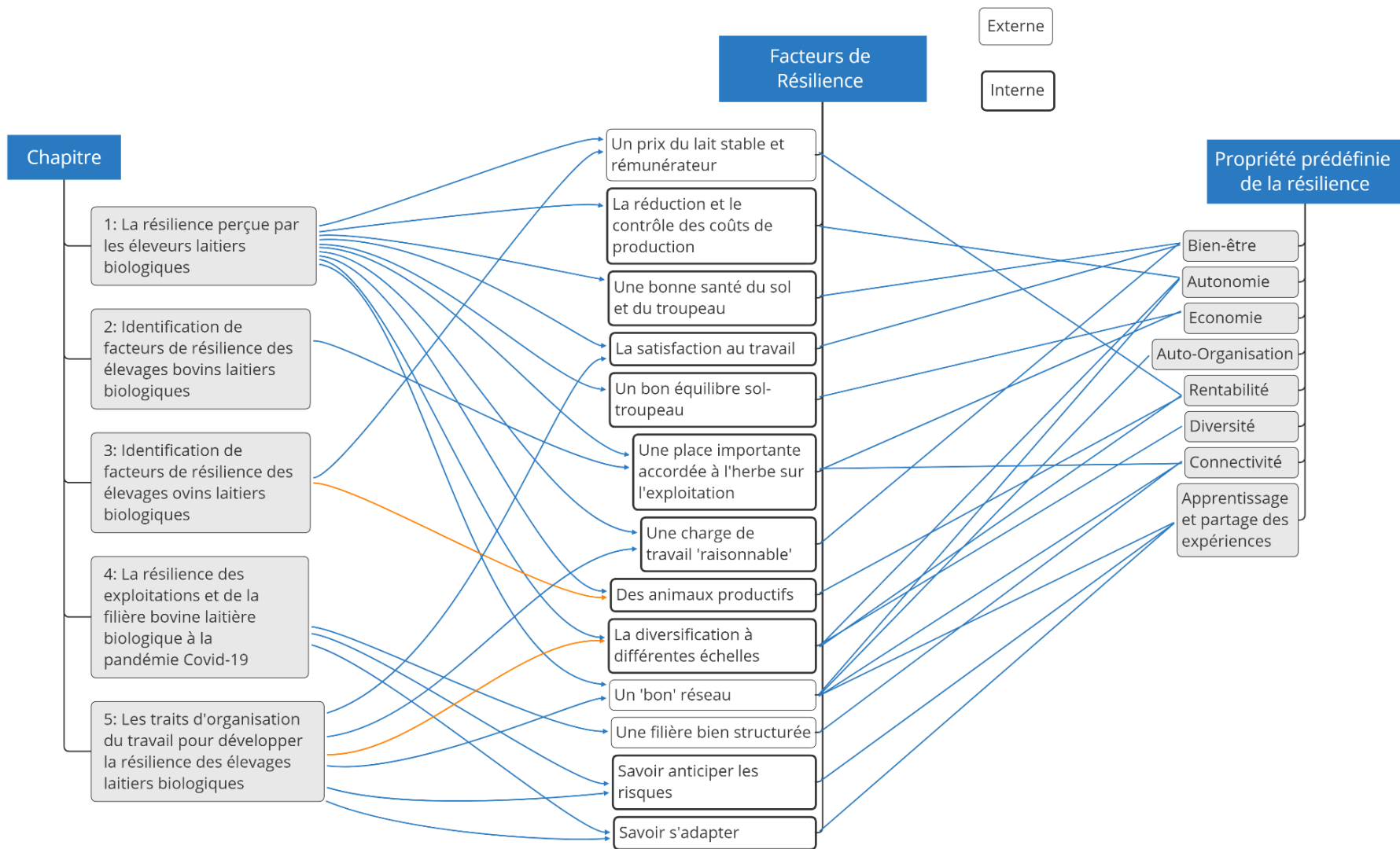


Figure 53: Principaux facteurs de résilience mis en évidence au fil des chapitres

3 Perspective de mobilisation des résultats de la thèse par les utilisateurs de la recherche pour aider à l'appréhension du concept de résilience dans la formation agricole

3.1 Les besoins

L'intérêt pour le concept de résilience est croissant, ce qui se voit dans l'augmentation du nombre de publications scientifiques qui lui sont dédiées. C'est également le cas pour les publications traitant de thématiques agricoles (Peterson et al., 2018). De plus, le terme 'résilience' est de plus en plus utilisé au quotidien dans les médias et mobilisé en politique, particulièrement depuis la pandémie (Leprince, 2020). Le dispositif du chapitre 1 conduit au début de la thèse (2017-2018) a montré que près de 22% des éleveurs enquêtés ne connaissaient pas ce concept. Refaire cette enquête aujourd'hui (2021) montrerait probablement que le terme est plus familier. Cependant, le fait que le terme soit désormais peut-être plus évocateur n'enlève rien de sa complexité particulière et s'il demeure une clé pour comprendre comment faire face dans un contexte agricole incertain et changeant, son appréhension et sa compréhension restent difficiles pour les utilisateurs de la recherche (Spellman, 2015). Avec les partenaires du projet Casdar Résilait, nous avons souhaité faciliter l'appréhension du concept de résilience dans une approche globale du fonctionnement des exploitations aux utilisateurs de la recherche, et principalement aux étudiants des formations agricoles (des lycées agricoles aux écoles d'agronomie en passant par les formations professionnelles pour adultes). Les besoins en ce sens ont émergé directement des lycées partenaires et sont lisibles dans les référentiels pédagogiques (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2014; Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche, 2017). Du côté de la formation dans les écoles d'ingénieurs agronomes, la résilience est un concept intéressant pour enseigner les problèmes complexes et multidimensionnels ainsi que pour introduire à l'interdisciplinarité (INP-ENSAT, 2019).

Au-delà du besoin identifié d'aide à l'appréhension du concept, nous souhaitons rendre également accessible une partie des résultats du travail de thèse en inscrivant la valorisation dans le changement des modes d'enseignement caractérisé par de nombreuses et récentes approches pédagogiques innovantes (Ban et al., 2015). Parmi ces approches, nous pouvons citer l'ensemble de jeux sérieux développés ou en développement autour des questions de

durabilité des exploitations agricoles et de leur transition agroécologique (Jouan et al., 2021; Martin et al., 2011).

3.2 L'outil et son utilisation

Pour répondre à ces besoins et aider à l'appréhension du concept de résilience dans les formations agricoles (brevets de techniciens supérieurs agricoles, ingénieurs agronomes, brevets professionnels), nous avons développé un outil pédagogique original en partenariat avec Chloé Adelheim, designer. Cet outil s'articule en deux parties. Une première partie de cours assez classique permet d'introduire quelques notions clés autour du concept de résilience et permet de présenter quelques résultats de la thèse (le support de cours s'adapte en fonction du niveau des étudiants). Une seconde partie de travaux dirigés (TD) introduit des cas concrets autour de supports illustrés. Ces supports prennent appui sur les trajectoires de trois des exploitations bovines laitières biologiques de l'échantillon d'exploitations utilisé au chapitre 1. A travers ces 3 cas concrets, les étudiants sont amenés à discuter leur façon de voir et de construire la résilience. L'ensemble de l'outil (cours et TD) propose ainsi un mélange prudent de méthodes d'apprentissage conventionnelles et innovantes, comme recommandé dans Ban et al. (2015) pour appréhender la complexité et les approches globales.

Les cas d'étude sont des outils communs pour expliquer et concrétiser la résilience des systèmes socio-écologiques et les concepts liés (Dieleman and Huisingsh, 2006). Au travers de ces cas d'étude, les apprenants peuvent plus facilement se projeter et développer leurs apprentissages. Avec l'aide de la designer, nous avons illustré les trajectoires des trois exploitations sélectionnées sur un support en forme d'accordéon (Figure 54). Chaque trajectoire est découpée en ensemble de périodes clés que les étudiants suivent dans l'ordre chronologique. A chaque période clé, les exploitants rencontrent une ou plusieurs perturbations. Les étudiants sont alors amenés à se projeter à leur place, ce qui les amène à discuter et argumenter leur vision des situations et les adaptations qu'ils mettraient en place s'ils étaient confrontés 'en vrai' aux perturbations illustrées et racontées sur les supports. En fonction du bagage de connaissance des étudiants, leur réflexion peut être guidée par l'apport additionnel (i.e. au-delà des illustrations et de la narration qui les accompagne) de données technico-économiques permettant de mieux caractériser les exploitations dans lesquelles ils sont amenés à se projeter. A l'issue de chaque phase de réflexion, et après avoir proposé en

petit groupe des solutions envisageables et argumentées, les étudiants lisent la suite de l'histoire et découvrent ainsi ce que l'éleveur a, lui, choisi de mettre en place pour 'faire face'.

Un système de carte guide les étudiants dans leur réflexion et les incite, pour chaque perturbation et pour chaque solution envisagée, à considérer l'exploitation comme un système composé de sous-systèmes en interaction.



Figure 54: Des trajectoires d'exploitations illustrées pour aider à appréhender le concept de résilience

Cet outil pédagogique a été testé à plusieurs reprises avec différents publics, et a dû être adapté pour être conduit en distanciel :

- BTS-ACSE (1 test en présentiel)
- BPREA (1 test en présentiel)
- Ecoles d'ingénieurs (2 tests en distanciel)

Ces tests nous ont permis de récolter en fin de séance les retours des étudiants (Encadré 8) et d'identifier les points d'amélioration.

« C'est un format vraiment top où on suit l'évolution d'une ferme conventionnelle vers une ferme agroécologique » (Etudiant ingénieur agronome)

« Un TD très très bien et intéressant... même à distance... » (Etudiant ingénieur agronome)

« Les après-midi jeux nous permettent également de faciliter les échanges et d'appréhender certaines notions parfois compliquées beaucoup plus aisément » (Etudiant ingénieur agronome)

« Ça nous permet de nous mettre à la place de l'exploitant et de comprendre ses difficultés » (Etudiant ingénieur agronome)

« C'est bien, c'est concret » (Etudiant en BTS-ACSE)

Encadré 8: Témoignages d'étudiants après test des supports illustrés

D'autres interventions sont envisagées pour poursuivre l'utilisation de cet outil. Il a également été mobilisé par des enseignants comme support pour produire des sujets blanc d'examens. Comme cet outil a été développé dans le cadre du projet Casdar Résilait, l'approche de la résilience y est liée au contexte bovin laitier biologique. Mais le principe (i.e. dérouler une histoire et s'interroger à chaque perturbation) va être étendu à d'autres contextes en intégrant des trajectoires d'exploitations en polyculture élevage (portage Julie Ryschawy).

4 De la théorie à la pratique, réflexions personnelles en vue d'une installation

Fille d'éleveurs bovins laitiers, j'ai grandi sur une petite exploitation familiale en zone de montagne (23 laitières, 50 hectares). Mes parents ont eu et ont à cœur de trouver un équilibre entre vie de famille et travail à la ferme. Les choix de développement qui ont été fait au fil des ans ont permis de conjuguer les périodes de travail intenses et responsabilisantes pour les ados que nous étions avec des vacances prises chaque année en dehors de l'exploitation.

J'ai toujours eu en tête de reprendre à terme cet 'outil' qui se transmet de générations en générations. Mais si elle est importante et parfois pesante, la dimension patrimoniale ne peut être la seule motivation pour une reprise. Dans mon cas, c'est aussi parce que l'expérience familiale a montré les avantages et les possibles du métier d'agriculteur.trice que je souhaite qu'un jour il devienne le mien. Un attrait particulier pour les petits ruminants m'a amenée à envisager un projet agricole un peu différent de celui de mes parents, en élevage caprin laitier avec transformation fromagère.

Avant de débiter ma thèse, je connaissais finalement peu de modèles d'exploitations qui m'inspiraient pour une reprise. Ces trois années m'ont permis d'explorer une multitude de systèmes, tous différents les uns des autres, qui ont nourri mon projet d'installation. Dans cette toute dernière partie du manuscrit, je propose de formaliser quelques réflexions en vue d'une installation future.

La cohérence systémique que les éleveurs ont souvent mise en avant et qui m'a été enseignée en école d'agronomie revient comme un point clé. La théorie semble assez simple : bâtir un système à son image qui corresponde à ses valeurs et qui permette d'atteindre ses propres objectifs (e.g. des performances économiques, techniques, environnementales, sociales). Mais la transposition de la théorie au cas concret de l'exploitation familiale à reprendre n'est pas si facile car elle implique de se poser et de se re-poser ces questions des valeurs, des objectifs et des moyens. La mise en pratique est elle aussi complexe car, en agriculture particulièrement, rien ne garantit que les moyens mis en œuvre suffisent pour atteindre les objectifs fixés. De manière plus concrète, étudier les motivations et les valeurs des éleveurs m'a conduit à réinterroger mes propres motivations et valeurs et a même, par certains aspects, bouleversé mes certitudes.

La confrontation de mon expérience du travail sur l'exploitation familiale avec les organisations du travail sur d'autres exploitations m'a par exemple conduit à reconsidérer la

dimension technique du métier d'éleveur. J'ai découvert des exploitations biologiques très performantes aux points de vue agronomique et zootechnique. En lien avec leurs valeurs (e.g. la passion de la génétique) et/ou avec leurs objectifs (e.g. dégager un 'bon' revenu), ces éleveurs ont développé des systèmes 'techniques' qui donnent envie de s'installer. Les bâtiments sont agréables pour les hommes et pour les animaux ; le matériel fonctionnel et pratique permet de travailler vite et bien. Sur ces exploitations qui dégagent au minimum 1,2 SMIC/UMO et parfois bien plus, les investissements ont été raisonnés au cours des décennies et ont permis d'aboutir à des conditions de travail désirables pour tout porteur de projet. Ces fermes sont fortes des expériences et des essais organisationnels conduits au cours du temps. Les séjours sur les exploitations m'ont aussi amenée à reconsidérer la place de la transformation dans mon projet. Transformer à la ferme et commercialiser en circuits courts permet d'atteindre des performances économiques intéressantes (revenus, indépendances aux aides). La maîtrise de la chaîne de production et l'indépendance aux organismes collecteurs en font également des systèmes attractifs. Les visites de laboratoires, la lecture des documents comptables et les discussions avec les éleveurs m'ont fait prendre conscience de l'importance des investissements à réaliser sur la ferme familiale pour construire un nouveau système avec atelier de transformation. En plus des investissements j'ai pu mieux mesurer la taille du challenge, la durée de construction d'un réseau de clients fidèles, la nécessaire recapitalisation de nombreux savoirs et savoir-faire qui n'existent pas aujourd'hui chez moi, l'apprentissage de deux nouveaux métiers à la fois : chevrrière et fromagère. Les rencontres avec les éleveurs livreurs ont été assez marquantes et ont remis en avant le côté sécurisant d'une paye de lait mensuelle relativement assurée et prévisible, base solide pour effectuer des projections et envisager des investissements. Enfin transformer à la ferme nécessite de la main d'œuvre. On dit souvent chez moi que 'sur une ferme il faut des bras'. C'est d'autant plus vrai s'il y a transformation. M'installer en élevage avec transformation en visant une charge de travail raisonnable impliquerait l'installation d'une autre personne ou l'embauche d'un salarié.

Pour un retour rapide et, dans un premier temps, sécurisant pour générer du revenu tout en 'me faisant la main', la reprise de l'activité bovine laitière me semble aujourd'hui être une bonne solution. Parmi les questions que je suis amenée à me poser, celle de la race revient souvent. En quittant une des exploitations lors de l'observation participante un des éleveurs de Brunes des Alpes m'a dit : « J'espère que ça t'aura donné envie d'en élever ». Je

n'avais jamais trait de brunes avant ces séjours et j'ai effectivement trouvé de nombreux atouts à cette race particulièrement calme en salle de traite, productive et qui m'a semblé robuste.

Lorsqu'on souhaite s'installer, on ne peut rêver mieux que d'aller voir comment fonctionnent d'autres exploitations. Ma thèse a été une réelle chance, un moteur pour avancer dans ma réflexion. Si les contours de mon installation se redessinent, la volonté de reprendre, elle, est toujours là.

