THÈSE DE DOCTORAT

Les Sentinelles de l'Étable

Robotisation de la traite et nouvelle division du travail dans l'élevage laitier français

Présentée en vue de l'obtention grade de docteur
en **Géographie et aménagement de l'espace**
de l'**Université Paul Valéry Montpellier 3**
Ecole Doctorale n°60 – Territoires, Temps, Sociétés et Développement (TTSD)

Présentée par **Théo MARTIN**

Dirigée par **Pierre GASSELIN & Lucette LAURENS**

Soutenue publiquement le **27 octobre 2023** devant le jury composé de

Marianne CERF Directrice de recherche, INRAE	Examinatrice
Marie-Anne DUJARIER Professeure de sociologie, Université Paris Cité	Examinatrice
Pierre GASSELIN Ingénieur de recherche, INRAE	Directeur de thèse
Lucette LAURENS Professeure de géographie, Université Paul Valéry Montpellier 3	Directrice de thèse
Philippe MADELINE Professeur de géographie, Université de Caen Normandie	Rapporteur
Michaël POUZENC Professeur de géographie, Université Toulouse Jean Jaurès	Président et examinateur
Laurence ROUDART Professeur en sciences de la population et du développement, Université Libre de Bruxelles	Rapporteure

Comité de suivi individuel

Le **comité de suivi individuel** (CSI) est déterminé par l'article 11 de l'arrêté du 26 août 2022 modifiant l'arrêté du 25 mai 2016 : *« Un comité de suivi individuel du doctorant veille au bon déroulement du cursus en s'appuyant sur la charte du doctorat et de la convention de formation ».*

Le rôle du comité de suivi individuel est d'assurer un accompagnement du doctorant pendant toute la durée du doctorat au regard de la charte de la convention de formation.

Pour la préparation de cette thèse, le comité de suivi individuel a été composé de :

Claire AUBRON
Professeure en zootechnie, Institut Agro Montpellier

Nathalie HOSTIOU
Directrice de recherche, INRAE

Philippe JEANNEAUX
Professeur d'économie, VetAgro Sup

François PURSEIGLE
Professeur de sociologie, INP-ENSAT Toulouse

Denis SAUTIER
Chercheur en économie, CIRAD

Jean-Marc TOUZARD
Directeur de recherche en économie, INRAE

Les comités de suivi individuel se sont déroulés :

- **Le lundi 21 septembre 2020**
- **Le mardi 6 juillet 2021**
- **Le lundi 29 aout 2022**

Les Sentinelles de l'Étable

Robotisation de la traite et nouvelle division du travail dans l'élevage laitier français

Théo Martin

Thèse de doctorat

2023

Théo Martin, Les Sentinelles de l'Etable - Robotisation de la traite et nouvelle division du travail dans l'élevage laitier français, Thèse de doctorat, © 2023

Encadrement :

Pierre Gasselin & Lucette Laurens

École doctorale :

École Doctorale Territoires, Temps, Sociétés et Développement (ED n° 60, TTSD)

Laboratoire de rattachement :

UMR INNOVATION 0951, INRAE Montpellier

Financements :

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'avenir portant la référence ANR-16-CONV-0004. Il a également bénéficié d'un cofinancement par le métaprogramme GloFoodS de l'INRAE.

Listes des communications scientifiques réalisées au cours de la thèse

Revues à comité de lecture

Théo Martin, Pierre Gasselin, Nathalie Hostiou, Gilles Feron, Lucette Laurens, François Purseigle, Guillaume Ollivier. « Robots and transformations of work in farm: a systematic review of the literature and a research agenda ». *Agronomy for Sustainable Development*, 2022, 42 (4), pp.66. ⟨10.1007/s13593-022-00796-2⟩. ⟨hal-03711829⟩

Théo Martin, Éléonore Schnebelin. « Agriculture numérique : Une promesse au service d'un nouvel esprit du productivisme ». *Natures Sciences Sociétés*, À paraître, 31 (3). ⟨hal-04066002⟩

Communications à comité de lecture

Théo Martin. « Robot de traite : continuités et ruptures dans la division du travail ». *Politiques de la machine agricole - Approches sociologiques et historiques des trajectoires de mécanisation de l'agriculture (1945-2021)*, Université Paris Dauphine, Juin 2022, Paris, France. ⟨hal-04066017⟩

Théo Martin, David Quentin, Pierre Gasselin. « Diversité et spatialité de la France laitière par le prisme des entreprises du robot de traite ». *15èmes Journées de Recherches en Sciences Sociales (JRSS)*, INRAE ; SFER ; CIRAD, Déc 2021, Toulouse, France. ⟨hal-03514569⟩

Théo Martin, Pierre Gasselin, Nathalie Hostiou, Gilles Feron, Lucette Laurens, François Purseigle. « Robots and Transformations of Work on Farms: A Systematic Review ». *The 2nd International Symposium on Work in Agriculture*, Mars 2021, Clermont-Ferrand, France. ⟨10.15454/2dwm-x990⟩. ⟨hal-03259549⟩

Autres communications scientifiques

Théo Martin. « Le robot de traite : une machine pour tous… ou presque ». *Séminaire Nouvelles pratiques agricoles et transformations du travail*, RIU Travail INRAE ACT, Mar 2023, Montpellier, France. ⟨hal-04123285⟩

Théo Martin. « La mise en débat du travail dans les collectifs : Le cas du robot en AOP Reblochon ». *5èmes Rencontres Nationales Travail en Agriculture*, RMT Travail en agriculture, Nov 2022, Clermont-Ferrand, France. ⟨hal-04123256⟩

Théo Martin, Pierre Gasselin. « Le robot de traite : une nouvelle division spatiale du travail ? » *Journées Travail & Anthropocène*, Institut d'Étude du Travail de Lyon, Mai 2022, Lyon, France. ⟨hal-04123206⟩

Résumé

En agriculture, les robots participent d'une promesse de durabilité et d'accroissement de la productivité du travail. Ils sont mis aussi en avant pour leur capacité à résoudre les problèmes de main-d'œuvre du secteur, à réduire la pénibilité du travail agricole voire à se substituer aux agriculteurs. Ces promesses et les craintes associées s'ancrent dans un imaginaire de substitution du travail humain qui, depuis la naissance des robots dans la science-fiction du XXe siècle, continue de façonner nos représentations collectives. Si le déploiement des robots agricoles est limité, la robotisation de la traite des vaches laitières constitue la seule innovation robotique à avoir connu un essor soutenu dans le temps. Les premiers robots de traite arrivent dans les exploitations laitières françaises au cours des années 1990 et représentent aujourd'hui près d'une nouvelle installation de traite sur deux. Alors que les gestes de la traite disparaissent, le travail se réorganise autour d'une activité de surveillance et d'intervention nécessaire au maintien d'une traite continue. Car le passage de la traite dite conventionnelle à la traite robotisée transforme la traite en un processus continu dont l'idéal trouve racine dans le principe de fluidité industrielle. Il en découle une nouvelle division du travail organisée autour d'une astreinte de fluidité. En proposant un cadre d'analyse de la division du travail agricole, cette thèse identifie et analyse les changements dans cette division du travail en traite robotisée. La division du travail mise en place au cours de la modernisation agricole du XXe siècle révèle des déclinaisons territoriales qu'une analyse historique et comparative met en lumière au sein de deux petites régions agricoles françaises : le bassin ouest rennais en Ille-et-Vilaine et la zone d'appellation d'origine protégée du Reblochon en Haute-Savoie. Cette thèse montre comment la robotisation de la traite participe d'une reconfiguration de la division du travail dans quatre dimensions. i. Au sein de l'exploitation agricole, la nouvelle organisation du travail facilite l'intégration du travail salarial et son contrôle. Elle consiste également en un élargissement de l'amplitude horaire du travail de l'éleveur et en une plus grande porosité entre travail et hors travail. ii L'astreinte de fluidité mobilise la coopération locale entre éleveurs et participe à comprendre la dynamique géographique de déploiement du robot de traite. La robotisation de la traite peut cependant rendre conflictuels certains accommodements collectifs : dans la zone Reblochon, son déploiement révèle et conflictualise une division territoriale du travail de qualité. iii. Le travail d'astreinte devient aussi celui des techniciens au sein de bassins de maintenance dans un vaste réseau de concessionnaires et franchises du machinisme de la traite. iv. Enfin, la nouvelle organisation du travail qui accompagne la traite robotisée révèle l'aspiration des éleveurs à intégrer des rythmes sociaux dont ils étaient jusqu'alors exclus.

Mots-clés

Élevage, robot de traite, division du travail, fluidité industrielle, exploitation laitière, machinisme, bassin de maintenance, concessionnaires agricoles.

Remerciements

Si l'écriture est un exercice d'une relative solitude, la thèse est un travail collectif. Ce travail doit donc beaucoup aux personnes qui m'ont nourri, orienté, guidé ou aidé durant ces quatre années de construction d'une pensée. Je souhaite en premier lieu remercier mes directeurs Pierre Gasselin et Lucette Laurens pour leur accompagnement du début à la fin et leur incroyable disponibilité, leur confiance et la richesse de nos échanges durant ces quatre années. Je remercie aussi Lucette Laurens de m'avoir permis d'enseigner et de m'avoir accompagné dans ce nouvel exercice aussi bien que dans les différentes étapes de la thèse. Je ne saurais trouver des mots suffisants pour remercier Pierre Gasselin qui a rendu cette thèse possible, plaisante et stimulante et avec qui j'ai pris beaucoup de plaisir à comprendre, débattre et théoriser des objets qui nous passionnent.

J'adresse mes profonds remerciements aux éleveurs qui m'ont accordé de précieuses heures et surtout une confiance et une transparence que j'espère avoir honoré et restitué fidèlement. Merci également aux commerciaux et techniciens du machinisme, aux membres du syndicat interprofessionnel du Reblochon, aux conseillers agricoles et à toutes les personnes qui m'ont accordé du temps et de l'attention. Je souhaite chaleureusement remercier Camille Delaunoy et Cassandre Lafabrie pour leur travail auquel je dois beaucoup. Je tiens à remercier Marianne Cerf, Marie-Anne Dujarier, Philippe Madeline, Michaël Pouzenc et Laurence Roudart d'avoir accepté de lire et discuter cette thèse.

J'ai eu l'occasion d'échanger voire d'entretenir de très stimulants échanges avec différents chercheurs. Je souhaite remercier Vincent Chatellier pour nos riches échanges et ses nombreuses suggestions de lecture. Merci également à François Vatin, Antonio Casilli, Gilles Allaire et Claire Ruault. Je souhaite remercier Jean-Louis Poulet, Jocelyn Fagon et Christophe Perrot de l'Idele pour les données fournies et nos échanges toujours riches. Un grand merci à Pierre Gasselin, Nathalie Hostiou, Guillaume Ollivier et Gilles Feron de m'avoir accompagné dans cette riche aventure de la revue systématique de littérature. Je garde un très bon souvenir de cette collaboration. Je remercie aussi Philippe Jeanneaux, Claire Aubron, François Purseigle, Denis Sautier et Jean-Marc Touzard pour nos échanges lors des trois comités de thèse mais aussi au-delà. Les journées des doctorants du département ACT (JDD) ont été des moments très importants pendant cette thèse et m'ont permis de me situer par rapport à mes objets, aux acteurs et à la production de connaissances. Merci aux organisateurs et animateurs des JDD et en particulier à Cécile Fiorelli, Laurence Camus-Lecomte, Marianne Cerf, Kévin Morel et Patrice Steyaert. Merci également à Louise de La Haye Saint Hilaire pour ces moments partagés aux JDD. Je tiens à remercier les chercheurs du collectif POLMA pour leur accueil et leur disponibilité à échanger, merci notamment à Sylvain Brunier et Samuel Pinaud. Merci aussi à Thomas Borrell de l'Atelier Paysan de m'avoir donné à voir les implications politiques des questions de machinisme.

Je souhaite vivement remercier les travailleurs de l'ombre sans qui cette thèse n'aurait pas pu se réaliser dans de si bonnes conditions : Virginie Cordoba, Wendy Levrat, Delphine

Mennella, Céline Le Coq, Sophie Burgel, Jean-Walter Schleich et Nicolas Castanier. Merci également à notre directeur d'unité, Jean-Marc Touzard de l'attention qu'il donne aux doctorants, notamment en période de pandémie. Je remercie les autres membres de l'unité qui ont constitué des interlocuteurs toujours disponibles et attentifs au travail doctoral. En particulier je remercie Delphine Marie-Vivien, Isabelle Michel, Coline Perrin, Jocelyne Porcher, Christophe Soulard, Sébastien Mouret, Marc Moraine, Véronique Lucas et Ronan Le Velly. Je dois également remercier les archivistes de la BnF de Tolbiac à Paris et des archives départementales de Haute-Savoie pour leur patience et leurs perspicaces recommandations. Merci aux structures et personnes qui ont financé cette thèse et m'ont ainsi permis de travailler dans de bonnes conditions matérielles. Merci donc à DigitAg et à l'INRAE.

Je garde un excellent souvenir des échanges avec Patrice Cayre, Pauline Gerber et Eloïse Barteau sur la robotisation des élevages du Massif central donc merci pour cette collaboration. Je voudrais remercier Florian Delahaye pour son aide précieuse en géomatique et les nombreuses heures qu'il a su me consacrer. Je pense également à tous les doctorants de l'unité qui m'ont aidé par leurs relectures, les échanges et par leur soutien pendant la période de rédaction. Un merci tout particulier à Anaïs Echchatbi avec qui j'ai toujours eu plaisir à discuter et qui m'a aidé à ne pas rougir de mes emprunts à la sociologie. Un grand merci à Marie Barisaux pour ses nombreuses relectures et ses encouragements ainsi qu'à Orlane Rouquier pour son œil aiguisé à la critique cartographique. Merci à Simon pour sa disponibilité et son aide précieuse dans la mise en forme de ce manuscrit. Je remercie sincèrement Eléonore Schnebelin pour sa relecture, nos échanges et surtout pour cette belle collaboration autour d'un article. Merci à Rémi Pédèches pour tous ces déjeuners partagés autour de riches conversations sur la géographie agraire et les différentes données qu'il m'a communiquées. Je voudrais aussi remercier Alexandre Hobeika pour ses encouragements, nos discussions stimulantes et ses relectures. Enfin un grand merci à Juliette Belay pour le travail de retranscription des entretiens.

Je tiens vivement à remercier Isabelle Michel qui m'a donné la confiance et l'envie de faire une thèse. Je conserve un très bon souvenir de notre collaboration pendant mon mémoire de fin d'étude. Merci également à mes autres professeurs de l'IRC qui ont éveillé mon intérêt pour l'agriculture : Claire Aubron, Elisabeth Rasse-Mercat, Olivier Philippon et Sébastien Bainville. Merci à Olivier pour ces trois stages de terrain avec les étudiants de l'Agro qui ont été pour moi un moment d'apprentissage pédagogique et de riches échanges sur l'agriculture.

Enfin, j'exprime toute ma gratitude à ma famille qui m'a donné les moyens et l'énergie pour accéder aux études doctorales et pour terminer cette thèse. Merci à mes parents qui ont su me pousser quand l'école n'était pas tout à fait mon affaire. Merci à ma mère de sa disponibilité pour de nombreuses relectures et à mon père qui a éveillé mon intérêt pour le travail comme un rapport aux autres et à soi. J'ai une pensée particulière pour mes grands-parents qui m'ont aidé à accéder au lycée quand l'institution scolaire n'y croyait pas. Mes amis m'ont été d'un soutien moral constant et je tiens à les remercier notamment Antoine qui a su me rappeler au plaisir quand le doute se pointait. Enfin, je remercie Emily d'avoir été tout

ce temps à mes côtés tout en m'encourageant et acceptant le temps et l'énergie que j'ai pu mettre dans ce travail parfois au détriment d'autres moments.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE 15

1. Les robots en agriculture 16
2. Une analyse par la division du travail 18
3. Une géographie de la division du travail en agriculture 20
4. Plan de la thèse 23

PREMIERE PARTIE ROBOTS AGRICOLES ET TRANSFORMATIONS DU TRAVAIL 26

Chapitre 1 Le robot : de la science-fiction à l'agriculture 27

Introduction 27

1. Le robot : entre artefact industriel et imaginaire collectif 28
2. Remplacement du travailleur ou métamorphose du travail ? 33
3. Le robot en agriculture : de l'Âge d'or de la robotique agricole à l'âge de la promesse technoscientifique 41
4. Machines, automates, robots : enjeux et complexité d'une définition partagée du robot en agriculture 55

Conclusion 60

Chapitre 2 Robots agricoles et transformations du travail : une revue systématique 62

Introduction 62

1. Les principales mutations du travail en agriculture 63
2. Robots et transformations du travail en agriculture : une revue systématique de la littérature 69

Conclusion 93

Chapitre 3 Du système agraire à la division du travail. Itinéraire d'une recherche constructiviste, cadre d'analyse et dispositif de recherche 94

Introduction 94

1. Choix d'un objet technique et de terrains d'étude 94
2. Cadre d'analyse : de l'agriculture comparée à la division du travail 107
3. Dispositif de recherche 125
4. Présentation des terrains d'étude 132

Conclusion 140

DEUXIEME PARTIE LA CONTRIBUTION DU ROBOT DE TRAITE A UNE NOUVELLE DIVISION DU TRAVAIL DANS LA PRODUCTION LAITIERE 141

Chapitre 4 Trois nuances de blanc. Une analyse comparée de la modernisation dans deux petites régions laitières (1945-2020) 142

Introduction.....142
1. Trajectoires de modernisation de deux petites régions laitières 143
2. Lire cette modernisation laitière comme une reconfiguration de la division du travail 193
3. Trois nuances de blanc : conclusion d'une histoire comparée de la modernisation laitière 210

Chapitre 5 Le temps du robot, le temps de l'éleveur et celui des salariés. Traite robotisée et transformations du travail dans l'exploitation agricole 212
Introduction.....212
1. Diversité des exploitations robotisées.....213
2. Un travail marqué par un idéal de fluidité 239
3. Le temps des hommes et celui des machines.....257
Conclusion.....273

Chapitre 6 Le robot, l'éleveur et le technicien. Les implications sociales et spatiales d'une nouvelle division sectorielle du travail.....275
Introduction.....275
1. Une géographie du déploiement du robot de traite 276
2. Les espaces d'une nouvelle division du travail : conflit et coopération entre éleveurs et entre techniciens et éleveurs.....296
Conclusion.....315

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE 317
1. Les principales transformations du travail en traite robotisée.....317
2. Les imaginaires du robot en agriculture.....319
3. Vers une nouvelle division du travail en agriculture ?.....328
Conclusion : de l'éleveur à la sentinelle ?.....334

BIBLIOGRAPHIE 335

ANNEXES..... 378

ACRONYMES..... 454

GLOSSAIRE 456

TABLE DES CARTES 458

TABLE DES FIGURES 459

TABLE DES TABLEAUX 463

TABLE DES ENCADRES..... 464

SOMMAIRE DÉTAILLÉ 465

Cette thèse n'étudie pas en particulier les questions liées au genre et au travail en agriculture et ce malgré toute la pertinence de cette perspective de notre question. C'est pourquoi dans le présent document, les termes employés pour désigner des personnes (notamment le terme « éleveur ») sont pris au sens générique ; ils ont à la fois valeur d'un féminin et d'un masculin. Cet usage a pour but de faciliter la lecture et n'a aucune intention discriminatoire.

« Le travail est de prime abord un acte qui se passe entre l'homme et la nature. L'homme y joue lui-même vis à vis de la nature le rôle d'une puissance naturelle. Les forces dont son corps est doué, bras et jambes, tête et mains, il les met en mouvement, afin de s'assimiler des matières en leur donnant une forme utile à sa vie. En même temps qu'il agit par ce mouvement sur la nature extérieure et la modifie, il modifie sa propre nature, et développe les facultés qui y sommeillent. Nous ne nous arrêterons pas à cet état primordial du travail où il n'a pas encore dépouillé son mode purement instinctif. Notre point de départ c'est le travail sous une forme qui appartient exclusivement à l'homme. Une araignée fait des opérations qui ressemblent à celles du tisserand, et l'abeille confond par la structure de ses cellules de cire l'habilité de plus d'un architecte. Mais ce qui distingue dès l'abord le plus mauvais architecte de l'abeille la plus experte, c'est qu'il a construit la cellule dans sa tête avant de la construire dans la ruche. Le résultat auquel le travail aboutit préexiste idéalement dans l'imagination du travailleur. Ce n'est pas qu'il opère seulement un changement de forme dans les matières naturelles ; il y réalise du même coup son propre but dont il a conscience, qui détermine comme loi son mode d'action, et auquel il doit subordonner sa volonté. »

Karl Marx

Le Capital, Livre 1 – 1867 (page 162)

Introduction générale

Le modèle agricole français fait aujourd'hui l'objet de diverses critiques sur sa capacité à mettre en œuvre une production agricole adaptée aux grands enjeux contemporains. Le changement climatique, la perte de biodiversité, la dégradation des milieux cultivés ou encore les conditions de rémunération et de travail des agriculteurs sont autant de composantes participant d'une remise en question globale et systémique des modes de production agricole dominants. Si le besoin de transformer l'agriculture est couramment partagé au sein de la société, les conditions, les moyens et la direction à donner à ces transformations le sont moins. Parmi ces volontés transformatrices, une semble s'institutionnaliser et se structurer à travers un ensemble de dispositifs, d'acteurs, de discours et de politiques publiques. Ce nouveau modèle de production, parfois désigné sous les termes d'agriculture numérique repose sur une vaste transformation de l'outil productif agricole au moyen de la diffusion de nouvelles technologies. À l'occasion de la présentation du plan France 2030, le président de la République française donne ainsi la direction que l'agriculture doit prendre : « *Pour réussir cette nouvelle révolution de l'alimentation saine, durable et traçable, qui sont les trois objectifs que nous devons nous donner pour 2030. Nous devons investir dans trois révolutions qui vont en quelque sorte être la suite de la révolution mécanique et de la révolution chimique qu'on a connue : le numérique, la robotique, la génétique.* »[1]. Le numérique, la robotique et la génétique constitueraient ainsi un ensemble d'innovations à même de bouleverser profondément le secteur agricole au même titre que la motomécanisation, la chimisation et la génétique au cours de la modernisation agricole de la seconde moitié du XXe siècle (Servolin 1989). Pour que ces transformations adviennent, les pouvoirs publics financent des programmes de recherche, subventionnent des start-ups de l'Ag-tech, les écoles d'ingénieur et les lycées agricoles proposent des cursus à même de former les experts de cette agriculture numérique. L'agriculture numérique se construit ainsi comme un nouveau paradigme de l'innovation en agriculture qui structure la recherche, l'enseignement, l'action publique et oriente les investissements et stratégies du secteur agro-industriel (Martin et Schnebelin 2023). Mais que sait-on vraiment des capacités de ces innovations à répondre aux enjeux contemporains et sommes-nous actuellement en mesure de préciser les transformations qu'elles produisent ? Ces dernières années, un front de recherche en sciences humaines et sociales s'est ouvert afin de caractériser les usages, les effets, les systèmes d'innovation ou encore les paradigmes associés au déploiement des outils numériques (Daniel et Courtade 2019; Oui 2021; Biao 2022; Schnebelin 2022). Si les études restent limitées, c'est notamment car le déploiement de ces innovations l'est également et les

[1] Discours du Président de la République à l'occasion de la présentation du Plan France 2030 – prononcé au Palais de l'Élysée, Paris, le 12/10/2021 – consulté sur le site de la Présidence de la République elysee.fr le 26 juillet 2023.

énonciations sur les transformations qu'elles portent s'inscrivent avant tout dans le registre des promesses technoscientifiques (Cabeza-Orce 2015; Martin et Schnebelin 2023).

Parmi ces innovations portées par les promoteurs de cette transformation techno-scientifique de l'agriculture, les robots occupent une place singulière. Alors que les outils numériques en agriculture recouvrent une grande diversité d'innovations difficilement assimilables, les robots se distinguent autant par leur matérialité que par l'imaginaire qu'ils portent. Artefacts matériels capables d'agir sur le monde réel et de réaliser des tâches d'ordinaire exécutées par des travailleurs humains, les robots véhiculent un imaginaire de substitution du travail humain qui participe grandement à les définir et à comprendre l'usage du terme par les acteurs de l'innovation (Jarrige 2017). Sortis de la littérature science-fictionnelle de la première moitié du XXe siècle, les robots sont devenus un vecteur de transformation de l'organisation de la production et du travail dans de nombreux secteurs. Bien que les transformations du travail aient longtemps été abordées par le prisme de l'emploi, limitant le travail à une valeur quantitative, de nombreux travaux de sciences humaines et sociales montrent plutôt un effacement des frontières du travail, de sa spatialité, de sa nature et des modalités de son organisation sociale. De fait, les robots questionnent par essence les évolutions du travail humain, son contenu, son organisation spatio-temporelle, son sens, ses valeurs, ses frontières ou en d'autres termes le travail comme « *catégorie de pensée* » (Dujarier 2021).

1. Les robots en agriculture

En agriculture, les robots permettraient, à en croire leurs promoteurs, un usage plus mesuré des intrants chimiques et pourraient même se substituer aux herbicides (Bloss 2014; Duckett et al. 2018). Mais ce qui démarque les robots des autres innovations numériques tient aux espoirs de transformation du travail des agriculteurs voire d'une substitution puisant dans cet imaginaire science-fictionnel. Pour certains, les robots solutionneraient le déficit de main-d'œuvre dont souffre le secteur agricole (Schewe et Stuart 2015; Marinoudi et al. 2019). La robotique offrirait ainsi la perspective d'une nouvelle étape de productivité du travail en agriculture nécessaire pour « *nourrir le monde* », mais aussi un moyen d'amélioration des conditions de travail des agriculteurs[2] (Lenain et al. 2021). La robotique agricole s'est ainsi autonomisée comme un secteur porteur de sa propre promesse. En France, la robotique agricole dispose de son propre salon, le Forum International de la Robotique Agricole (Lenain et al. 2021) et d'une association, RobAgri[3], réunissant industriels, start-ups, acteurs

[2] Voir par exemple sur le site de Naïo Technologies, entreprise française de robotique agricole : « Agriculture : les enjeux de la pénibilité du travail », consulté le 28/07/2023 sur *naio-technologies.com*

[3] « RobAgri : l'association qui regroupe les acteurs de la robotique agricole en France », 06/07/2022, consulté le 28/07/2023 sur le site du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (agriculture.gouv.fr).

du machinisme agricole, instituts techniques, laboratoires de recherche, etc. Les promesses de la robotique agricole rencontrent un écho d'autant plus fort que le travail en agriculture connaît de profondes transformations et voit émerger de nouvelles aspirations qui renouvellent profondément l'activité agricole et son organisation (Forget et al. 2019a; Dedieu et al. 2022). Alors que le travail en agriculture est resté majoritairement familial, la part du travail salarial progresse depuis la fin des années 1980 (Forget et al. 2019b). Et alors que l'exploitation a toujours semblé être l'unité fondamentale d'organisation du travail, l'agriculture de firme trouble aujourd'hui les échelles et les frontières au sein desquelles le travail est organisé, pensé et de fait analysé par la recherche (Purseigle et al. 2017). Les formes d'organisation du travail se multiplient, les modalités d'insertion du salariat[4] se diversifient et les pratiques se transforment sous l'impulsion de divers registres (simplification du travail, réduction du temps de travail, écologisation des pratiques, développement des circuits courts, etc.) (Dedieu et Servière 2004; Cerf et al. 2010; Dufour et Dedieu 2010; Béguin et al. 2011; Gasselin et al. 2014a). C'est dans ce contexte de profonde transformation du travail en agriculture que la robotique agricole se développe.

Cependant, les écrits sur les transformations du travail portées par la robotisation des activités restent essentiellement spéculatifs tant leur déploiement est limité. En France, l'essentiel des robots agricoles est en effet au stade de prototypage voire de recherche et l'élevage bovin constitue la seule branche où la robotique agricole connaît un réel déploiement dans les fermes (Lachia 2018b). Parmi ces derniers, le robot de traite présente une trajectoire bien singulière qui le différencie des autres robots agricoles. Les premières exploitations laitières bovines s'en équipent au début des années 1990 et aujourd'hui, plus de 10 % des exploitations laitières françaises sont équipées d'au moins un robot de traite[5]. La robotisation de la traite offre ainsi une perspective inédite pour étudier les effets des innovations robotiques sur le travail des agriculteurs. Après plusieurs étapes de mécanisation de la traite puis d'automatisation du décrochage des gobelets trayeurs, le robot de traite consiste en l'automatisation de l'ensemble des opérations de traite. La vache rentre dans la stalle du robot attirée par la distribution de concentrés et motivée par l'augmentation de sa pression mammaire. Un bras mécanique nettoie puis branche des gobelets trayeurs avant de libérer l'animal une fois la traite terminée. Un certain nombre de travaux ont précisé les reconfigurations dans l'organisation technique du travail en traite robotisée ou les évolutions de la productivité du travail et des rendements (Martin et al. 2022). Ces études présentent majoritairement un regard technico-économique sur le travail et réduisent souvent les évolutions du contenu du travail à la dichotomie « charge physique » versus « charge mentale » (Martin et al. 2022). Beaucoup de travaux avancent une réduction significative du

[4] Ex : groupements d'employeurs, entreprises de travaux agricole, coopératives d'utilisation du matériel agricole, etc.

[5] Estimation à partir des données de l'Idele de 2018 et d'après les tendances d'installation de machine à traire (source : CNIEL, d'après l'Idele et sur autorisation du Cofit, communication personnelle de J. L. Poulet).

temps de travail illustrant la prédominance de l'imaginaire de substitution associant le travail à un facteur de production (Sonck 1996; Gustafsson 2004; Mathijs 2004; Bijl et al. 2007a; Oudshoorn et al. 2012a; Tse et al. 2018a). Cependant nous montrerons que ces études comportent souvent des biais qui entachent la confiance que l'on peut accorder à ces résultats. Et les rares travaux s'intéressant aux évolutions des relations de travail appréhendent la question quasi exclusivement par le prisme de la relation à l'animal (Holloway et al. 2014a; Butler et Holloway 2016; Bear et Holloway 2019). Assez peu d'intérêt a été porté par la littérature scientifique aux transformations des relations de travail au sein des collectifs et avec d'autres travailleurs (conseillers, techniciens, vétérinaires, etc.). De même l'évolution du contenu du travail dans une perspective qui précise la redistribution des tâches, des rôles et des responsabilités entre les travailleurs au sein de l'exploitation et au-delà reste peu renseignée.

Figure 1 : Le robot de traite en action : branchement des gobelets trayeurs par le bras mécanique d'un robot Lely (source : T. Martin, 2021)

2. Une analyse par la division du travail

Afin de saisir ces réagencements du travail et d'en préciser les relations sociales, nous avons choisi d'appréhender ces transformations par le prisme de la division du travail. La division du travail est ici considérée comme la répartition du travail entre différents acteurs sociaux, mais s'intéresse également à la nature des relations sociales de travail qui articulent cette division. Par relations sociales de travail, nous entendons les relations de travail aussi bien au sein de l'exploitation agricole qu'entre différents acteurs de la production agricole (exploitations agricoles, industries et services). Pour ce faire, cette thèse propose un cadre d'analyse de la division du travail qui intègre les spécificités de l'activité agricole. La

permanence d'un travail familial, le faible découpage des tâches au sein des exploitations et les différentes temporalités (astreintes quotidiennes, saisonnalité des itinéraires techniques, prise en compte de la périssabilité des produits, etc.) qui structurent l'activité agricole sont en particulier des éléments qui participent d'une singularité du travail agricole en général et de la division du travail en particulier. Le cadre d'analyse que nous proposons comprend quatre dimensions analytiques qui retranscrivent la diversité des perspectives et des échelles par lesquelles la division du travail peut être appréhendée. La première dimension s'intéresse à la division du travail au sein de l'exploitation agricole, comme unité élémentaire d'organisation du travail. Ici sont étudiées l'organisation technique du travail au sein du collectif ainsi que les relations de coopération et de pouvoir pour la distribution des tâches, des responsabilités et de la valeur ajoutée. La division du travail entre les exploitations agricoles constitue la seconde dimension de notre cadre d'analyse. La spécialisation des exploitations, les dispositifs de coopération locale et l'inégal accès aux facteurs de production (terre, travail, capital, eau, etc.) sont autant de perspectives pour caractériser cette distribution du travail entre exploitations et les relations qui en découlent. La troisième dimension analytique restitue ces exploitations agricoles au sein d'un découpage sectoriel du travail entre l'agriculture et l'industrie. Un ensemble d'entreprises fournit en amont des équipements, des machines et des intrants nécessaires à l'activité agricole. En aval, des entreprises collectent, transforment et distribuent les matières premières agricoles. Il en découle des relations de coordination, de coopération, mais aussi des rapports de force dont le prix du lait payé aux producteurs en illustre régulièrement un des résultats. Enfin, la quatrième dimension analytique s'intéresse aux acteurs du secteur tertiaire contribuant à l'activité agricole en fournissant une diversité de services. Les vétérinaires, les services de conseil, les banques, les organismes de comptabilité, les instituts techniques, les organismes de recherche sont autant d'exemples d'un vaste tissu d'acteurs du secteur tertiaire participant à une division du travail nécessaire à la production agricole.

Ceci étant établi, l'on peut se demander en quoi la robotisation de la traite des vaches laitières participe d'une nouvelle division du travail de production laitière. Ainsi peut être formulée la question à laquelle cette thèse souhaite contribuer. Pour opérer une réduction au sein de ce vaste cadre analytique de la division du travail, une démarche constructiviste nous a permis d'identifier le passage à une traite continue comme principe central du fonctionnement de la traite robotisée et point d'entrée essentiel pour comprendre les réorganisations du travail. La traite robotisée s'accompagne d'une réorganisation temporelle de la production et de fait de l'organisation du travail. Le passage de la traite dite conventionnelle - c'est-à-dire en salle de traite - à la traite robotisée transforme la traite en un processus continu dont l'idéal semble trouver racine dans le principe de fluidité industrielle (Vatin 1987). Ici la fluidité consiste en la circulation continue des vaches vers le robot, un principe indispensable au bon déroulement de la traite robotisée. Il en découle ce que nous nommons « l'astreinte de fluidité » entendue comme le travail de surveillance, de contrôle et

d'intervention nécessaire à la continuité temporelle de la traite. Au regard de ce constat d'une fluidité centrale dans les réorganisations productives, nous avons choisi d'étudier plus spécifiquement les dimensions de la division du travail concernées en premier lieu par cette astreinte de fluidité. L'éleveur reste l'acteur central de ce travail de fluidité en traite robotisée. Son travail s'ancre au sein de trois espaces de coopération dans lesquels l'astreinte de fluidité redessine la division du travail : le collectif de l'exploitation agricole, l'espace local de coopération entre éleveurs et les bassins de maintenance qui sont des espaces d'astreinte pour les techniciens des concessions et franchises de robots de traite. Par conséquent, cette thèse étudie le travail de l'éleveur et ses interactions avec d'autres travailleurs dans trois dimensions analytiques : l'exploitation agricole, les relations entre éleveurs et les relations entre les exploitations et l'industrie d'amont.

3. Une géographie de la division du travail en agriculture

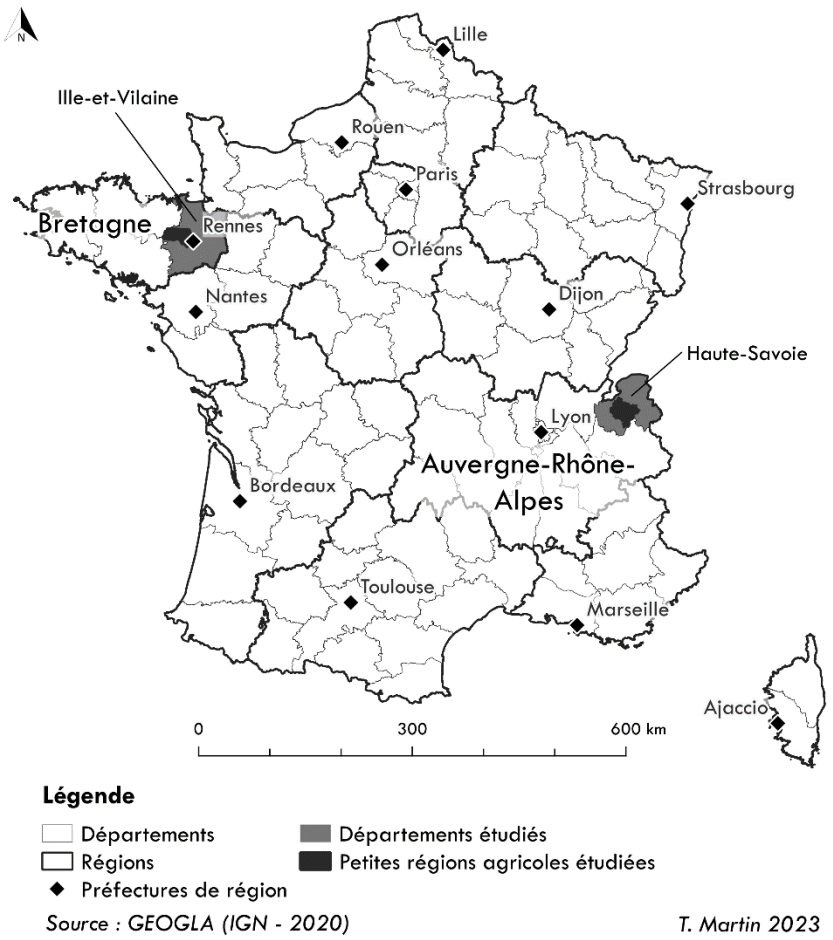
3.1 Une étude historiquement située et géographiquement localisée

Malgré sa centralité dans le processus historique de modernisation de l'agriculture, le machinisme agricole est resté relativement peu étudié jusqu'à une période récente (Bodiguel 1968; Bourdon 1975a; Bourdon 1975b). C'est pourquoi, le machinisme connaît aujourd'hui un intérêt renouvelé en sciences humaines et sociales et fait l'objet d'une relecture historiographique fournie à laquelle cette thèse se veut être une contribution[6]. D'autant plus que le machinisme de la traite n'a, à notre connaissance, pas fait l'objet d'étude approfondie en sciences humaines et sociales. C'est donc dans une perspective historique que cette thèse aborde la question des transformations de la division du travail en lien avec le développement du machinisme de la traite. L'ambition de cette approche historique est autant de comprendre le contexte d'émergence du robot en caractérisant les évolutions du travail et ses déterminants que de resituer la robotisation de la traite dans des trajectoires d'exploitations agricoles. La robotisation de la traite sera ainsi replacée au sein d'une dynamique historique de mécanisation de la traite en tâchant d'en identifier aussi bien les éléments d'une continuité que ceux participant d'une rupture avec le machinisme de la traite. Par ailleurs, la division du

[6] Le projet de recherche « Politiques de la machine agricole -Approches sociologiques et historiques des trajectoires de mécanisation de l'agriculture (1945-2021) » en est un exemple dans le champ scientifique. Créé en 2009, l'Atelier paysan, coopérative d'intérêt collectif, porte un projet de lecture historique critique du développement du machinisme qui vise à éclairer le rôle de la machine dans le développement d'un modèle agricole dominant et d'en proposer une alternative politique et technologique (L'Atelier Paysan 2021b; Goulet et al. 2022).

travail en agriculture connaît de fortes déclinaisons territoriales comme en témoigne la diversité des formes d'intégration au secteur industriel (Ricard 2014; Delfosse et Rieutort 2018). C'est pourquoi cette thèse étudie plus particulièrement les transformations du travail en traite robotisée au sein de deux petites régions agricoles. Notre premier terrain d'étude, le bassin ouest rennais, est situé au sein du premier département laitier français[7], l'Ille-et-Vilaine. Cette petite région est marquée par sa forte intégration au complexe agro-industriel breton et par la prédominance d'exploitations laitières de grande dimension économique et intensives en capital et en intrant. Le plateau des Bornes et le massif des Bornes-Aravis forment une petite région agricole au sein de la zone d'appellation du fromage Reblochon en Haute-Savoie. Au sein de ce second terrain d'étude, les pratiques sont soumises au respect d'un cahier des charges et la production repose essentiellement sur la valorisation des prairies fauchées et pâturées. La transformation est principalement organisée au sein de coopératives, des fruitières, ou bien directement au sein de l'exploitation dans le cas du Reblochon fermier. Bien qu'en apparence tout sépare ces deux petites régions agricoles (Carte 1), ces deux espaces connaissent depuis les années 2010 une forte dynamique d'adoption du robot de traite dans les élevages laitiers. La déclinaison de notre question de recherche à ces deux petites régions agricoles participe d'une analyse comparative visant à identifier les spécificités territoriales de la division du travail et les effets différenciés de la traite robotisée.

[7] En volume et en nombre d'exploitation (Agreste 2020).



Carte 1 : Localisation des terrains d'étude de la thèse

3.2 Une enquête entre le monde des éleveurs laitiers et celui des vendeurs de robots

Ce travail[8] initié en septembre 2019 s'appuie sur un dispositif de recherche essentiellement composé d'enquêtes de terrain auprès des éleveurs, des vendeurs de robots et des techniciens de maintenance. Les éleveurs enquêtés sur nos deux terrains d'étude ont été choisis suivant un échantillonnage raisonné de manière à restituer la diversité des collectifs de travail et des systèmes de production. Si les exploitations équipées de robots de traite représentent l'essentiel de notre échantillon, nous avons également enquêté des exploitations ayant fait d'autres choix de machines à traire. Des enquêtes avec des acteurs locaux de l'agriculture (chambre d'agriculture, contrôle laitier, etc.) et des chercheurs, des statistiques issues de diverses sources (recensement agricole, contrôle laitier, statistique agricole annuelle,

[8] Ce manuscrit de thèse s'appuie sur différentes communications publiées dans des revues scientifiques, en cours de relecture ou présentées lors de colloques ou séminaires.

etc.), des archives (nationales, départementales et associatives), et des documentations techniques et publicitaires viennent compléter ce matériel de travail. La comparaison aussi bien géographique qu'historique constitue le fil d'Ariane de notre analyse. Notre cadre d'analyse de la division du travail prend racine au sein de l'agriculture comparée et plus particulièrement de la théorie historique de M. Mazoyer et L. Roudart (2002). Dans l'héritage d'une géographie du système agraire, ce travail emprunte différents concepts à la sociologie du travail pour construire une géographie de la division du travail en agriculture.

4. Plan de la thèse

Cette thèse est composée de six chapitres organisés en deux grandes parties. La première partie restitue la robotisation de la traite des vaches laitières dans le mouvement plus global du déploiement des robots dans nos économies d'abord, dans l'agriculture ensuite et des évolutions du travail qui les accompagnent. Ce travail nous permet de construire une question de recherche et de proposer un cadre d'analyse qui clôture la première partie de la thèse. La seconde partie retrace la mise en place d'une nouvelle division du travail de production laitière au cours de la modernisation agricole du XXe siècle avant d'étudier en quoi la robotisation de la traite perpétue, transforme ou reconfigure cette division du travail au sein de l'exploitation et en dehors.

4.1 Première partie : robots agricoles et transformations du travail

Le premier chapitre de cette partie replace la robotisation de la traite des vaches laitières dans une histoire plus globale, celle des robots sortis de l'univers science-fictionnel au début du XXe siècle pour devenir des artefacts au centre des mutations productives de la seconde moitié du XXe siècle. Dans ce chapitre, nous montrons que le robot est en premier lieu défini par les imaginaires qu'il véhicule. La peur d'un grand remplacement automatique coexiste avec l'espoir de libération des humains du travail. Ces deux imaginaires continuent de façonner nos représentations collectives des robots aussi bien dans l'industrie, les services qu'en agriculture. Nous montrons ensuite comment ces imaginaires influencent l'approche des transformations du travail en faveur d'une vision du travail restreinte à l'emploi et de conclusions entretenant l'idée d'une substitution du travail humain. Cependant, d'autres travaux donnent plutôt à voir un déplacement du travail et un renouvellement des catégories de pensée sur celui-ci. C'est ce prisme d'analyse que nous choisissons pour cette thèse. Enfin, la dernière partie du chapitre s'intéresse au développement tardif des robots en agriculture. Après des tentatives de robotisation infructueuses dans les années 1980, les robots font un retour à partir de 2010 au sein d'un nouveau paradigme de l'innovation qu'est l'agriculture numérique. Pour terminer, nous revenons sur le développement de la traite robotisée et les

acteurs de cette innovation. Le deuxième chapitre[9] est un travail de revue systématique de la littérature qui questionne de manière critique l'état des connaissances sur les transformations du travail qui accompagnent le déploiement des robots en agriculture. Au regard d'une analyse de 90 articles publiés en anglais, cette question émergente s'avère majoritairement traitée par un prisme technico-économique et le robot de traite constitue finalement le principal robot étudié compte tenu du faible déploiement des autres robots en agriculture. Une analyse de biais réalisée sur 15 articles avançant une évolution de la durée du temps de travail montre qu'aucune connaissance robuste ne peut soutenir l'idée d'une diminution du temps de travail en traite robotisée. Fort de ce retour sur l'histoire du robot, son arrivée en agriculture et l'état des connaissances sur les transformations du travail auxquelles il participe, le chapitre 3 précise l'itinéraire d'une recherche constructiviste et le dispositif de recherche associé. Ce troisième chapitre retrace les différentes réductions réalisées avant de proposer un cadre d'analyse original de la division du travail en agriculture, lui aussi fruit de l'évolution d'une pensée sur le travail. Après la description de notre dispositif de recherche, ce chapitre se termine par une succincte présentation de nos deux terrains d'étude.

4.2 Seconde partie : la contribution du robot de traite à une nouvelle division du travail dans la production laitière

La seconde partie s'ouvre sur le chapitre 4, un chapitre historique qui retrace l'évolution de l'agriculture sur nos deux terrains de 1945 à aujourd'hui. Ce chapitre vise à montrer comment la modernisation agricole a consisté en la mise en place d'une nouvelle division du travail que notre cadre d'analyse permet de préciser. Cette division du travail connaît des déclinaisons qui retranscrivent à la fois la diversité sociotechnique des exploitations et la diversité des conditions géographiques de l'activité. Une fois cette division du travail de la production laitière précisée, nous verrons comment la robotisation participe d'un renouvellement de cette division du travail. Le chapitre 5 commence par préciser la diversité des exploitations équipées de robots de traite avant de montrer en quoi la traite robotisée consiste en l'avènement d'une traite continue qui véhicule un idéal de production fluide. Nous détaillons ainsi en quoi le maintien d'une traite continue participe d'une profonde transformation du contenu du travail de l'éleveur et de son organisation. La réorganisation temporelle du travail modifie notamment les conditions de possibilité du travail salarial et les modalités d'insertion de l'éleveur dans la division sociale du travail. Mais cette astreinte de fluidité ne repose pas que sur le travail dans l'exploitation agricole. Elle mobilise aussi la coopération locale entre éleveurs et de nouveaux acteurs que sont les techniciens de maintenance des robots. C'est pourquoi le chapitre 6 s'intéresse au travail de maintenance des techniciens et aux nouvelles relations de travail entre l'éleveur et les

[9] Le chapitre correspond à un article publié dans *Agronomy for Sustainable Development* en août 2022 et est restitué tel quel, en anglais. Un résumé de deux pages en français est disponible en annexe (Annexe 1).

distributeurs de machines à traire. Nous étudions aussi comment la diffusion spatiale du robot de traite illustre l'importance des coopérations locales entre éleveurs pour le maintien de la traite continue.

Cette thèse termine par une discussion structurée autour de trois grandes questions. Les deux premières reviennent sur l'imaginaire des robots en agriculture. Nous nous demandons dans quelle mesure la robotisation de la traite participe ou non à une substitution du travail humain, principe fondateur de l'imaginaire de la robotique. Nous interrogons également la participation de la traite robotisée à l'industrialisation de l'agriculture en commençant par discuter la pertinence du qualificatif « industriel » pour décrire des formes d'agriculture et des types d'exploitations. La troisième question revient sur la perspective historique que cette thèse propose. Nous nous demandons si finalement la robotisation de la traite participe d'une nouvelle disposition de la division du travail ou bien si elle perpétue et intensifie une division accrue du travail consubstantielle du projet modernisateur.

Encadré 1 : Les références aux entretiens dans le texte du manuscrit

Chaque verbatim est associé à un entretien dont les caractéristiques sont détaillées en annexe 4. Pour les entretiens avec les éleveurs, vous trouverez les principales caractéristiques de l'exploitation laitière dans cette même annexe (taille du cheptel, nombre d'actifs, machine à traire, référence laitière, etc.)

(ENT E1-35)

Espace géographique de l'entretien

35 : Bassin ouest rennais (Ille-et-Vilaine)
74 : Zone Reblochon (Haute-Savoie)

Type d'entretien

A : Entretien exploratoire
E : Entretien avec un éleveur
S : Autre entretien
D : Entretien réalisé par D. Quentin

Première partie

Robots agricoles et transformations du travail

Chapitre 1

Le robot : de la science-fiction à l'agriculture

Introduction

En guise de chapitre introductif, nous souhaitons resituer la question des transformations du travail en traite robotisée dans un plus vaste champ qui s'intéresse aux relations entre le travail et l'automatisation des activités productives. Plus particulièrement, nous voulons ici préciser les grands traits de l'histoire du robot comme objet technique, de l'imaginaire littéraire qui le précède et des reconfigurations du travail qui l'accompagne. Cela nous permet de restituer la place et les spécificités de l'agriculture dans ce mouvement historique de robotisation. Pour ce faire, nous nous appuyons sur des articles et ouvrages scientifiques, des œuvres littéraires et des archives. Dans une première partie, nous revenons sur la naissance du robot, qui en premier lieu est celle d'un imaginaire né dans la littérature science-fictionnelle de la première moitié du XXe siècle. Cet imaginaire, celui de la substitution du travail humain par des machines douées d'autonomie décisionnelle est consubstantiel des robots, il participe à les définir et à en comprendre les usages sociaux. Puis, au cours des années 1970, le robot devient un artefact qui accompagne les profondes transformations des chaînes de production industrielles. Une deuxième partie est ainsi consacrée à l'identification des principales transformations du travail portées par la robotisation dans le secteur industriel puis dans les services. À cette occasion, nous soulignons l'importance de distinguer l'emploi du travail et de s'intéresser aux évolutions du contenu et de l'organisation du travail. Une troisième partie précise le développement de la robotique dans le secteur agricole. Car c'est seulement au cours des années 1980 que les premiers projets de robotique agricole émergent en France et à l'étranger. Malgré les incitations politiques et économiques, la plupart des robots ne passeront pourtant pas à l'étape commerciale. Pour comprendre cela, nous tâcherons d'identifier les singularités de l'activité agricole et leurs implications en termes de robotique. Ce retour sur les prémices de la robotique agricole nous amènera à distinguer la trajectoire toute particulière du robot de traite dont le déploiement dans les fermes dès les années 1990 constitue une exception à des robots qui peinent à se concrétiser dans le secteur agricole. Depuis les années 2010, la robotique agricole fait un retour au sein de l'agriculture numérique, nouveau paradigme de

l'innovation en agriculture. Avant de préciser l'état des connaissances sur les transformations du travail qui accompagne le déploiement des robots en agriculture, il nous faudra préciser ce que ce terme recouvre et ce qui le distingue d'autres artefacts associés à l'automatisation. Robot, robot intelligent ou autonome, automate, intelligence artificielle, etc., les objets techniques créés par l'homme et visant à se substituer à certaines activités humaines rencontrent une grande diversité sémantique dont les frontières et définitions sont parfois floues. Nous verrons qu'un consensus différencie le robot des autres artefacts de l'automatisation par sa matérialité, ses capacités d'adaptation à son environnement et d'action sur le monde physique. Enfin, ces précisions nous permettront de proposer une définition du robot en agriculture sur laquelle s'appuiera un travail de revue systématique de la littérature présenté dans le Chapitre 2.

1. Le robot : entre artefact industriel et imaginaire collectif

Le robot est un mot apparu au cours du XXe siècle et provient de la littérature de science-fiction. C'est dans ce champ littéraire que l'idée de remplacement du travail humain par les robots se construit, avant son arrivée dans le secteur industriel puis dans des pans entiers de l'activité humaine. Cette première partie vise donc à restituer succinctement l'émergence du robot aussi bien comme imaginaire (1.1) que comme artefact industriel (1.2).

1.1 Le robot : une origine littéraire

Le robot s'inscrit dans la généalogie d'un vieux rêve humain, celui du dépassement d'un homme soumis aux lois du vivant par une machine artificielle capable de le mimer (Bensamoun 2015). Dès l'antiquité grecque, des statues animées et des automates sont présents lors des fêtes et cultes en l'honneur des dieux (Marcinkowski et Wilgaux 2004). Dans la mythologie grecque, ces artefacts célèbrent en particulier Héphaïstos, dieu magicien qui s'illustre par ses automates et servantes faites d'or dont l'apparition traduit la supériorité de la création artisanale sur la nature (Marcinkowski et Wilgaux 2004). Le Golem[10], humanoïde d'argile de la mythologie juive, constitue un autre exemple de mythe qui a traversé le temps et a marqué différentes cultures. Il existe aussi une riche tradition de fabrication d'automates au sein des civilisations, du pigeon volant de Archytas de Tarente, 400 ans av. J.-C., au premier androïde de Léonard de Vinci au XVIème siècle (Mavridis 2015). Au cours du XIXe siècle, l'utopie de l'automatisation prend une nouvelle dimension avec l'ère industrielle. Entre

[10] Dans le mythe talmudique du Golem, le Golem est créé par un rabbin afin de défendre sa communauté contre les pogroms. Son créateur a inscrit sur son front le mot *emet* (vérité en hébreu). L'effacement de la première lettre (*met*, mort en hébreu) renvoie le Golem à la terre glaise.

rêve d'émancipation des travailleurs et logique de profit, les automates sont pensés comme un moyen de substitution du travail humain (Jarrige 2017). C'est au début du XXe que le robot fait son apparition dans la pièce acerbe du dramaturge tchèque C. Capek : « R. U. R. (Rossum's Universal Robots) » (Capek 1921). Publiée en 1921, cette pièce de théâtre de science-fiction décrit la révolte contre les hommes de robots esclaves fabriqués pour affranchir les humains du travail (Figure 3). *Robot* est la traduction du mot tchèque *robota* qui signifie « le travail de corvée » et renvoie à la pénibilité du travail. Une autre signification de son étymologie est celle du travail comme un rapport social de domination : le travail dû par le paysan à un seigneur. Le radical slave est aussi celui de l'*esclave* en russe. Son étymologie renvoie donc à la fois à la pénibilité du travail et à la servitude, la domination. Travailler à la place des humains est bien ce qui différencie le robot de ses ancêtres les automates et autres créatures artificielles de la mythologie. D'ailleurs, le robot prend une apparence humaine dans la pièce de C. Capek et cet anthropomorphisme continue jusqu'à aujourd'hui à caractériser un certain nombre de robots entretenant ainsi l'imaginaire de substitution à l'homme. L'œuvre du dramaturge tchèque s'inscrit toutefois dans l'héritage du mythe du Golem, de la créature se retournant contre son créateur, l'homme. Porté par la modernisation d'après-guerre, I. Asimov fera définitivement entrer le robot dans l'imaginaire collectif à travers le cycle des robots, un ensemble de romans de science-fiction publiés entre 1956 et 1986. L'écrivain décrit une société libérée du travail pénible où les robots soulagent les hommes des tâches fastidieuses (Asimov 1950). Si l'œuvre de l'écrivain russe perpétue l'idée d'une libération des tâches pénibles, elle représente cependant une rupture : le robot est au service de l'homme, nulle rébellion, mais bien une utopie de la fin du travail. L'édiction des lois de la robotique[11] garantit la cohérence de cette utopie et pose les bases d'une relation entre l'homme et le robot dont le droit[12] restera un élément central dans la culture occidentale (Nevejans 2015). Avant d'être un artefact industriel, le robot est donc un imaginaire qui s'est construit autour de deux univers symboliques. Le premier est celui de C. Capek, il renvoie à la peur d'un monde dominé par des robots qui se révoltent contre leurs créateurs, un *grand remplacement automatique* (Casilli 2019) structurant encore aujourd'hui notre imaginaire collectif et perpétuant le mythe du Golem, où l'homme perd le contrôle de sa créature (Nevejans 2020). La seconde dimension de cet imaginaire est héritée de l'œuvre d'I. Asimov et invoque une société libérée du travail, un robot au service de l'humain. Les œuvres science-fictionnelles de C. Capek et d'I. Asimov fondent un imaginaire de la robotique et initient

[11] Les trois lois d'Asimov ou lois de la robotique sont citées pour la première fois dans la nouvelle *Runaround* de l'écrivain russe (Asimov 1950) : *« loi numéro 1 : un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger ; loi numéro 2 : un robot doit obéir aux ordres que lui donne un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la première loi ; loi numéro 3 : un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la deuxième loi.* » (Heudin 2019).

[12] « Asimov considère que ses Lois constituent un code moral contraignant encadrant fermement le robot pour lui interdire toute atteinte à la sécurité de l'humain. Il est à rapprocher des principes éthiques en cours d'élaboration en Europe pour rendre le robot et l'intelligence artificielle sûrs et acceptables pour l'humain. » (Nevejans 2020, 16)

ainsi une tradition littéraire et artistique (notamment cinématographique) particulièrement prolifique au cours de la seconde moitié du XXe siècle (Trentesaux et Rault 2020). Cette dualité vis-à-vis du robot – menace *vs* libération - marquera les œuvres de science-fiction de la seconde moitié du XXe siècle : *Star Wars* et *Terminator* fournissent respectivement des exemples du *bon robot* et du *méchant robot* (Hockstein et al. 2007).

Figure 2 : Extrait de la bande dessinée « R.U.R - Le soulèvement des robots » adaptée de l'œuvre de C. Capek par K. Cupova en 2022 (source : Glénat / Cupova & Capek)

1.2 L'arrivée du robot dans les industries

Le robot devient une réalité industrielle en 1961, date de son installation sur une chaîne de production de General Motors à Trenton dans le New Jersey (Wallén 2008). *Unimate*, considéré comme le premier robot industriel, effectue des tâches de manutention et de soudure sur une chaîne de moulage sous pression. À partir de la fin des années 1970, les robots vont connaître un déploiement important dans de nombreuses chaînes de production industrielles. En France, si seulement quelques centaines sont en activité en 1974, les robots se comptent en milliers en 1989 (Coriat 1990, 13). Ce développement est d'autant plus appuyé que la production manufacturière offre un milieu contrôlé et structuré autour des

robots et les tâches y sont souvent répétitives (peinture, soudure, transport, assemblage, etc.). L'aléa est ainsi restreint aux pannes et les robots n'ont pas besoin de s'adapter à un environnement changeant (Laumond 2013b). Poussée par la progression de la puissance de calcul des ordinateurs, la robotique se résume jusqu'alors à articuler la mécanique à l'informatique pour concevoir des machines « *mécatroniques* » commandées numériquement (Laumond 2013b). À la fin des années 1960, la robotique s'intéresse à la conception de robots autonomes, c'est-à-dire capables de s'adapter à un environnement changeant. Il est intéressant de noter que c'est l'utopie d'une communauté de roboticiens qui motive dans un premier temps ces recherches plus qu'une demande émanant du secteur industriel (Laumond 2013b). L'imaginaire utopiste des robots imprègne encore cette discipline nouvelle qu'est la robotique. Deux grands courants structurent cette recherche sur les robots autonomes. Le premier, appelé « phénoménologie robotique » par J.-P. Laumond[13], repose sur des modèles et mobilise la boucle « *perception-décision-action* ». Cette école de la robotique industrielle s'oppose à l'école comportementaliste qui réfute une vision par modèles et s'inspire du vivant pour concevoir le comportement des robots. Dès les années 1980, la robotique se structure autour de plusieurs instances nationales et internationales qui opèrent un rapprochement entre recherche et planisme industriel (Saraceno 2020). En 1982, à l'occasion du sommet de Versailles réunissant les pays membres du G7, un programme international de coopération scientifique est créé entre les puissances industrielles (Cooper et al. 1991). En 1984, l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) voit le jour, suivi de la *International Foundation on Robotics Research* (IFRR) et de l'*International Federation of Robotics* (IFR) respectivement en 1986 et 1987. Soutenue par les États, la robotique connaît un développement important et dans un monde marqué par la compétition internationale, les robots deviennent une condition de la puissance économique. Après les robots industriels (Wallén 2008), il existe aujourd'hui une grande diversité de robots dans des secteurs aussi variés que la chirurgie, l'éducation, l'agriculture ou encore les relations humaines et affectives (Duffy 2003). Les promesses science-fictionnelles d'hier deviennent aujourd'hui, en partie, des réalités. Les derniers robots sont capables d'exécuter des tâches complexes et intensives en compétences telles que la traduction, la reconnaissance d'images, le langage ou encore l'emblématique victoire au jeu de go de l'intelligence artificielle (IA) AlphaGo contre le champion du monde (Askenazy et Bach 2019). Après s'être cantonnés aux milieux contrôlés des usines manufacturières, les robots sont devenus plus autonomes, pouvant s'adapter à leur environnement et sont aujourd'hui capables d'apprendre grâce aux algorithmes d'apprentissage automatique (*machine learning*). De fait, les robots ne sont plus réservés aux tâches physiques, mais portent maintenant sur des interactions humaines au travail (caisses de supermarché, répondeurs,

[13] Jean-Paul Laumond est un roboticien français, titulaire de la Chaire d'innovation technologique Liliane-Bettencourt, chaire d'enseignement du Collège de France, de 2011 à 2012. Sa leçon inaugurale a donné lieu à un ouvrage, « *La robotique : une récidive d'Héphaïstos* » (Laumond 2013b), qui retrace la naissance de la robotique, ses courants et ses objets de recherche.

etc.), des actes cognitifs complexes (correction orthographique, traduction, algorithmes financiers, etc.) et s'étendent même au travail managérial au moyen de prescriptions, de contrôles et de décisions relatives aux travailleurs (Dujarier 2016).

D'après F. Jarrige, la robotisation des années 1970 peut être interprétée comme la rencontre entre cet imaginaire de la science-fiction et le rêve d'automatisation du capitalisme industriel : « *La robotique industrielle est tout autant un imaginaire et un ensemble de représentations construites qu'un système d'artefacts et de processus industriels.* » (Jarrige 2017, 110). La science-fiction participe également d'une culture globale de l'innovation qui a marqué la robotique et ses acteurs par ses utopies technologiques ou politiques : « *Dans le domaine de la robotique, les romans d'Isaac Asimov sont souvent très lus et appréciés par les ingénieurs et scientifiques de laboratoires du monde entier qui se souviennent souvent des lois de la robotique quand ils construisent un nouveau système technique.* » (Michaud 2011, 173). Depuis les années 1970, cet imaginaire de la robotique s'est introduit dans les discours politiques. Le robot occupe une place centrale dans la rhétorique de la révolution technologique qui s'impose dans les discours de politique industrielle (Saraceno 2020). Il est intimement lié à une logique discursive de rupture, de renouveau du progrès technique tout en perpétuant un solutionnisme technologique. Certains auteurs comprennent la robotique comme un projet politique chargé de compenser l'absence d'alternative aux crises des sociétés industrielles (Jarrige 2017; Saraceno 2020). Finalement, deux histoires du robot coévoluent, celle de l'objet et celle de son imaginaire collectif.

Figure 3 : La première adaptation de science-fiction est diffusée à la télévision en 1938 par la BBC. Il s'agit de la pièce de Karel Capek, Rossum's Universal Robots, l'inventeur du mot « robot » - crédit : flickr, domaine public

Figure 4 : En 1961, Unimate, le premier robot, fait son apparition sur une chaîne de production de General Motors. Ce roboto assemble des pièces métalliques pour la construction automobile - crédit : Aeolus Robotics

2. Remplacement du travailleur ou métamorphose du travail ?

Le robot est donc avant tout défini par son imaginaire, celui de la substitution du travail humain. Après plusieurs décennies de déploiement des robots dans différents secteurs, qu'en est-il vraiment des effets de la robotisation sur le travail humain ? La réponse à cette question mériterait des déclinaisons géographiques, sectorielles et technologiques afin de cerner la diversité des situations. Sans nous livrer à une telle entreprise, nous souhaitons toutefois restituer les grandes tendances d'évolution du travail qui accompagnent le déploiement des robots dans nos économies. Pour cela, il faut intégrer la diversité des sens donnés au terme travail, diversité qui façonne différentes postures épistémologiques face à cette question (Encadré 2). Dans un premier temps nous verrons que l'imaginaire de substitution a grandement participé à la manière dont cette question est abordée par la littérature scientifique. Le travail est souvent réduit à l'emploi et la quantification de sa disparition accompagne généralement l'avènement d'une nouvelle étape d'automatisation (2.1). D'autres travaux proposent une perspective différente qui éclaire les mutations du travail par ses déplacements, ses réorganisations et le changement de son contenu (2.2). Enfin, les géographes ont plus récemment exploré les nouvelles spatialités du travail que le déploiement des robots dessine.

Encadré 2 : Le travail ?

« Le « travail » est une catégorie de pensée et de la pratique dont la signification est conventionnelle, historique et politique. Elle est construite et maintenue par l'État, le droit, les sciences comme par nos pratiques et rites ordinaires : le « travail » est donc produit par des actes performatifs. » (Dujarier 2021, 365). Le travail est donc un concept dont la signification évolue dans le temps en fonction des sociétés et des groupes sociaux considérés. Malgré cette diversité d'appropriations du terme, M.A. Dujarier identifie trois grandes dimensions du travail - l'activité, l'ouvrage et l'emploi - qui participent de manière individuelle ou combinée aux différentes significations sociales du travail. L'activité, si elle peut être matérielle, spirituelle ou psychique, renvoie aux notions d'effort et de transformation. L'ouvrage évoque le résultat, le fruit d'une activité faite ou à faire (tâche) et la manière dont cette activité est réalisée. Enfin, l'emploi renvoie à une activité qui procure un revenu (Dujarier 2021, 79).

2.1 L'automatisation : une menace pour l'emploi ?

Un autre imaginaire associé aux robots est celui du spectre du chômage de masse voir de la fin du travail. La question de la substitution du travail humain est devenue un sujet récurent à l'origine de nombreuses contributions médiatiques, scientifiques, mais avant tout prospectivistes. Dans les années 1950, l'automatisation des chaînes de production aux États-

Unis donne lieu à des inquiétudes politiques sur les risques d'un chômage de masse. Si bien qu'en 1964, le président Lyndon B. Johnson crée une commission d'experts chargée de répondre aux craintes d'une croissance si rapide de la productivité que l'emploi serait menacé (Autor 2015). En 1966, les conclusions de la *National Commission on Technology, Automation, and Economic Progress* déconstruisent les liens entre automatisation et chômage et pointent le rôle central de la demande de biens et services. En conséquence, la commission propose notamment la mise en place d'un revenu de base - *minimum income allowance* (Bowen et al. 1966, 40) - afin de soutenir cette demande et de compenser la baisse de l'emploi. Dès lors, l'automatisation ne cessera de mettre en débat la mise en place d'un revenu universel[14]. Le rapport précise également un point qui s'avèrera central pour comprendre les effets de l'automatisation sur le travail : « *Le fait est que la technologie élimine les emplois, pas le travail* » (Bowen et al. 1966, 9; traduit de l'anglais par l'auteur). Pourtant, c'est bien l'idée d'une substitution du travail humain qui va s'installer dans les débats. En 1997, J. Rifkin annonce l'horizon d'une société sans travail, conséquence du développement des outils numériques et automatiques (Rifkin 1997). Dans *La Fin du Travail*, l'essayiste prospectiviste décrit une société sans travail, marquée par une croissance sans emplois remettant ainsi en cause une organisation sociale fondée sur le travail. En 2013, une étude publiée par l'université d'Oxford annonce que la robotisation pourrait détruire 47 % des emplois aux États-Unis (Frey et Osborne 2013). Cette étude intègre un nouveau modèle en rupture avec la polarisation qui prévalait entre d'un côté les métiers automatisables, à tâches répétitives et peu cognitives et de l'autre les métiers intensifs en compétences cognitives et peu automatisables. Le modèle admet que les IA peuvent désormais effectuer des tâches complexes qui jusqu'alors n'étaient pas incluses dans les modèles prospectifs. En France, suivant la même approche, l'Institut Roland Berger annonce en 2014 que « *42 % des métiers présentent une probabilité d'automatisation forte du fait de la numérisation de l'économie. Pour la première fois, les métiers automatisables ne sont pas uniquement les métiers manuels. Des tâches intellectuelles de plus en plus nombreuses sont prises en charge par les outils numériques.* » (Dujin 2014, 2). Alors que ces rapports sont repris par la presse et alimentent le mythe de la substitution (Nora 2015; Siméon 2015), plusieurs critiques sont avancées concernant cette approche. La création de nouvelles activités avec l'automatisation n'est par exemple pas considérée et les résistances et négociations des travailleurs face à ces innovations ne sont pas non plus intégrées (Casilli 2019, p. 40). En 2016, une étude comparative sur 21 pays de l'OCDE s'inscrit en critique de l'étude de Frey et Osborne (2013) et ramène ce chiffre à 9 %. Contrairement aux deux études précédemment citées, celle de l'OCDE s'intéresse aux tâches et non aux professions dans leur ensemble, cette dernière reposant sur une hypothèse pouvant mener « *à la surestimation*

[14] Déjà dans l'Utopie (1516), Thomas More imagine une organisation sociale fondée sur une telle redistribution. C'est aux États-Unis dans les années 1960 que le revenu universel est promu alors que l'automatisation gagne les usines. Aujourd'hui, sur fond d'une nouvelle vague d'automatisation (IA, robots autonomes, etc.), la nécessité d'une allocation de base refait surface et transcende les clivages politiques. Pour une rétrospective de l'histoire du revenu universel, voir (Steta 2018).

de l'automatisation des emplois, puisque les professions dites à haut risque comprennent souvent une part substantielle de tâches difficiles à automatiser » (Arntz et al. 2016, l. 5). L'étude pointe également l'hétérogénéité de cette perte d'emplois en fonction des pays, et l'explique par la diversité de l'organisation spatiale du travail, le passif des investissements dans l'automatisation ou encore les écarts entre les niveaux d'éducation des travailleurs. En 2019, dans un nouveau rapport, l'OCDE annonce que 16,4 % des emplois pourraient disparaître en France dans les deux prochaines décennies (OECD 2019) contre 9 % dans son rapport de 2016. Régulièrement, une nouvelle étude prospective vient contribuer à ce grand bal des chiffres sur le remplacement des emplois par l'automatisation. Une telle volatilité des valeurs annoncées traduit l'incomplétude des approches quantitatives et la complexité d'anticipation des réagencements productifs et sociaux spécifiques à chaque secteur : « *l'exercice d'anticipation des impacts sur le travail ou l'emploi est hautement spéculatif tant l'incertitude règne sur l'évolution de la technologie elle-même, son usage social ou industriel et les mécanismes indirects qui accompagnent chaque irruption d'une telle technologie.* » (Askenazy et Bach 2019, 34).

Après plusieurs décennies de déploiement des robots, d'abord dans le secteur industriel (Wallén 2008), puis dans les services (Lu et al. 2020), les dynamiques de l'emploi révèlent une tout autre réalité que le remplacement tant prédit. A. Casilli confronte les indicateurs d'automatisation aux taux de chômage dans différents pays du G20 pour l'année 2016 (Casilli 2019, 42). Si l'on réitère l'exercice avec les données de 2019 (Banque Mondiale 2020; IFR 2020), le constat reste le même : les pays affichant les plus hauts taux d'automatisation (nombre de robots pour 10 000 salariés) affichent des taux de chômage parmi les plus bas du G20. Certains font même des robots une condition de la croissance économique compte tenu des gains de productivité du travail qu'ils permettent (le Roux 2017). En tout cas, l'emploi résiste au robot et se reconfigure. Le secteur bancaire offre un cas d'étude emblématique du maintien et même de la croissance de l'emploi suite au déploiement d'automates. L'arrivée des distributeurs automatiques de billets devait faire diminuer le nombre d'emplois occupés par les guichetiers. Mais si le nombre de guichetiers par agence a effectivement diminué, le nombre d'agences a, quant à lui, augmenté (Bessen 2015). La réduction des coûts d'exploitation permise par ces automates a favorisé l'augmentation de nombre d'agences et donc du nombre d'emplois. Ensuite, les distributeurs automatiques ont permis de déplacer le travail des guichetiers. La manipulation de liquidité a ainsi fortement diminué au profit de tâches de conseil et de vente à forte dimension relationnelle (Bessen 2015). D'après D. H. Autor (2015), plusieurs éléments peuvent expliquer les dynamiques de l'emploi accompagnant l'automatisation. En premier lieu, la capacité des salariés à exécuter des tâches complémentaires aux tâches automatisées est déterminante. Pour reprendre l'exemple précédent, si un employé de banque est compétent pour compter, gérer et distribuer des liquidités, mais ne l'est pas dans ses relations avec les clients, alors son emploi est effectivement menacé. Ensuite, l'élasticité de la demande varie grandement d'un bien/service à l'autre. Au cours du XXe siècle, les forts gains de productivité

du travail réalisés dans le secteur agricole se sont traduits par une baisse importante de la part du revenu des ménages consacrée à l'alimentation. A contrario, dans le domaine de la santé, le déploiement de nouvelles technologies s'est accompagné d'une part plus importante du revenu consacré aux soins médicaux (Autor 2015). De plus, le revenu excédentaire résultant des gains de productivité permis par l'automatisation peut être alloué ailleurs : « *Lorsque les voitures particulières ont supplanté les voyages équestres et la myriade d'occupations qui les soutenaient dans les années 1920, les industries des motels et de la restauration rapide ont vu le jour pour servir le "public automobiliste" (Jackson 1993).* » (Autor 2015, 7; traduit par l'auteur). Ces différents éléments étaient déjà au cœur du propos d'A. Sauvy en 1980. Pour l'économiste et démographe, l'automatisation détruit bien des emplois, la machine remplace par exemple le geste moteur d'un ouvrier non qualifié et fait ainsi disparaître son emploi (Sauvy 1980). Pour autant, des emplois directs sont créés notamment pour la conception, la fabrication et l'entretien des machines. Mais surtout, un « *déversement* » participe à la création d'emplois indirects, dans d'autres secteurs, grâce à la diminution des prix ou/et à l'augmentation des salaires et des investissements productifs. En résumé, les effets de l'automatisation sur l'emploi dépendent des échelles spatiales et temporelles considérées : si une destruction de certains emplois s'opère, à l'échelle macro-économique l'emploi se maintient sur le temps long. Ces déplacements sont autant géographiques que sectoriels et se réalisent sur un temps long, souvent au détriment des emplois les moins qualifiés : « *On ne transforme pas du jour au lendemain un sidérurgiste lorrain en un informaticien dans la Silicon Valley* » (Vatin 1987, 208). Ces différents éléments discréditent les annonces d'un chômage de masse, « *mythologie tenace de la littérature technologique* » (Coriat 1990, 197). Pour autant, c'est cette vision qui domine jusqu'alors et alimente l'institutionnalisation et les réflexions sur l'entrée du robot dans le droit occidental (Nevejans 2016, 13). De plus, ces différentes approches s'intéressent pour l'essentiel à l'emploi, au sens macro-social où il désigne un « *agrégat statistique* » (Vatin 2014, 89). Mais qu'en est-il du travail entendu comme une activité à vocation productive intermédiée par le technique et constituant un pan de la relation entre l'homme et la nature, mais également des relations entre les hommes.

2.2 Persistance et mutations du travail

Certains auteurs invitent à dépasser les approches en termes d'emploi pour étudier les changements dans le contenu du travail et son organisation (Flichy 2017, 9). Car, comme précise F. Vatin, l'automatisation constitue plus un « *idéal de production sans homme* », qu'un réel remplacement du travail humain, car « *l'homme réapparaît toujours quelque part* » (Vatin 2008, 162-163). Quelles sont donc les grandes mutations du travail qui accompagnent le déploiement des technologies de l'automatisation ?