Références

- Abel, N., Cumming, D.H.M., Anderies, J.M., 2006. Collapse and Reorganization in Social-Ecological Systems. *Ecology and Society* 26.
- Adger, W.N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Agence Bio, 2020a. Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique. Questions-Réponses. Qu'est-ce qu'un produit Bio ? <https://www.agencebio.org/questions-reponses/produit-bio/>
- Agence Bio, 2020b. La consommation bio en hausse en 2019 stimule la production et la structuration des filières françaises. Les chiffres 2019 du secteur bio. https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2020/07/DP-AGENCE-BIO-CHIFFRES-2019_def.pdf
- Agence Bio, 2019a. Agence Bio Dossier de Presse. Barometre 2019. https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2019/06/DP-AGENCE_BIO-4JUIN2019.pdf
- Agence Bio, 2019b. Baromètre 2018 de consommation et de perception des produits biologiques en France. <https://www.agencebio.org>
- Agence Bio, 2018. Les chiffres clés-Aller plus loin- Les données brutes, données départementales. <https://www.agencebio.org>
- Agence Bio, 2017a. La bio dans l'union européenne. <https://www.agencebio.org>
- Agence Bio, 2017b. Les chiffres clés de l'agriculture biologique en 2017. <https://www.agencebio.org>
- Agreste, 2020. Les résultats économiques des exploitations agricoles en 2018. https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/DOS201/2Pages%20de%20Dossier2020-1_CCAN_Chapitre1.pdf
- Agri'scopie Occitanie, 2018. L'élevage ovin lait.
- Allain, S., Ndong, G.O., Lardy, R., Leenhardt, D., 2018. Integrated assessment of four strategies for solving water imbalance in an agricultural landscape. *Agron. Sustain. Dev.* 38, 60. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0529-z>
- Allen, C.R., Birge, H.E., Angeler, D.G., Arnold, C.A. (Tony), Chaffin, B.C., DeCaro, D.A., Garmestani, A.S., Gunderson, L., 2018. Quantifying uncertainty and trade-offs in resilience assessments. *E&S* 23, art3. <https://doi.org/10.5751/ES-09920-230103>
- Alrøe, H.F., Vaarst, M., Kristensen, E.S., 2001. Does organic farming face distinctive livestock welfare issues? – a conceptual analysis 26.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., 2020. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies* 1–18. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>
- Ambiaud, É., Ballet, B., Barry, C., Bernadette, L., Bulot, M., Champagnol, T., Crisan, M., Cretin, L., Daussin, J.-M., Dedieu, M.-S., Delorme, A., Delort, A., Français-Demay, P., Fresson-Martinez, C., Gaudé, L., Gitton, F.-P., Lapuyade, M.-A., Lavergne, A., Lemarquais, D., Lerbourg, J., Fustec, M.L., Tollec, O.L., Turdu, M.L., Lorge, A., Midler, E., Minne, M.-D., Pauwels, P., Pognat, J.-M., Pujol, J., Royer, F., Sabot, P.-M., Simonovici, M., Soleilhavoup, M., Thiéry, P., Thomas, G., Toulon, A., Triquenot, A., Uglieria, C., Veyrac, C., Gauvin, C., Boudec, T.L., 2019. Graph'Agri 2019. *Agreste* 212.

- Anderies, J.M., Folke, C., Walker, B., Ostrom, E., 2013. Aligning Key Concepts for Global Change Policy: Robustness, Resilience, and Sustainability. *Ecology and Society* 18. <https://doi.org/10.5751/ES-05178-180208>
- Arborio, A.-M., Fournier, P., Singly, F. de, 2016. L'observation directe.
- Armitage, D., Béné, C., Charles, A.T., Johnson, D., Allison, E.H., 2012. The Interplay of Well-being and Resilience in Applying a Social-Ecological Perspective. *E&S* 17, art15. <https://doi.org/10.5751/ES-04940-170415>
- Ashkenazy, A., Calvão Chebach, T., Knickel, K., Peter, S., Horowitz, B., Offenbach, R., 2018. Operationalising resilience in farms and rural regions – Findings from fourteen case studies. *Journal of Rural Studies* 59, 211–221. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.07.008>
- AVEM, 2020. Melibio (2011-2018) Comment valoriser la diversité ? [WWW Document]. AVEM. Association vétérinaires éleveurs du Millavois. URL https://www.avem12.org/melibio_54.php (accessed 12.11.20).
- Ayeb-Karlsson, S., Tanner, T., van der Geest, K., Warner, K., 2015. Livelihood resilience in a changing world: 6 global policy recommendations for a more sustainable future. UNU-EHS Working Paper Series, No. 22. Bonn: United Nations University Institute of Environment and Human Security (UNU-EHS). 33.
- Balfour, E.B., 1975. *The living soil and The Haughley experiment*, New rev. ed. ed. Faber and Faber, London.
- Ballesteros, S., 2008. Le modèle linéaire avec R : fonction lm().
- Ban, N.C., Boyd, E., Cox, M., Meek, C.L., Schoon, M., Villamayor-Tomas, S., 2015. Linking classroom learning and research to advance ideas about social-ecological resilience. *E&S* 20, art35. <https://doi.org/10.5751/ES-07517-200335>
- Bardin, L., Reto, L.A., Pinheiro, A., 1997. *Análise de conteúdo*. Edições 70, Lisboa.
- Bargain, V., 2020. Covid 19 «La vente à la ferme de nos produits laitiers compense les cantines, mais avec beaucoup plus de travail Réussir lait.
- Baron, B., 2020. Les filières laitières biologiques françaises : La 3ème vague de conversion, un changement d'échelle 32.
- Baron, B., 2019. Etat des lieux des filières lait biologique et stratégies des opérateurs 50.
- Barus-Michel, J., Enriquez, E., Lévy, A., 2016. *Vocabulaire de psychosociologie: références et positions*.
- Bastien, S., 2007. Observation participante ou participation observante? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales .
- Beguín, E., Hostiou, N., Madelrieux, S., Jacquot, A.-L., Fagon, J., Chauvat, S., Romain, D., Briand, P., Céline, C., 2021. Mieux intégrer le travail dans la stratégie des grandes exploitations laitières, un enjeu majeur pour leur pérennité 21.
- Beichler, S.A., Hasibovic, S., Davidse, B.J., Deppisch, S., 2014. The role played by social-ecological resilience as a method of integration in interdisciplinary research. *E&S* 19, art4. <https://doi.org/10.5751/ES-06583-190304>
- Belhenniche, G., Beluvaleix-Tréguerhenniche, S., Cordier, J., 2009. Milk farmers' risk attitudes: influence of the dairy processing company. *British Food Journal* 111, bfj.2009.070111haa.001. <https://doi.org/10.1108/bfj.2009.070111haa.001>
- Berardi, G., 2011. Stability, sustainability, and catastrophe: Applying resilience thinking to U. S. agriculture. *Human Ecology Review* 18, 11.
- Bergeon E, 2019. *Au nom de la terre*. Drame. Nord-Ouest Films

- Berkes, F., 2007. Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural Hazards* 41, 283–295. <https://doi.org/10.1007/s11069-006-9036-7>
- Berkes, F., Turner, N.J., 2006. Knowledge, Learning and the Evolution of Conservation Practice for Social-Ecological System Resilience. *Hum Ecol* 34, 479–494. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9008-2>
- Beukes, P.C., Romera, A.J., Neal, M., Mashlan, K., 2019. Performance of pasture-based dairy systems subject to economic, climatic and regulatory uncertainty. *Agricultural Systems* 174, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.002>
- Biggs, R., Bohensky, E.L., BurnSilver, S., Cundill, G., Dakos, V., Daw, T.M., Evans, L.S., Kotschy, K., Leitch, A.M., Meek, C., Quinlan, A., Raudsepp-Hearne, C., Robards, M.D., Schoon, M.L., Schultz, L., West, P.C., 2012. Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services 30.
- Biggs, R., Schlüter, M., Schoon, M.L. (Eds.), 2015. Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bignon, E., 2019a. Le suicide en agriculture touche particulièrement les éleveurs laitiers [WWW Document]. *Reussir lait*. URL <https://www.reussir.fr/lait/le-suicide-en-agriculture-touche-particulierement-les-eleveurs-laitiers> (accessed 3.13.19).
- Bignon, E., 2019b. Fait-il bon travailler dans les grands troupeaux? *Réussir Lait*. <https://www.reussir.fr/lait/fait-il-bon-travailler-dans-les-grands-troupeaux>.
- Bitterman, P., Bennett, D.A., 2016. Constructing stability landscapes to identify alternative states in coupled social-ecological agent-based models. *E&S* 21, art21. <https://doi.org/10.5751/ES-08677-210321>
- Blackmore, C., Srisukandarajah, N., Ison, R., 2018. Developing learning systems for addressing uncertainty in farming, food and environment: what has changed in recent times? 13.
- Blanc, M., You, G., 2017. Comment les filières lait « bio » se développent en Europe du Nord. *Economie de l'élevage* 32.
- Boffet, L., 2017. Le roquefort n'est plus le bienvenu en Chine. <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/aveyron/rodez/roquefort-n-est-plus-bienvenu-chine-1325557.html>
- Bouamrane, M., Spierenburg, M., Agrawal, A., Boureima, A., Cormier-Salem, M.-C., Etienne, M., Le Page, C., Levrel, H., Mathevet, R., 2016. Stakeholder engagement and biodiversity conservation challenges in social-ecological systems: some insights from biosphere reserves in western Africa and France. *E&S* 21, art25. <https://doi.org/10.5751/ES-08812-210425>
- Bouttes, M., 2018. Evolution de la vulnérabilité des élevages laitiers permise par leur conversion à l'agriculture biologique. Thèse de doctorat.
- Bouttes, M., Bancarel, A., Doumayzel, S., Viguié, S., Cristobal, M.S., Martin, G., 2020. Conversion to organic farming increases dairy farmers' satisfaction independently of the strategies implemented. *Agron. Sustain. Dev.* 40, 12. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00616-5>
- Bouttes, M., Bize, N., Maréchal, G., Michel, G., Cristobal, M.S., Martin, G., 2019. Conversion to organic farming decreases the vulnerability of dairy farms. *Agronomy for Sustainable Development* 39. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0565-3>

- Bouttes, M., Darnhofer, I., Martin, G., 2018a. Converting to organic farming as a way to enhance adaptive capacity. *Organic Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/s13165-018-0225-y>
- Bouttes, M., San Cristobal, M., Martin, G., 2018b. Vulnerability to climatic and economic variability is mainly driven by farmers' practices on French organic dairy farms. *European Journal of Agronomy* 94, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.01.013>
- Bowman, M.S., Zilberman, D., 2013. Economic Factors Affecting Diversified Farming Systems. *E&S* 18, art33. <https://doi.org/10.5751/ES-05574-180133>
- Bradburn, N.M., J.Rips, L., Shevell, S.K., 1987. Answering autobiographical questions: the impact of memory and inference on surveys. *Science (Washington, D.C.)*.
- Bradford, R.A., O'Sullivan, J.J., van der Craats, I.M., Krywkow, J., Rotko, P., Aaltonen, J., Bonaiuto, M., De Dominicis, S., Waylen, K., Schelfaut, K., 2012. Risk perception – issues for flood management in Europe. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12, 2299–2309. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-2299-2012>
- Breiman, L., 2001. Random Forests. *Machine Learning* 45, 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brossier, J., Hubert, B., 1996. Integration of bio-technical, economic and social sciences, in: 2. European Symposium, Technical and Social Systems. Approaches for Sustainable Rural Development. Consejería de Agricultura y Pesca, Granada, Spain.
- Brown, K., Schirmer, J., Upton, P., 2021. Regenerative farming and human wellbeing: Are subjective wellbeing measures useful indicators for sustainable farming systems? *Environmental and Sustainability Indicators* 100132. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100132>
- Buck, D., Getz, C., Guthman, J., 1997. From Farm to Table: The Organic Vegetable Commodity Chain of Northern California. *Sociologia Ruralis* 37, 3–20. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00033>
- Buratti, C., Fantozzi, F., Barbanera, M., Lascaro, E., Chiorri, M., Cecchini, L., 2017. Carbon footprint of conventional and organic beef production systems: An Italian case study. *Science of The Total Environment* 576, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.075>
- Cabell, J.F., Oelofse, M., 2012. An Indicator Framework for Assessing Agroecosystem Resilience. *Ecology and Society* 17. <https://doi.org/10.5751/ES-04666-170118>
- Caracciolo, F., Cicia, G., Del Giudice, T., Cembalo, L., Krystallis, A., Grunert, K.G., Lombardi, P., 2016. Human values and preferences for cleaner livestock production. *Journal of Cleaner Production* 112, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.045>
- Carlisle, L., 2014. Diversity, flexibility, and the resilience effect: lessons from a social-ecological case study of diversified farming in the northern Great Plains, USA. *Ecology and Society* 19. <https://doi.org/10.5751/ES-06736-190345>
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J.M., Abel, N., 2001. From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* 4, 765–781. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0045-9>
- Carpenter, S.R., Westley, F., Turner, M.G., 2005. Surrogates for Resilience of Social–Ecological Systems. *Ecosystems* 8, 941–944. <https://doi.org/10.1007/s10021-005-0170-y>
- Carpon, A., 2015. Changement climatique Dans le Limousin, 16 jours de pâturage en plus à l'horizon 2050 [WWW Document]. Web-agri Le quotidien de l'éleveur. URL <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/dans-le-limousin-16-jours-de-paturage-en-plus-a-l-horizon-2050-1178-97713.html> (accessed 8.6.19).

- Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées, 2020. Agri'scopie Occitanie 2020. L'élevage ovin lait.
- Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2019. Les revenus de l'agriculture biologique en pays de la Loire. Données 2018. Références économiques.
- Chantre, E., Cerf, M., Le Bail, M., 2015. Transitional pathways towards input reduction on French field crop farms. *International Journal of Agricultural Sustainability* 13, 69–86. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.945316>
- Chia, E., Dugué, P., Sakho-Jimbira, S., 2006. Les exploitations agricoles familiales sont-elles des institutions ? *Cahiers Agricultures* 15, 498–505. <https://doi.org/10.1684/agr.2006.0027>
- Chiron, J., 2015. Biolait : des paysans producteurs et vendeurs de lait bio, pour un commerce équitable au Nord aussi 14.
- Choptiany, J.M.H., Phillips, S., Graeub, B.E., Colozza, D., Settle, W., Herren, B., Batello, C., 2017. SHARP: integrating a traditional survey with participatory self-evaluation and learning for climate change resilience assessment. *Climate and Development* 9, 505–517. <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1174661>
- Clay, N., Garnett, T., Lorimer, J., 2019. Dairy intensification: Drivers, impacts and alternatives. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01177-y>
- Clément, C., 2020. Travail en élevage laitier. Le plus efficace entre petit/grand collectif, avec salariés ou associés ? Web-agri.
- CNIEL, 2020a. Conjoncture laitière biologique. Lait de vache. 3ème trimestre 2020.
- CNIEL, 2020b. COVID19 CNIEL Lettre aux membres de la filière laitière 31.03.2020. <https://cniel-infos.com/Record.htm?idlist=1&record=10257845124920750279>
- CNIEL, 2020c. Communiqué de presse du 17 mars: Pas de pénurie : la filière laitière solidaire et mobilisée ! <https://presse.filiere-laitiere.fr/assets/communiquede-presse-pas-de-penurie-la-filiere-laitiere-mobilisee-3588-ef05e.html?lang=fr>.
- CNIEL, F.A., 2019. Conjoncture laitière biologique lait de vache. 1er trimestre 2019.
- Cochet, H., Devienne, S., 2002. La mise en place des contrats territoriaux d'exploitation dans la Meuse. *Courrier de l'environnement de l'INRA* Octobre 2002.
- Cohn, M., Fredrickson, B., Brown, S., Mikels, J., Conway, A., 2009. Happiness Unpacked: Positive Emotions Increase Life Satisfaction by Building Resilience. *Emotion* 9, 361–368.
- Colding, J., Barthel, S., 2019. Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. *E&S* 24, art2. <https://doi.org/10.5751/ES-10598-240102>
- Commission Européenne, 2020. Cadre national de la PAC approuvé par la Commission européenne le 29 mai 2020. Programmation 2014-2020.
- Confédération nationale de l'élevage, 2019. Le renouvellement des générations en élevage. http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/livre-blanc-cne-renouvellement-des-generations-en-elevage-2019.html
- Coopmans, I., Draganova, M., Fowler, S., Manevska, G., Midmore, P., Mishev, P., Nicholas-Davis, P., Petitt, A., Prové, C., Senni, S., 2020. D2.2 Report on analysis of biographical narratives exploring short- and long- term adaptive behaviour of farmers under various challenges 61.
- Coquil, X., 2014. Transition des systèmes de polyculture élevage laitiers vers l'autonomie Une approche par le développement des mondes professionnels (Ergonomie – Agronomie système). AgroParisTech, Paris.

- Coquil, X., Béguin, P., Dedieu, B., 2014. Transition to self-sufficient mixed crop–dairy farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 29, 195–205. <https://doi.org/10.1017/S1742170513000458>
- Corre, L., Dandin, P., L'Hôte, D., Besson, F., 2015. The VIADUC project: innovation in climate adaptation through service design. *Adv. Sci. Res.* 12, 199–205. <https://doi.org/10.5194/asr-12-199-2015>
- Corwin, R.M., 1997. Economics of gastrointestinal parasitism of cattle 10.
- Cournut, S., Chauvat, S., Correa, P., Santos Filho, J.C.D., Diéguez, F., Hostiou, N., Pham, D.K., Servière, G., Sraïri, M.T., Turlot, A., Dedieu, B., 2018. Analyzing work organization on livestock farm by the Work Assessment Method. *Agronomy for Sustainable Development* 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0534-2>
- Cournut, S., Chauvat, S., Université, C., Sup, V., 2012. L’organisation du travail en exploitation d’élevage : analyse de 630 Bilans Travail réalisés dans huit filières animales 12.
- Cournut, S., Servière, G., Hostiou, N., Chauvat, S., Dedieu, B., 2010. L’organisation du travail en exploitations familiales d’élevage. *Cahiers Agricultures* 19, 338–347. <https://doi.org/10.1684/agr.2010.0420>
- Creswell, J.W., Clark, V.L.P., 2017. *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Cumming, G.S., Barnes, G., Perz, S., Schmink, M., Sieving, K.E., Southworth, J., Binford, M., Holt, R.D., Stickler, C., Van Holt, T., 2005. An Exploratory Framework for the Empirical Measurement of Resilience. *Ecosystems* 8, 975–987. <https://doi.org/10.1007/s10021-005-0129-z>
- Cyrułnik, B., 2014. Plongée dans l’univers de la Résilience [WWW Document]. CAR&MED, carrefours et médiations. URL http://www.carmed.fr/resilience_int2.htm
- Czekaj, M., Adamsone-Fiskovica, A., Tyran, E., Kilis, E., 2020. Small farms’ resilience strategies to face economic, social, and environmental disturbances in selected regions in Poland and Latvia. *Global Food Security* 26, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100416>
- Dardonville, M., 2021. Caractérisation des formes d’agriculture et évaluation de leur résilience aux perturbations. Université de Lorraine.Thèse de doctorat.
- Dardonville, M., Bockstaller, C., Therond, O., 2020a. Review of quantitative evaluations of the resilience, vulnerability, robustness and adaptive capacity of temperate agricultural systems. *Journal of Cleaner Production* 125456. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125456>
- Dardonville, M., Urruty, N., Bockstaller, C., Therond, O., 2020b. Influence of diversity and intensification level on vulnerability, resilience and robustness of agricultural systems. *Agricultural Systems* 184, 102913. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102913>
- Darijani, F., Veisi, H., Liaghati, H., Nazari, M., Khoshbakht, K., 2019. Assessment of Resilience of Pistachio Agroecosystems in Rafsanjan Plain in Iran. *Sustainability* 11, 1656. <https://doi.org/10.3390/su11061656>
- Darnhofer, I., 2020. Farm resilience in the face of the unexpected: lessons from the COVID-19 pandemic. *Agric Hum Values* 37, 605–606. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10053-5>
- Darnhofer, I., 2014. Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics* 41, 461–484. <https://doi.org/10.1093/erae/jbu012>
- Darnhofer, I., 2010. Strategies of family farms to strengthen their resilience. *Environmental Policy and Governance* 20, 212–222. <https://doi.org/10.1002/eet.547>

- Darnhofer, I., 2008. Farm resilience for sustainable food production: a conceptual framework 12.
- 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. <https://doi.org/10.1051/agro/2009053>
- Darnhofer, I., Fairweather, J., Moller, H., 2010b. Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8, 186–198. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480>
- Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, Benoit, 2012. Farming Systems Research: an approach to inquiry, in: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, Benoît (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 3–31. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_1
- Darnhofer, I., Lamine, C., Strauss, A., Navarrete, M., 2016. The resilience of family farms: Towards a relational approach. *Journal of Rural Studies* 44, 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.01.013>
- Darnhofer, I., Lindenthal, T., Bartel-Kratochvil, R., Zollitsch, W., 2010c. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 67–81. <https://doi.org/10.1051/agro/2009011>
- Darnhofer, I., Schneeberger, W., Freyer, B., 2005. Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale. *Agric Hum Values* 22, 39–52. <https://doi.org/10.1007/s10460-004-7229-9>
- Darnhofer, I., Strauss, A., 2014. Resilience of family farms: understanding the trade-offs linked to diversification. Presented at the 11th European IFSA Symposium, on “Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies,” Berlin, p. 10.
- David, C., Mundler, P., Demarle, O., Ingrand, S., 2010. Long-term strategies and flexibility of organic farmers in southeastern France. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8, 305–318. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0497>
- Davoudi, S., Shaw, K., Haider, L.J., Quinlan, A.E., Peterson, G.D., Wilkinson, C., Fünfgeld, H., McEvoy, D., Porter, L., Davoudi, S., 2012. Resilience: A Bridging Concept or a Dead End?. *Planning Theory & Practice* 13, 299–333. <https://doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>
- De Boissieu, C., Morin, E., Patout, O., Taurignan, T., Rivemale, N., Drochon, L., Doumayzel, S., Noubel, G., 2020. Les exploitations ovines laitières du massif central en agriculture biologique. Résultats campagne 2018. Collectif BioRéférences. Pôle AB massif central.
- De Boissieu, C., Patout, O., Rivemale, N., Drochon, L., Doumayzel, S., Noubel, G., 2018. Les exploitations ovines laitières du massif central en agriculture biologique. Résultats campagne 2016. Collectif BioRéférences. Pôle AB massif central.
- De Wit, J., Verhoog, H., 2007. Organic values and the conventionalization of organic agriculture. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 54, 449–462. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(07\)80015-7](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(07)80015-7)
- Dedieu, B., 2009. Qualification of the adaptive capacities of livestock farming systems. *R. Bras. Zootec.* 38, 397–404. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300039>
- Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J.Y., Gibon, A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Prod. Anim.* 21, 45–58. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2008.21.1.3374>

- Dedieu, B., Laurent, C., Mundler, P., 1999. Organisation du travail dans les systèmes d'activités complexes [Intérêt et limites de la méthode Bilan Travail]: Intérêt et limites de la méthode Bilan Travail. *ecoru* 253, 28–35. <https://doi.org/10.3406/ecoru.1999.5111>
- Dedieu, B., Serviere, G., 2012. Vingt ans de recherche-développement sur le travail en élevage : acquis et perspectives. *INRA Prod. Anim.* 25, 85–100. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2012.25.2.3200>
- Dedieu, B., Servière, G., 1999. Caractériser et évaluer l'organisation du travail en élevage La méthode "Bilan Travail."
- Dellar, M., Topp, C.F.E., Banos, G., Wall, E., 2018. A meta-analysis on the effects of climate change on the yield and quality of European pastures. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 265, 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.029>.
- Dieleman, H., Huisingh, D., 2006. Games by which to learn and teach about sustainable development: exploring the relevance of games and experiential learning for sustainability. *Journal of Cleaner Production* 14, 837–847. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.031>
- Diserens, F., Choptiany, J., Barjolle, D., Graeub, B., Durand, C., Six, J., 2018. Resilience Assessment of Swiss Farming Systems: Piloting the SHARP-Tool in Vaud. *Sustainability* 10, 4435. <https://doi.org/10.3390/su10124435>
- Döring, T.F., Vieweger, A., Pautasso, M., Vaarst, M., Finckh, M.R., Wolfe, M.S., 2015. Resilience as a universal criterion of health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95, 455–465. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6539>
- Douxchamps, S., Debevec, L., Giordano, M., Barron, J., 2017. Monitoring and evaluation of climate resilience for agricultural development – A review of currently available tools. *World Development Perspectives* 5, 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2017.02.001>
- Dufeu, I., Le Velly, R., Bréchet, J., Loconto, A., 2020. Can standards save organic farming from conventionalisation? Dynamics of collective projects and rules in a French organic producers' organisation. *Sociologia Ruralis* 60, 621–638. <https://doi.org/10.1111/soru.12298>
- Dumont, B., Puillet, L., Martin, G., Saviotto, D., Aubin, J., Ingrand, S., Niderkorn, V., Steinmetz, L., Thomas, M., 2020. Incorporating Diversity Into Animal Production Systems Can Increase Their Performance and Strengthen Their Resilience. *Front. Sustain. Food Syst.* 4, 109. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00109>
- Duru, M., Felten, B., Theau, J.P., Martin, G., 2012. A modelling and participatory approach for enhancing learning about adaptation of grassland-based livestock systems to climate change. *Reg Environ Change* 12, 739–750. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0288-3>
- Eisenhardt, K.M., 1989. Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review* 14, 532. <https://doi.org/10.2307/258557>
- Elo, S., Kyngäs, H., 2008. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing* 62, 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Enjolras, G., Sanfilippo, G., 2019. La structure du capital des exploitations agricoles françaises. *economierurale* 5–20. <https://doi.org/10.4000/economierurale.6893>
- Ermenier, K., 2020. Covid-19 Le P'tit Fermier de Kervihan lance un cri d'alarme pour toutes les TPE.

- Erol, O., Sauser, B.J., Mansouri, M., 2010. A framework for investigation into extended enterprise resilience. *Enterprise Information Systems* 4, 111–136. <https://doi.org/10.1080/17517570903474304>
- Escarcha, J., Lassa, J., Zander, K., 2018. Livestock Under Climate Change: A Systematic Review of Impacts and Adaptation. *Climate* 6, 54. <https://doi.org/10.3390/cli6030054>
- Escribano, A., 2018. Organic Feed: A Bottleneck for the Development of the Livestock Sector and Its Transition to Sustainability? *Sustainability* 10, 2393. <https://doi.org/10.3390/su10072393>
- European Commission, 2020. From Farm to Fork: Our food, our health, our planet, our future. The european Green Deal.
- European Commission, 2019. Agri-environmental indicator- livestock patterns. Statistics Explained. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/14882.pdf>
- Eurostat, 2018. Milk and milk product statistics [WWW Document]. Eurostat. Statistics explained. URL https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Milk_and_milk_product_statistics#Milk_production
- Eurostat, 2017a. eurostat Statistics Explained. Glossary Utilised agricultural area (UAA).
- Eurostat, 2017b. eurostat Statistics Explained. Glossary Livestock unit (LSU).
- Fath, B.D., Dean, C.A., Katzmaier, H., 2015. Navigating the adaptive cycle: an approach to managing the resilience of social systems. *E&S* 20, art24. <https://doi.org/10.5751/ES-07467-200224>
- Flaten, O., Lien, G., Koesling, M., Valle, P.S., Ebbesvik, M., 2005. Comparing risk perceptions and risk management in organic and conventional dairy farming: empirical results from Norway. *Livestock Production Science* 95, 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.10.014>
- FMCG and Retail, 2020. Le bio au révélateur du COVID-19. <https://www.nielsen.com/fr/fr/insights/article/2020/la-sante-du-bio-en-france-au-revelateur-du-covid-19/>
- FNAB, 2018. Fiche cadre général de l'élevage. Fiche Bovins lait. Fiche Ovins-Caprins lait. <https://www.produire-bio.fr/cest-quoi-la-bio/le-cahier-des-charges/>
- Folke, C., 2016. Resilience (Republished). *E&S* 21, art44. <https://doi.org/10.5751/ES-09088-210444>
- Folke, C., 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16, 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C.S., Walker, B., 2002. Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 31, 437–440. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.5.437>
- Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., Rockström, J., 2010. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- Fournier, P., 1996. Deux regards sur le travail ouvrier: À propos de Roy et Burawoy, 1945-1975. *Actes de la recherche en sciences sociales* n° 115, 80–93. <https://doi.org/10.3917/arss.p1996.115n1.0080>
- FranceAgriMer, 2019. La consommation de produits laitiers en 2019. <https://www.franceagrimer.fr/content/download/64897/document/STA-LAI-Consommation%20de%20produits%20laitiers%20en%202019.pdf>

- FranceAgriMer, 2020a. Données économiques, agricoles et alimentaires. Enquête mensuelle laitière.
- FranceAgriMer, 2020b. Les marchés des produits laitiers, carnés et avicoles. Bilan 2020. Perspectives 2021.
- FranceAgriMer, 2020c. Synthèse des enquêtes mensuelles laitières 2018-2020. Lait de vache biologique.
- FranceAgriMer, 2016. La filière du lait de vache biologique en France. <http://www.franceagrimer.fr/content/download/48651/466784/file/ETU-LAI-La%20fili%C3%A8re%20du%20lait%20de%20vache%20biologique%20en%20France%20-%202016.pdf>
- Frison, E.A., Cherfas, J., Hodgkin, T., 2011. Agricultural Biodiversity Is Essential for a Sustainable Improvement in Food and Nutrition Security. *Sustainability* 3, 238–253. <https://doi.org/10.3390/su3010238>
- Gallopín, G.C., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change* 16, 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>
- Garrido, A., 2016. *Agricultural Markets Instability: Revisiting the Recent Food Crises*, 1st ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315676265>
- Gaté, R., Latruffe, L., 2016. Difficultés rencontrées lors de la transmission d'exploitations agricoles. Le cas de la Bretagne. *economierurale* 5–24. <https://doi.org/10.4000/economierurale.4792>
- Gaudaré, U., Pellerin, S., Benoit, M., Durand, G., Dumont, B., Barbieri, P., Nesme, T., 2021. Comparing productivity and feed-use efficiency between organic and conventional livestock animals. *Environ. Res. Lett.* 16, 024012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd65e>
- Gaudin, A.C.M., Tolhurst, T.N., Ker, A.P., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R.C., Deen, W., 2015. Increasing Crop Diversity Mitigates Weather Variations and Improves Yield Stability. *PLoS ONE* 10, e0113261. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113261>
- Gauly, M., Bollwein, H., Breves, G., Brügemann, K., Dänicke, S., Daş, G., Demeler, J., Hansen, H., Isselstein, J., König, S., Lohölter, M., Martinsohn, M., Meyer, U., Potthoff, M., Sanker, C., Schröder, B., Wrage, N., Meibaum, B., von Samson-Himmelstjerna, G., Stinshoff, H., Wrenzycki, C., 2013. Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review. *animal* 7, 843–859. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002352>
- Gemmill-Herren, B., 2020. Closing the circle: an agroecological response to covid-19. *Agric Hum Values* 37, 613–614. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10097-7>
- Gerber, J.M., 1992. Farmer participation in research: A model for adaptive research and education. *am j alt ag* 7, 118. <https://doi.org/10.1017/S0889189300004628>
- Gillespie, J., Nehring, R., 2013. Comparing economic performance of organic and conventional U.S. beef farms using matching samples*: Organic and conventional U.S. beef farms. *Aust J Agric Resour Econ* 57, 178–192. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2012.00610.x>
- Goff, U.L., Monnier, A., Barjolle, D., J. Six, 2019. Etude de la résilience des exploitations agricoles vaudoises - Rapport de projet. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13502.74563>