Pour B. Coriat (1990), le déploiement des technologies de l'automatisation à la fin des années 1970 a été réalisé dans un contexte marqué par deux grandes transformations. En premier lieu, ces évolutions technologiques ont été précédées d'une profonde transformation

de l'organisation du travail. Les principes tayloriens qui jusqu'alors fondaient cette organisation – « *spécialisation des fonctions, parcellisation des tâches et mesure des temps et des mouvements* » (Coriat 1990, 17) – sont peu à peu abandonnés face aux différentes expressions de la résistance ouvrière[15] face à un travail « en miette », répétitif et vidé de son sens (Friedmann 1964). Face à cette « *crise de gouvernabilité* » de la classe ouvrière (Chamayou 2018), de nouvelles pratiques se mettent alors en place afin de rendre l'organisation du travail plus flexible. Ensuite, la période fordiste marquée par une croissance basée sur une production de produits standardisés laisse place à une croissance plus lente basée sur des productions différenciées et une concurrence par la qualité. Ce contexte de flexibilité dans l'organisation de la production et du travail s'avère favorable au déploiement des technologies de l'automatisation (électronique, informatique, télécommunication et robotique) (Coriat 1990). Car si l'automatisation n'a pas fait disparaître le travail, elle nécessite une flexibilité organisationnelle qui participe de nouvelles modalités de la division du travail. Le travail direct - entendu comme une activité manuelle conduite avec des outils et visant à transformer la matière - recule fortement notamment lorsqu'il est parcellaire et répétitif bien que certaines tâches répétitives perdurent faute d'automatisation. Il se maintient également à travers des opérations de manutention, d'alimentation des machines ou encore de remplacement de certains composants sur ces dernières (Coriat 1990). Si le travail direct se dissipe, le travail dit « *indirect* » progresse. La programmation des machines, leur réglage, l'entretien, la réalisation de diagnostics et les réparations accompagnent la complexification des technologies et l'intégration de plus en plus importante des différentes lignes de production. Ces déplacements s'accompagnent d'une « *abstraction du travail* » : « *plutôt que de maniements concrets d'outils basés sur des modes opératoires répertoriés et définissables, il s'agit désormais d'une capacité de lecture, d'interprétation et de décision à partir de données formalisées livrées par des appareils.* » (Coriat 1990, 202). Cette abstraction du travail est particulièrement marquée dans les industries dites de flux, hautement automatisées (ex. : industrie pétrochimique), où la gestion des aléas devient la raison principale de l'intervention humaine : « *En somme, l'arrêt de la chaîne classique immobilise surtout les hommes, alors que l'arrêt de la ligne intégrée en mobilise.* » (Naville 1963, 163). Les tâches déterminées qui étaient au cœur du taylorisme font désormais place à une gestion des imprévus qui constitue la fonction principale des « *contrôleurs de flux* », nouvelle figure du travailleur de l'industrie hautement automatisée (Vatin 1987). Ce recul du geste moteur au profit d'un rôle de surveillance et de contrôle est une des principales conséquences sur le travail des transformations industrielles de la seconde moitié du XXe siècle : « *Le travail humain n'est plus pensé ici comme imitant celui de la machine, puisqu'il s'agit précisément d'intervenir aux limites de la capacité de celle-ci, quand elle sort des bornes du prévu.* » (Vatin 2008, 134). Ce contrôle de la fluidité change également l'ergonomie du travail et donne tout son sens au *digital labor*, qui peut ici être littéralement compris comme « le travail du doigt » sur des dispositifs

[15] Turn-over, absentéisme, ralentissements volontaires des chaînes de production, sabotage, etc. (Chamayou 2018, chap. 1)

numériques de suivi et contrôle (écran, tablette, smartphone, etc.). L'automatisation s'accompagne également d'effets de reclassement des travailleurs en fonction de leur niveau de qualification et de leur position préalable dans la chaîne de production. Ce reclassement peut aller de l'éviction totale de l'entreprise pour certaines catégories d'ouvriers spécialisés à la valorisation de nouvelles catégories de travailleurs telles que les ouvriers-opérateurs de conduite de systèmes automatisés (Coriat 1983, 98; Coriat 1990, 208).

Plus récemment, l'automatisation a également pris d'autres formes, désincarnées et sans action directe sur le monde physique. C'est notamment le cas des intelligences artificielles (IA), des robots informatiques comme les robots traders dans le secteur de la finance ou encore du guidage vocal des manutentionnaires dans la logistique. Les déplacements du travail prennent alors des formes inédites que le concept de *digital labor* tente en partie de retranscrire (Scholz 2013). Par exemple, certains robots immatériels participent à la prescription et au contrôle du travail. Dans les entrepôts de logistique étudiés par D. Gaborieau (2012; 2017), ce sont bien les travailleurs et la force de leurs bras qui soulèvent et transportent les colis. Mais leur travail est contrôlé par des robots qui prescrivent, mesurent et évaluent le travail humain à travers un dispositif de guidage vocal. Le travail est individualisé par une interaction monopolisée par le robot aux dépens des interactions et logiques collectives. Par ailleurs, pour qu'une IA puisse, par exemple, reconnaître un chien sur une photo, il a préalablement fallu annoter des millions d'images contenant des chiens. Dans le cas des IA, un travail humain pour les « entraîner », les faire fonctionner et les contrôler est nécessaire (Tubaro et al. 2020). Tubaro et al. (2020) montrent en quoi ce travail ne reste pas cantonné à un stade de développement avant la maturité de la technologie, mais constitue bien une composante structurelle de la production par des IA. Ce travail est généralement effectué par *crowdsourcing* - littéralement l'externalisation par la foule (Burger-Helmchen et Pénin 2011) – via des plateformes de micro-travail telles que Amazon Mechanical Turk (Irani 2015; Gnisa 2022). Le capitalisme des plateformes renoue ainsi avec le tâcheronnage, principe de rémunération à la tâche qui a structuré la proto-industrie des XVIIIe et XIXe siècles (Woodcock et Graham 2020; Perrin 2021). Cette tâche d'identification nécessaire au fonctionnement des IA nécessite un travail colossal qui est le plus souvent peu rémunéré (Berg et al. 2019) et délocalisé dans des pays à bas coût salarial, donnant lieu à des « *fermes à clic* » (Casilli 2019). D'autres fois, ce travail de tâcheronnage est dissimulé : le travailleur n'a conscience ni de sa participation à un processus de production ni de sa contribution à la création de valeur. Cette dissimulation du travail accompagnant l'automatisation a notamment été mise en lumière par le concept de « *travail du consommateur* ». Dans la grande distribution, la mise au travail des consommateurs par les caisses automatiques en constitue un exemple prégnant (Dujarier 2008). Étroitement lié aux outils numériques et robotiques, ce travail du consommateur participe d'une réduction des coûts salariaux par l'avènement du « *consommateur-travailleur* », ressource abondante et extérieure aux conventions sociales et juridiques sur le travail (Dujarier 2008).

De nouvelles tâches, de nouvelles médiations et de nouvelles frontières de l'acte productif caractérisent donc les formes de travail à l'ère de l'automatisation. Au regard de ces travaux, la substitution du travail humain par les robots apparaît donc sous un autre jour, plus proche d'un imaginaire sans cesse remobilisé que d'une réalité observée ou mesurée. Cette rhétorique du « *grand remplacement automatique* » contribue à alimenter la promesse d'une disruption sans précédent et à entretenir le mythe de la technologie salvatrice (Bihouix 2017), en nous rappelant bien que « *cette fois c'est différent* », rhétorique constante du progrès technique (Autor 2015). Pour comprendre la persistance de la rhétorique de la substitution, il faut saisir en quoi les discours sur les robots et l'automatisation sont intimement imbriqués dans des projets politiques. Le cas japonais est assez révélateur de la centralité du robot dans un projet politique d'ensemble. Le plan « *Innovation 2025* » lancé en 2017 par S. Abe est conçu comme un plan de transformation global de la société nipponne, au-delà des seules dimensions économiques (Robertson 2017). La robotique y est présentée comme un moyen de faire face à une population vieillissante et au déclin démographique sans avoir recours à l'immigration, véritable « *menace* » pour l'identité nippone (Robertson 2017). Le recours à cette promesse disruptive est également un moyen pour des start-up et cabinets de conseil de créer une demande et d'attirer des ressources financières, institutionnelles et symboliques (Joly 2015; Askenazy et Bach 2019). Mais surtout, ce mythe de la substitution participe à évacuer les dimensions sociales du travail et concourt à entretenir un rapport de force en défaveur de travailleurs sous la menace de leur remplacement par des robots : « *l'automation est le bâton qui discipline la force de travail. Et, à la limite, la carotte qui attire les investisseurs.* » (Casilli 2019, 60).

2.3 Déplacement des espaces géographiques du travail

L'automatisation brouille donc les frontières du travail et crée des passerelles entre le travail et le hors travail (Casilli 2019). Comme nous venons de le voir, pour comprendre ces transformations du travail il faut parfois se situer « *en dehors des lieux classiques de la production* » (Cardon et Casilli, 2015, p. 12). Ceci est particulièrement vrai lorsque l'on s'intéresse aux espaces géographiques de la production bien que les géographes se soient assez peu saisis de la question de l'automatisation et des mutations du travail associées (Bissell et Del Casino 2017). Pourtant, l'automatisation peut transformer l'organisation spatiale du travail.

La révolution industrielle a transformé les lieux de travail au moyen d'une concentration des travailleurs et d'une séparation entre l'espace domestique et le lieu de travail. Bien qu'existante préalablement, la séparation physique entre l'unité de consommation et l'unité de production a en effet pris une tout autre ampleur avec le *factory system*[16] au cours de la révolution industrielle (Mokyr 2001). En conséquence, l'organisation

[16] Le « *factory system* » désigne un mode de production industrielle où les travailleurs sont regroupés au sein d'une même unité de production de grande dimension, souvent sous la direction d'un même employeur (Mokyr 2001). Ce mode de production s'oppose souvent à la production domestique où les travailleurs travaillent chez eux.

collective des travailleurs a suivi cette nouvelle géographie des lieux de travail. Jusqu'alors dominants, les syndicats de métier regroupant des professionnels exerçant la même profession vont reculer alors que les syndicats de branche vont s'affirmer en regroupant des travailleurs partageant le même employeur (Johnston 2020). Plus récemment, le syndicalisme local va émerger comme réponse à un éclatement des lieux de travail caractéristique du développement des services. Les formes de l'organisation collective et syndicale du travail évoluent donc étroitement avec l'organisation spatiale du travail. Le travail de B. Ellem (2016) fournit un cas d'étude très illustratif des liens entre les reconfigurations spatiales de l'action collective et l'automatisation d'une production à travers l'automatisation de la conduite des trains d'une compagnie minière australienne. Dans les années 1960, la construction des villes minières a permis aux entreprises de gérer cette rigidité spatiale de la production minière et de *fixer*[17] les travailleurs. Rapidement, ces villes sont aussi devenues des lieux de vie sociale, politique et syndicale. Face au pouvoir grandissant du syndicalisme local, les entreprises ont dès les années 1980 mis en place différentes stratégies, dont le recours à une main-d'œuvre « volante » - *fly-in-fly-out (FIFO)* – localisée dans des camps en dehors de ces villes minières : « *Le contrôle patronal du lieu de travail couplé au FIFO a donc modifié la géographie du travail, les communautés minières et les structures de la vie familiale - en bref, à la fois la production et la reproduction. Le contrôle de l'espace était au cœur de ce remodelage de l'emploi local et des relations sociales.* » (*Ibid.*, p. 8, traduction par l'auteur). Dans les années 2010, le syndicalisme opère un rapprochement entre les travailleurs de la ville minière et les travailleurs *FIFO*. Parallèlement, l'entreprise organise l'automatisation de la conduite des trains qui s'inscrit dans cette volonté de contrôler à la fois l'espace et le travail. Le travail des conducteurs est ainsi transformé et déplacé de la cabine des locomotives (production) et de la ville minière (reproduction) vers un centre de contrôle situé dans une aire métropolitaine. Ce contributeur de la *labor geography* démontre ainsi comment l'automatisation permet au capital d'affirmer son contrôle sur les lieux de travail alors même que le secteur minier est souvent caractérisé par l'immobilité de sa production et de fait l'absence d'une capacité de délocalisation (Ellem 2016). Alors que les expériences et les relations sociales de travail s'inscrivent dans des espaces géographiques donnés (Massey 1995), l'automatisation vient ici défaire et recomposer ces relations.

Si l'automatisation peut supprimer des emplois, des effets de « *déversement* » expliquent le maintien de l'emploi à l'échelle macro-économique. L'automatisation des industries à partir de la fin des années 1970 a consisté en la mise en place d'une nouvelle division du travail marquée par un recul du travail direct, l'expansion d'un travail indirect notamment de contrôle et de surveillance, une abstraction du travail et un reclassement des travailleurs.

Pour T. M. Geraghty, le factory system comprend d'autres dimensions : « *L'investissement dans les machines, la mise en œuvre d'innovations organisationnelles telles que la supervision directe des processus, les règles d'atelier et de nouveaux types de systèmes de rémunération, et l'adoption de mesures visant à améliorer le contrôle de la qualité.* » (Geraghty 2007, 1330; traduit par l'auteur).

[17] Renvoie au concept de *capital fix* de D. Harvey (Harvey et al. 2010).

L'automatisation participe également d'une invisibilisation de certaines formes de travail particulièrement marquée dans le cas des robots désincarnés tels que les robots informatiques. Enfin, l'automatisation redessine les frontières des espaces géographiques de l'organisation du travail. Ces profondes mutations du travail, si elles s'inscrivent en faux avec le mythe de la substitution, cohabitent avec cet imaginaire qui perdure, structure nos représentations collectives et s'immisce dans certaines stratégies politiques et économiques. Bien que l'automatisation ait aujourd'hui pénétré des pans entiers de nos activités, l'agriculture est longtemps restée en marge de ces évolutions, une trajectoire qui rappelle les singularités du secteur et appelle à en préciser les étapes.

3. Le robot en agriculture : de l'Âge d'or de la robotique agricole à l'âge de la promesse technoscientifique

Après la Seconde Guerre mondiale, la motorisation et la mécanisation de l'agriculture jouent une fonction centrale dans la profonde transformation du secteur (Mazoyer et Roudart 2002). Le machinisme, avec le recours aux énergies fossiles, aux engrais de synthèse, aux produits phytosanitaires de synthèse et à de nouveaux régimes de sélection génétique, participe à une croissance à la fois de la production agricole et de la productivité du travail, et ce dans des proportions sans précédent historique (Charroin et al. 2012). Bien que des prototypes de tracteurs autonomes – c'est-à-dire sans conducteur – soient conçus dès les années 1950 (Yaghoubi et al. 2013), les robots sont absents de cette « modernisation » de l'agriculture. L'agriculture du début des années 1950 puise encore l'essentiel de son énergie dans la force de traction animale et beaucoup de tâches restent manuelles (Byé 1979). Alors que la robotisation des chaînes de production industrielles se développe fortement dans les décennies suivant la Seconde Guerre mondiale, l'agriculture n'est pas concernée et connaît pour sa part une transformation marquée par la motomécanisation du travail. Nous nous attacherons à préciser pourquoi la robotisation de l'agriculture suit une tout autre temporalité ainsi que des modalités de déploiement et d'usage bien différentes des autres secteurs.

3.1 Les années 1980 : naissance tardive de la robotique agricole

Comme précédemment détaillé, les années 1980 sont marquées par la structuration de la robotique autour de plusieurs instances internationales, par la création des premières sociétés savantes et fédérations professionnelles et par la mise à l'agenda des politiques publiques (Laumond 2013a). Alors que l'agriculture reste à l'écart d'une robotisation qui touche de plus en plus de secteurs économiques, une orientation politique va jouer un rôle déterminant pour l'intensification des recherches et expérimentations sur la robotique agricole. À l'occasion du sommet du G7 organisé à Versailles en 1982, un programme de

coopération internationale pour la recherche en robotique est mis en place (le « *International Advanced Robotics Programme* ») (Cooper et al. 1991, 557). Sous l'autorité de la France et du Japon, ce programme vise en particulier à développer des robots capables d'affranchir l'homme des activités difficiles et dangereuses dans des environnements complexes (Cooper et al. 1991). Plusieurs secteurs sont ciblés tels que la production nucléaire, la recherche militaire, l'aérospatial ou encore l'agriculture. Il en découle d'importants financements et programmes de recherche. En France, c'est le Cemagref[18] qui portera les programmes de recherche sur la robotique agricole. Suite au sommet de Versailles, la robotique agricole apparaît comme un secteur de recherche à part entière, et en 1983, la première conférence internationale sur la robotique et les machines intelligentes en agriculture a lieu à Tampa en Floride[19] (American Society of Agricultural Engineers 1984). Sur le plan technologique, le développement de l'électronique permet l'arrivée de sous-ensembles automatisés dans le machinisme agricole (Rastoin 1989, 123). À l'époque, le développement de l'électronique représente pour certains chercheurs une rupture à même de transformer le machinisme agricole conventionnel vers l'*agrionique*[20], forme préliminaire annonçant le développement de la robotique agricole (Rastoin 1989). Ces avancées de l'électronique, mais aussi de l'informatique, facilitent la conception des systèmes de guidage automatiques, technologies indispensables à la conception de robots capables d'évoluer dans un environnement non structuré (Harrell et al. 1985). Enfin, cette inclinaison politique à la robotique agricole trouve également un contexte favorable avec la hausse du coût du travail qui marque les années 1970 et ses chocs pétroliers (Concialdi 2020). D'ailleurs, le déploiement de la machine à vendanger dans les années 1970 et surtout 1980 s'explique en partie par la hausse du coût de la main-d'œuvre saisonnière et le succès de son déploiement encouragera les recherches sur l'automatisation (Roudié 1984). Dans ce contexte, plusieurs laboratoires vont travailler à l'élaboration des premiers robots agricoles au cours de la décennie 1980. C'est la récolte des fruits qui fait l'objet des premiers projets de recherche en robotique agricole. Compte tenu du pic de travail que constitue la récolte dans les systèmes de production arboricoles, son automatisation apparaît stratégique. Au Japon, Kawamura et son équipe développent au début des années 1980 un robot capable de récolter des tomates et d'autres fruits (Kawamura et al. 1984; Fujiura et al. 1990). Aux États-Unis, une équipe de l'Université de Floride teste avec succès un robot cueilleur d'oranges (Yaghoubi et al. 2013). En France, c'est l'unité de

[18] Le Centre d'Étude du Machinisme agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts (CEMAGREF) devient l'IRSTEA en 2012 avant de fusionner avec l'INRA en 2020 pour former l'INRAE.

[19] International Conference on Robotics and Intelligent Machines in Agriculture (Kawamura et Namikawa 1989).

[20] « Le concept d'agrionique est né du rapprochement entre les technologies conventionnelles de l'agro-équipement et celles de l'électronique […] Le terme "Agrionique" a été créé, sous une forme commerciale ("Agrionics") par une entreprise spécialisée du Middle-West américain, la société Dickey-John, au début des années 1970 » (Rastoin 1989, 123).

recherche en Génie des équipements agro-forestiers (UR Gemo) du Cemagref qui initie les recherches en robotique agricole au début des années 1980 (Deb 2020). En 1987, dans un ouvrage consacré aux recherches et innovations agricoles, deux chercheurs du département d'Économie et de sociologie rurale (ESR) de l'INRA[21] précisent les enjeux qui justifient alors les travaux de robotique du Cemagref : « *Outre l'électronique, la grande voie d'innovation dans le machinisme agricole c'est bien sûr la robotisation. Les chercheurs du machinisme agricole estiment qu'elle répond à une forte demande sociale potentielle de la part des agriculteurs, notamment pour la cueillette des fruits et la traite. "S'il n'y a pas de robot cueilleur, il n'y aura plus de fruits en France" (à cause du coût de la main-d'œuvre).* » (Bonny et Dauce 1987, 6). Dès 1985 le programme Magali donne naissance au premier robot cueilleur de pommes (Figure 5) (Cemagref Montpellier (UR Gemo) et Institut International de Robotique et d'Intelligence Artificielle Marseille 1986). Peu après, le projet Citrus cherchera à élaborer un robot cueilleur d'agrumes (Juste et Sevila 1991). Bacchius pour les vendanges, Asparagus et Safran pour le maraîchage ou encore le robot de manutention pour la production sous serre sont autant de projets qui ont fait de la décennie 1980 celle de « l'Âge d'or » de la robotique agricole française (Grenier 2017). Ce développement pionnier de la robotique agricole est essentiellement porté par des institutions de recherche publiques telles que le Cemagref (Antony, Montpellier et Rennes) ou des laboratoires bordelais (LARFRA[22] et ENSAM[23]) (Grenier 2017). Ces laboratoires publics construisent alors des partenariats avec le secteur privé. Pour le projet Magali, l'industriel français Pellenc, spécialiste du machinisme agricole, travaille en collaboration avec le Cemagref de Montpellier et l'Université de Valence en Espagne (ENT S18). À cette période, l'optimisme est de mise quant au succès des robots agricoles et le registre de la promesse - depuis toujours associé aux robots – est central dans les discours des chercheurs en robotique de l'époque. Ainsi, à l'occasion d'un entretien pour le journal Le Monde en 1987, Jean Lucas, directeur du département de Machinisme agricole du Cemagref présage : « *Dans trois à cinq ans, ces robots agricoles seront opérationnels, et nous estimons que, trois ans plus tard, ils seront au stade de la production en série* »[24]. Pourtant, aucun des projets français des années 1980 en matière de robotique agricole ne passera à l'étape industrielle.

[21] Créé en 1946, l'Institut National de la Recherche Agronomique fusionne en 2020 avec l'IRSTEA pour former l'INRAE.

[22] Laboratoire d'Automatique, de Reconnaissance des Formes et de Robotique agricole.

[23] École Nationale Supérieure d'Art et Métier de Bordeaux.

[24] Archives du Journal Le Monde, *Robots fermiers - Pour cueillir, traire et couper du bois*, publié le 25 février 1987, consulté le 13/09/2022 sur lemonde.fr.

Figure 5 : Magali le robot cueilleur de pomme développé dans les années 1980 par le CEMAGREF

3.2 Des spécificités de l'activité agricole aux difficultés de sa robotisation

Malgré cette implication de la recherche sur la robotique agricole, la plupart des robots développés dans les années 1980 ne seront jamais commercialisés et resteront au stade expérimental. Pour comprendre pourquoi cet « Âge d'or » de la robotique agricole ne s'est pas traduit par la commercialisation de différents robots, il faut comprendre ce qui démarque l'agriculture des secteurs traditionnels de la robotique. La plupart des travaux de robotique s'accordent à dire que l'agriculture - au même titre que les domaines militaire, spatial et minier – dispose d'un environnement « *non-structuré* »[25] (Ceres et al. 1998; Bechar et Vigneault 2016; Aravind et al. 2017; Sparrow et Howard 2021). La diversité des plantes, des animaux, des milieux biophysiques exploités (sols, topographie, climat et taille des parcelles notamment) et des pratiques associées, participe à la complexité d'un espace où l'autonomie des robots est mise à rude épreuve. Les variables mobilisées pour s'y adapter sont par ailleurs nombreuses et pas toujours prédictibles. C'est pourquoi le manque de maturité des technologies de géolocalisation, de navigation, des capteurs (notamment les systèmes de vision) et les faibles capacités de traitement des systèmes informatiques des années 1980 ont constitué autant de verrous technologiques au déploiement des robots agricoles (Grenier 2017). Malgré cette faible maturité technologique des robots agricoles, deux robots

[25] *Unstructured* dans les travaux cités.

connaissent un déploiement précoce. Les robots de manutention en horticulture et plus précisément les robots transporteurs de plantes sous serre rencontrent un succès dès les années 1980 (Grenier 1989). Puis au début des années 1990, le robot de traite arrive dans les premières exploitations laitières françaises (voir 3.3 ci-dessous). G. Grenier propose deux explications à ces exceptions, la première est technologique, la seconde économique (ENT S18). Dans les deux cas, la géolocalisation n'est pas nécessaire, le robot de manutention se déplaçant sur un rail et le robot de traite étant immobile. Dans les deux cas également, les robots fonctionnent toute l'année et non sur une période restreinte correspondant à un pic de travail comme leurs prédécesseurs Citrus ou Magali avec la récolte des fruits. Il y a donc clairement un intérêt économique relatif au rapport entre l'investissement et le temps de fonctionnement de ces robots. À cette époque, la dimension économique de l'adoption des robots agricoles est très présente dans les préoccupations des concepteurs de robots. Les robots doivent être financièrement accessibles à des exploitations qui restent relativement petites et à faible capacité d'investissement. Pour le robot de traite, le coût d'une salle de traite sert de comparatif : « *Le CEMAGREF se fixe comme objectif de ne pas dépasser le coût d'une salle de traite à 2 × 8 postes (340 000 F) ce qui correspond à un effectif minimum de 50 à 60 vaches laitières.* » (Bonny et Dauce 1987, 55). Pour les chercheurs, cette recherche d'un prix accessible représente la contrainte la plus difficile à tenir. De plus, ces robots doivent pouvoir résister aux conditions spécifiques de la production agricole et à la rusticité de son environnement. Les bras des premiers robots trayeurs apparaissent rustiques par rapport à ceux que l'on peut trouver dans le secteur industriel, mais J.-B. Montalescot, coordinateur du programme de traite robotisée au Cemagref, précise en 1987 que le robot agricole a « *l'avantage de pouvoir supporter le coup de pied d'une vache* »[26].

L'autre explication de l'échec du déploiement des robots réside dans l'incapacité à intégrer les changements systémiques et socio-économiques qu'impliquent ces innovations. G. Grenier explique par exemple le manque de considération des besoins par les concepteurs (saisonnalité des travaux agricoles, qualité du travail, compatibilité avec les autres outils, etc.) (Grenier 2017). Et déjà dans les années 1980, la sociologue et historienne F. Bourquelot (EHESS[27]) questionnait les anticipations optimistes associées aux travaux de robotique agricole :

> *« L'énoncé de ces perspectives, présentées comme inéluctables dans les publications du CEMAGREF, ne prend pas en compte la nécessité, dans nombre de cas, de réadapter les plantations ou les bâtiments au robot pour assurer son efficacité, c'est, bien sûr, ce qui s'est passé pour l'introduction de la machine à vendanger ! Mais d'autres éléments, impossibles à*

[26] Archives du Journal Le Monde, *Robots fermiers - Pour cueillir, traire et couper du bois*, publié le 25 février 1987, consulté le 13/09/2022 sur lemonde.fr.

[27] École des hautes études en sciences sociales.

mesurer, peuvent aussi freiner ces mutations, par exemple des blocages conjoncturels dans la commercialisation, des difficultés de financement ou des hésitations dans la prise de décision des agriculteurs. »

(Bourquelot 1987, 36).

Enfin, les spécificités de l'organisation sociale du travail dans l'agriculture française pourraient tout à fait contribuer à expliquer cet échec de la robotique. D'après Adam Smith, le développement du machinisme ne saurait s'opérer sans la mise en place préalable d'une certaine division du travail : « *c'est à la division du travail qu'est originairement due l'invention de toutes ces machines propres à abréger et à faciliter le travail* » (Smith 1776, p. 19). Or, en agriculture, l'organisation sociale du travail est restée majoritairement familiale et la séparation entre travail et capital relativement peu marquée par rapport aux autres secteurs. Du fait du caractère familial du travail et de la faible pénétration du salariat[28], la division sociale et technique du travail est restée très limitée à l'échelle de l'exploitation agricole. Ainsi le faible degré de spécialisation et de standardisation des tâches rend l'intégration d'un robot plus complexe que sur une chaîne de production industrielle. Bien qu'aucun entretien ni aucune contribution scientifique (à notre connaissance) ne mobilise cette explication, elle mérite d'être considérée comme une hypothèse à même d'orienter les réflexions actuelles sur la robotique agricole en général et le questionnement scientifique de ce travail en particulier.

3.3 Des échecs au déploiement du robot de traite

Si les premiers projets de recherche se sont essentiellement intéressés aux robots cueilleurs de fruits, la robotisation de la traite a également fait l'objet de plusieurs programmes de recherche dès la fin des années 1970. La trajectoire de cette innovation apparaît singulière au regard des nombreuses tentatives de robotique agricole de cette période. La traite a toujours constitué une astreinte contraignante pour les hommes et a par conséquent très tôt fait l'objet de tentatives de mécanisation. Les premières traces connues de telles tentatives remontent à l'Égypte antique où l'introduction de pailles de blé dans les trayons devait faciliter l'écoulement du lait (Marnet 2014). Cependant, il faut attendre le début du XIXe siècle, siècle d'intégration du lait dans la sphère marchande (Vatin 1996), pour voir émerger de multiples essais de mécanisation de la traite (Marnet 2014). Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, la traite des vaches laitières est encore essentiellement réalisée manuellement (Canévet 1979). Plusieurs aménagements successifs sont développés afin de mécaniser la traite. C'est d'abord l'extraction du lait par les trayons qui fait l'objet d'une mécanisation par la mise au point du pot-trayeur (Goulart 2014). Ensuite, c'est le transport du lait qui est automatisé grâce aux systèmes nommés « transfert » ou « pipe-lait » et qui permettent la

[28] Voir (Tchayanov 1925; Hayami 2002) pour des explications sur la faible part du travail salarial et l'importance de l'organisation familiale du travail en agriculture.

conduite du lait via des canalisations vers un récipient collecteur tel qu'un tank à lait (Lecoq 1966). Puis dès les années 1970, le décrochage automatique des gobelets trayeurs et le lavage automatique des trayons sont mis au point. Dès lors, pour les chercheurs, le branchement des gobelets trayeurs reste la seule tâche à imposer la présence du trayeur (de Koning et Rodenburg 2004). Plusieurs équipes de recherche cherchent donc à automatiser le branchement et ainsi créer une machine à traire qui ne nécessite plus d'intervention humaine directe (de Koning et Rodenburg 2004). L'enjeu est de développer une technologie capable de détecter la position exacte des trayons afin qu'un bras articulé puisse y brancher les gobelets trayeurs. Une nouvelle fois, c'est au Japon que le premier prototype d'un robot capable d'exécuter l'ensemble des tâches de la traite est conçu à la fin des années 1970 (Grémy et Le Cann 2005). Mais c'est en Europe de l'Ouest que la traite robotisée va faire l'objet de recherches approfondies dans les années 1980 (Sharipov et al. 2021). En 1987, le troisième symposium sur l'automatisation dans la production laitière, *Third symposium on «Automation in Dairying»*, se tient à Wageningen aux Pays-Bas et donne lieu à plusieurs communications sur l'automatisation de la traite (Grimm et Rabold 1987; Montalescot, 1987). Les chercheurs hollandais sont d'ailleurs bien investis sur la robotisation de la traite (Rossing et al. 1985). En France, deux équipes travaillent à la conception d'un robot de traite, une au Cemagref autour de Jean Bernard Montalescot et une autre au LARFRA[29] à Bordeaux dirigée par Pierre Baylou (ENT S18). En 1986, l'équipe du Cemagref dépose une demande de brevet[30] pour le premier robot de traite français dont le prototype sera présenté au Salon international du machinisme agricole (SIMA) en 1989 (Montalescot et al. 2022). Il sera ensuite installé sur l'exploitation du lycée agricole du Rheu près de Rennes (Grémy et Le Cann 2005). Pour ces chercheurs, le robot de traite apparaît nécessaire compte tenu de la contrainte que représente l'astreinte biquotidienne de la traite (Piel-Desruisseaux 1966; Bonny et Dauce 1987). D'autre part, l'argumentaire économique est très présent, le robot constitue une solution à la sous-utilisation relative de la salle de traite :

« Dans cette dernière [salle de traite] un poste est utilisé pour 8 vaches au maximum (pour que la durée de traite n'excède pas 1h30) alors qu'avec le robot où l'animal ira se faire traire spontanément, on peut compter un poste pour 30 à 40 animaux : la vache se présentera, sera identifiée, recevra sa dose de concentré et sera traite avec nettoyage de la mamelle, pose automatique des gobelets, enregistrement de la production, dépose et arrêt automatique des gobelets, nettoyage de l'installation entre chaque vache. » (Bonny et Dauce 1987, 55).

Parallèlement à cet investissement de la recherche publique sur la robotisation de la traite, des entreprises mènent également des recherches. En 1986, l'entreprise Gascoigne

[29] Laboratoire d'Automatique, de Reconnaissance des Formes et de Robotique agricole.

[30] Archive de la demande de brevet d'invention pour une installation de traite automatique par le Cemagref le 7 mars 1986 – Archive référencée par Google Patents – Référence EP0306579B1.

Melotte installe un robot de traite dans une ferme expérimentale à Lelystad aux Pays-Bas (Sharipov et al. 2021). Toujours aux Pays-Bas, la société Prolion fait en 1990 la démonstration de son robot de traite dans la ferme expérimentale de l'université de Wageningen[31]. Après des années d'adaptation de la technologie aux conditions réelles de la traite des vaches, le premier robot de traite est commercialisé en 1992, aux Pays-Bas, par l'entreprise hollandaise Lely. En France, c'est également un robot d'une marque hollandaise (Prolion) qui va être installé la même année dans la Somme (Grémy et Le Cann 2005). Face aux difficultés à faire fonctionner le robot, l'installation sera démontée cinq ans plus tard. Les acteurs du machinisme de la traite s'accordent à dire que c'est en 1995 que le premier robot est installé avec succès en Mayenne (ENT S1, S2, S10, S11). C'est le fabricant hollandais Lely qui installe ce robot : l'*Astronaute*. Prolion et Lely se partagent le marché français dans la deuxième moitié des années 1990 avant que l'importante dynamique d'installation n'attire d'autres entreprises (voir chapitre 6). Les années 1990 font l'objet des premiers achats de robot de traite, mais cette innovation reste jusqu'alors cantonnée à quelques exploitations. Il faut attendre les années 2000 et surtout 2010 pour voir le marché de la traite robotisée s'envoler[32]. En 2018, l'Institut de l'élevage estimait à 8 % le nombre d'exploitations françaises équipées d'au moins un robot de traite (Sorel 2019) et la tendance d'adoption de cette innovation ne faiblit pas. D'après l'Union des Industriels de l'Agroéquipement, la vente de robots de traite a augmenté de 50 % sur la campagne 2018-2019 (*Rapport économique 2020*). Dans les années 2000, d'autres robots ont rejoint le robot de traite dans les stabulations françaises : le robot d'alimentation, le robot repousse fourrage, le robot racleur pour le lisier ou encore le robot brosse. Mais le terme *robot* renvoie plus souvent à un argumentaire marketing bien au fait de l'imaginaire du robot qu'à une réalité technique du robot bien établie et partagée. Ainsi, dans les exploitations laitières se côtoient d'un côté le *robot de traite* qui effectue l'intégralité de la traite sans intervention humaine directe et en s'adaptant à différents profils de vaches et différentes situations et de l'autre le *robot brosse*, qui correspond à une brosse branchée sur un moteur avec une cellule qui détecte la présence d'une vache et s'actionne suivant un programme prédéfini.

[31] Ferme expérimentale de l'Institute of Agricultural and Environmental Engineering située à Duiven aux Pays-Bas.

[32] Nous reviendrons plus précisément sur le développement du marché de la traite robotisée dans le chapitre 6.

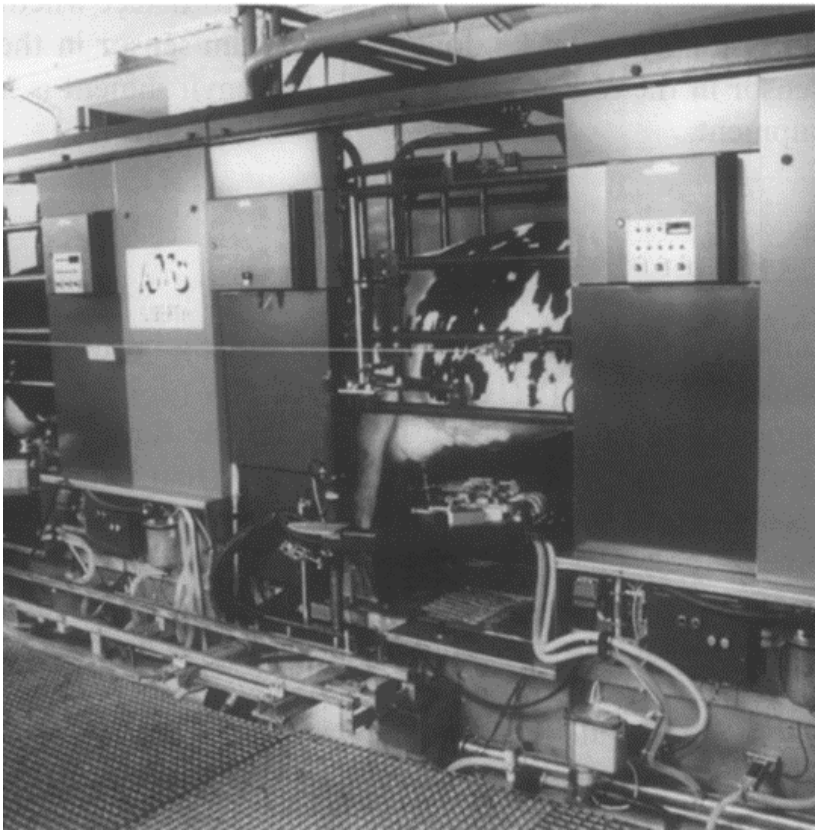


Figure 6 : Une des premières versions du robot de traite de la marque Prolion (image extraite de Rossing et Hogewerf 1997)

3.4 L'agriculture numérique ou le retour du robot comme promesse de transformation de l'agriculture

Cette section 3.4 reprend en partie le travail que j'ai pu réaliser avec Éléonore Schnebelin et qui sera publié dans Natures Sciences et Société à l'automne 2023. L'article s'intéresse à l'agriculture numérique et se propose de la comprendre comme une promesse technoscientifique au service d'un renouvellement de l'esprit du productivisme (Martin et Schnebelin 2023)[33].

Hormis la trajectoire singulière du robot de traite, la robotique agricole s'est estompée à la fin des années 1980. Mais depuis la fin des années 2000 et surtout depuis le début des années 2010, la robotique agricole opère un retour marqué dans les champs médiatique, scientifique, économique et politique. Ce retour de la robotique agricole est porté par l'annonce d'une nouvelle révolution agricole, une révolution technologique. Espoir d'une transformation radicale, cette « *révolution numérique* » projette l'image d'une agriculture connectée, faisant appel aux capteurs, robots, drones ou encore intelligences artificielles au service d'une production qui résoudrait les problèmes d'un secteur en crise de durabilité

[33] Article disponible en Annexe 11

(Auverlot et al. 2016; Ministère de l'Agriculture 2016). Une certaine diversité sémantique gravite autour de ces innovations : agriculture 4.0, révolution numérique de l'agriculture, agriculture connectée, digital farming, AgTech voire la réactualisation de l'agriculture de précision. Parmi ces concepts, celui d'agriculture numérique semble, en France, structurant et structuré d'une diversité d'acteurs faisant de ces innovations leur objet de travail. Avec le développement de logiciels de gestion ou de comptabilité, le numérique arrive en agriculture dans les années 1980 (Savalle et Lacaille, 2018). Les outils numériques se déploient plus largement et de manière plus diversifiée avec le développement de l'agriculture de précision, concept importé des États-Unis dans les années 1990 (Oui, 2021). Mais c'est à partir des années 2010 que « *l'agriculture numérique* » se structure et s'institutionnalise en lien avec la multiplication de documents institutionnels, d'événements sur le sujet et la densification d'activités de recherche, de création d'entreprises, d'organisations agricoles ou publiques portant sur le numérique en agriculture. Sur commande du ministère de l'Agriculture, le rapport Agriculture Innovation est publié en 2015 et propose la création de dispositifs à même de réunir ces acteurs autour de l'agriculture numérique. L'année d'après (2016), la télédéclaration des dossiers PAC devient obligatoire et le 1er Forum International de la Robotique agricole (FIRA) se tient à Toulouse. Depuis il réunit chaque année des start-up, investisseurs, industriels, chercheurs et autres acteurs autour de la robotique agricole (Lenain et al. 2021). L'Institut Convergence Numérique (DigitAg[34]) est lancé en 2017 et vise à « *structurer la recherche sur le numérique en agriculture, via la création d'un centre interdisciplinaire de recherche dédié à l'agriculture numérique* » (Ranwez et al. 2019). Cet institut est piloté par l'IRSTEA[35] (ex-Cemagref) et porte des projets de recherche, des thèses doctorales et participe à la formation d'experts sur l'agriculture numérique, le tout en lien étroit avec le secteur privé. En 2016, la FAO publie son rapport sur l'agriculture numérique (e-agriculture) (Sylvester 2016). Puis en 2021, le Plan France 2030 fait rentrer l'agriculture numérique dans la politique agricole française dont l'orientation annoncée est : « *numérique, robotique, génétique* » (Ducros 2021; Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation 2021). Cette agriculture numérique connaît donc un intérêt croissant et mobilise des ressources financières et institutionnelles importantes. Des rapports sur l'agriculture numérique louant ses vertus sont publiés, des formations préparent agriculteurs et ingénieurs à cette nouvelle agriculture, des start-up de l'AgTech sont créées, des fonds de capital-risque et des fonds publics financent cette agriculture numérique et des événements, des associations et des dispositifs en font leur objet. À travers l'agriculture numérique, la robotique agricole connaît donc un nouvel Âge d'or à partir des années 2010. À la différence de la décennie 1980, cette relance de la robotique agricole est essentiellement portée par des entreprises et notamment des start-up bien que la recherche publique soit également partie prenante (ENT S18). Cette dynamique se manifeste

[34] Pour rappel, cette thèse est cofinancée par DigitAg.

[35] L'IRSTEA fusionne en 2020 avec l'INRA pour former l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement).

également dans l'orientation de la recherche. Le nombre de publications traitant des robots en agriculture a considérablement augmenté ces dernières années illustrant ainsi l'importance des travaux de recherche et de développement sur la robotique agricole (Figure 7). L'essentiel des publications sur le sujet est d'ailleurs une contribution des sciences techniques et de l'ingénieur pour une bonne part contribuant à la conception de ces robots (Figure 8). Ces recherches peuvent compter sur les acquis technologiques d'autres secteurs. Par exemple, les progrès dans les systèmes de guidage pour les véhicules militaires autonomes ont contribué à renouveler les travaux sur les tracteurs autonomes (Bloss 2014). Aujourd'hui, de nombreux robots agricoles sont développés pour une grande diversité de tâches (Canavari et al. 2022). Ils concernent aussi bien l'élevage hors-sol que l'élevage extensif, les grandes cultures que le maraîchage, la viticulture, l'arboriculture ou encore l'hydroponie.

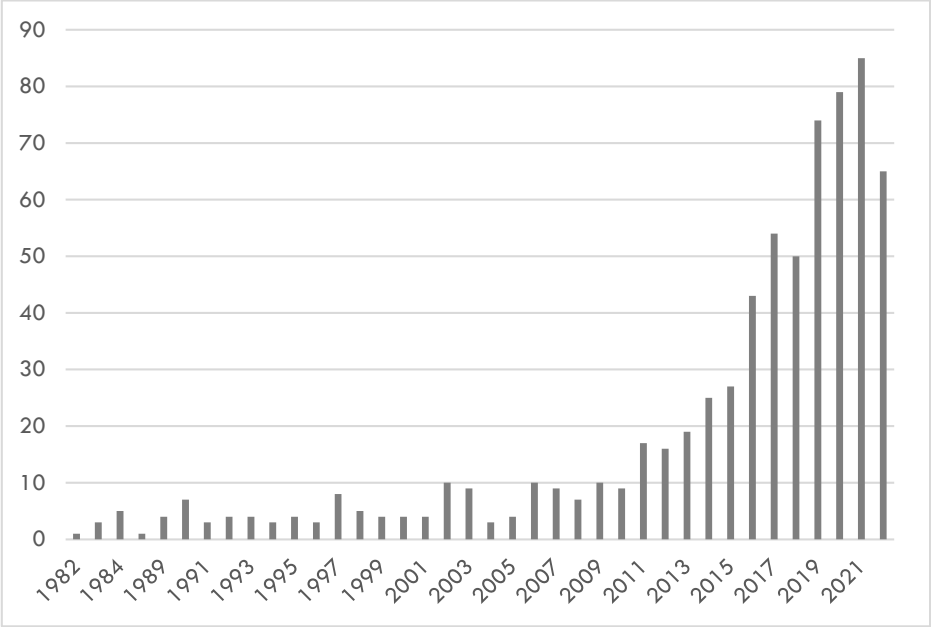


Figure 7 : Nombre de publications par an traitant des robots en agriculture (requête Web of Science Core Collection : [TI=((agricult OR farm*) AND (robot*))], 02/09/2022*

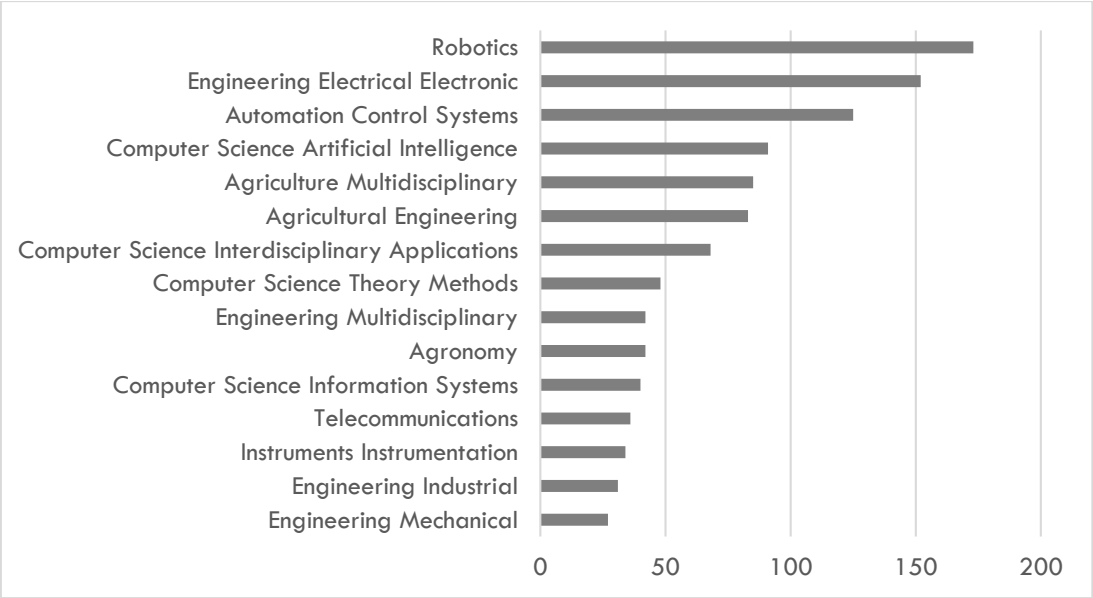


Figure 8 : Catégorisation disciplinaire des publications traitant du robot en agriculture (catégories Web of Science, [TI=((agricult OR farm*) AND (robot*))], 02/09/2022*

Pourtant, il n'est pas aisé de comprendre ce qu'est l'agriculture numérique, de quelles innovations est-elle porteuse et d'identifier la place de la robotique en son sein (Klerkx et al. 2019). De l'utilisation d'internet à des fins administratives par les agriculteurs (Laborde, 2012) aux robots et tracteurs autonomes (Reddy *et al.*, 2016), il est difficile de cerner la temporalité et la diversité d'innovations, d'usages et d'implications de cette agriculture numérique. À écouter ses promoteurs, elle englobe à la fois des objets (drones, robots, capteurs, etc.), des systèmes techniques (IA, maching learning, big data, etc.), des processus (digitalisation, datafication, etc.) ou encore des concepts (économie circulaire, réseaux intelligents, financement participatif, etc.). Parmi ces innovations, le robot occupe une place centrale dans les discours sur l'agriculture numérique (Lenain et al. 2021). Pourtant, plusieurs auteurs soulignent la faiblesse du déploiement des robots agricoles (Yaghoubi et al. 2013; Bechar et Vigneault 2016; Sparrow et Howard 2021; Gil et al. 2023). En France, environ 11 000 robots sont référencés en 2018 par la Chaire AgroTIC (Lachia 2018a). Et sur ces 11 000 robots, moins de 200 sont utilisés en production végétale et pour l'essentiel en phase d'essai ou de prototypage (Lachia 2018a). C'est dans l'élevage bovin que l'on retrouve l'essentiel de ces robots, principalement dans la production laitière (robots de traite, d'alimentation et racleur principalement) et dans une moindre mesure en maraîchage, viticulture et aviculture (Figure 9). Le robot de traite constitue la large majorité des robots employés en agriculture et est l'exception qui cache un déploiement balbutiant. L'IFR (International Federation of Robotics) publie régulièrement un état des lieux sur le marché de la robotique. En 2020, celui-ci prend la forme de deux rapports : un sur les robots industriels, l'autre sur les robots de service. Mais aucun rapport n'est publié sur les robots agricoles qui sont relégués à une sous partie des robots de service (IFR 2020). Pour G. Grenier, la plupart des verrous

technologiques qui pénalisaient les projets de robots agricoles des années 1980 ont été levés. Le développement des technologies GPS et RTK[36] a solutionné les problèmes de géolocalisation. Les progrès dans la résolution des capteurs de vision ont grandement amélioré les capacités de navigation des robots. Et les systèmes informatiques embarqués ont aujourd'hui des capacités de mémoire et de calcul bien plus élevées que dans les années 1980. Pourtant, plusieurs problèmes technologiques demeurent et les robots peinent toujours à évoluer en autonomie dans un environnement aussi complexe que les lieux de l'agriculture. Par exemple, encore beaucoup de robots mobiles nécessitent une intervention humaine directe et constante pour pallier la faible fiabilité des systèmes de guidage (Bechar et Vigneault 2016; Aravind et al. 2017). De plus, G. Grenier - qui a connu les échecs de l'Âge d'or de la robotique agricole - explique le faible déploiement contemporain par un système d'innovation qui reste à l'écart de la formulation des besoins réels : « *On fabrique un robot qui est capable d'évoluer dans les champs et après on se demande ce qu'il va pouvoir faire. Il faudrait inverser le processus, se demander ce qu'il faut faire puis le faire.* » (ENT S21). Par ailleurs, si certains robots sont technologiquement mûrs, c'est tout un secteur économique qu'il faut faire évoluer et former des techniciens à la réparation des robots. C'est ce que précise C. Debain, chargé de recherche à l'INRAE et spécialiste de la robotique agricole : « *La robotisation n'est pas encore très répandue, car si les technologies sont au point, les SAV après-vente et toute la chaîne ne l'est pas encore pour permettre des réparations et des optimisations dans des délais acceptables pour les exploitants.* »[37]. Enfin des raisons économiques expliquent ce faible déploiement telles que les coûts de la transformation du secteur du machinisme agricole qu'implique le déploiement des robots ou encore le prix d'achat pour les agriculteurs des robots proposés (Gil et al. 2023).

[36] Le RTK (*Real Time Kinematic* ou cinématique en temps réel) et le GPS (Global Positioning System ou système mondial de positionnement) sont des technologies de positionnement par satellite.

[37] Extrait d'un entretien disponible sur : *Agro Smart Campus, 2019, Robotique agricole : une chance et un défi*, consulté le 30 mars 2022 sur agrosmartcampus.fr (2019).

Figure 9 : Diversité du déploiement des robots agricoles en 2018, en France (Lachia 2018b)

Au cours des années 1980, la robotique connaît un déploiement important dans le secteur industriel. À la même période et poussés par des politiques publiques, plusieurs projets de robotique agricole voient le jour en France et à l'étranger. Malgré quelques prototypes, la plupart des robots ne dépasseront pas le stade de prototypage. C'est seulement au cours des années 1990 que les premiers robots du secteur agricole arrivent dans les exploitations agricoles avec la robotisation de la traite. La robotique agricole connaît aujourd'hui un renouveau au sein de l'agriculture numérique, nouveau paradigme de l'innovation en agriculture. Malgré un déploiement très limité, les robots agricoles font l'objet d'investissements, d'orientations de la recherche, de politiques publiques, et portent l'espoir d'une profonde transformation de l'agriculture. Le terme robot cache cependant une certaine diversité d'artefacts et de dispositifs dont les implications sur le travail sont très hétérogènes. C'est pourquoi il nous apparaît essentiel de préciser ce que recouvre ce terme en général et en agriculture en particulier avant d'entreprendre une revue de la littérature sur le sujet.

4. Machines, automates, robots : enjeux et complexité d'une définition partagée du robot en agriculture

Finalement, nous pourrions nous demander dans quelle mesure les robots ne constituent pas une machine de plus dans l'histoire du machinisme agricole. De fait, il est essentiel à ce stade de s'interroger sur la singularité du robot comme objet technique et par conséquent comme objet scientifique et ainsi d'identifier les questions spécifiques qu'il suscite ou bien qu'il renouvelle. Pour ce faire nous allons examiner les tentatives de définition qui en sont faites. Nous verrons que l'élaboration d'une définition s'avère difficile compte tenu de l'entrecroisement entre imaginaire, technologie et incertitudes quant aux évolutions de ces innovations. Et lorsque ce triptyque doit se décliner aux singularités de l'activité agricole, la définition du robot agricole devient encore plus complexe.

4.1 Des difficultés à définir le robot

« 1. Dans les œuvres de science-fiction, machine à l'aspect humain, capable de se mouvoir, d'exécuter des opérations, de parler. 2. Appareil automatique capable de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe, modifiable ou adaptable. »

(Larousse, 2022)

« 1. Machine à l'aspect humain. Les robots des films d'anticipation. → androïde, humanoïde. Au figuré : Être humain réduit à l'état d'automate. 2. Mécanisme automatique complexe pouvant se substituer à l'homme pour effectuer certaines opérations. Robots industriels (→ cybernétique, robotique). Appareil ménager pour la cuisine, à utilisations multiples. »

(LeRobert Dico en ligne, 2022)

Les deux principaux dictionnaires de langue française donnent pour première définition du robot un sens qui renvoie directement à son origine littéraire. L'anthropomorphisme et la substitution de l'homme ou de ses tâches sont centraux dans ces définitions courantes du robot. Pour autant, ces définitions ne permettent pas de cerner l'objet technique et ainsi de différencier une diversité d'objets dont les implications sur le travail ne sont pas de même ordre. Il peut désigner aussi bien un programme informatique, une machine automatisée qu'un appareil ménager (Nevejans 2015, 83). L'imaginaire a pris le devant sur l'objet technique, et de cet écart résulte une multiplicité de sens usuels et d'usages du terme.

Pour les roboticiens, le robot se différencie bien d'autres artefacts de l'automatisation. D'après A. Guillot, chercheuse en robotique, contrairement à l'automate, le robot est

composé de capteurs collectant des informations sur son environnement et produisant des données qui informent[38] les actions du robot (Guillot 2018). L'automate est donc un appareil dont le fonctionnement est préalablement déterminé, alors que le robot s'adapte aux informations qu'il est en mesure de collecter sur son environnement et d'analyser. De même, si l'ordinateur peut collecter des informations, les analyser et agir en autonomie, il ne possède pas d'actionneur et ne peut donc pas effectuer de tâches dans le monde physique. En d'autres termes, si l'ordinateur manipule des informations, il ne manipule pas d'entités physiques (matériels, produits, entités vivantes, etc.). Ces distinctions sont partagées par J.-P. Laumond qui précise lors de sa leçon inaugurale au Collège de France[39] : « *La robotique traite du rapport que peut entretenir avec le monde réel une machine qui bouge et dont les mouvements sont commandés par un ordinateur. Ainsi le robot se distingue-t-il à la fois de l'automate, dont les mouvements sont mécaniquement déterminés, et de l'ordinateur, qui manipule des informations, mais ne bouge pas.* » (Laumond 2013b). Ce rapport au monde physique est également ce qui différencie les robots des intelligences artificielles d'après un rapport sénatorial sur les robots de service : « *Alors que l'IA n'est pas forcément « incarnée » physiquement au-delà d'un terminal informatique au sein duquel elle pourra démontrer ses capacités, les robots mettent en œuvre leurs aptitudes dans le monde physique* » (Mercier et Savary 2019, 8). Ainsi, en première lecture, le robot se différencie d'autres artefacts de l'automatisation par sa capacité d'adaptation à son environnement, sa matérialité et sa capacité d'action sur le monde physique. Si son origine littéraire et son étymologie nous rappellent qu'il est avant tout défini par un imaginaire de substitution du travail humain, ces définitions précisent que le travail substitué consiste en des activités mobilisant des gestes moteurs humains. Dans les autres communautés scientifiques, une définition partagée du robot peine à s'imposer, car les définitions proposées par la science varient grandement d'une communauté à l'autre et dépendent étroitement de la finalité visée :

> *« Il peut ainsi arriver que la définition évolue selon les centres d'intérêt du chercheur. S'il travaille sur des robots bio-inspirés, il proposera une définition qui mettra en valeur l'architecture du robot ou ses actionneurs, alors qu'un spécialiste de robotique en essaim mettra l'accent sur les méthodes d'intelligence distribuée aux systèmes multi-robots. Un roboticien spécialisé en robotique industrielle insistera dans sa définition, par exemple, sur les articulations du robot, sur son mode d'apprentissage ou sur sa flexibilité, alors que les critères d'autonomie ou de mobilité du robot pourraient lui sembler plus secondaires. En revanche, ces derniers éléments seraient centraux pour le chercheur en robotique de service. Un spécialiste des robots collaboratifs portera également une plus grande attention dans sa définition à la nécessité d'une*

[38] *Informer* au sens propre, soit *donner forme.*

[39] La chaire d'Innovation technologique du Collège de France a été créée avec le soutien de la Fondation Bettencourt-Schueller. La leçon inaugurale de Jean-Paul Laumond a été publiée en 2012 aux éditions Collège de France / Fayard sous le titre *La robotique : une récidive d'Héphaïstos.*

interaction homme-robot, tandis que cet aspect présentera moins d'intérêt pour le concepteur d'un drone. »

(Nevejans (ed.) 2015, p. 86)

Plus encore, ce que l'on définit comme robot dépend d'une époque, de son avancement technologique, mais aussi des espaces socio-culturels considérés. Si les premiers exosquelettes qui étaient destinés aux manipulations dans le secteur nucléaire n'étaient pas nommés *robot*, ils le furent a posteriori dès que les robots apparurent dans le secteur industriel (Nevejans (ed.) 2015, p. 89-90). Définir le robot est donc une entreprise difficile compte tenu de la diversité des significations et des usages sociaux du terme. Pourtant, la qualification collective de ce qu'est et n'est pas un robot est essentielle à l'élaboration des normes, des règles, des lois qui traduisent des choix politiques concernant ces innovations. L'enjeu d'une définition est donc particulièrement prégnant pour les juristes qui se doivent de délimiter et préciser le robot comme un objet juridique dont le sens doit être partagé par les juges, les assureurs, les avocats et les législateurs (Bertolini 2013; Leenes et al. 2017). Pour les juristes, l'enjeu des choix sémantiques est aussi celui de l'acceptation par la société de ces innovations. Dans un rapport pour la commission des affaires juridiques du Parlement européen, la juriste N. Nevejans met en garde les législateurs contre le choix du terme « *robot intelligent* » et de l'imaginaire de substitution qui pourrait lui être associé. Elle précise d'ailleurs les différences entre le contexte occidental qui hérite de l'imaginaire de la créature se retournant contre son créateur et le contexte nippon où le robot jouit d'une image plutôt positive :

« Cette peur du robot n'est pas partagée par les pays d'Extrême-Orient. Après la Seconde Guerre mondiale, on vit apparaître dans un manga au Japon une créature robotisée (Astro Boy) donnant à la société une image très positive des robots. D'ailleurs, la vision shintoïste des robots par les Japonais fait que, comme toutes choses, ils sont dotés d'une âme. Contrairement à l'Occident, les robots ne sont pas perçus comme des créatures dangereuses et prennent naturellement place auprès des hommes. C'est pour cette raison que la Corée du Sud, par exemple, a très tôt eu l'idée de développer une réflexion juridique et éthique sur les robots, et a fini par entériner la notion de « robot intelligent » dans une loi, modifiée en dernier lieu en 2016, intitulée « Intelligent robots development and distribution promotion act ». (Nevejans 2016, 12)

La juriste pointe l'incomplétude des tentatives de définition existantes et l'absence d'un consensus social, scientifique ou juridique. Elle propose cependant une définition qui tente de contenir toute la diversité derrière ce terme tout en excluant ses proches parentés faisant souvent l'objet de confusions (ex. : automates, ordinateurs, intelligences artificielles). Pour cela, N. Nevejans identifie six conditions fondamentales de qualification d'un robot, critères qui s'avèrent individuellement nécessaires, mais insuffisants (*Ibid.*, p. 99-110).

i. Premièrement, le robot doit être avant tout matériel excluant ainsi de la définition les programmes informatiques et les intelligences artificielles tels que les agents conversationnels présents sur internet ou les *robots traders*, parfois qualifiés de robots, mais n'ayant aucune existence matérielle.
ii. Deuxièmement, le robot doit être alimenté en énergie. Ceci est d'autant plus facile que le robot est immobile et peut ainsi être raccordé à l'électricité. Cependant, l'autonomie énergétique des robots mobiles est un défi pour les roboticiens, elle oblige le robot à arrêter sa tâche pour aller se recharger à une borne, ce qui constitue un temps mort important.
iii. Troisièmement, le robot dispose d'une capacité d'agir sur le réel matériel, c'est-à-dire d'une faculté d'action physique transformant l'énergie reçue en une tâche telle qu'un mouvement réalisé par des actionneurs. Les intelligences artificielles sont par exemple exclues de cette définition, car elles ne possèdent aucun actionneur capable d'agir sur le monde physique.
iv. Quatrièmement, le robot est une machine dotée d'une capacité de perception de son environnement entendue comme « la capacité d'un système robotisé de se construire une représentation du monde physique à partir de données perçues par différents types de capteurs ». Pour cela, le robot doit être doté de capteurs à même de collecter des données, mais aussi de les interpréter.
v. Cinquièmement, le robot dispose d'une capacité de décision, ce qui consiste à transformer une analyse des informations collectées sur son environnement en une action à la fois adaptée à celui-ci et répondant aux objectifs pour lesquels il est programmé.
vi. Enfin, la sixième condition de la qualification d'un robot est sa capacité d'apprentissage. Cette capacité lui permet de transformer son fonctionnement à partir des expériences passées et sans reprogrammation humaine.

Cette formalisation d'une définition constitue un outil de droit pour les juristes, les législateurs et les roboticiens. Elle vise notamment à lever des contraintes juridiques perçues par les roboticiens comme des « verrous ». Pour notre part, la nécessité d'une définition du robot adaptée à l'agriculture répond à un besoin scientifique, celui de délimiter les objets qui donneront lieu à une revue de la littérature afin de préciser l'état des connaissances sur les transformations du travail accompagnant la robotisation des activités agricoles.

4.2 Proposition d'une définition du robot agricole

Dans la littérature scientifique s'intéressant aux robots agricoles ou *agrobot,* aucun consensus n'existe sur la définition du robot agricole. Les auteurs se réfèrent généralement aux définitions générales portées par les instances internationales (RIA, IEEE). De fait, la définition la plus utilisée du robot provient de la *Robotic Industries Association* (RIA), qui définit

le robot comme « *Manipulateur multifonctionnel reprogrammable conçu pour déplacer des matériaux, des pièces, des outils ou des dispositifs spécialisés au moyen d'une série de fonctions programmées afin d'effectuer diverses tâches. »* (traduction par l'auteur). L'Organisation internationale de normalisation (ISO) décline cette définition générale du robot en deux sous-catégories : les robots industriels et les robots de service (International Organization for Standardization 2012). Au sein des organismes de normalisation et de réglementation, les robots agricoles ne bénéficient pas, à notre connaissance, d'une définition qui leur est propre. C'est d'ailleurs pourquoi, l'association *Robagri* en France ou l'*European Agricultural Machinery Association* au niveau européen (CEMA) portent ces dernières années des réflexions sur le cadre règlementaire qui doit accompagner l'avènement de machines agricoles à haut degré d'autonomie[40]. Certains auteurs proposent de définir plus spécifiquement les robots pour les cultures végétales ou *field crop robot* (Lowenberg-DeBoer et al. 2020, 279) *:* « *un dispositif mécatronique mobile, autonome et capable de prendre des décisions, qui accomplit des tâches de production végétale (par exemple, la préparation du sol, le semis, le repiquage, le désherbage, la lutte contre les ravageurs et la récolte) sous la supervision d'un être humain, mais sans travail humain direct »* (*Ibid.*; traduction par l'auteur). Plusieurs travaux reprennent cette définition pour cerner leur objet d'étude (Spykman et al. 2021; Canavari et al. 2022). Leurs auteurs mettent en avant deux composantes essentielles du robot agricole : la mobilité et l'autonomie. La mobilité constitue pour Lowenberg-DeBoer et al. (2020) un critère indispensable à une activité géographiquement dispersée et recouvrant d'importantes superficies. L'autonomie renvoie à la grande complexité des lieux de l'agriculture, la diversité des parcelles et des écosystèmes. Comme nous l'avons vu précédemment, à la différence du robot manufacturier, le robot agricole n'évolue pas dans un milieu contrôlé, mais dans un milieu vivant, marqué par des aléas peu prédictibles. Par conséquent, ces robots doivent non seulement éviter des obstacles et avancer dans des pentes accidentées, mais aussi différencier une adventice d'une plante cultivée, un fruit à récolter d'un fruit non comestible, etc. Cependant, si la mobilité est un critère indispensable pour les robots évoluant dans des parcelles, ce critère ne permet pas, par exemple, d'intégrer le robot de traite qui est immobile. Si la mobilité n'est pas indispensable et que les robots agricoles peuvent très bien être immobiles, il n'empêche que, pour reprendre les critères de N. Nevejans, le robot doit disposer d'une capacité d'agir sur le monde physique. Sparrow (2020), précise ainsi qu'un robot peut « *se déplacer et/ou déplacer des objets dans le monde* »[41], critère qui permet d'intégrer les robots immobiles. Quant à l'idée d'autonomie, nous avons vu dans le cas des robots industriels et de services que les robots sont grandement dépendants d'un travail humain au moins indirect. C'est pourquoi nous préférons la formulation « *sans intervention humaine directe »* qui a le mérite de restituer cette idée de substitution sans invisibiliser le travail indirect. Pour ce qui est des conditions singulières de l'activité agricole, non seulement l'environnement

[40] Réglementation et normalisation des robots agricoles : où en est-on, en Europe et dans le monde ? - 20/05/2020 – consulté le 07/08/2023 sur le site agricultural-robotics.com.

[41] Traduit par l'auteur de (Sparrow 2020).

n'est pas structuré et ne peut être complètement modelé pour les robots, mais surtout les entités travaillées sont des êtres vivants, plantes ou animaux. Ainsi, la principale spécificité de l'activité agricole est de s'ancrer dans un environnement naturel en interaction avec des entités vivantes au comportement difficilement prédictible. Compte tenu de ces précisions, nous proposons une définition du robot agricole qui servira de base à notre réflexion sur les transformations du travail :

> *« Un robot agricole est un dispositif mécatronique reprogrammable qui exécute différentes tâches agricoles, interagissant avec l'environnement biologique et physique sans intervention humaine directe et s'adaptant à son environnement grâce à la collecte et à l'analyse de données. Il est composé d'un artefact physique constitué d'un ou plusieurs capteurs (collecte de données), d'actionneurs (exécution des tâches) et d'un logiciel qui permet l'analyse des données et la modulation des tâches. Le robot agricole acquiert des données (capteurs), effectue des services (analyse de données) et exécute ensuite des tâches (actionneurs). »*
>
> (Martin et al. 2022; traduit par l'auteur)

L'objectif de cette définition est d'élaborer des critères à même de sélectionner les travaux qui étudient les robots agricoles afin de synthétiser de manière critique l'état des connaissances sur les transformations du travail qui accompagnent le déploiement de ces robots agricoles. Le prochain chapitre se basera donc sur cette définition pour synthétiser les connaissances sur les transformations du travail accompagnant le déploiement des robots en agriculture.

Conclusion

Depuis longtemps, nos imaginaires sont traversés par des créatures au caractère plus ou moins anthropomorphique qui questionnent l'homme, son activité et son devenir. Dans cette tradition, le robot apparaît dans la science-fiction de la première partie du XXe siècle dans des récits où ces créatures douées d'autonomie décisionnelle travaillent à la place des humains. Espoir d'une libération des tâches pénibles voire du travail ou menace d'un remplacement de l'homme par sa créature, le robot est depuis son origine associé à la substitution du travail humain. À la fin des années 1970, les profondes transformations du secteur industriel s'accompagnent de la robotisation de nombreuses chaînes de production. Avec ce déploiement des robots se développe également la crainte d'un chômage de masse alimenté par de nombreuses études annonçant une diminution drastique du nombre d'emplois. Toutefois, si la robotisation supprime bien des emplois, l'emploi se maintient par des effets de déversement entre les différents secteurs économiques. Les approches de l'automatisation par l'emploi ont longtemps invisibilisé les profondes transformations du contenu du travail et de son organisation, restreignant le travail à un agrégat statistique macro-

social. Le travail direct et les gestes moteurs associés régressent fortement bien que certaines tâches restent hors du champ de l'automatisation. Parallèlement, le travail indirect progresse et fait émerger la figure du « contrôleur de flux » dans les industries les plus hautement automatisées. Dès lors, le travail consiste en une gestion des aléas et implique une surveillance et un contrôle du processus de production. Ces déplacements impliquent de nouvelles compétences et qualifications qui participent à des effets de reclassement des travailleurs. Les espaces géographiques du travail évoluent également avec l'automatisation. Le travail de contrôle et de surveillance intermédié par des interfaces numériques peut parfois être exécuté loin du lieu de production participant à un éclatement spatial des collectifs de travail et à une recomposition des formes d'organisation collective. En somme, l'automatisation s'accompagne d'une transformation de la division du travail à différentes échelles et dans différentes dimensions dont ce chapitre n'a révélé que les grandes lignes.

Ces changements sont relativement bien renseignés pour le secteur industriel et les services. Mais le déploiement des robots dans le secteur agricole a connu une tout autre temporalité. Si les premiers projets de robotique agricole émergent dans les années 1980, les robots resteront pour l'essentiel au stade de prototype. Ce retour sur les échecs de l'Âge d'or de la robotique agricole met en lumière les spécificités de l'activité agricole et de fait les difficultés d'usage des robots. Les robots font un retour en agriculture depuis les années 2010 au sein d'un nouveau paradigme de l'innovation, l'agriculture numérique, porteuse d'une promesse de profonde transformation du secteur agricole. Finalement, le robot de traite présente une trajectoire toute particulière dans cette histoire de la robotique agricole. Développée dans les années 1980, la traite robotisée arrive dans les exploitations laitières au cours des années 1990 et concerne aujourd'hui près d'une exploitation laitière française sur dix.

Puisque le chapitre 2 est consacré à une synthèse des connaissances sur les transformations du travail accompagnant le déploiement des robots en agriculture, il nous faut préalablement définir ce que nous entendons par robot. Car l'automatisation recouvre une certaine diversité d'artefacts et sémantique dont les frontières sont parfois confuses. Pour autant, un consensus distingue les robots par leur matérialité, leurs capacités d'adaptation à leur environnement et d'action sur le monde physique. À partir des diverses définitions du robot existantes, nous proposons une définition du robot en agriculture afin de mener à bien ce travail de revue de la littérature. Cette définition du robot agricole vise avant tout à identifier des critères pour sélectionner des objets d'étude et ne se veut en aucun cas être une proposition normative de définition. Car l'histoire du robot nous oblige à accepter une conception dynamique du robot qui se définit avant tout par ses imaginaires et leurs appropriations et usages sociaux.

Chapitre 2

Robots agricoles et transformations du travail : une revue systématique

Introduction

Nous avons vu dans le premier chapitre les étapes du déploiement du robot dans notre économie et dans nos vies tout au long du XXe siècle. Les études de ses effets sur le travail ont peu à peu délaissé un prisme d'analyse centré sur l'idée de substitution pour mettre en évidence les recompositions substantielles, organisationnelles et spatiales du travail. Son arrivée en agriculture est plus tardive et de fait, les effets des robots sur le travail en agriculture constituent un champ de recherche récent et fragmentaire. L'objectif de ce chapitre est de conduire une revue systématique de la littérature répondant à la question des effets de la robotisation sur le travail en agriculture. Avant cela, nous revenons rapidement sur les principales mutations du travail en agriculture afin de situer la contribution des robots (1). Ensuite, nous restituons notre travail[42] de revue systématique de la littérature tel qu'il a été publié dans la revue *Agronomy for Sustainable Development* en mars 2022 (2). À partir de cette synthèse critique de la littérature et des trous de connaissances identifiés, nous formulerons dans le prochain chapitre une question de recherche et présenterons un cadre d'analyse adapté (Chapitre 3).

[42] Une synthèse de deux pages de cette revue systématique de la littérature est disponible en français en annexe (Annexe 1).

1. Les principales mutations du travail en agriculture

1.1 Après-guerre : la modernisation portée par l'exploitation familiale

Initiée dès la fin du XIXe siècle en lien avec le développement industriel et la première révolution agricole des temps modernes (Mazoyer et Roudart 2002), l'érosion du nombre d'actifs agricole s'est fortement amplifiée au cours de la seconde moitié du XXe siècle. Alors que l'agriculture occupait 31 % des actifs en 1955 (Desriers 2007), elle ne représentait plus que 1,5 % de l'emploi en 2019 (Chardon et al. 2020). Ce fort recul du nombre d'actifs agricole traduit la forte croissance de la productivité du travail qui a permis à l'agriculture de produire plus avec moins de travailleurs. Le volume et la valeur ajoutée brute[43] produits par actif agricole ont augmenté de 400 % en 30 ans, une progression supérieure à celles de tous les autres secteur et sans précédent historique (Charroin et al. 2012). Cette modernisation de l'agriculture française s'est appuyée sur la moto-mécanisation du travail (développement du machinisme), le recours aux intrants de synthèse (engrais et produits phytosanitaires), l'utilisation de variétés et races « améliorées » par les progrès de la génétique et la spécialisation des exploitations et des territoires (Mazoyer et Roudart 2002). Ces évolutions se traduisent par une hausse importante de la part de capital fixe et de consommations intermédiaires dans la valeur produite. Cette substitution[44] du travail par le capital n'a toutefois pas donné lieu à une refonte de l'organisation sociale de la production qui est restée familiale au sein de l'exploitation agricole. Si pour certains cette modernisation marque la disparition du mode de vie paysan (Mendras 1967) et l'absorption de l'agriculture dans le mode de production capitaliste (Servolin 1972), il n'en reste pas moins que l'organisation du travail est restée familiale. Plus encore, l'exploitation familiale à deux actifs a constitué le modèle porteur de cette modernisation et le travail salarial a reculé jusqu' à la fin des années 1980 (Figure 10). Alors que 18 % des exploitations avaient recours à du travail salarié permanent en 1955, elles ne sont plus que 7 % en 1988 (Harff et Lamarche 1998). Dans les décennies d'après-guerre, c'est donc l'exploitation familiale à « 2 UTA » qui s'impose comme forme sociale majoritaire d'organisation du travail. Mais ce couple d'exploitants s'appuie de

[43] En agriculture, la productivité du travail est mesurée soit d'un point de vue **technique** par le volume produit par actif, la surface ou le nombre d'animaux par actif, soit d'un point de vue **économique** par la valeur ajoutée produite par actif. La valeur ajoutée brute représente le produit brut auquel est soustrait l'ensemble des consommations intermédiaires et représente la valeur économique produite par un actif avant la déduction du coût du capital fixe (amortissements).

[44] Contrairement au secteur industriel, le développement du machinisme en agriculture ne s'est pas accompagné d'un *suremploi* ou d'un chômage de masse. Il a répondu à un *déficit chronique de main-d'œuvre* dû à la fois aux conséquences des deux guerres mondiales et à l'absorption de la main-d'œuvre par la refonte industrielle (Harff et Lamarche 1998).

manière structurelle sur du travail interne et externe à l'exploitation. En interne, il peut compter sur le travail non rémunéré effectué notamment par les retraités et constituant une réserve de travail facilement mobilisable notamment pour les pics de travail (ex : récoltes, taille) (Brangeon et Jegouzo 1988). En externe, l'entraide entre agriculteurs, les coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA) et les entreprises de travaux agricoles (ETA) représentent autant de formes collectives d'organisation du travail indissociables de cette modernisation. Enfin, le recours aux travailleurs saisonniers étrangers participe de manière structurelle à cette organisation du travail, et ce bien que cette dernière catégorie de travailleurs reste peu visible dans les statistiques (Berlan 1986).