- Gold, R.L., 1958. Roles in Sociological Field Observations. *Social Forces* 36, 217–223. <https://doi.org/10.2307/2573808>
- Gomes, D.C., Carvalho, C.M.G., Cubas, M.R., Carvalho, D.R., Malucelli, A., Zahra, F.M., 2018. Use of a Computational Tool to Support Content Analysis in Qualitative Research, in: Costa, A.P., Reis, L.P., Souza, F.N. de, Moreira, A. (Eds.), *Computer Supported Qualitative Research*. Springer International Publishing, Cham, pp. 112–120. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61121-1_10
- González-Quintero, C., Avila-Foucat, V.S., 2019. Operationalization and Measurement of Social-Ecological Resilience: A Systematic Review. *Sustainability* 11, 6073. <https://doi.org/10.3390/su11216073>
- Gosetti, G., 2017. Sustainable Agriculture and Quality of Working Life: Analytical Perspectives and Confirmation from Research. *Sustainability* 9, 1749. <https://doi.org/10.3390/su9101749>
- Green, F., 2010. Well-being, job satisfaction and labour mobility. *Labour Economics* 17, 897–903. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2010.04.002>
- Greenhill, J., King, D., Lane, A., MacDougall, C., 2009. Understanding Resilience In South Australian Farm Families. *Rural Society* 19, 318–325. <https://doi.org/10.5172/rsj.351.19.4.318>
- Greer, G., Kaye-Blake, W., Zellman, E., Parsonson-Ensor, C., 2008. Comparison of the financial performance of organic and conventional farms. *Journal of Organic Systems* 3, 11.
- Grémillet, A., Fosse, J., 2020. Les performances économiques et environnementales de l'agroécologie Note d'Analyse, France Stratégie, n°94, 12.
- Groot, J., Cortez-Arriola, J., Rossing, W., Améndola Massiotti, R., Tiftonell, P., 2016. Capturing Agroecosystem Vulnerability and Resilience. *Sustainability* 8, 1206. <https://doi.org/10.3390/su8111206>
- Guest, G., Namey, E., Mitchell, M., 2013. Chapter 3: Participant Observation., in: *Collecting Qualitative Data: A Field Manual for Applied Research*. London.
- Guiziou, F., 2020. Coronavirus À Brest, la ferme bio de Traon Bihan en mode drive. <https://www.ouest-france.fr/sante/virus/coronavirus/confinement/coronavirus-brest-la-ferme-bio-de-traon-bihan-en-mode-drive-6799048>
- Gunderson, L.H., Holling, C.S., 2012. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press : Made available through hoopla, United States.
- Guthman, J., 2004. The Trouble with “Organic Lite” in California: a Rejoinder to the “Conventionalisation” Debate. *Sociologia Ruralis* 44, 301–316. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2004.00277.x>
- Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M., Anderson, J.R., Lien, G. (Eds.), 2004. *Coping with risk in agriculture*, 2nd ed. CABI, Wallingford. <https://doi.org/10.1079/9780851998312.0000>
- Hardy, D., 2020. Naissance d'une coopérative du lait de brebis bio en Aveyron [WWW Document]. Réussir Pâtre. La revue des éleveurs de moutons. IDELE. URL <https://www.reussir.fr/patre/naissance-dune-cooperative-du-lait-de-brebis-bio-en-aveyron> (accessed 12.11.20).
- Harel, C., 2020. [Coronavirus] La Laiterie St-Père d'Agromousquetaires fait face à la crise. <https://www.lsa-conso.fr/coronavirus-la-laiterie-st-pere-d-agromousquetaires-fait-face-a-la-crise,346274>
- Hassan, E., 2005. Recall Bias can be a Threat to Retrospective and Prospective Research Designs. *The Internet Journal of Epidemiology*. 2005 Volume 3 Number 2..

- Heiberg, E.J., Syse, K.L., 2020. Farming autonomy: Canadian beef farmers reclaiming the grass through management-intensive grazing practices. *Org. Agr.* <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00291-6>
- Hernandez-Mendo, O., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M., 2007. Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90, 1209–1214. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71608-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71608-9)
- Hill, D.L., Wall, E., 2015. Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management. *Animal* 9, 138–149. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002456>
- Holling, C., 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1–23.
- Holling, C.S., 1996. Engineering Resilience versus Ecological Resilience 13.
- Holt-Giménez, E., 2002. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93, 87–105. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00006-3)
- Horrillo, A., Gaspar, P., Escribano, M., 2020. Organic Farming as a Strategy to Reduce Carbon Footprint in Dehesa agroecosystems: A Case Study Comparing Different Livestock Products. *Animals* 10, 162.
- Hosseini, S., Ivanov, D., Dolgui, A., 2019. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 125, 285–307. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.03.001>
- Hostiou, N., Dedieu, B., 2012. A method for assessing work productivity and flexibility in livestock farms. *Animal* 6, 852–862. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002084>
- Huet, E.K., Adam, M., Giller, K.E., Descheemaeker, K., 2020. Diversity in perception and management of farming risks in southern Mali. *Agricultural Systems* 184, 102905. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102905>
- IDELE, 2020a. IPAMPA. Visualiser l'indice IPAMPA sur idele.fr [WWW Document]. Institut de l'élevage idele. URL <http://idele.fr/services/outils/ipampa.html> (accessed 12.7.20).
- IDELE, 2020b. Observatoire de l'endettement et des trésoreries des élevages bovins - 2017/2019 29.
- IDELE, 2019. IPAMPA. Indices les plus volatiles- mise à jour août 2019.
- IDELE, 2018a. Les chiffres clés du GEB. Ovins 2018. Productions de lait et de viande.
- IDELE, 2018b. Coûts de production des exploitations laitières des Hauts de France en 2018.
- IDELE, 2006. Désaisonnement lumineux en élevage ovin: une opportunité?
- Ifejika Speranza, C., Wiesmann, U., Rist, S., 2014. An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social–ecological dynamics. *Global Environmental Change* 28, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.005>
- IFOAM, 2015. Principles of organic agriculture preamble. https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_english_web.pdf
- IFOAM, 2008. Definition of Organic Agriculture. https://archive.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/doa_french.pdf
- INP-ENSAT, 2019. Syllabus S5. Formation d'ingénieur par la voie étudiante, programme du semestre 5.
- INSEE, 2019. Insee Références. 17.2 Exploitations agricoles. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3676823?sommaire=3696937>

- International Monetary Fund, 2020. World economic outlook, The Great Lockdown. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/World-Economic-Outlook-April-2020-The-Great-Lockdown-49306>.
- IPCC, 2014. Climate change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for policy makers 34.
- IRI/CNIEL, 2020. Sales data (excluding cheese cutting and butchery) in supermarkets, hypermarkets, proxi stores and on the internet (e-commerce and drive).
- ITAB, 2021. RESILAIT : Résilience des systèmes laitiers biologiques ; optimisation des facteurs de compétitivité et mise au point de systèmes plus efficaces dans la gestion des risques à venir [WWW Document]. Itab, l'institut de l'agriculture et de l'alimentation biologiques. URL <http://itab.asso.fr/programmes/resilait.php>
- ITAB, 2017. RESILAIT : Résilience des systèmes laitiers biologiques ; optimisation des facteurs de compétitivité et mise au point de systèmes plus efficaces dans la gestion des risques à venir [WWW Document]. Institut Technique de l'Agriculture Biologique. URL <http://www.itab.asso.fr/programmes/resilait.php> (accessed 5.24.18).
- Jacobi, J., Schneider, M., Pillco Mariscal, M., Huber, S., Weidmann, S., Bottazzi, P., Rist, S., 2015. Farm Resilience in Organic and Nonorganic Cocoa Farming Systems in Alto Beni, Bolivia. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39, 798–823. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1039158>
- Janssen, S., van Ittersum, M.K., 2007. Assessing farm innovations and responses to policies: A review of bio-economic farm models. *Agricultural Systems* 94, 622–636. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2007.03.001>
- Jones, L., 2019. Resilience isn't the same for all: Comparing subjective and objective approaches to resilience measurement. *WIREs Clim Change* 10, e552. <https://doi.org/10.1002/wcc.552>
- Jones, L., d'Errico, M., 2019. Whose resilience matters? Like-for-like comparison of objective and subjective evaluations of resilience. *World Development* 124, 104632. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104632>
- Jones, L., Tanner, T., 2017. 'Subjective resilience': using perceptions to quantify household resilience to climate extremes and disasters. *Reg Environ Change* 17, 229–243. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0995-2>
- Jouan, J., Carof, M., Baccar, R., Bareille, N., Bastian, S., Brogna, D., Burgio, G., Couvreur, S., Cupiał, M., Dufrêne, M., Dumont, B., Gontier, P., Jacquot, A.-L., Kański, J., Magagnoli, S., Makulska, J., Pérès, G., Ridier, A., Salou, T., Sgolastra, F., Szeląg-Sikora, A., Tabor, S., Tombarkiewicz, B., Węglarz, A., Godinot, O., 2021. SEGAE: An online serious game to learn agroecology. *Agricultural Systems* 191, 103145. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103145>
- Jumba, F.R., Tibasiima, T., Byaruhanga, E., Aijuka, J., Pabst, H., Nakalanda, J.M., Kabaseke, C., 2020. COVID 19: Lets act now: the urgent need for upscaling agroecology in Uganda (2020). *International Journal of Agricultural Sustainability* 1–7. <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1794428>
- Kangogo, D., Dentoni, D., Bijman, J., 2020. Determinants of Farm Resilience to Climate Change: The Role of Farmer Entrepreneurship and Value Chain Collaborations. *Sustainability* 12, 868. <https://doi.org/10.3390/su12030868>
- Kaseva, J., Himanen, S.J., Kahiluoto, H., 2019. Managing diversity for food system resilience, in: *Advances in Food Security and Sustainability*. Elsevier, pp. 1–32. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2019.07.001>

- Kerner, D., Thomas, J., 2014. Resilience Attributes of Social-Ecological Systems: Framing Metrics for Management. *Resources* 3, 672–702. <https://doi.org/10.3390/resources3040672>
- Klein, C.T.F., Helweg-Larsen, M., 2002. Perceived Control and the Optimistic Bias: A Meta-Analytic Review. *Psychology & Health* 17, 437–446. <https://doi.org/10.1080/0887044022000004920>
- Knickel, K., Redman, M., Darnhofer, I., Ashkenazy, A., Calvão Chebach, T., Šūmane, S., Tisenkopfs, T., Zemeckis, R., Atkociuniene, V., Rivera, M., Strauss, A., Kristensen, L.S., Schiller, S., Koopmans, M.E., Rogge, E., 2018. Between aspirations and reality: Making farming, food systems and rural areas more resilient, sustainable and equitable. *Journal of Rural Studies* 59, 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.012>
- Krosnick, J.A., Holbrook, A.L., Berent, M.K., Carson, R.T., Hanemann, W.M., Kopp, R.J., Mitchell, R.C., Presser, S., Ruud, P.A., Smith, V.K., Moody, W.R., Green, M.C., Conaway, M., 2001. The Impact of “No Opinion” Response Options on Data Quality. *Public Opinion Quarterly* 66, 371–403. <https://doi.org/10.1086/341394>
- Kuhmonen, I., 2020. The resilience of Finnish farms: Exploring the interplay between agency and structure. *Journal of Rural Studies* 80, 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.10.012>
- Kummer, S., Milestad, R., Leitgeb, F., Vogl, C.R., 2012. Building Resilience through Farmers’ Experiments in Organic Agriculture: Examples from Eastern Austria. *Sustainable Agriculture Research* 1, 308. <https://doi.org/10.5539/sar.v1n2p308>
- La Volonté Paysanne, 2019. Plateau du Larzac et attaques de loup : expliquer la réalité du métier d’éleveur. https://www.lavolontepaysanne.fr/fr/detail-vp/vp01082019_plateau-du-larzac-et-attaques-de-loup-_IDVP28999.php#
- Lade, S.J., Tavoni, A., Levin, S.A., Schlüter, M., 2013. Regime shifts in a social-ecological system. *Theor Ecol* 6, 359–372. <https://doi.org/10.1007/s12080-013-0187-3>
- Ladepeche, 2019. URL <https://www.ladepeche.fr/2019/12/03/taxe-gafa-roquefort-yaourts-washington-menace-de-surtaxer-des-produits-francais-jusqua-100,8578638.php>
- Landais, E., 1999. Agriculture durable et plurifonctionnalité de l’agriculture. *Fourrages* 317–331.
- Lê Cao, K.-A., Rohart, F., González, I., Déjan, S., 2011. . mixOmics: Omics Data Integration Project. URL <http://mixomics.org/> (accessed 7.11.18).
- Lê Cao, K.-A., Rossouw, D., Robert-Granié, C., Besse, P., 2008. A Sparse PLS for Variable Selection when Integrating Omics Data. *Statistical Applications in Genetics and Molecular Biology* 7. <https://doi.org/10.2202/1544-6115.1390>
- Le Fur, E., 2020. Covid-19 Biocoop accélère le déploiement du click & collect. <https://www.lineaires.com/la-distribution/covid-19-biocoop-accelere-le-deploiement-du-click-collect>
- Le Viol, C.L., 2019. L’alimentation animale bio manque de matières premières. *Réussir Porc* 3.
- 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. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002845>
- Leprince, C., 2020. Résilience par temps de pandémie : la politique de la prime aux super-héros ? *France Culture. Savoirs*. <https://www.franceculture.fr/societe/resilience-par-temps-de-pandemie-la-politique-de-la-prime-aux-super-heros>

- Les Echos, 2017. Bio: mort programmée pour les aides au maintien. Le retrait de l'Etat du co-financement des aides au maintien met en péril les subventions européennes. De quoi faire hurler la filière.
- Leslie, P., McCabe, J.T., 2013. Response Diversity and Resilience in Social-Ecological Systems. *Current Anthropology* 54, 114–143. <https://doi.org/10.1086/669563>
- Levi, L., Latruffe, L., Ridier, A., 2019. Farm performance and investment decisions: evidence from the French (Brittany) dairy sector 29.
- Li, M., Peterson, C.A., Tautges, N.E., Scow, K.M., Gaudin, A.C.M., 2019. Yields and resilience outcomes of organic, cover crop, and conventional practices in a Mediterranean climate. *Sci Rep* 9, 12283. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48747-4>
- Lin, B.B., 2011. Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *BioScience* 61, 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- Linstädter, A., Kuhn, A., Naumann, C., Rasch, S., Sandhage-Hofmann, A., Amelung, W., Jordaan, J., Du Preez, C.C., Bollig, M., 2016. Assessing the resilience of a real-world social-ecological system: lessons from a multidisciplinary evaluation of a South African pastoral system. *E&S* 21, art35. <https://doi.org/10.5751/ES-08737-210335>
- Longépée, E., 2015. La résilience des systèmes socio-écologiques des États atolliens dans le contexte du changement climatique: le cas de Kiribati (Pacifique Sud) 501. Thèse de doctorat.
- Loubère, L., Ratinaud, P., 2014. Documentation IRaMuTeQ 0.6 alpha 3 version 0.1.
- Louvrier, J., Duchamp, C., Lauret, V., Marboutin, E., Cubaynes, S., Choquet, R., Miquel, C., Gimenez, O., 2018. Mapping and explaining wolf recolonization in France using dynamic occupancy models and opportunistic data. *Ecography* 41, 647–660. <https://doi.org/10.1111/ecog.02874>
- Lund, V., 2007. The science of organic farming. 4.4.7 Livestock, in: Lockeretz, W. (Ed.), *Organic Farming: An International History*. CABI, Wallingford, UK ; Cambridge, MA, p. 63.
- Lund, V., Algers, B., 2003. Research on animal health and welfare in organic farming—a literature review. *Livestock Production Science* 80, 55–68. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00321-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00321-4)
- Lunner Kolstrup, C., Kallioniemi, M., Lundqvist, P., Kymäläinen, H.-R., Stallones, L., Brumby, S., 2013. International Perspectives on Psychosocial Working Conditions, Mental Health, and Stress of Dairy Farm Operators. *Journal of Agromedicine* 18, 244–255. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2013.796903>
- Lyon, C., Parkins, J.R., 2013. Toward a Social Theory of Resilience: Social Systems, Cultural Systems, and Collective Action in Transitioning Forest-Based Communities: Social Systems and Cultural Systems. *Rural Sociol* 78, 528–549. <https://doi.org/10.1111/ruso.12018>
- Madeline, L., Vallas, M., 2018. [Optialibio] L'autonomie alimentaire des élevages bovins en AB. http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/optialibio-lautonomie-alimentaire-des-elevages-bovins-en-ab.html
- Madelrieux, S., Dedieu, B., 2008. Qualification and assessment of work organisation in livestock farms. *Animal* 2, 435–446. <https://doi.org/10.1017/S175173110700122X>
- Madelrieux, S., Dedieu, B., Dobremez, L., 2006. ATELAGE : un modèle pour qualifier l'organisation du travail dans les exploitations d'élevage 12.
- Magrini, M.-B., Martin, G., Magne, M.-A., Duru, M., Couix, N., Hazard, L., Plumecocq, G., 2019. Agroecological transition from farms to territorialised agri-food systems: issues and