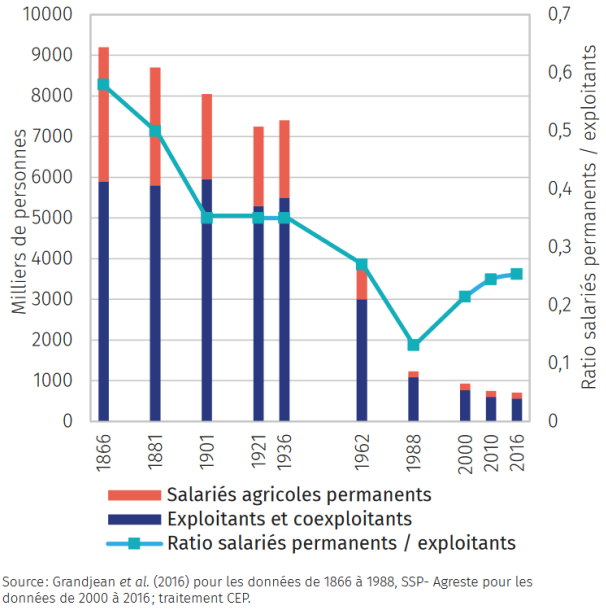


Figure 10 : Évolution du nombre d'exploitants, de coexploitants et de salariés agricoles permanents de 1866 à 2016 (extrait de Forget et al. 2019)

Dans les décennies d'après-guerre, le travail en agriculture est envisagé par de nombreux chercheurs et acteurs du développement comme une ressource comme une autre, un facteur de production à organiser et optimiser :

> *« En France, l'étude du travail en agriculture a jusque dans les années 1990 privilégié des approches visant d'abord à rendre compte des temps consacrés aux différents travaux. Dans l'immédiat après-guerre, le travail agricole fut observé dans l'esprit des principes du « taylorisme », avec notamment la création en 1945 de l'Institut d'organisation scientifique du travail agricole. Mais du fait du caractère essentiellement familial de la main-d'œuvre agricole (les principes de spécialisation des travailleurs et de division des tâches ne s'appliquent pas), ces approches montrèrent rapidement leurs limites. En revanche, les méthodes d'analyse du travail, reposant sur la mesure de sa durée, continuèrent à servir de référence. Ainsi, presque simultanément, plusieurs recherches furent engagées à la fin des années 1980 visant à évaluer la durée du travail agricole à partir d'enregistrements des temps de travaux (méthode des budgets*

temps). Nous ne discuterons pas ici des difficultés méthodologiques de ce type d'approche. Notons simplement que les auteurs de ces travaux ont eux-mêmes souligné les limites de cette méthode, liées notamment à la sincérité des enregistrements et à la représentativité des données obtenues. »

(Mundler et Laurent 2003, 4)

Influencés par les principes tayloriens appliqués à l'organisation du travail dans l'industrie, certains agronomes, zootechniciens et économistes s'attèlent alors à la mise en place d'une organisation scientifique du travail en agriculture (Piel-Desruisseau 1958a; Sébillotte 1986). Chronomètre à la main, le temps nécessaire pour l'exécution de chaque tâche est mesuré afin d'être optimisé. L'organisation du travail est un élément central de cette modernisation. Elle conditionne l'organisation du bâti, les investissements en équipement et les espaces cultivés (Piel-Desruisseau 1958b). L'imbrication de l'unité productive à l'unité familiale, du capital productif au patrimoine familial, la confusion entre membres de la famille et collectif de travail rendaient difficilement soluble l'idée même de travail dans le mode de production paysan. D'une certaine manière, nous pourrions nous demander si, en agriculture, le terme travail n'est pas né avec la modernisation : « *Le mot « travail » est un mot de l'industrie très directement lié à la durée* » (Barthez 1996, 16). Alice Barthez synthétise en ces termes les transformations du travail que la modernisation de l'agriculture opère : « *Du travail comme mode de vie, on est passé à un travail facteur de production ; c'est beaucoup plus restrictif, mais cela entraîne des exigences très précises. Désormais, au travail sont associés la valeur monétaire et le temps. »* (Barthez 1996, 6).

1.2 Années 1980 : adapter l'organisation du travail à la crise du modèle modernisateur

Portée par une intervention publique forte articulée à une cogestion par le syndicalisme agricole (Allaire 1988), cette grande transformation de l'agriculture connaît à partir des années 1980 une crise de surproduction. Les pouvoirs publics réduisent leur intervention sur les marchés et mettent en place des quotas afin de freiner la hausse de la production. Le recul du soutien à des marchés structurellement instables[45] transfère aux agriculteurs l'incertitude jusqu'alors prise en charge par l'état (Mundler et Laurent 2003). En conséquence, les activités des ménages se diversifient au sein de l'exploitation, mais également à l'extérieur. La double activité, notamment des conjointes d'exploitations, progresse (Harff et Lamarche 1998; Mundler et Laurent 2003). L'adaptation aux contingences devient la norme et l'organisation du travail se voit chamboulée par la recherche

[45] L'instabilité des marchés agricoles résulte de l'écart entre une demande peu élastique (si le prix de la baguette diminue de moitié, le consommateur n'en achètera pas le double pour autant) et une offre très élastique compte tenu des aléas biologiques et climatiques de la production agricole (sécheresse, grêle, ravageurs, etc.).

de flexibilités (Mundler et Laurent 2003). La réorganisation du travail répond également à la montée de nouvelles aspirations au travail portée notamment par les nouvelles générations. Prendre des vacances, partir en week-end, profiter de loisirs et finalement vivre comme le reste de la société impose une réorganisation profonde du travail. En effet, la famille ne pouvant plus fournir la force de travail nécessaire, les exploitations ont de plus en plus recours au travail extérieur. Le développement des CUMA intégrales[46] illustre cette tendance. Le partage de matériel n'est plus seulement un moyen d'organiser collectivement le travail, la CUMA devient un prestataire de services aux mains des coopérateurs (Harff et Lamarche 1998). Le développement de la prestation par des ETA, les groupements d'employeurs, les services de remplacement ou encore les cercles d'échanges sont autant de dispositifs prenant à partir des années 1980 une ampleur à même d'accompagner la réorganisation du travail des agriculteurs.

1.3 Aujourd'hui : éclatement du modèle familial et diversité des formes d'organisation du travail

Aujourd'hui, l'érosion du nombre de travailleurs agricole se poursuit, mais à un rythme moindre que durant les décennies précédentes (-1 % de taux moyen annuel depuis 2010 contre -2,4 % entre 2000 et 2010) (Figure 10). Ce qui semble marquer le plus les transformations contemporaines du travail agricole, c'est l'accélération du repli de l'organisation familiale du travail. Si les exploitations reposant principalement sur du travail familial restent majoritaires, leur nombre a reculé de 37 % entre 2000 et 2016 (Forget et al. 2019a, 28). La progression de la pluriactivité des exploitations et des ménages s'accompagne d'un recul du travail familial et laisse de plus en plus d'exploitants seuls. Ces derniers se tournent alors vers l'extérieur pour satisfaire leur besoin en main-d'œuvre. Après avoir diminué jusque dans les années 1980 (Harff et Lamarche 1998), le salariat progresse en absolu comme en relatif. Au-delà d'une progression numérique, le salariat se diversifie dans ses formes de mobilisation. Si l'embauche directe de salariés permanents ou saisonniers reste la voie privilégiée par les exploitations, le salariat externalisé progresse fortement (Nguyen et al. 2022). Alors que la sous-traitance a marqué les mutations industrielles des années 1970, elle ne progresse réellement en agriculture qu'à partir des années 1990 et affiche une forte progression depuis les années 2000 (Nguyen et al. 2020). Le volume de travail fourni par les ETA a en effet doublé entre 2000 et 2010 (Forget et al. 2019a) et d'après Nguyen et al. (2022, 93), cet essor du marché de la sous-traitance concernerait aujourd'hui pas moins de six agriculteurs sur dix. Cette externalisation peut aller jusqu'à une délégation intégrale des

[46] D'après la Fédération nationale des Cuma : « Une Cuma intégrale se distingue d'une Cuma classique par le "taux d'intégration" du matériel. La Cuma intégrale possède l'ensemble de la chaîne de mécanisation, dont la traction, du travail du sol, jusqu'à la récolte. Les adhérents n'ont presque plus de matériels en propriété individuelle (au moins 80 % du matériel, dont les principaux automoteurs, est partagé en Cuma). » - D'après Cuma.fr consulté le 11/08/2023.

travaux agricoles ce qui constitue la plus profonde remise en cause du modèle de l'exploitation familiale où la terre, le travail et le capital sont unis au sein d'une même entité (Cochet 2008). Outre cette délégation, de plus en plus d'exploitants mutualisent leur recours au salariat. Ainsi, les groupements d'employeurs ont progressé de 40 % entre 2010 et 2016 (Forget et al. 2019a, 21). Le travail détaché connaît lui aussi une progression importante et mobilise de plus en plus de travailleurs saisonniers étrangers (Grosset 2015). Ces travailleurs sont particulièrement exposés à une précarité qui progresse dans le secteur agricole (Depeyrot et al. 2019). D'une manière générale, cet éclatement de l'organisation familiale du travail et le développement de l'externalisation s'accompagnent d'une dégradation des conditions de l'emploi marquée par la précarité, la faiblesse des revenus des salariés et l'instabilité des trajectoires professionnelles (Forget et al. 2019a). Ces diverses formes de mobilisation du travail s'agencent de différentes manières au sein des exploitations donnant lieu à une pluralité des formes d'organisation du travail encore difficilement appréhendable. C'est cette diversité que G. Nguyen et ses collègues tentent de restituer à travers une typologie des formes de mobilisation de la main-d'œuvre dans les exploitations françaises (Figure 11).

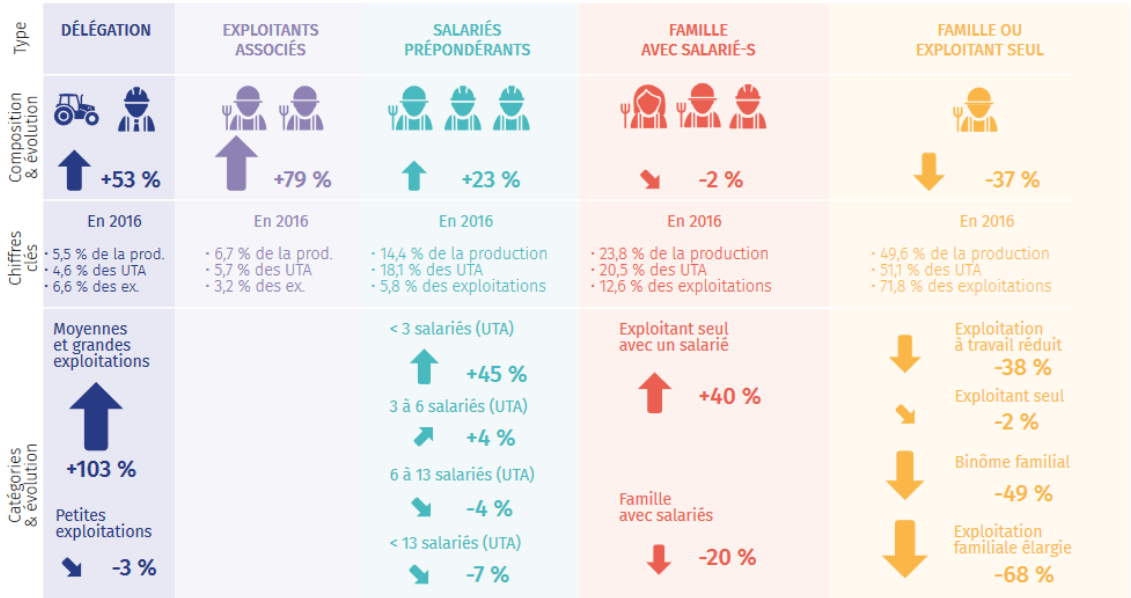


Figure 11 : Synthèse des cinq types de mobilisation de la main-d'œuvre dans les exploitations agricoles françaises, et évolution de 2000 à 2016 – extrait de (Forget et al. 2019a) - Source : données du recensement agricole 2000 et de l'ESEA 2016, traitement INP-ENSAT et CEP. Lecture : la largeur des colonnes reflète (de façon non proportionnelle) l'importance en poids économique (production) des types de mobilisation de la main-d'œuvre, croissant de gauche à droite. La taille des flèches est proportionnelle à l'ampleur de l'augmentation (en bleu) ou de la diminution (en rouge) des types observés. Les données sur la production portent sur la production brute standard (PBS).

1.4 Questionner la contribution des robots à ces mutations du travail

Pour résumer, le travail en agriculture connaît de profondes mutations remettant en cause le modèle de l'exploitation familiale spécialisée héritée de la modernisation agricole. Il se caractérise autant par des mutations structurelles telles que la concentration des moyens de production (terre, travail et capital), par une nouvelle division du travail faisant de l'externalisation le moteur de nouvelles formes d'organisation du travail que par de nouvelles aspirations sociales au travail. Un autre élément participe à ces transformations du travail en agriculture : le déploiement des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Nous avons vu dans le 1er chapitre la singularité du robot vis-à-vis des autres technologies et le lien consubstantiel qu'il entretient avec l'idée de substitution du travail humain. Nous avons également détaillé la manière dont les robots transforment les frontières du travail, sa nature et plus profondément l'idée même de travail et les moyens de son étude. Mais que savons-nous des transformations propres à la robotisation dans le secteur agricole ? Nous allons maintenant tenter de synthétiser l'état des connaissances sur les transformations du travail que les robots produisent plus spécifiquement dans le secteur agricole. Pour ce faire, nous avons réalisé une revue systématique de la littérature à même d'intégrer la diversité des études sur la question. Si le travail constitue un champ d'études important au sein des recherches sur l'agriculture, il n'existe pour autant pas de cadre d'analyse du travail spécifique au secteur agricole et suffisamment large pour accomplir un travail de revue de la littérature. Béguin et al. (2011, 13), dans l'introduction de leur ouvrage consacré au travail en agriculture face à l'innovation, confirment l'absence d'une conceptualisation du travail interne aux études sur le secteur agricole. C'est pourquoi ce travail de revue de littérature commence par proposer un cadre d'analyse du travail à même de retranscrire la diversité des approches disciplinaires et conceptuelles du travail en agriculture. Le travail est ainsi analysé à travers quatre dimensions : i. La structure des exploitations et le marché du travail ; ii. l'organisation du travail dans l'exploitation agricole ; iii. le sens du travail ; iv. les performances techniques et économiques du travail.

La prochaine partie de ce chapitre restitue donc notre travail de revue systématique de littérature réalisé au cours des 18 premiers mois de cette thèse et publié le 30 juin 2022 dans la revue *Agronomy for Sustainable Development* (Martin et al. 2022) (voir ci-dessous 2.). Puisque l'essentiel des publications sur la question ont été publiées en anglais, notre requête et l'analyse des résultats ont été faites dans la même langue. Nous avons donc choisi de restituer ce travail et se mise en forme telle que cela a été publié, en anglais.

2. Robots et transformations du travail en agriculture : une revue systématique de la littérature

2.1 Introduction

2.1.1 Agricultural robots: the issues of transformations of work

The digitalization of agriculture is raising hopes that it may be able to transform agriculture and respond to societal and environmental challenges (Trendov et al. 2019). This sociotechnical process encompasses a broad diversity of technologies and concepts: the internet of things, sensors, artificial intelligence, machine learning, big data, blockchain, robots, etc. (Klerkx et al. 2019). These technologies are promoted as a solution to make agriculture more productive while preserving resources (Reddy et al. 2016). Among the various digital technologies, robotics stands out since it suggests a substitution of human work or at least a radical transformation of work. This is what the fictional origins of robots suggest (Capek 1921; Asimov 1950) and what many modern studies forecast (Marinoudi et al. 2021; Sparrow et Howard 2021). Since the 1960s, robots have been used in the industry and more recently in the service sector (Wallén 2008). But agriculture has long remained untouched by this trend of robotization. Today, however, agricultural robotics is experiencing a significant development (Jin et al. 2021) and robots are being heralded in the media as the new revolution in agriculture: « *The robot revolution down on the farm* » (Abboud 2018), « *The future of agriculture is in robotic farmers* » (Engineers Australia 2021). Not only the media but public authorities (Auverlot et al. 2016; USDA 2020; European Commission 2021) and scientists (Ampatzidis et al. 2017; Arvanitis et Symeonaki 2020; Basso et Antle 2020; Fountas et al. 2020) are seeing promise in robots for a sustainable agriculture. The robotization of agricultural work is not a new idea. It has been the subject of studies dating back several decades on attempts to automate often arduous agricultural tasks (Kawamura et Namikawa 1989). In the late 1990s, many dairy farms in western and northern Europe started adopting automated milking systems (AMS) (Gallardo et Sauer 2018). But it is only over the past few years that agricultural robotics has experienced unprecedented development. Venture capitalists, start-ups, research entities and public policymakers are getting involved (Rotz et al. 2019), and market analysts are predicting double-digit compounded annual growth rates for the sector (Brandessence Market Research and Consulting 2021; Francis 2021). This development of robotics is part of a context of profound transformations of work in agriculture. Agriculture is a labor-intensive sector. In 2019, this sector engaged 27 % of the world's active population (World Bank 2021). However, agricultural employment is decreasing (-50 % between 1990 and 2017) due to productivity gains and other factors (*Ibid.*). Working conditions are also less attractive than in other sectors (arduous tasks, job insecurity

and low wages), and labor relations and organization are also changing (Hostiou et al. 2020). In developed countries, for instance, salaried employment and subcontracting are growing at the expense of family farming (Blanc et al. 2008). Agriculture is already experiencing profound changes in work. How do agricultural robots – which are heralded as work reducers – participate in these transformations or in driving new ones?

In social science reviews, the singularity of the agricultural robot is rarely considered (Reddy et al. 2016; Lowenberg-DeBoer et al. 2020; Ryan et al. 2021). It is instead resituated within a diversity of digital innovations (Salemink et al. 2017; Klerkx et al. 2019; Wang et Siau 2019; Hackfort 2021). However, it is essential to study agricultural robots specifically in order to understand the nature and intensity of work transformations. For instance, the fruit picking robot and the smartphone do not have the same consequences on the transformation of work. Several authors highlight the opportunities and threats of the development of robotics in agriculture in various fields (ex : social, cultural, health, safety, employment, politics, economics, etc.) (Rose et al. 2021; Ryan et al. 2021). The debate on robots in agriculture is essentially presented in terms of ethics and responsibility. There are no specific reviews concerning work and agricultural robotics. It is instead a dimension partially analyzed within more general questions. No literature review provides a broad view of the transformations of work arising from robotization in agriculture. That is why we still do not really know what are the diversity of work transformations that result from robotization in agriculture. In this review, we want to provide an answer to this question by focusing on work on farms. The scientific literature offers a wide variety of answers to this question. These answers depend in particular on the disciplines used and the conceptual and analytical choices made to study agricultural work (Malanski et al. 2019). This paper applies the standardized process of a systematic literature review to summarize the diversity of answers with rigor and transparency.

2.1.2 What is and what is not a robot?

The most commonly used definition of a robot comes from the Robotic Industries Association (RIA), which defines the robot as « *a reprogrammable, multifunctional manipulator designed to move material, parts, tools, or specialized devices through various programmed functions for the performance of a variety of tasks.* » The International Organization for Standardization (ISO) adapts this general definition of a robot according to the sectors of activity and defines industrial robots and service robots (International Organization for Standardization 2012). The agricultural robot requires a definition adapted to the particular context of work in agriculture (Figure 12). Lowenberg-DeBoer et al. (2020) propose a definition of a field crop robot: « *a mobile, autonomous, decision-making, mechatronic device that accomplishes crop production tasks (ex : soil preparation, seeding, transplanting, weeding, pest control and harvesting) under human supervision, but without direct human labor.* » The mobile characteristic does not apply to some livestock robots such as automated milking systems (AMS). Because this definition is limited to field

crops, we proposed a definition of the agricultural robot that is suitable for all different farming sectors: An agricultural robot is a re-programmable mechatronic device that performs different farming tasks, interacting with the biological and physical environment without direct human intervention and adapted to its environment through data collection and analysis. It is composed of a physical artifact made up of one or more sensors (data collection), actuators (task execution) and software that allows data analysis and then modulation of tasks. The agricultural robot acquires data (sensors), carries out services (data analysis) and then executes tasks (actuators) (Martin et al. 2020).

Figure 12 : left: weeding robot for vegetable production, photo by Naïo Technologie; right: automated milking system, iStock photo by Elmar Gubisch

2.1.3 What is agricultural work for us?

Agricultural work is a polysemous concept, studied by specialists from a variety of disciplines and traversed by a variety of visions (Malanski et al. 2019). And yet, there exists no framework for analyzing work in agriculture that can account for this diversity. To undertake this systematic review of literature (SRL), we constructed a framework for analyzing on-farm work that reflects the diversity of approaches found in the literature. To this end, we identified four main dimensions through which work is analyzed within a test corpus. This test corpus brings together a set of key articles on the transformations of work that accompany robotization on the farm and is compiled by the SRL authors (Martin et al. 2020). This framework is therefore inductive and the result of a multidisciplinary vision of work. In this paper, we are interested in human work on the farm, with this work being placed in a social and economic environment. Thus, we begin by studying work in its relationship to a market and as an economic factor of on-farm production (1st dimension: farm structure and labor market). Then, we study it in its spatial-temporal dimensions at the farm level: who does what, when and where? (2nd dimension: work organization). Then we analyze work through its technical and economic indicators (3rd dimension: work performances). Finally, we look at the meaning that workers assign to work, and the subjectivities and relationships implied in agricultural work (4th dimension: meaning of work).

2.2 Methods

2.2.1 Research strategy

In order to study the transformations of work when robots are used in agriculture, we carried out a systematic review of literature (SRL). A SRL is a « *predetermined structured method to search, screen, select, appraise and summarize study findings to answer a narrowly focused research question* » (Greenhalgh et al. 2018). This method, which originated with the biological, medical and ecological sciences, is also very well suited to the social sciences and indeed to questions about work (Petticrew et Roberts 2006). All details of the method we followed were included in a protocol that was published prior to the start of the SRL (Martin et al. 2020). The pre-publication protocol « *ensures greater transparency in the re-search process and protects the wider community against a number of damaging research practices* » (BMJ 2015). Our research strategy consisted of querying two reference databases: Web of Science Core Collection (WoS) and Scopus. We included articles, books, book chapters and reviews in the scope of this query. There were no limits on disciplines, methods and countries. We used a model called PICO (population, intervention, comparison, outcome) (Petticrew et Roberts 2006, 38; Frandsen et al. 2020) to design our research question and translate it into a research query (Table 1). The query we used consists of three key concepts as defined in the protocol: robot, agriculture, and work – and their lexicons (see the protocol for the complete equation, (Martin et al. 2020). Our query ranges from 1955 to December 2021 for WoS and from 1960 to December 2021 for Scopus.

Table 1: PICO model – Participants, Interventions, Comparators and Outcomes

Participants (population)	Farm, farm system, farmers and farm workers in all agricultural sectors (ex : field crops, livestock, horticulture, vine-growing)
Interventions (exposures)	Adoption of robots for farming
Comparators (control)	Farm without robots / farm before robot adoption
Outcomes	1. Farm structure and labor market: farm size, social relationship of production, added value distribution, any variable related to organization and interaction of production factors (land, labor and capital) and labor market; 2. Performances: main indicators of the economic performance of work (profitability, productivity, income); 3. Organization: spatial-temporal organization of work at the farm level (who does what and when) 4. Meaning: any form of subjectivity and emotions in work (stress, satisfaction, recognition, autonomy, feeling of coherence, identity, etc.)

2.2.2 Selection process

The first selection process – the screening – involved an abstract blind review by two co-authors of this paper using Rayyan, a web application for systematic reviews *« that helps expedite the initial screening of abstracts and titles using a process of semi-automation while incorporating a high level of usability.* » (Ouzzani et al. 2016). We excluded 2 283 irrelevant records that were returned by our broad-spectrum search strategy. The conflict rate between the two co-authors was 3,8 % (divergent decisions leading to discussions), which reflects the accuracy of both the selection criteria and the research question asked. The second stage of the selection started with 146 records and involved three eligibility criteria:

1. At least one studied technology meets the criteria of our definition of a robot.
2. At least one of our dimensions of work analysis is addressed: farm structure and labor market, work organization, work performances, and meaning of work.
3. The work is studied at the farm level through at least one of the following analytical perspectives: the livestock/cropping system, the farming system (Therond et al. 2017), the activity system (Gasselin et al. 2012), and the farmers and/or farm workers in any agricultural sector (ex : field crops cultivation, livestock husbandry, horticulture, viticulture).

These eligibility criteria reduced the selection down to 53 records. The last step of the selection process consisted of checking the references cited by the selected papers. Checking references is part of the SRL method and is recognized for its relevance (Horsley et al. 2011). Consequently, we checked the references of these 53 papers to identify 66 more records. In contrast to the initial query, we retained proceedings papers in this step, thus allowing more studies to be included. When these 66 records were submitted to our three

eligibility criteria, only 37 remained, thus giving us a total of 90 records (=53 + 37) (to see the included and excluded re-cords with the reasons for exclusion, please see Supplementary Table 2). We use the PRISMA flow diagram method (Moher et al. 2010) to show the complete selection process in Figure 13. These 90 articles were then analyzed using bibliometric analysis (first part of this article) and qualitative analysis (second part).

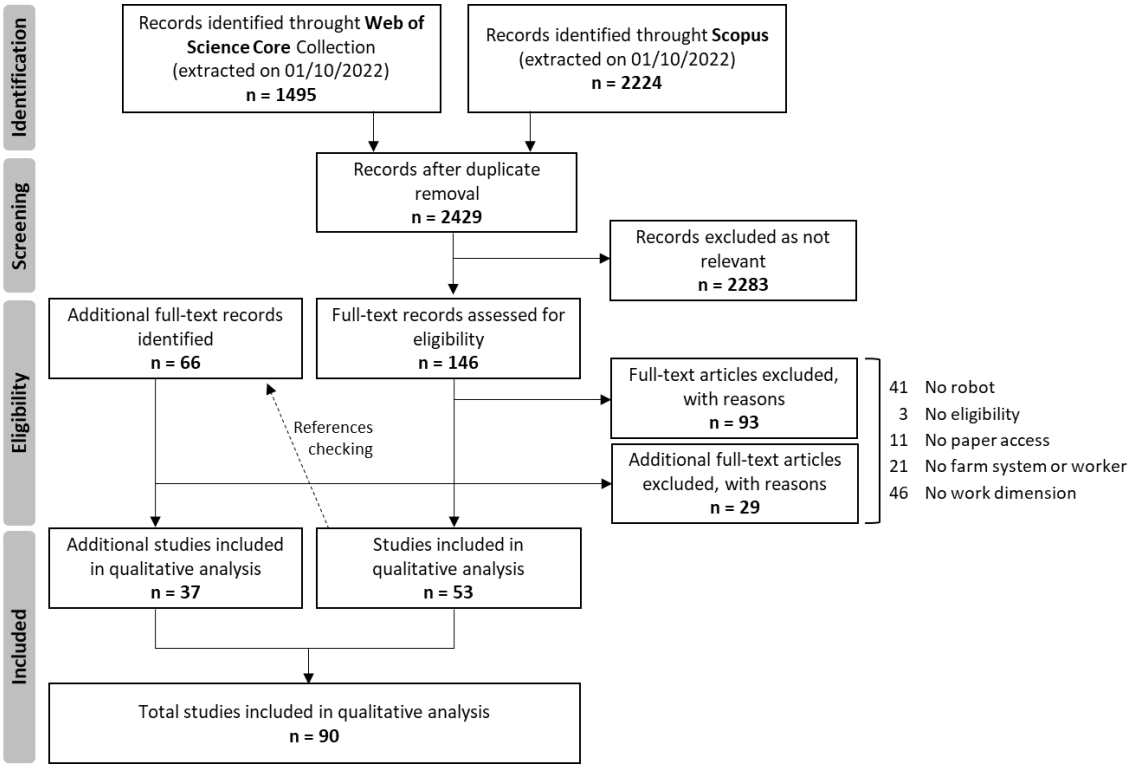


Figure 13 : PRISMA flow diagram (adapted from Moher et al. 2010)

2.3 An emerging topic dominated by a technical and economic vision of work

The topic of transformations of work due to robotization in agriculture is small and relatively recent (90 records). Even though the first publication dates back to 1992 (Seabrook 1992), the number of publications only increased significantly starting in the 2010s. The automated milking system (AMS) or milking robot is the most studied robot for transformations of work: 60 of the 90 selected articles (i.e. 67 %) focus exclusively on the AMS (Figure 15). AMS was the robot that was most studied until the beginning of the 2010s. But in the last 5 years, studies on the transformation of work have focused on a wider variety of robots. This first result is consistent with the actual deployment of robots in agriculture. AMSs were the first robotic systems to be deployed in European agriculture, starting 30 years ago, with an acceleration which began in the 2010s in northern and western Europe, where the studies in our corpus are mainly situated. Other robots were less represented than the AMS in our literature review on transformations of work. We offer two main explanations for this low proportion of reference to other robots in our corpus: 1) the deployment of

these robots is more recent and they are adopted in smaller numbers; 2) therefore the research on these robots focuses more on their design than on their effects. Indeed, the agricultural robotics sector is marked by a divide between the dynamism and communication of economic actors and the poor adoption of these technologies on farms (Caffaro et Cavallo 2019; Carolan 2019). Many challenges remain to be overcome in order to achieve a higher adoption rate (Wouter Bac et al. 2014). Agricultural and livestock engineering and economics are more involved in the analysis of work transformations at the disciplinary level (Figure 16), with each accounting for 36 % of total disciplinary composition of the corpus. Agricultural and livestock engineering analysis mainly concerns the «performance» dimension, which is therefore the first dimension of work analyzed in our corpus (57 % of the records analyze the work in its «performance» dimension.). Moreover, the topic is not associated with a large and structured scientific community but instead with a fragmented one with a few recurrent authors (Figure 14). An explanation may be that the transformations of work due to the robotization of agriculture are rarely an object of research in themselves. Work is essentially a secondary theme within technical and economic analyses of the transformations due to robots. While the first paper dates back to 1992, the social sciences only started to address this issue in the 2010s (Figure 16). In the social-sciences community, the main interest is on the analysis of human-animal and technology relations (Butler et al. 2012; Holloway et al. 2014a; Holloway et al. 2014b; Bear et Holloway 2015; Butler et Holloway 2016; Holloway et Bear 2017; Bear et Holloway 2018; Bear et Holloway 2019).

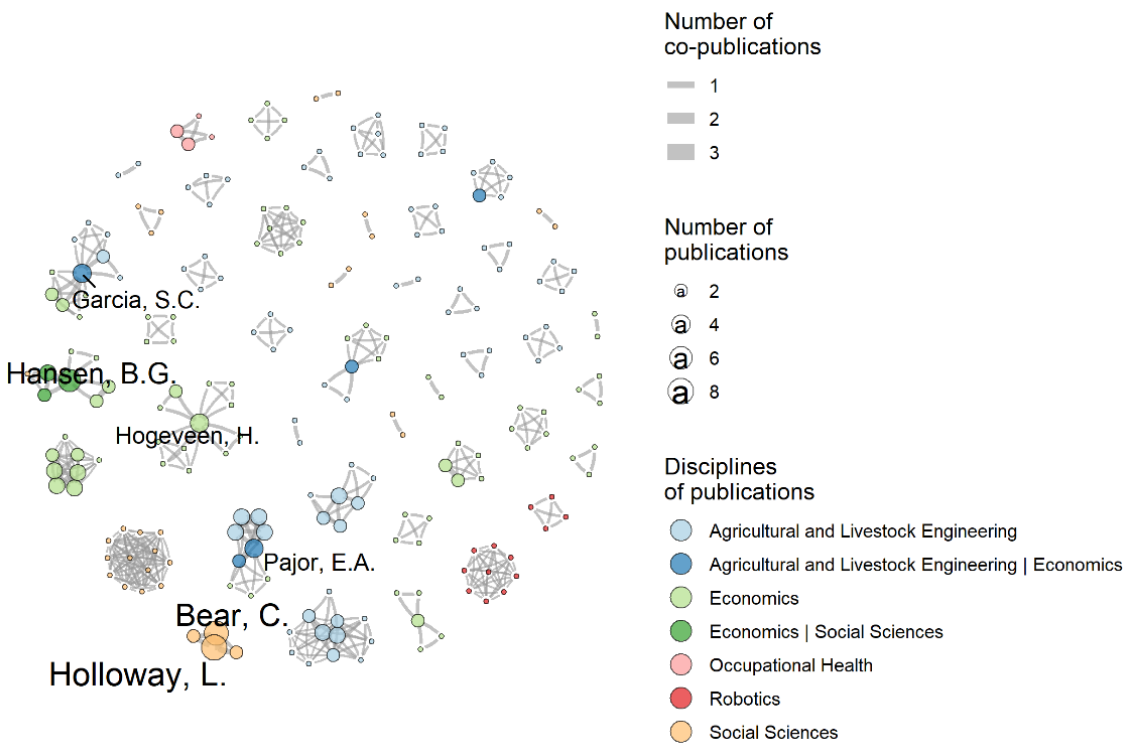


Figure 14 : Co-author network (the graph was generated with the force-directed Fruchterman-Reingold algorithm); As the discipline is coded at the publication scale, the various authors of a particular article may be from many different disciplines; names of authors with a minimum of 4 publications are displayed.

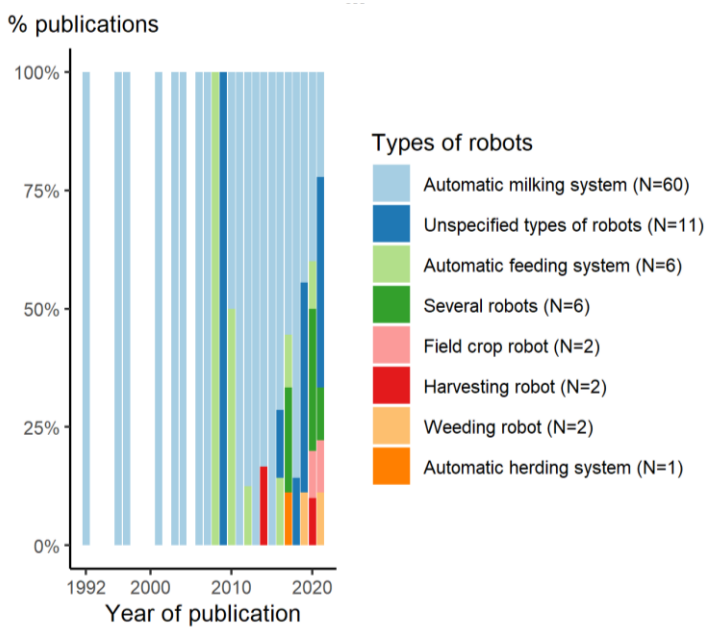


Figure 15 : Types of robot analyzed in our literature analysis by year of publication; An Automatic Herding System (AHS) is a system of slow-moving mobile fences controlled by an industrial controller. It herds all the cows to the milking robot (Drach et al. 2017).

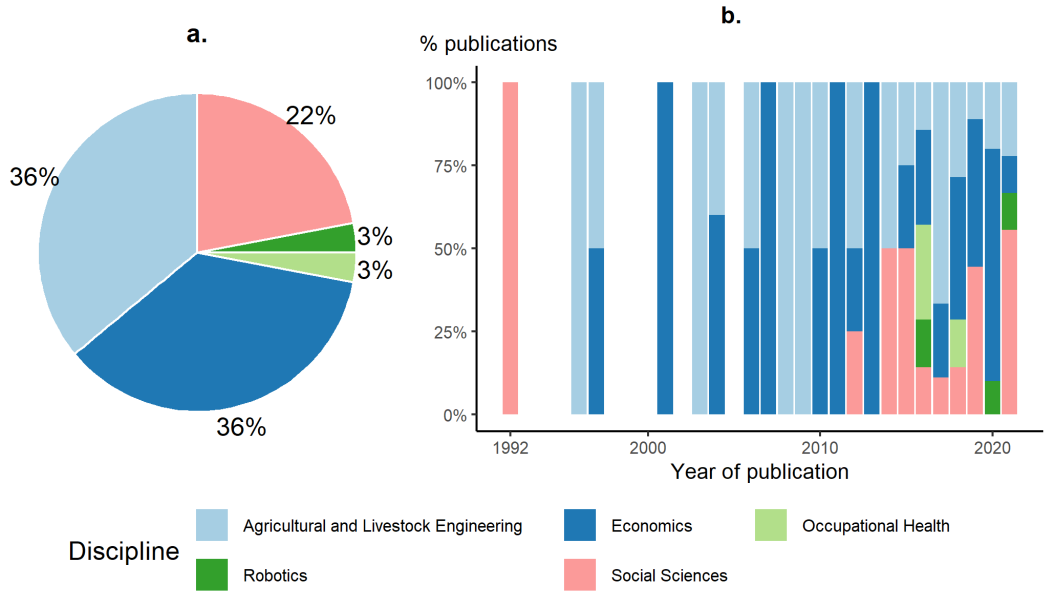


Figure 16 : Disciplinary composition of the corpus (a) and proportion of each discipline in the corpus as a function of time (b) (data on disciplines collected from the methods used and the self-declaration of the lead author; note that an author can publish in several disciplines).

2.4 Farm structure and the labor market

2.4.1 Farm structures: robots for large or small farms?

According to Reddy et al. (2016), agricultural robotics has historically been framed by engineers. They have an industrial production vision of agricultural work in which « *the machines could work entirely in predefined ways, much like a production line* » – which partly explains the many repeated failures to automate agricultural tasks. Robots as part of digital agriculture are often associated with large farming systems (Dusty 2017). According to Caffaro and Cavallo (2019), the lack of capital investment and insufficient knowledge explains why small farmers have a lower level of access to these tools. This situation creates a large digital divide between big and small farmers. Several studies have demonstrated that large farms are more inclined to adopt precision technologies, especially in the dairy sector (Moyes et al. 2014; Gargiulo et al. 2018).

In France, a study of Veysset et al. (2001) dating from the time of the increase in the adoption of AMS on farms reveals that farms with AMS are larger (in area and herd size) than the national average, and more diversified (non-fodder crops rep-resent 42 % of the total surface area and 55 % include at least a second animal production unit). Heikkila et al. (2012) show that the ability to mobilize capital to install machinery is a significant factor behind the switch to automatic milking. This suggests that the most capitalized farms are more likely to robotize. However, a study from the early days of AMS development indicate no significant correlation between farm sizes and adoption of AMS (Hogeveen et al. 2004). What is more, Castro et al. (2015) show that farmers with herd sizes below the average (91 % versus 58 %) express a higher satisfaction with the adoption of AMS, thus suggesting that the technology is more adapted to small and medium farms. The dominance of the family farm structure in western and northern Europe thus partly explains why more than 90 % of dairy farms using AMS are located in this area (Gallardo et Sauer 2018). The history of the adoption of AMS mainly by medium and family runs counter to the studies that suggest that it is large farms that tend to adopt the use of robots.

The link between farm structure and adoption of robotics should be considered from another point of view. An AMS transforms the farm's technical and economic functioning and the structure evolves with it. Tse et al. (2017) report that herd size increases when a farm transitions to an AMS. At the scale of the dairy sector, this increase leads to a structural rise in milk production as an unintended consequence of the farmers' aggregated investments in AMS (Vik et al. 2019). These authors explain that the increase in Norwegian milk production is the result of the sum of production increases on farms with AMS. At the farm level, this production increase is part of *« changes to make investments in AMS structurally and economically viable* » (*Ibid.*). Moreover, the farms that tend to adopt AMS are not the most labor-intensive ones but instead those oriented towards increasing milk production (Heikkila et al. 2012).

Finally, big and small farms do not expect the robotization of the same type of work. According to Spykman et al. (2021), large farms consider field crop robots as a potential financial benefit and prefer large autonomous tractors. In contrast, small farms or organic farms are interested in robots for environmental benefits and prefer small robots. Thus, according to Daum (2021) the robot in agriculture can be part of a diversity of models. On the one hand, the robot can provide a solution to the labor problem that is an obstacle to the development of a more agroecological agriculture (Orsini et al. 2018; Daum 2021). On the other hand, the robot can contribute to a more productivist agriculture, supporting monoculture and large farms (*Ibid.*).

2.4.2 The robot and the labor market

The dominance of family dairy farms and the continued increase in average herd size are not the only factors that explain the development of AMS in Europe (Gallardo et Sauer 2018). The labor market is a significant driver for adoption of robotics in general (*Ibid.*) and AMS in particular (Schewe et Stuart 2015). In north-western Europe, agricultural investments are driven by high labor costs, and the labor shortage in many developed countries represents a potential for agricultural robotics (Marinoudi et al. 2019; Lowenberg-DeBoer et al. 2020). In Russia, Semin et al. (2020) identify three groups of workers differentiated by the evolution of employment in the face of robotization. The first group is the one whose number of jobs is decreasing due to the substitutability of the operations they perform. The second group of workers has a stable employment due to the difficulty of substituting their tasks with machines. Finally, the third group is the one whose employment increases because these workers are involved in the maintenance of the robots. The cost of robotization is today not so high, as compared to the price of labor, which raises questions about the availability of agricultural employment for migrants (in many countries, seasonal work is often performed by migrant workers) (Alarcón 2021). In some countries, the Covid pandemic and the associated lockdown have led to the emergence of robots as a solution to the labor shortage (Srivastava 2021). This is especially true when farms are dependent on seasonal work and this work is normally done by migrant workers (Christiaensen et al. 2020). Marinoudi et al. (2019) suggest that any analysis of how robots and automation affect the labor market should be conducted at the farm level instead of at the macroeconomic level that is generally used for labor market analyses.

Automation also transforms the labor market through the phenomenon of « *job polarization* » which « *refers to the parallel growth of high-skill (and in principle, high-wage) jobs and low-skill (and in principle, low-wage) jobs at the expense of middle-skill jobs* » (Marinoudi et al. 2019). This job polarization can lead to a « *wage polarization* », thus calling for an examination of the sharing of added value. Rotz et al. (2019) also underline the development of a high-skill/low-skill bifurcated labor market. This is why a disconnect between skills and labor availability has appeared in agrifood industry. AMS is an apt example of the evolution of skills due to

automation at the farm level. A higher education level leads to a greater interest in AMS (Moyes et al. 2014). The inability to use and read data can be a barrier for many workers (Tse et al. 2018b) and may lead to the exclusion of some of them (Schewe et Stuart 2015). But the AMS can also help improve the farm's attractiveness, and adoption of an AMS can be part of a strategy to attract higher-skilled employees (Lundström et Lindblom 2021).

2.4.3 Division of labor and power relations

Robotics, like other digital technologies, can be used to reinforce the surveillance of and control over workers. As investigated in other sectors (De Stefano 2018), the data collected and analyzed facilitate the evaluation of workers' performances and thus make it easier to apply Taylor's scientific management theory to agricultural work (Prause 2021; Sparrow et Howard 2021). However, this same data can provide access to other skills and knowledge for workers. But learning these new skills is sometimes less possible for the older generation and this may contribute to a « *working-class fragmentation along age lines* » (*Ibid.*). With AMS, employees are no longer asked to milk the cows, instead they have to manage the herd, observe the animals, and finally transform themselves from « *milkers to stockpersons* » (Lundström et Lindblom 2021). Some of the results raise questions about how robots can reshape the division of labor and promote the outsourcing of some on-farm work. Spykman et al. (2021) surveys show that farmers in Germany prefer the option of not purchasing field crop robots and instead choose to hire them « *as a service* ». And when the purchase is considered, it is mostly at an individual level. On the farm, the management of AMS alarms requires a redistribution of work and of responsibilities within the collective. The employees now work during the daytime and the farmer must manage the alarms emitted by the robot day and night. As a farmer explains: « *We have learnt how to go on holiday... we travel as far as possible so we end up in another time zone... so we can have the night alarms and the like in the evening... we fly to the USA... there we can walk on the beach and milk cow!* » (Lundström et Lindblom 2021).

2.5 Work organization

2.5.1 Flexibility and quality of life

Dairy farming involves arduous tasks and a rigid work organization given twice-daily milking duties. The majority of studies share the same main labor-oriented motivations for the adoption of an AMS: increased flexibility and reduced physical workload (Veysset et al. 2001; Jensen 2004; Mathijs 2004a; Wade et al. 2004; Bergman et Rabinowicz 2013; Hansen 2015a; Karttunen et al. 2016; Hostiou et al. 2017a; Stræte et al. 2017; Lundström et Lindblom 2021). The same motivations are revealed in studies on Automatic Feeding Systems (AFS) (Grothmann et al. 2010; Bisaglia et al. 2012; Da Borso et al. 2017). The examples of AMS and AFS demonstrate that it is not economic factors that motivate the choice to invest in a robot but rather an improvement of the working environment (de Koning 2011b). Increasing

the flexibility of work does not necessarily mean reducing working time, as we will see below. But this evolution of work contributes to a reduction in the number and difficulty of physical tasks and improves workers' health (Pinzke 2016; Tse et al. 2018b). In farms equipped with AMS, the elimination of milking duties leads to a better lifestyle in which the time saved is often allocated to family and social life (Mathijs 2004; Molfino et al. 2014; Tse et al. 2018b) or other economic activities (Bergman et Rabinowicz 2013). However, the larger the herd, the lower the work flexibility and lower the job satisfaction (Hansen et al. 2020). Job satisfaction with AMS is also highly dependent on the number of years with AMS (*Ibid.*). This illustrates the importance of the transition period in reconfiguring work. Hence, robots help farmers live a « *modern lifestyle* » (Hansen 2015) and contribute to the attractiveness of dairy farming for the younger generation (Karttunen et al. 2016).

2.5.2 Displacement of tasks and creation of new ones

The robot displaces and transforms work in time and space. The AMS releases workers from one of the most time-consuming and arduous manual tasks: milking (Pinzke 2016). But in a conventional milking system (CMS), the worker milking the cow also uses the time for observing the cow for health and wellbeing, and for estrus monitoring (Dijkhuizen et al. 1997; Butler et al. 2012). The introduction of the milking robot displaces these tasks to a different time and space. Very often, some cows have to be helped to the milking robot, so human intervention for milking is not totally eliminated (Lundström et Lindblom 2021). Moreover, with AMS, an increase in working time is observed for feeding and cubicle cleaning (Gustafsson 2004). And in the case of AFS, the labor requirement increases for health inspections (Sinnott et al. 2021). In addition to the displacement and increase in duration of some tasks, new tasks appear. The robotic machine requires monitoring for mechanical flaws and proper functioning (Dijkhuizen et al. 1997). The advent of Management Information Systems (MIS) to monitor animal performance and even to manage the farm (ex : costs, reproduction, feeding) leads to a new activity, shifting work out of the barn and into the office (Bear et Holloway 2018; Lunner-Kolstrup et al. 2018a). The office thus becomes an unavoidable workspace and the computer an indispensable interface. Digital monitoring tethers the workers via their smartphone and can lead to on-call duties and information overload (Hansen 2015), blurring boundaries between personal and professional spaces and time. Not all farmers use this data in the same way. Stræte et al. (2017) identified two categories with respect to data use: « *high and low levels of data options used. A low level suggests using only the most necessary data options.* » But, in spite of new tasks and the increase in time taken for some tasks, the overall reduction of the working time is a major and positive aspect for many studies (see below 2.7.1 au-dessous).

2.6 Meaning of work

In general, the concept of meaning of work refers to the many forms of subjectivity and emotion (stress, satisfaction, recognition, autonomy, feeling of coherence, identity, etc.) and also relationships at work – with humans and with non-humans (Rosso et al. 2010; Dejours 2012). In our case, three main aspects are evoked by our corpus: mental workload and technostress, change in humans' relationships with animals, robotization and the shaping of a new farmer. All three are the result of work on the AMS.

2.6.1 Mental workload and technostress

The AMS reduces stress due to the elimination of the repetitive task of milking as well as a reduction in physical work-load, which benefits the worker's lifestyle and family time (De Jong et Finnema 2003; Jensen 2004; Karttunen et al. 2016; Tse et al. 2018b). Thanks to information it provides, an AMS can be expected to reduce mental workload by anticipating events like insemination or mastitis (Hostiou et al. 2017a). But most of the studies report an increase in mental workload and stress. Our analysis identifies four reasons for this mental stress (Meskens et al. 2001; Hansen 2015; Karttunen et al. 2016; Hostiou et al. 2017b; Hostiou et al. 2017a; Lunner-Kolstrup et al. 2018a; Lundström et Lindblom 2021): (1) the demanding management of the AMS and complexity or overload of information; (2) the lack of adequate farmer or hired-worker skills; (3) the fact of being on 24/7 standby and having to deal with nocturnal alarms; and (4) the debt burden, which increases with the investment in an AMS. Mathijs (2004) shows that for farmers the improvement in mental health is less clear than in physical health, and varies widely from country to country. According to Hansen et al. (2020), this technostress – defined by Ragu-Nathan et al. (2008) as « *stress experienced by end users of Information and Communication Technologies* » – contributes to a reduction in farmer wellbeing in terms of mental health. Training in AMS and an adequate advisory can decrease this technostress and improve the success of the conversion to a milking robot (Bugge et Skibrek 2019; Hansen et al. 2020). For some farmers, relationships with AMS suppliers and maintenance services can cause stress (Lundström et Lindblom 2021). A possible interpretation is that while milking is no longer a physical task, the farmer is now dependent on the equipment supplier for the continued functioning of the robot.

2.6.2 Change in humans' relationships with animals

With the implementation of the milking robot, farmers spend less time interacting with their animals (Hostiou et al. 2017b; Kling-Eveillard et al. 2020; Wildridge et al. 2020). This decrease in human-animal interaction changes the relationship between farmers and cows. Since *« cows must voluntarily present themselves to be milked* » (Driessen et Heutinck 2014), they develop a lack of fear of human presence and are less stressed by it (Bear et Holloway 2015). Once an AMS is deployed, this relationship between breeders and cows is also intermediated by a machine and the data it provides. For Cornou (2009), the farmers then

perceive their animal as a product or a combination of parameters to monitor, with consequent impact on animal welfare. An AMS also changes the workers' vision of the scale of management of the animal from the herd to the individual cow (Kling-Eveillard et al. 2020). The AMS leads to a redefinition of what are good and « *lazy* » cows according to their behavior towards the robot (Holloway et al. 2014b; Bear et Holloway 2018). But according to Porcher and Schmitt (2012), « *the milking robot […] is not per se necessarily a tool that alienates animals and farmers.* ». Because cows work and have an active role in a working relationship with the human (*Ibid.*), they « *co-produce changes in practices with farmers and robot* » (Bear et Holloway 2018). This co-production leads to « *new rural subjectivities* » and « *agricultural lives* », which implies « *more-than-human negotiations* » with humans, animals and machines (Bear et Holloway 2015; Bear et Holloway 2018; Bear et Holloway 2019). This « *redefines the notion of care in dairy farming* » and redistributes responsibility between human and non-human entities (Holloway et al. 2014a). Finstad et al. (2021) describe the process of domestication that leads to the transformation of a farmer into an « *AMS farmer* ». The farmer, the cows as also the machine learn and adapt to each other (the AMS adapts to cows via machine learning).

2.6.3 Robotization and the shaping of a new farmer?

In the corpus analyzed, changes in the farmers' perception and identities are mainly studied through their relationship with cows. The definition of a « *good* » farmer changes once he adopts an AMS, both in terms of the relationship with animals (Driessen et Heutinck 2014) and the skills required to deal with data generated by the AMS (Seabrook 1992; Butler et al. 2012). New skills are acquired with the adoption of an AMS through the data produced. However, it can also lead to a loss of traditional skills, which can make some farmers lose interest in their profession (Kling-Eveillard et al. 2020). Two studies from the 1990s show a link between the self-perception of stockpersons and their attitude towards the milking robot (Seabrook 1992; Rossing et al. 1997). « *Those stockpersons with a cognized self of being livestock-orientated appeared more demeaned by the prospects of automatic milking than those who had a cognized self of being machinery-orientated. Similarly, those who perceive themselves as progressive see greater opportunities than those who perceive themselves as traditional* » (Seabrook 1992). The relationship with the animal is a determinant of the farmers' satisfaction with their work following the adoption of the AMS. Different profiles have been identified and link the relationship of the farmer to the work, to the robot and to the animal (Hostiou et al. 2017b). Hansen and Stræte (2020) suggest that « *AMS farmers experience a higher satisfaction with the working day, the occupational safety and the working environment compared to CMS farmers.* ». Some farmers become concerned about the loss of autonomy in their work because of the milking robot (Hostiou et al. 2017b). On the other hand, some say they have more control over the management of the herd (Kling-Eveillard et al. 2020). The question of autonomy in its different aspects is key in the evolution of work. However, it is very little studied by our corpus.

2.7 Work performances

2.7.1 Reduction in human labor: level of evidence for the milking robot

The per-hour physical productivity of the robot is still lower than that of human for many tasks such as milking cows or harvesting strawberries (Woo et al. 2020). But robots can often work all day and in all weather conditions. We present here the results of the studies on reduction in working time with the AMS and the AFS. These are the two main robotic systems for which the working time has been studied in real working situations and there is sufficient data for both to discuss this reduction in working time.

The AMS's ability to reduce the demand for human labor is crucial in the context of increases in farm sizes and labor market constraints. Jiang et al. (2017) and Örs and Oğuz (2018) refer to several studies that show a significant reduction in work time. Örs and Oğuz (2018) calculate a reduction in working time of 28 % by taking an average of the figures from the mobilized studies but do not take into account the diversity of the samples, the methods and the technical-economic contexts. In addition, these studies ignore research that shows no difference or an increase in work time. A critical assessment of the wide variety of results and methods is necessary to evaluate the evolution of working time due to robotization. In our corpus, 15 studies provide results on the change in working time following the adoption of the AMS (10 quantified results and 5 depending on the farmer's perception). The majority of the studies (9 out of 15) are in agreement that there is a reduction in working time. Indeed, this reduction in labor is one of the major arguments for the AMS's adoption put forward by many authors (Hogeveen et al. 2004; Castro et al. 2015) and AMS manufacturers alike (DeLaval 2021; Lely 2021), and forms the justification of many scientific studies. However, the extent of this reduction in working time varies greatly between studies: from - 20 % (Mathijs 2004) to - 62 % (Tse et al. 2018a). What is more, one robust quantitative study finds no significant difference in working time (Steeneveld et al. 2012). The five studies interested in the workers' perceptions suggest no decrease in working time, two of them note an increase in working time (Lunner-Kolstrup et al. 2018a; Vik et al. 2019) and the other three no difference in working time between before and after AMS adoption (De Jong et Finnema 2003; Butler et al. 2012; Hansen 2015). Three explanations are provided for this absence of reduction or even increase in perceived working time: (1) the working day is no longer structured around milking with « *a clear and natural 'start' and 'end'* » (Lunner-Kolstrup et al. 2018a); (2) a feeling of being permanently on call due to alarms : « *They are never really done after a working day as there is always something more to be done in the dairy barn* » (Butler et al. 2012; Lunner-Kolstrup et al. 2018a); and (3) an increase in herd size often accompanies the adoption of AMS, and the time saved in milking is lost in other tasks whose working time increases with herd size (Jacobs et Siegford 2012; Vik et al. 2019).

The variations in the results and the existence of contradictory results make it difficult to state the significance of this change in working time. The diversity of results can be explained by a diversity of methods, and technical, social, economic and geographical contexts. Methodological choices are critical because various biases can influence the results. We have used five evaluation criteria to analyze these biases (Table 2) (for more details concerning bias analysis, see supplementary information).

None of the studies provides a sufficient level of evidence to rule on this issue of reduction in working time resulting from an AMS (Table 2). And the size of the sub-corpus is too small to enable correlations between the identified biases and the results. But the methods used could have influenced the strength of the evidence as well as the results (Supplementary Table 1). According to our assessment, the five studies that looked at the workers' perceptions of the changes in their working times provide a higher level of evidence than the other studies (De Jong et Finnema 2003; Butler et al. 2012; Hansen 2015; Lunner-Kolstrup et al. 2018a; Vik et al. 2019). The results of studies using a *questionnaire* approach showed a greater variation: a reduction in working time ranging from 20 % (Mathijs 2004) to 62 % (Tse et al. 2018a).

Table 2: Results of the bias analysis for each study according to the 6 main assessment criteria (NA: not applicable, the criterion is not applicable to the study given its methodological characteristics; U: unclear, the available information is not clear enough; Y: yes, the criterion is respected; N: no, the criterion is not respected; C1 to C6: criteria 1 to 6; C1: The consideration of the technical-economic diversity of farms (land, labor, capital, farming system) in the sample studied. Only 4 studies provide information on this diversity; C2: Taking the social diversity of work into account, in particular the need to differentiate between family and salaried work. Only one study considers this social diversity of work; C3: The scale of analysis should be clarified: are we looking at only the livestock farming system (LFS) or at the entire farm? Only 2 studies clearly specify the system or scale under consideration; C4: Taking the adaptation period after the adoption of AMS into consideration (5 studies do this); C5: Changes in working time compared to the «before AMS» period: 5 studies out of 12; C6: Management of alarms is taken into account in the calculation of working time: only 1 study.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Sonck 1996	NA	NA	U	NA	Y	N
Mathijs 2004	N	N	N	N	Y	N
Bijl et al. 2007	Y	N	U	Y	N	N
De Jong et Finnema 2003	Y	U	NA	Y	Y	NA
Gustafsson 2004	N	N	U	N	N	N
Oudshoorn et al. 2012	N	N	Y	Y	N	N
Steeneveld et al. 2012	Y	N	U	U	N	N
Heikkila et al. 2010	N	N	U	N	N	N
de Koning 2011	N	N	N	N	N	N
Butler et al. 2012	Y	N	U	Y	Y	NA
Hansen 2015	N	U	NA	Y	Y	NA
Vik et al. 2019	N	Y	NA	Y	Y	NA
Shortall et al. 2016	N	N	U	NA	N	Y
Lunner-Kolstrup et al. 2018	Y	Y	U	Y	Y	NA
Tse et al. 2018a	N	N	Y	Y	Y	N

Feeding operations on European dairy farms could repre-sent more than 25 % of labor time (Pezzuolo et al. 2016). Automatic Feeding Systems (AFS) are also undergoing significant development. Although less studied than the AMS because they are more recent, AFS also allows a significant reduction in working time. Several studies show a significant reduction in working time with an AFS compared to conventional feeding systems (Gleeson et al. 2008; Grothmann et al. 2010; Pezzuolo et al. 2016; Da Borso et al. 2017; Sinnott et al. 2021). However, this reduction in labor time is only possible at a certain herd size. Grothmann et al. (2010) did not observe any difference in labor time with a herd size of 60 animals.

These variations of results illustrate the complexity in expressing the perceptions of farmers regarding changes in working time through objective numerical values. It seems essential for future researchers to consider all possible biases in order to better understand the real change in working time and to identify its determinants and variability. Above all, our results show that the adoption of robots leads more to a reorganization of work in time and space than to a real reduction in working time. Studies on work transformations should not be restricted to the measurement of time but rather to the way work is reorganized in time and space and between workers.

2.7.2 Economic performance

According to Caffaro and Cavallo (2019), capital costs are a limiting factor for the adoption of agricultural robots by small farms. In the case of AMS, the robotic machine, construction or modifications of the barn, and the purchases of cows in-crease the fixed costs (Heikkila et al. 2010; Steeneveld et al. 2012; Ferland et al. 2016). Most studies agree on a significant increase in the cost of capital with an investment in AMS, which consequently impacts the cost of producing milk (Jago et al. 2006; Bijl et al. 2007a; Heikkila et al. 2010; Gargiulo et al. 2020). The high cost of AMS is the most important motivation for adoption of CMS instead of an AMS in the Netherlands according to Hogeveen et al. (2004). From the beginning of the development of the AMS, increased yields were announced as a positive effect of robotic milking (Rossing et al. 1997). Since then, most studies have confirmed this increase in milk yields (Speroni et al. 2006; de Koning 2011b; Butler et al. 2012; Oudshoorn et al. 2012a; Örs et Oğuz 2018; Tse et al. 2018b). Does this increase in yield compensate for the increase in fixed costs? The diversity of the results concerning margins, returns and profitability make it still difficult to quantify the changes in economic performance. Focusing only on profitability, while some authors conclude that AMS is more profitable than CMS (Bijl et al. 2007a; Salfer et al. 2017; Tse et al. 2018a), mainly due to the extra production of milk and savings on labor, some argue the opposite (Heikkila et al. 2010; Shortall et al. 2016) and others find no significant difference (Gargiulo et al. 2020). According to Bergman and Rabinowicz (2013), profitability in AMS farming systems depends on a range of factors, with milking frequency being an important factor. For a given robotic milking capacity, the

milking frequency decreases when the herd size increases, so the profitability decreases when the farm size increases (Pezzuolo et al. 2017). But according to Hansen et al. (2019), small farms (less than 50 cows) are also less profitable with AMS than with CMS. And the economic simulation of Salfer et al. (2017) showed that the 1 500-cow parlor system was more profitable than AMS for very large farms. These results suggest that: (1) there is a size range in which investing in AMS is economically attractive: medium-sized farms; (2) the number of cows per robot determines the milking frequency and greatly influences profitability. While some authors note an increase in margins and returns with AMS (Bijl et al. 2007a; Heikkila et al. 2010; Ferland et al. 2016), others show no significant difference (Rotz et al. 2003; de Koning 2011b; Oudshoorn et al. 2012a). However, the diversity of economic outcomes does seem to converge towards a higher cost of capital and a lower cost of labor. Finally, as we have seen above, economic factors are not the main reason for the adoption of AMS; it is instead the expectations of an improved quality of life that drives the decision. Nevertheless, the high cost of the AMS is one of the reasons for not installing it (Bergman et Rabinowicz 2013).

In the case of the feed pusher robot for dairy farms, Nabokov et al. (2020) has reported a significant economic gain – 87,8 % return on investment – mainly explained by the reduction in feed losses and in labor costs. In the case of a robotic system performing light soil cultivation, the cost of the robotic system only becomes interesting if human labor is completely removed (Lampridi et al. 2019). Otherwise, whether for a small-case scenario (10 ha farm) or a large-scale scenario (100 ha farm), the cost is always higher with a robotic system (*Ibid.*). However, for the moment, removing all human work remains impossible and the robots continue to remain dependent on human work.

2.8 Towards a research agenda

2.8.1 Robots and the transformation of work: between common logics and the singularity of each robot

Studies on transformation of work due to the robotization of agriculture are relatively recent and essentially focused on AMS : 67 % of our corpus is interested in AMS. Most of the knowledge on the transformations of work accompanying robotization comes from the adoption of AMS. Three main types of results can be extended to other robots and represent a continuity in the transformations of work occurring with robotization in agriculture: changes in the relationship with the living, changes related to the use of data and changes related to the temporal organization of work (work time and temporality). These three elements transform work in all its dimensions (farm structure and labor market, organization, meaning, performances). However, each robot has its own characteristics with regard to transformations of work. Three characteristics are to be considered to understand the singularity of the effects that each robot has on work: space (immobile or mobile robot),

time (continuous or punctual task) and the type of worker (social status, degree of autonomy). While the AMS is an immobile robot, most of the robots developed for field crops or vegetables crops are mobile robots. Moreover, the AMS operates continuously whereas most of the technical operations in agriculture are punctual interventions (i.e. spraying, tilling, harvesting). Finally, the type of workers is also diverse in agriculture. Dairy farming in Western and Northern Europe is predominantly family-based. The transformations of work accompanying AMS therefore essentially concern family work, even if we have seen that AMS can support an emerging trend: the development of wage employment. On the contrary, vegetable crops fruit production or viticulture are sectors marked by significant « *work peaks* » and the important recourse to salaried and often migrant labor. Consequently, the impact on the work is different because the workers are not the same in terms of social status, income, autonomy or degree of specialization. These specificities of each robot and each agricultural task impose caution in the generalization of the results. We must consider the materiality of the robot and the specifies of agricultural tasks but also consider the social characteristics of workers.

Once its specificities are considered, we propose a framework for analyzing the transformations of work accompanying robotization in agriculture. This framework combines three levels of analysis of work. The first includes the four analytical dimensions from which the corpus was selected. The second contains sub-dimensions that group the results of our corpus. These sub-dimensions represent the way in which the literature responds to the issue of transformation of work subsequent to adoption of agricultural robots on the farm. The third presents our interpretation of the lacunae in research with regard to the sub-dimensions studied. We present a research agenda by highlighting the sub-dimensions that are already well informed, those that are insufficiently informed, and the research frontiers that remain to be explored (Table 3). This research agenda calls for an important role of the humanities and the social sciences since existing contributions are mainly from the post-2010 period and are skewed towards economics and the engineering sciences (Figure 16).

2.8.2 Farm structure and the labor market

We can group the analysis of transformations of the labor market and farm structure into four main sub-dimensions: the farm's size and farming model (large/small; organic/conventional); the segmentation of the labor market (substitution/complementarity, low-skill/high-skill); the supply of labor (immigrant labor, labor shortage, attractiveness); and the division of labor (control, outsourcing).

As concerns the labor market, two areas of research seem essential for understanding the dynamics of adoption of robots in agriculture. First, Marinoudi et al. (2019) remind us that the importance of unregistered workers and seasonal workers in agriculture makes macroeconomic approaches to the labor market inadequate for understanding the dynamics

of automation. They propose « *a bottom-up approach where the analysis should start from the farm level* » in order to measure and predict the effect of automation in agricultural labor market. Second, the role of territorial labor markets in the adoption of robots are little considered in the literature. However, Hansen (2015) explains how territorial dynamics are shaping the adoption of AMS in Norway: « *The dominating position of the oil sector in the area, which has driven up wages and led to a shortage of skilled farming labor, is also relevant to the adoption of AMS. Thus both the employment rate and the wage level are among the highest in Norway.* » And many other spatial dynamics can have an influence on the labor market and thus on the adoption and deployment of AMS (areas of protected designation of origin, employment areas, topography and travel time, etc.).

As for the question of whether agricultural robots are suitable for large or for small farms, we have seen that the results are quite divergent. Because robotization is not just a new stage of productivity in the historical differentiation of farms (Mazoyer et Roudart 2006) but the result of new social aspirations of work, it is necessary to understand the diversity of work situations in order to understand which types of farms adopt the use of a robot. An approach based on the historical trajectories of both farming systems and labor groups seems more relevant to understand the diversity of robotized farms.

As for the division of labor, we propose to analyze it at three levels: (1) within the farm, (2) between the farm workers and their professional environment, and (3) within territorial collectives.

1. Robotization raises questions about another on-farm transformation: the increase in salaried employment (Dedieu 2019). Two results show a link between salaried employment and robot development: i) the robot can facilitate the control of work and thus facilitate the development of salaried employment (Prause 2021; Sparrow et Howard 2021) in a sector that is still essentially family-based (Hayami 2002). And ii), the robot can make the farm more attractive to prospective salaried workers (Lundström et Lindblom 2021). To explore this aspect, research needs to be conducted on the social relations of production between the different workers on the farm (hierarchy, roles, participation in decision-making, interpersonal relations, political experience, etc.).
2. The social relationships between farm workers and their off-farm professional environment (veterinarians, consultants, robot manufacturers, suppliers, etc.) are also an interesting area of research. For example, what is the nature of the relationship between the robot's after-sales service technicians and the farmers, and does this relationship reconfigure the relationship between the farmer and his advisor? While the evolution of these relationships has been explored for several technologies (Eastwood et al. 2019), robotics has so far remained absent from this field of study.

3. Finally, the social relationships between farmers are manifested in collectives (machinery cooperatives, mutual help groups, designations of origin, etc.). Does the robot contribute to new working relationships within these groups? Doesn't the emergence of self-help groups around the robot in France (Paysan Breton 2017) and the conflicts concerning the evolution of the specifications of some cheese designations of origin in France (European Commission 2018) and Switzerland (Galliker 2021) call for a study of the transformations by the milking robot of the collective dimensions of work?

2.8.3 Work organization

Changes in the organizational dimension of work are relatively well documented. But for this analytical dimension, most of the results pertain to the AMS. We can group them into six sub-dimensions: physical workload; work flexibility; relocation of tasks and time organization of the different farming tasks; adjustment period during the transition to the robot; change in herd management; data management and alarms monitoring.

The predominance of the animal sciences in the studies on transformations of work is reflected in the scales of analysis of organizational transformations. The livestock farming system is thus the preferred scale (31 of 90 papers) instead of the farm (farming system; Therond et al. 2017) or the activity system (Gasselin et al. 2012). However, even though milking robots are found mainly in western and northern Europe, areas where dairy farming is still largely linked to fodder production, it seems essential to characterize transformations of labor at the farming system level. In the same way, the importance of pluriactivity in agriculture (Blad 2010; Loughrey et al. 2013) calls for the analysis of transformations at the scale of the activity system.

Furthermore, our results show how robotization reshapes the boundaries of work. Since they are on permanent duty, workers feel that work is intruding into their private lives. Analyses of work organization must integrate these new boundaries of work.

2.8.4 Meaning of work

Three aspects of the meaning of work are studied by our corpus: mental workload and technostress, changes in humans' relationships with the animal, and robotization and the shaping of a new farmer. Many other dimensions of the meaning of work remain to be studied (i.e. usefulness, quality, recognition, autonomy, coherence, learning, relationships, sensoriality) (Rosso et al. 2010; Dejours 2012). The results concerning the AMS show that the robot changes the working relationship of the human to the animal. The relationship with the living (animals, plants, soil) is a central element of the farmer's work. The other robots must also be examined with regard to this singular aspect of agricultural work. The robot is profoundly changing the autonomy of farmers. The substitution of a part of the

analysis of information by robots can lead to a loss of control and even of the sense of work. The loss of autonomy because of the dependence on the company supplying the robots must also be examined, especially since the development of robots in agriculture can favor outsourcing and delivery of services (Spykman et al. 2021). This loss of autonomy due to the use of robots and the need to maintain/repair them must also be investigated, as also the dependence in managing and using data.

2.8.5 Work performances

Work performance is the dimension most covered by our corpus (57 % of the records analyze this dimension). These performance metrics are mainly technical and economic and essentially concern the livestock system: labor time, revenues, margins, profitability, break-even, costs, productivity, yields and milking frequency. The performance of the robot is also studied by the impact on the animal (animal health and wellbeing) and on the product (milk quality) but these aspects are not included in our framework for analyzing work.

Despite the wide range of economic studies on AMS, the impact of robotization on the sharing of added value remains little explored. In addition, a study of changes in worker remuneration could provide interesting insights into this « performance » dimension by differentiating between the types of workers (notably seasonal/permanent, family/partnership/employees).

Finally, the reduction in working time resulting from the adoption of agricultural robotics is often taken for granted and not debated. However, our bias analysis shows that there is currently no evidence of a reduction in working time following the adoption of an AMS. The diversity of results and, in particular, the significant role of biases in quantitative studies call for a more in-depth assessment of working time (see « *Recommendations* » in additional material). However, the attention devoted to this reduction in working time should not mask the diversity of the transformations of work, which require more than just a quantitative view.

Table 3: Main research topics for each work dimension and potential for further research

Work dimension	Main current research topics	Questions for further research
Farm structure and the labor market	- Farm size and farming model (large/small; organic/conventional) - Labor market segmentation (labor substitution and labor complementarity, low-skill and high-skill labor) - Labor supply (immigrant labor, labor shortage) - Division of labor (control, outsourcing)	- What are the territorial determinants of labor transformations and, in particular in a context of territorial quality differentiation? - What are the evaluations and predictions of the effect of robots on agricultural labor markets? We suggest an analysis starting from the farm level. - How does robotization transform the social division of labor? We suggest an analysis at three different levels: within the farm, between the farmers and their professional environment (equipment industry, advisory structures, agro-industry), and within territorial collectives (ex : designations of origin, farm machinery cooperatives).
Work organization	- Physical workload - Work flexibility - Relocation of tasks and time organization of the different farming tasks - Adjustment period during the transition to the robot - Change in herd management - Data management and alarms monitoring	- How is the organization of work changing in activity systems? We suggest considering all agricultural and non-agricultural activities. - What are the new boundaries of work? We suggest studying the erosion of boundaries between work time and private time, and between work spaces and private spaces. - How are tasks reorganized within the work group (considering in particular skills, interests, hierarchy)?
Meaning of work	- Mental workload and technostress - Changes in human/animal relationships - Robotization and the shaping of a new farmer	- How robots redefine the work of farmers in their relationship with living beings (animals, plants, soil)? - How does decision-making autonomy and information control evolve? - How is robotization changing the dependence of farm workers on employers and industrial firms?
Work performances	- Change in working time - Economic performances of work (revenues, margins, profitability, productivity, yield, break-even and cost)	- What are the consequences of robotization on labor remuneration, labor productivity and the sharing of added value for the different types of workers (family workers vs. wage workers)? - How does working time evolve in different production systems and for different workers?

2.9 Conclusion of the systematic review

The agricultural model inherited from the second half of the 20th century is facing a major crisis (McMichael 2009). Agricultural robotics is often advanced as a solution to the problems posed by this agricultural model. Its proponents claim that it contributes precision, leading to a more sustainable agriculture while freeing farmers from the constraints of their often arduous work. According to them, agricultural robotics should therefore make it possible to reconcile the interests of society with those of farmers. Faced with this promise, some voices are warning of the replacement of a large body of agricultural workers and the industrialization of agriculture. The current state of knowledge on the transformation of work allows us to affirm three things. First, our results show that the majority of knowledge on work transformations concerns the AMS (67 %). Given the specificities of its development, it is difficult to generalize results and conclusions to all agricultural robots. Studies on other robots are required to better characterize these work transformations. Second, these transformations are challenging some of the conventional wisdom, which states that the robot results in a reduction in working time and is a technology best suited for large farms. Our results show that the adoption of robots leads more to a reorganization of work in time and space than to a real reduction in working time. Moreover, AMS is mainly being adopted in medium-sized farms, a development that differs in scale and scope from that of industrial robotics in large-scale factories. Agricultural work has its own specificities, which means that the usual patterns of robotics development from other sectors do not apply to agriculture. And this incites us to study the real transformations of agricultural work without preconceptions. Third, in the study of the transformations associated with the robotization of agriculture, work is not yet a field of study in itself. A major research focus on work seems essential to inform debates and public policies on the effects of these innovations. This research is all the more necessary since agricultural robotics is promoted as a development model for agriculture and is supported by public policies. Moreover, farm labor is becoming an increasingly important social and political issue. For example, the Common Agricultural Policy is likely to include certain labor law standards in the conditions for obtaining European subsidies (Foote 2021).

The main limitation of the review process used is the potential exclusion of studies exploring transformations of work without the mentioned work lexicons. Indeed, work is a complex, multidisciplinary object of study with many representations. Therefore, this SRL does not consider all the approaches to work. However, it does propose a broad and multidisciplinary analysis of work on the farm. More results could have been found by extending the query to other languages and other databases. We have chosen the method of systematic literature review. This method allows us to synthesize a diversity of answers to our issue: the transformations of work arising from robotization. A narrative review would be complementary to this SRL and could provide a critical interpretation of certain results

(Greenhalgh et al. 2018). Finally, the dynamics of publication show a significant growth in the number of publications in the last two years (20 publications out of 90 date from the last two years). This is why a regular update of this SRL would be necessary in order to update the results as new robots appear on farms.

Conclusion

Le travail en agriculture connaît actuellement de profondes mutations. Le travail familial, bien que restant majoritaire, recule alors que le salariat progresse et se diversifie dans ses formes de mobilisation. La progression des usages des outils numériques et robotiques constitue un autre facteur d'évolution de l'activité agricole. L'état des connaissances actuelles sur la contribution des robots agricoles à ces transformations du travail tient pour l'essentiel aux études sur la robotisation de la traite. Ces dernières appréhendent le travail principalement à travers un prisme technico-économique alors que les travaux de sciences sociales sont plus récents, bien moins nombreux et essentiellement focalisés sur la relation à l'animal. Au-delà de la relation à l'animal, très peu d'études s'intéressent aux transformations des relations sociales de production et des modalités de la coopération dans les collectifs de travail. Les rares études sur la division du travail restent théoriques et peu appuyées à des travaux empiriques. Si la littérature s'accorde pour décrire des déplacements du travail et des changements dans le métier des éleveurs, peu de travaux se sont attelés à comprendre la manière dont ces réagencements participent d'une nouvelle distribution sociale du travail et des relations sociales associées. Par ailleurs, les géographes aussi bien que les approches géographiques sont quasiment absents de ce corpus. Pourtant, l'activité agricole est plus que toutes autres spatialement située tant elle consiste en une artificialisation d'un milieu donné et que les ressources qui sont disponibles pour sa mise en œuvre dépendent étroitement des espaces considérés. Un vaste champ de recherche reste donc ouvert pour comprendre comment la robotisation de la traite participe à un déplacement de l'activité des éleveurs redessinant l'organisation sociale du travail dans différents collectifs de travail et différents espaces géographiques. C'est d'ailleurs un élément central des transformations qui ont accompagné le déploiement des robots dans l'industrie à partir de la fin des années 1970. Le recul du travail direct et la progression du travail indirect, l'abstraction du travail, les effets de déclassement et les nouvelles spatialités de l'organisation collective du travail sont les principales caractéristiques de la nouvelle division du travail qui a accompagné l'automatisation des chaînes industrielles à cette période (Chapitre 1). À cet égard, l'on peut se demander si les déplacements du travail que la littérature sur la robotisation de la traite rapporte s'accompagnent de tels effets et sinon en quoi les spécificités de l'activité agricole participent de changements singuliers qu'il nous faut alors caractériser.