- drivers. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2>
- Malissiova, E., Tzora, A., Katsioulis, A., Hatzinikou, M., Tsakalof, A., Arvanitoyannis, I.S., Govaris, A., Hadjichristodoulou, C., 2015. Relationship between production conditions and milk gross composition in ewe's and goat's organic and conventional farms in central Greece 14.
- Mallak, L., 1998. Putting Organizational Resilience to Work. *Industrial Management* 9.
- Mallick, B., 2019. The Nexus between Socio-Ecological System, Livelihood Resilience, and Migration Decisions: Empirical Evidence from Bangladesh. *Sustainability* 11, 3332. <https://doi.org/10.3390/su11123332>
- Manuelian, C.L., Penasa, M., Righi, F., Marchi, M.D., 2020. Organic Livestock Production: A Bibliometric Review 17.
- Mariette, M., 2021. Entre trayeuses laser et revenus de misère, la course infernale des producteurs de lait. *Le monde diplomatique* 14–15.
- Marschke, M.J., Berkes, F., 2006. Exploring Strategies that Build Livelihood Resilience: a Case from Cambodia. *E&S* 11, art42. <https://doi.org/10.5751/ES-01730-110142>
- Martin, G., Felten, B., Duru, M., 2011. Forage rummy: A game to support the participatory design of adapted livestock systems. *Environmental Modelling & Software* 26, 1442–1453. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.08.013>
- Martin, G., Magne, M.-A., San Cristobal, M., 2017. An Integrated Method to Analyze Farm Vulnerability to Climatic and Economic Variability According to Farm Configurations and Farmers' Adaptations. *Frontiers in Plant Science* 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01483>
- Mathijs, E., Wauters, E., 2020. Making Farming Systems Truly Resilient. *EuroChoices* 19, 72–76. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12287>
- Matsushita, K., Yamane, F., Asano, K., 2016. Linkage between crop diversity and agro-ecosystem resilience: Nonmonotonic agricultural response under alternate regimes. *Ecological Economics* 126, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.03.006>
- Maucorps, A., Münch, A., Brkanovic, S., Schuh, B., 2019. The EU farming employment: current challenges and future prospects 122.
- Maxwell, S., 1986. Farming systems research: Hitting a moving target. *World Development* 14, 65–77. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(86\)90096-3](https://doi.org/10.1016/0305-750X(86)90096-3)
- Meijman, T.F., 1997. Mental fatigue and the efficiency of information processing in relation to work times. *International Journal of Industrial Ergonomics* 20, 31–38. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(96\)00029-7](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00029-7)
- Meuwissen, M., Paas, W., Slijper, T., Coopmans, I., Ciechomska, A., Deckers, J., Vroege, W., Mathijs, E., Kopainsky, B., Herrera, H., Finger, R., Mey, Y.D., Poortvliet, P.M., Nicholas-Davies, P., Vigani, M., Maye, D., Urquhart, J., Balmann, A., Appel, F., Termeer, K., Feindt, P., Candell, J., Tichit, M., Accatino, F., Senni, S., Wauters, E., Bardají, I., Soriano, B., Lagerkvist, C.-J., Manevska-Tasevska, G., Hansson, H., Gavrilescu, C., Reidsma, P., 2020. Report on resilience framework for EU agriculture Work Performed by P1 (WU) in cooperation with all partners 28.
- Meuwissen, M.P.M., Feindt, P.H., Slijper, T., Spiegel, A., Finger, R., de Mey, Y., Paas, W., Termeer, K.J.A.M., Poortvliet, P.M., Peneva, M., Urquhart, J., Vigani, M., Black, J.E., Nicholas-Davies, P., Maye, D., Appel, F., Heinrich, F., Balmann, A., Bijttebier, J., Coopmans, I., Wauters, E., Mathijs, E., Hansson, H., Lagerkvist, C.J., Rommel, J., Manevska-Tasevska, G., Accatino, F., Pineau, C., Soriano, B., Bardaji, I., Severini, S.,

- Senni, S., Zinnanti, C., Gavrilescu, C., Bruma, I.S., Dobay, K.M., Matei, D., Tanasa, L., Voicilas, D.M., Zawalińska, K., Gradziuk, P., Krupin, V., Martikainen, A., Herrera, H., Reidsma, P., 2021. Impact of Covid-19 on farming systems in Europe through the lens of resilience thinking. *Agricultural Systems* 191, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103152>
- Meuwissen, M.P.M., Feindt, P.H., Spiegel, A., Termeer, C.J.A.M., Mathijs, E., Mey, Y. de, Finger, R., Balmann, A., Wauters, E., Urquhart, J., Vigani, M., Zawalińska, K., Herrera, H., Nicholas-Davies, P., Hansson, H., Paas, W., Slijper, T., Coopmans, I., Vroege, W., Ciechomska, A., Accatino, F., Kopainsky, B., Poortvliet, P.M., Candel, J.J.L., Maye, D., Severini, S., Senni, S., Soriano, B., Lagerkvist, C.-J., Peneva, M., Gavrilescu, C., Reidsma, P., 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems* 176, 102656. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102656>
- Meuwissen, M.P.M., Huirne, R.B.M., Hardaker, J.B., 2001. Risk and risk management: an empirical analysis of Dutch livestock farmers. *Livestock Production Science* 69, 43–53. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00247-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00247-5)
- Meybeck, A., Lankoski, J., Redfern, S., 2012. Building Resilience For Adaptation To Climate Change In The Agriculture Sector - Proceedings Of A Joint Fao/Oecd Workshop. FAO/OECD, Rome.
- Migliorini, P., Wezel, A., 2017. Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37, 63. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0472-4>
- Milestad, R., Darnhofer, I., 2003. Building Farm Resilience: The Prospects and Challenges of Organic Farming. *Journal of Sustainable Agriculture* 22, 81–97. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_09
- Milestad, R., Dedieu, B., Darnhofer, I., Bellon, S., 2012. Farms and farmers facing change: The adaptive approach, in: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 365–385. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_16
- Milestad, R., Hadatsch, S.K., 2003. Organic Farming and Social-Ecological Resilience: the Alpine Valleys of Sölktäler, Austria. *Conservation Ecology* 8. <https://doi.org/10.5751/ES-00584-080103>
- Ministère de l’agriculture et de l’alimentation, 2014. Référentiel du diplôme du brevet de technicien supérieur agricole option «Analyse, conduite et stratégie de l’entreprise agricole».
- Ministère de l’alimentation, de l’agriculture et de la pêche, 2017. Référentiel de Brevet professionnel option “Responsable d’entreprise agricole.”
- Mohammad, A.H., Ghwanmeh, S., Al-Ibrahim, A., 2014. Establishing Effective Guidelines to avoid Failure and Reducing Risk in E- Business 5.
- Moraine, M., Melac, P., Ryschawy, J., Duru, M., Therond, O., 2017. A participatory method for the design and integrated assessment of crop-livestock systems in farmers’ groups. *Ecological Indicators* 72, 340–351. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.012>
- Morel, K., 2018. Installation collective néo-paysanne: Ensemble vers d’autres modèles. *Pour* N° 234-235, 153–161. <https://doi.org/10.3917/pour.234.0153>
- Moulin, C.-H., Ingrand, S., Lasseur, J., Madelrieux, S., Napoléone, M., Pluvinage, J., Thénard, V., 2008. Comprendre et analyser les changements d’organisation et de conduite de l’élevage dans un ensemble d’exploitations : propositions méthodologiques 3.

- MSP, 2008. Ministère de la Sécurité publique (MSP), 2008, Concepts de base en sécurité civile, [WWW Document]. URL www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/concepts_base.pdf
- Mundler, P., Laurent, C., 2003. Flexibilité du travail en agriculture : méthodes d'observation et évolutions en cours. *Ruralia*.
- Musset, M.-A., 2011. Elevage biologique ovin lait : Les clés de conduite du troupeau pour une reproduction réussie (2011). *GTI MAGAZINE* 6–10.
- Mzoughi, N., 2014. Do organic farmers feel happier than conventional ones? An exploratory analysis. *Ecological Economics* 103, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.015>
- Nickerson, R.S., 1998. Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology* 2, 175–220. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175>
- Nozieres-Petit, M.-O., Weller, J., Garde, L., Meuret, M., Bataille, J.-F., Morin, E., Moulin, C.-H., 2017. Impact de la mise en oeuvre de moyens de protection des troupeaux dans les élevages ovins face à l'arrivée de loups dans le sud de l'Aveyron. *Inra*.
- Nutribio, 2015. Nutribio (Groupe Sodiaal) et l'entreprise chinoise Century International Trading (CIT) signent un accord de distribution de Nactalia Organic sur le marché chinois.
- Olesen, J.E., Bindi, M., 2002. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16, 239–262. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00004-7)
- Oliveira, M., Bitencourt, C.C., Santos, A.C.M.Z. dos, Teixeira, E.K., 2015. Thematic Content Analysis: Is There a Difference Between the Support Provided by the MAXQDA® and NVivo® Software Packages? *REA* 9, 72. <https://doi.org/10.5902/1983465911213>
- Ostrom, E., 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science* 325, 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Ouvrard, N., Gerbod, C., Marchand, N., Omnès, G., Tillier, C., 2020. La filière bio parie sur une dynamique renforcée par la crise du Covid-19. <https://www.reussir.fr/bio/la-filiere-bio-parie-sur-une-dynamique-renforcee-par-la-crise-du-covid-19>.
- Pechuzal, Y., 2017. Observatoire des coûts de production du lait de vache biologique [WWW Document]. Institut de l'élevage. URL <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/inosys-reseaux-delevage/publication/idelesolr/recommends/observatoire-des-couts-de-production-du-lait-de-vache-biologique-en-conjoncture-2016.html>
- Perrin, A., Cristobal, M.S., Milestad, R., Martin, G., 2020. Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agricultural Systems* 183, 102875. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102875>
- Perrot, C., Chatellier, V., Gouin, D.-M., Richard, M., You, G., 2018a. Le secteur laitier français est-il compétitif face à la concurrence européenne et mondiale ? 20.
- Perrot, C., Le Doare, C., Depeyrot, J.-N., 2018b. Exploitations laitières françaises : une diversité en mouvement. Presented at the Rencontres Recherche Ruminants.
- Peterson, C.A., Eviner, V.T., Gaudin, A.C.M., 2018. Ways forward for resilience research in agroecosystems. *Agricultural Systems* 162, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.011>
- Picasso, V.D., Casler, M.D., Undersander, D., 2019. Resilience, Stability, and Productivity of Alfalfa Cultivars in Rainfed Regions of North America. *Crop Science* 59, 800–810. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.06.0372>

- Pichler, A., Miramonte, E., 2017. La planète lait. Magnetfilm.
- Pinson, V., 2019. Lait de vache : les substituts gagnent du terrain en UE [WWW Document]. Les marchés. Le média de l'alimentaire. URL <https://www.reussir.fr/lesmarches/lait-de-vache-les-substituts-gagnent-du-terrain-en-ue> (accessed 12.8.20).
- Poirot, M., 2007. L'organisant de la résilience individuelle au travail : premiers éléments d'analyse 14.
- Porter, J.R., Howden, M., Smith, P., 2017. Considering agriculture in IPCC assessments. *Nature Clim Change* 7, 680–683. <https://doi.org/10.1038/nclimate3404>
- Prieto, I., Violle, C., Barre, P., Durand, J.-L., Ghesquiere, M., Litrico, I., 2015. Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. *Nature Plants* 1, 15033. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.33>
- Pruilh, C., 2020. [Covid-19] Les consommateurs achètent bio et notre gamme Merci.
- Quandt, A., 2018. Measuring livelihood resilience: The Household Livelihood Resilience Approach (HLRA). *World Development* 107, 253–263.
- Quinlan, A.E., Berbés-Blázquez, M., Haider, L.J., Peterson, G.D., 2016. Measuring and assessing resilience: broadening understanding through multiple disciplinary perspectives. *Journal of Applied Ecology* 53, 677–687. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12550>
- Ramos García, M., Guzmán, G.I., González De Molina, M., 2018. Dynamics of organic agriculture in Andalusia: Moving toward conventionalization? *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42, 328–359. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1394415>
- Raphael, K., 1987. Recall Bias: A Proposal for Assessment and Control. *Int J Epidemiol* 16, 167–170. <https://doi.org/10.1093/ije/16.2.167>
- Reidsma, P., Spiegel, A., Paas, W., Accatino, F., Antonioli, F., Appel, F., Bardají, I., Berry, R., Bertolozzi, D., Bijttebier, J., Black, J., Buitenhuis, Y., Coopmans, I., Courtney, P., Feindt, P., Gavrilescu, C., Hansson, H., Jendrzewski, B., Khafagy, A., Krupin, V., Lagerkvist, C.-J., Larson, S., Lievens, E., Mathijs, E., Manevska-Tasevska, G., Maye, D., Ollendorf, F., Peneva, M., Pettit, A., Pinsard, C., Rommel, J., Senni, S., Severini, S., Slijper, T., Soriano, B., Urquhart, J., Valchovska, S., Vigani, M., Wauters, E., Zawalińska, K., Meuwissen, M., 2019. D5.3 Resilience assessment of current farming systems across the European Union.
- Reissig, L., Kohler, A., Rossier, R., 2016. Workload on organic and conventional family farms in Switzerland. *Org. Agr.* 6, 225–242. <https://doi.org/10.1007/s13165-015-0131-5>
- République Française, 2021. Smic (Salaire minimum de Croissance). Vérifié le 01 janvier 2021- Direction de l'information légale et administrative (Premier ministre). [WWW Document]. Service-public.fr. Le site officiel de l'administration française. URL <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F2300>
- Résilait consortium, 2017. Comptes rendus de focus groupes sur les risques en élevage bovin laitier bio. Focus group reports on risks for organic dairy cattle farms. Internal project report.
- Resilience Alliance, 2020. Resilience Alliance [WWW Document]. URL <https://www.resalliance.org/> (accessed 12.16.20).
- Réussir, 2020. Circuits courts Les ventes du réseau « « Invitation à la Ferme » en forte progression en période de confinement. <https://www.reussir.fr/confinement-les-ventes-la-ferme-du-reseau-invitation-la-ferme-en-forte-progression>.
- Rist, L., Felton, A., Nyström, M., Troell, M., Sponseller, R.A., Bengtsson, J., Österblom, H., Lindborg, R., Tidåker, P., Angeler, D.G., Milestad, R., Moen, J., 2014. Applying resilience

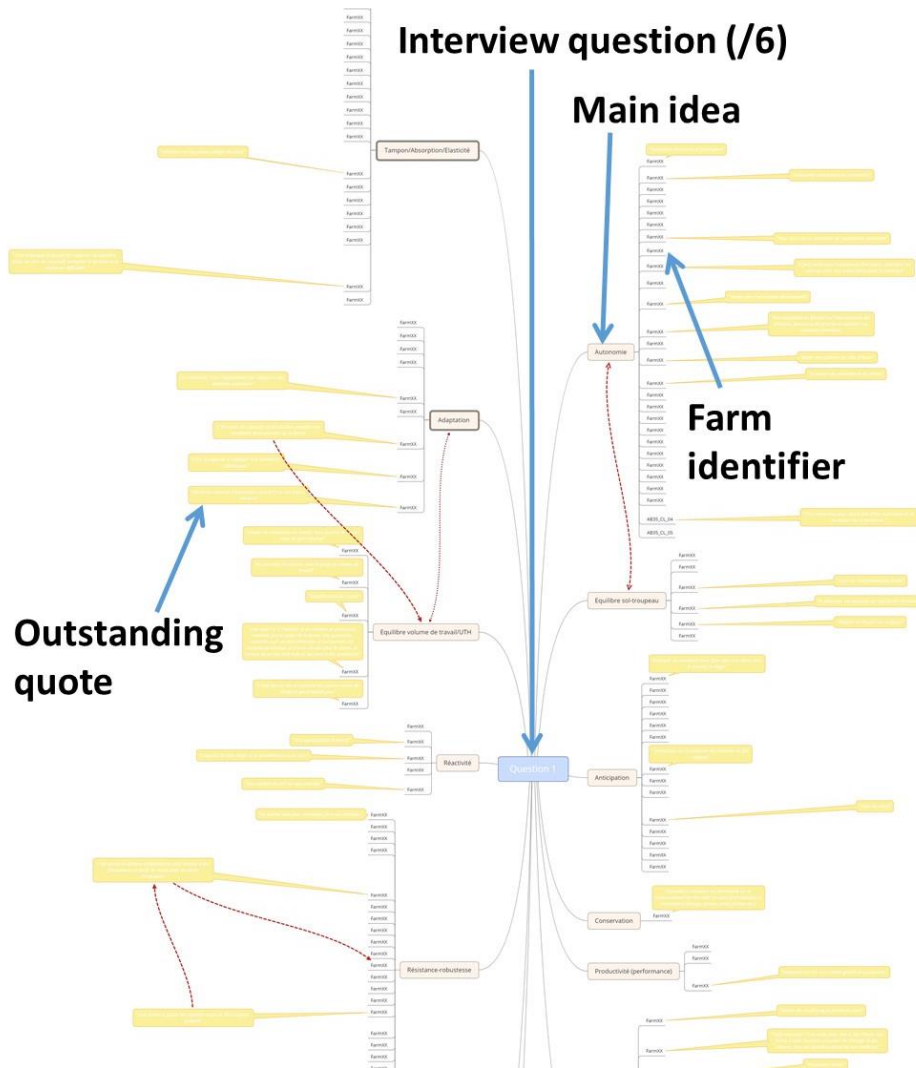
- thinking to production ecosystems. *Ecosphere* 5, art73. <https://doi.org/10.1890/ES13-00330.1>
- Rohart, F., 2016. Multiple Hypothesis Testing for Variable Selection. *Aust. N. Z. J. Stat.* 58, 245–267. <https://doi.org/10.1111/anzs.12157>
- Rojas-Downing, M.M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., Woznicki, S.A., 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management* 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Roullaud, É., 2010. La grève « européenne » du lait de 2009 : réorganisation des forces syndicales sur fond de forte dérégulation du secteur. *Savoir/Agir* 12, 111. <https://doi.org/10.3917/sava.012.0111>
- Ryan Vroegindewey, Jennifer Hodbod, 2018. Resilience of Agricultural Value Chains in Developing Country Contexts: A Framework and Assessment Approach. *Sustainability* 10, 916. <https://doi.org/10.3390/su10040916>
- Ryschawy, J., Martin, G., Moraine, M., Duru, M., Therond, O., 2017. Designing crop–livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? *Nutr Cycl Agroecosyst* 108, 5–20. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9815-9>
- Santé publique France, 2020. Confinement quelles conséquences sur les habitudes alimentaires? <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2020/confinement-queelles-consequences-sur-les-habitudes-alimentaires>
- Schnyder, H., European Grassland Federation (Eds.), 2010. Grassland in a changing world: proceedings of the 23th general meeting of the European Grassland Federation Kiel, Germany, August 29th - September 2nd 2010.
- Schulte, H.D., Musshoff, O., Meuwissen, M.P.M., 2018. Considering milk price volatility for investment decisions on the farm level after European milk quota abolition. *Journal of Dairy Science* 101, 7531–7539. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14305>
- Sénat, 2019. Retard de paiement des aides à l’agriculture biologique [WWW Document]. Sénat. Un site au service des citoyens. URL <https://www.senat.fr/questions/base/2019/qSEQ190309514.html>
- Servière, G., Chauvat, S., Hostiou, N., Cournut, S., 2019. Le travail en élevage et ses mutations. *INRA Prod. Anim.* 32, 13–24. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.1.2418>
- Sharma, A., Rangarajan, D., Paesbrugge, B., 2020. Increasing resilience by creating an adaptive salesforce. *Industrial Marketing Management* 88, 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.05.023>
- Shelley, M., Krippendorff, K., 1984. Content Analysis: An Introduction to its Methodology. *Journal of the American Statistical Association* 79, 240. <https://doi.org/10.2307/2288384>
- Silguy, C. de, 1998. L’agriculture biologique, 3ième éd. ed, Que sais-je? Presses universitaires de France, Paris.
- Silva, A.R.A., Silva, M.M.N., Ribeiro, B.D., 2020. Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International* 131, 108972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972>
- Simon, M., Houghton, S.M., Aquino, K., 1999. Cognitive biases, risk perception, and venture formation: how individuals decide to start companies 22.
- Sina, D., Chang-Richards, A.Y., Wilkinson, S., Potangaroa, R., 2019. A conceptual framework for measuring livelihood resilience: Relocation experience from Aceh, Indonesia. *World Development* 117, 253–265. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.01.003>

- Sinclair, K., Curtis, A., Mendham, E., Mitchell, M., 2014. Can resilience thinking provide useful insights for those examining efforts to transform contemporary agriculture? *Agric Hum Values* 31, 371–384. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9488-4>
- Sligh, M., Cierpka, T., 2007. Organic Values, in: Lockeretz, W. (Ed.), *Organic Farming: An International History*. CABI, Wallingford, UK ; Cambridge, MA, p. 30.
- Soteriades, A.D., Stott, A.W., Moreau, S., Charroin, T., Blanchard, M., Liu, J., Favardin, P., 2016. The Relationship of Dairy Farm Eco-Efficiency with Intensification and Self-Sufficiency. Evidence from the French Dairy Sector Using Life Cycle Analysis, Data Envelopment Analysis and Partial Least Squares Structural Equation Modelling. *PLoS ONE* 11, e0166445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166445>
- Spelle, C., Daudé, C., 2019. Chiffres clés 2017 Des produits sous signes de la qualité et de l'origine. Produits laitiers AOP et IGP. Version corrigée de juin 2019. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewidsqKl35jAhUBDmMBHT8mDt4QFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ina.o.gouv.fr%2Fcontent%2Fdownload%2F2671%2F25165%2Fversion%2F%2Ffile%2FRectif%25202019_Cnaol%2520Chiffres%2520Cles%25202017_BD.pdf&usq=AOvVaw2MDYJYOIUcTv1JMA5mjEUh
- Spellman, K.V., 2015. Educating for resilience in the North: building a toolbox for teachers. *E&S* 20, art46. <https://doi.org/10.5751/ES-07243-200146>
- Spiegel, A., Slijper, T., Mey, Y.D., Poortvliet, M., Hansson, H., Vigani, M., Soriano, B., Appel, F., Antonioli, F., Harizanova, H., Krupin, V., Neumeister, D., Meuwissen, M., 2020. D2.1. Report on farmers' perceptions of risk and resilience capacities – a comparison across EU farmers 84.
- Stephens, E.C., Martin, G., van Wijk, M., Timsina, J., Snow, V., 2020. Editorial: Impacts of COVID-19 on agricultural and food systems worldwide and on progress to the sustainable development goals. *Agricultural Systems* 183, 102873. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102873>
- Stinner, D., 2007. The science of organic farming, in: Lockeretz, W. (Ed.), *Organic Farming: An International History*. CABI, Wallingford, UK ; Cambridge, MA, p. 40.
- Stock, P.V., Forney, J., 2014. Farmer autonomy and the farming self. *Journal of Rural Studies* 36, 160–171. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.07.004>
- Stotten, R., 2020. The role of farm diversification and peasant habitus for farm resilience in mountain areas: the case of the Ötztal valley, Austria. *IJSE ahead-of-print*. <https://doi.org/10.1108/IJSE-12-2019-0756>
- Šūmane, S., Kunda, I., Knickel, K., Strauss, A., Tisenkopfs, T., Rios, I. des I., Rivera, M., Chebach, T., Ashkenazy, A., 2018. Local and farmers' knowledge matters! How integrating informal and formal knowledge enhances sustainable and resilient agriculture. *Journal of Rural Studies* 59, 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.020>
- Sundkvist, Å., Milestad, R., Jansson, A., 2005. On the importance of tightening feedback loops for sustainable development of food systems. *Food Policy* 30, 224–239. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.02.003>
- SURE-Farm, 2021. SURE Farm-About [WWW Document]. SURE Farm. URL <https://www.surefarmproject.eu/about/at-a-glance/> (accessed 1.22.21).
- Szymczak, L.S., Carvalho, P.C. de F., Lurette, A., Moraes, A. de, Nunes, P.A. de A., Martins, A.P., Moulin, C.-H., 2020. System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. *Agricultural Systems* 184, 102904. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102904>

- Tanner, T., Lewis, D., Wrathall, D., Bronen, R., Cradock-Henry, N., Huq, S., Lawless, C., Nawrotzki, R., Prasad, V., Rahman, M.A., Alaniz, R., King, K., McNamara, K., Nadiruzzaman, M., Henly-Shepard, S., Thomalla, F., 2015. Livelihood resilience in the face of climate change. *Nature Climate Change* 5, 23–26. <https://doi.org/10.1038/nclimate2431>
- Tenenhaus, M., 1998. *La régression PLS: théorie et pratique*. Editions Technip, Paris.
- Tittonell, P., 2020. Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems* 184, 102862. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102862>
- Todman, L.C., Fraser, F.C., Corstanje, R., Deeks, L.K., Harris, J.A., Pawlett, M., Ritz, K., Whitmore, A.P., 2016. Defining and quantifying the resilience of responses to disturbance: a conceptual and modelling approach from soil science. *Scientific Reports* 6. <https://doi.org/10.1038/srep28426>
- Toro-Mujica, P., García, A., Aguilar, C., Vera, R., Perea, J., Angón, E., 2015. Economic Sustainability of Organic Dairy Sheep Systems in Central Spain. *Italian Journal of Animal Science* 14. <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3625>
- Toro-Mujica, P., García, A., Gómez-Castro, A., Perea, J., Rodríguez-Estévez, V., Angón, E., Barba, C., 2012. Organic dairy sheep farms in south-central Spain: Typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research* 104, 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.005>
- Toro-Mujica, P., García, A., Gómez-Castro, A.G., Acero, R., Perea, J., Rodríguez-Estévez, V., Aguilar, C., Vera, R., 2011. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research* 100, 89–95. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.06.008>
- Toro-Mujica, P., García, A., Perea, J., de Pablos-Heredero, C., Barba, C., 2014. A sustainability assessment of organic dairy sheep systems in castilla la mancha (spain) 11.
- Tzouramani, I., 2011. An assessment of the economic performance of organic dairy sheep farming in Greece. *Livestock Science* 7.
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., Huyghe, C., 2016. Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>
- Vaarst, M., Alrøe, H.F., 2012. Concepts of Animal Health and Welfare in Organic Livestock Systems 15.
- Verhulst, N., Carrillo-García, A., Moeller, C., Trethowan, R., Sayre, K.D., Govaerts, B., 2011. Conservation agriculture for wheat-based cropping systems under gravity irrigation: increasing resilience through improved soil quality. *Plant Soil* 340, 467–479. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0620-y>
- Vial, M., 2017. Etat des lieux des fermes ovins lait bio en Aveyron [WWW Document]. *Produire Bio*. URL <https://www.produire-bio.fr/articles-pratiques/etat-lieux-fermes-ovins-lait-bio-aveyron/>.
- Vogt, G., 2007. The origins of organic farming, in: Lockeretz, W. (Ed.), *Organic Farming: An International History*. CABI, Wallingford, UK ; Cambridge, MA, p. 9.
- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R., Kinzig, A.P., 2004. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society* 9. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- Walker, B.H., Carpenter, S.R., Rockstrom, J., Crépin, A.-S., Peterson, G.D., 2012. Drivers, “Slow” Variables, “Fast” Variables, Shocks, and Resilience. *E&S* 17, art30. <https://doi.org/10.5751/ES-05063-170330>

- Washburn, S.P., White, S.L., Green, J.T., Benson, G.A., 2002. Reproduction, Mastitis, and Body Condition of Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows in Confinement or Pasture Systems. *Journal of Dairy Science* 85, 105–111. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74058-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74058-7)
- White, S.L., Benson, G.A., Washburn, S.P., Green, J.T., 2002. Milk Production and Economic Measures in Confinement or Pasture Systems Using Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows. *Journal of Dairy Science* 85, 95–104. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74057-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74057-5)
- Wojtkowiak, S., Nyakairu, F., 2016. RIMA-II: Une version améliorée du modèle de mesure et d'analyse de l'indice de résilience – RIMA (Resilience Index Measurement and Analysis) 4.
- Worstell, J., 2020. Ecological Resilience of Food Systems in Response to the COVID-19 Crisis. *J. Agric. Food Syst. Community Dev.* 1–8. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2020.093.015>

1 Annexe 1 : Matériel supplémentaire du chapitre 1



This kind of mind map, drawn for each of the six questions, provided a useful initial overview of the main perspectives. The same person made the mind maps and decided how to organize the main ideas from transcripts of the interviews. The main ideas grouped farmers' discourses based on nearby lexical fields, and the outstanding quotes were selected for their ability to summarise the main ideas well. As some farmer responses during the interview corresponded to a previous question or were redundant, the entire corpus was encoded after this mind-mapping step using the categories that resulted from the pre-analysis phase.

2 Annexe 2: Matériel supplémentaire du chapitre 3

Overview of statistical analysis

Initial Data set:

The following table presents the initial dataset. Each row contains the values for each variable, for each period identified on each farm.

Farm code	Year	Period	Var1	Var2	...	OverallSat
F1		CP				
F1		IP1				
F1		IP2				
F1		FP				
F2		CP				
F2		FP				
...						
F36		CP				
F36		FP				

Table 1: Initial dataset. Var is an abbreviation for 'Variable'

Calculation of slopes and intercepts values:

The initial dataset is used to calculate the slope and intercept values for each variable and for each farm (i.e. 'Ev.+variable name' for slopes and 'I.+variable name' for intercepts).

These values are compiled in a table similar to the table below:

Values at the final period							Slopes			Intercepts		
Farm code	Year	Period	Var1	Var2	...	OverallSat	Ev.Var1	...	Ev.OverallSat	I.Var1	...	I.OverallSat
F1		FP										
F2		FP										
F3		FP										
...		FP										
F35		FP										
F36		FP										

Table 2: Dataset with slopes and intercepts. Var is an abbreviation for ‘Variable’

Values of slope and intercepts come from a linear regression using `lm()` function from *stats* package in R.

PLS and sPLS rounds

Table 2 is used for performing several rounds of PLS and SPLS (R code available below).

PLS enables to explain and predict the variable(s) of interest (in our case the variables related to farmers' satisfaction) by several explanatory variables (variables regarding farm structures and agricultural practices).

sPLS performed after one PLS enables to improve model quality.

This quality is assessed through the Q2 value.

PLS() and sPLS() functions come from *mixOmics* package in R

Results

PLS and sPLS results are compiled in a summary table (Below).

Details on PLS, sPLS and main results

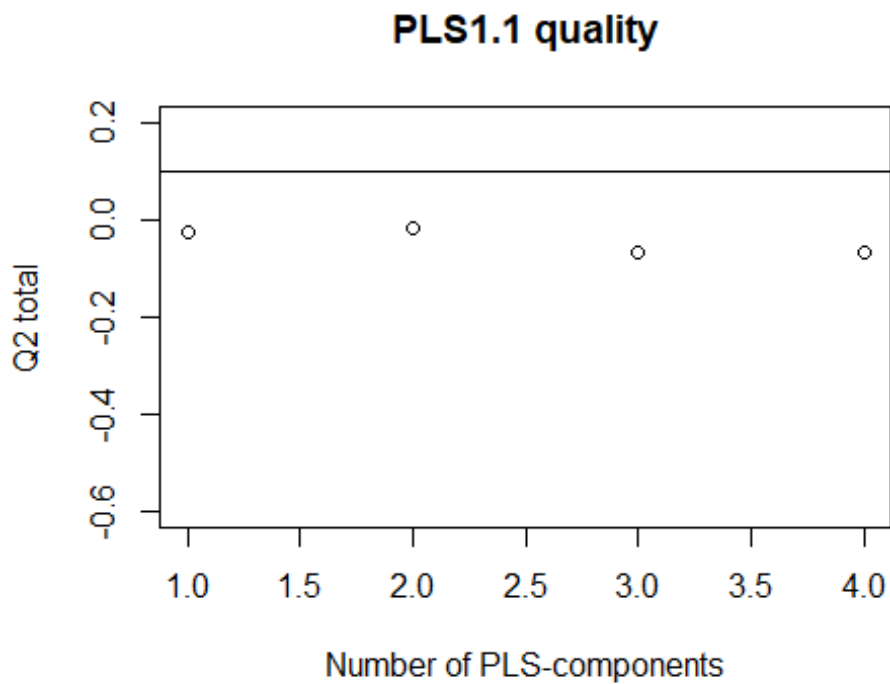
This second part of the appendix details the R code used for performing PLS and sPLS. A complete version of the R code used for the statistical analysis is available upon request to the authors.