Chapitre 3

Du système agraire à la division du travail. Itinéraire d'une recherche constructiviste, cadre d'analyse et dispositif de recherche

C'est un triste témoignage à se rendre que de n'avoir jamais fait que la dix-huitième partie d'une épingle

Jean-Baptiste Say

Introduction

Dans ce chapitre nous souhaitons restituer l'itinéraire de recherche de cette thèse, les choix opérés, les inductions du terrain, l'évolution de nos hypothèses de travail, du cadre d'analyse et du dispositif de recherche conséquent. Pour ce faire, nous commençons par préciser comment s'est construit ce sujet à travers les réductions réalisées et la précision progressive d'une question de recherche (1). Ensuite nous revenons sur l'évolution de notre cadre d'analyse pour expliquer comment et pourquoi nous avons amendé notre conception structuraliste et technico-économique du travail par une analyse interactionniste s'intéressant aux relations de travail et à leurs ancrages spatiaux (2). La troisième partie détaille le dispositif de recherche mis en place (3) avant de terminer par une succincte présentation de nos terrains d'étude (4).

1. Choix d'un objet technique et de terrains d'étude

Un travail exploratoire nous a permis de préciser nos objets de recherche (Encadré 3). Nous avons ainsi décidé de nous intéresser au robot de traite dans deux petites régions agricoles françaises. Cette première partie restitue les résultats intermédiaires de ce travail

exploratoire et la manière dont ils ont participé à une réduction de nos objets et de nos terrains d'étude.

Encadré 3 : Éléments de méthode du travail exploratoire

- **Travail bibliographique** (déploiement des robots en agriculture, géographie agricole, etc.) ;
- **17 entretiens semi-directifs « experts »** réalisés avec des experts du monde agricole (institut de recherche, institut technique, chambre d'agriculture, etc.), des acteurs de la robotique (entreprises et institut de recherche) ;
- **4 entretiens « éleveurs »** ;
- **Analyses géomatiques** des principales données de production et de structures (recensement agricole, production laitière départementale, cartographie des AOP, etc.) ;
- **Participation** au Forum International de la Robotique Agricole (Toulouse, 2019) et participation au comité de suivi du stage d'Eloïse Barteau au sein de Pôle fromager AOP Massif central (sur le robot de traite dans les AOP du Massif central).

1.1 Des robots au robot de traite

Nous avons choisi de nous intéresser au robot de traite pour diverses raisons que nous allons maintenant préciser.

1.1.1 Un recul historique autorisant une analyse trajectorielle et diachronique

Le déploiement du robot de traite s'inscrit en France dans une trajectoire initiée au début des années 1990 (Chapitre 1). Ce recul historique est plus à même d'offrir des situations de travail stabilisées et nous permet également d'analyser les trajectoires des exploitations, des collectifs de travail et les réorganisations du travail qui les accompagnent. En enquêtant des éleveurs en pleine réorganisation suite à l'achat récent d'un robot de traite tout autant que des éleveurs équipés depuis plus de 10 ans, nous nous donnons les moyens de comprendre ces transformations dans un temps plus long. Ce recul temporel nous permet également d'historiciser notre propos, de questionner le contexte structurel d'émergence du robot de traite (politiques publiques, conjoncture économique, etc.) et d'inscrire notre analyse dans une dialectique rupture/continuité vis-à-vis du machinisme de la traite.

1.1.2 Considérer la diversité des formes d'organisation du travail

La traite robotisée a connu en France un déploiement suffisamment vaste pour questionner la diversité des formes d'organisation du travail face à cette innovation. Dès lors que plus de 8 % des exploitations laitières françaises sont équipées[47], il apparaît nécessaire de questionner la diversité des exploitations, des formes d'organisation du travail et des systèmes

[47] D'après l'Institut de l'Élevage, chiffre de 2018.

de production concernée par la robotisation de la traite. D'autant plus que le secteur laitier français est traversé par une grande diversité de systèmes de production (Veysset et Delaby 2018) et de formes d'organisation du travail (Cournut et al. 2010). Le travail reste essentiellement familial, mais le salariat connaît un retour soutenu après un recul historique initié après-guerre et de nouvelles formes d'organisations collectives du travail émergent (ETA, groupements d'employeurs, etc.) (Forget et al. 2019a, 49).

1.1.3 La centralité de l'astreinte de la traite dans l'organisation du travail des éleveurs laitiers

La traite a toujours constitué une tâche centrale dans l'organisation du travail des exploitations laitières. Sa centralité tient en premier lieu au caractère obligatoire de cette astreinte : les vaches doivent être traites tous les jours. Cette tâche se distingue également par la faible flexibilité horaire de son organisation journalière : les vaches doivent être traites à heures régulières. De plus, la traite représente un volume horaire de travail important oscillant entre 2 h par jour et pouvant aller jusqu'à 7 h dans certaines exploitations enquêtées. En cela elle représente la principale astreinte des élevages laitiers avec 50 % de temps de travail d'astreinte (Lefevre et al. 2010) (Encadré 4). C'est pourquoi la robotisation de la traite nous apparaît particulièrement intéressante à étudier tant la traite constitue une activité centrale du métier d'éleveur.

Encadré 4 : Les trois grandes catégories de travaux en élevage - la méthode Bilan travail (Dedieu et al. 1998)

Dans le but d'intégrer le travail dans l'analyse du fonctionnement des exploitations d'élevage, la méthode Bilan travail propose une décomposition des différentes tâches en trois « grands types de travaux » :

- « Le *travail d'astreinte*, travail à réaliser quasi quotidiennement, peu concentrable et peu différable ; Il correspond aux soins journaliers aux animaux (surveillance, alimentation, paillage, soins aux nouveau-nés…). […] ». la traite constitue près de 50 % du travail d'astreinte dans les exploitations laitières (Lefevre et al. 2010).
- « Le *travail de saison* regroupe les travaux les plus différables ou concentrables, consacrés aux cultures (de l'implantation à la récolte), aux surfaces fourragères (fertilisation, implantation de prairies temporaires, gyrobroyage, récoltes de stocks…) et les travaux périodiques consacrés aux troupeaux (traitements, pesées…). […]». Dans le cas des exploitations du bassin rennais, la fenaison (récolte des foins) et la moisson du maïs (récolte et ensilage du maïs) constituent le principal pic du travail de saison.
- « Le *travail rendu* correspond au temps passé par les travailleurs de l'exploitation à rembourser sous forme de travail l'entraide reçue pour la réalisation du travail de

saison. […]». Toujours dans le cas du bassin rennais, l'ensilage du maïs et la récolte des foins font l'objet de chantiers d'entraide.

1.1.4 Considérer la diversité géographique de la production laitière

Le robot de traite permet également de situer les transformations du travail analysées au regard de la diversité des territoires laitiers. Le secteur laitier est particulièrement marqué par son fort ancrage au territoire, et ce pour diverses raisons que l'approche historique du chapitre 4 mettra en lumière. Les exploitations laitières françaises restent pour l'essentiel productrices des fourrages qu'elles consomment à l'exception des concentrés azotés. Ainsi, en France, 90 % de l'alimentation des bovins est produite directement sur l'exploitation (Veysset et Delaby 2018). En cela, la production laitière d'une région agricole est fortement conditionnée par le milieu biophysique en présence (climat, sols, topographie, etc.). Il en découle une certaine diversité territoriale des modes d'alimentation (systèmes fourragers), des modalités de la conduite des troupeaux (systèmes d'élevage) et des logiques de spécialisation/diversification (systèmes de production). À la diversité des conditions biophysiques de la production laitière s'ajoutent différentes organisations territoriales de la production, entre la logique d'agglomération des industries de la collecte dans le Grand-Ouest et les dynamiques collectives d'une organisation territoriale de l'offre dans les zones d'appellation d'origine (AOP). Cette diversité géographique de la production laitière nous ouvre ainsi une perspective d'analyse à l'échelle territoriale et de comparaison de différents espaces géographiques.

1.2 Des terrains au sein de la géographie laitière française

Par conséquent, nous avons dû appréhender la diversité des territoires laitiers français et nous renseigner sur les différentes dynamiques territoriales d'adoption du robot de traite afin de choisir des terrains d'étude. Au moyen d'entretiens avec des experts de l'élevage laitier français (voir Annexe 4), d'un travail bibliographique sur les évolutions historiques et géographiques des territoires laitiers et d'un travail d'analyse géomatique réalisé sur les données générales de la production laitière française nous avons pu construire une géographie à grand trait de la traite robotisée à même d'identifier des terrains d'étude.

1.2.1 Étudier le travail à l'échelle de la petite région agricole

Avant de choisir des terrains d'étude, il nous faut préciser l'échelle ou plus précisément l'espace géographique qui délimitera ces terrains. La petite région agricole est depuis longtemps considérée comme une échelle privilégiée pour l'analyse de l'activité agricole (Cochet 2007). À partir de 1946, elle a même constitué un échelon de l'action

publique pour la modernisation de l'agriculture[48]. La petite région agricole permet de restituer l'influence du milieu biophysique sur les pratiques et sur la trajectoire des exploitations agricoles. À cet échelon, les exploitations étudiées sont réunies sous les mêmes conditions de milieu permettant ainsi de mettre en lumière la diversité des conditions d'accès aux ressources et donc de mieux cerner les inégalités productives qui conditionnent l'activité agricole (Encadré 5). Le choix de cette échelle d'analyse retranscrit donc notre première épistémologie du travail agricole, celle d'une activité dont les conditions sont en premier lieu celles d'un milieu biophysique à exploiter et d'un inégal accès aux ressources locales (voir ci-dessous 2). Choisir la petite région agricole comme échelle d'étude, c'est choisir un espace géographique dont les dynamiques agraires ne peuvent être comprises qu'en restituant les évolutions politiques, économiques et techniques de la société qui la contient. C'est aussi préciser les déclinaisons d'une activité agricole qui s'inscrit dans un milieu biophysique et social localement situé. Ainsi, étudier des petites régions agricoles oblige à des aller-retour entre différentes échelles, de la parcelle au régime d'échanges macro-économique.

Encadré 5 : La petite région agricole

Le concept de petite région agricole (PRA) n'a, à notre connaissance, jamais fait l'objet d'une description précise, d'une définition et encore moins d'une caractérisation des moyens et des raisons de sa délimitation. Finalement, c'est la pratique qui en est faite qui permet le mieux d'en comprendre le sens et les régularités. À partir de 1946 et à la demande du Commissariat Général au Plan, le territoire français est découpé en 713 petites régions agricoles : « *L'objectif était de disposer d'un zonage approprié pour la mise en œuvre d'actions d'aménagement, destinées à accélérer le développement de l'agriculture. Afin d'étudier l'évolution de l'agriculture, il était nécessaire de disposer d'un découpage stable de la France en unités aussi homogènes que possible du point de vue agricole, en s'affranchissant des découpages administratifs.* »[49]. Elle deviendra ensuite un échelon d'étude de l'agriculture notamment pour les agronomes et l'échelle privilégiée de l'analyse des systèmes agraires pour l'agriculture comparée (Cochet 2011a).

1.2.2 Critères et processus de sélection des petites régions choisies

Trois principaux critères ont guidé ce travail d'identification de nos terrains d'étude : le déploiement significatif du robot de traite (i), un territoire incarnant un archétype de la diversité des territoires laitiers français (ii) ainsi que la proximité avec une grande aire urbaine (iii).

[48] « Les régions agricoles (RA), petites régions agricoles(PRA) » sur le site Agreste (La statistique, l'évaluation et la prospective du ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire), consulté le 05/06/2023.

[49] Les régions agricoles (RA), petites régions agricoles(PRA), 2017 – site internet Agreste (statistique agricole française), consulté le 03/07/2023.

i. Avant tout, les petites régions agricoles choisies doivent présenter un déploiement du robot de traite suffisant en nombre pour considérer la robotisation de la traite comme intégrante de la dynamique agraire actuelle. Nous pourrons ainsi questionner la diversité des exploitations équipées ou non et explorer les reconfigurations du travail au sein des dynamiques collectives territoriales.

ii. Les petites régions agricoles choisies doivent incarner et illustrer les grandes tendances géographiques de la production laitière française. En ce sens qu'elles doivent être représentatives de grandes polarités majeures au sein des territoires laitiers français (Encadré 6).

iii. La proximité d'une grande aire urbaine est également un critère de sélection des terrains d'étude. Ce critère sous-tend une hypothèse qui a guidé notre travail exploratoire : le coût d'opportunité du travail contribue à expliquer, par sa logique spatiale, l'hétérogénéité géographique du déploiement du robot de traite[50].

Encadré 6 : les territoires laitiers français

La géographie laitière française décrit ce que les acteurs du monde agricole nomment le *croissant laitier*, une « *zone qui couvre le Grand-Ouest (Bretagne, Pays de la Loire), passe par la Normandie, le Nord-Pas-de-Calais et l'est (Champagne-Ardenne, Alsace-Lorraine Jura) jusqu'aux Savoies pour se terminer au sud du Massif central.* » (FranceAgriMer 2014). La littérature distingue trois grands ensembles au sein de ce croissant laitier (Jussiau et al. 2000; Chatellier et al. 2013a; Ricard 2014) (Carte 2):

1. Le Grand-Ouest

Ce premier ensemble régional assure à lui seul 50,5 % du lait collecté[51] en 2020 et comprend des régions aux histoires laitières bien différentes. Alors que la Bretagne a fait une entrée tardive dans la spécialisation laitière (Canévet 1993), la production laitière normande s'inscrit dans une longue tradition. Cette vaste zone se démarque notamment par un climat doux et humide sous influence océanique favorable à la production herbagère limitant le besoin en production fourragère et en stockage. « *[…] l'herbe pousse toute l'année et les animaux n'ont qu'à brouter cette nourriture excellente, sans que l'homme ait besoin de préparer des réserves.* » écrivait en 1951 P. Veyret dans sa Géographie de l'élevage (Veyret 1951, 40).

2. Les bassins laitiers du nord-est

Cette couronne laitière concentre 20,5 % de la collecte nationale et s'étend de la vallée de la Seine à l'Alsace en contournant le bassin parisien principalement dédié aux grandes cultures

[50] Cette hypothèse a orienté notre travail exploratoire. Elle n'a cependant pas été retenue et ne constitue pas une hypothèse de cette thèse.

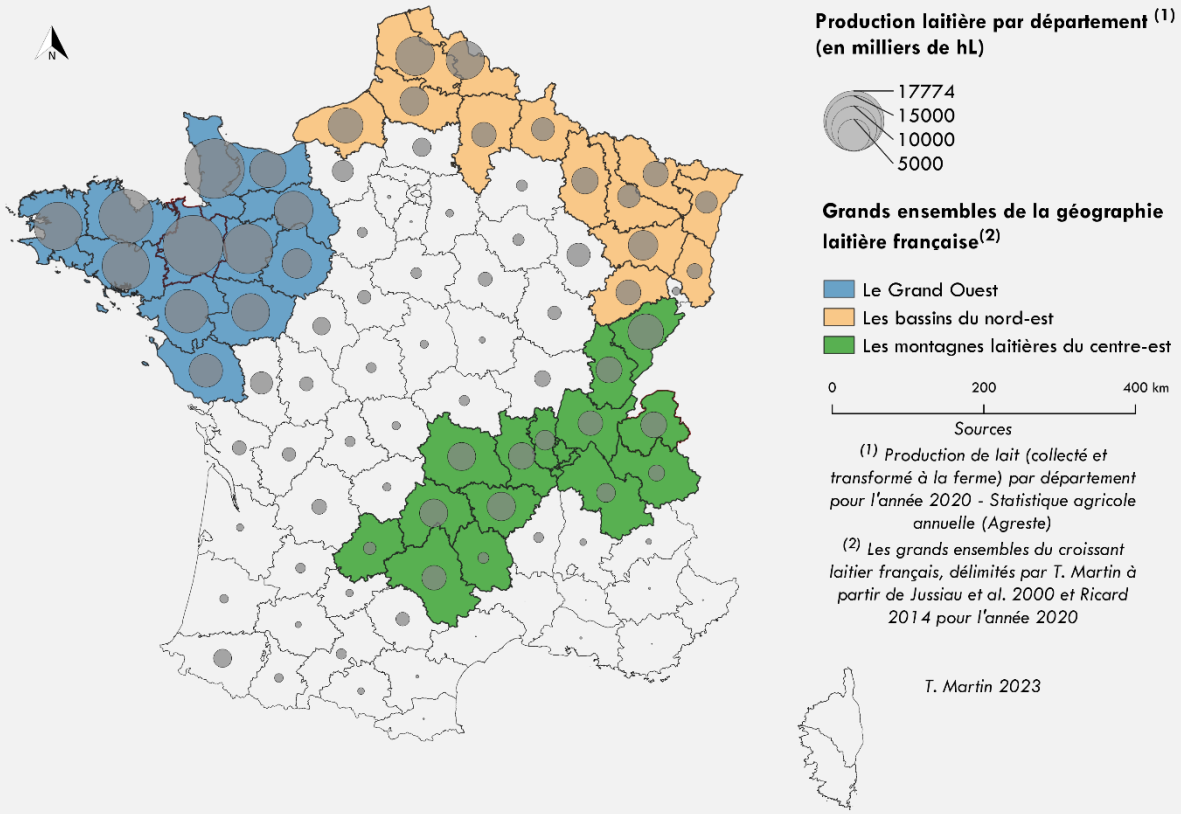
[51] Chiffres calculés à partir des Statistiques Agricoles Annuelles de 2020 sur la production de lait et son utilisation à la ferme - Bureau des statistiques sur les productions et les comptabilités agricoles.

(Ricard 2014). Exclus à la fois des effets d'agglomération du Grand-Ouest laitier et des logiques de rente de qualité territoriale du centre-est (AOP fromagères), plusieurs départements connaissent un fort recul de la production laitière.

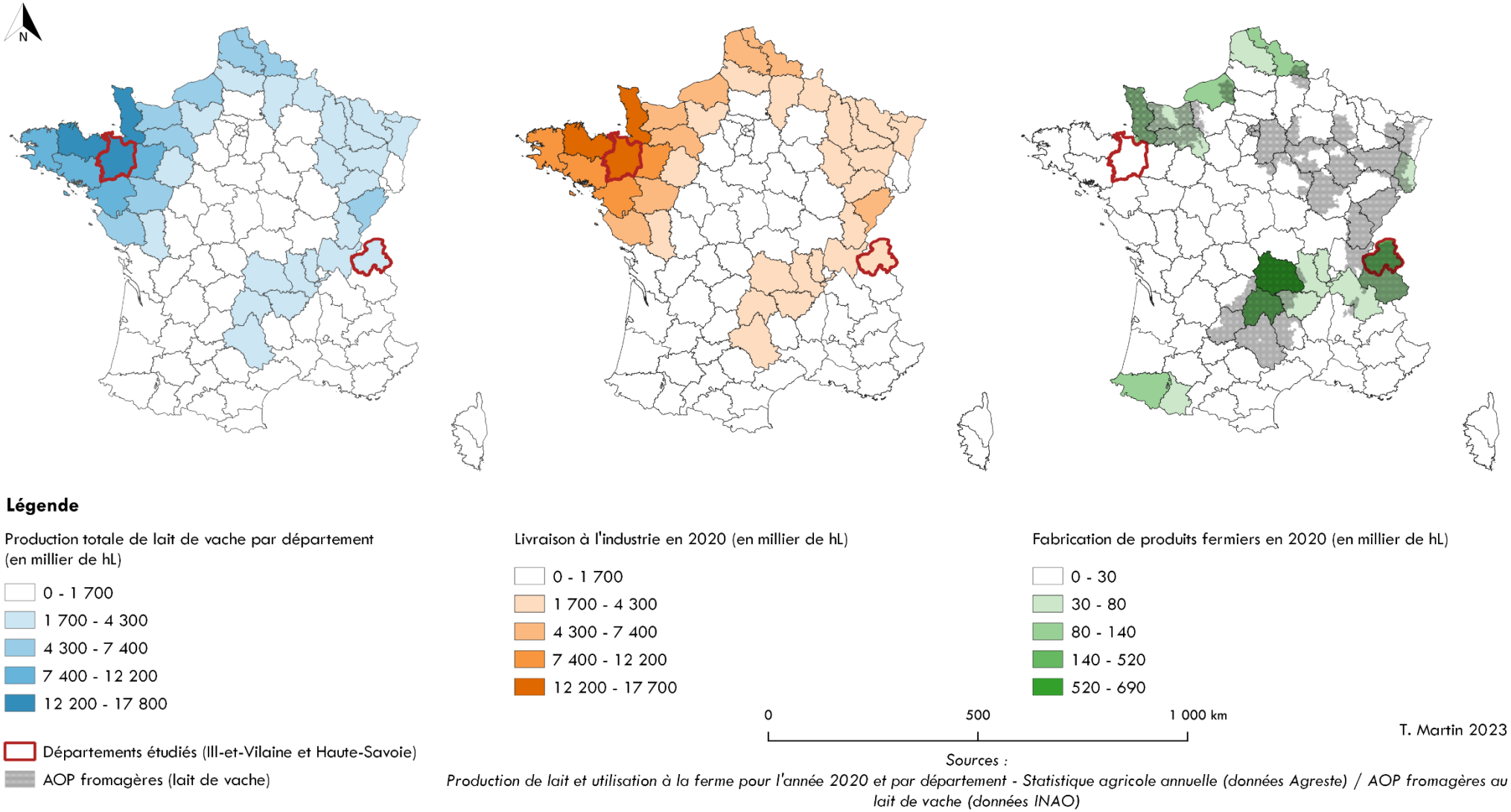
3. Les montagnes laitières du centre-est

Enfin le dernier ensemble laitier s'étale du Jura au Massif central en passant par les Alpes du Nord (Haute-Savoie et nord de la Savoie) et concentre 16,4 % d'une production fortement marquée par la présence des AOP fromagères. Dans sa partie est, du Jura aux Alpes du Nord, la production est souvent organisée suivant le modèle historique des fruitières, coopératives de transformation fromagère (Guérin 1972).

Carte 2 : Les trois grands ensembles du croissant laitier français en 2020



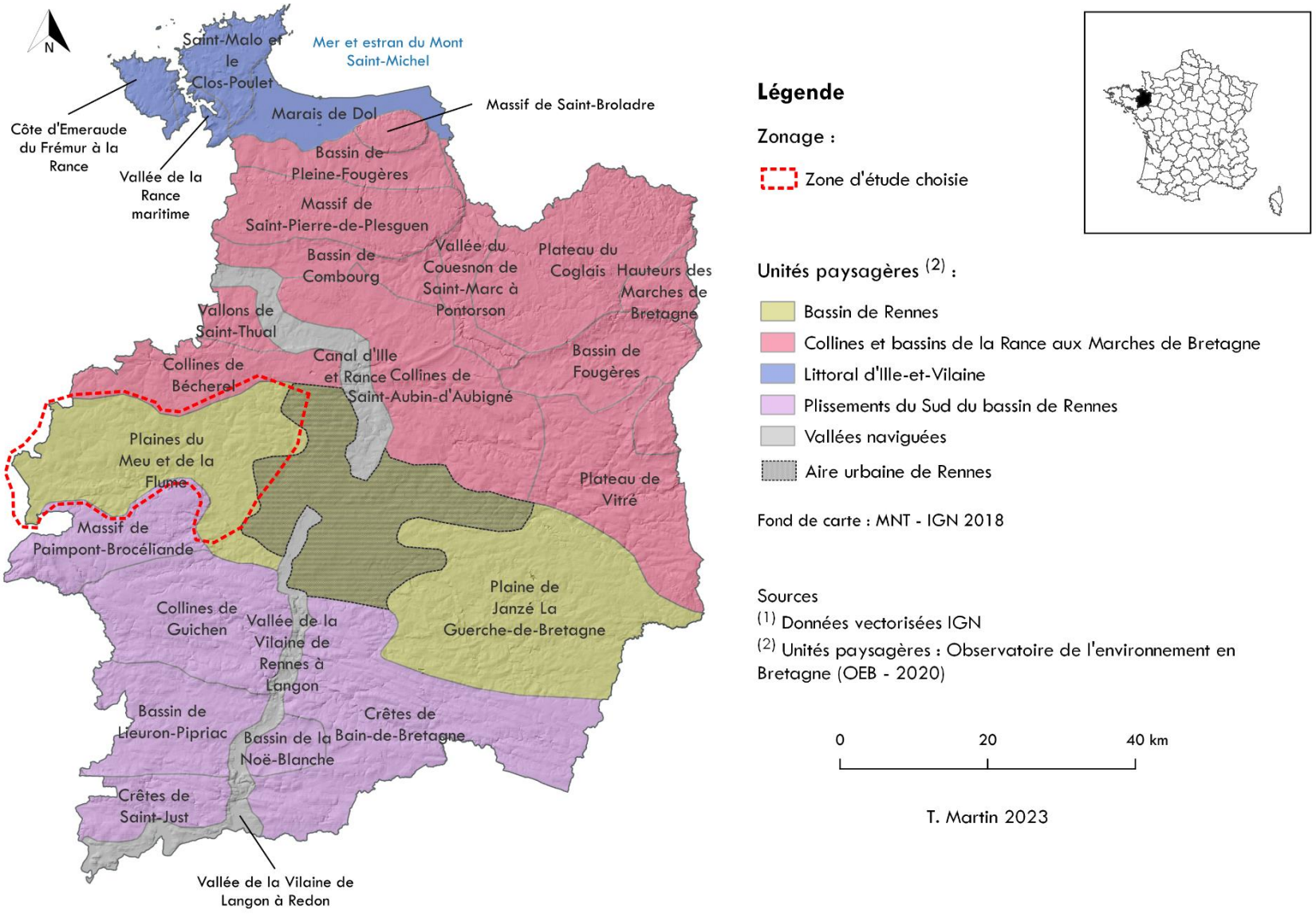
	Production laitière totale (en millier de hL)	Part dans la production nationale	Part collectée par l'agro-industrie
Le Grand-Ouest	123 800	50,49 %	98,94 %
Les montagnes laitières du centre-est	40 295	16,43 %	92,81 %
Les bassins laitiers du nord-est	50 287	20,51 %	98,65 %
Production laitière française totale	245 213	100 %	97,65 %



Carte 3 : Des terrains d'étude choisis au regard de la diversité géographique de la production laitière française

1.2.3 De l'Ille-et-Vilaine au bassin ouest rennais

D'après nos entretiens exploratoires, le robot de traite rencontre une forte dynamique d'adoption dans le département d'Ille-et-Vilaine. Située au cœur du Grand-Ouest laitier, l'Ille-et-Vilaine est le premier département laitier français que ce soit en volume ou en nombre d'exploitations. Il représente ainsi un pôle de spécialisation laitière au sein du *modèle agricole breton* (Canévet 1993). La tendance laitière bretillienne est le résultat d'un processus historique de modernisation consistant en une intensification de la production en intrants et en capital, une spécialisation des exploitations et un agrandissement des structures. En cela l'Ille-et-Vilaine offre une perspective historique intéressante pour étudier la robotisation de la traite comme composante de trajectoires de modernisation des exploitations laitières. Pour autant, ce département laitier est composé d'une diversité de systèmes productifs que les petites régions agricoles qui le composent révèlent particulièrement bien. Le pays de Fougères et l'orientation herbagère de ses exploitations de plus petites dimensions dissemblent en effet du pays de Dol où la production légumière et les céréales participent d'une diversification des exploitations laitières. Un travail exploratoire à la croisée entre dires d'experts, enquêtes, analyses géomatiques des dynamiques agricoles et lectures des paysages nous a permis d'identifier le bassin ouest rennais. Cette petite région s'étend à l'ouest de la préfecture du département, Rennes, et occupe ainsi la partie occidentale de la dépression qui traverse le département (Carte 4). D'après nos entretiens, ce bassin ouest rennais se démarque par une forte dynamique productiviste laitière : les exploitations y sont particulièrement « performantes » au sens des rendements laitiers et fourragers et de grandes structures se sont développées depuis ces dernières décennies. De plus, ce bassin est identifié non seulement comme un secteur pionnier de la robotisation des exploitations laitières bretilliennes, mais également comme un espace où la part des exploitations équipées d'un robot de traite y est plus importante (ENT S2, A4). En sélectionnant le bassin ouest rennais, nous choisissons un espace fortement marqué par la robotisation de la traite et très illustratif de ce que la modernisation laitière a produit en termes de systèmes de production et de structures d'exploitation. Nous reviendrons plus bas sur les principales caractéristiques de ce premier terrain et notre premier chapitre de résultat (Chapitre 4) détaillera les mécanismes historiques d'évolution et de différenciation des exploitations qui en expliquent la diversité actuelle.



Carte 4 : Délimitation de notre zone d'étude au sein du département d'Ille-et-Vilaine

1.2.4 De la zone Reblochon aux plateau des Bornes et massifs des Bornes-Aravis

La robotisation de la traite concerne également des zones d'appellation fromagère dont la dynamique productive est contrainte par des cahiers des charges au service d'une rente de qualité territoriale (Encadré 7). Plusieurs appellations du Massif central telles que le Cantal, le Bleu d'Auvergne et la Fourme d'Ambert connaissent un déploiement significatif du robot de traite[52] (Barteau 2020). D'autres appellations telles que le Comté ont collectivement décidé d'une interdiction du robot inscrite au cahier des charges alors qu'en Beaufort, celui-ci est tout simplement incompatible avec les prescriptions du cahier des charges[53]. Mais c'est l'appellation Reblochon qui a retenu notre attention, et ce pour plusieurs raisons. En premier lieu, la robotisation de la traite n'y est pas récente et offre un recul intéressant pour étudier des trajectoires d'exploitation et de collectif de travail. Ensuite, l'arrivée du robot de traite a fait l'objet de plusieurs procès traduisant la dimension conflictuelle de son déploiement au sein des collectifs de l'appellation. Et enfin, ce dissentiment interne quant au robot de traite et à ses effets semble s'inscrire dans des espaces productifs différents et ainsi révéler une forme de division territoriale du travail mise en lumière par ce conflit. Le choix de la zone Reblochon est également motivé par son poids dans la production de fromages d'appellation : deuxième AOP en tonnage derrière le Comté en 2021[54], le Reblochon est également la deuxième appellation fermière derrière le Saint-Nectaire. La contribution de cette rente de qualité territoriale au maintien de l'élevage notamment en zone de montagne est par ailleurs prégnante (Chapitre 4).

Au regard des limites de la zone d'appellation du Reblochon, un premier constat cartographique apparaît : cet espace est vaste et montagnard. L'origine montagnarde de ce fromage occupe d'ailleurs une place importante dans le discours de l'appellation et dans les publicités du fromage. Si les limites de l'appellation se confondent globalement avec celles du département, au moins au nord, à l'est et au sud[55], la délimitation de la zone de production du Reblochon exclut tout l'avant-pays haut-savoyard, vaste zone collinaire à l'ouest du département (Serrate et al. 1997). Ainsi, l'espace de production du Reblochon est un espace montagnard séparé en son centre par la large vallée de l'Arve. Cependant, une zone se démarque au sein des limites de l'AOP : un vaste plateau préalpin situé entre les deux métropoles que sont Genève et Annecy et nommé plateau des Bornes. Dès lors, on peut se

---

[52] Durant cette thèse, j'ai participé au cours de l'années 2020 au comité de suivi du stage de mémoire d'Eloïse Barteau au sein du Pôle Fromager AOP Massif central. Ce travail m'a permis de mieux cerner les enjeux de la robotisation de la traite au sein des AOP fromagères et de chiffrer le déploiement effectif du robot de traite. Dans l'AOP Cantal, 12 exploitations sur 980 sont équipées et 44 sur 1400 dans les AOP Bleu d'Auvergne et Fourme d'Ambert soit respectivement 1,2 % et 3,1 %.

[53] Entretien téléphonique avec la responsable administrative de l'Union des Producteurs de Beaufort (ODG de l'AOP Beaufort) (ENT A13).

[54] Chiffres clés 2021 des produits laitiers AOP et IGP – INAO.

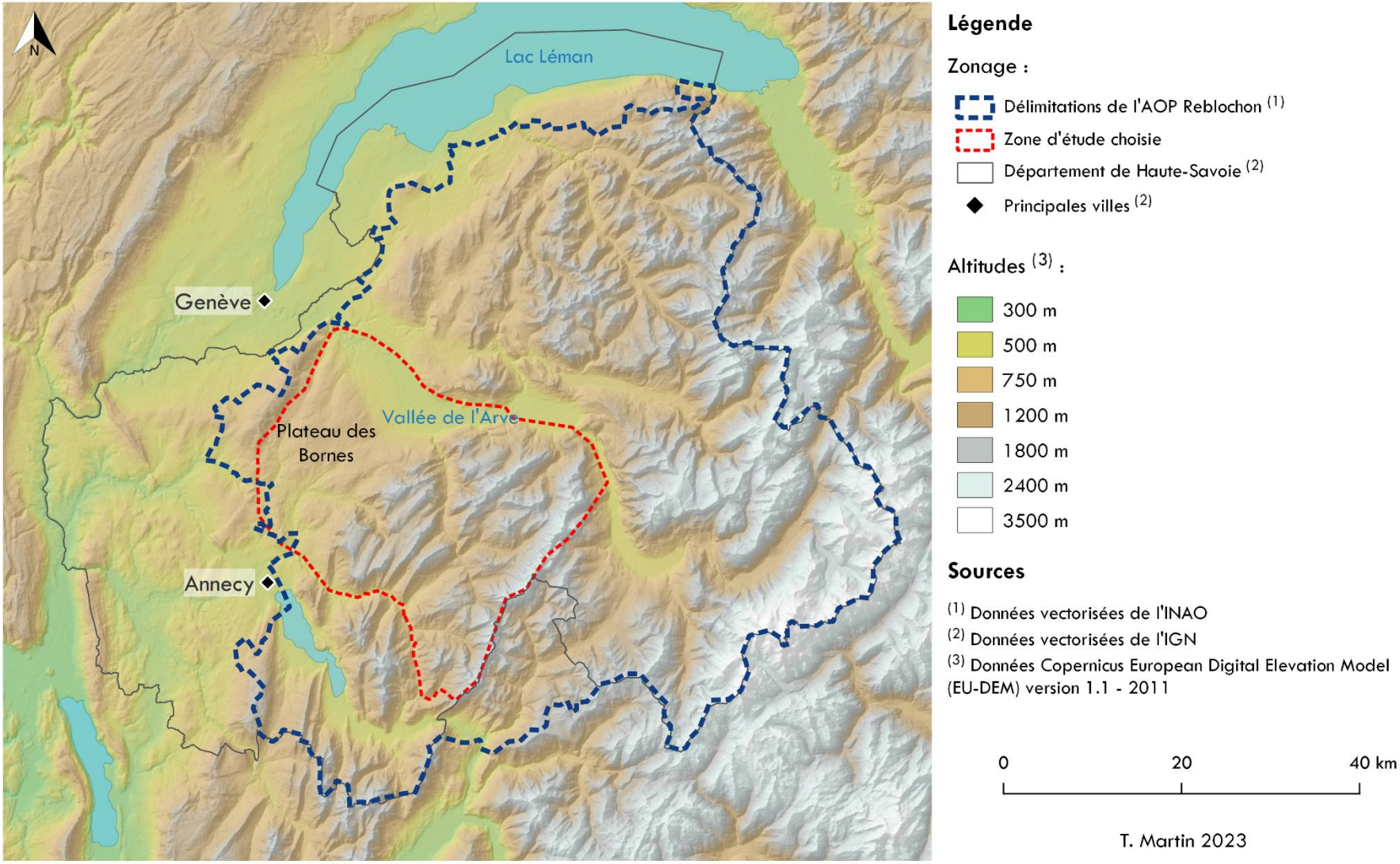
[55] L'appellation inclut au sud l'adret du val d'Arly, seule zone du département de Savoie incluse dans l'appellation.

demander pourquoi un vaste ensemble préalpin non montagnard a été inclus dans la zone d'appellation. Ce questionnement est d'autant plus important pour cette thèse que les robots de traite sont situés essentiellement sur ce plateau des Bornes (entretiens exploratoires). Afin d'être en mesure de restituer cette diversité paysagère, qui au regard du déploiement du robot de traite apparaît fonder certaines pratiques ou certaines manières de travailler, nous avons délimité une zone d'étude incluant ce plateau des Bornes ainsi qu'une vaste zone montagnarde intégrant la vallée historique de production du Reblochon : la vallée de Thônes (Carte 5).

Encadré 7 : Les AOP au service d'une rente de qualité territoriale

La rente de qualité territoriale fournit une explication au fait que les consommateurs sont disposés à payer un produit plus cher quand bien même ses caractéristiques intrinsèques ne peuvent expliquer cette différence. Pour B. Pecqueur (2001), cette différence tient donc « *à la construction d'une image particulière et à la valorisation d'autres services implicites contenus dans le produit* ». Cette rente est le fruit d'un processus institutionnel local qui mobilise différents acteurs d'une filière (producteurs, transformateurs, etc.) et donne lieu à des institutions chargées de la coordination de ces acteurs autour des règles et pratiques construisant cette rente (par exemple les organismes de défense et de gestion des AOP). Dans les cas des AOP, la rente est basée sur la typicité du produit et la délimitation géographique de son aire de production, cette dernière constituant également un outil de régulation de l'offre et donc des prix. Le Reblochon, fromage d'AOP, peut ainsi être considéré comme un produit de rente de qualité territoriale valorisant l'image d'un produit de montagne fabriqué selon des savoir-faire locaux ancrés dans une longue tradition fromagère.

Carte 5 : Délimitation de notre zone d'étude au sein de l'AOP Reblochon



2. Cadre d'analyse : de l'agriculture comparée à la division du travail

2.1 L'agriculture comparée : une analyse structuraliste du travail et des conditions techniques et économiques de l'activité

2.1.1 Le système agraire

Le travail agricole se transforme en lien étroit avec l'évolution des techniques de production agricole. Le passage de la faux à la faucille, de l'araire à la charrue puis aux tracteurs sont autant d'exemples d'évolutions techniques qui ont transformé le contenu du travail des agriculteurs (Bodiguel 1968; Sigaut 1989). Ces changements techniques s'accompagnent également de réagencements des modalités sociales de l'organisation du travail (division du travail, rapport de force, régime de propriété, politiques publiques, etc.). La technique modifie également les écosystèmes cultivés et, réciproquement, les changements environnementaux participent d'un contexte de transformation des techniques agricoles. Ainsi, le travail des agriculteurs ne saurait se résumer à un ensemble de dispositions techniques données et doit être compris dans un cadre environnemental et social plus global qui façonne les formes d'agricultures et les conditions de l'activité des agriculteurs. Le concept de *système agraire* nous apparaît particulièrement pertinent pour étudier les interactions réciproques entre d'un côté le milieu biophysique ou plus précisément l'*écosystème cultivé*, et de l'autre le *système social productif* (Mazoyer et Roudart 2002, 41). Initialement utilisé par les géographes pour décrire l'expression spatiale des structures agraires (habitats, modes de faire valoir, forme et disposition des champs, etc.), le système agraire a ensuite été enrichi d'une vision dynamique faisant de l'histoire le moyen d'une compréhension du contexte social, économique, politique et institutionnel dans lequel se transforment différentes formes d'agriculture (Cochet 2011b). Ainsi, pour M. Mazoyer et L. Roudart « *chaque système agraire est l'expression théorique d'un type d'agriculture historiquement constitué et géographiquement localisé, composé d'un écosystème cultivé caractéristique et d'un système social productif défini, celui-ci permettant d'exploiter durablement la fertilité de l'écosystème cultivé correspondant.* » (Mazoyer et Roudart 2002, 70). La caractérisation d'un système agraire passe par la mise en relation de diverses variables organisées à différentes échelles, de la parcelle aux régimes d'échanges mondiaux, et composant un système en ce sens que « *si l'un[e] est modifié[e], les autres le sont aussi et que, par conséquent, tout un ensemble est transformé* » (von Bertalanffy 1973). Pour M. Mazoyer, les principales variables de ce système sont « *le milieu cultivé et ses transformations historiquement acquises, les instruments de production et la force de travail qui les met en œuvre, le mode d'artificialisation du milieu qui en résulte, la division sociale du travail entre agriculteurs, artisanat et industrie et par conséquent le surplus agricole et sa répartition, les rapports d'échange, les rapports de propriété et les rapports de force,*

enfin, l'ensemble des idées et institutions qui permettent d'assurer la reproduction sociale... » (Mazoyer 1987, p. 12 cité par Cochet 2011a, p. 33).

Point de départ choisi pour caractériser les formes d'agriculture en présence et en retracer l'évolution au cours du temps, le système agraire nous apparaît particulièrement efficace pour décrire les conditions techniques et sociales du travail des éleveurs. En particulier, la caractérisation des systèmes agraires implique une analyse diachronique nous permettant de restituer la robotisation de la traite et ses effets sur le travail dans les trajectoires historiques des exploitations laitières et d'en comprendre les moteurs et bifurcations[56]. L'agriculture comparée propose également une caractérisation de la diversité des unités de production : « *Ces moyens de production et ces activités productives sont organisés dans des unités de production, ou exploitations, qui sont caractérisées par le système de production qu'elles pratiquent et par la catégorie sociale à laquelle elles appartiennent. Le système de production d'une exploitation agricole se définit par la combinaison (la nature et les proportions) de ses activités productives et de ses moyens de production. La catégorie sociale d'une exploitation se définit par le statut social de sa main-d'œuvre (familiale, salariale, coopérative, esclave, serve), par le statut de l'exploitant et son mode d'accès à la terre (libre accès aux terres communes, réserve seigneuriale, tenure serve, tenure censitaire, faire-valoir direct, fermage, métayage) et par la dimension de l'exploitation.* » (Mazoyer et Roudart 1997, 67- 68). Cette conception de l'exploitation agricole encourage à considérer le travail dans une unité de production caractérisée à la fois par son accès aux ressources (et donc ses dimensions économiques), par les différents systèmes de culture et d'élevage qui la composent (et donc son fonctionnement technique), et enfin par sa forme d'organisation sociale du travail. Ainsi, le système agraire représente une perspective analytique à même de préciser la diversité des conditions structurelles, fonctionnelles et sociales de l'unité élémentaire d'organisation du travail : l'exploitation agricole. Choisir le système agraire comme entrée pour l'analyse des transformations du travail, c'est adopter une conception large et systémique du travail relevant autant des moyens (outils et machines) d'artificialisation d'un milieu naturel donné que des conditions sociales de son organisation. C'est aussi une entrée par les structures du travail qui cherche à décrire les conditions naturelles, techniques, sociales et institutionnelles qui façonnent le travail.

2.1.2 Analyse des deux systèmes agraires étudiés

Afin de caractériser les deux systèmes agraires étudiés, j'ai encadré deux stages de fin d'étude d'ingénieures agronomes en 2020 (Encadré 8). L'objectif principal de ce travail a été

[56] Face à la diversité des conceptualisations du terme *trajectoire*, nous faisons ici référence au travail dirigé par A. Mendez (2010, 7) qui définit la trajectoire comme « *un ensemble de phénomènes organisés dans le temps qui combine des ingrédients et des moteurs dont le changement éventuel permet d'identifier des séquences. Lorsque ces changements modifient l'orientation même du processus, ils correspondent à des bifurcations.* ». Une bifurcation peut être définie comme un « *Segment temporel d'une trajectoire caractérisé par une recomposition intense de la configuration des ingrédients et qui débouche sur un changement d'orientation de la trajectoire.* » (Oiry et al. 2010, 90).

de caractériser la diversité des exploitations laitières au moyen d'une typologie des systèmes de production selon la méthode d'analyse du *diagnostic agraire* portée par l'agriculture comparée (Cochet 2011a, 113). L'hypothèse sous-jacente à ce travail est que le robot de traite se rencontre seulement au sein de certains types de systèmes de production : des structures de grande dimension économique et des systèmes d'élevage intensifs en intrants et à forte productivité laitière (litres/vache). Selon la place qu'occupe la machine dans la théorie historique de différenciation des exploitations et des systèmes agraires, le robot de traite devait en premier lieu être compris comme une nouvelle étape de la productivité du travail en élevage laitier réservée aux exploitations les mieux loties en ressources (foncier et capital notamment) : « […] *la traite des vaches laitières, qui est elle aussi passée par une succession d'équipements toujours plus puissants, qui ont permis autant d'accroissements significatifs de la productivité du travail : alors qu'un vacher pouvait traire à la main une douzaine de vaches deux fois par jour, il pouvait en traire le double avec un pot trayeur baladeur, et il peut en traire une cinquantaine avec une salle de traite en épi avec tank à lait, une centaine avec un manège à traire (rotolactor), et plus de 200 avec une salle de traite entièrement automatisée du dernier modèle.* » (Mazoyer et Roudart 2002, 506). Deux principaux résultats de ce travail d'analyse des systèmes agraires nous ont conduits à repenser cette perspective analytique. Le premier est que le robot de traite est présent dans une grande diversité de systèmes de production et n'est pas apparu comme un facteur de différenciation majeur entre les exploitations laitières (voir typologie en Annexe 2). Le second est que la recherche de gains de productivité ne nous apparaissait pas suffisante pour comprendre pleinement ni ce qui motive à robotiser la traite ni ce qui se produit dans l'organisation du travail en traite robotisée. Quelque chose d'autre semblait se mettre à l'œuvre, des transformations que la perpétuation d'une mécanique historique d'amélioration de la mécanisation du travail, d'accroissement de la productivité du travail et d'agrandissement de la taille des exploitations ne pouvait pleinement contenir. Qui plus est, le travail de revue systématique de la littérature et plus particulièrement l'analyse de biais des études sur l'évolution du temps de travail en traite robotisée ont révélé l'absence d'évidence quant à une diminution réelle du temps de travail des éleveurs. Dès lors, les transformations du travail en traite robotisée ne pouvaient plus être seulement comprises comme l'avènement d'une nouvelle étape de productivité du travail.

Encadré 8 : La méthode du diagnostic agraire

(Ferraton et Touzard 2009)

Les objectifs du diagnostic agraire sont de décrire et analyser les dynamiques agraires, en particulier les conditions de milieu, l'histoire agronomique, économique et sociale, la différenciation et la caractérisation des systèmes de production, leur fonctionnement et leurs performances technico-économiques, en vue de caractériser et interpréter des transformations en cours.

1. **Comprendre le milieu exploité**

L'analyse de paysage consiste à identifier la diversité des unités agroécologiques entendues comme les différents espaces exploités et leurs caractéristiques biophysiques (géologie, sols, topographie, climat, etc.) et comment celles-ci contribuent à expliquer les types de cultures, d'élevages et de pratiques mises en œuvre.

2. **Analyser les transformations historiques de l'agriculture et ses déterminants**

Ensuite, l'analyse d'un système agraire nécessite d'identifier différentes périodes au cours desquelles les formes d'agriculture (cultures, élevages, pratiques, outils, etc.) et leur environnement (milieu biophysique, politiques publiques, marchés, prix, organisations sociales, etc.) apparaissent relativement stables et décrivent des systèmes de production stabilisés. Il faut ensuite préciser les bifurcations qui expliquent le passage d'une période à une autre en décrivant les changements et leurs déterminants puis la manière dans ces modifications recomposent les différents systèmes de production : allocation des ressources (terre, travail capital, eau, etc.), modes d'exploitation du milieu (pratiques, infrastructures, etc.), régulations et régimes d'échange, etc. Il découle de ces différentes trajectoires la diversité actuelle des systèmes de production.

3. **Caractériser les différents systèmes de culture et d'élevage**

Pour comprendre les pratiques culturales, les différents systèmes de culture doivent être identifiés. Ces derniers sont définis par la nature des cultures, leur ordre de succession et les itinéraires techniques associés (Sébillotte 1977). Il en est de même avec les systèmes d'élevage en présence que l'on peut définir comme « *un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé par l'homme en fonction de ses objectifs, pour faire produire (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure...) et se reproduire un collectif d'animaux domestiques en valorisant et renouvelant différentes ressources* » (Dedieu et al. 2008, 46).

4. **Décrire la diversité des systèmes de production**

Au moyen du concept de système de production, ces pratiques culturales et d'élevage sont replacées dans un système cohérent organisé à l'échelle de l'exploitation agricole. Un système de production représente le fonctionnement d'une exploitation type caractérisée par son accès aux ressources (terres, travail, capital, cheptel, équipement, eau, information, etc.), par les activités agricoles et les productions associées dans l'espace et dans le temps pour assurer la production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs des responsables de l'unité de production agricole (identifié par leurs statuts sociaux) et permettre la reproduction du système dans un environnement socio-économique et écologique donné (Cochet et Devienne, 2006). La comparaison des performances techniques et économiques de différents systèmes de production permet d'objectiver les différentes stratégies de valorisation des ressources disponibles pour un type d'exploitation donné (Dufumier 1996). La construction, la distribution et l'intensité de la valeur ajoutée (VA) pour différentes ressources (VA/actif, VA/ha, VA/vache, etc.) au sein de chaque système de production permettent de révéler

différentes stratégies socio-économiques. La répartition de la valeur ajoutée ainsi que les différents transferts réalisés entre agents économiques (subventions, taxes, taux d'intérêt, etc.) permettent de calculer le revenu agricole de ces différents systèmes de production.

Tableau 1 : Bilan des entretiens réalisés dans le cadre des deux diagnostics agraires (Delaunoy 2021; Lafabrie 2021)

Thématiques	Paysage et milieu		Histoire agraire		Technico-économique	Total
Type d'entretien	Semi-directif		Semi-directif		Directif	
Personnes enquêtées	Experts	Agriculteurs	Experts	Agriculteurs (en activité et retraités)	Agriculteurs en activité	
C. Delaunoy	0	3	3	35	37	**78**
C. Lafabrie	1	4	3	44	28	**80**

2.2 La division du travail

Si les transformations du travail en traite robotisée ne peuvent pleinement être saisies par un prisme technico-économique, alors pourquoi et comment dépasser cette perspective ? Tout d'abord elle ne permet pas de restituer les réagencements du travail qui s'opèrent, les nouveaux acteurs que ces réagencements impliquent, les nouvelles temporalités qui se dessinent et les nouveaux espaces qui en résultent. Pourtant, c'est bien ces réagencements qui nous ont interpelé lors de nos entretiens exploratoires et qui apparaissent en creux de notre revue systématique de la littérature (Chapitre 2). De nombreux travaux décrivent le remplacement d'une « astreinte physique » par une « astreinte mentale », inscrivant ainsi les changements observés dans une division historique entre travail manuel et travail intellectuel (Chapitre 2). Or, nous verrons que cette perspective retranscrit un imaginaire de substitution du travail (disparition du travail physique) qui ne résiste pas à une analyse du travail réel. Ce qui semble en premier lieu distinguer la traite robotisée des autres machines à traire, c'est la temporalité de la traite. C'est pourquoi nous avons choisi de nous intéresser aux implications du passage à une traite continue, conséquence directe de l'arrivée du robot de traite. Cette continuité du processus de production a fondé notre nouvelle hypothèse : le robot de traite transforme la traite en un processus continu dont le maintien est garanti par des réagencements du travail. Suite à nos entretiens exploratoires, ces réagencements s'inscrivent dans un spectre large impliquant de nouveaux acteurs tels que les techniciens de maintenances, de nouveaux dispositifs tels que le système de circulation des vaches ou encore de nouvelles collaborations locales telles que le partage des astreintes entre éleveurs voisins. Par conséquent, il nous fallait construire un nouveau cadre d'analyse capable de saisir ces

réagencements du travail et d'en identifier certaines dimensions pour une étude plus approfondie. Le concept de division du travail nous est apparu particulièrement pertinent pour préciser et cerner ces réagencements, mais aussi pour décrire les nouvelles relations de travail qui les articulent. La division du travail est un prisme d'analyse du travail qui recouvre une grande diversité analytique et disciplinaire. C'est pourquoi nous reviendrons succinctement sur ce concept avant d'en préciser notre acception et de présenter les moyens mis en œuvre pour son étude.

2.2.1 La division du travail dans la théorie historique de l'agriculture comparée

Les relations étroites entre les changements techniques et la division du travail sont déjà conceptualisées en agriculture comparée de telle manière que la division du travail intègre la définition du système agraire et constitue une des variables de son analyse. À la suite de la définition du système agraire, M. Mazoyer et L. Roudart précisent : « *Le système productif est caractérisé par le type d'outillage et d'énergie utilisé pour défricher l'écosystème, pour renouveler et pour exploiter sa fertilité. Le type d'outillage et d'énergie utilisé est lui-même conditionné par la division du travail régnant dans la société de l'époque. Un système agraire ne peut donc pas être analysé indépendamment des activités d'amont qui lui fournissent des moyens de production ; il ne peut pas non plus être analysé indépendamment de l'utilisation qui est faite de ses produits par les activités d'aval et par les consommateurs, ni indépendamment des autres systèmes agraires qui concourent, eux aussi, à la satisfaction des besoins de la société.* » (Mazoyer et Roudart 2002, 70- 71). La division du travail est ici envisagée dans une perspective sectorielle à même de restituer les relations qu'entretiennent les activités agricoles avec les autres secteurs productifs et notamment l'industrie. Par exemple, les auteur.e.s interprètent la deuxième révolution agricole des Temps modernes[57] comme la mise en place d'une nouvelle division du travail, analysée selon deux perspectives : horizontale et verticale (Mazoyer et Roudart 2002, 520). Horizontalement, la spécialisation des exploitations et des régions agricoles participe à la mise en place d'une division spatiale du travail, chaque système agraire régional contribuant ainsi à une production limitée de denrées agricoles et interagissant avec les autres sous-systèmes régionaux. Verticalement, l'industrie d'amont produit des biens de production pour l'agriculture (machines, engrais, aliments pour le bétail, etc.) alors que les produits agricoles constituent autant de matières premières pour la transformation agroalimentaire d'aval.

En agriculture comparée, la division du travail est donc conçue essentiellement comme un découpage des activités productives au sein d'un secteur et entre secteurs et s'agence à trois échelles : entre les exploitations agricoles (la spécialisation des exploitations traduit la diversité d'accès aux facteurs de production[58]), entre les régions agricoles (chaque

[57] Période que les historiens du XXe désignent sous le nom de *modernisation agricole* (Lyautey et al. 2021).

[58] En économie et agroéconomie, la terre, le travail et le capital constituent les facteurs de production. Certains auteurs considèrent que l'eau ou les connaissances peuvent également être considérées comme telles compte

région tend à se spécialiser dans les productions où la productivité du travail est la plus élevée, celles-ci diffèrent d'une région à l'autre[59]) et entre les différents secteurs économiques (agriculture, industrie et service). Si cette conception de la division du travail retranscrit l'importance pour cette discipline d'une navigation entre différentes échelles d'analyse, elle se limite cependant à une conception technique et économique de la division du travail.

2.2.2 La division du travail : un concept riche d'une diversité disciplinaire et analytique

D'autres conceptions de la division du travail existent et méritent d'être très succinctement abordées afin de comprendre comme cette riche littérature a influencé notre propre cadre d'analyse de la division du travail. L'idée ici n'est pas d'en faire un résumé exhaustif, mais bien d'illustrer le large spectre analytique que ce concept recouvre. Si l'idée d'une répartition sociale des tâches et des métiers est retrouvée chez plusieurs penseurs de l'Antiquité[60] (Séris 1994), c'est au XVIIIème que l'expression apparaît et fait l'objet de premières théories : « *Quoique la division du travail ne date pas d'hier, c'est seulement à la fin du siècle dernier que les sociétés ont commencé à prendre conscience de cette loi, que, jusque-là, elles subissaient presque à leur insu.* » (Durkheim 1893, 1). L'émergence de la division du travail comme prisme d'analyse des transformations sociales autour du travail est donc concomitante au développement d'un mode de production capitaliste qu'elle permet d'éclairer. C'est A. Smith qui en fait le premier une théorie centrale de son traité d'économie politique. Pour l'économiste, la division du travail s'accroit en lien étroit avec le développement des échanges et augmente la « *puissance productive du travail* », permettant ainsi la croissance économique des nations (Smith 1776, 1:18). Pour ce qui nous concerne – à savoir les relations entre la machine d'un côté et la division du travail de l'autre – A. Smith précise que le machinisme ne saurait se développer sans la mise en place préalable d'une certaine division du travail : « *c'est à la division du travail qu'est originairement due l'invention de toutes ces machines propres à abréger et à faciliter le travail* » (Smith 1776, p. 19). C'est d'ailleurs la difficulté à séparer les tâches compte tenu de la saisonnalité du travail agricole qui explique selon lui une innovation mécanique moins rapide en agriculture que dans les manufactures (*Ibid.*, p. 18). Le concept de division du travail a par la suite été enrichi, notamment par E. Durkheim pour qui elle constitue le fondement de la solidarité des sociétés modernes (Durkheim 1893). À la lecture de la préface de la 8ème édition de l'ouvrage de E. Durkheim, on comprend ce qui distingue la conception durkheimienne de celle d'A. Smith : « *Le plus remarquable de ses effets n'est pas d'augmenter le*

---

tenu des inégalités d'accès observées et de la diversité des systèmes de production qui en résulte (P. Gasselin, communication personnelle).

[59] Les auteurs différencient ainsi les régions céréalières dans les plaines limoneuses et facilement mécanisables, les régions laitières sur la façade atlantique au climat doux et humide (stabulation hivernale courte et production herbagère importante), etc. (Mazoyer et Roudart 2002, 540).

[60] Pour Aristote « ce n'est pas entre deux médecins que naît une communauté d'intérêts, mais entre un médecin par exemple et un cultivateur, et d'une manière générale entre des contractants différents et inégaux […] » (Ethique à Nicomaque, V, 8, 1133a, 16. cité par Manon 2009).

rendement des fonctions divisées, mais de les rendre solidaires. Le résultat ne se retrouve pas principalement dans la sphère des intérêts économiques, mais dans l'établissement d'un ordre social et moral sui generis. » (Paugam 2013, 15). Au XXe, la division du travail devient un objet central de la sociologie du travail et de l'économie en contribuant notamment à décrire, parfois même à définir, le développement du taylorisme puis du fordisme comme formes d'organisation de la production et du travail (Freyssenet 1983). Plus récemment, les géographes ont exploré les structures spatiales de la division du travail (Massey, 1994, 1995, Scott and Leriche, 2018). Pour ces auteurs, si la division du travail ne peut saisir à elle seule les structures géographiques du capitalisme, elle s'avère indispensable pour en comprendre les logiques à différentes échelles. L'approche géographique de la division du travail reste cependant cantonnée à une pensée structuraliste s'intéressant aux espaces internationaux et nationaux, plus rarement régionaux ou territoriaux. Aujourd'hui, la division du travail peut ainsi être étudiée à différentes échelles (l'espace géographique, les unités de production, les unités domestiques, les secteurs et branches économiques, etc.) et selon différents opérateurs (tâches, âge, genre, niveau de qualification, groupe social, etc.) comme en témoigne son appropriation par de nombreuses disciplines (anthropologie, économie, sociologie, géographie, histoire, etc.). Parce que la recherche a pour sa part connu une division accrue du travail intellectuel (Shinn and Ragouet, 2000), chaque courant se limite usuellement à une certaine conception de la division du travail. Les relations entre les différentes dimensions et entre les différentes échelles d'analyse sont souvent délaissées (Elleboode 2006) : « *Autant d'aspects, autant d'approches du phénomène de la division du travail peuvent néanmoins être examinées conjointement et plus qu'une possibilité, c'est une nécessité, tant il est vrai que toute division du travail est nécessairement sociale, tant il est notable que la division des tâches à l'intérieur d'une société trouve son prolongement dans la division internationale et enfin, tant il est vrai que l'une et l'autre de ces formes reflètent l'organisation d'une société en un lieu et en un temps donné.* » (Elleboode 2006, 7).

Malgré la diversité des variables et échelles, le temps et l'espace représentent une perspective transversale et indispensable à l'analyse de la division du travail. C'est au sein de ces deux dimensions que prend forme et se matérialise la division du travail. Pour le géographe marxiste anglais D. Harvey, les conceptions objectives du temps et de l'espace sont au service de l'ordre social en place et constituent le support des hiérarchies, des rôles et de la division du travail (Harvey 1990, 419). Il illustre ses propos avec le travail ethnographique de P. Bourdieu sur les Kabyles d'Afrique du Nord. La maison et le jardin constituent un espace sacré, protégé et féminin, le *dedans,* alors que les mosquées, cafés et marchés composent le *dehors,* un espace masculin ouvert et support des relations sociales, de la vie politique et religieuse (Bourdieu 1972, 49- 50). Au sein même des maisons, l'espace est support de la division du travail : « *La partie basse et obscure s'oppose aussi à la partie haute comme le féminin et le masculin : outre que la division du travail entre les sexes (fondée sur le même principe de division que l'organisation de l'espace) confie à la femme la charge de la plupart des objets appartenant à la partie obscure de la maison, le transport de l'eau, du bois et du fumier par exemple, l'opposition entre la partie haute*

et la partie basse reproduit à l'intérieur de l'espace de la maison celle qui s'établit entre le dedans et le dehors, entre l'espace féminin, la maison et son jardin, lieu par excellence du haram[61]*, c'est-à-dire du sacré et de l'interdit, et l'espace masculin.* » (Bourdieu 1972, 66). Le temps s'organise également de manière à renforcer cette opposition sur laquelle se fonde la division sexuelle du travail : « *la fonction qui incombe ailleurs à une opposition spatiale est ici impartie à un rythme temporel et les femmes vont à la fontaine à certaines heures, à la tombée de la nuit par exemple, et il est mal vu qu'un homme aille les épier.* » (Bourdieu 1972, 50). L'organisation de l'espace et du temps est donc une construction sociale au service d'une division du travail et son analyse nous apparaît indispensable pour identifier la manière dont celle-ci s'incarne dans la vie matérielle et symbolique des sociétés.

2.3 Proposition d'un cadre théorique de la division du travail en agriculture

L'agriculture intègre certes une division sociale du travail construite à l'échelle de la société, mais connaît également ses propres logiques et spécificités productives et organisationnelles[62]. Il en découle une division du travail qui lui est propre et dont l'analyse ne peut faire l'économie d'un cadre théorique spécifique à la production agricole. C'est pourquoi nous allons maintenant présenter une proposition de cadre théorique de la division du travail en agriculture. Notre conception de la division du travail s'inscrit en premier lieu dans la continuité de la théorie historique des systèmes agraires déjà riche d'une conception de la division du travail à différentes échelles. Cependant, nous amenderons cette conception technico-économique de la division du travail par une perspective sociologique qui considère aussi le travail comme la construction de relations notamment de coopérations[63]. Nous commencerons par préciser en quelques mots quel travail fait l'objet d'une division (2.1.1). Puis, nous présenterons les quatre dimensions analytiques de la division du travail qui nous apparaissent structurantes en agriculture (2.1.2). Le troisième point détaillera en quoi le temps et l'espace participent d'une lecture transversale de ces quatre dimensions de la division du travail (2.1.3). Enfin, nous verrons que ce cadre invite avant tout à une analyse constructiviste à même d'identifier les dimensions de la division du travail propres à chaque situation (2.1.4). Ces quatre points participent d'un cadre d'analyse général sur lequel nous nous appuierons pour mettre en lumière les reconfigurations du travail en traite robotisée.

---

[61] En italique dans le texte.

[62] La place occupée par l'agriculture dans les différentes théories sur la division du travail a longtemps été restreinte et souvent dichotomique. Elle s'est longtemps inscrite dans une opposition entre travail manuel et travail intellectuel, travail des villes et travail des campagnes. Plus récemment, certains ont cherché à appliquer à la production agricole une division du travail issue de l'industrie. C'est le cas de certains travaux au début de la période modernisatrice qui cherchent à théoriser, voire insuffler à l'agriculture une organisation scientifique du travail (Piel-Desruisseau, 1948).

[63] Pour C. Dejours, la coopération est ce qui fonde un collectif de travail et le distingue d'un groupe considéré, comme la simple réunion de plusieurs agents en un lieu et temps donné (Dejours 1993).

2.3.1 Le travail divisé

Le travail divisé qui fait l'objet de notre cadre d'analyse correspond à l'ensemble des activités qui participent à la production agricole. Les frontières de ces activités sont difficiles à identifier tant elles bougent au bon vouloir des objectifs que chaque société et chaque époque concède à l'agriculture. Par exemple, les différentes injonctions contemporaines envers l'agriculture remettent profondément en question la vocation alimentaire de l'activité agricole : production d'agrocarburants, de services écosystémiques, d'esthétisme paysager, etc. Notre cadre d'analyse de la division du travail se construit autour de l'exploitation agricole, élément central autour duquel s'articulent les différentes dimensions, les différentes spatialités et temporalités de notre analyse.

2.3.2 Les quatre dimensions analytiques de la division du travail

Malgré la diversité des opérateurs de la division du travail, quatre dimensions analytiques de la division du travail nous apparaissent structurantes de la diversité des configurations historiques et géographiques de la division du travail en agriculture.

La division du travail intra-exploitation

La première dimension analyse la division du travail au sein de l'exploitation agricole considérée comme l'unité fondamentale de l'organisation du travail agricole. Ici, le travail des agriculteurs est étudié au sein d'un collectif de travail principalement organisé et coordonné dans l'exploitation agricole. À cette échelle se précise la répartition des tâches, leur organisation et les relations de travail au sein du collectif. Cette division s'opère suivant différentes catégories : le genre, l'âge, la qualification, le statut des travailleurs, etc., et constitue une interface entre l'analyse de l'organisation technique du travail (qui fait quoi et quand ?) et l'analyse des relations sociales de travail (statut, autonomie, partage de la valeur, etc.). Concernant l'organisation technique du travail, une large communauté s'est structurée[64] afin d'étudier l'organisation du travail dans les exploitations et ses liens avec des trajectoires de transition, des pratiques, des formes d'organisation collective, le sens du travail, etc. (Cournut *et al.*, 2010, Hostiou and Dedieu, 2010, Béguin *et al.*, 2011, Gasselin *et al.*, 2014). Pour ce qui est des relations sociales de production, la division genrée du travail et la division capitaliste du travail constituent historiquement les deux principales perspectives d'analyse de cette dimension intra-exploitation. Compte tenu de la prédominance de l'organisation familiale du travail, la question du genre a occupé une place importante dans l'analyse des transformations du travail (Sigaut 1989; Tremblay 2008; Caroly et Bohórquez 2014; Demathieu 2022b; Demathieu 2022a; Dufour, Courdin et Dedieu 2010). De même, le maintien du caractère familial du travail en agriculture et l'inséparable question de la

[64] Notamment au sein du département ACT (anciennement SAD) de l'INRAE et autour du RMT travail en agriculture.

pénétration du salariat en agriculture ont structuré de nombreux débats qui traversent notamment la question agraire (Kautsky 1900) et l'absorption de l'agriculture par le capitalisme (Servolin 1972). Bien que l'exploitation reste encore aujourd'hui une échelle indispensable de l'analyse de la division du travail, certaines évolutions contemporaines questionnent ses frontières voire son existence en tant qu'échelle d'organisation du travail. C'est le cas du développement de l'agriculture de firme (Purseigle et al. 2017), de la délégation partielle ou intégrale de tâches à des entreprises de travaux agricoles (ETA), à des coopératives d'utilisation du matériel agricole (CUMA) ou à des groupements d'employeurs.

La division du travail extra-exploitation

Les trois autres dimensions analytiques de la division du travail s'intéressent à replacer l'exploitation en relation avec d'autres unités de production au sein des secteurs agricole, industriel et des services. Nous nous intéressons ici à deux formes de découpage de l'organisation du travail : les grands secteurs économiques (primaire, secondaire, tertiaire) et les unités d'organisation du travail au sein de chacun de ces secteurs. Il s'agit de la distribution du travail et de ses interactions à la fois entre les exploitations agricoles elles-mêmes, mais aussi entre ces exploitations et les autres acteurs de l'économie agricole. Ces derniers sont les différentes unités de production qui contribuent à la production agricole au moyen de biens et services qui lui sont nécessaires. Trois nouvelles dimensions analytiques de la division du travail apparaissent alors : (i) la division du travail entre les exploitations agricoles, (ii) la division du travail entre les exploitations agricoles et l'industrie, (iii) la division du travail entre les exploitations et les structures productrices de services.

i. *La division du travail entre exploitations agricoles* : Dans le secteur agricole français contemporain, le travail est distribué entre différentes exploitations plus ou moins spécialisées : les exploitations de grandes cultures produisant des céréales et des oléoprotéagineux, les exploitations laitières produisant du lait, les exploitations viticoles produisant du vin, etc. Si la diversification des systèmes de production n'est pas chose rare (Chapitre 4), le modèle modernisateur porte une conception de la division du travail entre exploitations qui a encouragé leur spécialisation (Servolin 1989). Cette distribution du travail entre les exploitations donne lieu à différentes interactions que sont, par exemple, les dispositifs de coopération locale et d'échange tels que les groupes d'entraide autour de l'organisation collective des chantiers intensifs en travail ou les CUMA autour du partage des outils de production (Lucas et al. 2015; Lucas 2018). Elle donne également lieu à de la compétition pour l'accès au foncier, à l'eau, au marché ou encore aux aides publiques (Gasselin et al. 2021a).

ii. *La division du travail entre les exploitations agricoles et l'industrie* : Dans le secteur agro-industriel, on distingue couramment l'amont et l'aval. L'amont regroupe

l'ensemble des industries produisant des moyens de production nécessaires à l'activité agricole : intrants, équipements, machines, aliments pour le bétail, etc. L'aval rassemble les industries qui collectent, transforment et distribuent les matières premières agricoles. L'interaction entre l'exploitation agricole et ces acteurs de l'agro-industrie peut être étudiée par le prisme des relations marchandes, des rapports de force, des dispositifs de coordination, de contractualisation voire d'intégration dans le cas de certaines filières de productions animales. La filière et la chaîne de valeur sont des concepts qui s'intéressent respectivement aux coordinations et à la distribution de la valeur ajoutée entre les exploitations et les agro-industries. Ces deux concepts représentent la principale perspective par laquelle cette dimension de la division du travail est aujourd'hui étudiée.

iii. *La division du travail entre les exploitations agricoles et les services :* Le secteur tertiaire contribue à la production agricole à travers la fourniture d'une grande diversité de services nécessaire à l'activité agricole elle-même. Cela peut correspondre à de la délégation de travaux agricoles d'ordinaire assurés par le collectif de travail de l'exploitation (CUMA, ETA). Mais au-delà des tâches en lien direct avec la production agricole, un vaste réseau d'acteurs procure des services qui sont nécessaires à cette activité. Par exemple, les services vétérinaires et les inséminateurs fournissent aux exploitations d'élevage des opérations techniques qui lui sont indispensables. Une partie du travail relatif à la prise d'informations et de décisions est déléguée à un tissu économique construit autour du *conseil*, terme recouvrant un large éventail d'activités de services et d'acteurs (chambres d'agriculture, associations, coopératives, contrôle laitier, instituts techniques, etc.) (Faure et al. 2011). Les banques, les organismes de comptabilité (CER France, Afocg, etc.), les organismes de formation agricole, la recherche (instituts techniques, INRAE, etc.) sont autant d'exemples de structures aux statuts divers et variés qui nouent des relations de service avec les exploitations agricoles.

Bien entendu, ces divers produits manufacturés et services nécessaires à la production agricole ne sont pas spécifiques d'un type d'organisation, une industrie pouvant aussi bien fournir des équipements et machines que des services de conseil. De même que certaines exploitations de grandes cultures produisent des aliments vendus à des exploitations d'élevage. Ainsi les frontières entre ces dimensions peuvent parfois apparaître poreuses. Pour autant, ces quatre dimensions embrassent et structurent la diversité des manières dont la littérature se saisit de la question de la division du travail. De plus, ces dimensions permettent de restituer la distribution des tâches nécessaire à la production agricole entre différents acteurs et travailleurs, mais aussi de préciser les relations sociales qui articulent cette distribution du travail. Ce concept de relation sociale de travail renvoie pour nous à trois

dimensions que sont i. l'organisation hiérarchisée des relations entre groupes sociaux (formes de domination, de subordination, de coopération, etc.) qui conditionnent l'organisation du travail, l'autonomie des travailleurs et les modalités de partage de la valeur ajoutée ; ii. les relations notamment de propriété qui façonnent un accès différencié aux ressources et facteurs de production (terre, travail, capital, eau, etc.) (Rioux and Dufour, 2008); iii. enfin, les relations et rapports de forces entre individus au sein d'un territoire qui façonnent différents rapports au territoire (Bernard et al. 2006) et qui conditionnent la forme et la gouvernance des institutions de ce territoire.

2.3.3 Le temps et l'espace comme forces d'agencement de la division du travail

Intrinsèquement, la division du travail est une question d'organisation du travail qui se lie par le prisme du temps et de l'espace. Le temps et l'espace constituent donc deux perspectives transversales de notre cadre d'analyse.

L'espace

Lorsque l'on examine la division du travail par le prisme de l'espace géographique, de nombreuses déclinaisons apparaissent, qu'une approche par les acteurs de la division du travail ne peut pleinement révéler. Par exemple, en décrivant des logiques d'agglomération et de spécialisation spatiale, l'espace géographique met en lumière certaines configurations d'une division du travail entre les exploitations et l'industrie (Rey 1987; Chatellier et al. 2013a; Antoine 2016). En agriculture, différentes échelles peuvent être appréhendées pour délimiter les espaces géographiques de la division du travail. Par exemple, le développement de systèmes de production spécialisés a rendu de nombreuses exploitations dépendantes du travail saisonnier de travailleurs étrangers précaires ce qui peut être analysé comme une forme de division internationale du travail (Soussi 2013). Par ailleurs, l'accentuation de la spécialisation des régions agricoles au cours du XXe siècle correspond à la mise en place d'une division régionale du travail (Bonneuil and Thomas, 2012). Plus localement, la coopération entre agriculteurs peut s'inscrire dans des espaces de voisinage (Darré 2018) ou dans des espaces socialement construits, des espaces vécus (Frémont 1968). Enfin, le regroupement des exploitations accompagnant la logique économique de restructuration peut engendrer différentes polarités spatiales du parcellaire et du bâti agricole sur lesquelles s'organise une division du travail (exemple : un éleveur s'occupe des génisses sur un site et l'autre des vaches en production sur un autre site). Enfin, nos quatre dimensions analytiques de la division du travail s'inscrivent dans un espace social qui produit des normes et valeurs sur le travail (droit du travail, représentations, sens communs, etc.). Le travail des agriculteurs se transforme donc aussi en lien étroit avec l'évolution des représentations collectives du travail dans une société donnée et ce d'autant plus que le travail agricole ne peut se réduire à

l'espace rural telle l'opposition marxienne entre ville et campagne[65] (Marx and Engels, 2012), l'agriculture étant parfois urbaine (Aubry and Pourias, 2012) et le rural devenant parfois urbain (Lussault 2016). Autant d'exemples qui révèlent la force structurante de l'espace géographique dans la division du travail en agriculture.

Le temps

En inscrivant ce cadre d'analyse dans l'héritage de la théorie historique du système agraire, la division du travail doit être analysée comme « *historiquement constitué[e] et géographiquement localisé[e]* » (Mazoyer and Roudart, 2002, p. 70). Ainsi, l'enjeu est de décrire son évolution au cours de temps en favorisant les analyses diachroniques. Le temps n'est pas seulement celui de l'analyse historique, il est une condition même du travail et un moyen central de son analyse (Thompson 2004). L'organisation du travail repose sur des conventions et dispositifs qui participent d'un temps objectif socialement construit et propre à chaque société. Le travail agricole ne fait pas exception et connaît de plus ses propres logiques résultant d'une activité par essence saisonnière puisque soumise aux variations temporelles du climat. L'étude de la division du travail agricole ne peut donc s'affranchir des conditions temporelles spécifiques de l'activité agricole. Les animaux et végétaux imposent au travail agricole leur propre temporalité, celle du vivant dont les rythmes s'agencent au sein d'une journée, d'une saison, d'une année voire d'un ensemble d'années (le temps de la plantation pour les cultures pérennes par exemple). En lien étroit avec ces différents temps de l'activité agricole, le travail des agriculteurs s'est construit loin du temps des ouvriers et des villes, sans la séparation entre temps du labeur et temps domestique préalable à l'expansion du travail marchand (Barthez 1986). À cet effet, la modernisation agricole française a consisté en l'évènement d'une nouvelle conception temporelle du travail dans l'exploitation (Barthez 1986). Cette spécificité temporelle du travail agricole n'impacte pas seulement la division du travail dans l'exploitation, mais également la division sectorielle. Les produits agricoles sont des denrées périssables dont les contraintes temporelles influencent l'organisation des échanges marchands, les réseaux de distribution, les services de dépannage, etc. Par exemple, la division du travail au sein du secteur laitier doit être comprise au regard des contraintes temporelles qui s'imposent à la transformation, au transport et à la commercialisation du lait (Vatin 1996). Enfin, le temps est aussi celui des trajectoires au cours desquelles le travail démarre (installation), s'arrête (transmission), se reconfigure

[65] Voir notamment ce passage : « La plus grande division du travail matériel et intellectuel est la séparation de la ville et de la campagne. L'opposition entre la ville et la campagne fait son apparition avec le passage de la barbarie à la civilisation, de l'organisation tribale à l'État, du provincialisme à la nation, et elle persiste à travers toute l'histoire de la civilisation jusqu'à nos jours. L'existence de la ville implique du même coup la nécessité de l'administration, de la police, des impôts, etc., en un mot, la nécessité de l'organisation communale, partant de la politique en général. C'est là qu'apparut pour la première fois la division de la population en deux grandes classes, division qui repose directement sur la division du travail et les instruments de production. Déjà, la ville est le fait de la concentration, de la population, des instruments de production, du capital, des plaisirs et des besoins, tandis que la campagne met en évidence le fait opposé, l'isolement et l'éparpillement. » (Marx et Engels 2012, 80).