The following R code proposes one example for performing one PLS and one sPLS.

R code. Example for PLS 1.1

For this example, explanatory variables are slopes and intercepts and interest variables are the four dimensions for the evolution of farmers' satisfaction.

```
X=as.matrix(Data3[,c("Ev.UAA", "Ev.AFL", "Ev.Crops", "Ev.Ewe", "Ev.EweProd", "Ev.Lambing", "Ev.Turnout", "Ev.GrazDur", "Ev.FullGrazDur", "Ev.GFeedDur", "Ev.ConcDist", "Ev.LU", "Ev.Pastures", "Ev.StockRate", "Ev.SSFod", "Ev.SSConc", "Ev.WorkLU", "Ev.WorkHa", "I.UAA", "I.AFL", "I.Crops", "I.Ewe", "I.EweProd", "I.Lambing", "I.Turnout", "I.GrazDur", "I.FullGrazDur", "I.GFeedDur", "I.ConcDist", "I.LU", "I.Pastures", "I.StockRate", "I.SSFod", "I.SSConc", "I.WorkLU", "I.WorkHa", "I.LandSat", "I.AnimSat", "I.EconSat", "I.SociSat")])  
  
#X is the matrix with explanatory variables  
  
Y=as.matrix(Data3[,c("Ev.LandSat", "Ev.AnimSat", "Ev.EconSat", "Ev.SociSat")])  
#Y is the matrix with interest variables  
  
pls = pls(X,Y, ncomp=4, mode="regression")  
  
# We perform the PLS to explain and predict Y thanks to X  
  
plotVar(pls,cex = c(3.5,3.5),title = "PLS1.1")  
  
# We plot variables to illustrate associations. The variables X and Y are represented through their projections onto the plane defined either by X-variables or Y-variables. The variables X and Y being assumed to be of unit variance, their projections are inside a circle of radius 1 centered at the origin called correlation circle. Strongly associated (or correlated) variables are projected in the same direction from the origin. The greater the distance from the origin the stronger the association. Two circumferences of radius 1 and 0.5 are plotted to reveal the correlation structure of the variables (http://mixomics.org/graphic/s/variable-plots/plotvar/).
```

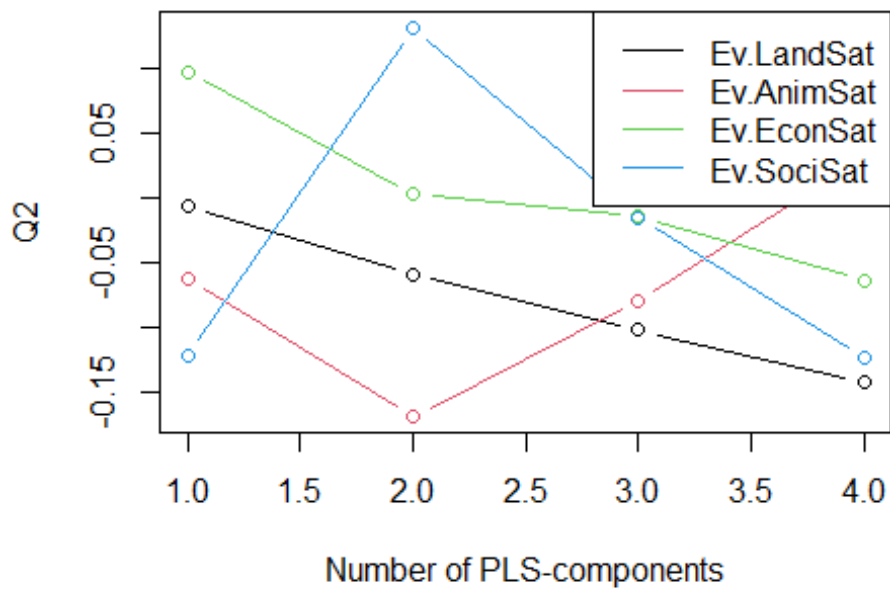



Overall quality of the model is below the ad hoc threshold of 0.0975.

```

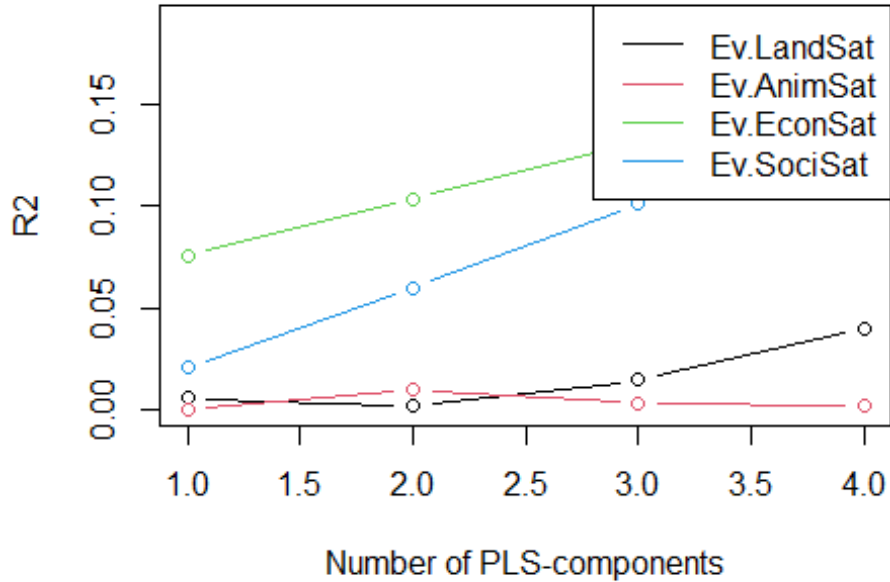
monplot <- function(X, nom){
  # X est une matrice (pex tune.pls$MSEP), nom est le nom a afficher en ordonnee (pex "MSEP")
  rang <- range(as.vector(X))
  plot(X[1,], ylim=rang, xlab="Number of PLS-components", ylab=nom, col=1, type="b")
  for (i in 2:nrow(X)) {
    lines(X[i,], col=i, type="b")
  }
  legend("topright", rownames(X), col=1:nrow(X), lty=rep(1,nrow(X)))
}
monplot(tune.pls$Q2, "Q2")

```



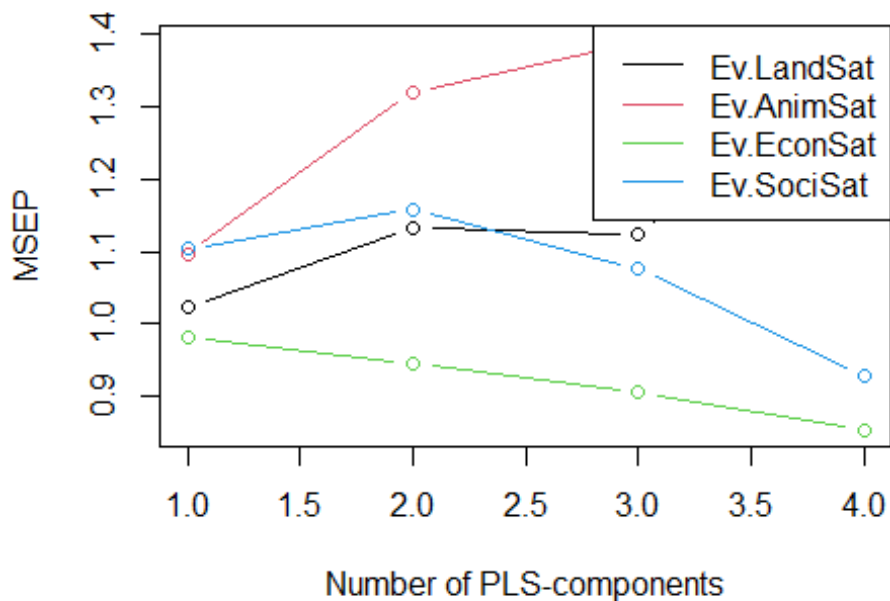
Low prediction quality for each dimension of satisfaction

`monplot(tune.pls$R2, "R2")`



Low explanatory quality for each dimension of satisfaction

`monplot(tune.pls$MSEP, "MSEP")`



High Mean Squared Error of Prediction.

The quality of this PLS is too low.

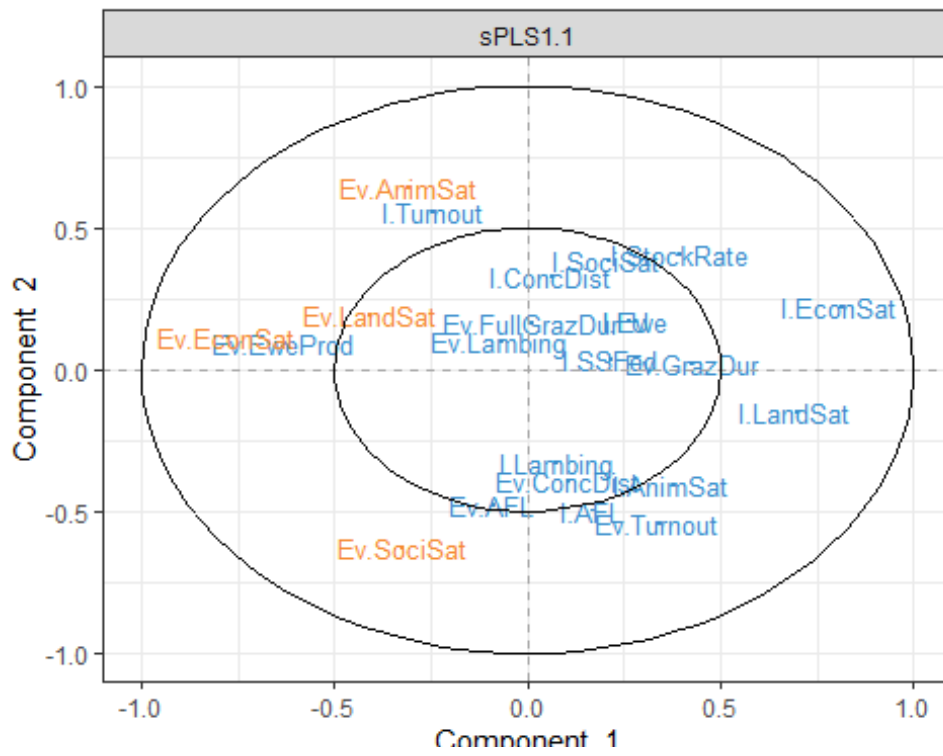
We use the sPLS to improve model quality.

R code. Example for sPLS 1.1

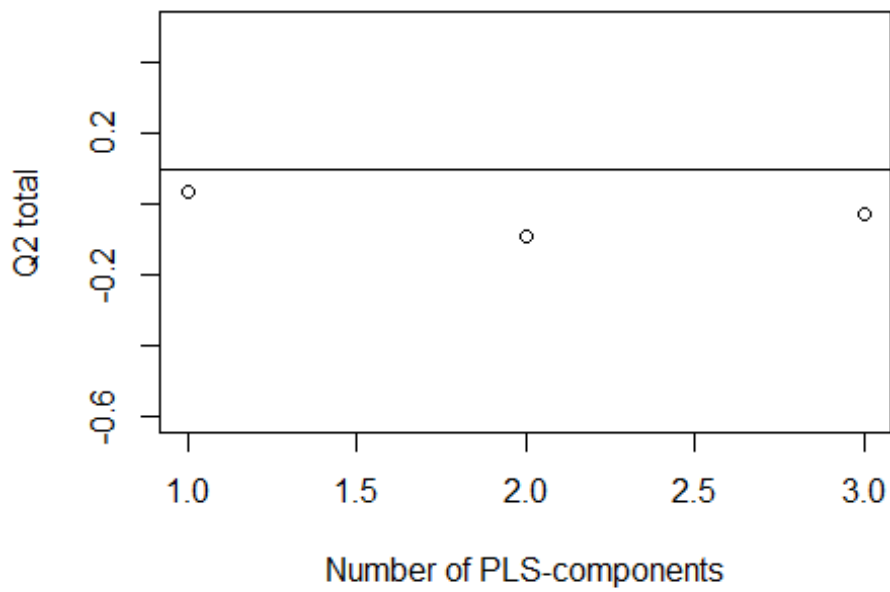
```
#Selection of variables to keep within the sPLS, from PLS 1.1:
Tokeep<-tune.spls(X, Y, ncomp = 2)
select.keepX =Tokeep$choice.keepX

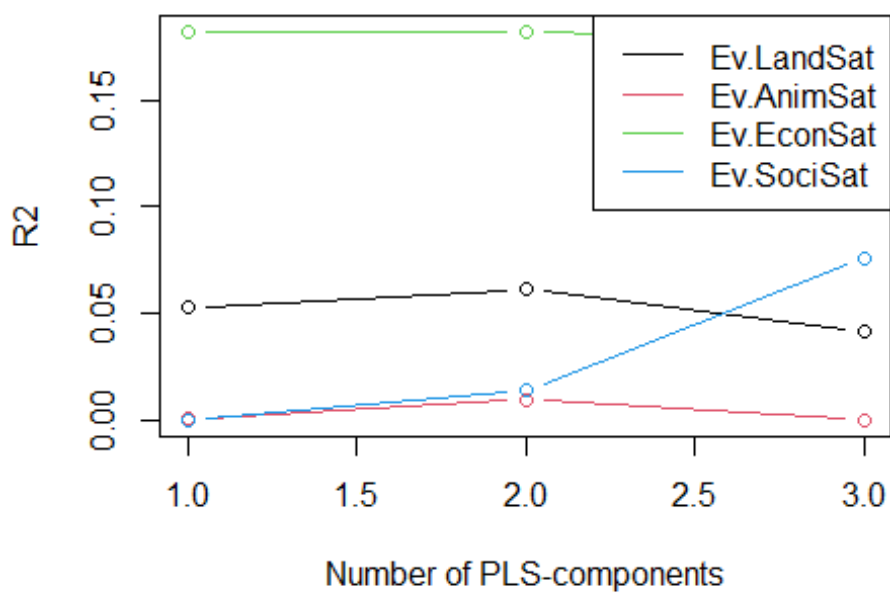
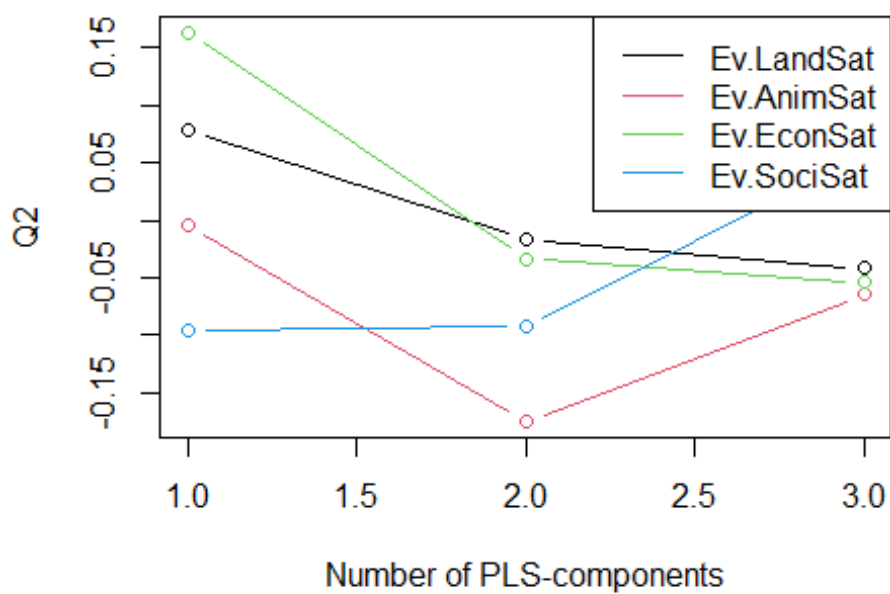
#sPLS 1.1
Spls = spls(X,Y, ncomp=3, mode="regression",keepX = select.keepX)
```

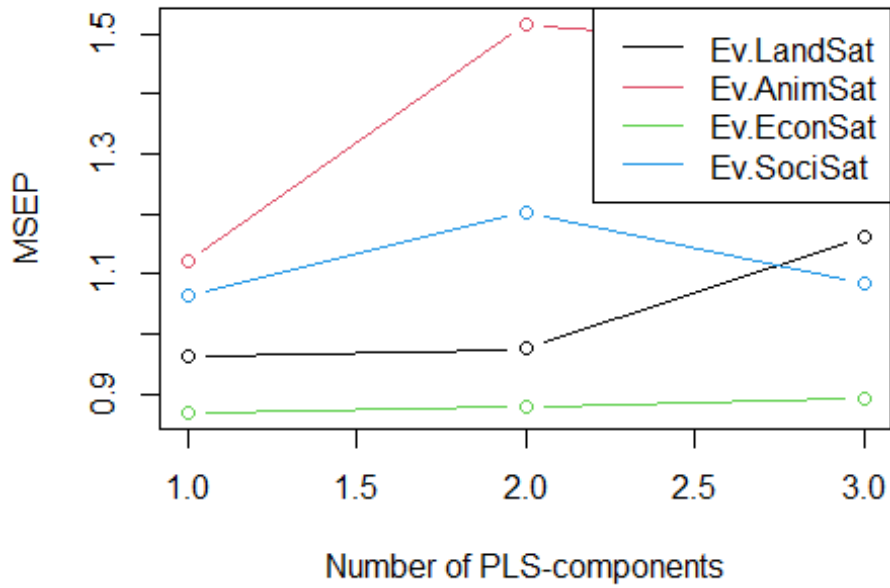
We draw then the same graphs as for the PLS (i.e. PlotVar, Q2.total, Q2, R2, MSEP)



sPLS1.1 quality







For the sPLS, Q2 is near the threshold on component 1 but often below and variable (the value the value slightly varies with each execution of the `tune.pls()` line of code).