(bifurcations), etc. Ainsi l'étude des transformations de la division du travail doit être envisagée dans une perspective processuelle suivant les méthodes d'analyse des trajectoires (Oiry et al. 2010; Chaxel 2015; Bathfield et al. 2016).

2.3.4 Une approche constructiviste

La division du travail est donc ici considérée autant comme la répartition du travail entre différents acteurs sociaux que comme la nature des relations sociales de travail qui articulent cette division. Par relations sociales de travail, nous entendons les relations de travail aussi bien au sein de l'exploitation qu'entre différents acteurs de la production agricole (exploitations agricoles, industries et services). Ce cadre d'analyse permet une conception très large de la division du travail en agriculture et favorise une navigation entre différentes dimensions analytiques, différents espaces géographiques et différentes temporalités. De fait, il invite à une approche constructiviste tant l'étendue de ce cadre oblige à un fort travail de réduction qui ne saurait s'opérer sans faire place au terrain, à ce que chaque situation donne à voir de singulier dans les reconfigurations du travail. Nos entretiens exploratoires ont ainsi constitué une première étape de travail de terrain dont le premier but était d'identifier les différentes dimensions, les espaces et les temporalités de la division du travail que le robot de traite semblait transformer. Deux éléments ont guidé notre choix : les acteurs du terrain et l'histoire de la division du travail sur ces terrains. Au cours de nos entretiens exploratoires, les acteurs nous ont révélé différents réagencements de la division du travail accompagnant la traite robotisée. De plus, notre travail historique a mis en lumière des déclinaisons spécifiques de la division du travail de production laitière sur nos différents terrains. C'est donc un constructivisme qui renvoie autant aux préoccupations des acteurs qu'à l'histoire de nos terrains qui a guidé les choix analytiques que nous allons maintenant préciser.

2.4 Application de ce cadre à la traite robotisée

2.4.1 Le travail divisé : l'astreinte de fluidité

> *« Les mauvaises langues disent qu'avec un robot de traite tu n'as jamais commencé, mais tu n'as jamais fini non plus. Mais c'est vrai, tu vas toujours voir ce qu'il se passe, mettre un coup de jet d'eau, mais tu n'as jamais commencé non plus. Je ne sais pas si tu vois la subtilité. »*
>
> (ENT E4 - 74)

Ce court extrait d'entretien illustre la transformation de la temporalité du processus de traite et du travail associé. Passer au robot de traite, c'est admettre une traite continue qui met en retrait le geste humain. Là est le point de départ de notre analyse, le premier constat de nos entretiens et observations exploratoires. Notre prisme d'analyse des transformations de la division du travail a donc été de considérer l'ensemble des réagencements qui contribuent au maintien de la traite continue. Autrement dit, le travail étudié par cette thèse

est le travail qui participe au maintien de la traite continue, principe qui, nous le verrons, est indispensable au bon déroulement de la traite avec un robot. Ce principe de continuité est présent dans les industries de flux continu telles que la production pétrolière et a été théorisé au début du XXe siècle, au moment même où Frederick Taylor développe l'idée d'une organisation scientifique du travail (Vatin 1985). Si le travail à la chaîne constitue l'image d'Épinal du travail industriel, c'est également cette forme d'organisation de la production qui a connu le plus d'intérêt dans la sociologie du travail d'après-guerre (Rot 2002)[66]. Plus tardivement, F. Vatin théorisera le principe de fluidité industrielle et décrira, avec d'autres collègues ses conséquences sur l'organisation et le contenu du travail dans l'industrie chimique, pétrolière, nucléaire et même laitière (Galle et Vatin 1981; Vatin 1987; Vatin 1990; Rot et Vatin 2017). Pour le sociologue, la logique de production fluide se définit comme un « *principe techno-économique selon lequel la production s'effectue par la circulation continue de la matière à l'intérieur des installations. Dans sa forme idéelle, la production fluide élimine le travail humain. De fait, l'opérateur humain ne peut réellement disparaître, mais son rôle consiste de moins en moins à intervenir par son corps dans la production, et se limite alors à une responsabilité de surveillance-contrôle des flux productifs* » (Vatin 1987, 141). D'autres travaux ont décrit les réagencements du travail autour de ce principe de production fluide notamment dans l'industrie automobile pourtant longtemps associée à une industrie de chaîne (Rot 2002) et plus récemment dans la téléphonie (Bidet 2005). À la lecture de ces travaux, le concept de fluidité comme principe d'organisation de la production nous est apparu particulièrement éclairant pour révéler les nouvelles modalités de la division du travail dans une production laitière en traite robotisée. En ce qui nous concerne, le travail nécessaire au maintien de cette fluidité s'inscrit dans le cadre particulier d'une organisation majoritairement familiale du travail, dans des unités de production où les tâches restent peu spécialisées et où le travail consiste en la gestion d'êtres vivants (ici des vaches). L'enjeu sera donc de confronter la place qu'occupe le principe de fluidité dans la traite robotisée à la manière dont les travailleurs s'en saisissent. Pour cela, nous recourons au concept de script (Encadré 9) comme un cadre d'action de l'activité contenu dans un objet technique, ici le robot de traite (Akrich 2013). L'idée sera de préciser la centralité du principe de fluidité dans la traite robotisée et d'identifier le travail prescrit par ce script pour ensuite le confronter aux usages réels que les éleveurs et les techniciens font du dispositif de traite robotisée.

[66] L'on peut par exemple citer *Le Travail en miettes* de G. Friedmann, un des travaux fondateurs de la sociologie qui décrit la parcellisation des tâches comme conséquence de l'organisation scientifique du travail (Friedmann 1964).

Encadré 9 : Du travail prescrit par l'instrument au travail réel : script, scénario et schème d'utilisation

Plusieurs concepts théorisent la capacité d'un instrument à porter en lui une certaine conception de l'activité, de la manière de travailler et d'organiser le travail. En ergonomie, P. Rabardel (1995) distingue ainsi deux composantes de l'instrument : l'artefact et les schèmes d'utilisation. L'artefact peut être autant matériel que symbolique et les schèmes résultent « *d'une construction propre ou de l'appropriation de schèmes sociaux préexistants* » (Rabardel 1995, 4). L'idée est que les artefacts ne sont pas des objets à étudier en soi, mais à considérer comme « *médiateurs de l'usage* » puisqu'ils transforment et sont transformés par l'activité (Rabardel 1995, 26). L'auteur précise d'ailleurs que ces derniers sont « *porteurs de partage et division du travail* » (Rabardel 1995, 42). Cette conception est aussi celle de M. Akrich pour qui chaque objet technique est composé d'un cadre d'action, un *script* ou un *scénario* qui contient des « *hypothèses sur les éléments qui composent le monde dans lequel l'objet est destiné à s'insérer* » (Akrich 1987, 3). Pour la sociologue, s'intéresser aux objets techniques implique donc des aller-retour entre le travail prescrit qui est encapsulé dans l'objet, et le travail réel qui résulte de l'appropriation par des travailleurs de cet objet et de son script (Akrich 2013). Cette perspective d'analyse des objets techniques a aussi été celle de F. Sigaut sans pour autant le conceptualiser. L'agronome et historien des techniques explique par exemple comment le déploiement des outils lancés (faux, sape, volant), se substituant à la faucille, a reconfiguré la division sexuelle du travail en Europe (Sigaut 1989). Les écrits de F. Sigaut ont particulièrement influencé notre conception de l'analyse de la division du travail et nous avons fait du script un concept central de notre analyse. Cette perspective implique autant d'identifier la force structurante des objets techniques sur la division du travail que les différentes appropriations et transformations d'usage qui résultent de la rencontre entre cet objet et des travailleurs situés dans un espace social donné et dotés d'une agentivité.

2.4.2 L'éleveur et ses coopérations pour le maintien d'une traite continue

Nous avons choisi de nous intéresser au travail de l'éleveur, principal travailleur et figure de la production laitière et d'identifier non seulement les transformations du contenu de son travail, mais également les nouvelles relations qu'il noue autour du maintien de la traite continue. Dans un premier temps nous nous intéressons à l'exploitation agricole, première dimension analytique de la division du travail. Nous verrons comment le passage à la traite continue redessine une division du travail entre exploitants, salariés et animaux (Chapitre 5). Dans un second temps, nous étudierons les nouveaux liens que l'éleveur noue avec d'autres travailleurs au sein de différents espaces. Plus spécifiquement nous décrirons les implications de la traite continue en termes de coopération locale entre des éleveurs voisins et de coopération entre l'éleveur et les techniciens de maintenance du robot de traite. Ainsi cette thèse s'intéresse à une division du travail centrée sur l'éleveur et mis en interaction avec d'autres travailleurs dans trois dimensions analytiques : l'exploitation agricole, les relations entre éleveurs et les relations entre les exploitations et l'industrie d'amont. Ce choix résulte de la centralité du travail des éleveurs et des techniciens dans le maintien de la traite

continue et du caractère inédit de l'organisation du travail qui en résulte, pour l'éleveur comme pour le technicien du machinisme.

2.4.3 L'espace et le temps de la division du travail

Puisque notre hypothèse est que la traite robotisée participe d'une nouvelle disposition de la division du travail, alors il nous faut commencer à caractériser notre situation contrefactuelle, c'est-à-dire la division du travail préalablement présente. Notre analyse est donc diachronique dans le sens où les nouvelles dispositions de la division du travail sont relatives à un préalable historique. C'est pourquoi le prochain chapitre (Chapitre 4) sera consacré à décrire la modernisation agricole du XXe siècle comme la mise en place d'une nouvelle division du travail. Cette analyse historique reposera sur une comparaison entre nos deux zones d'études, l'objectif étant de caractériser les déclinaisons territoriales de la modernisation agricole et de la division du travail qu'elle produit. Le chapitre 4 repose donc sur l'hypothèse que la modernisation agricole du XXe a consisté en la mise en place de nouvelles divisions du travail spatialement situées. Nous pourrons ensuite préciser en quoi le robot de traite perpétue, accentue ou transforme la division du travail en place.

Par ailleurs, l'éleveur développe plusieurs relations de coopération afin d'assurer le maintien de la traite continue. Ces coopérations s'ancrent dans trois dimensions spatiales et de gestion : l'exploitation agricole (i), l'espace de la coopération locale (ii) et enfin les bassins de maintenance (iii) :

i. Dans le cas de l'exploitation agricole, nous examinerons plus particulièrement deux espaces particulièrement concernés dans la réorganisation du travail en traite robotisée : la stabulation et le parcellaire. Dans le premier cas, nous montrerons en quoi le dispositif de circulation des animaux au sein de la stabulation constitue le principal espace d'organisation de la fluidité en traite robotisée. Dans le second, nous verrons comment cette fluidité exacerbe le rôle de la disposition du parcellaire et de l'accès au foncier dans le maintien du pâturage.
ii. L'espace de la coopération locale correspond aux relations de voisinage où la coopération s'organise au sein d'un espace de proximité entre les exploitations. Nous verrons comment le travail d'astreinte de fluidité met en jeu et encourage la coopération locale déjà en place. Cet espace est aussi celui de la construction d'une rente de qualité territoriale dans le cas de la zone de l'AOP Reblochon. Le travail est soumis à des prescriptions contenu au sein du cahier des charges et contrôlé par des institutions locales.
iii. Puis, nous développerons le concept de *bassin de maintenance* comme un nouvel espace d'organisation du travail de maintenance des robots de traite à l'échelle des concessions et franchises du machinisme de la traite (l'amont de la traite robotisée).

Enfin, nous portons une attention particulière aux évolutions du travail des éleveurs en lien avec le reste de la société, que ce soit dans le cadre du travail (relation de travail entre les éleveurs et les techniciens de maintenance), mais aussi en dehors du travail (l'influence de sociabilités nouvelles sur les aspirations au travail).

Quant au temps, c'est bien le point de départ de notre analyse – la traite continue – et le fil conducteur de celle-ci. Ainsi nous verrons que les transformations décrites peuvent être comprises comme des changements de temporalité du travail. Le passage à la traite robotisée sera également replacé dans des trajectoires d'exploitation où le travail évolue, et parfois se reconfigure profondément donnant lieu à des bifurcations dont l'identification est nécessaire pour comprendre l'arrivée du robot de traite et ses effets sur la division du travail.

3. Dispositif de recherche

3.1 Caractériser la construction historique de la division du travail (chapitre 4)

3.1.1 Objectif et démarche

L'objectif de cette première étape de travail est de caractériser la construction historique de nouvelles dispositions de la division du travail suivant le cadre d'analyse précédemment décrit. Nous nous appuyons sur une démarche comparative entre nos deux terrains – le bassin rennais, et la zone Reblochon – capable de restituer les déclinaisons territoriales de cette division du travail de production laitière.

3.1.2 Matériel

Deux diagnostics agraires

Après la phase exploratoire[67], nous avons encadré les diagnostics agraires réalisés par C. Delaunoy et C. Lafabrie, où respectivement 38 et 47 entretiens historiques ont été réalisés avec des agriculteurs en activité et retraités, mais aussi avec des personnes-ressources travaillant dans des organisations agricoles locales (chambre d'agriculture, syndicat interprofessionnel du Reblochon, coopératives, etc.). Sur chacun de ces terrains, un entretien collectif en maison de retraite a également permis d'obtenir des informations sur les formes d'agriculture du milieu du XXe siècle. Ces entretiens, menés de manière semi-directive, ont permis de comprendre et préciser les transformations des exploitations agricoles depuis 2 à 3 générations. L'évolution des techniques, des équipements et machines, des écosystèmes cultivés, des exploitations (taille, organisation du travail, etc.), des organisations sociales, des

[67] 17 entretiens « experts » et 4 entretiens avec des éleveurs – Encadré 3, page 89

structures (prix, politiques agricoles, projets locaux) sont autant de thèmes abordés de manière assez ouverte et dans un souci d'articuler ces éléments pour construire une représentation systémique et périodique ces évolutions.

Des entretiens « trajectoire de l'exploitation »

Ce travail d'enquête a été complété par des entretiens menés suivant un cadre plus systématique et un échantillonnage raisonné auprès de 39 éleveurs (Annexe 4 - Tableau 9 & Tableau 10). Réalisée entre août 2021 et février 2022, la première partie de ces entretiens consistait en un récit de trajectoire centré sur trois thématiques : l'évolution de la structure (nombre de vaches laitières[68], SAU, références de production[69]), l'évolution des conditions techniques (principaux équipements notamment de traite, système d'élevage) et l'évolution du collectif de travail (nombre d'actifs, statuts, rôles, organisation du travail, entente, etc.). Nous proposions généralement de commencer le récit à partir de la date d'installation de l'éleveur. Et si nous laissions la personne libre dans la manière de raconter et se raconter, nous réorientions et questionnions de manière à comprendre les différentes composantes de la trajectoire suivant les trois thèmes identifiés. L'échantillonnage a été réalisé de manière à couvrir une diversité d'exploitations au regard des critères suivants : la situation géographique (couvrir les différents espaces géographiques au sein de nos deux terrains), le type d'installation de traite (avec et sans robots), l'organisation sociale du travail (exploitation uniquement familiale, présence de salariés ou GAEC non familial sans salariés) et enfin le statut social du travailleur (chef d'exploitation, associé familial ou non familial, salarié) (Annexe 4). Pour le cas spécifique du terrain savoyard, nous avons également cherché à enquêter des éleveurs partageant différentes positions idéelles vis-à-vis du robot : des éleveurs opposés au robot de traite, d'autres proactifs pour son autorisation au cahier des charges de l'appellation, etc.

Travail d'archives

Suite à ces entretiens, un travail d'archive a été réalisé afin de compléter les informations obtenues. Aux archives de la Bibliothèque nationale de France[70], nous avons pu obtenir des données historiques en consultant la presse agricole régionale (principalement *Paysan Breton* et *Le Paysan savoyard*) à des pas de temps réguliers de 1960 jusqu'aux années 1980. La presse agricole régionale constitue un fonds d'archive pertinent pour l'histoire du XXe siècle et représente une source d'informations historiques qui a déjà fait ses preuves pour retracer la division du travail en agriculture (Tremblay 2008). D'autres presses

[68] Dans cette thèse, le nombre de vaches laitières (VL) fait référence aux vaches en lactation et aux vaches taries soit l'ensemble du troupeau en âge de produire ce qui exclut les génisses.

[69] La référence laitière est une sorte de droit à produire accordé par les laiteries et dans la continuité des quotas laitiers.

[70] Site Tolbiac, bibliothèque François Mitterrand à Paris.

spécialisées ont été consultées telles que la *Revue du machinisme agricole* ou *Éleveur de bovins* et *Production Laitière Moderne* (Annexe 5). Nous avons également consulté les collections spécifiques sur l'agriculture aux archives départementales de Haute-Savoie à Annecy et notamment une revue de presse classée par thématique et réalisée pour les décennies 1960 et 1970. Si certaines informations nous ont permis de comprendre et décrire les grandes tendances de transformation de l'agriculture locale, les archives nous ont aussi, parfois, procuré des données à même de confronter nos informations d'entretiens (exemple : le nombre de tracteurs et machines à traite par commune).

Données complémentaires

Enfin, le recours à des données statistiques et/ou géomatiques (recensements agricoles, registre parcellaire graphique, statistiques agricoles annuelles, etc.) a constitué une ressource complémentaire de notre analyse historique (Annexe 6 - Tableau 17). À celle-ci s'ajoute la littérature scientifique, tout d'abord parce qu'un certain nombre de travaux ont été réalisés sur nos terrains à différentes périodes, mais aussi, car les transformations agraires qui nous intéressent s'insèrent dans un contexte politique, réglementaire et économique dont la compréhension impose un changement d'échelle (mise en place des quotas laitiers, évolutions du marché laitier, politiques d'accès au foncier, etc.).

3.1.3 Méthode d'analyse

Le temps

Faire de l'histoire impose en premier lieu de choisir une période et de la diviser au moyen d'une périodisation pertinente et justifiée (Le Goff 2016). La période s'étendant de l'après-guerre (1945) à aujourd'hui nous est apparue suffisante pour expliquer la diversité des formes d'agriculture actuelle et surtout pour comprendre les processus de mise en place de la division contemporaine du travail de production laitière. Cette période correspond à ce que les historiens du XXe siècle nomment la ou les modernisation(s) agricole(s) et qui expliquent pour l'essentiel l'organisation du travail et les faits techniques des exploitations contemporaines (Brunier 2018; Lyautey et al. 2021). La périodisation n'a pas été chose aisée, car chaque terrain a connu sa propre temporalité vis-à-vis du processus de modernisation. Nous avons néanmoins choisi une périodisation commune à nos trois zones d'études afin d'en faciliter la comparaison. Ce découpage en périodes a été réalisé au regard des grands tournants de la politique de régulation des marchés laitiers aux niveaux français et européen. Le secteur laitier a été marqué par une forte régulation publique (Trouvé and Kroll, 2013) qui contribue grandement à expliquer les évolutions structurelles et techniques sur lesquelles se fonde la division du travail.

L'espace

Afin de décrire au mieux la mise en place d'une nouvelle division du travail de production laitière et ses déclinaisons territoriales, nous avons choisi une analyse par comparaison géographique. Comparer nos différentes zones d'étude offre ici deux perspectives intéressantes. En premier lieu, elle permet de mettre en lumière les spécificités territoriales des transformations agraires et de la division du travail qui en résulte. À l'inverse, elle permet d'identifier des traits communs, des transformations partagées et des composantes de la division du travail qui n'affichent pas de déclinaisons locales.

3.2 Analyser la contribution du robot à une nouvelle disposition de la division du travail (chapitres 5 et 6)

3.2.1 Objectif et démarche

Après avoir décrit les dispositions spécifiques de la division du travail sur chacun de nos terrains et les conditions historiques de celles-ci, nous avons précisé en quoi la robotisation de la traite contribue à un renouvellement de cette division du travail. Ce travail a été réalisé en suivant les trois dimensions analytiques choisies : la division du travail dans l'exploitation agricole (Chapitre 5), la division du travail entre les exploitations et la division du travail entre les exploitations et l'amont (Chapitre 6).

3.2.2 Matériel

Enquêter les éleveurs

Les 39 entretiens mobilisés pour l'analyse historique du chapitre 4 (trajectoires des exploitations) ont également permis de questionner les éleveurs sur les transformations du travail en traite robotisée. Après le récit de trajectoire, ces entretiens continuaient de manière semi-directive autour des grandes thématiques qui participent à la division du travail telle que nous nous proposons de l'analyser. Les entretiens combinaient un questionnement sur le travail autour d'une grille thématique préétablie, mais aussi de manière inductive, en laissant l'enquêté mettre en récit son travail selon ses propres prismes. La grille thématique utilisée est celle qui a structuré notre travail de revue systématique de la littérature (Chapitre 2) : i. Le marché du travail et les structures des exploitations (le travail comme facteur de production) ; ii. L'organisation du travail (le travail comme fait technique collectivement organisé) ; iii. Le sens du travail (le travail subjectif et ses affects) ; iv. La performance du travail (le travail mesuré, évalué). Nous avons construit l'échantillonnage raisonné de ces entretiens au regard des variables pouvant participer de transformations différenciées du travail et précédemment précisées (3.1.2) : la situation géographique, le type d'installation de traite, l'organisation sociale du travail et enfin le statut social du travailleur. Les enquêtes dans des exploitations équipées d'autres machines à traite (salle de traite, pot trayeur suspendu)

nous permettent d'analyser la robotisation au regard d'autres choix d'équipement, d'autres trajectoires possibles. La diversité des éleveurs enquêtés est restituée dans un tableau agencé suivant les principales variables descriptives de l'exploitation (Annexe 4 - Tableau 9 & Tableau 10).

Observations

Ces entretiens se sont quasi systématiquement accompagnés d'une visite de l'exploitation au cours de laquelle une attention particulière a été donnée à l'observation du robot en fonctionnement, à l'organisation des bâtiments et aux espaces de travail tels que le bureau de contrôle du robot. Nous avons de plus eu l'occasion d'observer des éleveurs travailler avec le robot que ce soit à distance (au cours des entretiens, il n'était pas rare d'être coupé par une notification téléphonique relative au robot) ou directement auprès du robot (faire passer une génisse, pousser une vache, etc.). Ces observations ont pour l'essentiel été réalisées dans des exploitations enquêtées plusieurs fois (jusqu'à 3 fois). La répétition des enquêtes permet d'instaurer une relation de confiance et d'échange plus favorable à l'observation du travail réel. Pour compléter ces observations post-entretien, deux observations participantes ont été réalisées dans des exploitations sans robot afin d'observer et comprendre le déroulement de la traite et les gestes associés. Une a eu lieu dans une grande exploitation de plus de 400 vaches au cœur du bassin ouest rennais. Le travail repose quasi exclusivement sur des salariés, essentiellement spécialisés sur une ou deux tâches (traite, alimentation, soin, etc.). La traite en stabulation est accomplie au moyen d'une salle de traite de deux fois 20 postes. L'autre observation participante a été réalisée dans une petite exploitation de 30 vaches laitières en zone de montagne en Haute-Savoie. L'exploitation est équipée de pots trayeurs reliés à un lactoduc et d'un tabouret pour la réalisation de la traite en stabulation entravée. Le lait y est transformé en Reblochon deux fois par jour, après chaque traite. Alors que la première ferme repose uniquement sur du travail salarial, la seconde occupe un couple d'exploitants ponctuellement aidé par la famille. Ces deux archétypes nous ont permis de comprendre l'étendue du spectre des situations de travail en dehors des conditions de la traite robotisée afin de ne pas réduire notre situation contrefactuelle à un idéaltype unique[71]. Dans les deux cas, nous avons participé à toute une journée de travail que nous avons restituée par écrit dans notre cahier de terrain et accompagnée de photos.

Enquêter les vendeurs et techniciens de robots de traite

Durant la phase exploratoire de ce travail, 8 entretiens ont été menés par D. Quentin pour son stage de master réalisé dans le cadre de cette thèse (Quentin 2020). Ces entretiens ont été effectués avec des commerciaux, des techniciens et des responsables des concessions

[71] Bien entendu, toute une diversité de situations de travail (structures, système de production, organisation du travail, etc.) existe entre ces deux archétypes.

et franchises vendant des robots de traite sur les deux départements étudiés (Ille-et-Vilaine et Haute-Savoie) (Annexe 4 - Tableau 12). L'objectif était avant tout de comprendre le fonctionnement et l'organisation d'entreprises absentes du paysage analytique de la littérature scientifique. Nous avons ensuite approfondi en réalisant 5 enquêtes auprès de commerciaux, responsables ou techniciens des concessions et franchises (Annexe 4 - Tableau 11). Si la plupart des enquêtés sont en activité, deux entretiens ont été réalisés avec des vendeurs retraités ayant connu le début du déploiement du robot de traite et pouvant ainsi nous fournir des informations sur la dynamique historique du marché des robots de traite. Ces entretiens cherchaient plus précisément à comprendre le travail d'astreinte des techniciens en charge du maintien de la traite continue et d'identifier le script du robot de traite et la manière dont les vendeurs l'adaptent aux situations réelles des éleveurs. Ces 13 entretiens sont le fruit d'un échantillonnage raisonné de manière à inclure les principales marques de robot de traite sur le marché français, des vendeurs locaux et des responsables nationaux ainsi qu'une bonne répartition géographique entre nos deux terrains (Annexe 4). Si les 8 entretiens exploratoires s'organisaient autour de thématiques larges (représentation de la diversité des clients, stratégie de vente, organisation géographique, etc.), les 5 suivants se sont resserrés autour de la thématique de l'astreinte de maintenance et de dépannage des concessions et franchises et de ses conséquences organisationnelles.

Entretiens complémentaires

D'autres entretiens ont été réalisés avec des acteurs du monde agricole à même de discuter ces transformations du travail en traite robotisée : travailleurs du contrôle laitier, experts de l'institut de l'élevage, experts du machinisme de la traite, etc. Dans le cas spécifique de la Haute-Savoie, nous avons en plus effectué 11 entretiens avec des acteurs centraux de l'appellation Reblochon et/ou impliqués dans le conflit qui oppose les éleveurs équipés de robots de traite avec ceux œuvrant à son interdiction (membres du Syndicat Interprofessionnel du Reblochon, avocat, représentant des éleveurs robotisées, représentants de l'INAO, de Certipaq, etc.) (Annexe 4 - Tableau 11).

Données complémentaires

D'autres informations et données ont été collectées dans la documentation technique et commerciale des constructeurs de robots de traite, sur leur site internet (géoréférencement de l'ensemble des points de vente, vidéos de promotion du robot de traite, etc.), sur le site internet des sous-traitants publicitaires, etc. Ce type de matériaux nous a permis de préciser le script du robot de traite, script que des entretiens auprès des concepteurs de robots auraient permis de mieux décrire, mais nous n'avons pas réussi à obtenir d'entretiens auprès de ces acteurs. Concernant les exploitations agricoles, nous avons analysé des données

fournies par le contrôle laitier d'Ille-et-Vilaine[72] (Eilyps) et d'autres issues du recensement agricole afin de discuter les liens entre la taille des structures, la robotisation de la traite et l'organisation du travail. Enfin, nous avons eu recours à de nombreuses bases de données géomatiques pour la réalisation des différentes cartes qui illustrent ou argumentent notre démonstration (Annexe 6 - Tableau 17).

3.2.3 Méthode d'analyse

Analyse transversale des entretiens

Les 39 entretiens auprès des éleveurs ont été retranscrits et agencés suivant un canevas d'analyse qui reprend nos quatre thématiques d'analyse du travail[73] (voir le canevas en Annexe 9) puis une analyse transversale sur le logiciel Nvivo nous a permis un codage inductif faisant émerger différentes thématiques en lien avec la division du travail telle que nous avons choisi de l'étudier. Les 5 entretiens auprès des concessions et franchises ont également été retranscrits et leur analyse s'est faite de manière transversale en portant une attention particulière aux différences entre les marques et entre nos trois terrains. Dans les deux cas, notre analyse a suivi une démarche compréhensive et l'échantillonnage raisonné nous a permis de comprendre l'influence d'une grande diversité de facteurs sur les transformations du travail sans prétendre à une analyse de corrélations, mais en identifiant parfois certaines affinités électives. Que ce soit dans le chapitre 5 ou dans le chapitre 6, nous avons cherché à mettre en discussion, à confronter les discours des éleveurs à ceux des vendeurs et commerciaux, des éleveurs équipés d'un robot avec ceux qui ne le sont pas, ceux du bassin rennais à ceux du plateau des Bornes ou des massifs des Bornes et Aravis, etc. La comparaison entre différents discours, différentes représentations et différentes situations géographiques, techniques ou organisationnelles a constitué le fil d'Ariane de notre analyse.

Espace

La comparaison géographique est centrale dans notre analyse qui s'inscrit dans une dialectique différences/ressemblances. Cependant, il nous a été nécessaire de naviguer entre différentes échelles dépassant l'espace géographique de nos terrains. Cette navigation a été dictée par les représentations de l'espace portées par les enquêtés : l'espace de travail des éleveurs (le parcellaire, le bâti, le voisinage, la zone d'appellation, etc.), l'espace vécu à l'échelle d'une zone AOP (le « bas » et le « haut »), l'espace de travail des vendeurs de robot et techniciens (le département, les isochrones délimités par des temps de déplacement, etc.). Notre analyse confronte souvent d'un côté un espace géographique analysé par des données

[72] Malgré plusieurs tentatives, nous n'avons pas pu obtenir de semblables données pour la Haute-Savoie.

[73] i. Le marché du travail et les structures des exploitations (le travail comme facteur de production) ; ii. l'organisation du travail (le travail comme fait technique collectivement organisé) ; iii. le sens du travail (le travail subjectif et ses affects) ; iv. la performance du travail (le travail mesuré, évalué).

objectives et souvent agencé par découpage administratif avec de l'autre des espaces vécus et des représentations spatiales portés par les acteurs. Notre usage de la cartographie tend à restituer cette large conception de l'espace géographique au moyen de cartes où la statistique spatiale est confrontée avec des verbatims illustratifs de certaines représentations.

Tableau 2 : Synthèse des entretiens réalisés au cours de la thèse

	Experts	Éleveurs	Autres	Total
Entretiens exploratoires	17	4	0	**21**
Entretiens approfondis	0	39 (trajectoire)	23	**62**
Total T. Martin	**17**	**43**	**23**	**83**
Entretiens stagiaires	7	151	9	**167**
Total	**24**	**194**	**32**	**250**

4. Présentation des terrains d'étude

Nous avons précédemment vu la justification du choix de nos deux terrains d'étude et précisé l'importance de la comparaison géographique dans notre analyse. Nous souhaitons maintenant succinctement décrire ces terrains pour mieux comprendre par la suite les conditions biophysiques, infrastructurelles, économiques et sociales dans lesquelles s'inscrit l'activité des éleveurs. Nous verrons d'ailleurs que notre terrain haut-savoyard se décline en deux sous-zones dont la distinction est essentielle pour comprendre non seulement les différences géographiques dans la division du travail, mais également les dynamiques spatiales de l'adoption du robot de traite.

4.1 La plaine de la Meu et de la Flume

La plaine de la Meu et de la Flume constitue le principal ensemble paysager de la partie occidentale du bassin rennais (Carte 6). Sous un climat océanique c'est-à-dire doux (relativement protégé des sécheresses et des périodes gélives) et humide, cette petite région agricole offre une production herbagère régulière favorable à la production fourragère. Les sols, constitués sur des schistes briovériens et des limons éoliens, sont majoritairement de texture limoneuse et profonds (supérieurs à 80 cm) rendant possibles de nombreuses cultures fourragères (Annexe 3 - Carte 18). L'essentiel des exploitations produit du lait à partir de vaches laitières et au moyen de systèmes fourragers reposant pour l'essentiel sur une rotation entre du maïs fourrager (généralement ensilé), une céréale (souvent du blé) et une prairie temporaire implantée pour 3 à 5 ans. Le paysage illustre particulièrement bien la vocation agricole de cet espace et plus encore l'importance de l'élevage laitier[74] : prairies, maïs, blé,

[74] Dans cette thèse, l'élevage laitier fait référence à la production de lait de vache.

stabulations, silos, digesteur de méthanisation, etc. (Figure 17). Les parcelles de grande taille sont ponctuées de bocages particulièrement présents dans les bas-fonds humides d'un paysage légèrement vallonné. Ces fonds de vallée sont souvent laissés en herbe et pâturés par les génisses et vaches taries. Dans sa partie est, le paysage témoigne de l'étalement urbain de la métropole rennaise. La production laitière est dans sa grande majorité destinée à l'agro-industrie (ici principalement Lactalis, Agrial et Sodiaal) qui s'occupe de la collecte et de la transformation du lait. De fait, la production laitière de cette petite région s'inscrit dans une économie des matières premières (*commodities*) particulièrement sensible aux fluctuations du marché. La vocation laitière de cette petite région participe d'un tissu économique particulièrement dense : vendeurs de machines, d'aliments pour le bétail, agro-industries laitières, entreprises de conseil, recherche et formation agricole, etc.

4.2 La zone Reblochon

La zone d'étude identifiée au sein de la zone de l'AOP Reblochon comprend deux grands espaces géographiques.

4.2.1 Le plateau des Bornes

Au sein de la zone d'AOP Reblochon, le plateau des Bornes est nommé par les éleveurs comme le « bas ». Ce vase plateau préalpin est délimité par le mont Salève au nord, la vallée de l'Arve à l'est, le massif des Bornes au sud et le bassin du lac d'Annecy au sud-ouest (Carte 6). Ce plateau culminant entre 600 et 800 m d'altitude est longtemps resté isolé et réputé pour la rudesse de son climat et l'importance des zones humides en bas d'un paysage très vallonné. Soumis à un climat montagnard sous influence océanique, très humide et avec de récurrents gels printaniers, le plateau des Bornes constitue un ensemble paysager très vallonné, rural et boisé (Figure 18). Les sols sont constitués sur des dépôts glaciaires (moraines) à dominante argileuse participant au caractère marécageux des nombreux fonds de vallée (Annexe 3 - Carte 19). La prédominance des prairies naturelles s'accompagne de nombreux bocages et illustre l'importance de l'élevage dans cet espace rural. Contrairement au bassin ouest rennais, les parcelles y sont de plus faible taille et la culture de céréales fourragères y est bien moins présente. Le maïs est encore bien plus sporadique dans un paysage qui restitue la composante herbagère de l'élevage laitier inséré dans les zones d'appellation fromagère Reblochon et Abondance. Dans sa partie nord-est, en se rapprochant de la vallée de l'Arve, le plateau des Bornes montre des signes d'urbanisation et d'intensification fourragère (présence plus importante de maïs fourrager, de prairies temporaires et céréales). L'essentiel des producteurs laitiers livre leur lait à des fruitières qui le transforment en Reblochon et autres fromages de reports (Abondance, Tommes, Raclette et Emmental).

4.2.2 Les massifs des Bornes et Aravis

Si le plateau des Bornes constitue pour les éleveurs le « bas », les massifs des Bornes et Aravis intègrent la zone montagneuse désignée comme le « haut ». Les massifs des Bornes et Aravis sont limités au nord par le plateau des Bornes, au sud par la chaîne des Aravis et sont séparés du massif du Chablais par la vallée de l'Arve (Carte 6). Ils sont constitués d'un ensemble de vallées orientées du nord-est au sud-ouest. La Pointe Percée au sein du massif des Aravis est le point culminant (2 750 m) de cet ensemble de moyenne montagne. Le climat montagnard sous influence continentale (plus sec que dans le plateau des Bornes, fortement exposé au gel en hiver et aux étés orageux) couvre les vallées de neige pendant une longue période hivernale. Sur des sols principalement calcaires et drainants, des pelouses différenciées de l'étage montagnard à l'étage alpin cohabitent avec de vastes espaces rocheux et quelques espaces boisés (Annexe 3 - Carte 19). Le paysage, boisé et minéral sur les versants calcaires d'ubac laisse apparaître des replats d'alpage sur les versants plus exposés aux soleils (adret) et sur substrat plus érosif (type schiste)[75] (Figure 19). Dans les fonds de vallées, les villages disposent d'importantes infrastructures pour un tourisme aussi bien hivernal (sports d'hiver) qu'estival. Les bords des fonds de vallées constituent les rares espaces exploités par une agriculture reposant essentiellement sur le pâturage et la fauche de prairies permanentes. Plus haut, les alpages sont exploités en période estivale et fondent un mode de vie pastorale où une partie de la famille monte vivre en alpage. Les stabulations entravées de petite taille et souvent attenantes au bâti domestique renseignent la présence de petites exploitations laitières où le lait est transformé à la ferme en Reblochon deux fois par jour. Ces Reblochons fermiers sont marqués par une pastille de caséine verte les distinguant des Reblochons laitiers, produits en « bas » (plateau des Bornes), vendus moins cher et identifiables par leur pastille rouge.

[75] Observation du paysage par T. Martin et échange avec J. M. Dorioz sur la géologie.

Tableau 3 : Synthèse comparative de nos 2 terrains d'étude (qui définissent 3 espaces géographiques)

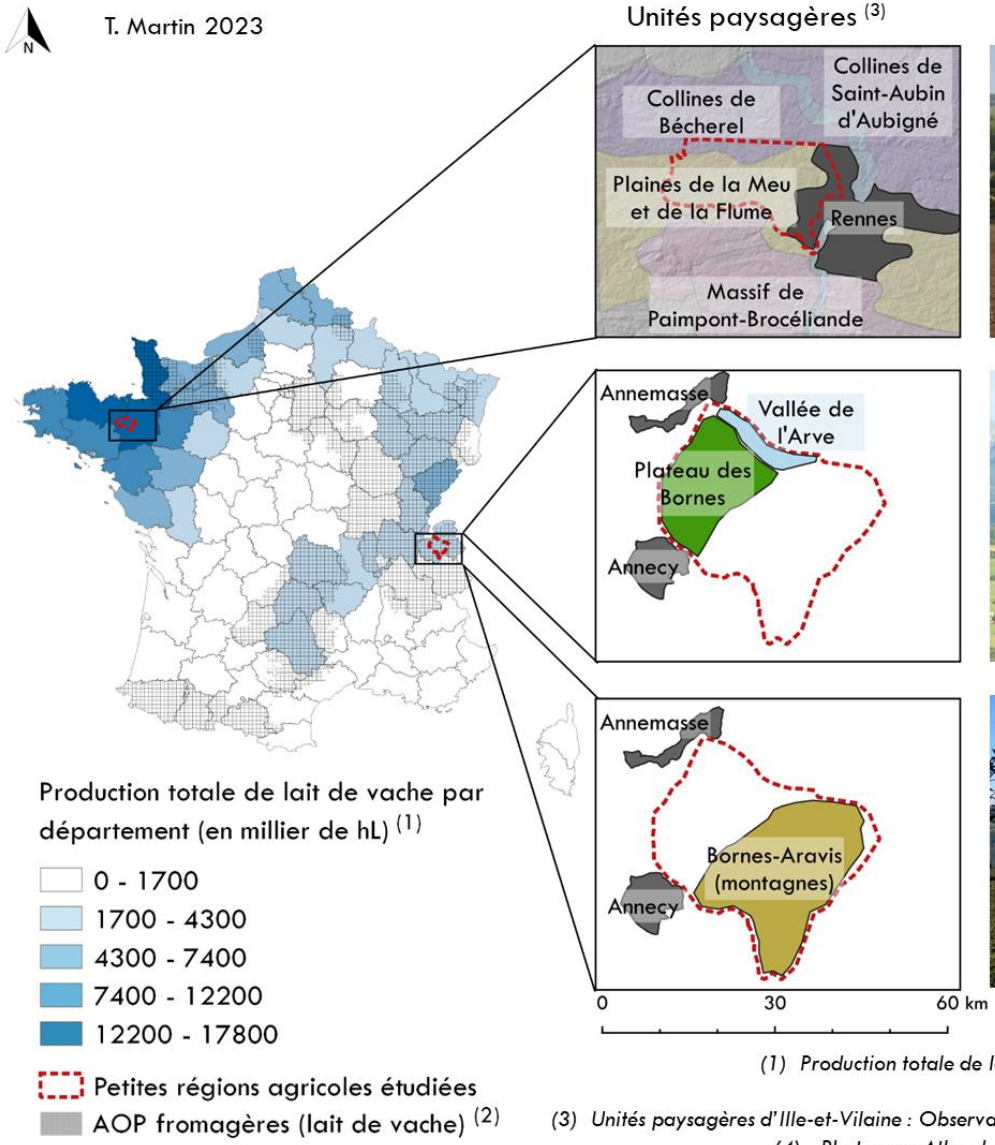
	Terrain ouest rennais (Ille-et-Vilaine)	**Terrain en zone Reblochon (Haute-Savoie)**	
Petite région agricole	Plaine du Meu et de la Flume	Le plateau des Bornes	Les massifs des Bornes et Aravis
Climat	Océanique (doux et humide)	Montagnard sous influence océanique	Montagnard sous influence continentale
Milieu biophysique	Plaine du bassin rennais	Plateau préalpin vallonné	Chaînes préalpines
Systèmes fourragers[76]	Système fourrager à base de maïs, céréales, prairies temporaires	Système fourrager à base de prairies permanentes et temporaires	Système fourrager à base de prairies permanentes et alpages
Principale race bovine	Prim'Holstein	Montbéliarde	Abondance
Aval	Agro-industrie (Lactalis, Sodiaal)	Transformation en fruitière (coopérative)	Transformation fermière
Marché – prix en 2021[77]	Marchés mondiaux 364 €/1000 L	AOP Reblochon laitier 593 €/1000 L	AOP Reblochon fermier Valorisation à 1662 €/1000 L
Robot de traite	Forte densité	Densité moyenne	Absent[78]

[76] D'après la typologie proposée par M. Marie et al. (2015) à partir du RPG de 2010. Suite à notre lecture des paysages, cette typologie s'est avérée pertinente pour comparer nos terrains.

[77] Prix payé aux producteurs par Lactalis en 2021 (source : Lactalis) / Prix payé aux producteurs livrant du lait à Reblochon en 2021 (source : La France Agricole) / Prix du kilo de Reblochon en 2021 (FranceAgriMer), sachant qu'il faut 8 litres de lait pour faire 1 kg de Reblochon, alors la valorisation du litre de lait en transformation fermière est de 1,662 €/L.

[78] À notre connaissance, seulement une exploitation située en zone de montagne est équipée d'un robot de traite au sein de l'AOP Reblochon.

Carte 6 : Nos deux terrains d'étude : trois nuances paysagères des territoires laitiers français



Photos (4)

La plaine du Meu et de la Flume

Partie occidentale du bassin rennais, la plaine du Meu et de la Flume est un ensemble paysager fortement marqué par sa vocation agricole : praires, maïs, blé, stabulations, silos, digesteur de méthanisation, etc. Les parcelles de grande taille sont ponctuées de bocages particulièrement présents dans les bas-fonds humides. Dans sa partie Est, le paysage témoigne de l'étalement urbain de la métropole rennaise.

Le plateau des Bornes

Seule unité paysagère non montagnarde de la zone d'appellation du Reblochon, le plateau des Bornes constitue un vaste plateau préalpin fortement vallonné et faiblement urbanisé. Essentiellement composé de prairies et fortement bocager, ses contours présentent de récents signes d'urbanisation (nouveaux lotissements).

Massifs des Bornes et Aravis

Composés du pays de Thônes, de la Cluzas, du Grand-Bornand, ces vallées de moyenne montagne composent un paysage dont la composante agraire est discrète. Les prairies des fonds de vallée et les replats pastoraux se démarquent des versants boisés et minéraux. En fond de vallée, la présence d'infrastructures et logements témoigne de l'importance du tourisme.

Sources :

(1) Production totale de lait pour l'année 2020 et par département - Statistique agricole annuelle (données Agreste)

(2) Données vectorisées de l'INAO

(3) Unités paysagères d'Ille-et-Vilaine : Observatoire de l'environnement en Bretagne / Unités paysagères de Haute-Savoie : T.Martin (observation des paysages)

(4) Photos : a. Atlas des paysages d'Ille-et-Vilaine / b. T. Martin / c. office du tourisme Thônes cœur des Vallées

Figure 17 : La plaine de la Meu et de la Flume : un paysage marqué par la prédominance de l'élevage (photo prise à Muel en direction du sud, au premier plan une vaste parcelle de maïs, au second plan la rivière du Meu aux bords boisés et en arrière-plan la forêt de Paimpont, délimitant notre zone d'étude dans sa partie sud).
(source : Atlas des paysages d'Ille-et-Vilaine)

Figure 18 : Le plateau des Bornes : un plateau préalpin vallonné et bocager où quelques parcelles céréalières parsèment un vaste parcellaire prairial [photo prise du Mont Salève (premier plan) délimitant la limite nord-ouest du plateau des Bornes (second plan) puis les massifs des Bornes et Aravis (troisième plan)].
(Source : T. Martin, 2021)

Figure 19 : La Clusaz : une vallée de moyenne montagne au cœur des massifs des Bornes et Aravis [photo prise de l'adret, au premier plan le hameau de la Patton, puis la commune de La Clusaz en fond de vallée (second plan) et la chaîne des Aravis (troisième plan) qui marque la limite sud notre terrain haut-savoyard].
(Source : Office de tourisme Thônes cœur des vallées)

Conclusion

Ce chapitre a restitué l'itinéraire d'une recherche constructiviste par laquelle nous avons choisi de nous intéresser aux effets de la robotisation de la traite sur de nouvelles dispositions de la division du travail. Ainsi, l'hypothèse centrale de ce travail est que la robotisation de la traite recompose fondamentalement la division du travail dans l'élevage laitier bovin. Deux terrains d'étude (le bassin ouest rennais et la zone Reblochon), regroupant trois petites régions agricoles - la plaine de la Meu et de la Flume, le plateau des Bornes et les massifs des Bornes et Aravis – ont été choisis dans une démarche comparative et géographique à même de préciser les déclinaisons territoriales de cette division du travail. Ce chapitre propose également un cadre théorique de la division du travail en agriculture. Celui-ci se veut suffisamment large pour intégrer la diversité des espaces, des temporalités et des dimensions de la division du travail. Quatre dimensions de la division du travail en agriculture sont ainsi identifiées : la division du travail dans l'exploitation agricole, la division du travail entre les exploitations, entre les exploitations et l'industrie et enfin entre les exploitations et le secteur tertiaire.

C'est donc ce découpage qui structurera l'organisation des prochains chapitres. Notre hypothèse impose une démarche diachronique afin de préciser les caractéristiques de la division du travail préalables au déploiement du robot de traite. Le chapitre suivant (Chapitre 4) sera par conséquent consacré à décrire les conditions historiques de la mise en place d'une nouvelle division du travail dans la production laitière. Nous analyserons dans le Chapitre 5 la contribution de la traite robotisée à une nouvelle division du travail dans l'exploitation agricole. Puis, le chapitre 6 restituera le travail mené pour préciser la nouvelle division du travail entre les éleveurs et entre les éleveurs et l'amont ici étudié par les concessions et franchises du machinisme de la traite.

Deuxième partie

La contribution du robot de traite à une nouvelle division du travail dans la production laitière

Chapitre 4

Trois nuances de blanc. Une analyse comparée de la modernisation dans deux petites régions laitières (1945-2020)

Introduction

Ce premier chapitre de résultats a pour intention de situer géographiquement et historiquement la robotisation, de la restituer dans un processus historique de transformation systémique de l'agriculture. Pour cela, nous étudions la trajectoire de modernisation propre à chacun de nos terrains, et la diversité des trajectoires des exploitations au sein de chacun de ces terrains (1). Cette première partie confirme que la modernisation agricole a été un processus de différenciation sociale (Bermond 2004), mais également de différenciation des espaces. Ainsi, nos deux terrains donnent à voir trois nuances de la modernisation laitière entendue ici comme des déclinaisons spatialement situées du processus de modernisation. Ensuite, nous détaillons en quoi cette modernisation peut être lue comme la mise en place d'une nouvelle division du travail (2). La place de ce chapitre dans la thèse se justifie à double titre. D'abord, il précise la construction historique d'une division du travail préalable au déploiement du robot de traite. Ce travail nous permettra donc de préciser en quoi la traite robotisée participe d'une nouvelle disposition de cette division du travail (chapitres 5 et 6). Ensuite, c'est cette histoire, celle des évolutions techniques et économiques au sein des exploitations, qui nous permettra de comprendre pourquoi et comment la robotisation de la traite a fait son apparition. Bien que le matériel utilisé et les moyens de son analyse soient précisés dans le chapitre 3, rappelons brièvement que notre analyse s'appuie sur deux diagnostics agraires (Delaunoy 2021; Lafabrie 2021)[79], 39 entretiens sur les trajectoires des

[79] Avec respectivement 35 et 47 entretiens historiques réalisés entre mars et août 2021, voir Delaunoy 2021 et Lafabrie 2021.

exploitations laitières, des documents d'archives[80], de la littérature scientifique et des données statistiques (Annexes 4, 5 et 6).

1. Trajectoires de modernisation de deux petites régions laitières

1.1 L'après-guerre : les systèmes de polyculture-élevage à la veille de la modernisation

Décrire et caractériser les exploitations agricoles présentes à la fin de la guerre est nécessaire afin de mieux comprendre les conséquences de la modernisation sur l'agriculture. Pour autant, reconstituer la diversité des systèmes de production présents avant la modernisation n'est pas chose facile. Les entretiens historiques avec des agriculteurs en activité ou retraités permettent d'accéder aux déclinaisons locales des récits de l'histoire rurale, mais ces entretiens restituent des « *représentations actualisées du passé, mêlant éléments du passé et préoccupations du présent* » (Descamps 2006, 53). C'est pourquoi nous avons croisé ces entretiens aux sources écrites des archives, à la littérature scientifique disponible et aux données statistiques afin de limiter les risques de mésinterprétation des faits et processus historiques (Chapitre 3). Cette analyse nous a permis d'identifier les grands traits structurels et fonctionnels des exploitations de cette période, et d'identifier les grands moteurs de la différenciation technique et sociale des exploitations ainsi que les principales caractéristiques de la division du travail.

1.1.1 L'après-guerre : pauvreté rurale, migration et crise de la production

Au sortir de la guerre, l'agriculture française est marquée par les tumultes de la première partie du XXe siècle que sont les deux guerres mondiales ainsi que la grande dépression des années 1930. En 1945, alors qu'un actif sur trois travaille dans l'agriculture (Bourgeois et Demotes-Mainard 2000), la France connaît un important déficit du commerce agricole extérieur (Klatzmann, 1953, p. 643). Par ailleurs, si l'agriculture occupe encore beaucoup d'actifs, la faible productivité du travail ne permet pas de nourrir le reste de la population française. En effet, les exploitations ont été fortement impactées notamment par la Seconde Guerre mondiale. Le manque de main-d'œuvre (mobilisation et déportation), la pénurie d'engrais et de carburant (réquisition), le recul de la force de traction (réquisition des chevaux), le difficile renouvellement des rares machines déjà déployées et l'érosion des cheptels sont autant d'éléments qui ont participé au recul de la production et de la productivité des facteurs de production (terre, travail, capital) (Barral 1980 ; Risse 1985). La

[80] Archives nationales de la BnF (site Tolbiac), archives départementales d'Annecy, archives des Amis du Val de Thônes (membre de l'Union des Sociétés Savantes de Savoie) et archives en ligne (voir Annexe 5).

pauvreté touche beaucoup de paysans et s'incarne autant par la faiblesse des revenus que par le faible déploiement des infrastructures modernes (accès à l'eau courante, à électricité, etc.). En conséquence, l'émigration des populations rurales est d'autant plus soutenue que les campagnes sont isolées, éloignées des villes et faiblement électrifiées et connectées à l'eau courante. C'est le cas des massifs des Bornes et Aravis en Haute-Savoie où ce dépeuplement est bien plus marqué que sur le plateau des Bornes. La forte croissance démographique des villes d'Annecy et Genève dans les années 1950 illustre ce départ des campagnes des paysans les plus pauvres.

1.1.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production

Cette partie mobilise essentiellement un raisonnement qui provient d'une lecture transversale de nos entretiens historiques, parfois croisée avec des données d'archives et de la littérature scientifique. Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, l'essentiel des exploitations agricoles de nos deux régions d'études est, au même titre que le reste de la France, marqué par une forte diversité de productions animales et végétales. Cette diversité confère une forte autonomie fonctionnelle à des d'exploitations encore peu intégrées au complexe agro-industriel. À travers les interactions entre agriculture et élevage, elles assurent par elles-mêmes la reproduction de la fertilité et la sélection des espèces. La diversité des productions et la faible mécanisation d'un travail encore essentiellement réalisé manuellement ou par traction attelée rendent ces systèmes de production très dépendants du travail humain et animal. Un quart de la population vit de l'agriculture (25,3 % d'après le recensement de 1946)[81], ce qui fait du travail le principal ressort de l'intensification des systèmes de production. Si la forte autonomie fonctionnelle est une caractéristique partagée par l'essentiel des exploitations, plusieurs facteurs de différenciation expliquent la diversité sociotechnique et les inégalités de productivité et de revenu qui en découlent.

Le premier facteur de différenciation des exploitations tient à l'accès aux facteurs de production et notamment à un foncier dont les caractéristiques agronomiques n'offrent pas les mêmes possibilités. Si l'accès aux machines ne constitue pas encore un vecteur de différenciation des exploitations, c'est dans l'accès à la traction animale et aux intrants que s'opèrent les inégalités de productivité et de revenu entre les exploitations (Goreux 1956). La force de traction est assurée par les animaux et la productivité physique du travail dépend étroitement de la disponibilité du travail animal. Au sortir de la guerre, près des trois quarts des surfaces agricoles sont destinés à nourrir des animaux, principalement de trait et dans

[81] Archive de la Bibliothèque nationale de France, Collection numérique : Bibliothèque de la statistique publique, ark:/12148/bc6p06x1hjp, Recensement général de la population du 10 mars 1946. Volume VII. Exploitations agricoles, 1950. Dans les communes rurales, la part de la population vivant de l'agriculture est de 50,1 %. En Ille-et-Vilaine, ce chiffre s'élève à 58,7 % et en Haute-Savoie 55 % de la population vit de l'agriculture d'après les critères du recensement général de la population de 1946.

une moindre mesure pour la production (viande, lait, etc.) (Salette 2006b, 412). De plus, les animaux occupent un rôle central dans le renouvellement de la fertilité en réalisant des transferts horizontaux de fertilité[82] entre différents terroirs[83]. D'une manière générale, l'organisation du finage[84] de nos deux terrains traduit cette autonomie fonctionnelle des systèmes de production ainsi que le rôle des animaux dans les flux de matières entre différents espaces. Ces finages révèlent des espaces différenciés suivant leurs caractéristiques agronomiques dont l'organisation suit le modèle romain[85] d'*hortus*, *ager*, *saltus* et *silva*. Dans le bassin rennais, les bas-fonds humides constituent des espaces non labourables et sont laissés à la pâture des bovins (*saltus*). Dans les massifs des Bornes et des Aravis, le bâti est regroupé en bas des vallées, en proximité de l'accès à l'eau et des terres labourables. À côté de la ferme, un jardin clos concentre les productions maraichères et la bassecour (*hortus*). Puis, non loin, sur les espaces les moins inclinés du fond de vallée se découpent les parcelles labourables où les céréales et pommes de terre y sont cultivées (*ager*). Les espaces plus pentus sont quant à eux fauchés pour stocker un foin nécessaire à l'alimentation des animaux en période hivernale puis pâturés avant l'arrivée de la neige. Ce *saltus* montagnard représente également une source indispensable de fertilité pour l'*ager* via le transfert des déjections animales. Enfin, les espaces trop pentus sur le flanc des vallées restent boisés et procurent aux ménages du bois d'œuvre et un combustible pour le chauffage et la cuisine (*silva*). L'accès non seulement à une surface agricole suffisante, mais également à ces différents espaces complémentaires, constitue à cette époque un facteur de différenciation sociale important. Il en découle la capacité à entretenir des animaux de trait et à renouveler la fertilité de l'*ager*. Les exploitations les moins dotées en terre ne peuvent cultiver suffisamment pour nourrir des animaux et sont par conséquent limitées dans leur capacité à travailler des terres labourables. Pour compenser la

---

[82] Le concept de **fertilité** est ici considéré non comme un absolu au sein d'une grille de lecture déterministe, mais bien comme une construction sociotechnique ancré dans un milieu : « *Elle est conçue comme la potentialité productive d'un agro-écosystème dans une société historiquement constituée et géographiquement localisée. Comme nous l'avons démontré, la fertilité comporte quatre dimensions étroitement articulées : une dimension agroécologique, une dimension économique, une dimension sociale et une dimension culturelle. La fertilité est une construction à la fois théorique et empirique qui doit être envisagée simultanément à différents niveaux d'organisation, de la parcelle au territoire et dans une perspective diachronique.* » (Gasselin et al. 2010, 11).

[83] Nous utilisons le terme **terroir** dans sa conception originelle, celle de la géographie rurale et agraire, à savoir comme une portion d'un finage caractérisée par des conditions agronomiques spécifiques résultantes d'un milieu naturel et des pratiques associées. Cette précision est nécessaire tant ce concept a évolué vers d'autres significations, souvent au service de la patrimonialisation de certains espaces et de certains produits pour faire valoir des savoir-faire spécifiques ancrés à un milieu physique (Levy et Lussault 2013, 1008).

[84] Le **finage** désigne dans la tradition géographique l'ensemble des parcelles exploitées par une communauté villageoise. Sa conception s'est plus récemment étendue au territoire d'une commune voire d'une exploitation agricole (au rythme des restructurations, les exploitations exploitent de plus en plus des terres réparties sur différentes communes) (*Finage* sur le site géoconfluence, ENS Lyon, 2017). Nous en avons ici une conception large qui cherche avant tout à retranscrire les relations entre les différents terroirs.

[85] Si cette dénomination a longtemps prévalu en histoire rurale et en géographie agraire pour retranscrire non seulement la diversité des modes de mise en valeur, mais également les relations fonctionnelles entre ces espaces, elle semble aujourd'hui assez peu utilisée par la géographie rurale malgré sa réactualisation par certains géographes ou agronomes (Poux et al. 2009; Bainville 2021).

faiblesse du revenu agricole, ces paysans doivent souvent vendre leur force de travail dans les exploitations les plus grandes. Ces dernières, mieux loties en terre peuvent nourrir assez d'animaux de trait, renouveler la fertilité de l'*ager* et ainsi dégager des excédents commercialisables tels que le blé, l'orge, le beurre ou le cidre dans le bassin rennais.

La diversité des modalités d'accès au foncier constitue un autre élément de la différenciation sociale des exploitations. D'après les données du recensement général de la population de 1946, le faire-valoir direct constitue en Haute-Savoie la première voie d'accès à la terre pour 86 % des exploitations (Figure 20). En comparaison, le faire-valoir direct ne concerne que 38 % des exploitations d'Ille-et-Vilaine, département où prévaut le fermage (61 % des exploitations). Si nos deux régions d'étude offrent ainsi un exemple contrasté de la diversité de la répartition des modes de faire-valoir sur le territoire français, cela révèle des inégalités d'accès à la propriété. Après-guerre, une part importante des terres du bassin rennais est aux mains de grands propriétaires qui divisent ce patrimoine en plusieurs exploitations louées en fermage. Si beaucoup de propriétaires possèdent moins de 5 ha, la propriété nobiliaire reste très présente. Les fermiers sont non seulement pénalisés par l'obligation de payer la rente foncière, mais pâtissent également d'un manque de garantie freinant les investissements nécessaires au développement de l'exploitation. En Haute-Savoie, le paysan propriétaire est bien plus répandu ce qui confirme les travaux sur d'autres zones de montagne et l'Est français sous influence d'un régime de propriété d'Europe Centrale (De Farcy 1951; Barral 1977). Nous verrons que la répartition de ces faire-valoir connaîtra dès les années 1960 de profondes évolutions en lien étroit avec la mise en place de politiques de transformation des régimes de propriété (voir 1.2).

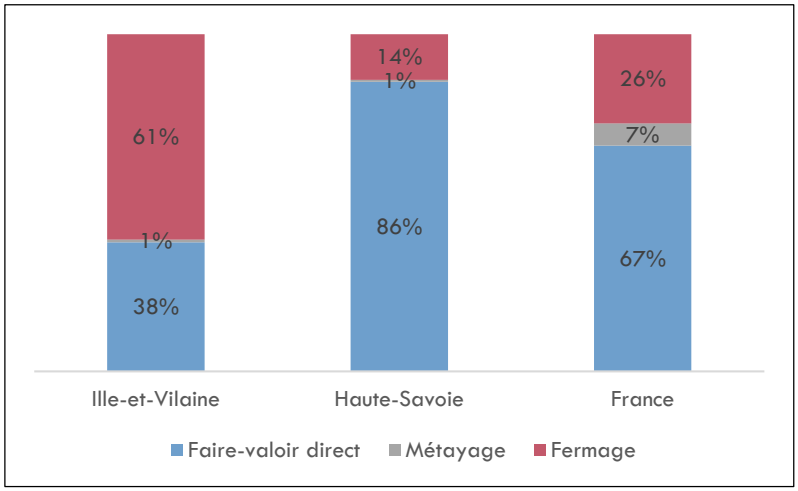


Figure 20 : Nombre d'exploitations agricoles selon le mode de faire-valoir (recensement [86] général de la population du 10 mars 1946)

[86] Archives de la Bibliothèque nationale de France - Collection numérique : Bibliothèque de la statistique publique – « *Recensement général de la population du 10 mars 1946. Volume VII. Exploitations agricoles* » - Cote ark:/12148/bc6p06x1hjp – consulté le 01/02/2023.

Un autre facteur de différenciation socio-économique des exploitations, commun à nos deux terrains, est la proximité aux aires urbaines. Les villes que sont Rennes pour notre terrain breton et Annecy ou Genève pour la Haute-Savoie ouvrent de plus vastes possibilités marchandes que les espaces ruraux. Cette proximité rend également l'accès géographique aux marchés plus facile et diminue le coût des transports. Enfin la proximité urbaine conditionne également le prix payé aux producteurs en diminuant la part prélevée par les intermédiaires qui passent de ferme en ferme.

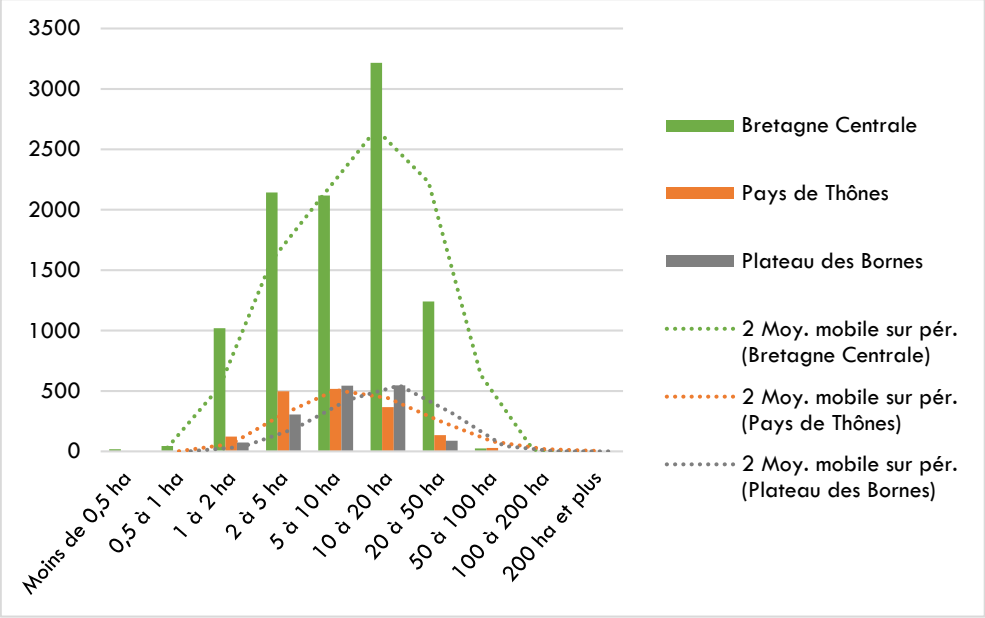


Figure 21 : Répartition des exploitations en 1955 selon la surface totale (bois non compris) pour les trois petites régions agricoles étudiées & moyennes mobiles (données du recensement agricole de 1955)

1.1.3 Haute-Savoie : transformation fermière en haut et fruitière en bas

Que ce soit en *haut* ou en *bas*[87], les exploitations de notre terrain haut-savoyard mettent en place des systèmes de production assez similaires, basés sur une forte autonomie fonctionnelle et se traduisant par une grande diversité de productions animales et végétales. Cependant, trois principaux éléments semblent les distinguer. Le premier tient à la division du travail. Alors qu'en haut, les exploitations transforment quotidiennement le lait en fromage et notamment en Reblochon, les exploitations du bas livrent le lait à des fruitières qui assurent la transformation fromagère. L'élevage de porc permet de valoriser le petit lait produit lors de la transformation fromagère. En haut, les porcs suivent la famille en alpage alors qu'en bas c'est souvent à côté des fruitières que l'on trouve les élevages porcins. Non contraints par la transformation fromagère quotidienne, les paysans du bas peuvent

[87] Le *haut* et le *bas* sont des expressions vernaculaires qui font référence aux représentations locales de l'espace. Cette *géographie du vécu* (Frémont 1968) retranscrit ici un découpage de l'espace physique qui façonne différentes pratiques agricoles : la zone de montagne correspond au *haut* et le plateau des Bornes et la vallée de l'Arve au *bas*.

consacrer plus de temps à la production fourragère et disposent donc de plus d'animaux pour la production laitière, mais aussi pour assurer la force de traction nécessaire à la mécanisation des cultures. Les surfaces fourragères, mais aussi les céréales, sont d'autant plus présentes en bas qu'en plus d'une plus grande disponibilité du travail, elles disposent de plus de terres labourables[88]. Ainsi, en 1955, 24 % des fermes du plateau des Bornes possèdent plus de 10 bovins contre 19 % dans le Pays de Thônes[89]. Les exploitations du plateau des Bornes sont également légèrement plus grandes en surface (Figure 21). Bien que cette disponibilité fourragère permette d'avoir un peu plus d'animaux en bas qu'en haut et facilite ainsi la production d'excédents et la vente du lait, cette production laitière reste limitée par un travail encore manuel notamment la traite. En 1962, 64 % des agriculteurs du département apportent moins de 20 000 l. de lait par an[90]. En montagne, le bas des vallées concentre les terres labourables destinées à la production des céréales et les prairies de fauche occupent les parties accessibles des versants. En montagne, 60 % des fermes[91] comptent entre 2 à 9 vaches[92] l'hiver, troupeau dont la taille augmente l'été avec les vaches de « location » (Annexe 3 - Figure 53). Ces vaches en location proviennent souvent du bas ou des fermiers du haut les mieux lotis en terres (entretiens). Pour les paysans du bas, le chantier de fenaison représente un travail important et la location permet de se décharger des astreintes d'élevage pendant cette période. La principale limite technique de ces exploitations montagnardes réside dans la capacité à produire du foin l'été pour nourrir les animaux l'hiver. La montée à l'estive de vaches en location l'été traduit cette variabilité saisonnière de la disponibilité fourragère pour les animaux. En haut, les vaches et la famille montent en alpage pour valoriser les grands espaces herbagers. La traite est réalisée matin et soir, souvent par l'homme aidé notamment l'été par les enfants et sa femme (ENT E2-74). La transformation du lait en beurre et Reblochon est quant à elle réalisée par la femme. Cette asymétrie dans l'accès à des prairies de fauche, mais aussi l'inégale intensité de la variabilité saisonnière de la ressource herbagère (alpage en haut) constituent donc le second élément de différenciation entre les exploitations du haut et celles du bas. Enfin, la proximité des aires urbaines

---

[88] En 1950, les terres labourables représentent 53 % de la surface totale du département brétillien contre seulement 11 % en Haute-Savoie. De même, la surface boisée couvre 7 % du département brétillien contre 27 % en Haute-Savoie. Si les données à l'échelle communales ne sont pas disponibles, il ne fait nul doute que la part de terres labourables dans la zone de montagne est bien plus basse que sur le plateau des Bornes et que la surface boisée y est plus importante (Statistiques Agricole Annuelle de 1950 – voir Annexe 3.2, Figure 54Figure 55).

[89] Recensement Général de l'Agriculture de 1955 : caractéristiques générales des exploitations - Bibliothèque nationale de France, archives en ligne, cote ark:/12148/bc6p06wcd9v.

[90] Donnée extraite des archives départementales de Haute-Savoie, cote 31 228, « L'agriculture de la Haute-Savoie placée devant d'autres facteurs économiques », période 1962-1966, consulté le 17 janvier 2023 à Annecy.

[91] Recensement Général de l'Agriculture de 1955 : caractéristiques générales des exploitations - Bibliothèque nationale de France, archives en ligne, cote ark:/12148/bc6p06wcd9v.

[92] Comme dans l'ensemble des massifs alpins septentrionaux, c'est la race abondance qui prédomine et se démarque par son aptitude laitière et sa rusticité en milieu montagnard (Mahaut 1940). L'abondance est originaire du Val d'Abondance dans le Chablais au Nord du département.

d'Annecy et Genève facilite l'accès aux marchés et la vente des excédents commercialisables tels que le lait, le cidre, le vin ou les céréales. Au contraire, pour les fermes montagnardes, l'espace marchand est souvent réduit au marché d'une vallée encore très isolée. Ainsi, bien avant la modernisation agricole des années 1960, la structure agraire du plateau des Bornes rend le processus d'accumulation (terre, équipements de mécanisation légère et cheptel) plus marqué que dans les massifs des Bornes et Aravis.

1.1.4 Bassin rennais : vente de lait, de beurre dans des systèmes intensifs en travail

Au sein de la région bretonne, le bassin rennais se distingue par la précocité de son agro-industrie laitière et par l'importance de l'orientation laitière de ses exploitations avant la modernisation laitière (Canévet 1993, 120). La ferme type du bassin rennais exploite entre 7 et 10 ha et 68 % des fermes comptent entre 2 à 9 bovins[14]. Les races du cheptel bovin proviennent de différents croisements entre les races indigènes (pie-noire et pie-rouge) et des races venues de l'extérieur[93] (Flatrès et Le Lannou 1952; Gautier 1959). L'agrandissement des troupeaux est limité par une traite encore manuelle et la faible capacité de production fourragère. Si une mécanisation légère a eu lieu précocement en Bretagne (Flatrès 1979), la force de traction est essentiellement assurée par des chevaux de race bretonne. La diversité des conditions de milieu du bassin rennais n'est pas un facteur de différenciation des exploitations aussi marqué que sur notre terrain haut-savoyard. Alors que les bas-fonds humides, longtemps engorgés et difficilement mécanisables sont laissés à la pâture des animaux et notamment des bovins, les parcelles situées plus haut dans le paysage sont généralement occupées par des cultures sarclées (betterave, choux, navette, colza fourrager et pomme de terre) (entretiens). Déjà, le bassin rennais se distingue du reste du département par l'importance des céréales dans l'assolement (*Ibid.*), notamment permis par l'importance des placages limoneux. Compte tenu d'un milieu plus favorable que le reste du Massif armoricain, cette petite région agricole s'était déjà démarquée au cours du XIXe siècle par le développement précoce des prairies artificielles puis par la betterave fourragère au cours du XXe siècle (Flatrès et Le Lannou 1952, 61). Bien que les petites exploitations dominent cette petite région agricole (Meynier 1940), céréales, prairies artificielles et cultures sarclées permettent aux éleveurs d'entretenir « *trois à quatre bêtes par ferme* [bovins] » (*Ibid.*). Alors que la production fromagère représente le principal débouché de la production laitière de notre terrain haut-savoyard, c'est la production de beurre qui constitue le principal excédent laitier commercialisé dans le bassin rennais comme dans l'essentiel de la Bretagne. Les tâches liées à la production et la transformation laitière telles que l'écrémage du lait et la fabrication du

[93] Tout au long du XIXe et jusqu'au sortir de la Seconde Guerre, le cheptel breton connaît une profonde transformation qui accompagne la révolution agricole initiée à la fin du XVIIIème et qui s'étend jusqu'au XXe siècle (utilisation des amendements calciques, défrichement des landes et expansion des cultures sarclées fourragères et des prairies artificielles). La race armoricaine va ainsi se répandre en Bretagne comme le résultat d'un croisement entre la race locale pie-rouge (ou froment) et la race britannique Durham (Flatrès et Le Lannou 1952, 60-61).

beurre sont typiquement des tâches réalisées par les femmes (entretiens). Les chantiers de fenaison et de moisson constituent un important pic de travail et mobilisent une main-d'œuvre abondante : « *Derrière [les hommes à la faux], les femmes et les enfants, équipés de fourches ou de râteaux en bois, [étalent] l'herbe en couche aussi fine que possible afin d'en faciliter le séchage. On retournait le foin coupé à plusieurs reprises, puis on le chargeait sur des charrettes et on le ramenait à la ferme, afin de l'entreposer dans des greniers bien aérés, généralement disposés juste au-dessus de l'écurie ou de l'étable, pour faciliter le remplissage des crèches (logettes, NDLR) en hiver* »[94].

1.1.5 En résumé de la situation au sortir de la guerre

Avant la modernisation agricole, les exploitations de nos terrains sont essentiellement des systèmes de polyculture et polyélevage dont la part de la production commercialisée est encore restreinte. La faible mécanisation de tâches telles que la traite se traduit par une faible productivité du travail. Les animaux de trait (chevaux et bœufs) fournissent la force de traction nécessaire à la mécanisation notamment des céréales et participent au renouvellement de la fertilité. L'inégal accès au foncier en général et aux parcelles mécanisables en particulier, mais aussi l'inégal accès à la force de traction que représente les animaux de trait, constituent les principaux facteurs de différenciation sociale et technique des exploitations. En Haute-Savoie, la zone de montagne se différencie déjà et présente des conditions moins favorables à l'accumulation foncière, en équipement et en cheptel que le plateau des Bornes et la vallée de l'Arve.

1.2 Années 1960-1984 : la modernisation laitière des plaines

À l'échelle nationale, la modernisation de l'agriculture s'est traduite dès les années 1960 par un ensemble de transformations politiques et sociotechniques dont les résultats les plus prégnants sont la chute du nombre d'actifs agricoles et l'augmentation de la production agricole (en volume et en valeur). Toutes deux résultent d'une hausse historique sans précédent de la productivité du travail et de la terre (Charroin et al. 2012). Pour autant, ces transformations ont connu des déclinaisons territoriales contrastées tant en termes de temporalité que de modalité et d'intensité. C'est pourquoi, ici, nous tâcherons de préciser les déclinaisons locales de ce processus de modernisation tout en identifiant les traits communs aux différents espaces étudiés.