With the variables selected, the quality of the PLS and of the sPLS is too low to conclude.

Using the same code lines as the ones detailed above, we performed different PLS and sPLS. The following table summarize the results.

Model_Name	All_Var	Var_Selected	I_and_Ev	Ev_Only	Four_dim_Sat	Overall_Sat	Quality
PLS1.1	Yes		Yes		Yes		too low
sPLS1.1		Yes	Yes		Yes		low
PLS1.2	Yes		Yes			Yes	Q2 acceptable but variable comp1
sPLS1.2		Yes	Yes			Yes	Q2 high and stable (comp1), unstable (comp2)
PLS1.3	Yes			Yes	Yes		too low
sPLS1.3		Yes		Yes	Yes		too low
PLS1.4	Yes			Yes		Yes	too low
sPLS1.4		Yes		Yes		Yes	Q2 acceptable but variable

All_Var: PLS performed with all variables from the X matrix

Var_Selected: Variables from the X matrix are selected (it is a sPLS)

I_and_Ev: X matrix contains intercept values (I.) and slopes values (Ev. for "Evolution")

Ev_Only: X matrix contains slopes only

Four_dim_Sat: Y contains the values of evolution for the four dimensions of satisfaction (Ev.LandSat; Ev.AnimSat; Ev.EconSat; Ev.Soci.Sat)

Overall_Sat: Y contains the variable "Ev.OverallSat", an aggregation of the four dimensions of satisfaction

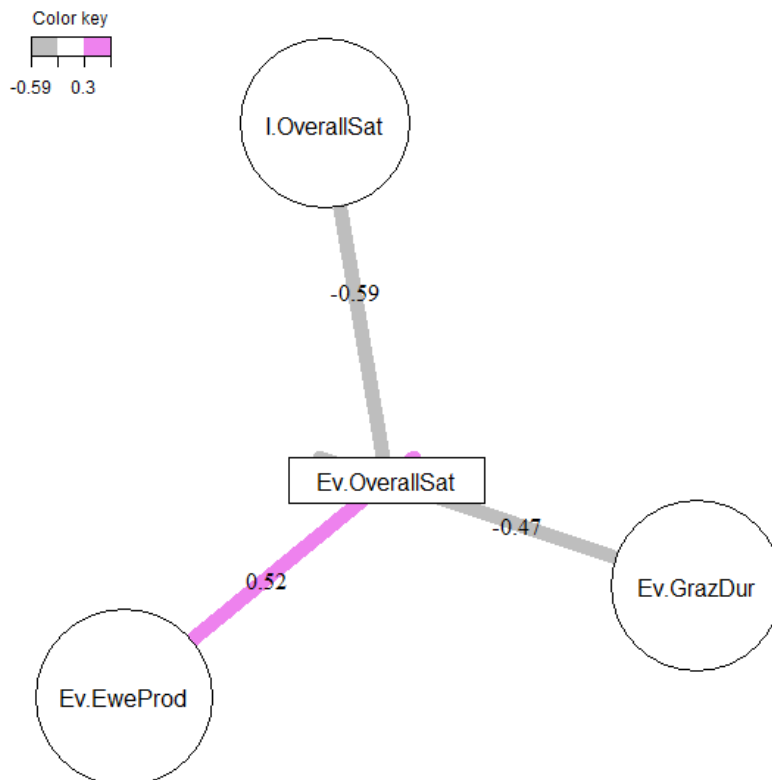
Quality: quality of the model for the different components (comp) according to obtained quality graphs

sPLS 1.2 presented a high and stable value for Q2 on component 1. According to this main result, farmers' overall satisfaction improves when:

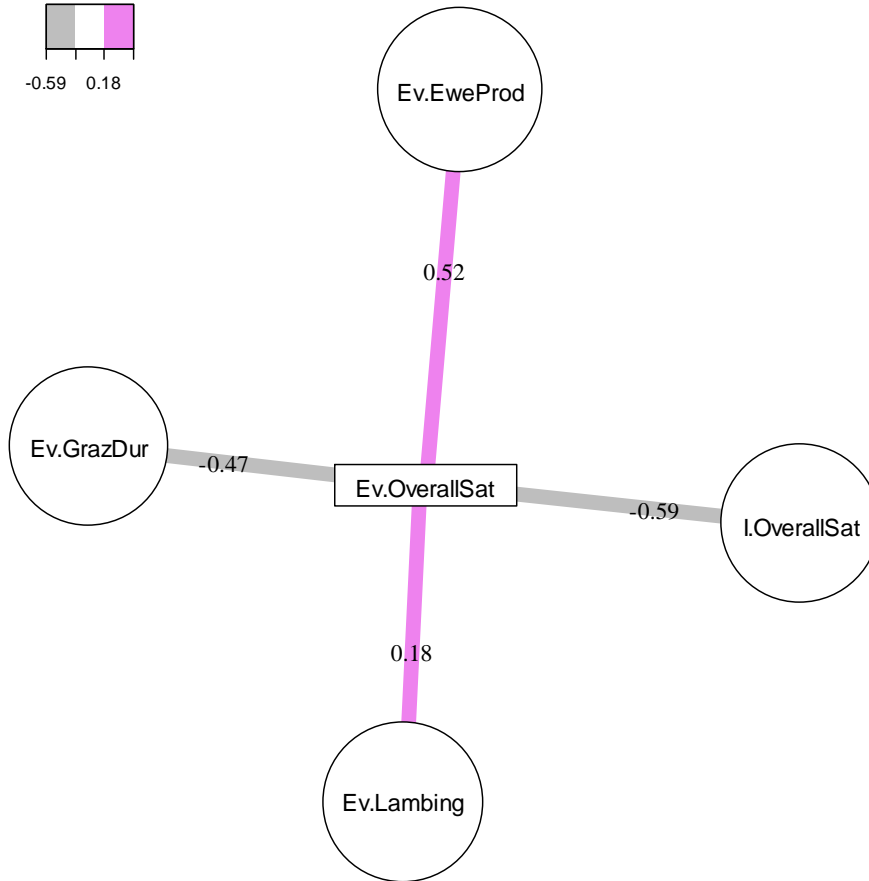
- 1-Overall satisfaction is lower at the estimated conversion period
 - 2-Ewe productivity increases
 - 3-The duration of the grazing period decreases
- Q2 was sometimes over the threshold on component 2 but was unstable

Networks for association scores

We draw networks to know association scores between interest and explanatory variables.



If we decrease the association score (cutoff=0.178), we obtain the following graph:



"Ev.Lambing" appears as an explanatory variable.

3 Annexe 3: Matériel supplémentaire du chapitre 5

Questionnaire travail et calendrier de travail

1. Infrastructures et équipements

Comment est structuré le parcellaire de votre exploitation ?

Morcelé, îlots multiples ou plusieurs sites distants

Quelques îlots

Bien regroupé

Compléments/Commentaires

Vos bâtiments et équipements d'élevages sont-ils suffisamment fonctionnels pour un travail efficace et dans de bonnes conditions ?

Globalement non

Seulement une partie des bâtiments

Oui dans l'ensemble

Compléments/Commentaires

Le matériel que vous utilisez (tracteurs, outils en propriété ou CUMA) est-il suffisant pour travailler efficacement et dans de bonnes conditions ?

Globalement non

Seulement une partie du matériel

Oui dans l'ensemble

Compléments/Commentaires

2. Collectif de travail

2.1 Composition

Nom	Age	Sexe	Statut	Liens familiaux	Autres activités	Rythme d'implication sur l'exploitation	Niveau de responsabilité	Tâches réalisées	Affinité /compétences	UMO	Temps personnel	Formation

Compléments/Commentaires

2.2 Fonctionnement du collectif de travail

Les différentes personnes travaillant sur l'exploitation sont-elles capables d'assurer toutes les tâches ?

Je suis seul sur mon exploitation

Non chacun est trop spécialisé

Oui malgré la spécialisation de chacun

Oui chacun est polyvalent

Compléments/Commentaires

Quand une personne manque sur l'exploitation (maladie, réunion...), le travail obligatoire peut-il être réalisé ?




Non ou difficilement

A certaines périodes seulement

Oui assez facilement toute l'année

Compléments/Commentaires

3. Calendrier de travail (base à imprimer en A3 = support principal)

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
 <p>Troupeaux (traito, dedans dehors, alimentation, mises bas)</p>												
 <p>Surfaces (Epannage, labour, semis, récoltes fourrages et cultures)</p>												
<p>Transformation et vente</p> 												
<p>Autres activités (économique et privées)</p>												
<p>Main-d'œuvre (rythme d'implication et congés) Ex: salarié à mi-temps sur / ou / période</p>												
<p>Périodes (Ressenti : période « cool », « stressante », « chargée » ...)</p>												

4. Evolution de la satisfaction vis à vis du travail et adaptations mises en place

Comment a évolué votre satisfaction au travail depuis votre installation ? *(Cocher et préciser)*

Elle a globalement diminué

Elle est globalement restée la même *(préciser le niveau de satisfaction)*

Elle a globalement augmenté

Compléments/Commentaires

Avez-vous mis en place des adaptations pour améliorer spécifiquement le travail dans votre exploitation ? *(Cocher et préciser lesquelles)*

Touchant la conduite (simplification de la conduite des cultures, groupement ou étalement des mises bas, distribution de l'alimentation, traite, ...)

Touchant la main-d'œuvre (salarial partagé ou en propre, entraide, entreprise...)

Touchant les équipements bâtiments (distribution, nettoyage, contention, ...)

Compléments/Commentaires

Quels sont d'après vous, les points à améliorer en terme d'organisation du travail? *(si déjà vu dans trajectoire adapter)* ? Que projetez-vous de mettre en place/modifier sur votre système pour améliorer votre satisfaction au travail (dans les 5 prochaines années).

5. Temps libre

Parvenez-vous à vous libérer complètement certains week-ends ? (*2 jours consécutifs sans travail sur l'exploitation*) ? Si oui, combien de week-ends par an ?

Est-ce que cela vous convient ?

Je n'en prends pas et n'en veux pas

Je n'en prends pas mais j'aimerais pouvoir

J'en prends mais j'aimerais plus

Ce que je prends me convient

Prenez-vous des congés (*au moins 5 jours de suite*) ? Si oui, combien de jours par an ?

Est-ce que cela vous convient ?

Je n'en prends pas et n'en veux pas

Je n'en prends pas mais j'aimerais pouvoir

J'en prends mais j'aimerais plus

Ce que je prends me convient

Arrivez-vous à vous libérer pour des activités extérieures à votre activité agricole (vie privée, engagements professionnel ou associatifs, formations, etc.), et en êtes-vous satisfait

6. Vécu du travail et charge mentale

Que diriez-vous de votre charge de travail de manière générale (volume horaire/pénibilité)?

- Elle est beaucoup trop élevée
- Elle est élevée
- Elle est acceptable
- Elle me convient tout à fait

Compléments/Commentaires

Que diriez-vous du temps dédié à la planification et l'organisation de vos journées de travail ?

- Il est beaucoup trop élevé
- Il est élevée
- Il est acceptable
- Il me convient tout à fait

Compléments/Commentaires

Diriez-vous qu'au cours d'une journée (hors journées avec travaux de saison) vous avez trop de tâches à gérer en même temps?

- Tout à fait d'accord
- Plutôt d'accord
- Pas vraiment d'accord
- Pas du tout d'accord

Compléments/Commentaires

Diriez-vous que vous avez globalement bien su gérer les aléas rencontrés sur la ferme au cours des 5 dernières années?

- Tout à fait d'accord
- Plutôt d'accord
- Pas vraiment d'accord
- Pas du tout d'accord

Compléments/Commentaires

Quelles sont pour vous les 2 principales sources de stress (en citer en 2 max) (administratifs, la panne, la maladie, le climat, les vêlages, image de la société ...)

Éprouvez-vous du plaisir dans votre travail ?

Tout à fait d'accord

Plutôt d'accord

Pas vraiment d'accord

Pas du tout d'accord

Compléments/Commentaires

Qu'est-ce qui est important dans mon travail (en choisir 2 max) ?

Travailler avec les animaux et la nature

Travailler en famille, avec mes associés

Pouvoir décider, être mon propre patron

Être efficace et dégager un revenu

Pouvoir concilier ma vie personnelle et mon travail

Compléments/Commentaires

Title: Identification of resilience factors of French organic dairy cattle and sheep farms

Key Words: resilience, holistic approach, satisfaction, organic farming, dairy farming, perceptions, work

Abstract:

Organic dairy cattle and sheep farms have to deal with an uncertain and risky context characterized by multiple disturbances. This context raises the question of their resilience, i.e. their capacity to cope with these disturbances. This work aims at identifying resilience factors for organic dairy farms. It is based on four different research set-ups that allowed combining qualitative and quantitative analyses in an interdisciplinary approach of the farm as a system. The results highlight various resilience factors: the orientation towards autonomous pasture-based systems, the structuring of supply chains, stable and remunerative prices. The results question resilience factors commonly cited in the literature, such as diversification. The originality of this work lies in the importance given to farmers' subjectivity and in the explicit interplay between resilience and work organization on farms.

Discipline: Farming systems research

Titre : Caractérisation des facteurs de la résilience des exploitations bovines et ovines laitières biologiques françaises

Mots clés : résilience, approche globale, satisfaction, agriculture biologique, élevage laitier, perceptions, travail

Résumé :

Les exploitations bovines et ovines laitières biologiques évoluent dans un contexte incertain et risqué caractérisé par de multiples perturbations. Ce contexte pose la question de leur résilience, c'est-à-dire de leur capacité à faire face à ces perturbations. Ce travail de thèse vise à caractériser les facteurs de la résilience des élevages laitiers biologiques. Quatre dispositifs ont permis de croiser analyses qualitatives et quantitatives dans une approche interdisciplinaire de l'exploitation agricole. Différents facteurs de résilience ont été mis en évidence: l'orientation vers des systèmes herbagers autonomes et économes, la structuration des filières, l'assurance de prix stables et rémunérateurs. Ils interrogent des facteurs communément admis dans la littérature comme la diversification. L'originalité de ce travail réside dans l'importance accordée à la subjectivité des éleveurs, et dans le lien explicite fait entre résilience et organisation du travail sur les exploitations.

Discipline administrative : Agronomie système