1.2.1 Les politiques de modernisation de l'agriculture

Une politique volontariste au profit de profonds changements structurels

Après la guerre, la France met en place un vaste programme de reconstruction et de développement économique dont l'agriculture occupera une place stratégique. Alors que

[94] Archives maison retraite Bécherel, consulté en 2021 par Camille Delaunoy (Delaunoy 2021).

celle-ci occupe une part importante des actifs tout en contribuant au déficit commercial français, les politiques de modernisation agricole visent à en faire un secteur qui produit plus avec moins d'actifs (Klatzmann 1953). La modernisation agricole va ainsi chercher à augmenter à la fois la production du secteur agricole et la productivité du travail. Si cette politique a consisté en la mise en place d'une grande diversité d'institutions et de règles, nous souhaitons ici simplement rappeler les principales dimensions de l'action publique sur lesquelles se sont adossées les transformations techniques et sociales des exploitations laitières de nos terrains. C'est certainement les lois d'orientation agricole de 1960 et 1962 qui traduisent le mieux la volonté transformatrice de l'époque. Elles instaurent une politique de structure reposant sur le « schéma des trois agricultures » consistant à différencier les exploitations selon leur taille (petite, moyenne et grande) (Boinon 2011). Le développement de grandes exploitations devait être freiné alors que l'exploitation moyenne représentait la structure type à encourager et à soutenir. Cette « exploitation viable » est définie comme une exploitation familiale à deux UTH (Unité Travail Humain) (Rémy 2007). Quant aux petites exploitations, leur disparition devait permettre l'agrandissement des structures moyennes. Des mesures sociales de taxation[95], d'accompagnement et de requalification professionnelle incitaient le départ de ces petits agriculteurs et des indemnités viagères de départ invitaient les plus âgés à prendre leur retraite (Figure 22). À cette politique de structure s'articule une politique de prix qui garantit aux agriculteurs une certaine stabilité de revenu[96] ainsi qu'une politique de crédit mettant à disposition des agriculteurs des prêts à taux bonifiés et faisant de l'endettement le moteur des nouveaux investissements (machines, bâtiments, intrants) (Allaire 1988; Gueslin 1988). Par ailleurs, un vaste programme de recherche, d'expérimentation, de conseil et de vulgarisation technique favorise la prescription de pratiques agricoles en mesure de concourir à la compétitivité tant recherchée de l'agriculture française (Muller 1984). L'Institut national de la recherche agronomique est créé en 1946 avec pour mission de contribuer à la « *bataille de la productivité* » agricole (Cornu et al. 2023). Les instituts techniques agricoles, les Chambres d'agriculture et les organismes de

[95] La cotisation de solidarité mise en place par la loi n° 80-502 du 4 juillet 1980 vise les utilisateurs de foncier dont la surface mise en valeur se situe en dessous du « seuil » minimal de l'installation officielle en exploitant agricole (1/2 surface minimum d'installation), ce qui représente alors 100.000 travailleurs indépendants en agriculture. Cette « cotisation volontaire », mais obligatoire, n'ouvre pas droit aux prestations servies par la MSA. Ces travailleurs ne bénéficient ni de la protection sociale (assurance maladie, cotisation retraite), ni des droits reconnus aux exploitants agricoles comme le droit de vote aux élections professionnelles et à la MSA ou le droit d'être associé en CUMA (coopérative d'utilisation de matériel agricole), ni des mêmes accès au foncier et aux aides publiques que les autres agriculteurs.

[96] Plus spécifiquement, une forte régulation du marché se met en place à travers différents instruments que sont le stockage public, les aides aux exportations, les prix garantis et la protection aux frontières (taxes douanières) (Trouvé et al. 2014). L'idée est d'affranchir les agriculteurs de l'instabilité inhérente aux marchés agricoles en retirant des marchés les quantités excédentaires lors des phases de baisse des prix (stockage et exportation) et en les réinjectant lors des phases de déficit de l'offre (déstockage ou importation) (Coulomb et Delorme 1987). Ces mesures s'inscrivent dans un paradigme keynésien et fordiste qui caractérise la politique française d'après-guerre (Kroll et Pouch 2012).

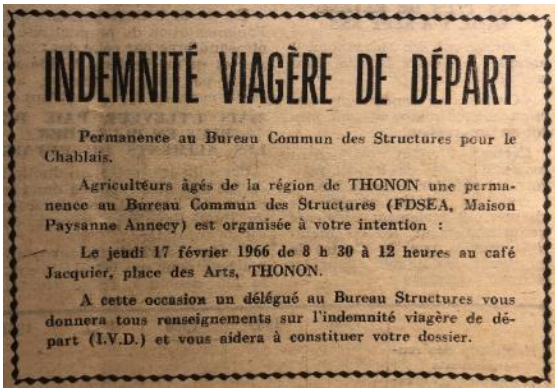
développement se posent quant à eux à l'interface entre la recherche et un monde paysan souvent jugé archaïque, routinier ou « *en retard* » (Faucher 1954; Salette 2006a; Brunier 2018; Bouvier et al. 2022). Cette politique française s'inscrit dans celle de la Communauté économique européenne (CEE) et plus particulièrement de l'organisation en marché commun que fonde le traité de Rome en 1957. Le gouvernement des questions agricoles a pris la forme d'une configuration néo-corporatiste appelée « co-gestion », c'est-à-dire d'un partage des responsabilités et des décisions entre l'État et une profession représentée historiquement par un syndicat majoritaire à prétention unitaire (FNSEA et sa branche jeune JA) (Naylor 1994)[97]. Alors que l'agriculture entre dans un régime de rationalisation des pratiques impliquant la sélection et l'exclusion d'une partie de ses membres, les pouvoirs publics s'assurent de protéger les agriculteurs de l'instabilité des marchés. En ce sens, le prix devient un opérateur important de la sélection des exploitations et de l'accumulation nécessaire à une modernisation productiviste basée sur une intensification en intrants et en capital. Pour autant ce prix est en partie régulé par l'État ce qui fait de cette politique modernisatrice un *libéralisme protégé* (Butault et al. 1984).

Cette modernisation s'accompagne également d'une profonde transformation du régime de propriété foncière. Les statuts du fermage et du métayage freinent les investissements des agriculteurs non seulement par l'instabilité foncière qu'ils engendrent, mais également par leurs implications sur le partage de la valeur ajoutée[98]. La loi sur le statut du fermage de 1946 traduit la volonté de protéger les fermiers au détriment des propriétaires afin d'encourager les investissements et la modernisation des fermes. Pourtant, ces nouvelles mesures furent assez peu appliquées et il faut attendre de nouvelles lois dans les années 1960 pour voir de profonds changements dans les modalités d'accès à la terre (Boinon 2011). Au cours des années 1960, le faire-valoir direct connaît une importante progression dans l'Ouest français (Brun 1973). La limitation du prix du fermage et donc de la rente foncière incite de nombreux propriétaires bretilliens à vendre terres et bâtiments aux exploitants pour qui l'accès à la propriété et au crédit est encouragé (Brun 1973; Bariou 1975). Typique du Nord-Ouest français, le fermage recule ainsi fortement au profit du faire-valoir direct. En Haute-Savoie, au contraire, alors que le faire-valoir direct prédominait, le fermage progresse au cours de la même période (Barral 1977, 59). Notre hypothèse est que le fort développement touristique d'après-guerre en zone de montagne a encouragé les logiques spéculatives et la rétention foncière de propriétaires en faveur du développement du fermage.

---

[97] Cette "co-gestion" a produit des politiques de promotion de l'agriculture conventionnelle, alors que le pluralisme syndical, à travers la reconnaissance officielle de syndicats minoritaires, la Coordination rurale à droite, et parfois la promotion de modèles alternatifs comme la Confédération paysanne à gauche, ont difficilement et partiellement acquis une légitimité politique (Naylor 1994).

[98] Le statut du métayage, par exemple, implique le partage de la récolte entre le métayer et le propriétaire.



INDEMNITÉ VIAGÈRE DE DÉPART

Permanence au Bureau Commun des Structures pour le Chablais.

Agriculteurs âgés de la région de THONON une permanence au Bureau Commun des Structures (FDSEA, Maison Paysanne Annecy) est organisée à votre intention :

Le jeudi 17 février 1966 de 8 h 30 à 12 heures au café Jacquier, place des Arts, THONON.

A cette occasion un délégué au Bureau Structures vous donnera tous renseignements sur l'indemnité viagère de départ (I.V.D.) et vous aidera à constituer votre dossier.

a.

PLACE AUX JEUNES !

...oui, peut-être...

...mais aussi JUSTICE POUR LES ANCIENS !

HIER

dans le même village

- LE VIEIL EXPLOITANT devait continuer à « peiner » au-delà de ses forces.
- Pendant que des « JEUNES » manquaient de terre pour pouvoir travailler et vivre de façon moderne.

AUJOURD'HUI

grâce à « L'INDEMNITE VIAGERE DE DEPART (instituée en 1963 et financée par le gouvernement)

- LE VIEIL EXPLOITANT peut véritablement profiter d'un repos bien mérité.
- Tandis que les « JEUNES » bénéficient des terres que leur cèdent ou leur louent les « Anciens ».

75.000 VIEUX EXPLOITANTS ONT OBTENU CETTE INDEMNITÉ VIAGÈRE DE DÉPART

GRACE A CELA

- 60.000 exploitants ont augmenté de moitié la surface de leur exploitation.
- 30.000 exploitations ont été transférées à des agriculteurs non encore installés.
- Près de 1.500.000 hectares sont désormais cultivés par des plus jeunes.

POUR VIVRE, LE VIEIL EXPLOITANT QUI SE RETIRE AINSI DEFINITIVEMENT, PERÇOIT :

- Sa RETRAITE VIEILLESSE AGRICOLE (et en plus pour les plus pauvres, l'ALLOCATION SUPPLEMENTAIRE).
- Ses FERMAGES, s'il loue les terres, ou les INTERETS du prix s'il les vend.
- Son INDEMNITE VIAGERE DE DEPART DU F.A.S.A.S.A. (réversible pour plus de moitié au profit de sa veuve).

De plus :

- Il peut continuer à cultiver une petite surface pour ses besoins.
- Il bénéficie, pour lui et sa famille — COMME AVANT — de l'ensemble de la PROTECTION SOCIALE AGRICOLE, en particulier des remboursements des frais médicaux, pharmaceutiques, chirurgicaux et d'hospitalisation.

Tous renseignements peuvent être obtenus auprès de : L'INSPECTEUR DEPARTEMENTAL DES LOIS SOCIALES EN AGRICULTURE

b.

Figure 22 : Campagne d'information sur l'indemnité viagère de départ – archives de la Bibliothèque Nationale de France, site de Tolbiac, consultées en décembre 2022 (à gauche : Le Paysan savoyard du 12/02/1966, Cote : GR FOL-JO-4234,– à droite : Le Cultivateur du Loiret du 19/01/1967, Cote : JO-71551)

La politique de modernisation : quelle place pour la montagne ?

La modernisation des années 1960 s'incarne ainsi par une politique volontariste que certains qualifient de néocolbertiste (Bonneuil et al. 2021, 12). Elle touche autant au régime de propriété, aux prix, à l'accès aux facteurs de production qu'à la diffusion de nouvelles institutions, règles et connaissances. Cette politique révèle également une logique géographique qui fait de certains espaces des zones prioritaires, des zones de « compétitivité » alors que d'autres espaces semblent hors du viseur de cette politique. Dès les années 1950 et surtout 1960, les pouvoirs publics concentrent l'action publique sur les grands pôles de développement économique (Villaret 1996). Ces zones sont les plus à même de profiter de l'ouverture du marché commun européen et bénéficient de la plupart des mesures de modernisation de l'appareil productif mises en place après-guerre. Il en est de même pour l'agriculture. Les grandes plaines céréalières concentrent ainsi l'attention d'une politique visant à rendre l'agriculture plus compétitive. Par conséquent, les zones dites « défavorisées »

et en particulier les zones de montagne resteront à l'écart des mesures de soutien à la modernisation des exploitations jusque dans les années 1970 et surtout 1980 où un ensemble de facteurs participent d'une prise en compte des particularités des zones de montagne (voir ci-dessous 1.3.1).

Hormis quelques grands aménagements hydroélectriques, la montagne n'est l'objet de la politique nationale de modernisation qu'à travers le développement des sports d'hiver (*Ibid.*). Celui-ci implique en effet d'importants investissements et de nombreuses infrastructures qui s'accommodent bien de l'esprit planificateur de l'époque (Hélion 2006). Sur notre terrain haut-savoyard, le téléphérique de La Clusaz est construit en 1956 et incarne le début d'une profonde transformation de l'économie de la vallée. Non seulement l'agriculture de montagne n'est pas reconnue par les lois de 1960 et 1962 pour ses spécificités et pour les contraintes qu'elle doit gérer, mais elle est soudainement mise en concurrence directe avec la plaine. Connectées par le développement du réseau routier, montagnes et plaines partagent dès lors les mêmes marchés (Bel 1978). Or, l'écart de compétitivité entre ces espaces est d'autant plus grand que la politique de modernisation contribue à le creuser en équipant les exploitations de plaine et non celles de montagne. En conséquence, le nombre d'exploitations diminue plus en montagne qu'en plaine (Bazin 1998). Face à ce constat, le milieu montagnard se mobilise à la fin des années 1960 et formalise des revendications spécifiques pour les zones de montagne. En 1968, la commission « montagne » est créée au sein de la FNSEA. Un an plus tard, l'APCA publie un rapport sur les problèmes spécifiques aux montagnes. Et en 1972, le 1er congrès des éleveurs de montagne réunit à Clermont-Ferrand un millier d'agriculteurs. Outre cette forte mobilisation des agriculteurs de montagne, plusieurs catastrophes naturelles vont contribuer à mettre en lumière les implications du délaissement de l'agriculture de montagne. En février 1970, un centre UCPA est dévasté par une avalanche qui emporte 39 personnes et quelques mois plus tard, un glissement de terrain tue 71 personnes sur le plateau d'Assy, en Haute-Savoie (Moulin 2021). Le pastoralisme apparaît dès lors essentiel aux activités de sports d'hiver puisqu'il maintient une strate herbacée suffisamment rase pour éviter les risques d'avalanche et les glissements de terrain. Deux ans après (1972), la loi pastorale est votée et propose un cadre institutionnel pour le développement d'un pastoralisme de montagne en instituant notamment les Associations Foncières Pastorales, les Groupements Pastoraux et les Conventions Pluriannuelles de Pâturage, des mesures facilitant une gestion collective et adaptée du foncier en montagne (Bossy 1985; DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes 2017). Cette loi introduit également une subvention d'aide à la mécanisation pour l'agriculture de montagne. La valorisation des prairies dans de fortes pentes oblige les éleveurs à utiliser des équipements spécifiques tels que des tracteurs capables de conserver une bonne stabilité lors des travaux de fenaison sur fortes pentes. D'autres mesures seront mises en place au cours des années 1970 telles que la Dotation aux Jeunes Agriculteurs (DJA) en 1973, subvention qui sera d'ailleurs étendue à tout le territoire en 1976 (Villaret 1996). L'intention de ces mesures est

bien d'aider l'agriculture de montagne à s'intégrer dans le modèle modernisateur dominant, celui d'une agriculture compétitive grâce à l'agrandissement, la spécialisation et la motomécanisation d'un travail dont la productivité doit croître. Elles prennent une dimension européenne au milieu des années 1970 avec notamment l'Indemnité Compensatoire de Handicaps Naturels (ICHN) et les aides aux investissements individuels. Cette montée tardive des revendications pour les zones de montagne laissera l'agriculture montagnarde à l'écart de la modernisation, et ce jusqu'aux années 1980.

FORMATION DES RURAUX AUX ACTIVITÉS DU TOURISME

Ce centre, qui a fonctionné l'année dernière à Mont-de-Lans, en Oisans, va ouvrir ses portes, cette année, dans la vallée du Grésivaudan, entre Grenoble et Chambéry, au village de vacances de Saint-Vincent-de-Mercuze. Les stagiaires de la première promotion se préparent à assumer des responsabilités dans la direction et l'animation :

Maison familiale de vacances; villages de vacances; pension de famille.

Par ailleurs, certains entreprennent la transformation de leur exploitation agricole pour accueillir les touristes.

Le centre s'adresse aux jeunes gens et jeunes filles d'origine agricole, qui désirent se préparer aux activités d'accueil touristique en milieu rural.

DEBOUCHES :

- Petite hôtellerie familiale ;
- Aménagement de gîtes ruraux, de chambres d'hôtes, de terrains de camping et caravaning;
- Emploi dans les secteurs de l'animation de villages de vacances ou maisons familiales;
- Hôtesse ou maîtresse de maison, etc.

CONDITIONS FINANCIERES :

Les stagiaires peuvent bénéficier : Soit de la Bourse de Promotion Sociale Agricole ;

Soit des avantages du F.A.S.A. S.A. :

1.2.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production

Cette partie mobilise essentiellement un raisonnement qui provient d'une lecture transversale de nos entretiens historiques. Sur nos deux terrains, cette modernisation laitière partage un contexte local marqué par le développement d'un important tissu industriel local. En Haute-Savoie, la création d'un district industriel autour du décolletage dans la vallée de l'Arve participe d'un nouveau coût d'opportunité du travail encourageant la reconversion des agriculteurs des exploitations les moins rémunératrices du travail (Gide et Houssel 1992). En zone de montagne, c'est le tourisme qui participe au développement d'une nouvelle économie de la montagne. Quant au bassin rennais, si des industries telles que l'usine Citroën de La Janais (inaugurée en 1960) vont jouer un rôle dans le maintien de la pluriactivité, le secteur industriel du bassin ouest rennais est surtout marqué par le développement d'un important tissu d'agro-industries, notamment laitières (Henry 1966; Henry 1974) et pourvoyeuses d'emplois (Canévet 1993, 240). Ces deux terrains sont également caractérisés par la croissance démographique des zones urbaines attenantes que sont Rennes (Ille-et-Vilaine) d'une part et Annecy et Genève d'autre part (Haute-Savoie).

Une modernisation montagnarde portée par le tourisme

Les transformations des systèmes de production des massifs des Bornes et Aravis doivent être comprises en lien étroit avec le développement du tourisme qui s'intensifie dès les années 1960. Trois grands types d'interactions entre agriculture et tourisme permettent de comprendre les transformations des systèmes de production :

i. La première tient aux nouvelles infrastructures et aménagements qui accompagnent le développement du tourisme hivernal (sports d'hiver) et estival. L'aménagement du réseau routier permet aux éleveurs de transporter le fumier vers certains alpages, augmentant par-là la productivité de certaines prairies naturelles d'altitude. Les nouvelles routes rendent par ailleurs possible l'achat de foin hors de la vallée. Cela facilite l'accroissement de la taille des troupeaux et l'augmentation des rendements laitiers. Cette intensification fourragère reste cependant très limitée notamment par les contraintes de la valorisation d'un milieu montagnard (enneigement l'hiver et montée en alpage l'été). Les nouvelles voies de communication permettent non seulement aux éleveurs d'acheter à l'extérieur du foin, mais aussi la paille - nécessaire aux stabulations entravées - et des céréales. La motomécanisation remplaçant peu à peu la force de traction des bœufs et des chevaux, la culture des céréales est abandonnée faute d'avoir ces animaux de trait à nourrir. De plus, les terres labourables du fond de vallée subissent une artificialisation causée par la construction des infrastructures d'un tourisme en plein essor. Ainsi, au cours des années 1970, l'essentiel des finages des massifs des Bornes et Aravis est converti en prairies permanentes, les systèmes de culture à base de céréales et prairies temporaires étant pour l'essentiel abandonnés. Le recul de ces systèmes de culture met fin à une charge de travail conséquente (labour, moisson, battage, etc.). Et si la main-d'œuvre était jadis abondante, les nouvelles opportunités d'emploi qui encouragent le départ des plus jeunes font du travail une ressource plus limitée.

ii. Le développement du tourisme offre également des perspectives d'emploi en vallée et contribue ainsi à freiner un exode rural particulièrement prégnant dans les vallées des massifs des Bornes et Aravis. La double activité des éleveurs montagnards se développe fortement et permet à la fois le maintien de petites exploitations et le soutien des premiers investissements dans la motomécanisation du travail. Le tourisme d'hiver est d'ailleurs particulièrement adapté au calendrier de travail des éleveurs. Alors que l'été, les fenaisons nécessitent une quantité importante de travailleurs, la charge de travail hivernale est moindre. Les éleveurs peuvent ainsi travailler comme saisonniers dans les stations de ski et l'hôtellerie.

iii. Enfin, agriculture et tourisme se développent dans une interaction qui touche à l'entretien des espaces exploités : « *Les pistes de ski sont souvent installées sur des alpages et ont besoin des éleveurs et de leurs vaches pour y maintenir une herbe rase limitant, une fois la neige venue, les risques d'avalanche* » (Lafabrie 2021, 60). Les ovins et caprins, qui jusqu'alors permettaient de valoriser des espaces difficilement accessibles et peu appétents pour les bovins, vont quasiment disparaître pour faire place à une spécialisation laitière bovine. Cette spécialisation est permise par la diffusion des désherbants chimiques et encouragée par la complémentarité entre la production laitière et le tourisme de montagne. La spécialisation à l'œuvre se traduit également à l'échelle du troupeau : les vêles sont vendues à des marchands de bestiaux et les génisses achetées avant l'entrée en production. Durant les années 1960 et 1970, les exploitations laitières montagnardes connaissent une spécialisation laitière et une plus grande valorisation des prairies permanentes et des alpes.

En montagne, trois innovations majeures marquent les transformations du travail des éleveurs : la motofaucheuse, la clôture électrique et les premières machines à traire (pots trayeurs). Au sortir de la guerre, la motofaucheuse remplace la faucheuse à cheval qui s'était répandue dans la zone dès les années 1920[99]. Sur le canton de Thônes, on en compte 609 en 1969 contre 394 dix ans plus tôt et en 1963, et sur la commune de Manigod, 81 exploitants sur 120 sont équipés d'une motofaucheuse[12]. La motofaucheuse permet de s'affranchir des chevaux de trait et augmente la productivité du travail des systèmes de culture là où les prairies permanentes s'imposent et les céréales tendent à disparaître. En montagne, l'électricité n'est arrivée dans les chalets d'alpage qu'à la fin des années 1970[100]. Avec elle se déploient la traite mécanique (pot trayeur) et la clôture électrique, deux éléments majeurs de l'évolution des systèmes de production montagnards. La surveillance des troupeaux occupait la famille une bonne partie de la journée et n'était possible qu'à la condition d'une main-d'œuvre familiale importante. « *Les vaches n'étaient pas parquées et il fallait les surveiller toute la journée sous un soleil ardent et parfois sous la pluie. On les sortait de 9h à midi, puis jusqu'à la seconde traite (vers 4h). À 5h, elles ressortaient jusqu'à la nuit.*[101] ». Le parcage des animaux permis par la clôture électrique facilite le travail de la famille et permet de laisser les animaux dehors la nuit. Quant aux pots trayeurs, leur nombre double entre 1965 et 1969[102] sur le canton de Thônes.

---

[99] « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992 –page 135.

[100] « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992 –page 121.

[101] Témoignage de Madame Levet dans « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992 – page 99.

[102] 16 en 1965 et 36 en 1969 d'après « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992 –page 142.

Les tracteurs restent relativement peu nombreux, car ils sont encore souvent inadaptés aux pentes des parcelles de la zone (Carte 7). La motomécanisation des exploitations montagnardes a d'abord été une mécanisation à faible puissance motrice, valorisant encore un travail relativement abondant. Cette mécanisation a accompagné l'accroissement de la production et la productivité du travail des prairies permanentes et des alpages, dans un contexte de recul du foncier disponible en vallée. Si ces innovations ont profondément changé la vie des travailleurs agricoles de la zone, la progression de la productivité du travail reste limitée et le revenu par actif souvent insuffisant. Sur cette période, la modernisation des montagnes se limite donc à une motomécanisation de premier niveau qui accompagne des systèmes encore peu rémunérateurs et dépendants d'une pluriactivité permise par le développement touristique.

Révolution fourragère et génétique

En Haute-Savoie, ce qui, en premier lieu, marque la différence dans l'évolution agraire du *bas*, c'est à la fois la plus grande disponibilité foncière et les moindres contraintes saisonnières de la production. Les exploitations du bas n'ont qu'un lieu d'exploitation puisqu'elles « n'enmontagnent » pas les vaches. De plus, le lait est apporté et transformé à la fruitière. Les contraintes journalières et saisonnières sur le calendrier de travail associé à cette plus grande disponibilité de terres labourables permettent aux éleveurs d'allouer plus de temps et de surfaces aux cultures fourragères. Le déploiement de systèmes de culture fourragère et des nouvelles techniques associées participe d'une profonde transformation des exploitations du plateau des Bornes et de la vallée de l'Arve. « *L'herbe, ça se cultive* » résume en peu de mots l'intention et les conséquences de cette révolution fourragère (Salette 2006b). De nouvelles variétés prairiales, des tracteurs, différents outils d'attelage et des engrais d'origine minérale sont ainsi employés en vue de retourner les prairies naturelles pour y implanter des « prairies améliorées ». Ces nouvelles techniques encouragent la mise en rotation des prairies avec des céréales telles que le maïs hybride. Et avec la diffusion du maïs vient celle de l'ensilage, technique de conservation par fermentation nécessitant également des équipements spécifiques (ensileuse, botteleuse, silo, etc.). Afin de valoriser ces nouveaux modes d'alimentation, la race Prim'Holstein se diffuse et se substitue aux races locales dans de nombreuses exploitations. La génétique a constitué un maillon central de cette modernisation laitière. Si la révolution fourragère a permis d'accroitre la ressource disponible pour les animaux, la diffusion des races « améliorées » a permis une meilleure valorisation de cette nouvelle alimentation. Cette diffusion a notamment été permise par le développement de la génétique et la congélation du sperme de taureau à partir des années 1960, mais aussi par la création d'un cadre institutionnel[103] à même de promouvoir la marchandisation de cette

[103] Notamment par la loi sur l'élevage de 1966 comme le dit J. Pluvinage en peu de mots : « Il s'agissait, en effet, pour l'essentiel de l'amélioration génétique du cheptel bovin laitier français. Dire "Loi sur l'Elevage" cela

ressource génétique (Labatut et Tesnière 2020; Pluvinage 1991). L'ensilage et la race Prim'Holstein ne sont pas encore des éléments interdits dans le cahier des charges du Reblochon et se diffusent de manière synchrone avec la révolution fourragère dans le bas de notre terrain haut-savoyard. D'ailleurs, à cette période, la très large majorité du lait des fruitières est destinée à la fabrication d'emmental dont la production n'est contrainte ni par une zone de production ni par un cahier des charges.

Cette révolution fourragère est également à l'œuvre dans le bassin rennais. Les cultures difficilement mécanisables sont peu à peu délaissées au profit des plus adaptées aux nouveaux itinéraires techniques qui se répandent avec les machines et les intrants. C'est notamment le cas des cultures sarclées telles que la betterave fourragère, intensive en travail et difficilement mécanisable. Elle est peu à peu écartée des rotations au même titre que le colza fourrager, le chou, la navette et la pomme de terre. Les rotations à bases de blé, maïs, orge et colza se répandent en lien avec le déploiement du machinisme et des intrants, facteurs consubstantiels d'une sélection des cultures et d'une simplification des rotations. Ainsi, bon nombre de prairies naturelles sont retournées et intègrent des rotations où les nouvelles espèces prairiales[104] rentrent en rotation avec les céréales (maïs, blé) et quelques rares oléoprotéagineuses (colza). La productivité physique du travail et le rendement fourrager par hectare progressent fortement avec la mise en œuvre de ces nouveaux systèmes de culture. Ces cultures servent à nourrir les vaches pour une production laitière qui devient la spécialité productive de cette petite région agricole. Les amendements calciques sur les sols où l'acidité limite la diffusion de ces systèmes de culture et le drainage de certaines parcelles souvent engorgées participent à une moindre différenciation des espaces cultivés et une plus grande expansion de ces nouvelles rotations. Pour autant, les bas-fonds inondables sont laissés en prairie permanente et restent dévoués au pâturage (Carte 9). Avec le déploiement du maïs hybride et l'usage de concentrés azotés, certains élevages laitiers, encore rares, arrêtent le pâturage pour une alimentation uniquement à l'auge.

Cette révolution fourragère s'est réalisée en deux temps. D'abord avec le retournement des prairies et l'implantation de prairies artificielles. Puis dans les années 1970, l'ensilage de maïs se développe en lien avec le déploiement des ensileuses automotrices. Le maïs s'intègre d'autant plus rapidement dans les rotations que le rendement en matière sèche est important, que la récolte se fait en une fois, qu'il se prête très bien à l'ensilage et qu'il présente une valeur énergétique élevée (Béranger 1998). En conséquence, avec la diffusion de l'ensilage de maïs s'accroissent les achats de « correcteurs azotés » que représentent les tourteaux de soja et colza. Si le maïs incarne le second acte de la révolution fourragère, il se diffuse non dans une relation concurrentielle avec les prairies artificielles, mais plutôt en lien

permettait seulement de mieux passer au Parlement que si l'on avait annoncé "Loi sur le sperme des taureaux". » (Pluvinage 1991, 35).

[104] Exemples : gras d'Italie, ray gras anglais, trèfle blanc.

étroit. Non seulement ils occupent les mêmes rotations, mais le développement du matériel et la maitrise technique de l'ensilage qui ont accompagné l'arrivée du maïs contribuent au développement de l'ensilage d'herbe.

Figure 23 : Deux déclinaisons de la modernisation laitière dans les années 1960 et 1970 : révolution fourragère en plaine et expansion des prairies permanentes en montagne – archives de la Bibliothèque Nationale de France, site de Tolbiac, consultées en décembre 2022 (à gauche : Le Paysan Breton du 5/01/1963, Cote : FOL-JO-3460 ; à droite : Le Paysan savoyard du 10/05/1958, Cote : GR FOL-JO-4234)

Facteurs de différenciation et de sélection des exploitations

La diversité des cultures et des animaux qui composaient les exploitations au lendemain de la guerre disparaît peu à peu au cours des décennies 1960 et 1970 et laisse place à une spécialisation laitière sur nos deux terrains. Les vignes, pommiers et autres vergers ainsi que les cultures légumières sont abandonnés. Si la production porcine est longtemps allée de pair avec la valorisation du petit lait de la production laitière, ces transformations techniques s'accompagnent d'une spécialisation des systèmes de production et donc d'une dissociation entre élevage porcin et élevage laitier. Cette spécialisation est encouragée par l'agrandissement des ateliers, logique consubstantielle des dynamiques d'endettement, et par la croissance des coûts de production. Mais elle est aussi le résultat de la mise en place d'une division sectorielle du travail : le lait est entièrement collecté par l'agro-industrie laitière. Sans transformation laitière, l'exploitation ne produit plus le petit lait qui nourrissait jadis les porcs.

Sur le plateau des Bornes et dans le bassin rennais, la dynamique d'agrandissement fait de l'accès au foncier le principal opérateur de la sélection des exploitations. Prenant pour exemple le bassin rennais, voyons maintenant la trajectoire de quatre types d'exploitations laitières (Delaunoy 2021):

i. Les petites exploitations (3-5 vaches laitières [VL] et 2-5 ha, 2 doubles actifs) ont difficilement accès aux emprunts, peinent à s'agrandir et sont contraintes de compléter la faiblesse du revenu agricole par une autre activité économique. Le couple d'actifs continue la traite à la main ou parfois au pot trayeur jusqu'à la retraite. Trop petite et peu équipée, l'exploitation n'est

souvent pas transmise et la surface libérée contribuera à l'agrandissement d'exploitations plus viables.

ii. D'autres exploitations, plus grandes (5-15 VL, 5-10 ha) voient leur développement limité par un accès essentiellement à des parcelles de bas-fonds. Difficilement mécanisables, elles sont laissées en herbe et destinées au pâturage. De fait, l'augmentation de la production laitière est limitée par la faible production fourragère et oblige parfois à acheter des fourrages à l'extérieur. Le revenu agricole et l'accès aux investissements restent en conséquence limités et les productions autoconsommées perdurent (cochons, légumes, etc.).

iii. Les premières exploitations à opérer une spécialisation laitière sont dotées de suffisamment de terres labourables pour produire le foin et les céréales nécessaires à l'alimentation d'un troupeau laitier plus conséquent (15-20 VL, 15-20 ha). La vente du lait, mais aussi des excédents tels que le blé, permet aux éleveurs de dégager suffisamment de revenus pour assurer les investissements dans de nouveaux bâtiments d'élevage et dans les machines destinées à la mécanisation des cultures et de la traite.

iv. Enfin les exploitations les mieux loties en terres (15-25 VL, 10-15 truies, 15-25 ha) développent en plus d'une production laitière importante, un atelier porcin nourri en partie avec l'orge, le blé et le colza produits sur l'exploitation. Le revenu provenant de la production laitière est complété par la vente d'environ 250 porcelets chaque année à la coopérative.

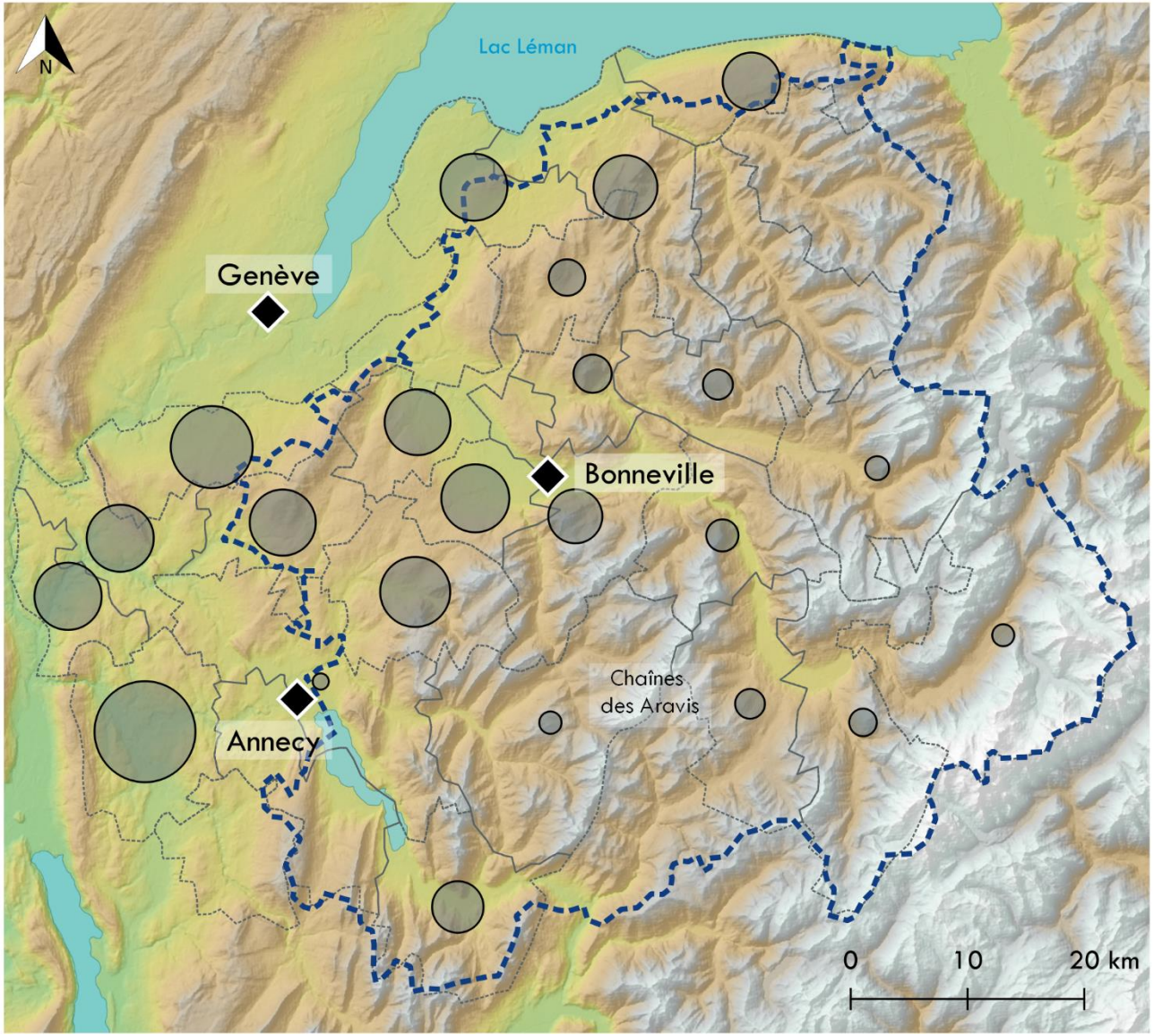
Si pour les deux premiers types d'exploitation le travail reste relativement peu motomécanisé, les revenus des deux derniers leur permettent de s'équiper des nouveaux outils de motomécanisation (tracteur, moissonneuse-lieuse, ensileuse) et de mécaniser la traite au moyen des pots trayeurs (posés ou suspendus) puis des premiers lactoducs[105]. Encouragée par les indemnités viagères de départ, la plupart des petites exploitations disparaissent rapidement au profit de l'agrandissement de celles en capacité de s'équiper. D'autres se maintiennent jusqu'à la retraite en combinant à cette activité agricole un revenu provenant de l'industrie en pleine expansion. C'est le cas des ouvriers paysans du bassin rennais qui travaillent à l'usine Citroën de La Janais au sud de Rennes. Dans les massifs des Bornes et Aravis, les paysans des plus petites exploitations ont massivement quitté la montagne pour occuper des emplois d'ouvriers dans l'industrie du décolletage en plein essor. Ainsi, le développement du tourisme à partir des années 1960 freine cette dynamique d'exode

[105] Sur nos terrains, le pot trayeur constitue la première forme de mécanisation de la traite. Le lait est aspiré par des gobelets trayeurs branchés à l'animal et collecté dans un pot posé qu'il faut déplacer d'une vache à l'autre. Ce pot est ensuite souvent suspendu pour éviter les coups des animaux et diminuer la longueur des tuyaux. Par la suite, le pot disparaitra pour faire place au lactoduc, un système de canalisation qui permet le transfert du lait vers le récipient de stockage (un tank à lait par exemple).

et stabilise les exploitations restantes en leur fournissant les revenus d'une double activité saisonnière.

1.2.3 Diversité spatiale et temporelle de la modernisation

La modernisation agricole a produit de grandes disparités de développement agricole entre les différentes régions agricoles. Ces inégalités régionales sont le fruit d'un double processus : la spécialisation régionale de l'agriculture et l'hétérogénéité des gains de productivités du travail et de la terre entre les différents secteurs de production. Elle est encouragée par une politique de modernisation qui oriente les ressources vers les espaces de compétitivité et vers certains secteurs plus que d'autres. Après deux décennies de diffusion du modèle modernisateur, les disparités régionales sont d'ailleurs plus marquées en agriculture que dans les autres secteurs économiques (Bonnieux 1982). Et les gains de productivité du travail sont très hétérogènes en fonction des secteurs agricoles. Les productions végétales ont connu une progression deux fois plus rapide que les productions animales (Bourgeois et Demotes-Mainard 2000). Concernant l'élevage, les productions bovines (lait et viande) n'ont progressé « que » de 50 % entre 1960 et 1980 alors que la production de viandes blanches a été multipliée par trois (*Ibid.*). Cette asymétrie révèle autant des gains de productivité du travail plus ou moins importants en fonction des productions, mais aussi un recul de l'élevage et une forte progression des grandes cultures. L'important recul de la jachère durant cette période a principalement profité aux grandes cultures et notamment aux céréales (*Ibid.*). L'écart, notamment en termes de productivité du travail, s'est ainsi creusé entre les grandes régions céréalières et les régions restées à l'écart de la modernisation telles que les zones de montagne. Cette disparité spatiale de la modernisation se retrouve également entre les diverses régions d'élevage. La Bretagne a ainsi constitué le cœur géographique de la modernisation de l'élevage et une part importante des ressources y a été allouée comme l'illustrent les données sur le nombre de bâtiments d'élevage subventionné par région (Delamarre 1976). Au contraire, nous avons vu que la politique de modernisation a tardé à reconnaître et intégrer les zones de montagne pour leurs spécificités. La diffusion de la motomécanisation s'inscrit également dans la logique de sélection des espaces de production opérée par les politiques modernistes. Les données collectées dans les archives départementales de Haute-Savoie sur le nombre de tracteurs immatriculés avant 1962 révèlent la spatialité de ce processus (Carte 7). Si la décennie 1960 correspond aux prémices du déploiement de motomécanisation du travail agricole, cette dernière a d'abord concerné le bas du département, c'est-à-dire le plateau des Bornes, l'entrée de la vallée de l'Arve et quelques zones de piémont. Il faut attendre la fin des années 1970 et les années 1980 pour voir des tracteurs adaptés aux spécificités de la montagne arriver dans les vallées. Ce processus de diffusion du tracteur en Haute-Savoie et les transformations systémiques qui lui sont consubstantielles révèlent la tardive déclinaison montagnarde d'une politique de modernisation laitière.



Légende

Nombre de tracteurs immatriculés avant 1962 (1)

818
500
200
100
50

Altitudes (2)

300 m
500 m
750 m
1200 m
1800 m
2400 m
3500 m

Découpage cantonal de Haute-Savoie en 1955 (3)

Aire de l'AOC reblochon en 1958

Sources

(1) Archives départementales de Haute-Savoie, cote 31 228, "Situation économique de l'agriculture du département et résultats des comptabilités (centre de comptabilité et d'économie rurale de Haute-Savoie – Maison Paysanne, Annecy)", période 1962-1966, consultées le 17 janvier 2023 à Annecy.
(2) Modèle numérique de terrain 75m (IGN - 2018).
(3) Découpage cantonal de 1955, source des données vectorielles : Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes - LARHRA UMR 5190 - 2011.

Interprétation

Il faudrait idéalement ramener le nombre de tracteurs à la SAU de chaque canton. Malheureusement nous n'avons pu obtenir ces données à l'échelon du découpage cantonal de 1955. Pour autant, la différence de tractorisation entre d'un côté les espaces montagnards et de l'autre les zones préalpines ainsi que la vallée de l'Arve est suffisamment importante pour soutenir l'idée d'une motomécanisation plus tardive en montagne.

Martin T. 2023

Carte 7 : Diffusion du tracteur en Haute-Savoie avant 1962

1.2.4 En résumé de la période 1960-1984

Cette première période de la modernisation laitière se traduit par le déploiement de la révolution fourragère dans les zones de plaine. Celle-ci concerne aussi bien le bassin rennais que le bas de notre terrain haut-savoyard et s'accompagne d'une accélération de l'agrandissement des exploitations et de leur spécialisation. L'importance de la double activité ainsi que le maintien de systèmes de production diversifiés traduisent l'adaptation des exploitations les moins bien loties à un processus sélectif. Cette révolution fourragère s'arrête aux portes des montagnes. Dans les massifs, la modernisation se limite à une motomécanisation de premier niveau qui accompagne des systèmes de production encore peu rémunérateurs et dépendants d'une pluriactivité permise par le développement touristique.

1.3 **1984 - 2003 : crise du régime fordiste et essor de la qualité**

1.3.1 Crise de la régulation du secteur laitier et développement de l'agriculture de montagne

La politique de modernisation a si bien atteint ses objectifs - augmenter à la fois la production et la productivité du travail - que l'agriculture européenne rentre, dès la fin des années 1970, dans une crise de surproduction. En particulier, la production laitière européenne croît à un rythme supérieur à celui de la demande intérieure et dès la fin des années 1970, l'exportation devient le principal débouché du secteur. Ainsi, « *La part de la CEE*[106] *dans les exportations mondiales est passée, entre 1976 et 1981, de 25 à 60 % pour le beurre, de 20 à 50 % pour la poudre de lait et de 40 à 60 % pour le fromage.* » (Butault et al. 1984, 64). Mais au cours des années 1980, la chute des cours internationaux du lait rend les mécanismes de soutien aux exportations trop onéreux[107] (Trouvé et al. 2014). La différence entre le prix garanti aux agriculteurs et le prix de vente sur les marchés mondiaux coûte de plus en plus cher aux États membres. De plus, dans un contexte de négociation pour la libéralisation des échanges, ces instruments de régulation sont pointés du doigt par les grands pays exportateurs agricoles[108]. Cette convergence entre problèmes budgétaires et crise des débouchés oblige à revoir le modèle de régulation. Mais ces crises de surproduction laitière

---

[106] La Communauté économique européenne (CEE) est fondée en 1957 par l'organisation d'un marché commun.

[107] Les instruments de l'organisation commune de marché du lait (OCM) consistent à protéger les producteurs au moyen d'un prix minimum garanti. Pour cela, les États compensent la différence entre les cours mondiaux et ce prix garanti au moyen d'un fonds de soutien. Mais la baisse tendancielle des cours internationaux du lait s'accompagne mécaniquement d'une hausse du coût de cette intervention. Coulomb et Delorme (1987) ont particulièrement bien renseigné l'émergence de la crise agricole au cours des années 1980, autant économique que politique.

[108] L'ouverture de l'agriculture et des services aux échanges internationaux est un des trois objectifs de l'Uruguay Round, cycle de négociation sur le commerce mondial lancé en 1986 à Punta del Este (Uruguay) (voir notamment Legras 1993).

ne sont pas nouvelles et ces « *excédents structurels* » sont même inhérents à l'organisation en marché commun (*Ibid.*). Dans les années 1970, un tiers des dépenses de la PAC relève du secteur laitier et notamment de la gestion des excédents (Chatellier 2015). Face à cette crise de la régulation des marchés de produits laitiers, plusieurs mesures sont décidées afin de limiter le problème budgétaire de la politique d'intervention. En 1977, la taxe de coresponsabilité laitière est mise en place, mais cette mesure a des effets très limités sur l'offre (Chatellier 2015). Puis en 1984, une « *discipline budgétaire* » est décidée au niveau européen afin de limiter le problème du coût de la politique d'intervention sur le marché du lait. Elle s'accompagne de la mise en place des quotas laitiers comme instrument de contrôle de l'offre (Butault et al. 1984; Coulomb et Delorme 1987). Cette régulation par quotas marque un tournant non seulement pour les marchés laitiers, mais aussi pour les dynamiques structurelles des exploitations laitières. Elle constitue ainsi une nouvelle période du processus de modernisation laitière. La politique de quotas laisse aux États membres une certaine marge de manœuvre quant aux modalités de sa mise en place. La France choisit une gestion de ces quotas à l'échelon départemental ce qui contribue au maintien de la production laitière dans les espaces défavorisés tels que les zones de montagne. Par ce choix de gestion des quotas laitiers, la France marque un coup d'arrêt à la dynamique de concentration géographique de la production laitière fortement prégnante depuis les années 1960 (Chatellier et al. 2006). Ainsi, de l'instauration des quotas laitiers (1984) jusqu'aux années 2000, le Grand-Ouest laitier (Basse-Normandie, Bretagne et Pays-de-la-Loire) n'a pas augmenté sa contribution à la production laitière nationale (Chatellier 2015). Cette modalité de gestion limite en effet la concurrence entre territoires et favorise ainsi le maintien de la production laitière en zone de montagne (Dervillé et Allaire 2014) : « *Sur la période 1984-2000, les livraisons augmenteront de 1,7 % dans les départements de montagne*[109] *alors qu'elles diminueront de 12,9 % hors montagne et jusqu'à -15 % en Bretagne ou en Pays de la Loire.* » (Dervillé et al., 2012, p. 6). Cette politique de contrôle de l'offre met également en place des primes à la cessation de l'activité laitière destinée aux plus âgés et une prime conversion[110].

Entre 1975 et 1985, les mesures spécifiques pour l'agriculture de montagne prennent une dimension européenne et se voient ainsi renforcées (Villaret 1996). Généralisée au niveau européen en 1975, l'ICHN représente la mesure la plus substantielle de cette politique de la montagne en compensant l'importante différence des coûts de production entre ces *zones*

---

[109] Note des auteurs : « *Sont considérés comme départements de montagne, les départements où la production laitière de montagne en 2000 représente plus de 20 % de la référence du département (Source : France Agrimer et Observatoire du développement rural)* ».

[110] Décret n°84-481 du 21 juin 1984 concernant l'octroi de primes aux producteurs qui s'engagent à abandonner définitivement la production laitière – consulté le 14/02/2023 sur Légifrance : « *Article 2 : Les producteurs, nés avant le 1er juin 1919 ou percevant un avantage de vieillesse, peuvent bénéficier d'une prime unique de cessation de vente ou de livraison de lait ou de produits laitiers. Il en est de même des producteurs nés entre le 1er juin 1919 et le 31 août 1929 qui ne bénéficient pas des dispositions du titre II du présent décret.* ».

défavorisées et la plaine. En France, la *loi montagne* est votée en 1985 et constitue une reconnaissance de la nécessité d'un modèle de développement spécifique vis-à-vis d'un modèle modernisateur qui l'a jusqu'alors exclu. Elle s'attache à « *mettre en œuvre une politique agricole différenciée favorisant l'élevage et l'économie laitière dans les secteurs qui n'ont pas de possibilité de productions alternatives* »[111]. De plus, l'économie agricole en général et la production laitière en particulier rentrent en partie dans une économie de la qualité au cours des années 1980 (Allaire et Boyer 1995). Soutenue par des politiques de la qualité, cette transformation – parfois appelée « tournant de la qualité » - traduit autant la crise d'un modèle modernisateur basé sur une production standardisée et à bas prix que le changement des modes de consommation qui a suivi la hausse des niveaux de vie (Dervillé et al. 2012). Certains auteurs interprètent ces changements comme la crise du régime d'accumulation fordiste[112] (Allaire 2002; Dervillé et al. 2012). Par ailleurs, si les réformes de la PAC des années 1990[113] consistent en la suppression progressive des instruments de régulation des prix agricoles[114], la production laitière restera quant à elle fortement régulée jusqu'au cours des années 2000 (Trouvé et Kroll 2013, 115). C'est dans ce contexte de vaste réorganisation institutionnelle et politique que les exploitations laitières de nos deux terrains connaissent des trajectoires très différentes. Si jusqu'alors les politiques de la montagne et de la qualité n'ont pu empêcher la concentration de la production dans le Grand-Ouest et le déclin de l'agriculture de montagne, cette période constitue un profond changement structurel en faveur des zones de montagne (Dervillé et al. 2012, 6). En effet, la politique française en matière de quotas, mais aussi les différentes aides du second pilier (ICHN, prime herbagère, etc.) se sont avérées favorables à la production laitière dans les zones de montagne. En conséquence, les décennies 1980 et 1990 représentent la période d'essor de la production de Reblochon en Haute-Savoie. En Ille-et-Vilaine, la hausse soutenue de la production laitière connaît un net ralentissement laissant place, soit à une intensification et un agrandissement des exploitations

---

[111] Loi n° 85-30 du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne – consultée le 13/02/2023 sur legifrance.gouv.

[112] « Les problèmes de surproduction des années 1980 traduisent l'entrée en crise du régime d'accumulation fordiste qui reposait sur l'écoulement de produits standardisés à bas prix à destination de consommateurs urbains, dont le mode de consommation se transforme avec la hausse du niveau de vie. Alors que durant les 30 glorieuses les gains de productivité et l'accroissement des volumes mis en marché permettaient de générer de la valeur ; dans un contexte de saturation de la demande, c'est la différentiation des produits et des services qui devient source de valeur (Allaire, 2002). Les marchés alimentaires se transforment, prennent un tournant qualitatif (Allaire et Boyer, 1995). La qualification des biens peut porter sur les caractéristiques intrinsèques mesurables du produit ou, ce qui est plus novateur, sur les valeurs qui lui sont attachées. » (Dervillé et al. 2012, 7).

[113] 1992, 1999, 2003.

[114] Dans les années 1990, la PAC se transforme dans deux directions : la libéralisation des marchés et la montée du développement durable. En 1992, la baisse des prix garantis aux agriculteurs est compensée par l'apparition d'aides directement versées au producteur en fonction de la surface et d'un rendement de référence (1er pilier de la PAC), ce qui reste une incitation significative à la production (malgré les rendements de référence). En 1999, poussé par les critiques dénonçant les impacts de l'agriculture sur l'environnement, le « second pilier » de la PAC est créé et « *regroupe des mesures socio-structurelles, agro-environnementales et de développement rural* » (Lataste et al. 2012, 329).

laitières spécialisées, soit à une diversification des productions (aviculture, porcs ou taurillons).

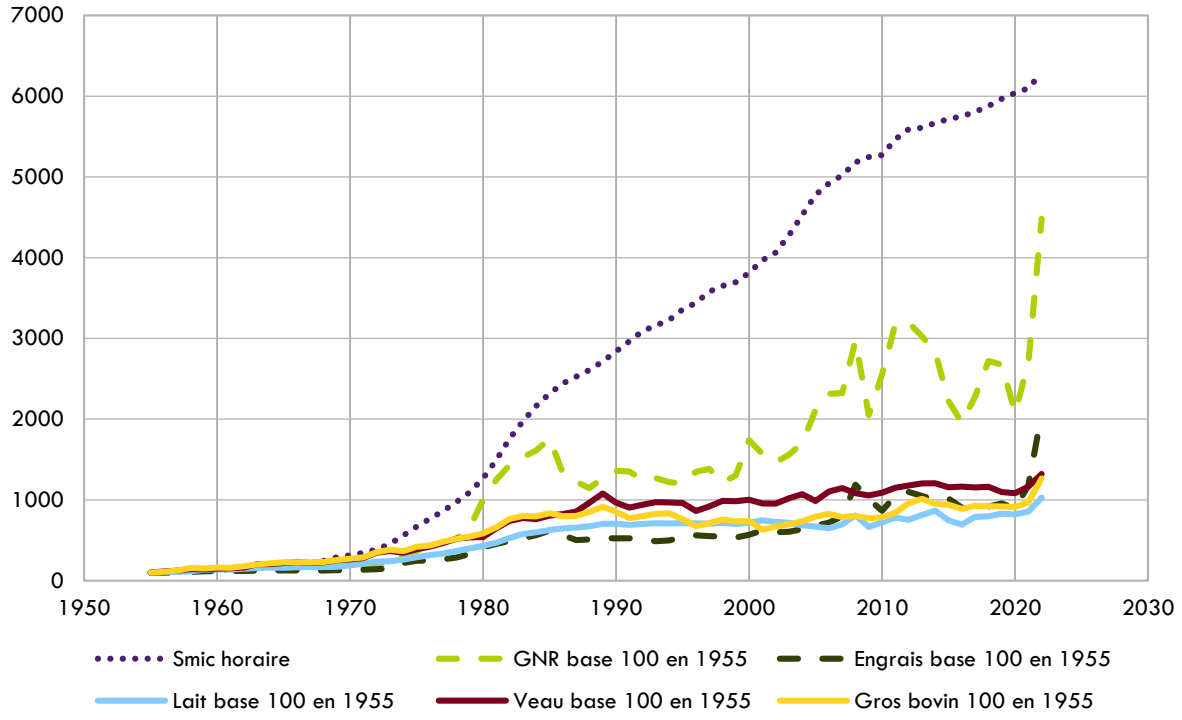
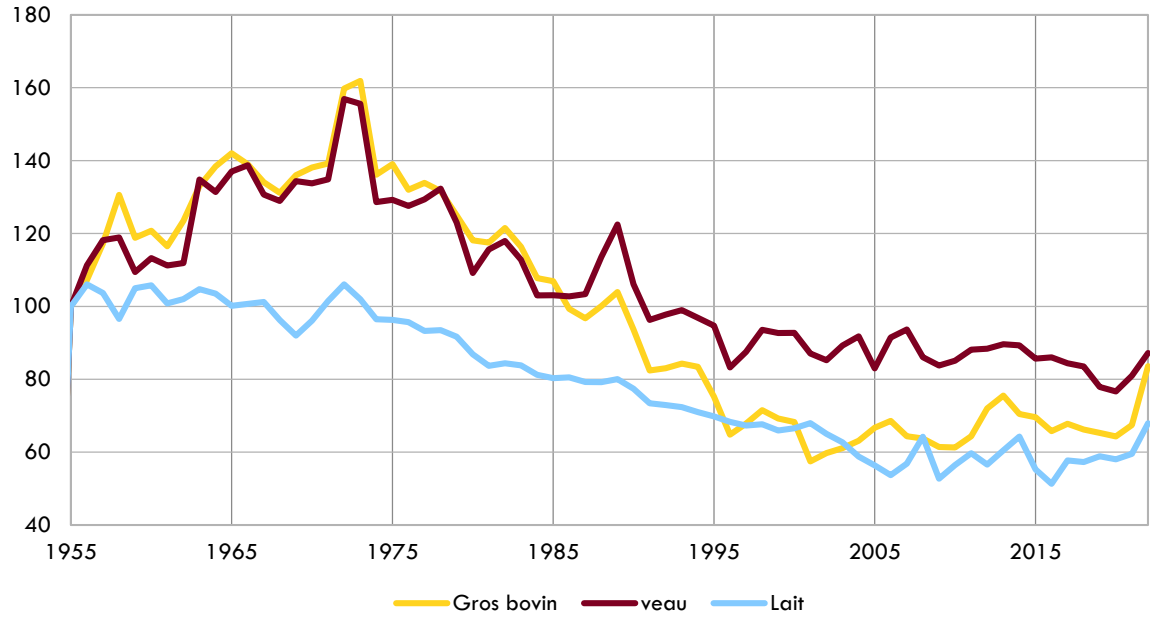


Figure 24 : Evolution de l'indice des prix (base 100 en 1955) des principaux produits des exploitations laitières (lait, veaux, gros bovins), des principales consommations intermédiaires (GNR[115], engrais) et du salaire minimum (Smic horaire) – (source : série IPAP de 1955 à 1988 puis IPPAP, Insee)



[115] Gazole non routier

Figure 25 : Evolution de l'indice des prix des principaux produits des exploitations laitières (base 100 en 1955) déflatés par l'indice des prix à la consommation (source : Insee)

1.3.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production

Le bassin rennais : s'agrandir, se diversifier ou disparaître

Cette partie mobilise essentiellement un raisonnement qui provient d'une lecture transversale de nos entretiens historiques. Sur notre terrain bretillien, la mise en place des quotas vient ralentir la dynamique d'accroissement de la production à l'échelle régionale. Jusqu'alors, les exploitations laitières réussissaient à maintenir leur revenu au moyen d'une croissance des volumes produits. Avec les quotas laitiers, cette croissance des volumes est conditionnée par l'octroi de nouveaux quotas. Dans ce nouveau contexte, trois types de trajectoires traduisant des accès différenciés aux quotas, au foncier et au capital se distinguent à la fin des années 1980 :

i. Encouragé par les primes de cessation, un nombre important d'exploitants, notamment âgés cessent leur activité. Ces exploitations sont souvent de petite taille et plus faiblement équipées, ayant évité d'investir faute de repreneur à l'horizon.

ii. Faute d'accès suffisant au foncier ou au capital, d'autres éleveurs laitiers diversifient leur système de production pour maintenir leur revenu agricole. Ces exploitations sont typiquement celles disposant de *seulement* 80 000 l à 100 000 l de quotas par actif. Les années 1980-90 voient ainsi l'émergence de nombreux ateliers d'élevage en diversification d'une production laitière insuffisante pour maintenir le revenu agricole : aviculture (poulets de chair, canards), taurillons, porcs.

iii. Enfin, les exploitations « prioritaires » au regard des nouveaux instruments de régulation, se voient affecter les quotas des sortants. Ces exploitations sont souvent des jeunes ayant réalisé d'importants investissements (Butault et al. 1984, 69). Leur agrandissement se traduit autant en taille du cheptel qu'en surface agricole utilisée compte tenu du rattachement des quotas au foncier[116]. Cette dynamique d'agrandissement est également rendue possible par un ensemble de transformations techniques et matérielles, lesquelles permettent d'importants gains de productivité du travail.

[116] Un producteur ne peut vendre sa référence laitière (ou quotas de droits à produire) sans vendre le foncier agricole. Voir notamment le guide rédigé par Christian Bernadat, responsable de la mise en place des quotas laitiers en France à l'ONILAIT (Office national interprofessionnel du lait et des produits laitiers) (Bernadat 2017).

Les années 1980, mais surtout 1990 sont en effet celles de la mise aux normes des bâtiments d'élevage. La construction des stabulations libres s'accompagne souvent de l'installation des premières salles de traite, le tout rendu possible par un agrandissement important des exploitations. En effet, cette période est marquée par une accélération de la restructuration des exploitations laitières (chute de l'effectif et agrandissement des restants)[117]. L'arrivée des stabulations libres facilite la distribution d'une alimentation qui repose de plus en plus sur un maïs ensilé qui incarne une intensification en intrant par vache (moyen) et en volume par vache (résultat). Les céréales telles que le blé restent dans les rotations, souvent après un maïs et avant une prairie implantée pour plus ou moins cinq ans. Mais le blé recule fortement dans l'alimentation des bovins et contribue plutôt à une diversification d'un revenu agricole que la production laitière peine à maintenir. Car si les quotas ont permis une relative stabilisation des prix du lait, le prix des consommations intermédiaires et leur usage n'ont cessé de croître avec pour conséquence une baisse de la marge des éleveurs par litre produit (Figure 24 Figure 25). Le rendement laitier par vache devient de plus en plus lié à la part du maïs dans l'alimentation et donc dans l'assolement. En conséquence, les plantes sarclées disparaissent totalement des rotations et la durée d'implantation des praires diminue afin d'augmenter la sole de maïs dans la rotation. Les prairies temporaires perdurent dans les rotations et contribuent, avec le maïs, à limiter la dépendance des exploitations de l'achat des fourrages. Car si le secteur laitier reste fortement régulé et à l'abri de la volatilité des marchés, les autres marchés agricoles connaissent au cours des années 1990 un démantèlement des instruments de régulation des prix (Trouvé et Kroll 2013). Consubstantiel de l'essor du maïs ensilé, l'achat de concentrés azotés soumet les exploitations bretilliennes à la volatilité des cours du soja et du colza.

Si la concentration de la production laitière française dans le Grand-Ouest est freinée par l'instauration des quotas laitiers, la diversification des exploitations du bassin rennais se fera sur d'autres productions animales (aviculture, taurillons, porcs). En conséquence, cette petite région agricole connaît une concentration spatiale de l'élevage qui accentue les dégâts environnementaux tels que l'eutrophisation due à l'accumulation d'azote, elle-même conséquente à une révolution fourragère basée sur une division du travail d'alimentation des animaux (céréales en Bretagne et concentrés azotés sur les fronts agricoles amazonien, en Argentine et aux États-Unis). En réaction plusieurs mesures agro-environnementales sont mises en place telle que la directive nitrate en 1991. En 1994, toute la région Bretagne est classée en zone vulnérable aux nitrates et les agriculteurs sont contraints dans les volumes épandus par unité de surface ainsi que dans les périodes d'épandage (Agence de l'eau Loire-Bretagne 2017). Cette mesure contribue à renforcer la logique d'agrandissement

[117] Si d'après certaines analyses (Chatellier 2015), les quotas laitiers ont permis de limiter l'intensité de la restructuration, le nombre d'exploitations livrant du lait à l'industrie a été divisé par six entre 1984 et 2014 (Perrot et al. 2014).

d'exploitations pour lesquelles l'augmentation du cheptel passe désormais obligatoirement par l'accroissement des surfaces. En 1994, la mise en place du programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole oblige les exploitations les plus grandes à une mise aux normes subventionnée des bâtiments d'élevage. Malgré les subventions, ces travaux sont coûteux et sont souvent l'occasion d'agrandir les bâtiments et d'augmenter le cheptel pour diluer les coûts. Ainsi, si l'augmentation de la production à l'échelle du département bretillien s'est vue freinée par l'instauration des quotas laitiers, cela s'est également traduit par une concentration de la production laitière dans des exploitations toujours plus grandes, et ce à un rythme bien plus soutenu que la période précédente (1960-70). À l'échelle nationale, la baisse du nombre d'exploitations laitières était de - 4,5 % par an de 1970 à 1984. Elle est passée à - 9 % de 1984 à 1992 (Grémy 2016). En Ille-et-Vilaine, les exploitations de plus de 100 hectares ne représentaient que 0,1 % de l'effectif départemental en 1988, elles sont près de 10 % en 2010 (Figure 26). Le nombre de petites exploitations (moins de 20 ha) est quant à lui passé de 58 % en 1988 à 34 % en 2010. Corolaire de cette augmentation de la taille des structures, près de deux exploitations sur trois ont disparu au cours de la période[118].

Haute-Savoie : une modernisation tardive par la rente de qualité et les soutiens publics

L'ensemble des mesures politiques précédemment décrites (quotas, aides directes, ICHN, etc.) participe à de profondes transformations techniques et structurelles des exploitations de notre terrain haut-savoyard. Cette entrée dans un régime économique de la qualité se caractérise ici par le fort recul de la production d'emmental et l'essor de la production de Reblochon, fromage protégé par une AOC depuis 1958. À défaut d'un régime de qualité permettant de protéger l'expansion marchande de l'emmental, sa production est délocalisée dans le Grand-Ouest laitier. Nous reviendrons plus bas dans ce chapitre sur ce « déménagement » de l'emmental des montagnes de l'est vers le Grand-Ouest laitier, mais gardons pour le moment en tête que, sur notre terrain, ce tournant de la qualité s'incarne par un essor de la production de Reblochon et un abandon de la production d'emmental. En ce qui concerne l'évolution des systèmes de production laitiers, ce tournant constitue un facteur majeur de la différenciation de l'ensemble de la zone avec le bassin rennais, et ce pour deux principales raisons. La première tient aux pratiques qui dès lors sont contraintes et prescrites par un cahier des charges. Les principaux points de celui-ci sont l'interdiction de l'ensilage (et plus généralement de l'ensemble des aliments fermentés comme le foin enrubanné[119]), la

[118] En l'Ille-et-Vilaine, le nombre d'exploitations agricole est passé de 27 022 en 1988 à 9 630 en 2010 soit un effectif divisé par 2,8. En Haute-Savoie, ce nombre était de 7 974 en 1988 et de 3 120 en 2010 soit un effectif divisé par 2,5.

[119] « L'utilisation dans l'alimentation du troupeau laitier de produits d'ensilage, d'aliments fermentés, de balles enrubannées ainsi que d'aliments pouvant influer défavorablement sur l'odeur, le goût du lait ou du fromage, ou qui présentent des risques de contamination bactériologique est interdite. » Règlement (CE) n° 510/2006 du conseil relatif à la protection des indications géographiques et des appellations d'origine (AOP Reblochon).

limitation des concentrés azotés, l'autorisation de seulement trois races bovines[120] ainsi que l'obligation de pâturage. La seconde est la garantie d'un prix du lait (en bas) et du fromage (en haut) bien plus élevé que celui du marché national à travers une logique de régulation de l'offre interne à l'espace délimité par l'AOC[121] (Figure 27).

Alors que le maïs ensilé se diffuse largement dans le bassin rennais et incarne une intensification des systèmes de culture fourragers, son déploiement est rapidement stoppé[122] sur le plateau des Bornes par le développement de pratiques en accord avec le cahier des charges d'une production de Reblochon en pleine progression[123]. Si la taille des exploitations est bien plus limitée que dans le bassin rennais (Figure 26), le prix payé par les fruitières aux producteurs permet de nombreux investissements. Des stabulations libres sont construites avec les premières salles de traite et facilitent l'agrandissement des troupeaux. Contrairement à la zone de montagne, la division du travail entre production et transformation limite la valeur ajoutée par litre de lait et contraint souvent les éleveurs à s'agrandir et à limiter le coût de production par une forte autonomie alimentaire. Cette division entre production et transformation, qui caractérise le plateau des Bornes, est non seulement le résultat d'un milieu isolé des marchés et peu fréquenté par les touristes, mais également d'une zone non montagneuse qui ne bénéficie pas de l'image d'un pastoralisme de montagne. Ces éléments font de la transformation à la ferme et de la vente directe une modalité de la division du travail peu répandue en bas et, de fait, maintiennent la valeur ajoutée par litre de lait à un niveau bien inférieur aux zones de montagne. Il en découle deux grandes orientations des systèmes de production du bas :

i. Premièrement, l'autonomie fourragère des exploitations du bas est rendue obligatoire par le cahier des charges, et nécessaire par les contraintes économiques. Si les exploitations situées à plus de 600 m bénéficient d'une disposition du cahier des charges leur permettant d'acheter du foin produit hors de la zone AOP, celles en dessous doivent assurer leur autonomie en foin[124]. Les céréales qui jusqu'alors prenaient de l'importance dans les rotations connaissent un important recul au profit d'une progression de l'herbe. Une céréale à paille est cependant maintenue dans la rotation afin de produire la paille nécessaire au logement des animaux. Le déploiement des

[120] Montbéliarde, abondance et tarine.

[121] Bien que la régulation du volume de production ne soit pas juridiquement la prérogative des AOC, la délimitation spatiale d'une zone de production est de facto une forme de régulation de l'offre.

[122] Tendance confirmée par l'analyse de la part du maïs ensilé dans la SAU communale pour les différentes années du recensement agricole.

[123] Les volumes de reblochon commercialisés sont passés de 5 000 t en 1980 à 10 590 t en 1990 et 17 100 t en 2000 (données INAO, voir pour plus de précision les données du SIR en Annexe 3.3, Figure 60).

[124] Pour les exploitations situées sous les 600 m d'altitude, 100 % du foin doit provenir de la zone d'appellation. Pour celles situées au-dessus de 600 m, 75 % doit provenir de la zone (cahier des charges de l'AOP Reblochon).

distributeurs automatiques de concentrés (DAC) implique l'achat d'aliments sous forme de granulés au profit d'un recul des céréales produites sur l'exploitation. Contrairement à la zone de montagne, en bas, l'augmentation de la taille du troupeau passe donc obligatoirement et proportionnellement par l'augmentation de la surface cultivée. L'accès à davantage de surfaces est donc une nouvelle fois le principal facteur de différenciation des exploitations. Comme dans le bassin rennais, le regroupement des exploitations constitue une voie d'agrandissement possible et de partage des outils de production. C'est à cette période que, comme dans le bassin rennais, les premiers GAEC permettent à des exploitations de s'agrandir et de s'équiper tout en limitant le recours au travail extérieur.

ii. Deuxièmement, les exploitations du bas n'externalisent pas le travail de reproduction du troupeau. Alors que les fermes du haut les vendent à des exploitations souvent localisées en dehors de la zone Reblochon, en bas, les génisses sont élevées sur la ferme. Cela est rendu possible par un calendrier de travail non contraint par la transformation biquotidienne et par une plus grande disponibilité foncière. L'élevage des génisses permet ainsi de limiter les coûts de reproduction du troupeau et de valoriser les bas-fonds éloignés de la ferme et non mécanisables. Cela autorise également une sélection génétique des vaches les plus productives. Autorisée dans le cahier des charges, la race montbéliarde s'impose en bas comme un compromis entre rendement laitier (litres/vache) et rusticité pour le pâturage de terres très vallonnées et parfois engorgées.

Dans les massifs des Bornes et Aravis, cette période est également celle de l'équipement et de l'agrandissement des exploitations bien que la croissance des structures soit moins marquée qu'en bas. Les systèmes de production montagnards évoluent cependant selon des modalités bien différentes du bas, avec lesquelles une division territoriale du travail se met en place. Puisque le contexte du bas permet l'agrandissement des cheptels et des surfaces en herbe cultivée, les exploitations augmentent les volumes de lait livrés aux fruitières. En haut, le milieu montagnard contraint la disponibilité d'un foncier de plus en plus artificialisé par le développement touristique et les contraintes de l'alpage favorisent des races rustiques (abondance, tarine) et moins productives. Les exploitations sont ainsi limitées autant pour augmenter le volume produit par vache que pour agrandir le troupeau. L'intensification se fait donc en travail afin d'augmenter la valeur ajoutée de chaque litre de lait produit. L'essentiel des exploitations transforme le lait en Reblochon et dès lors on distingue le Reblochon fermier (transformation à la ferme) du Reblochon laitier (transformation en fruitière). La vente directe se développe d'autant plus facilement que le tourisme connaît un développement aussi bien estival qu'hivernal. Ces éléments distinguent ainsi fortement les exploitations montagnardes de celles du bas tant en termes d'organisation

du travail, de logiques économiques que de conduites techniques. L'externalisation de l'élevage des génisses facilite l'organisation d'un travail contraint par l'astreinte d'une traite suivie d'une transformation biquotidienne. Les stabulations entravées adaptées à la condition hivernale de l'élevage laitier sont rénovées et agrandies au même titre que les ateliers de transformation fromagère. L'agrandissement des stabulations s'accompagne de la disparition des porcheries et illustre la dynamique de spécialisation fromagère de la zone de montagne. Si à la même période les premières salles de traite sont installées en bas, le pot trayeur se généralise tout juste en montagne. Et c'est seulement au cours des années 1990 que la « traite directe » se développe à travers l'installation des premiers pipe-lait[125]. La salle de traite est non seulement moins adaptée au parcage hivernal des animaux, mais devient pertinente seulement à partir d'une certaine taille de troupeau. Or, en haut, si la taille des troupeaux augmente et peut même doubler dans certaines exploitations au cours de la période, celui-ci ne dépasse généralement pas les 25-30 vaches laitières. En montagne, la motomécanisation concerne essentiellement la production de foin et son stockage. Au cours des années 1980 et 1990, les éleveurs investissent dans des machines autotractées qui augmentent considérablement la productivité du travail de production d'herbe (faucheuse-faneuse, autochargeuse, botteleuse, etc.). Malgré l'augmentation de la productivité du travail de fenaison permis par la diffusion d'un machinisme adapté aux conditions de la montagne, la production d'herbe ne suffit pas à soutenir la croissance de la taille des troupeaux. Et poussée par une activité touristique en croissance, l'artificialisation des vallées continue aux dépens des terres agricoles. La vallée de Thônes perd plus de 700 ha de foncier agricole entre 1980 et 1990[126]. C'est pourquoi l'achat du foin hors de la zone se développe significativement à partir des années 1980. Dans les vallées, la modernisation s'est traduite par la disparition des surfaces labourées au profit d'un assolement uniquement constituée de prairies fauchées ou/et pâturées. Loin de la révolution fourragère qui a transformé les systèmes de production bretilliens, cette extension des prairies au cours de la seconde moitié du XXe siècle est commune à d'autres zones alpines telles que la vallée de Villar d'Arène (Girel et al. 2010).

Ces évolutions techniques traduisent l'entrée de l'élevage de montagne dans le processus de modernisation. Ce dernier se traduit ici par une double intensification. D'abord en capital à travers la motomécanisation notamment de la production d'herbe, la rénovation et l'agrandissement des stabulations et des ateliers de transformation. Ces investissements sont permis non seulement par un soutien public important tel que l'ICHN, mais également par le prix élevé du Reblochon (Chatellier et Delattre 2003) (Figure 27). Ensuite, cette

[125] D'après les archives consultées, en 1992, seulement une dizaine d'exploitations sont équipées d'un pipe-lait sur le canton de Thônes (« *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992 –page 142).

[126] « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992).

modernisation des exploitations montagnardes se traduit par une intensification en travail que représente l'augmentation des volumes produits, la transformation biquotidienne du fromage et la vente directe. En conséquence de cette intensification en travail, la pluriactivité, qui a permis à cette agriculture de montagne de survivre à sa marginalisation par la politique de modernisation des années 1960 et 1970, recule fortement. Cette baisse de la pluriactivité est d'ailleurs encouragée par les choix politiques de l'époque[127], fruit d'un consensus politique entre le bloc modernisateur et ses critiques. La « professionnalisation » de l'agriculture accompagne ce compromis au mépris de la reconnaissance de la spécificité montagnarde de la pluriactivité (Brunier 2017).

[127] Par exemple, jusqu'en 1981, la dotation jeunes agriculteurs (DJA) est versée uniquement aux agriculteurs à temps complet et jusqu'en 1978, l'ICH sera versée aux pluriactifs sous certaines conditions seulement.

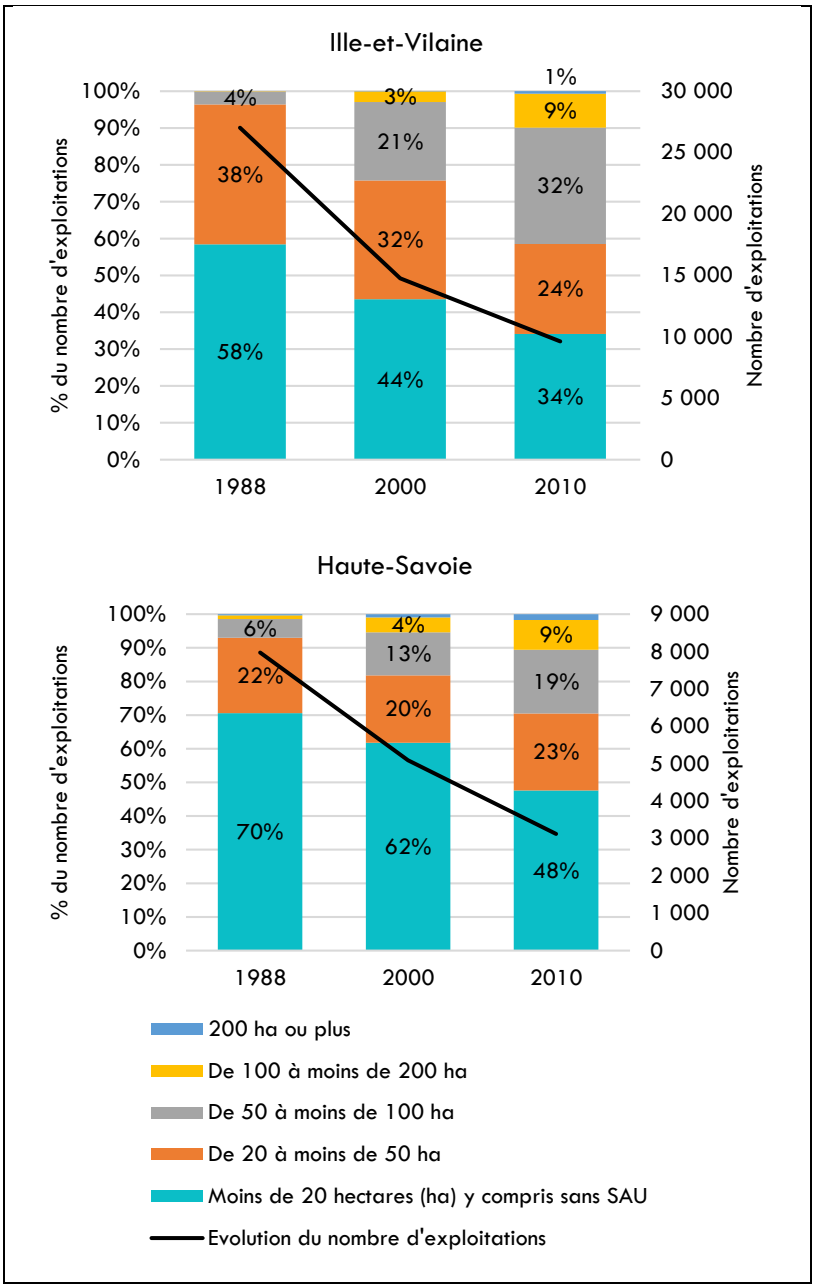


Figure 26 : Pourcentage du nombre d'exploitations en fonction de la Surface Agricole Utilisée (par tranche) et évolution du nombre d'exploitations (données du recensement agricole pour les départements d'Ille-et-Vilaine et de Haute-Savoie[128] – Agreste)

1.3.3 En résumé de la période 1984-2003

Dans le bassin rennais Ouest, la restructuration s'accélère et donne lieu à la disparition de nombreuses exploitations laitières. Pour celles restantes, deux grandes trajectoires se dessinent : i. l'agrandissement et la spécialisation laitière pour ceux ayant accès au foncier et aux quotas associés ; ii. la diversification de la production laitière par un atelier

[128] Les données à l'échelon communal ne sont pas disponibles pour nos départements d'étude, nous ne pouvons donc pas distinguer la zone de montagne du plateau des Bornes. Pour autant, la taille des exploitations est bien moindre en zone de montagne et la tendance d'agrandissement plus limitée.

hors-sol pour ceux disposant d'un accès économique ou géographique au foncier difficile. Dans les massifs des Bornes et Aravis, cette période est celle de l'entrée tardive des exploitations montagnardes dans le processus de modernisation aux contours différents. Les transformations à l'œuvre sont rendues possibles par la mise en place d'une rente de qualité territoriale qui s'incarne sur notre terrain par l'important développement de la production de l'AOC Reblochon.

1.4 2003 – aujourd'hui : dérégulation et restructuration dans le bassin rennais & régulation locale et intensification en zone Reblochon

1.4.1 Le chassé-croisé de la régulation : démantèlement en plaine et régulation de l'offre en zone Reblochon

La période précédente est politiquement marquée par la mise en place des quotas laitiers comme réponse à la crise d'une modernisation laitière basée sur l'accroissement permanent de l'offre. À partir de 2003, cette période des quotas laitiers fait place à un recul progressif des instruments de régulation des prix et de l'offre. Les prix d'intervention sur la poudre de lait et le beurre sont réduits, exposant ainsi les éleveurs à l'instabilité des marchés (Figure 25). Ce recul de l'intervention sur les prix est compensé par le versement d'aides directes aux producteurs. Les éleveurs laitiers touchent des aides découplées[129] au même titre que les autres agriculteurs (Butault 2007). Quant à l'offre, la Commission européenne confirme en 2008 la suppression des quotas. Celle-ci sera progressive : les quotas augmenteront de 1 % par an jusqu'à leur suppression totale le 1er avril 2015 (Trouvé et Kroll 2013, 115). Ce recul de l'État dans la régulation du prix du lait ne tarde pas à montrer ses effets. Dès 2009, le retournement[130] du marché confronte les éleveurs à une chute brutale du prix du lait et de fait à celle de leur revenu agricole (Perrot, Christophe et al. 2011) (Figure 27). Cette crise de 2009 donne lieu à un important mouvement de contestation au niveau européen. Les producteurs cessent la livraison de leur lait aux laiteries et on parle de la *grève du lait*[131]. L'Union européenne répond à cette crise par la mise en place du *mini paquet lait* en

[129] En 1992, la réforme conduit à une baisse des prix garantis aux agriculteurs, baisse compensée par le versement d'aides directes fonction des surfaces et des rendements de référence. Avec la réforme de 1999, cette baisse se poursuit, toujours compensée par des versements directs augmentés. À partir de la réforme de 2003, les aides directes aux producteurs sont découplées de la production, cela veut dire que l'aide touchée par les agriculteurs ne dépend plus de ce qu'ils produisent. De plus, l'émergence du développement durable participe d'une subordination de ces versements directs à la mise en place de mesure agro-environnementales (CAPeye, histoire de la PAC, consulté le 10/07/2023).

[130] Le retournement du marché du lait a été précédé par une flambée générale des prix des matières premières et notamment des produits agricoles en 2007-2008.

[131] Si cette grève du lait est la énième d'une succession de mouvements relatifs au prix du lait qui ont marqué la seconde moitié du XXe siècle (*grève* du lait de 1965, *guerre* du lait de 1972 – voir Allaire 1988), c'est la première à avoir une ambition européenne notamment à travers la mobilisation de l'*European Milk Board*. Ce mouvement

2012. Cette réforme vise à encourager une contractualisation entre éleveurs et agro-industries laitières portant sur les volumes et les prix du lait. Afin de rééquilibrer un rapport de force au désavantage des éleveurs, l'Union européenne encourage le renforcement et la reconnaissance des organisations de producteurs. Le paquet lait autorise également les AOP à réguler les volumes produits (Dervillé et Allaire 2014). Cette période est donc celle du « *passage d'une régulation administrative (volumes) et interprofessionnelle (qualité, prix) de la filière à une gestion privée entre producteurs et collecteurs/transformateurs à la fois des prix, des volumes et des possibilités de développement.* » (Lambaré et al., 2018, p. 56). En effet, la fin des quotas laitiers en 2015 fait place à l'octroi de références laitières par les agro-industriels de la collecte et de la transformation laitière. Cette dérégulation progressive de l'offre et des prix voit en parallèle émerger des conditionnalités pour le versement des nouvelles aides directes (réforme de 2003). Ces conditions sont celles du virage environnemental de la PAC et de la mise en place de règles à respecter pour recevoir ces paiements directs. Bien que ces mesures environnementales[132] contribuent à expliquer l'évolution de certaines pratiques telles que la diversification des rotations, les aides publiques restent largement en faveur des grandes exploitations accumulant les facteurs de production (terre, travail, capital) et maximisant la productivité par vache et récompensent assez peu les plus respectueuses des ressources naturelles telles que les exploitations herbagères (Kirsch et al. 2017). Les éleveurs du bassin rennais ont été particulièrement touchés par la chute des prix de 2009 et la restructuration des exploitations s'est accélérée. Du côté haut-savoyard, la chute des cours et la progressive dérégulation européenne ont eu relativement peu d'impact sur les éleveurs dont la production est essentiellement tournée vers la production de Reblochon AOP. Après la forte progression de la production de Reblochon au cours de la décennie 1990, la filière est touchée au début des années 2000 par une crise de surproduction due à une saisonnalité à rebours entre production laitière et consommation de Reblochon. Si le pic de la production fourragère est au printemps, le Reblochon est quant à lui consommé essentiellement au cours de la période hivernale. Dans une AOP qui met en avant et instruit dans son cahier des charges le pâturage et la valorisation du foin local, le pic de production suit donc le pic fourrager. Or, la consommation de Reblochon est au plus bas au printemps. En 2003, cette saisonnalité à rebours entre une offre ancrée au milieu bioclimatique et une demande culturellement construite autour du sport d'hiver donne lieu à une chute des prix du lait de Reblochon et une importante perte de marché. Suite à cette crise, la filière met en place un dispositif

sera également une remise en cause majeure d'un syndicalisme majoritaire (FNSEA), seul représentant des producteurs au sein de l'instance de négociation des prix du lait (Cniel) et sera porté par l'APLI (association des producteurs de lait indépendants). Pour plus d'éléments sur les reconfigurations politiques et syndicales autour de la crise du lait de 2009, voir (Roullaud 2010; Repplinger 2015).

[132] Telles que les mesures agro-environnementales (MAE) mises en place lors de la réforme de la PAC de 1992 ou encore les bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) qui accompagnent la mise en place des aides découplées de la production dans le réforme de la PAC de 2003.

d'écrêtement visant à encourager les éleveurs à caler les vêlages sur cette saisonnalité de la demande. En 2009, le Syndicat Interprofessionnel du Reblochon (SIR)[133] renforce ce dispositif au moyen d'un contingentement basé sur des plaques de caséine délivrées aux transformateurs : pastille verte pour le Reblochon fermier (transformation à la ferme) et rouge pour le Reblochon laitier (transformation en fruitière) (Syndicat Interprofessionnel du Reblochon 2011). En 2014, cette régulation saisonnière s'étend à l'ensemble de l'année. Désormais, les producteurs de Reblochon laitier et fermier ont deux références, une au printemps, l'autre sur l'année. Cette annualisation de la régulation de l'offre est permise par le *paquet lait* voté en 2012 au niveau européen. Les plaques de caséine, comme instrument de régulation de l'offre, contribuent à maintenir un prix du Reblochon non seulement plus élevé, mais également moins volatile que le prix du lait standard (Figure 27).

En résumé, les changements politiques et économiques des années 2000 sont marqués par un recul de l'intervention publique sur l'offre et les prix du lait au profit d'une régulation inscrite dans un rapport de force en défaveur des producteurs[134]. Si cette bascule du régime de régulation conditionne fortement les trajectoires des systèmes de production du bassin rennais, la zone Reblochon donne à voir une tout autre logique. L'appellation met en place un instrument local de régulation de l'offre qui contribue à garantir un prix rémunérateur et relativement stable. Dit autrement, la régulation par quotas, qui a permis aux exploitations du bassin rennais de se moderniser tout en limitant l'érosion de l'effectif des exploitations, est peu à peu abandonnée au moment même où le contingentement de la production se met en place dans le cadre d'une gouvernance locale et verticale (filière) dans la zone Reblochon.

[133] Le Syndicat Interprofessionnel du Reblochon (SIR) est l'organisme de défense et de gestion (ODG) de l'AOP reblochon.

[134] « Il est impossible de concevoir un marché parfaitement concurrentiel entre acteurs de la filière laitière : la nature périssable du produit impose des contraintes importantes, avec souvent l'existence d'une seule unité de collecte et de transformation dans le bassin environnant. Les producteurs et les consommateurs ont quant à eux un caractère atomisé, face à une industrie laitière de transformation et une distribution de plus en plus concentrées. En découlent des pouvoirs de négociation inégaux, une transmission très imparfaite des variations de prix du producteur au consommateur voire une situation relevant de la définition de marché captif. » (Trouvé et Kroll 2013, 119).

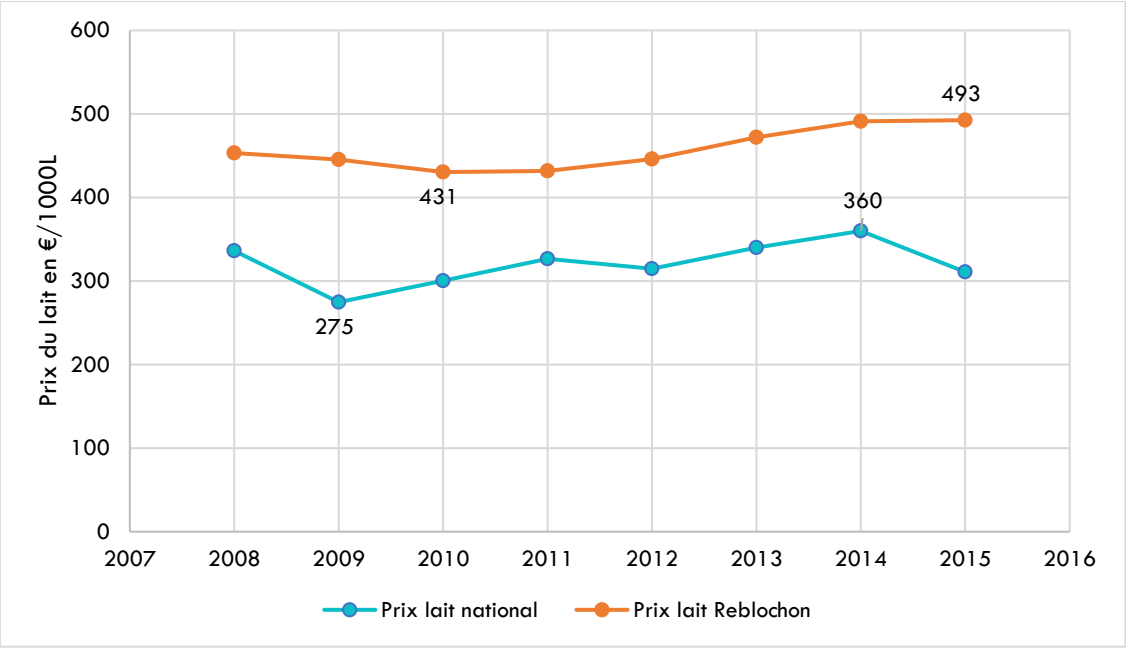


Figure 27 : Évolution du prix du lait en zone d'AOP Reblochon et du prix du lait standard sur le marché national - données de l'Association des Fromages Traditionnels des Alpes Savoyardes (AFTAlp) – moyennes respectives de la variation interannuelle du prix du lait en Reblochon et en production standard : +1,23 % et -0,51 %

1.4.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production

Bassin rennais

Cette partie mobilise essentiellement un raisonnement qui provient d'une lecture transversale de nos entretiens historiques. Alors que les éleveurs laitiers sont confrontés à une baisse tendancielle et à une volatilité accrue du prix du lait, les prix de leurs consommations intermédiaires progressent. C'est le cas, notamment, des cours des tourteaux de soja qui ont plus que doublé entre 2000 et 2015 (Annexe 3.4 - Figure 61). D'une manière générale, alors que le prix des consommations intermédiaires est d'une tendance haussière, le prix de vente du lait suit une trajectoire à la baisse. Il en résulte une marge amoindrie pour les éleveurs dont découlent trois grandes trajectoires d'adaptation afin de maintenir le revenu agricole :

i. Le premier type de trajectoire identifié rassemble les exploitations cherchant à augmenter la valeur ajoutée par litre de lait pour compenser la baisse tendancielle des prix (Figure 24). Cet accroissement de la valeur ajoutée peut s'appuyer sur deux leviers : la recherche d'un prix plus élevé et/ou la baisse des coûts de production[135]. Afin d'augmenter le prix du lait, les éleveurs dont

[135] La valeur ajoutée (VA) correspond à la différence entre le produit brut (volume *x* prix de vente) et la somme du coût des consommations intermédiaires. Elle peut être calculée brute ou nette si l'on retire la consommation de capital fixe. Sa construction illustre les ressources disponibles dans l'exploitation et elle représente un bon indicateur des ressorts de l'intensification dès lors qu'elle est ramenée à l'actif, à l'hectare, par vache ou par litre

la disponibilité en terres le permet cherchent à augmenter les taux protéiques et butyreux[136]. Pour cela, les rotations sont diversifiées avec, par exemple, de la betterave fourragère (ENT E5-35). D'autres se tournent vers l'agriculture biologique et bénéficient ainsi d'un prix du lait en moyenne 31 % supérieur au prix du lait conventionnel sur la période 2020-2021 [137] (Annexe 3.4 - Figure 59) (ENT E2-35). Si la recherche d'une meilleure rémunération par la qualité du lait implique quelques ajustements des rotations et de l'alimentation, le passage à l'agriculture biologique nécessite une profonde réorganisation du système de production. Cela requiert par exemple une certaine disponibilité foncière et une organisation du parcellaire à même d'opérer une transition vers un système herbager[138]. Le passage à l'agriculture biologique traduit cette volonté de bénéficier d'un prix plus élevé, mais aussi de diminuer la dépendance du revenu à des consommations intermédiaires de plus en plus coûteuses. D'autres exploitations cherchent à réduire ces coûts de production en diversifiant les rotations avec, par exemple, du trèfle (ENT E3-35). Cela permet de s'affranchir des correcteurs azotés dont le coût est en forte progression au cours de la période tout en étant un bon complément d'une alimentation basée sur le maïs ensilé (Annexe 3.4 - Figure 59).

ii. Pour ceux ne disposant pas des surfaces nécessaires à une diversification des rotations ou au passage en bio, l'implantation d'un atelier hors-sol tel que l'aviculture ou la production de porcs constitue une alternative peu dépendante de la disponibilité foncière bien qu'elle nécessite un certain investissement. La méthanisation connaît par ailleurs un développement soutenu depuis 2011 et constitue une forme de diversification généralement très rémunératrice compte tenu de l'importance du soutien public à ce secteur (Encadré 10). Plusieurs exploitations enquêtées, souvent diversifiées (porcs, volailles, taurillons), nous ont fait savoir leur volonté d'arrêter le lait avant

---

de lait. Par exemple, une petite exploitation herbagère en agriculture biologique (< 40 VL) valorisant le lait par la transformation et la vente directe obtiendra une VA/ha ou une VA/litre très élevée. Au contraire, une plus grande exploitation (> 80 VL), livrant son lait à la laiterie et cherchant à maximiser le rendement par vache à travers une alimentation à l'auge à base de maïs ensilé et de correcteurs azotés (tourteaux de soja) aura une VA/ha et une VA/litre bien plus faible. Cependant, sa VA/actif sera beaucoup plus élevée au même titre que le niveau des intrants (CI/actif ou CI/vache) et de l'équipement (Amortissement/actif). Dans la première exploitation, c'est une intensification en travail, dans la deuxième en intrant et en capital.

[136] Le prix payé aux producteurs dépend en partie de critères de qualité que sont la richesse en protéines (taux protéiques) et celle en matière grasse (taux butyreux).

[137] Calculé à partir des données issues du rapport de l'Institut de l'Elevage (*Economie de l'élevage* - dossier n°527, Bovins lait, février 2022).

[138] Dans un système d'élevage herbager, l'alimentation des animaux est essentiellement réalisée grâce au pâturage de prairies et complétée avec du foin (prairies fauchées). Les élevages laitiers en bio sont ainsi moins dépendants des cours des tourteaux de soja et colza.

d'investir, à titre individuel ou en copropriété, dans un méthaniseur (ENT E1-35/ E13-35). Le développement de la méthanisation a permis de maintenir la production laitière du fait des obligations légales et des incitations financières à alimenter le méthaniseur par des effluents d'élevage : « *La réflexion c'était d'arrêter les vaches, parce que j'en voulais plus… et de faire plus que de la méthanisation et de la volaille. Le projet a fait que pour alimenter la méthanisation j'ai besoin des effluents d'élevage, et que le fait d'être trois c'est quand même vachement plus simple que d'être que deux. Quand il y en a un qui part en vacances, moi je me retrouvais tout seul.* » (ENT E1-35)[139]. Une fois encore, si la méthanisation est un moyen de maintenir un revenu et même de maintenir la production laitière pour certaines exploitations, l'investissement nécessite une certaine capacité d'investissement accessible aux structures de plus grande dimension (Reguer 2021). La carte des unités de méthanisation implantées en Ille-et-Vilaine en 2021 donne à voir l'importance de celle-ci dans le bassin rennais et qui plus est sur notre terrain, le bassin ouest rennais (Carte 8).

iii. Enfin, les exploitations les plus grandes (en SAU et troupeau) poursuivent leur croissance récupérant le foncier et les références laitières des sortants, en s'associant avec d'autres exploitants ou via l'installation de nouveaux éleveurs dans la structure (Figure 33). Certaines continuent une trajectoire d'intensification en intrant et en capital par hectare et par actif dans l'objectif de maximiser le volume produit par vache. Il en découle une productivité du travail élevée permise par de nouveaux investissements tels que les mélangeuses, le robot de traite ou encore le robot d'alimentation, mais aussi par une alimentation de plus en plus tournée vers la productivité laitière par vache. Le pâturage disparaît de ces exploitations et l'alimentation à l'herbe se raréfie au profit du maïs et de ses compléments. Ainsi, ces évolutions se retranscrivent dans le paysage de notre petite région agricole où le blé tendre, le maïs et les prairies représentent la très large majorité des finages (Annexe 3.5 - Figure 63Figure 64). Cela révèle les deux principaux systèmes de culture qui s'y imposent : maïs/blé/prairies temporaires de 3 à 5 ans et les prairies permanentes essentiellement présentes près des cours d'eau, dans les bas-fonds humides difficilement mécanisables (Carte 9). La méthanisation se développement également et surtout dans les plus grandes structures laitières dont les capacités financières, mais aussi les capacités d'alimentation du méthaniseur leur permettent d'investir dans des méthaniseurs de grande

[139] Ici, l'éleveur fait référence au fait qu'en maintenant la production laitière, il développe une activité et un revenu suffisant pour employer un deuxième salarié et ainsi mettre en place une organisation du travail plus souple qu'à deux. Ici, le maintien de la production laitière s'inscrit donc dans un objectif de développement de la méthanisation et de diversification économique pour organiser le travail autour de 3 actifs.

capacité. D'autres structures de grande dimension mettent en œuvre une stratégie de minimisation des coûts de production en maintenant du pâturage et en limitant le recours aux intrants et les investissements (ENT E18-35). Cela révèle les limites de la stratégie d'intensification en intrants au-delà d'une certaine taille de cheptel où les rendements (litres/VL) tendent à diminuer du fait de la perte de précision et d'une connaissance individualisée des animaux (ENT E18-35).

Encadré 10 : Le développement de la méthanisation dans les exploitations laitières du bassin ouest rennais

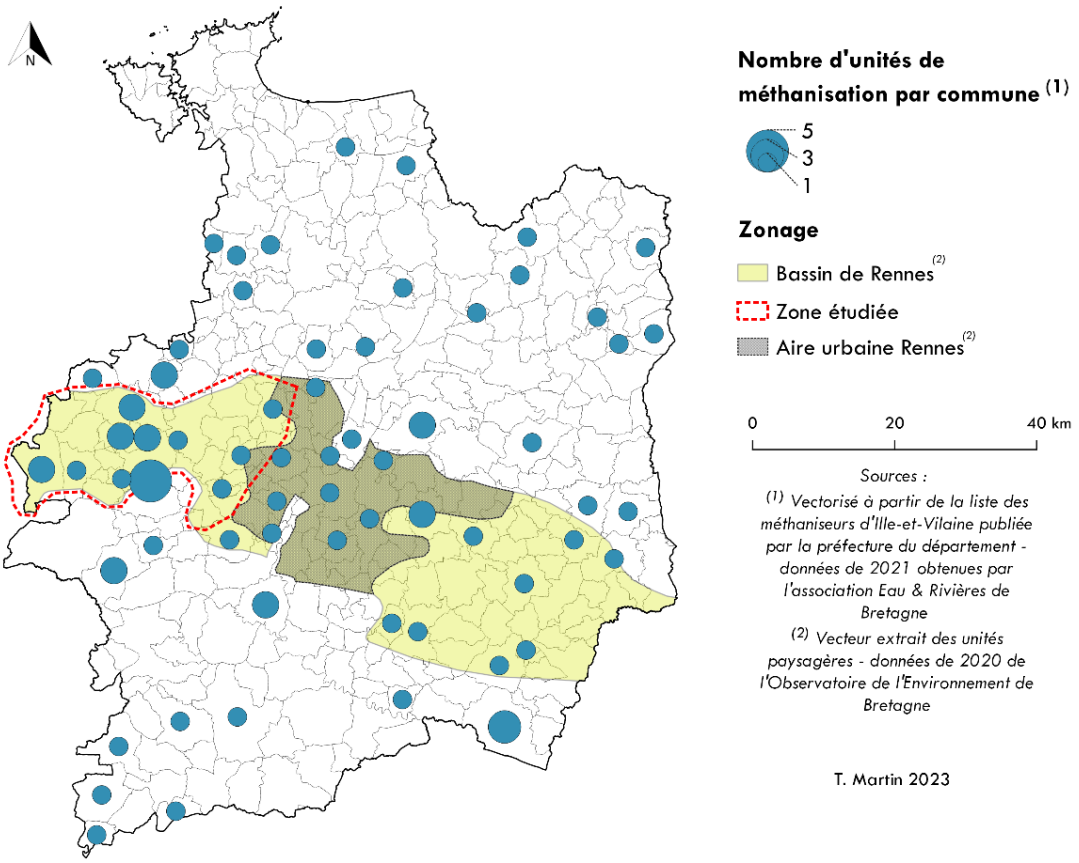
D'après I. Reguer (2021), la première unité de méthanisation installée dans le bassin ouest rennais date de 2011. Aujourd'hui, le paysage de cette petite région agricole est parsemé de digesteurs, sorte de grande cuve bâchée, traduisant l'important développement de la méthanisation depuis ces dernières années. Le principe de la méthanisation est de produire du biogaz en faisant fermenter des déchets organiques. Les méthaniseurs sont d'autant plus présents dans les exploitations d'élevage que des incitations financières et un cadre législatif strict encouragent à alimenter le digesteur avec des effluents d'élevage. Une « prime effluents d'élevage »[140] est versée dès lors que les effluents représentent 20 % de la biomasse incorporée et ce de manière progressive jusqu'à 60 %. Et puisque le pouvoir méthanogène des effluents d'élevage est bien moindre que celui de certaines cultures comme le maïs (12 m^3 de CH_4 par tonne de matière brute pour le lisier de bovin contre 116 m^3 CH_4/tonne MB pour le maïs), la législation en place restreint à 15 % la part de biomasse provenant des cultures principales[141] telles que le maïs (Reguer 2021, 88). Les digesteurs sont également alimentés avec des Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique (CIVE) telles que le seigle, et sont souvent cultivées en dérobé[142]. Malgré ce cadre législatif et les tarifs incitatifs, certains éleveurs enquêtés s'inquiètent de la concurrence des cultures destinées au méthaniseur avec les cultures alimentaires (humains ou animaux) et ses conséquences sur l'accès et le prix du foncier. Des associations environnementales dénoncent par ailleurs les impacts environnementaux de la méthanisation en Ille-et-Vilaine et notamment les risques d'accident liés au stockage des déchets pouvant polluer les cours d'eau[143].

[140] *Volet méthanisation : Questions & réponses* – 29 mars 2013 – Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, consulté le 07/07/2023 sur agriculture.gouv.fr.

[141] « Une culture principale est définie comme étant présente le plus longtemps sur un cycle annuel ou identifiable entre le 15 juin et le 15 septembre (en place ou par ses restes) ou commercialisée sous contrat » (Gallois 2017).

[142] Une culture dérobée est une culture à croissance rapide cultivée entre deux cultures principales (entre une culture de blé et un maïs par exemple).

[143] Pour un moratoire sur la méthanisation en Ille & Vilaine – Association Eau et Rivières de Bretagne, consulté le 07/07/2023 sur eau-et-rivieres.org.



Carte 8 : Les unités de méthanisation en Ille-et-Vilaine en 2021

T. Martin 2023

Légende

Registre parcellaire graphique de 2021 (1) :

- Blé tendre
- Maïs grain et ensilage
- Prairies temporaires
- Prairies permanentes
- Réseau hydrographique (3)
- Zone d'analyse du RPG (zoom ci-dessous)

Commentaire

Sur cette portion du territoire du bassin ouest rennais, on peut observer à travers les données du registre parcellaire graphique les principales cultures et rotations de cette petite région agricole. On y distingue deux principaux systèmes de culture. Les prairies permanentes occupent les bas-fonds humides sur les bords des cours d'eau. Pour ce qui est des parcelles labourables, la rotation maïs/blé/$PT_{3\text{-}5\ ans}$* occupe l'essentiel des finages de la zone.

* PT : prairies temporaires implantées entre 3 et 5 ans

Sources

(1) *Registre parcellaire graphique de 2021 - IGN - accessible sur geoservices.ign.fr*
(2) *Unités paysagères : Observatoire de l'environnement en Bretagne (OEB - 2020)*
(3) *Autres données vectorisées : IGN*

Carte 9 : Un finage type du bassin ouest rennais : simplification des rotations et de diminution de la diversité cultivée

Zone Reblochon

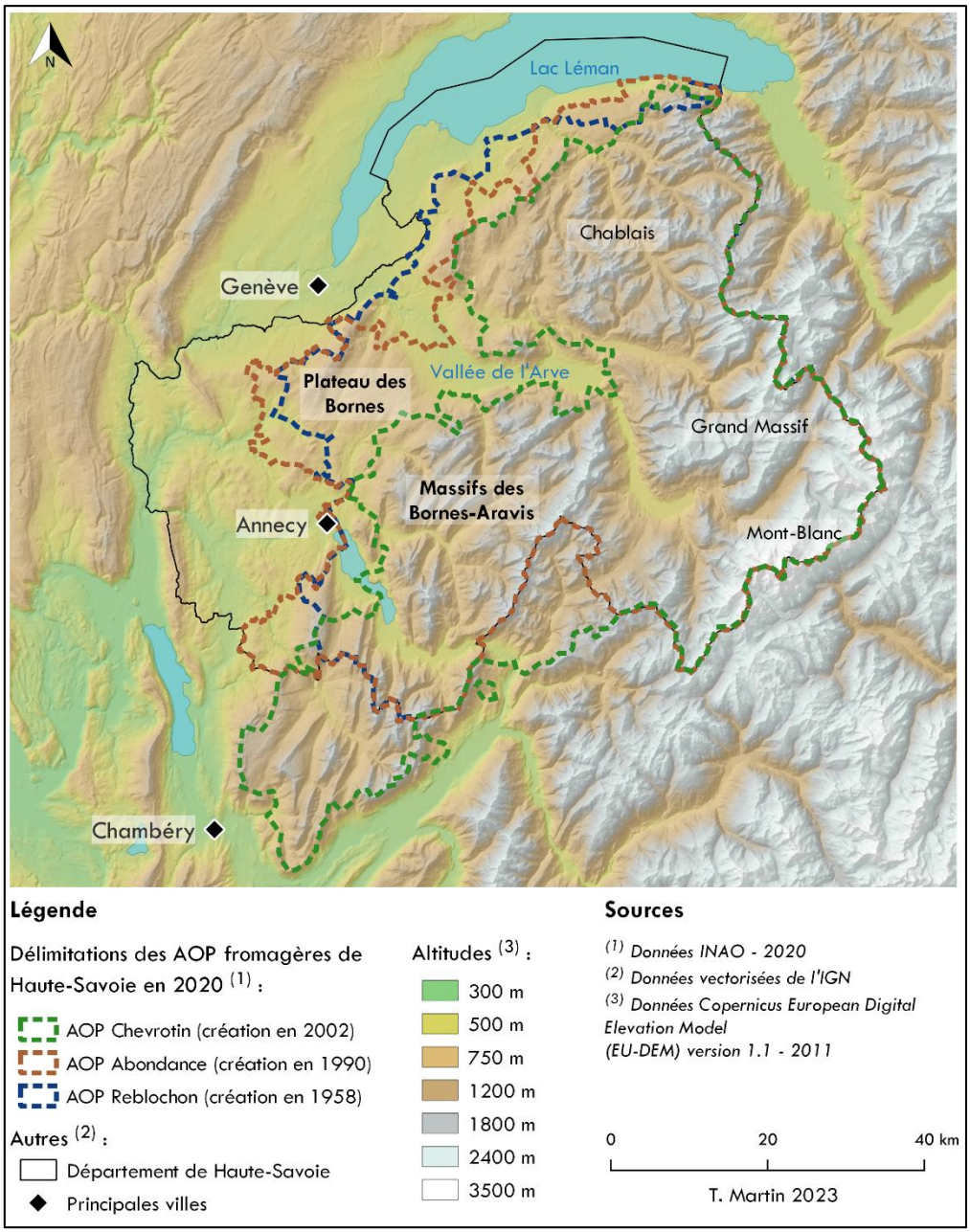
En zone de montagne, la forte dynamique d'érosion du nombre d'exploitations au cours des décennies d'après-guerre n'a contribué à l'agrandissement des structures restantes que dans la mesure où les terres libérées restaient agricoles. Or la dynamique d'artificialisation des vallées accompagnant l'expansion touristique s'est faite au détriment de la croissance de la SAU des exploitations. Si cette logique est particulièrement marquée dans les vallées (Thônes, La Clusaz), elle l'est aussi dans la Vallée de l'Arve où l'urbanisation et l'expansion du tissu industriel sont encouragées par une infrastructure routière très développée (autoroute A40 entre Genève et Sallanches). Proche d'Annecy et Genève, le plateau des Bornes connaît de même un recul notable de sa surface agricole, mais dans des proportions moindres compte tenu d'une infrastructure routière moins développée. Que ce soit en haut ou en bas, le recul des terres agricoles associé à la contrainte d'une production fourragère locale[144], donne lieu à des pratiques d'intensification de la production fourragère par hectare. Le séchage du foin en grange, l'augmentation du nombre de coupes lors des fenaisons, la fertilisation des prairies et l'expansion des prairies artificielles sont autant de pratiques traduisant l'adaptation au recul du foncier agricole. Cette intensification fourragère est d'autant plus forte que l'artificialisation est prononcée comme l'illustre la distribution du finage dans la vallée de l'Arve, près des agglomérations de Bonneville et de la Roche-sur-Foron (Carte 11). Au-delà de la production fourragère, il résulte de ce contexte foncier haut-savoyard une dynamique globale d'intensification de la valeur ajoutée par hectare qui se traduit de différentes manières en fonction de ces espaces.

Dans les massifs des Bornes et Aravis, les surfaces disponibles en vallée ne permettent plus aux exploitations d'affourager des troupeaux qui eux ont augmenté. Si ces exploitations situées au-dessus de 600 m sont autorisées à acheter à hauteur de 25 % du fourrage à l'extérieur de la zone, un grand nombre d'exploitations ne peuvent aujourd'hui plus satisfaire cette règle et sont pour certaines au-dessus des 50 % de foin acheté en dehors de la zone d'appellation. Cette dynamique n'est pas sans lien avec le recul des excédents fourragers du bas, un espace qui historiquement fournit du foin au haut, mais est aujourd'hui également confrontée au recul du foncier agricole[145]. En montagne, la vente directe connaît un développement très soutenu depuis les années 1990 et permet d'augmenter la rémunération pour chaque litre de lait produit. La politique d'écrêtement du printemps et le contingentement de la production se sont traduits par la croissance de la production de fromages de report que sont les IGP (tomme, emmental et raclette de Savoie) ou l'AOP abondance. Cette diversification de la transformation fermière permet aux exploitations

[144] Le cahier des charges du reblochon oblige à produire 100 % du fourrage destiné à l'alimentation des vaches dans la zone de l'appellation. Pour les exploitations localisées au-dessus de 600 m, ce seuil est de 75 % de fourrage local.

[145] Cette tendance est également accentuée par des sécheresses de plus en plus fréquentes.

montagnardes de proposer aux touristes et consommateurs locaux un plateau de fromages diversifié et ainsi de contribuer à l'augmentation de la part de la vente directe dans le revenu agricole. Pour autant, l'augmentation de la valeur ajoutée par litre produit atteint pour certaines exploitations un plafond actuellement difficilement dépassable à travail constant. C'est pourquoi une tendance à la diversification s'observe ces deux dernières décennies. Celle-ci est essentiellement réalisée par l'ajout d'un atelier de chèvres, souvent laitières. Encouragée par la création de l'AOP chevrotin en 2002 (Carte 10), la production fromagère à base de lait de chèvre contribue également à lutter contre la fermeture de certains milieux. Puisque l'accroissement du cheptel bovin est contraint par la production fourragère en vallée, elle-même contrainte par le cahier des charges du Reblochon, la taille du cheptel global n'a pas permis une densité suffisante dans certains alpages pour maintenir des écosystèmes ouverts. Et ce d'autant plus que la traite mobile ne se pratique pas dans notre zone et contraint ainsi l'espace couvert par le troupeau en période estivale.



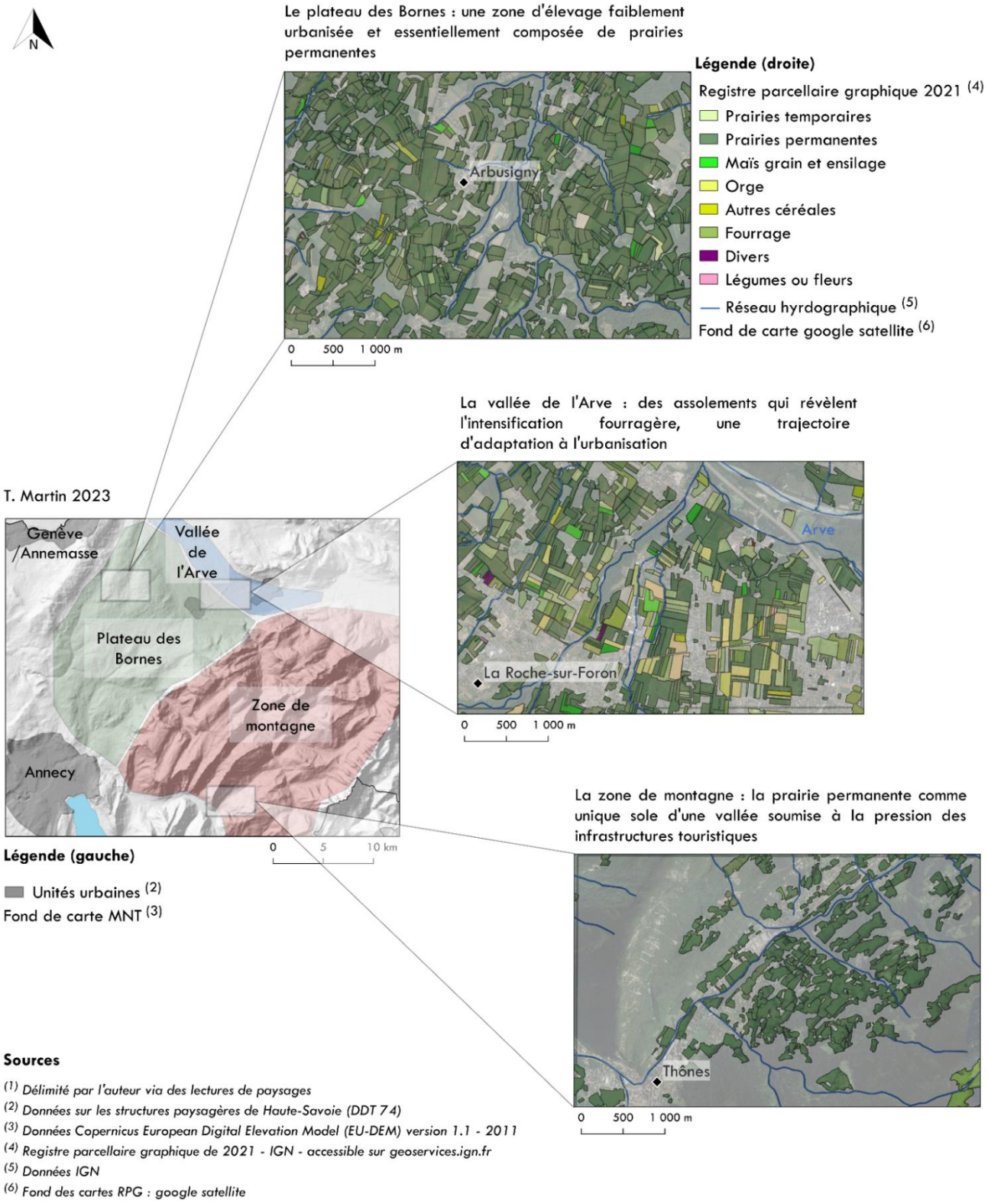
Carte 10 : Appellations fromagères de Haute-Savoie

Si les fromages de report constituent en haut une stratégie de gestion de la politique d'écrêtement, en bas, ce sont surtout les systèmes de culture et l'alimentation des animaux qui évoluent en conséquence. Alors que le pic de production des prairies est au printemps, les éleveurs du bas doivent limiter la production de lait en cette période. Pour ce faire, ils dessaisonnent le troupeau afin de concentrer les vêlages entre juin et octobre. Le séchage du foin en grange et l'affourragement en vert se généralisent en bas comme un moyen d'adaptation des systèmes d'alimentation à cette saisonnalité des ventes. Compte tenu d'un foncier agricole de plus en plus rare, la plupart des exploitations enquêtées en bas n'ont pas augmenté leur SAU depuis le début des années 2000. En réponse à ce contexte de pression foncière, trois grandes stratégies se dégagent.

i. La première consiste à augmenter la valeur ajoutée par litre de lait en développant un atelier de transformation et la vente directe sur la ferme. Cette tendance est plutôt l'affaire des GAEC dont la taille permet d'occuper un actif à plein temps à la transformation et/ou à la vente directe (au moins 4 actifs – ENT E17-74/ E16-74). Alors que la transformation et la vente directe ont permis aux exploitations des montagnes de conserver des troupeaux de moins de 30-40 vaches, c'est cette même stratégie qu'adoptent les plus grandes exploitations du bas.

ii. La deuxième stratégie est celle d'une spécialisation laitière accrue (ENT E10-74/E18-74/ E15-74). Les génisses sont élevées à l'extérieur de la zone et confiées soit à un éleveur de génisses (dans l'Ain, les Hautes-Alpes ou en Isère), soit sur un autre site de la même exploitation. Avoir une ferme dans l'Ain, département voisin au contexte foncier bien moins contraint, est une dynamique récente d'adaptation à la pénurie du foncier sur le plateau des Bornes. Les génisses y sont élevées, et le foin et les céréales y sont produits. Cette émergence d'exploitations en *archipel* (C. Aubron, communication personnelle) traduit la recherche de nouvelles complémentarités entre des espaces contraints : les avantages d'une zone d'AOP et d'un prix du lait élevé en Haute-Savoie et le contexte foncier favorable (prix de la terre et disponibilité) dans l'Ain.

iii. Enfin, certains éleveurs diversifient leur exploitation notamment par des ateliers avicoles ou porcins fournissant une forte valeur ajoutée par hectare (ENT E16-74) ou bien élèvent les génisses notamment pour les éleveurs des zones de montagne (ENT E13-74).



Carte 11 : Une organisation du territoire qui révèle l'adaptation des exploitations laitières à un contexte foncier déterminant des trajectoires

1.4.3 En résumé de la période 2003-aujourd'hui

Le bassin rennais continue et intensifie une dynamique de restructuration encouragée par la fin des quotas laitiers. L'intensification laitière et la diversification par des ateliers hors-sol constituent les principales voies d'adaptation des exploitations bretilliennes. En Haute-Savoie, le haut et le bas sont confrontés à un contexte foncier qui menace la valorisation des prairies permanentes. Pour autant, les stratégies sont différentes en fonction de ces espaces. En haut, l'achat de foin à l'extérieur de la zone se répand alors qu'en bas, le développement des prairies artificielles, des céréales et du maïs en vert est une réponse à l'urbanisation, particulièrement forte dans la vallée de l'Arve.

1.5 Conclusion des trajectoires de modernisations de deux petites régions laitières

Cette histoire agraire comparative de deux petites régions laitières donne à voir la modernisation à travers trois principales dimensions : i. le régime de régulation de la production laitière, ii. l'évolution des exploitations laitières et iii. les transformations techniques de la production laitière.

i. Cette modernisation laitière s'est traduite par deux principaux régimes de régulation de la production laitière. Le premier s'installe avec les lois d'orientations agricoles des années 1960 et sera celui de l'accumulation fordiste. Les prix sont régulés par l'État et deviennent un des principaux opérateurs des transformations des exploitations et de leur sélection. Si ce régime a été celui de la modernisation du bassin rennais, il a écarté les zones de montagne qui resteront fortement marquées par une forte émigration rurale et un « retard » technique jusque dans les années 1980. Puis, la crise de ce modèle débouche sur la mise en place d'une régulation de l'offre concomitante d'un tournant vers une économie de la qualité. Dès lors, c'est la différenciation des produits qui devient source de valeur (Allaire 2002). C'est l'entrée de notre terrain haut-savoyard dans le processus de modernisation au moyen de la mise en place d'une rente de qualité territoriale.

ii. Les politiques indexées à ces deux régimes de régulation ont contribué à de profondes transformations des systèmes de production. La diversité des trajectoires dépend d'abord des ressources et contraintes territoriales, ensuite de la diversité d'accès aux facteurs de production. Alors que dans le bassin rennais, les transformations à l'œuvre décrivent une intensification en intrants et en capital par hectare favorable à l'augmentation des volumes livrés à l'industrie, les exploitations fermières des montagnes connaissent une intensification en valeur ajoutée (et donc en travail) par litre de lait et la garantie d'un prix plus élevé et moins volatile. Sur le plateau des Bornes, le

lait est livré aux fruitières et bien que le prix de celui-ci soit plus élevé et stable que les prix du marché, les exploitations ont connu des trajectoires d'agrandissement bien plus marquées qu'en zone de montagne.

iii. Ces changements dans l'économie des exploitations révèlent de profondes transformations techniques incarnées en plaine par la révolution fourragère et en montagne par une plus grande valorisation des prairies naturelles.

Tableau 4 : Synthèse de la diversité des déclinaisons territoriales de la modernisation laitière

	Bassin rennais	Plateau des Bornes / vallée de l'Arve	Massif des Bornes et Aravis (montagnes)
Systèmes de culture fourragers	• Prairies permanentes restreintes aux bas-fonds difficilement mécanisables • Principale rotation : blé//maïs//$PT_{3 \text{ à } 5 \text{ ans}}$	• Prairies temporaires majoritaires • Développement des céréales (blé, orge, maïs) et des prairies temporaires dans les zones les plus soumises à l'urbanisation	• Quasi exclusivement des prairies permanentes
Systèmes d'élevage	• Race : la Prim'Holstein	• Race : la montbéliarde comme compromis entre productivisme et qualité fromagère	• Race : l'abondance, adaptée à la valorisation des alpages (tarine également présente).
Systèmes de production	• Intensif en intrants et en capital et à haute productivité physique du travail (volume/actif et vache/actif).	• Moins intensif en intrants et capital que le bassin rennais, et moins intensif en travail que la zone de montagne.	• Intensif en travail donc un faible volume/actif compensé par une haute VA/litre.
Division *sectorielle* du travail	• *Amont* : achat d'aliments, de concentrés et céréales • *Aval* : séparation totale de la production et de la transformation (faible capacité de négociation des prix et volumes)	• *Amont* : forte autonomie fourragère (achat de céréales et concentrés) • *Aval* : transformation en fruitières (participation aux décisions relatives aux prix et volumes au sein de l'ODG)	• *Amont* : alimentation essentiellement herbagère, mais forte dépendance à l'achat de foin • *Aval* : transformation fermière essentiellement
Division du travail dans l'exploitation	• Des collectifs de travail variés et en recomposition (GAEC familial, non familial, exploitant seul, couple, salariat, etc.)	• Des collectifs de travail variés et en recomposition • Salariat difficile compte tenu du coût d'opportunité du travail en lien avec la proximité géographique de la Suisse	• Prépondérance des couples dans les collectifs de travail (ou petits collectifs familiaux) : traite et transformation biquotidienne organisée suivant une division souvent genrée du travail
Tracteurs	• Déploiement du tracteur dès les années 1960 et croissance progressive de la motorisation (force de traction)	• Déploiement du tracteur dès les années 1960 et croissance progressive de la motorisation (force de traction)	• Déploiement du tracteur plus tardif (années 1970) et adapté aux conditions montagnardes (pentes)
Machines à traire	• Un machinisme de la traite soutenant une augmentation importante et constante de la taille des troupeaux • Aujourd'hui principalement des salles de traite ou des robots	• Un machinisme de la traite soutenant une augmentation importante et constante de la taille des troupeaux • Aujourd'hui principalement des salles de traite ou des robots	• Un machinisme de la traite restreint aux améliorations des installations de traite avec lactoduc en étable entravée • Pas de salles de traite ni de robots

2. Lire cette modernisation laitière comme une reconfiguration de la division du travail

Nous avons décrit la modernisation laitière de nos deux terrains d'une manière systémique en insistant sur les liens entre, d'un côté les politiques publiques et les structures socio-économiques et de l'autre, les changements techniques et organisationnels de la production laitière. Puisque cette thèse s'intéresse à décrire ce que le robot de traite fait au travail, il nous semble maintenant essentiel d'analyser cette modernisation par le prisme de nos deux objets : la machine et le travail. Cela nous permettra par la suite de mieux restituer les transformations étudiées dans des trajectoires historiques et ainsi d'ancrer notre propos dans la dialectique rupture/continuité des transformations du travail portées par la modernisation machinique. C'est pourquoi nous allons maintenant examiner en quoi ce processus de modernisation a consisté en la mise en place d'une nouvelle division du travail selon trois principales dimensions de notre cadre d'analyse et suivant des déclinaisons propres à chacun de nos trois terrains (Chapitre 3). La première dimension que nous analyserons est celle de la division sectorielle du travail. Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'intégration de l'agriculture au complexe agro-industriel et nous évoquerons succinctement l'émergence d'un secteur de services autour de l'agriculture (2.1). La seconde dimension précisera les reconfigurations de la division du travail entre les exploitations laitières par le prisme de la spécialisation des espaces géographiques (2.2). Enfin nous examinerons les transformations de la division du travail dans les exploitations laitières (2.3). Notre analyse s'intéresse à ces trois dimensions de la division du travail avec pour souci de conserver un regard systémique sur le travail et de restituer l'imbrication entre le fait technique, le fait social et leurs conditions spatiales que la comparaison géographique permet.

2.1 Une nouvelle division sectorielle du travail

2.1.1 Moins d'actifs et plus d'intégration industrielle

La modernisation d'après-guerre s'est fondée sur une transformation systémique du travail, de son organisation et de sa division technique et sociale. Tout d'abord, l'important accroissement des gains de productivité du secteur agricole a donné lieu à une profonde réorganisation dans la division sectorielle du travail. Alors que l'agriculture occupait 31 % des actifs en 1955 (Desriers 2007), elle ne représente plus que 1,5 % de l'emploi en 2019 (Chardon et al. 2020). Ces gains de productivité ont non seulement engendré une diminution drastique de la part des actifs travaillant dans l'agriculture (Figure 28), mais ont également permis de libérer de la main-d'œuvre pour le développement de l'industrie et des services. En Ille-et-Vilaine, l'installation de l'usine Citroën en 1961 à La Janais, à 7 km au sud de Rennes, offre une déclinaison régionale de cette absorption de l'emploi agricole par l'industrie. En Haute-Savoie, le développement de l'industrie du décolletage dans la vallée de

l'Arve et du tourisme hivernal en zone de montagne constitue également un exemple régional du transfert d'actifs depuis l'agriculture. L'agriculture s'est donc mise à produire plus avec moins de travail, et donc moins de travailleurs. Sur les deux départements étudiés, trois exploitations sur quatre ont disparu entre 1970 et 2010 (Figure 29) et la quantité de travail agricole a également évolué dans le même sens bien qu'elle soit moins marquée en Haute-Savoie (- 67 % en Haute-Savoie contre - 74 % en Ille-et-Vilaine). Cet écart entre les deux départements dans la tendance à la baisse du nombre de travailleurs agricoles s'explique notamment par une intensification en travail des systèmes de production des montagnes et par une moindre restructuration des exploitations (voir 1.3). Au-delà d'un simple transfert sectoriel, la forte croissance de la productivité agricole a eu un impact économique majeur donnant lieu à de profondes transformations du travail dans la société. L'agriculture a ainsi pleinement participé à la construction du compromis fordiste (Allaire 1988), marqué par une hausse des salaires et une diminution du temps de travail autorisant, par exemple, le développement des loisirs.

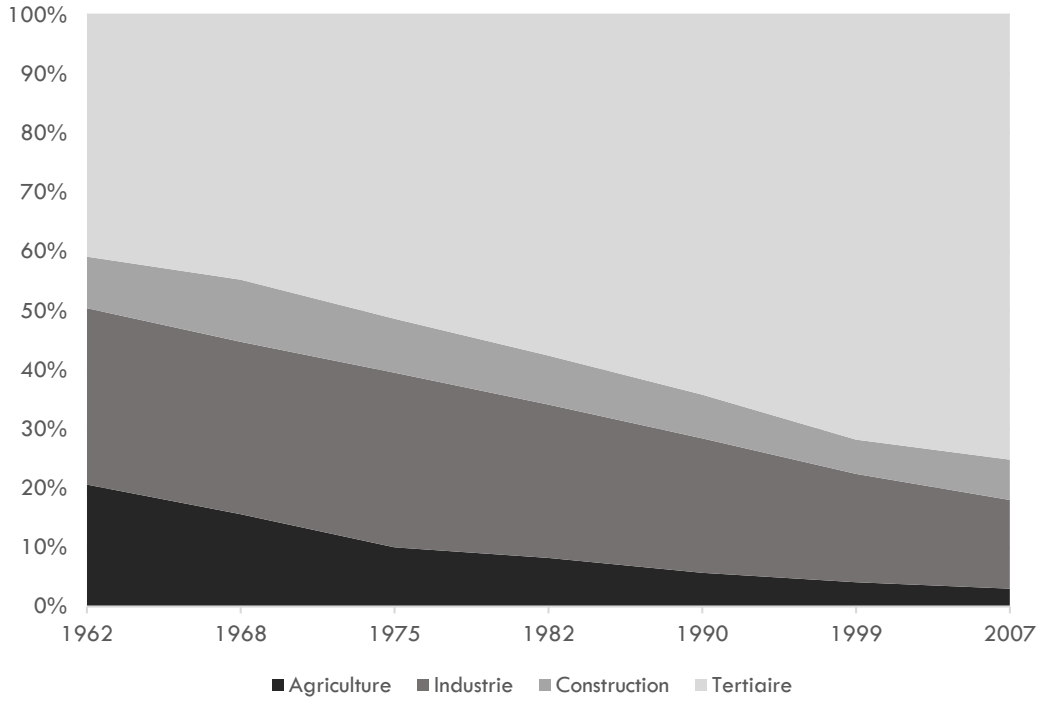


Figure 28 : Évolution de la division sectorielle du travail (données des recensements de la population – INSEE)

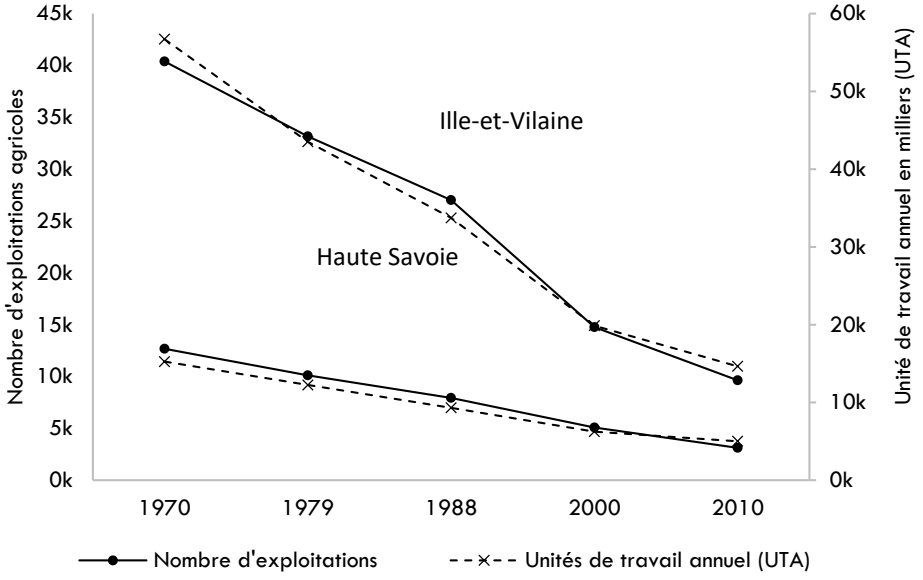


Figure 29 : Évolution de la quantité de travail (UTA) et du nombre d'exploitations agricoles en Ille-et-Vilaine et en Haute-Savoie (données du recensement agricole - traitement auteur). L'unité de travail annuel (UTA) est l'unité de mesure de la quantité de travail humain fourni sur chaque exploitation agricole.

Ces gains de productivité sont le fruit d'une nouvelle division verticale du travail. Les systèmes de polyculture-élevage qui prévalaient dans les années 1950 produisaient eux-mêmes l'essentiel des moyens de production. Les animaux assuraient le renouvellement de la fertilité notamment par des transferts saltus/ager et fournissaient la force de travail. La spécialisation des systèmes de production et son corollaire, la dissociation entre agriculture et élevage, se traduisent dès les années 1970 par une externalisation de la production des moyens de la production agricole. En amont, le développement de la motomécanisation remplace la traction animale et le développement des engrais de synthèse vient se substituer aux transferts de fertilité opérés par les animaux (Jussiau et al. 2000). En aval, l'agro-industrie se développe et consiste en une externalisation accrue de la transformation du lait. Le travail agricole s'insère dans des filières et donne lieu à de nouvelles relations de travail avec l'amont (machinisme, agrochimie et fournisseurs d'aliments pour le bétail) et avec l'aval (industrie de collecte et de transformation laitière). Pour autant, la nature et l'intensité de cette division verticale du travail ne sont pas de même ordre dans les deux systèmes agraires étudiés. Par exemple, dans le bassin rennais, l'agro-industrie collecte le lait et contractualise un rapport de force autour duquel se décident le prix payé aux producteurs et les références laitières (volumes collectés). Ce rapport de force est particulièrement bien restitué par cet extrait d'entretien : « *J'ai dit au directeur d'Agrial : il faut arrêter de nous appeler chef d'entreprise : c'est pas nous qui déterminons nos prix de vente, c'est pas nous qui déterminons nos fiches de paie, c'est la laiterie qui détermine ça. Nous on subit un peu.* » (ENT E5-35). Dans la zone Reblochon, les éleveurs du plateau des Bornes ont organisé la transformation de leur lait à travers des coopératives

suivant le modèle jurassien des fruitières (Allefresde 1952). En zone de montagne, l'essentiel des exploitations transforme elles-mêmes le lait produit en Reblochon et le vendent en direct ou via des affineurs. Le bassin rennais, le plateau des Bornes et le massif des Bornes-Aravis constituent ainsi trois déclinaisons d'intensité différente de cette division verticale du travail.

2.1.2 L'émergence de services autour de l'exploitation

Le développement du conseil et de l'encadrement technique de l'agriculture s'inscrit également dans cette nouvelle division du travail. Si cette composante n'intègre pas notre analyse des évolutions de la division du travail, il nous semble essentiel d'en rappeler les grandes lignes. Sur nos terrains, le développement du contrôle laitier et de l'insémination artificielle offrent deux exemples prégnants de cette dynamique. Historiquement, les syndicats de contrôle laitiers se sont développés au début du XXe siècle pour réaliser régulièrement la pesée du lait produit par chaque vache et fournir aux éleveurs ces informations (Fanica 2008, 341). Après-guerre, les adhésions au contrôle laitier progressent fortement notamment sous le coup de l'obligation d'adhésion conditionnant l'obtention des prêts « bâtiments d'élevage » (Bontron, 1968 cité par Fanica 2008, 343). Le contrôle laitier devient le principal pourvoyeur de services de conseil aux exploitations laitières (Vedel 2006) et occupe un rôle central dans l'accompagnement de la sélection génétique des animaux (Fanica 2008). Le contrôle laitier et l'insémination artificielle accompagnent ainsi la diffusion des races dites « améliorées ». Par la diffusion de ces nouvelles races, c'est également de nouveaux systèmes d'alimentation des animaux qui se répandent. La Prim'Holstein valorise particulièrement bien les aliments issus de la révolution fourragère (maïs ensilé et foin issus de praires améliorées) et remplace peu à peu les races locales plus adaptées au pâturage. En Haute-Savoie, entre 1953 et 1963, le nombre de vaches laitières inscrites au contrôle laitier[146] est passé de 400 à 6000 (Figure 30). Cette progression illustre à la fois le développement du conseil et la dynamique de spécialisation laitière de la région.

[146] Données extraites des archives départementales de Haute-Savoie, cote 31 228, « Situation économique de l'agriculture du département et résultats des comptabilités (centre de comptabilité et d'économie rurale de Haute-Savoie – Maison Paysanne, Annecy) », période 1962-1966, consulté le 17 janvier 2023 à Annecy.

PROBLÈMES D'ÉLEVAGE

LE CONTROLE LAITIER
n'est pas un concours
mais un outil de travail
pour chaque éleveur

« LE VERITABLE TABLEAU DE BORD »
DE L'EXPLOITATION

Voir notre article pages 4 et 9

Figure 30 : Publicité pour le contrôle laitier dans le Paysan savoyard du 24/12/1966[147]

2.2 Une division du travail entre exploitations révélée par l'espace géographique

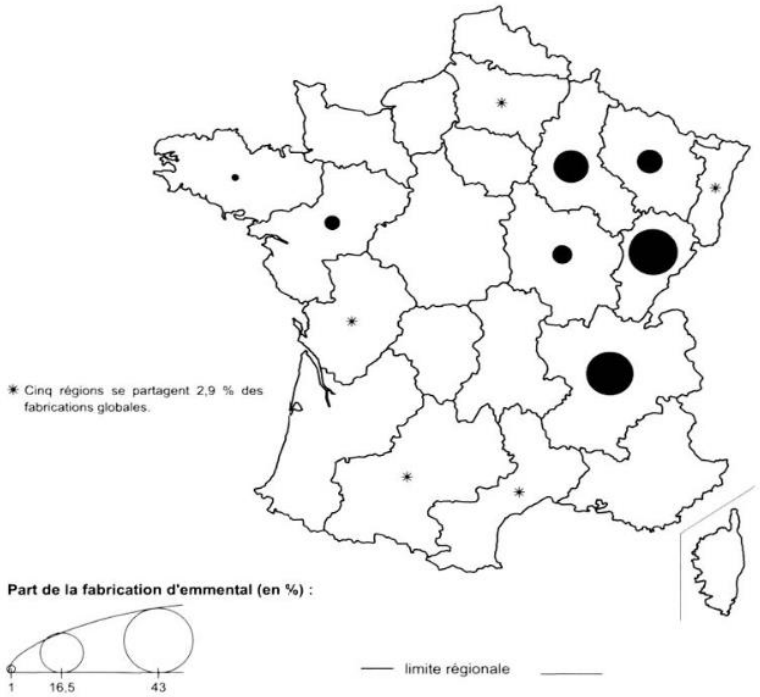
Cette division du travail portée par la modernisation laitière peut également se lire à travers l'espace géographique. Sur nos terrains, la mise en place d'une division du travail entre exploitations agricoles s'illustre dans deux espaces géographiques. Le premier retranscrit la dynamique de spécialisation régionale, souvent présentée entre différentes productions, moins souvent au sein même du secteur laitier, et plus rarement encore au sein de la production fromagère (2.2.1). Le second est celui qui permet, sur notre terrain haut-savoyard, de comprendre les relations entre le *haut* et le *bas* comme la mise en place d'une division territoriale du travail nécessaire à la rente de qualité territoriale (Mollard 2001) (2.2.2).

2.2.1 Le grand déménagement de l'emmental : une division régionale du travail

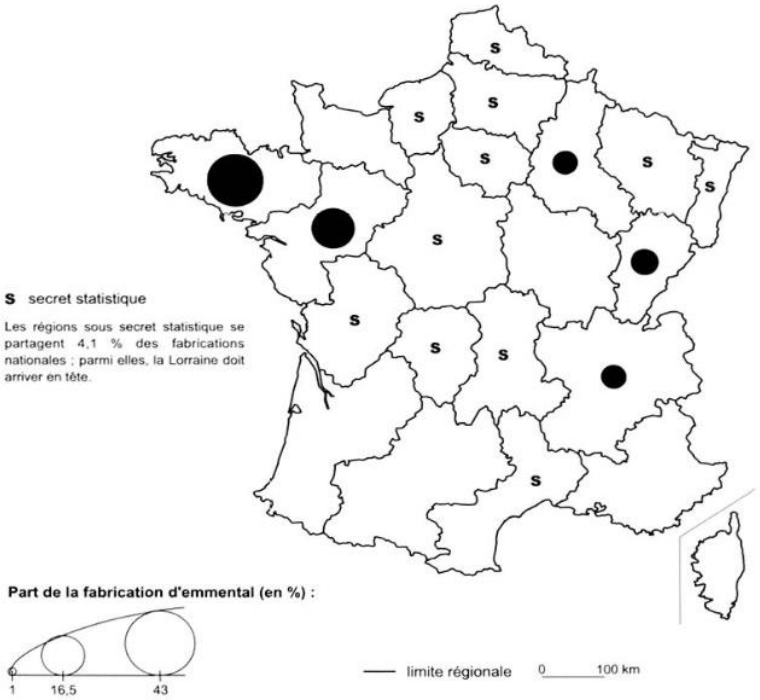
La nouvelle division sectorielle du travail se manifeste dans l'évolution des espaces productifs français et internationaux. La spécialisation des systèmes de production s'accompagne d'une spécialisation des territoires. Les zones d'élevage se distinguent ainsi des zones de grandes cultures et plus particulièrement, les bassins laitiers se différencient des zones allaitantes. Ces différents systèmes agraires régionaux fonctionnent en sous-unités complémentaires (Mazoyer et Roudart 2002, 521). Trois grands bassins de production laitière apparaissent alors : le Grand-Ouest, le nord-est et les « montagnes laitières » du Centre-Est (Jussiau et al. 2000, 446; Ricard 2014). Dès les années 1950, les transformations à l'œuvre s'accompagnent d'une réorganisation de la division spatiale du travail entre ces

[147] Archives de la Bibliothèque nationale de France – site de Tolbiac – Le Paysan savoyard du 24/12/1966 - Cote : GR FOL-JO-4234 – consulté en décembre 2022.

différents espaces. En Haute-Savoie, l'emmental constitue dans les années 1960 le principal débouché d'une production laitière organisée autour des fruitières. Ce fromage façonne autant l'économie locale qu'il participe à une vie sociale organisée autour des fruitières (Guérin 1972; Demolis 1974). En 1962, sur les 307 fruitières du département, 234 fabriquent de l'emmental soit les trois quarts de ces coopératives fromagères (Vuichard 1991). Encouragés par les pouvoirs publics et conscients des avantages concurrentiels que représente le Grand-Ouest, les industriels vont y implanter des usines de production d'emmental (Calvez 2005). La densité des exploitations laitières permet de réaliser des économies d'agglomération en diminuant par exemple le coût de la collecte du lait. En quelques années, la production d'emmental va ainsi quitter les montagnes de l'Est laitier français pour constituer un produit central du complexe agro-industriel laitier breton (Figure 31). Mais loin de constituer un frein au maintien de la production fromagère, ce « déménagement » de l'emmental va encourager les producteurs haut-savoyards à se tourner vers la production de Reblochon. Contrairement à l'emmental, le Reblochon bénéficie dès 1958 d'une AOC protégeant ainsi sa zone de production. L'emmental fournit un exemple prégnant des dynamiques spatiales à l'œuvre pendant cette modernisation laitière et de l'imbrication de ces deux petites régions agricoles au regard de leur dynamique historique. Cela se traduit par une division spatiale du travail en agriculture influencée aussi bien par la recherche d'une concurrence par les coûts de production (bassin rennais) que par la constitution d'une rente de qualité territoriale (zone AOP Reblochon) (Mollard 2001).



a.



b.

Figure 31: Mise en œuvre d'une nouvelle division spatiale du travail : exemple de la répartition régionale des fabrications d'emmental en 1970 (a) et 2001 (b) ; d'après (Calvez 2005)

2.2.2 Le haut et le bas : une division territoriale du travail

Sur notre terrain haut-savoyard, les éleveurs distinguent deux grandes zones : le « *haut* » et le « *bas* ». Le bas désigne un ensemble principalement composé du plateau des Bornes et de la vallée de l'Arve. Le haut correspond à la zone montagnarde et inclut le massif de Bornes, les Aravis, une partie du Val d'Arly et le Nord Faucigny. De cette diversité de milieux biophysiques découlent deux grands ensembles agraires. Nous avons vu que le haut et le bas se distinguent ainsi par la structure des exploitations, par les systèmes d'élevage prédominants et par l'organisation de la transformation. En bas, les exploitations sont de plus grande taille, plus équipées et la disponibilité des terres labourables a accompagné une intensification de la production par le recours aux céréales, l'affourragement en vert (maïs et herbe) et la prédominance de la race montbéliarde. L'essentiel du lait produit est livré aux fruitières qui se chargent de la transformation et de la commercialisation. En haut, la transformation fermière du lait en Reblochon permet aux éleveurs de tirer une meilleure valeur ajoutée du lait produit. Les exploitations ont ainsi connu une logique d'agrandissement et d'intensification bien moins marquée. Elles sont de plus petite taille et présentent un niveau d'équipement moins important. La valorisation des prairies naturelles dans les vallées et les alpages fournit l'essentiel de l'alimentation des abondances, race dominante en haut, moins productive, mais plus adaptée aux conditions montagnardes.

Historiquement, ces deux grands espaces productifs ont noué des relations de complémentarité. En période de fenaison, une partie du troupeau du bas monte « *en location* » dans les alpages du haut, libérant du temps de travail pour l'intensive récolte des foins. En contrepartie, les éleveurs des zones de montagne, contraints dans leur capacité de production herbagère, achètent du foin aux éleveurs du bas. Mais cette complémentarité participe également à la construction d'un marché et d'un prix du Reblochon sensiblement plus élevé et stable que le prix des marchés mondiaux. Le bas fournit ainsi l'essentiel du volume de lait de l'AOP et permet d'élargir les circuits de distribution du Reblochon (grande distribution, restauration, etc.) faisant ainsi connaître le fromage dans un vaste espace marchand. Quant aux éleveurs du haut, ils façonnent l'image d'un fromage de montagne riche de son histoire, produit dans des fermes au bâti traditionnel avec de petits troupeaux valorisant des prairies d'altitude dont la flore spécifique contribue aux spécificités gustatives du Reblochon (Dorioz et al. 2000). Les pratiques du haut sont donc centrales dans la construction de la rente de qualité sur laquelle se fonde le prix du Reblochon, pour le haut comme pour le bas. Comme le rappellent souvent les éleveurs du plateau des Bornes, ces différences fondent une division du travail entre le haut et le bas : « *en haut ils font la qualité, en bas on fait la quantité* ». Les différences entre deux grands milieux biophysiques, deux grands systèmes productifs, deux formes de division sectorielle du travail de production laitière fondent une géographie des espaces vécus (Frémont 1968) sur laquelle s'organise une division territoriale du travail pour la constitution d'une rente de qualité associée à un fromage.

Figure 32 : Le Reblochon fermier (pastille de caséine verte) est produit à la ferme avec le lait du troupeau, après chaque traite, deux fois par jour ; le Reblochon laitier (pastille de caséine rouge) est fabriqué dans des unités de transformation (fruitières ou agro-industries) avec du lait de différents troupeaux de la zone AOP (source : Reblochon de Savoie AOP, communication Facebook du 9 mars 2014, consulté le 11/07/2023)

2.3 Une division du travail dans l'exploitation entre famille et machines

2.3.1 Agrandissement et réorganisation de la division interne du travail

Tout d'abord la plus profonde transformation qui s'opère dans l'organisation sociale du travail est la séparation entre activité productive marchande et activité domestique. Si la confusion des deux constitue l'essence des organisations sociales paysannes, l'intégration de l'agriculture à la société fordiste fait rentrer le travail agricole dans le domaine marchand. La principale conséquence de ce changement est l'émergence de la question du revenu du travail intimement liée à la division du travail qui s'organise alors. Elle s'incarne dans différentes luttes paysannes que sont les grèves du lait de 1965 et 1972 en Bretagne : « *La représentation, que se font les acteurs, de la séparation de l'activité productive (« socialisée ») d'avec l'activité domestique conditionne l'apparition d'une problématique du « revenu du travail », sensible dans certaines positions paysannes depuis la « guerre du lait », qui secoue la Bretagne et la région Rhône- Alpes, en 1972 (" dans le prix du lait, le prix de notre travail ")* » (Allaire, 1988, p. 177). Pour autant, au cours de la modernisation, l'organisation sociale du travail dans les exploitations laitières est restée essentiellement familiale et le salariat marginal. En conséquence, la division du travail dans les exploitations laitières est en premier lieu genrée. Dufour et al. (2010) montre par exemple que le travail des femmes en élevage laitier est très lié à la sphère domestique et aux astreintes quotidiennes (soins des animaux, traite, travail administratif). C'est pourquoi, si le secteur

laitier est particulièrement concerné par les troubles musculo-squelettiques, l'exposition aux facteurs de risque diffèrents entre les sexes (Caroly et Bohórquez 2014). Par exemple, les femmes sont plus exposées aux risques liés aux tâches répétitives telles la traite alors que les hommes sont soumis aux vibrations, bruits et autres facteurs associés à la conduite des engins (*Ibid.*). Dufour et al. (2010) précisent également que si la reconnaissance du travail féminin existe dans la sphère familiale, elle l'est peu au sein des groupes professionnels majoritairement composés d'hommes. Pour notre part, l'analyse des trajectoires des collectifs de travail (36 exploitations) donne à voir trois grandes phases de l'organisation de la division du travail dans les exploitations laitières. Si la temporalité de ces différentes phases est intimement liée aux évolutions structurelles (politiques publiques, régulations, équipements, etc.), elle s'avère spécifique d'une exploitation à l'autre :

i. Une première phase s'organise autour du couple d'exploitants. En toute logique, la division du travail est en premier lieu genrée. Au sein du travail agricole, le travail des femmes est très lié à la sphère domestique (soins des animaux, traite, travail administratif) et la traite des vaches est souvent une tâche féminine. Le travail des retraités est également structurel au moins dans les exploitations enquêtées. La mobilisation des parents permet d'assumer le pic de travail généré par la saisonnalité de la production (moissons, fenaisons, vêlages) et d'éviter le recours au salariat. Sur la fin de cette première période de la division du travail dans les exploitations laitières, la traite se réalise parfois à deux afin de s'adapter à l'accroissement du temps de traite conséquent à l'agrandissement du troupeau. La femme est alors aidée de son mari ou d'un parent du couple.

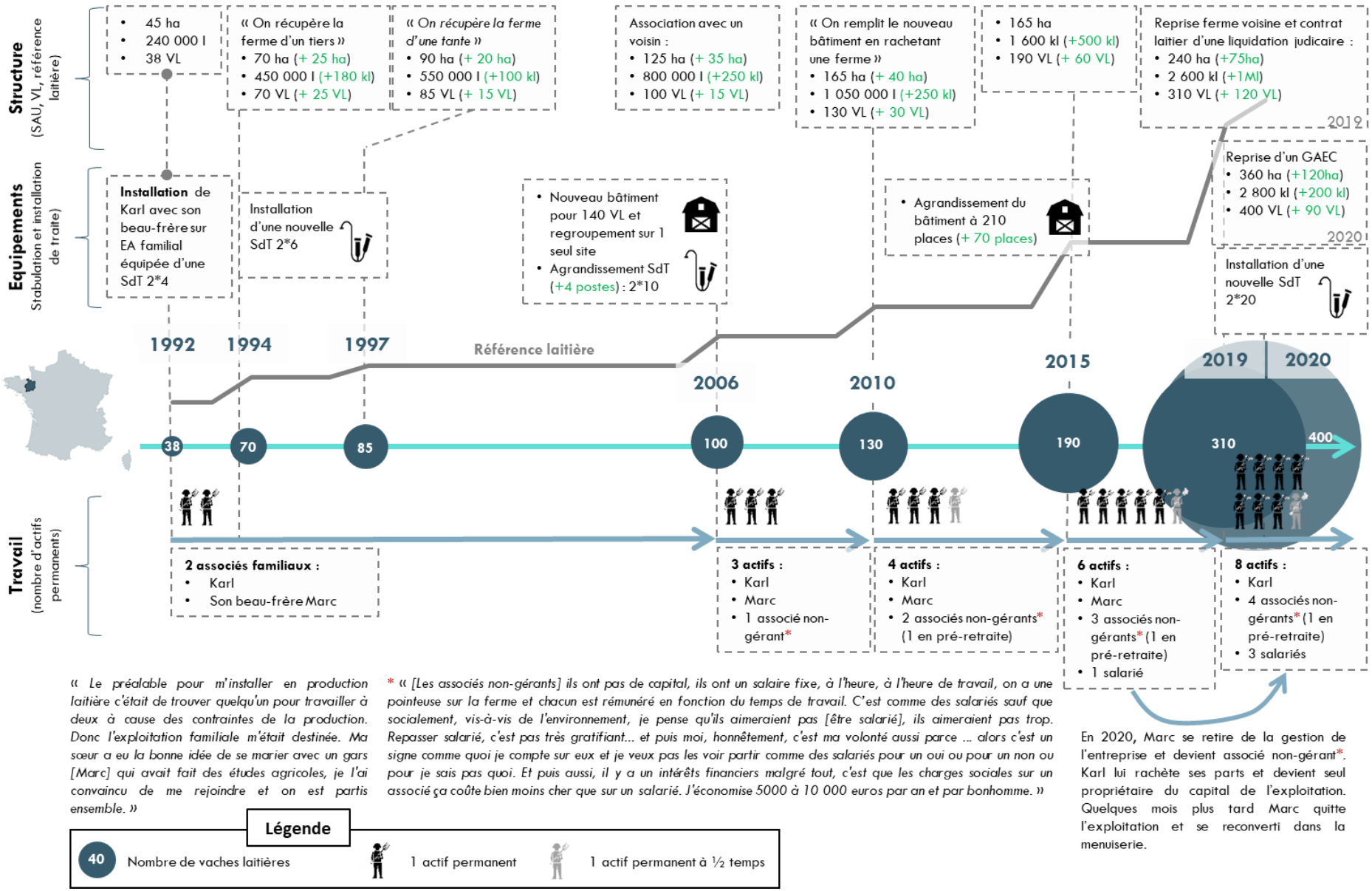
ii. Puis, lorsque l'agrandissement de l'exploitation dépasse la capacité interne en travail, le collectif de travail s'élargit et la division du travail se réorganise en conséquence. Cet élargissement du collectif de travail se fait d'abord au sein du cercle familial (enfants, cousins, etc.) puis rapidement avec de nouveaux collaborateurs, anciens voisins avec lesquels on s'associe au sein d'un GAEC comme associés. D'après nos enquêtes, cet élargissement s'accompagne souvent d'une diversification du revenu au sein des ménages où les femmes travaillent à l'extérieur de l'exploitation. La traite n'est dès lors plus une tâche spécifiquement féminine et l'astreinte de la traite est souvent distribuée entre les différents associés (sur les 26 enquêtes de trajectoire, la traite est une tâche féminine sur seulement 4 exploitations organisées autour du couple).

iii. Enfin, pour certains, l'embauche d'un ou plusieurs salariés constitue plus récemment la nouvelle étape de cette division du travail. Lorsqu'il est souhaité et possible, le salariat permet de soutenir l'agrandissement en s'affranchissant d'un regroupement où l'agrandissement de l'exploitation s'accompagne de celui du collectif des collaborateurs. Nous verrons dans le prochain chapitre

que cette nouvelle étape de la division interne du travail représente une bifurcation au cours de laquelle la question de la robotisation se pose (Chapitre 5).

Les reconfigurations de la division interne du travail sont donc intimement liées aux dynamiques de restructuration et d'agrandissement des exploitations dont la conséquence est l'agrandissement du collectif de travail. La Figure 33 fournit une bonne illustration d'une trajectoire d'accumulation des facteurs de production (terre, capital et quotas de production) et d'élargissement du collectif de travail dans une exploitation laitière spécialisée du bassin ouest rennais. Depuis l'installation de Karl et son beau-frère Marc en 1992, l'exploitation est passée d'un collectif de deux travailleurs familiaux avec 38 vaches laitières à une exploitation de 400 vaches laitières, 8 actifs et une dissociation progressive entre travail et capital (ENT E18-35). La structure s'est agrandie en rachetant les facteurs de production des exploitations trop petites pour survivre à la dynamique de sélection par les prix. La taille des exploitations rachetées progresse au cours du temps, témoignant ainsi de l'accroissement du seuil de viabilité économique des structures laitières. Une partie des éleveurs vendant leur structure ont rejoint le collectif de travail de Karl avec un statut d'associé non-gérant, sans part dans le capital de l'exploitation et sans responsabilité dans la gestion de l'entreprise. En 2020, après le départ de son beau-frère, Karl devient seul propriétaire de l'exploitation et mobilise 7 autres actifs salariés ou associés non-gérants.

Figure 33 : Trajectoire d'une exploitation spécialisée dans le bassin ouest rennais : de l'exploitation familiale à deux UTA à une dissociation progressive entre travail et capital dans une structure à huit actifs



« Le préalable pour m'installer en production laitière c'était de trouver quelqu'un pour travailler à deux à cause des contraintes de la production. Donc l'exploitation familiale m'était destinée. Ma sœur a eu la bonne idée de se marier avec un gars [Marc] qui avait fait des études agricoles, je l'ai convaincu de me rejoindre et on est partis ensemble. »

* *« [Les associés non-gérants] ils ont pas de capital, ils ont un salaire fixe, à l'heure, à l'heure de travail, on a une pointeuse sur la ferme et chacun est rémunéré en fonction du temps de travail. C'est comme des salariés sauf que socialement, vis-à-vis de l'environnement, je pense qu'ils aimeraient pas [être salarié], ils aimeraient pas trop. Repasser salarié, c'est pas très gratifiant... et puis moi, honnêtement, c'est ma volonté aussi parce ... alors c'est un signe comme quoi je compte sur eux et je veux pas les voir partir comme des salariés pour un oui ou pour un non ou pour je sais pas quoi. Et puis aussi, il y a un intérêts financiers malgré tout, c'est que les charges sociales sur un associé ça coûte bien moins cher que sur un salarié. J'économise 5000 à 10 000 euros par an et par bonhomme. »*

2.3.2 La pluriactivité : une division du travail à l'échelle du ménage

En agriculture, la pluriactivité s'inscrit au centre d'une diversité de logique : saturer le calendrier de travail alors que le travail agricole est marqué par une forte saisonnalité, diversifier et améliorer les sources de revenus (coût d'opportunité du travail), diversifier les risques économiques, donner un autre sens à son activité, etc. Une grande diversité d'explications et de moyens de compréhension que le concept de système d'activité cherche à retranscrire (Gasselin et al. 2014b). Pour certains auteurs, le système d'activité « c*onstitue le véritable domaine de cohérence des pratiques et des choix des agriculteurs* » (Paul et al. 1994, 9). Peu investie par les études rurales jusque dans les années 1970, la pluriactivité a joué un rôle structurel dans la modernisation des exploitations agricoles (David 1973). Sur nos terrains en particulier, la pluriactivité est fortement présente au sortir de la Seconde Guerre mondiale. Pour les moins bien lotis tels que les laboureurs journaliers, l'industrie naissante offre soit une voie de sortie de l'agriculture soit une pluriactivité indispensable pour la réalisation des investissements nécessaires à la modernisation de l'exploitation familiale. Au sud de Rennes, l'usine Citroën de La Janais emploie 6 200 ouvriers dans les années 1960 (Jégouzo 1968). Dans cette usine, les ouvriers-paysans sont une part importante des ouvriers spécialisés travaillant à la chaîne (*Ibid.*). A la même période, en Haute-Savoie, c'est le tourisme hivernal des stations de ski naissantes qui fournit aux « employés-paysans » le revenu nécessaire à la modernisation des exploitations agricoles. Dans ce département alpin, la double-activité concerne au minimum près du tiers des chefs d'exploitation contre 22 % à l'échelle nationale (David 1973). Cette double activité est d'autant plus importante que les exploitations sont de petites tailles et qu'elles disposent donc d'une faible capacité d'investissement. Elle est longtemps restée une condition du maintien d'une agriculture de montagne à l'écart des politiques de modernisation jusqu'à la fin des années 1970. De fait, la double activité est bien plus représentée en zone de montagne où les exploitations dégagent de faibles revenus comparés aux exploitations de l'Avant-Pays (plateau des Bornes). De plus, la saisonnalité du travail agricole est très marquée en zone en montagne (pic de travail pour les fenaisons et faible activité hivernale) ce qui participe d'une complémentarité avec l'économie du tourisme elle aussi marqué par une forte saisonnalité. Sur le plateau des Bornes, la proximité avec Genève et Annecy a favorisé l'activité maraichère et la vente du lait aux laiteries faisant de la pluriactivité une condition moins indispensable de l'activité agricole. Que ce soit dans le bassin rennais ou en Haute-Savoie, la pluriactivité constitue à l'échelle de certains ménages une autre division du travail nécessaire aux nouveaux investissements des exploitations laitières.

2.3.3 Le travail : une ressource à optimiser par la machine

La nouvelle division sectorielle du travail implique que chaque travailleur agricole produise plus et en l'occurrence que chaque éleveur produise plus de litres de lait. Pour cela, nous avons vu que les systèmes de production ont évolué de manière systémique modifiant

tout autant la génétique des animaux que l'alimentation, la reproduction, les systèmes de cultures fourragères, la gestion des pâturages et la conduite du troupeau. Et ces évolutions ont connu de fortes déclinaisons territoriales comme en témoignent les deux petites régions agricoles étudiées. Le machinisme a joué un rôle central dans ces transformations. Il a permis l'augmentation de la puissance de traction par le déploiement des tracteurs ou des outils autotractés et la mécanisation de nombreuses tâches par la fabrication d'outils dimensionnés à cette nouvelle puissance. Le développement du machinisme a d'abord été celui du tracteur, plus précoce et central dans le développement de l'industrie du machinisme agricole. En 1961, la fabrication de tracteurs représente 45 % du chiffre d'affaires du secteur du machinisme agricole contre 2,6 % pour l'élevage (Byé 1979). En 30 ans (de 1945 à 1975), les 1 450 000 tracteurs ont remplacé la traction animale qui occupait 2 400 000 chevaux et 200 000 paires de bœufs (Byé 1979, 49). La tractorisation des exploitations françaises a connu une dynamique importante à partir des années 1950 et jusqu'au début des années 1960. Plus accessibles économiquement, la vente de tracteurs de faible puissance a permis d'équiper un grand nombre d'exploitations. En 1961, près de 80 % des tracteurs vendus disposent d'une puissance inférieure à 34 CV (Byé 1979, 47). Puis la diminution du nombre d'exploitations a corollairement été celle du nombre d'acheteurs. Si le nombre de tracteurs vendus diminue, leur puissance progresse et permet de tracter des outils de plus grande dimension. Pour exemple, alors que les premières charrues attelées à des tracteurs étaient équipées de 3 socs, elles peuvent aujourd'hui en avoir 7. Nous avons vu que le déploiement du tracteur s'est réalisé à des périodes différentes en fonction des espaces considérés. Son arrivée en zone de montagne a été plus tardive faisant en premier lieu place à une micro-mécanisation du travail (motofaucheuse, motoculteur).

La traite a également fait l'objet de profondes transformations en lien avec une mécanisation de plus en plus poussée. Si cette modernisation laitière a impacté l'ensemble des tâches des éleveurs, la traite a constitué un maillon central de ces évolutions. Sans pouvoir traire plus de vaches, le troupeau ne peut s'agrandir. C'est pourquoi la machine à traire a pleinement rythmé l'évolution des exploitations de ces deux régions. Et le déploiement de ces machines a également connu une dynamique géographique que nos deux terrains illustrent particulièrement bien. Dans les années 1960, la plupart des exploitations trayaient les vaches manuellement. Compte tenu de la taille réduite des troupeaux et de l'importance de la main-d'œuvre familiale disponible, la traite manuelle n'était pas vécue comme une tâche particulièrement longue et pénible (ENT E2-74). « *Chaque jour, 2 à 3 personnes effectuaient la traite à la main* » se souvient Madame Levet des journées de travail en montagne[148]. La mécanisation de la traite connaît un réel développement à partir des années 1950 et en lien étroit avec l'électrification des campagnes nécessaire pour faire fonctionner une pompe à

[148] « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992.

vide (Marnet 2014). D'abord posé au sol puis rapidement suspendu pour éviter les risques liés aux mouvements des animaux, le pot trayeur constitue la première étape de cette mécanisation en se substituant à la force mécanique du bras humain. À partir des années 1960, le pot trayeur connaît un important déploiement sur nos trois zones d'étude. Cependant, le nombre de pots trayeurs restera limité dans les massifs des Bornes-Aravis et la traite restera majoritairement manuelle au moins jusqu'aux années 1970. Par exemple, si le premier pot suspendu[149] arrive en 1951 dans la vallée de Thônes et en 1959 en alpage, on ne compte en 1969 que 36 pots trayeurs sur le canton de Thônes (sur au moins 1000 exploitations)[150]. Puis dès les années 1970, le pipe-lait ou « transfert » commence à remplacer le pot trayeur dans le bassin rennais et sur le plateau des Bornes. Il évite le transport du pot et permet la conduite du lait vers un récipient collecteur via un système de canalisations (Lecoq 1966). Une fois encore, la zone de montagne restera assez peu concernée par l'arrivée de cette innovation. D'après les archives consultées, en 1992, seulement une dizaine d'exploitations sont équipées d'un pipe-lait sur le canton de Thônes. Puis dès les années 1980, le décrochage automatique des gobelets trayeurs se répand ainsi que l'installation des premières salles de traite dans le bassin rennais et sur le plateau des Bornes. Chacune de ces nouvelles étapes du machinisme de la traite s'inscrit dans des bifurcations caractérisées par un ensemble de transformations (bâtiments, alimentation des animaux, etc.) permettant une hausse de la productivité physique du travail. Par exemple, dès les années 1980 dans le bassin rennais et les années 1990 sur le plateau des Bornes, des salles de traite sont installées avec la construction de nouveaux bâtiments en stabulation libre. Ces derniers sont équipés de cornadis et facilitent la distribution d'un maïs ensilage en pleine expansion (Pflimlin et al. 1998; Houssel 2006). Bâtis agricoles, mode d'alimentation et machine à traire évoluent ainsi conjointement vers des systèmes plus productifs (volume/vache) et à plus haute productivité du travail (volume/actif). La machine à traire occupe une place centrale dans ces transformations en permettant à chaque actif de traire plus de vaches. À chacune de ces nouvelles étapes du machinisme de la traite, la productivité physique du travail augmente et l'exploitation s'agrandit (entretiens). L'agrandissement est rendu possible par les transformations techniques et nécessaire par les investissements réalisés.

Que ce soit les tracteurs ou les machines à traire, le déploiement tardif dans les massifs des Bornes et Aravis illustre la temporalité d'une modernisation des zones de montagne qui est autant celle d'une considération tardive par les politiques de modernisation que celle d'un machinisme tardivement adapté aux besoins spécifiques de ces systèmes de production montagnards. Aujourd'hui, dans la zone de montagne, la très large majorité des exploitations utilisent des griffes reliées à un lactoduc dans des étables entravées et assez peu

---

[149] *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* - Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992.

[150] Estimation à partir de 1677 exploitations en 1955 (recensement agricole de 1955).

sont équipées de salles de traite (entretiens). Cela confirme le lien entre la machine à traire et la taille du troupeau puisque ces exploitations ont pour l'essentiel moins de 30 vaches laitières à traire. Non seulement ces installations de traite à lactoduc en stabulation entravée sont très adaptées à la conduite d'un troupeau entravé pendant la période hivernale, mais, contrairement à la salle de traite, elles permettent de conserver une stabulation de petite taille. Le coût du bâti agricole en zone de montagne est d'autant plus élevé que les toitures doivent résister au poids de la neige. Les éleveurs en montagne ont ainsi tout intérêt à limiter la surface des bâtiments d'élevage. Si l'économie de temps de travail est un argument central du déploiement de ces machines à traire, la qualité du lait l'est également. D'ailleurs, les lactoducs en stabulation entravée se répandent en montagne au même moment où le Reblochon fermier s'impose et s'institutionnalise à travers l'AOC. C'est pourquoi ces installations s'accompagnent souvent d'une adhésion au contrôle laitier tant leur arrivée est d'abord vue comme une menace pour la qualité du lait. « *La qualité est un critère capital. Les fromages sont d'autant mieux payés que le lait contient moins de leucocytes (des cellules présentes dans le lait des vaches malades). Par conséquent, comme les autres fournisseurs de la Coop, Raymond Charvet adhère au contrôle laitier, organisme qui chaque mois mesure la qualité et la quantité de lait produit par chaque vache […]* »[151]. La machine est donc centrale dans l'organisation de cette nouvelle division du travail en opérant une externalisation de la fabrication des facteurs de production (machines, engrais, aliments, etc.) et en encourageant la spécialisation sur laquelle s'organise une division du travail entre les exploitations. Pour vendre ces différentes machines, les discours commerciaux font du travail un facteur de production, une ressource rendue rare par l'émigration rurale et dont l'optimisation est un argument central du discours modernisateur et de l'incitation aux investissements (Figure 34). Nous verrons dans le prochain chapitre dans quelles mesure le robot de traite s'inscrit en continuité de cet argumentaire d'un travail raréfié.

[151] « *La vie agricole dans la vallée de Thônes, des origines à nos jours* » Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17 – juillet 1992 –page 124.

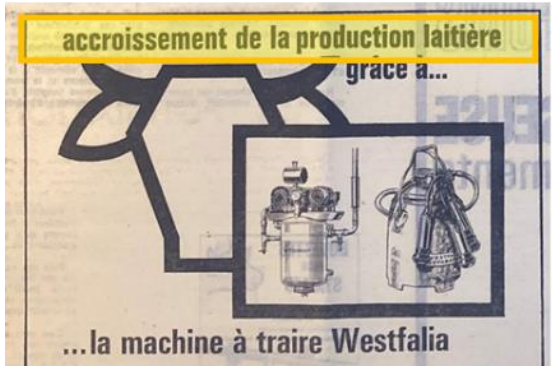


Figure 34 : La centralité du travail dans le discours modernisateur – extraits de publicités dans la presse agricole départementale (Le Paysan savoyard - archives consultées en décembre 2022 à la Bibliothèque nationale de France - Tolbiac Cote : GR FOL-JO-4234)

A : Le Paysan savoyard du 29/04/1967

B : Le Paysan savoyard du 23/09/1975

C : Le Paysan savoyard du 29/04/1967

D : Le Paysan savoyard du 11/03/1967

E : Le Paysan savoyard – année 1958

3. Trois nuances de blanc : conclusion d'une histoire comparée de la modernisation laitière

Dans ce chapitre, nous avons montré et illustré deux principaux résultats. Le premier analyse la modernisation laitière comme un processus historique de différenciation technique et socio-économique des espaces et des exploitations. Le deuxième résultat est que ce processus peut être lu comme la mise en place d'une nouvelle division du travail dont les modalités dépendent tout autant des espaces considérés que des exploitations.

Ainsi, cette histoire comparée donne à voir les déclinaisons spatiales de ce processus de modernisation et plus précisément la diversité de sa temporalité, de son intensité et de ces modalités. Nos deux terrains donnent à voir ce que nous appelons ici trois *nuances* de la modernisation laitière. Les politiques de modernisation des années 1960 se sont avérées en faveur de la dynamique d'agrandissement, de motomécanisation et de spécialisation laitière du bassin rennais. Cette première *nuance* est celle d'un espace pleinement intégré au complexe agro-industriel et tourné vers une production laitière compétitive sur les marchés mondiaux. En zone de montagne, dans les massifs des Bornes-Aravis, si la spécialisation laitière a été tout autant précoce, l'agrandissement des exploitations est resté limité jusqu'aux années 1980 et la motomécanisation circonscrite à quelques tâches clés. Le déploiement de tracteurs adaptés aux conditions topographiques de la montagne, des installations de traite pour les étables entravées et des machines autotractées pour la production du foin ne s'est effectué qu'à partir des années 1980 et surtout 1990. Il a fallu attendre la crise du régime fordiste, le tournant de l'économie de la qualité et la considération tardive des zones de montagne dans la politique nationale pour que l'agriculture de montagne intègre à sa manière le processus de modernisation. Cette deuxième *nuance* est celle de la construction historique d'une rente de qualité territoriale rendue possible par un travail de différenciation sur le marché et de la régulation interne des prix et volumes. En *bas* des montagnes, le plateau des Bornes et la vallée de l'Arve dessinent la troisième *nuance* dans une trajectoire intermédiaire révélant les tensions qui la traversent, entre logique fordiste et régime de qualité. La motomécanisation a été plus précoce qu'en montagne et la dynamique d'agrandissement plus soutenue. Mais l'intégration à un espace de rente de qualité territoriale (AOP Reblochon) a tempéré une dynamique d'agrandissement et d'intensification qui rapproche cet espace du bassin rennais. Cette troisième *nuance* est celle d'un espace d'interface qui questionne l'idée de cloisonnement des zones d'appellation et révèle plutôt la porosité des espaces de rente aux dynamiques fordistes.

Cette modernisation laitière peut être analysée par le prisme de la division du travail. En effet, nous avons vu qu'avec le développement du complexe agro-industriel, l'exploitation agricole se spécialise et externalise la production des moyens de son fonctionnement (force

de traction, reproduction de la fertilité et sélection des espèces). Elle s'extrait également de la transformation au profit de l'agro-industrie de transformation. Ces changements peuvent être compris comme la mise en place d'une division sectorielle du travail, entre agriculture et industrie. La séparation agriculture-élevage, l'externalisation de l'élevage des génisses ou de la production de foin consistent en la mise en place d'une division du travail, entre les exploitations. La spécialisation des différentes régions laitières mais aussi des différents espaces au sein d'un territoire d'AOP révèlent également la mise en place d'une nouvelle division du travail entre exploitations laitières. Enfin, le passage d'un collectif de travail porté par un couple d'exploitants à des collectifs plus grands et aux recompositions variées traduit le lien entre la dynamique de restructuration et les réagencements dans la division du travail dans l'exploitation. Pour autant, nous avons vu que l'intensité et les modalités de l'instauration de cette nouvelle division du travail connaissent également de fortes déclinaisons territoriales. En montagne, la division sectorielle du travail ne s'instaure qu'à la marge, la transformation fermière survit et se renforce dès les années 1970. Sur le plateau des Bornes et dans la vallée de l'Arve, les fruitières voient se confirmer leur rôle historique dans la transformation fromagère collective. Dans le bassin rennais, l'agro-industrie de collecte et de transformation s'impose et fait disparaître la quasi-totalité de la production beurrière fermière. De même, la forte restructuration des exploitations bretilliennes a donné lieu à l'agrandissement des collectifs de travail et de nouvelles modalités de la division interne. En montagne, la dynamique d'agrandissement des structures a été peu soutenue et la division interne du travail est de fait souvent restée organisée autour d'un couple ou d'un petit collectif familial. Ces trois espaces offrent ainsi trois déclinaisons territoriales de cette nouvelle division du travail.

Nous avons montré en quoi la modernisation laitière a consisté en la mise en place d'une nouvelle division du travail, à la fois sectorielle (agro-industrie d'amont et d'aval et entre exploitations) et au sein des exploitations agricoles. Nous avons précisé en quoi celle-ci se décline différemment en fonction des territoires considérés. Les prochains chapitres se consacrent à étudier comment et pourquoi le robot de traite transforme cette division du travail sur chacun de nos terrains. Ainsi, nous examinons dans le chapitre suivant (Chapitre 5) quelles relations entretient le robot avec cette diversité d'espaces et d'exploitations avant de préciser en quoi cette machine recompose la division du travail dans l'exploitation agricole. Puis le chapitre 6 démontrera en quoi la robotisation de la traite peut être comprise comme une accentuation de la division sectorielle du travail entre l'exploitation et l'industrie d'amont.

Chapitre 5

Le temps du robot, le temps de l'éleveur et celui des salariés. Traite robotisée et transformations du travail dans l'exploitation agricole

Introduction

Le chapitre 4 décrit un processus historique par lequel les conditions de travail dans l'exploitation agricole ont évolué et une nouvelle division du travail s'est instaurée. Nous avons également montré dans ce chapitre 4 que cette modernisation laitière a produit une diversité sociotechnique d'exploitations laitières principalement différenciées par leurs dotations en terre, en capital, en travail ainsi que par leurs conditions géographiques. Depuis le début des années 2000 et surtout 2010, le robot de traite semble constituer la nouvelle étape d'un machinisme de la traite qui a accompagné cette modernisation laitière. Dans ce chapitre, nous tâchons de préciser ce qui, au regard des évolutions du travail dans l'exploitation agricole, inscrit la robotisation de la traite dans une rupture vis-à-vis du machinisme de la traite. Pour ce faire, nous commençons par caractériser la diversité des exploitations laitières ayant robotisé leur traite (1). Nous pouvons en effet faire l'hypothèse que tous les éleveurs n'ont pas la capacité ni la nécessité de s'équiper d'un robot de traite. Une fois cette diversité précisée et avec elle, les conditions structurelles et fonctionnelles de l'activité des éleveurs, nous démontrons en quoi la robotisation de la traite véhicule un idéal de production fluide qui modifie l'organisation du travail de l'éleveur, notamment sa temporalité, mais aussi ses gestes et prescriptions (2). Dans la dernière partie de ce chapitre, nous nous demandons en quoi les nouvelles temporalités de ce travail de fluidité redessinent la division du travail dans l'exploitation en modifiant le rapport des éleveurs au salariat et plus globalement la place du travail de l'éleveur dans la division sociale du travail (3).

1. Diversité des exploitations robotisées

1.1 Une grande diversité d'exploitations robotisées

1.1.1 Une diversité qui dépasse l'imaginaire industriel du robot

Cette histoire de la modernisation laitière comparée entre nos deux régions d'étude (Chapitre 4), une histoire des transformations, de la différenciation et de la sélection des exploitations produisant du lait de vache, nous a permis d'identifier les mécanismes par lesquels s'explique la diversité actuelle des systèmes de production et des conditions d'exercice du travail des éleveurs. L'accès différencié aux facteurs de production (terre, travail, capital) en constitue un maillon central et contribue à expliquer les différents niveaux de mécanisation des exploitations. À cet égard, on s'attendrait à ce que le robot de traite soit l'affaire de certains systèmes de production, ceux qui en ont les moyens (accès au crédit, au foncier, taille du troupeau), mais également le besoin (recherche d'une productivité accrue du travail). Cette question, savoir dans quels types d'exploitations laitières le robot de traite est adopté, a finement été assez peu étudiée par la recherche française. L'étude pionnière de Veysset et ses collègues en 2001 fournit un repère intéressant qui nous a servi de référence pour une analyse diachronique de la question (P. Veysset et al. 2001). Si cette question est restée peu étudiée en France – mais également à l'étranger - c'est au profit d'une intuition associant le robot de traite à un modèle de production industrielle reflétant ainsi son ancrage dans un imaginaire collectif historiquement construit (Chapitre 1). Ainsi, pour beaucoup, le robot de traite serait l'affaire de grandes exploitations, spécialisées, basées sur du travail salarial et il encouragerait le développement d'un modèle productiviste[152] (voir par exemple Deléage 2014). Pourtant, force est de constater que nous avons rencontré une grande diversité d'exploitations robotisées, diversité que nous nous efforcerons de caractériser et de comprendre.

Cette diversité d'exploitations robotisées est en premier lieu géographique. On trouve aussi bien des robots de traite dans le Grand-Ouest[153] qui concentre la moitié de la production laitière française que dans des zones d'appellation d'origine fromagères tels que les Alpes du Nord (Abondance, Reblochon) et le Massif central (Cantal, Bleu d'Auvergne, Laguiole et

---

[152] Bien que ce terme soit plus souvent utilisé que précisé, il existe une certaine diversité conceptuelle derrière le terme *productivisme* en agriculture : un modèle (Fouilleux et Goulet 2012), un régime (Geoff A. Wilson 2001), un fait social (Prével 2008). Nous le mobilisons pour faire référence à « *un ensemble de procédés techniques, de dispositifs organisationnels et de croyances engageant des acteurs autour de l'exigence d'accroissement et d'intensification de la production* » tel que défini par E. Fouilleux et F. Goulet (2012). Nous rajouterons cependant qu'il s'agit d'une intensification en intrants et en capital. Bien qu'une grande diversité d'exploitations laitières intègre le productivisme, ce sont les exploitations suivant une logique de maximisation du volume par actif au moyen d'une intensification en intrants et en capital par actif et par hectare qui en incarnent le plus la logique.

[153] Pour la diversité des territoires laitiers français, voir Encadré 6, page 93.

Fourme de Montbrison). Si beaucoup retiennent l'interdiction du robot de traite dans l'AOP Comté pour entretenir l'idée d'un robot qui irait à l'encontre des savoir-faire traditionnels[154], nous retenons ici que cette machine est présente dans de nombreux espaces d'appellations contraints par des cahiers des charges et mettant en avant un mode de production basé sur des ressources locales telles que le pâturage. Au regard des spécialisations régionales qui ont construit la géographie de la production laitière et fromagère française (Delfosse 2006; Ricard 2014), la géographie du déploiement du robot de traite traduit son intégration à une diversité de systèmes de production. Dans le prochain chapitre (Chapitre 6), nous reviendrons plus en détail sur les dynamiques spatiales de la traite robotisée. Pour l'heure, retenons que la diversité des espaces laitiers concernés par la robotisation révèle une diversité de systèmes de production équipés d'un ou plusieurs robots de traite.

Au sein d'une même région, il existe également une diversité de systèmes d'élevage équipés de robots de traite. Sur notre terrain bretillien, on observe d'un côté des exploitations en agriculture biologique dont l'alimentation est essentiellement basée sur des ressources herbagères (herbe pâturée et fauchée) (ENT E2-35). De l'autre côté, on rencontre le robot de traite dans des exploitations que nous pouvons qualifier de productivistes dans le sens où l'orientation productive est celle d'une intensification en intrants et en capital visant à maximiser la production laitière par vache (ENT E35/E11-35). L'alimentation est essentiellement distribuée à l'auge et repose sur du maïs ensilé et des concentrés azotés. Entre ces deux archétypes se dessine une certaine diversité de systèmes d'élevage. Pour autant, nous n'avons pas rencontré d'exploitations robotisées basées sur du parcours avec une forte contrainte spatiale. Ainsi, en Haute-Savoie, les exploitations fermières des zones de montagne valorisent les alpages par des pratiques pastorales et ne sont pas équipées de robot de traite (ENT E2, 5 - 74). La contrainte spatiale d'un système basé sur la valorisation de différents étages agroécologiques rend la robotisation de la traite peu compatible. De plus, la transformation biquotidienne du lait en fromage s'accompagne d'une traite préalable difficilement compatible avec le flux permanent qu'impose le robot de traite. Enfin, la conduite hivernale du troupeau en étable entravée est aussi peu conciliable avec l'aménagement d'une stabulation en traite robotisée. Cependant, plusieurs expériences récentes de robots de traite mobiles illustrent la compatibilité de la traite robotisée avec des systèmes pastoraux[155]. Quant à la diversité des systèmes de production robotisés, l'étude pionnière de Veysset *et al.* (2001) décrivait les exploitations robotisées comme des structures « *où la production laitière est souvent en concurrence avec d'autres ateliers* » (*Ibid.*, p. 60). Nos enquêtes

[154] « *L'utilisation du robot de traite remettrait en partie en cause le principe d'une production de Comté basée sur des savoir-faire traditionnels, garantissant une typicité propre au Comté, souligne Claude Vermot-Desroches. Cette rédaction permet une meilleure compréhension de la condition de production par l'éleveur.* » Propos du président de l'interprofession du Comté recueillis par le journal Paysan Breton (Paysan Breton, 06/06/2018).

[155] Voir notamment la vidéo sur la plateforme YouTube : Alföldi, Thomas (2021) - Robot de traite mobile et pâturage à la ferme expérimentale biologique de Trévarez. - Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick.

confirment l'intérêt du robot de traite pour solutionner la concurrence entre différents ateliers. En Haute-Savoie, c'est la concurrence entre les chantiers de fenaisons et la traite qui amène certains à s'équiper. *« … comme on fait tous nos foins, la traite du soir elle tombe jamais comme il faut. C'est toujours au moment où on est en train de presser… on a un peu un conflit entre le temps et… la traite. Donc souvent c'était ma mère qui s'y collait le soir, toute seule. »* (ENT E4-74). Dans le bassin rennais, c'est la diversification opérée dès les années 1980 (aviculture, porcs, taurillons, allaitantes) qui met en conflit différentes productions (ENT E1, 3, 4, 5, 6-35). Pour autant, nous avons également enquêté des exploitations robotisées spécialisées dans la production laitière et dont la concurrence entre les ateliers n'est pas problématique (ENT E7, 8, 14, 16-35). La diversité des ateliers et des productions n'apparaît donc pas suffisante pour expliquer l'adoption du robot de traite. Enfin, la diversité des exploitations robotisées est également celle de l'organisation sociale du travail. Veysset *et al.* (2001) pointait le caractère familial des exploitations robotisées. Pour l'heure, nous avons rencontré des robots dans une grande diversité de collectifs de travail : des couples d'actifs (ENT E2, 4-35 / E3-74), des collectifs familiaux (GAEC familiaux) (ENT E10-35/ E17-74), des collectifs non familiaux de deux à plus de cinq associés (ENT E15, 17-35/E18-74), des exploitations avec des salariés (ENT E5, 11, 14, 18-35), ou encore des exploitants seuls (ENT E1, 4-74). La diversité des formes externalisées de travail se rencontre également que ce soit au travers des groupements d'employeurs, des CUMA ou encore des ETA.

1.1.2 Le point de vue des vendeurs de robots : du robot pour tous !

Cette diversité d'exploitations équipées d'un robot de traite s'exprime également dans le discours des vendeurs des concessions et franchises du machinisme de la traite. D'après nos entretiens avec ces derniers, les déterminants individuels de l'éleveur et de son exploitation sont peu considérés pour différencier les exploitations. En particulier, la structure de l'exploitation (taille du troupeau, capital, SAU, nombre d'actifs, etc.), son fonctionnement (orientation herbagère, degrés d'intensification, etc.), le profil sociologique des éleveurs (âge, niveau de formation, appartenance à des groupes sociotechniques, etc.) et l'organisation du travail (familiale, grand collectif, salariat, etc.) sont assez peu mobilisés par les commerciaux enquêtés pour cibler les exploitations. D'après ces derniers, ces éléments ne semblent pas déterminants de l'intérêt des éleveurs à s'équiper en robot de traite.

> *« Les clients de chez DeLaval sont aussi bien en extensif qu'en intensif. Il y a aussi du bio. Le robot peut s'adapter à la typologie de chacun des élevages. »*
>
> (ENT D3)

« À qui on vend des robots ? : Aujourd'hui il n'y a pas une cible en particulier […] Autrement, toutes les exploitations et tous les systèmes : herbager, 100 % aire paillée, logette, que vous ayez 40 vaches ou 200 vaches tout le monde est susceptible d'investir dans un robot. »

(ENT D4)

Si le robot de traite est une innovation susceptible d'intéresser tout type de système de production et d'éleveur, les options représentent un levier d'adaptation à une diversité de situations. Sens du branchement du bras de traite, type de lavage des trayons, rapidité de la traite, possibilité d'un branchement manuel sont autant d'exemples d'options différenciant les marques (Sharipov et al. 2021) et illustrant une adaptation à une diversité de profils d'adoptants. Les données produites par le robot constituent également une diversité d'options à même de répondre à une demande variée. Ces données concernent essentiellement la qualité du lait (taux de leucocytes, taux protéique et de matière grasse, conductivité, etc.) et l'animal (pesée intégrée, progestérone, etc.). Alors que la concurrence entre les marques se fait de plus en plus sur la production et l'analyse des données, le robot de traite est présenté comme l'offre d'un produit-service : « *Il y a de plus en plus de gens qui sont équipés, on est de plus en plus dans un process de servicisation. Ils n'achètent plus une machine, ils achètent un service global.* » (ENT D8). La diversité des options et des données produites constitue aujourd'hui tout autant un moyen de différenciation entre les marques qu'un moyen de ciblage de certaines catégories d'exploitations.

Depuis les années 2010, certains éléments laissent cependant apparaître un ciblage spécifique des exploitations. C'est le cas du développement d'une offre spécialisée « large farming » chez certains constructeurs illustrant le besoin de s'adapter à des structures plus grandes[156]. Pour les grands troupeaux, le dispositif matériel doit s'adapter notamment pour gérer la contrainte de la longueur de la tuyauterie pour l'acheminement du lait vers le tank. Plus la distance entre le robot et le tank est importante, plus le risque de lipolyse augmente avec des conséquences sur la qualité du lait (Wiking et Nielsen 2007). L'agencement des données collectées évolue également. Si dans la plupart des exploitations les données sont présentées par vache, l'interface spécifique pour les grands troupeaux propose une gestion par lots (primipares, multipares, productives, vaches à problèmes, etc.). La robotisation des grands troupeaux impose également des aménagements spécifiques des bâtiments [157].

« Les grands troupeaux ont commencé à s'intéresser à la robotique. Ça a commencé dans les années 2010, plutôt 2015. C'est récent, 2015-2016, on a commencé à toucher de grosses exploitations. On a fait évoluer nos produits, les logiciels ont évolué. Au lieu de restituer les

[156] Robots a Reality for Large Herds Part 2 – French, Lizzy – 2016 - Site du constructeur DeLaval – consulté le 2022-04-06.

[157] Documentation technique : Large farming solutions (Dairy XL) – 2019 – Lely.

infos, vache par vache, on va restituer des tendances. C'est beaucoup plus lisible sur des grands troupeaux donc ça facilite la prise en main, ça facilite la gestion d'un grand troupeau aujourd'hui. Après, on va beaucoup travailler sur la question du transport du lait. Quand vous avez des grands bâtiments, l'une des problématiques c'est comment est-ce qu'on sécurise la qualité du lait sur 70 mètres. »

(ENT D4)

Le développement du marché de l'occasion et sa prise en main par les concessionnaires représentent une autre voie d'adaptation à des exploitations spécifiques. Ce marché de l'occasion offre la garantie d'un produit révisé par le constructeur tout en facilitant l'accès économique à des structures plus petites et aux capacités d'investissement limitées. Ce marché est notamment alimenté par la reprise des robots des exploitations souhaitant investir dans un modèle plus récent. La machine est révisée, mise en état de fonctionnement et installée sur l'exploitation par le concessionnaire ou la franchise agréés par la marque. Cette prise en main du marché de l'occasion par les marques leur a permis de cibler les plus petites structures jusqu'alors difficilement compatibles, techniquement et économiquement, avec la traite robotisée. D'ailleurs, il peut arriver qu'un concessionnaire ou une franchise ne souhaite pas vendre un robot à un éleveur à cause d'une taille d'exploitation jugée trop petite et dans la crainte que la mauvaise expérience influence les voisins[158]. C'est l'expérience qu'a eue Grégory, éleveur travaillant seul sur le plateau des Bornes. En 2012, lorsqu'il va voir les différentes marques de robot pour se faire un avis, il travaille avec 40 vaches laitières, trop peu aux yeux du leader du marché : « *Lely, ils étaient pas chauds. Ils ne voulaient pas se faire chier à essayer un nouveau système sur une petite ferme. Ils avaient assez de ventes ailleurs, ils en vendaient à 'tire larigot'. […] Ils ne croyaient pas en mon système* » (ENT E4-74).

« En occasion, on a encore des plus petits clients : de 35 vaches. Aujourd'hui, ce que Lely appelait des non-ciblables … on estimait qu'en dessous de 50 vaches, c'est compliqué de mettre un robot sauf qu'avec une occasion, vous diminuez le prix de l'acquisition, même des clients à 35-40-42 vaches ils commencent à avoir un attrait parce que l'investissement est moindre. »

(ENT D7)

L'occasion représente également un moyen de renouveler le parc avec les derniers modèles. Ainsi, d'après nos entretiens, le leader du marché Lely aurait lancé son service de reconditionnement et de vente de robots d'occasion en 2015, afin de favoriser la vente de leur nouveau modèle, le Lely A4. Par exemple, Pierre, éleveur laitier spécialisé et à la tête d'un troupeau de 85 vaches laitières dans le bassin ouest rennais, a acheté un premier robot en 2009, un A3 de chez Lely (ENT E7-35). Cinq ans après (2014), il revend son robot pour

[158] Nous verrons dans le chapitre 6 l'importance et les particularités de l'effet de voisinage dans la diffusion du robot de traite et dans la collaboration entre éleveurs équipés.

acheter le A3next, la dernière version de chez Lely. Puis en 2020, six ans après, il revend le A3 next pour acheter une nouvelle fois le denier modèle, le A5. Pour ce dernier de la série, la facture s'élève à 137 000 euros. Lely lui rachète son ancien modèle pour 46 000 euros et il touche 33 000 euros d'aides du Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles (PCAE). Dans ce cas, le marché de l'occasion a permis à Pierre d'accéder à un robot toujours plus récent et rapide en temps de traite. Plus le modèle est récent, plus le seuil de saturation est élevé, ce qui a permis à Pierre d'augmenter le nombre de vaches traites à chaque nouveau modèle sans pour autant racheter un autre robot et ainsi augmenter dans d'autres proportions la taille de son troupeau.

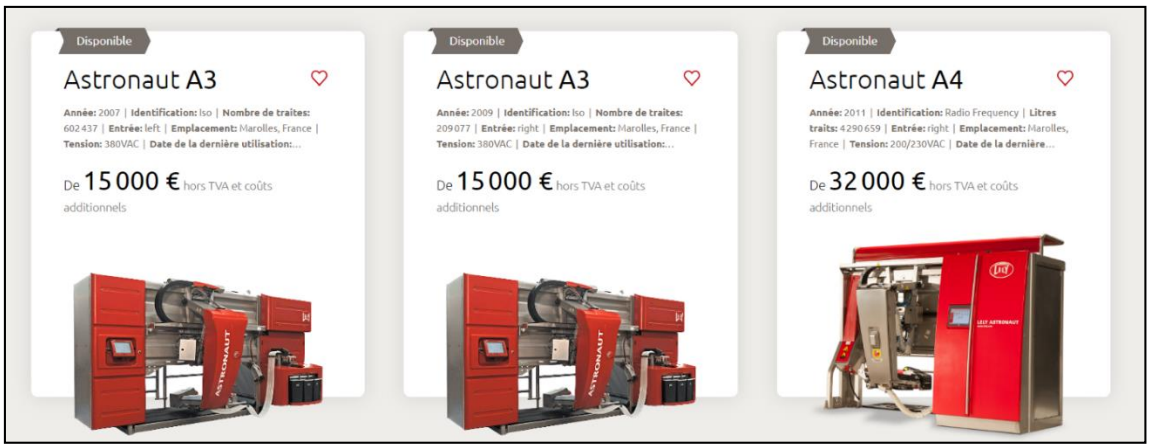


Figure 35 : Capture d'écran de la rubrique consacrée à l'achat de robot de traite d'occasion sur le site du leader du marché de la robotique de la traite Lely, consulté le 18/03/2023 sur used.lely.com

Le développement d'une offre « grand troupeau » et d'un marché de l'occasion facilitant l'accès à de plus petites structures peut être interprété comme deux stratégies d'adaptation à des types d'exploitations jusqu'alors moins disposées à l'achat d'un robot de traite. Alors que le discours de vendeurs met en avant la capacité du robot de traite à s'adapter à une diversité d'exploitations, l'émergence de ces ciblages spécifiques laisse penser que des structures plus petites et plus grandes étaient jusqu'alors moins concernées par la traite robotisée.

1.2 Les contraintes structurelles et fonctionnelles du robot de traite

S'il existe une diversité d'exploitation se tournant vers le robot de traite, ce dernier porte un *script* [159] qui contraint la taille de l'exploitation et son fonctionnement. Avant d'étudier les transformations du travail au sein de l'exploitation, il nous semble essentiel de

[159] D'après M. Akrich (1987), le *script* d'un objet technique révèle les hypothèses sur lesquelles se fonde sa conception et traduit ainsi une certaine représentation du concepteur sur le monde réel. Il se veut « *prédétermination des mises en scène que les utilisateurs sont appelés à imaginer à partir du dispositif technique et des pre-scriptions (notices, contrats, conseils...) qui l'accompagnent.* » (*Ibid.*., p. 3).

préciser ces scripts. C'est pourquoi nous allons maintenant étudier plus en détail les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des exploitations robotisées.

1.2.1 Le script structurel des exploitations robotisées

L'effet de seuil

Une lecture transversale de nos entretiens avec les éleveurs équipés d'un robot de traite révèle une contrainte produite par le robot de traite sur la taille du troupeau. Pour les éleveurs, le robot de traite contraint la taille minimale et maximale du troupeau. Cette double contrainte que nous nommons ici *effet de seuil* est centrale dans la compréhension des liens entre la taille des exploitations et la robotisation de la traite.

La limite basse correspond à la nécessité économique de couvrir le coût du robot (amortissement et frais de maintenance). Pour les éleveurs, un robot de traite doit ainsi traire un certain volume de lait en dessous duquel l'investissement n'est pas viable : « *la rentabilité de la robotisation passe par la saturation* » (ENT E6-35). Cela se traduit par un nombre minimal de vaches traites pour chaque stalle[160] de robot. La dispersion et la moyenne de cette limite varient d'un système de prix à l'autre. En Ille-et-Vilaine, cette limite basse se situe entre 60 et 70 vaches. La limite est plus basse et plus dispersée en Haute-Savoie compte tenu d'un prix du lait payé aux producteurs bien plus élevé et se situe entre 40 et 60 vaches. Cette moindre saturation du robot en Haute-Savoie est rendue économiquement possible par le prix du lait et techniquement nécessaire par l'obligation de pâturage prescrite par le cahier des charges. Dans le bassin rennais, les exploitations enquêtées disposant du nombre de vaches par robot le plus bas sont typiquement des systèmes de production diversifiés. Moins de vaches par robot, c'est accepter une moindre marge économique, mais c'est aussi moins de travail au robot et une plus grande marge de manœuvre dans l'organisation du travail (voir ci-dessous 2.2). Une exploitation diversifiée est moins contrainte dans sa marge laitière et doit gérer une organisation du travail contrainte par la compétition entre les ateliers. L'astreinte de gestion du robot doit donc être moins contrainte dans le temps, ce qu'un chargement par robot plus bas rend possible. En résumé, la limite basse du nombre de vaches par robot traduit la contrainte économique et sa valeur dépend à la fois du système de prix et du système de production.

La limite haute est quant à elle une limite technique difficilement dépassable pour les éleveurs sans que le travail au robot ne prenne des proportions difficilement soutenables. Au-delà d'un certain chargement du robot, la fluidité est contrainte, le nombre de refus augmente et il faut *pousser* les vaches vers le robot : « *180 [vaches à la traite] ça marche nickel, 183*

[160] Lorsque plusieurs robots sont installés dans une même stabulation, on parle d'un robot de traite à plusieurs stalles. Une *stalle* renvoie au fait qu'un seul animal peut occuper cet espace à un moment donné : « *Dans une écurie, une étable, ou une salle de traite, emplacement occupé par un animal, délimité par des séparations fixes.* » (Définition *Larousse.fr* consultée le 12/07/2023).

c'est la merde » illustre Christophe, un éleveur bretillien dans une exploitation équipée de trois robots de traite (ENT E15-35). La sursaturation du robot se traduit également par une baisse de la productivité laitière des vaches.

L'effet de seuil illustré par la distribution de la taille des exploitations robotisées

Ces effets de seuil différencient le robot de traite des autres machines à traire. En salle de traite, l'augmentation de la taille du troupeau est gérée en augmentant le temps de traite c'est-à-dire le travail des éleveurs. Cet ajustement est très vite limité avec le robot, car son débit (nombre de vaches traites par heure) est finalement relativement très lent par rapport à la traite réalisée par les éleveurs en salle de traite. Il a besoin de 15 à 24 heures pour traire 60 à 70 vaches. Cet effet de seuil contraint donc la taille des exploitations équipées. Si ce mécanisme nous a été révélé par nos entretiens, il se voit confirmé par la distribution de la taille[161] des troupeaux des exploitations équipées (Figure 36). Grâce à l'entreprise du contrôle laitier *Eilyps*, nous avons pu obtenir des données sur le nombre d'exploitations équipées d'un robot de traite pour le département d'Ille-et-Vilaine en 2020. Sur les 3219 exploitations possédant des vaches laitières, 375 possèdent un robot de traite soit 12 %. La taille moyenne de ces exploitations robotisées est de 94 vaches laitières contre 75 pour l'ensemble des exploitations du département produisant du lait soit un cheptel en moyenne 21 % plus grand pour les exploitations robotisées. Si la taille moyenne des exploitations robotisées est significativement supérieure[162] à celle de la population, c'est-à-dire à l'ensemble des exploitations laitières du département, cela ne nous renseigne en rien sur la nature de la relation entre la robotisation de la traite et la taille des exploitations. Par contre, la distribution de la taille des exploitations nous semble quant à elle particulièrement révélatrice de l'effet de seuil précédemment décrit.

Les deux pics que l'on peut identifier sur la Figure 36b (ci-dessous) correspondent à l'effet de seuil pour 1 ou 2 stalles de traite robotisée. Si l'effet de seuil était si déterminant, l'on pourrait s'attendre à obtenir une distribution bien plus centrée autour de l'intervalle de taille de cheptel pour 1 stalle, 2 stalles et dans une moindre mesure 3 stalles. La dispersion autour des pics s'explique de deux façons :

---

[161] La taille des exploitations peut être appréhendée de différentes manières. Nous pouvons par exemple nous intéresser à la dimension économique (production brute standard) ou encore à l'importance des facteurs de production (surface agricole utile, actifs immobilisés, nombre d'actifs ou ETP). Ici, nous abordons cette question de la dimension des structures à travers la taille du cheptel de vaches laitières. Au regard de notre question - les transformations du travail et en particulier de l'activité de la traite – la taille du cheptel a l'intérêt d'être fortement corrélée au temps de l'astreinte de la traite et nous permet ainsi de questionner les liens entre le type de machine à traire et la taille des troupeaux.

[162] Si la population des exploitations laitières du département d'Ille-et-Vilaine suit une loi normale, la distribution de l'échantillon des exploitations robotisées suit une distribution bimodale. Le test de Wilcoxon permet de comparer la moyenne de ces deux échantillons. Le test réalisé sur R donne une p-value < 2.2e-16, ce qui confirme que les deux échantillons ont des moyennes significativement différentes.

i. Les exploitations ont tendance dans un premier temps à sous-saturer le robot. Cette stratégie traduit le besoin de conserver une marge de manœuvre pendant la période d'adaptation et ainsi de ne pas subir les contraintes d'une traite robotisée saturée. Puis, la plupart des éleveurs tendent par la suite à augmenter la taille du cheptel et à saturer le robot, pour les raisons économiques précédemment décrites.

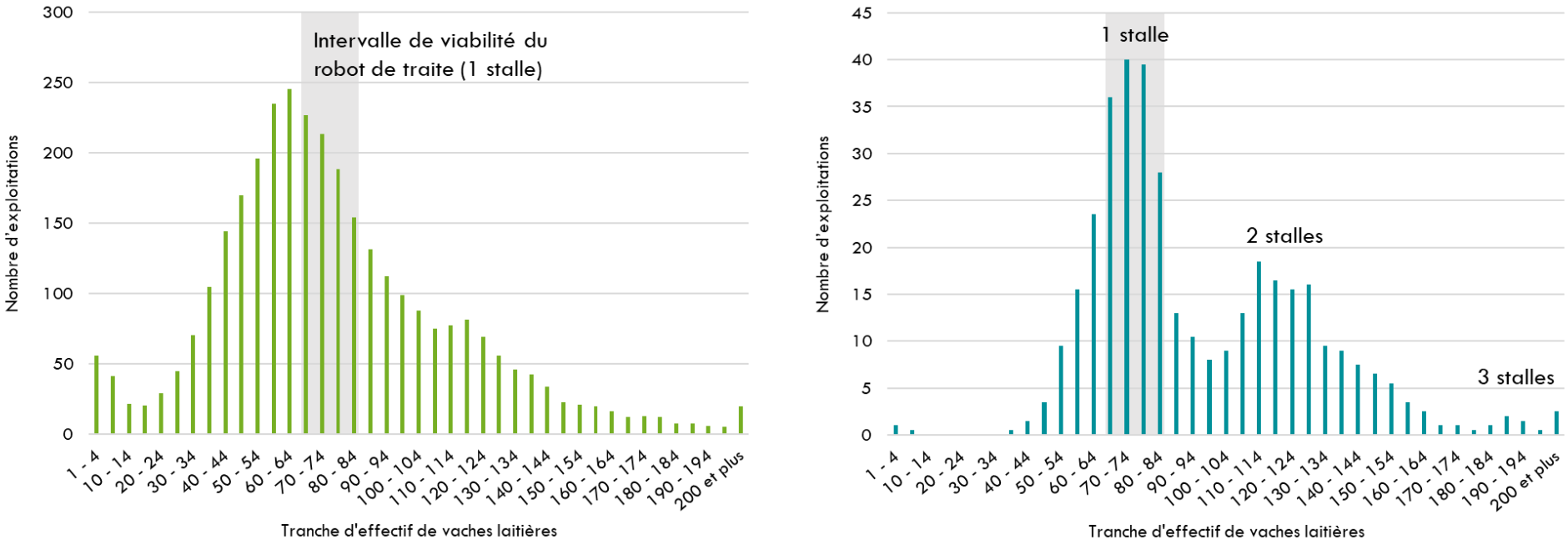
ii. Ensuite, ce seuil maximal (nombre de vaches maximal par stalle) a fortement évolué depuis les premiers robots des années 1990 et a suivi une progression continue. Ainsi, un robot Lely A3 installé en 2008 supportait difficilement plus de 65 vaches à la traite alors que le dernier modèle de la même marque (Lely A5) installé en 2020 peut aujourd'hui supporter près de 80 vaches à la traite. Le temps de branchement des griffes aux mamelles des vaches a notamment progressé grâce à l'augmentation de la vitesse du mouvement du bras - passage du bras hydraulique au bras électrique - ainsi qu'à l'amélioration de la précision de la détection des trayons par le recours à des caméras 3D se substituant à la détection par laser. Cette augmentation du seuil de saturation du robot de traite incombe également à l'amélioration des systèmes de circulation des animaux dont nous verrons la centralité dans le dispositif de traite robotisée (voir 2.1).

Encadré 11 : Des difficultés à chiffrer le déploiement du robot de traite

Il n'existe, à notre connaissance, aucun appareil statistique qui permette de connaître avec précision le nombre d'exploitations équipées d'un robot de traite. Des chiffres circulent aussi bien dans la presse spécialisée que dans certaines publications scientifiques, sans pour autant toujours préciser la méthode de calcul des valeurs avancées. À l'échelle nationale, les valeurs sur le nombre d'exploitations équipées d'un robot de traite proviennent principalement de l'Institut de l'Élevage et sont calculées à partir de la base de données nationale de vérification des compteurs à lait électroniques des exploitations. Ces chiffres correspondent à une pondération du nombre de robots de traite contrôlé à partir d'une estimation des exploitations non contrôlées. Une autre source de données est quant à elle départementale et provient des organismes de contrôle laitier (OCL). Ce sont ces données que nous mobilisons ici pour le département d'Ille-et-Vilaine. Lors de nos enquêtes, nous avons rencontré un nombre élevé d'éleveurs ayant quitté le contrôle laitier suite à l'achat d'un robot de traite (environ 30 % des exploitations robotisées enquêtées). Ce dernier fournissant des données précises, individualisées et quotidiennes sur les *performances laitières* de l'exploitation, certains éleveurs ne jugent plus nécessaire de payer les services d'un OCL. Cette observation questionne donc la représentativité de la base de données de l'OCL. Pour autant, au regard des entretiens réalisés, nous formulons l'hypothèse qu'il n'existe pas de lien entre la taille des exploitations laitières et le fait de quitter ou non le contrôle laitier suite à l'installation d'un robot de traite. En admettant cette hypothèse, nous pouvons considérer cet échantillon comme représentatif et très proche

de la taille de la population. Enfin, le dernier recensement agricole[163] (2020) comportait une section dédiée au « *recours au numérique (internet, smartphone, logiciel, robotique)* ». À la question « *dans votre pratique professionnelle, utilisez-vous les nouvelles technologies suivantes* », une proposition incluait le robot de traite : *« Outils pour certaines interventions (ex. : robot de traite, robot de désherbage, distribution automatique d'aliments...) ».* Le problème de cette formulation est non seulement qu'elle n'opère aucune distinction entre les différents robots, mais elle renvoie également l'agriculteur enquêté à sa propre conception du robot. Nos enquêtes avec les éleveurs, mais aussi avec les commerciaux du machinisme agricole, nous permettent de questionner la pertinence de cette formulation. Par exemple, beaucoup d'éleveurs évoquent le *robot brosse*, terme utilisé par les commerciaux du machinisme dans une logique marketing. Si le robot est un artefact difficile à définir, il n'en reste pas moins que ledit *robot brosse* est un automate et non un robot au regard de la définition proposée dans le chapitre 1. À l'heure actuelle, aucun appareil statistique n'est pleinement satisfaisant pour fournir des données sur le déploiement du robot de traite et qui plus est pour les croiser avec des variables structurelles et géographiques.

[163] Enquête statistique obligatoire – Questionnaire confidentiel - Recensement agricole 2020 – consulté le 28/03/2023 sur Agreste.



(a) Toutes les exploitations produisant du lait

(b) Exploitations produisant du lait avec un **robot de traite**

Figure 36 : Nombre d'exploitations en fonction du nombre de vaches laitières pour le département d'Ille-et-Vilaine en 2020, données lissées (n lissée =[n + n+1] /2) ; (a) Distribution pour toutes les exploitations du département produisant du lait ; (b) Distribution pour les exploitations équipées d'un robot de traite

Sources :

(a) Données du recensement agricole de 2020 fournies par le Service régional d'information statistique et économique de la DRAAF de Bretagne.

(b) Données issues du contrôle laitier d'Ille-et-Vilaine (Eilyps) en 2020 (communication personnelle).

Faible déploiement chez les plus grandes et les plus petites exploitations

En lien étroit avec l'effet de seuil précédemment décrit, nous observons une taille minimale en dessous de laquelle la robotisation de la traite est relativement rare. Trois raisons nous semblent expliquer ce faible déploiement dans les plus petites exploitations.

i. Premièrement, l'astreinte de la traite est d'autant plus vécue comme une contrainte que le nombre de vaches à traite est important. Dans les exploitations possédant moins de 60 vaches laitières, le temps de traite en salle de traite ou avec le pot suspendu est généralement inférieur à 1 heure (ENT E2, 5-74). La traite implique donc moins de 2h/jour de travail (la traite biquotidienne est majoritaire) dans ces exploitations et n'est de fait que rarement vécue comme une contrainte.

ii. Ensuite, l'achat, l'amortissement et le paiement du contrat de maintenance sont difficilement compatibles avec la capacité économique de ces exploitations.

iii. Enfin, les petites structures laitières sont pour l'essentiel des exploitations diversifiées où la production laitière est intégrée à un atelier de transformation et/ou vente directe. C'est le cas des exploitations fermières dans le massif des Bornes-Aravis (ENT E2, 5-74). Pour l'essentiel, la taille des troupeaux est inférieure à 60 vaches laitières et le lait est transformé deux fois par jour, après chaque traite, en Reblochon et autres fromages de report. Il en découle une organisation du travail difficilement compatible avec la traite robotisée et ce d'autant plus qu'elle est contrainte par le cahier des charges de l'AOP Reblochon : « *la fabrication des fromages doit intervenir deux fois par jour, aussitôt après la traite, sans qu'aucune réfrigération ne soit appliquée au lait mis en œuvre* »[164]. Le lait doit ainsi être collecté avant chaque transformation ce qui rend la traite continue du robot incompatible avec les dispositions du cahier des charges spécifiques pour la production fermière. Par ailleurs, hormis dans le cas expérimental des robots mobiles, l'élevage pastoral caractérisé par la montée en alpage en période estivale et le recours à de vastes espaces de pâturage en altitude est incompatible avec la lenteur du temps de traite robotisée qui impose un accès au robot sur un temps long.

Nous avons également observé une taille maximale au-dessus de laquelle le robot de traite est rarement rencontré. Au-delà de 140 vaches laitières, et qui plus est dans les grands troupeaux dépassant les 200 bovins à la traite, les salles de traite rotatives ou les salles de traite conventionnelles de grandes tailles (type 2x10 ou 2x20) sont souvent préférées au robot

[164] Cahier des charges de l'appellation d'origine « Reblochon » ou « Reblochon de Savoie » associé à l'avis AGRT1509760V – page 12/19.

de traite (ENT E17, 18-35). Selon nos entretiens, deux caractéristiques participent à expliquer cette plus faible adoption des robots dans les grands troupeaux. La première tient à l'organisation du travail. Avec l'agrandissement du collectif de travail, la division du travail s'accentue et permet la mise en place d'un roulement entre travailleurs, par exemple en binôme, pour la réalisation des tâches telles que la traite. Ce roulement dans les collectifs de travail de trois actifs et plus permet aux associés de dégager plus de week-end et de temps libre et limite la pénibilité de la traite : « *C'est jamais le même qui fait matin et soir, c'est là que c'est agréable* » (ENT E12-35). La plus grande fréquence du salariat dans les grandes structures impose également une organisation temporelle du travail limitée à la journée alors que le robot repousse les frontières du travail au-delà de la journée. La deuxième explication est celle portée par un exploitant à la tête d'une exploitation spécialisée de 400 vaches laitières et dont le travail est basé quasi exclusivement sur du salariat. Pour le gérant de cette structure, le travail devient un coût, une ressource à économiser. Dès lors, son organisation vise à en limiter la quantité et donc à limiter la durée du travail de chaque tâche. La traite continue au robot obligerait à payer en permanence un salarié pour le maintien de la fluidité de traite. Pour ce type de grandes structures dites capitalistes, puisque le travail et le capital sont séparés (Cochet 2018), pourquoi donc acheter un robot dès lors que l'on peut acheter du travail.

> *« J'estime que le robot de traite n'est pas adapté à notre modèle "grand troupeau", car trop onéreux (400 vaches à la traite = 7 robots = 850 000 €) par rapport au bloc traite en cours de construction (450 000 €). Ce dernier pourrait traire 200 vaches de plus, par exemple, sans investissement supplémentaire (contre 350 à 450 000 € nécessaires pour 3/4 robots !). Des robots avec 70/80 ha d'herbe, sur 1,2 km, ne seraient pas compatibles avec le maintien d'une grosse part de pâturage. Et enfin, j'aurais peur que l'activité de "maintenance" 24/24 h" ne sollicite trop les équipes.... »*
>
> Gérant et propriétaire d'une exploitation du bassin rennais de 400 vaches laitières, équipée d'une salle de traite en épis de 2 fois 20 postes (échange par mail suite à deux entretiens)
> (ENT E18-35)

Ainsi, les petites structures mettent généralement en œuvre des systèmes de production à forte valeur ajoutée à l'hectare dont les implications techniques (transformations, alpage, vente directe, etc.) rendent la traite robotisée peu pertinente, voire impossible. À l'opposé, les grandes structures tendent vers une minimisation du temps de travail par vache qui repose sur une division du travail peu compatible avec la traite robotisée. Pour le reste des exploitations, il demeure une grande diversité de dimensions structurelles au sein de laquelle le robot de traite trouve sa place. Sur notre échantillon, la taille des exploitations enquêtées et robotisées s'étendent de 50 VL à 186 VL en Ille-et-Vilaine et de 23 VL à 120 VL en Haute-Savoie (Annexe 4 - Tableau 9 & Tableau 10).

1.2.2 Le script technique du robot de traite

Si une diversité de systèmes de production et donc de pratiques est concernée par la robotisation de la traite, celle-ci produit également des changements de pratiques qui résultent de la rencontre entre le script du robot et les schèmes d'utilisation[165] spécifiques à chaque situation de travail. Nous laissons aux zootechniciens et aux ergonomes le soin de caractériser précisément comment l'adoption du robot transforme les pratiques d'élevage. Pour autant, afin de mieux cerner la nature des changements dans la division du travail qui s'opèrent, il apparaît essentiel d'examiner les principaux changements de pratiques qui accompagnent la robotisation de la traite.

Produire plus sur une période de lactation plus courte

Tous les éleveurs enquêtés nous ont fait part d'une augmentation importante du rendement laitier par vache suite à la robotisation de la traite. Cette tendance est bien connue de la littérature technique et économique sur le sujet (de Koning 2011b; Oudshoorn et al. 2012a; Drach et al. 2017; Jiang et al. 2017). Les deux principales explications sont l'augmentation du nombre de traites et l'augmentation des quantités de concentrés distribués aux animaux. En traite conventionnelle, il y a ordinairement[166] deux traites par jour qui correspondent à deux astreintes bien distinctes (voir 2.1.1). En traite robotisée, c'est, nous le verrons, la libre circulation des animaux vers le robot qui détermine le nombre de traites. D'après nos entretiens, à l'échelle du troupeau, le nombre de traites par jour varie entre de 2,2 et 2,9 et correspond aux trois traites quotidiennes réalisées au robot pour les vaches en pic de lactation[167]. Ensuite, à chaque traite au robot, un distributeur automatique de concentrés distribue une ration d'aliments concentrés (ex : tourteaux de colza, de soja ou certaines céréales). Le recours aux concentrés est directement corrélé avec la production laitière de la vache bien qu'au-delà d'un certain seuil cette complémentation se révèle inefficace (Delaby 2014). Les vendeurs de robots mettent en avant la précision de la complémentation en concentrés : à chaque vache une portion adaptée à son potentiel de production et à son stade de lactation. Grâce au collier émetteur dont elles sont équipées, le robot identifie chaque vache et lui distribue une quantité de concentré adaptée et programmable par l'éleveur.

---

[165] Pour les concepts de script et de schèmes d'utilisation, voir Encadré 9 page 117.

[166] La monotraite représente pour certains élevages un levier de diminution du temps de travail et d'amélioration dans la souplesse d'organisation du travail (Cournut et Dedieu 2005).

[167] Le pic de lactation représente la période pendant laquelle la production journalière de lait est maximale au cours de l'ensemble du cycle. La vache produisant plus de lait aura tendance à fréquenter plus régulièrement le robot. Au contraire, en fin de lactation, la production diminue et le besoin de traite de la vache diminue ce qui peut parfois obliger l'éleveur à *pousser* la vache vers le robot (voir 2.2).

« La visite d'une vache au robot de traite Lely Astronaut est principalement motivée par la consommation de concentré. Si les paramètres d'alimentation enregistrés dans Lely T4C sont corrects, chaque vache reçoit la portion qui lui est due. Le robot de traite et/ou le distributeur de concentré Lely Cosmix distribuent à la vache une quantité prédéfinie de concentré. »

Documentation du constructeur Lely[168]

« DeLaval VMS™ est plus qu'un robot de traite. Couplée au logiciel DelPro™, cette solution devient un véritable outil de pilotage. La précision des données est dans notre ADN. Le système DelPro™ traite, analyse, et restitue les données utiles pour vous permettre de vous concentrer sur les vaches nécessitant une réelle attention. »

Documentation du constructeur DeLaval[169]

Mais à l'échelle du troupeau, cette *précision* ou cette *personnalisation de masse* (Kuch et al. 2020) se traduit par une distribution accrue de concentrés. La précision portée par le robot de traite est ainsi au service d'une logique productiviste qu'elle justifie par le recours à la quantification, à une forme d'administration personnalisée de la preuve d'un besoin[170]. Ainsi le robot, en favorisant ce type d'alimentation participe à une augmentation des rendements laitiers[171]. La gestion de la reproduction du troupeau est un autre exemple du script fonctionnel de la traite robotisée. D'après nos entretiens, le robot encourage une plus grande répartition des vêlages au cours de l'année afin d'éviter un pic de travail dû à l'habituation des génisses au robot, mais également de maintenir une fréquentation du robot par les vaches homogène dans le temps. En outre, plus une vache commence sa lactation avec une production élevée plus elle ira d'elle-même au robot et limitera ainsi le travail de « pousse » de l'éleveur. Pour encourager ce phénomène, les éleveurs tendent à réduire la durée des lactations et à obtenir un pic de lactation plus précoce et plus long notamment en inséminant plus tôt.

Le cas du pâturage

L'abandon du pâturage suite à la robotisation de la traite est un argument central des discours critiques sur le robot de traite (L'Atelier Paysan 2021a, 91). D'un autre côté, des organismes tels que le CIVAM, grand défendeur des modèles d'élevage herbager, publient

---

[168] Pourquoi est-il nécessaire d'étalonner les concentrés ? – page web consultée sur le site de Lely le 12/07/2023.

[169] DeLaval VMS™ Series - Avantages clés – consultée le 12/07/2023 sur delaval.com.

[170] Le robot de traite, en produisant des données personnalisées qui orientent et justifient une alimentation riche en concentrés, promeut une quantification au service de la précision. Ce processus qui approfondit la logique réductionniste et positiviste des savoirs agricoles est particulièrement bien décrit dans le chapitre 3 de la thèse de Jeanne Oui consacrée aux grandes cultures (2021, 159).

[171] Sur notre échantillon brétillien, une augmentation du rendement laitier de 31 % en moyenne pour les 3 plus élevés et de 9 % pour les 3 moins élevés.

des guides afin de maintenir et réorganiser le pâturage avec un robot de traite[172]. Une analyse du script technique de la machine donne à voir ce débat sur robot et pâturage sous un jour différent. D'abord, il est certain qu'un nombre non négligeable d'exploitations maintient du pâturage lors du passage à la traite robotisée. C'est notamment le cas en Haute-Savoie où le cahier des charges contraint à une durée minimum de 150 jours de pâturage[173]. C'est pourquoi, toutes les exploitations équipées d'un robot et enquêtées en zone d'AOP Reblochon maintiennent le pâturage du troupeau. Pour autant, le recul du pâturage est une tendance évidente au regard de nos enquêtes bien que celle-ci soit grandement conditionnée par le système de prix et l'existence d'un cahier des charges. Les éleveurs de notre terrain bretillien témoignent d'un recul du pâturage plus marqué que sur notre terrain de Haute-Savoie, car la production n'est pas contrainte par un cahier des charges et les éleveurs sont plus soumis à l'impératif économique du prix du lait sur le marché (plus bas et volatile qu'en AOP Reblochon). S'il nous a été difficile de quantifier le recul du pâturage (en nombre de jours ou en pourcentage de matières sèches pâturées), la tendance est confirmée par les éleveurs enquêtées dont certains ont même complètement arrêté de faire pâturer leur troupeau (ENT E3, 11, 15-35). Le robot de traite impose à la fois une saturation de l'outil, mais aussi une augmentation des rendements laitiers les deux répondant aux impératifs économiques du coût du capital. Pour produire plus de lait par vache, l'alimentation est « intensifiée » par des concentrés riches qui se substituent au pâturage. Et pour saturer le robot, l'accès au pâturage est limité en faveur d'une circulation des animaux au sein du bâtiment à même d'augmenter la fréquentation au robot. Ainsi le recul du pâturage peut être lu comme la conséquence du script du robot. Il intègre pleinement le discours de certains vendeurs et notamment pour qui le robot est une machine au service d'une performance volumique. Certains commerciaux vont ainsi prescrire un arrêt du pâturage pour optimiser le fonctionnement d'une machine qui n'a pas été conçue pour son maintien. Pour autant, ce script rencontre l'appropriation des éleveurs et un nombre non négligeable d'éleveurs conserve du pâturage. Par exemple, Sébastien nous explique avoir arrêté le pâturage en passant à la traite robotisée. Il a choisi d' « *optimiser l'alimentation* » que l'on peut ici entendre comme le choix d'une alimentation plus riche en concentrés afin de maximiser le volume produit par vache, mais avoir également suivi les recommandations de la marque (ici du vendeur de la concession ou franchise). Puis il a remis en place une alimentation basée sur le pâturage comme une stratégie de diminution du coût de l'alimentation. Ainsi, cette trajectoire illustre l'appropriation d'un script qui encourage une stratégie économique de maximisation

[172] Le réseau des CIVAM normands (Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural) a publié sur son site un guide sur la conception d'un système « très pâturant en traite robotisée ». Ils y expliquent notamment les modalités d'organisation du parcellaire et du bâtiment à même de maintenir une forte orientation herbagère du système d'alimentation des vaches. « *Pâturer avec un robot de traite, c'est possible ?* » - publié le 3/01/2022 sur le site des CIVAM normands et consulté le 12/05/2022.

[173] Cahier des charges de l'appellation d'origine « Reblochon » ou « Reblochon de Savoie » associé à l'avis AGRT1509760V – page 6/19 : « *Durant la période estivale, la durée de pâturage est au minimum de 150 jours.* »

du volume par vache vers la mise en place d'un système plus économe en intrants en valorisant le pâturage.

> *« Alors déjà les vaches ne sortent plus dehors depuis qu'on a mis le robot. On fait le choix de ne plus les sortir, pour optimiser l'alimentation… et le temps. Pas besoin d'aller chercher les vaches dehors… parce que ça prenait déjà du temps. Et puis c'était un conseil aussi, de la marque, des vendeurs de robots en général. Et ils ont toujours plus ou moins ce discours-là. [dans l'absolu vous aviez la possibilité, le foncier autour ?] oui parce que trois ans après on a dit stop, on a remis de l'herbe et les vaches à pâturer. »*
>
> Sébastien (ENT E13-35)

Encore faut-il avoir la possibilité d'accès à des surfaces suffisantes pour le maintien du pâturage, et ce malgré une tendance d'augmentation de la taille du troupeau (voir 1.2.1). Ce parcellaire doit être agencé de manière à avoir suffisamment de parcelles attenantes au bâtiment où se situe le robot (Figure 37). Car dès que le robot arrive, la traite est continue et nécessite un accès au bâtiment de traite en permanence. Le maintien du pâturage sur des parcelles éloignées nécessitant le travail de l'éleveur pour passer d'un îlot à l'autre est donc très contraignant et constitue une situation que nous n'avons pas rencontrée.

Ainsi, le script du robot encourage un modèle productiviste en favorisant une alimentation riche en concentrés au détriment du pâturage. Pour autant, de nombreux éleveurs réorganisent tout leur système, du bâtiment à la gestion du troupeau en passant par le découpage du parcellaire, afin de conserver une part importante de pâturage dans l'alimentation des animaux. Ce choix est grandement déterminé par la dotation en terre et en particulier la capacité à maintenir suffisamment de surface de pâture à proximité de la stabulation, mais aussi par le système de prix fixant les contraintes économiques de l'utilisation du robot.

Figure 37 : Photo aérienne annotée par l'éleveur pour le découpage du parcellaire adjacent au bâtiment du robot afin de maintenir du pâturage – exploitation avec robot de traite dans le bassin ouest-rennais (source : nous ne faisons ici pas référence à l'entretien pour conserver l'anonymat)

1.3 Diversité des trajectoires de robotisation de la traite

1.3.1 Après la restructuration, la robotisation

Le dénominateur commun des exploitations robotisées tient finalement plus à leur trajectoire dont l'analyse met en lumière des régularités que nous souhaitons maintenant préciser. Avant cela, il nous apparaît essentiel de revenir sur l'évolution historique de la taille des exploitations, point dont les mécanismes ont été détaillés dans le chapitre précédent (Chapitre 4). Si le robot de traite devient une technologie opérationnelle et commercialement disponible au début des années 1990, il faut attendre les années 2000 et 2010 pour voir le taux d'adoption croître considérablement (Sorel 2019). Plusieurs lectures peuvent être faites de cette trajectoire technologique. Un conseiller du contrôle laitier d'Ille-et-Vilaine met en

avant la maturité de la technologie. Selon lui, c'est la progression de la vitesse et la fiabilité de branchement qui a permis de rendre le robot plus attractif ces deux dernières décennies (ENT S2). Pour certaines marques, c'est la diversité du rapport des éleveurs à l'innovation qui explique cette diffusion. En 2019, lors du Forum mondial de la robotique agricole (FIRA) un représentant de chez Lely présentait la courbe de Rogers comme clef de lecture de la diffusion du robot de traite (voir ci-dessous Encadré 12). Sans vouloir discuter de la validité de ces approches et leur contribution explicative, nous souhaitons ici présenter une autre perspective de cette dynamique temporelle de la diffusion de la traite robotisée. En effet, une analyse de l'évolution de la taille des exploitations laitières pour le département d'Ille-et-Vilaine donne à voir le rôle de la restructuration - et de fait des politiques publiques - dans le déploiement du robot de traite. Dès lors que l'on considère l'effet de seuil du robot de traite, nous pouvons admettre que plus il y a d'exploitations dont la taille est proche de ce seuil de viabilité du robot, plus la robotisation de la traite devient structurellement pertinente. En admettant que pour les exploitations bretilliennes ce seuil se situe entre 65 et 80 vaches laitières, il est intéressant de remarquer que - ces vingt dernières années - plus la moyenne de la taille des exploitations se rapprochait de cette valeur, plus le déploiement du robot était soutenu. En 2000, l'exploitation laitière moyenne du département disposait de 34 vaches laitières, et relativement peu d'exploitations se situaient proches du seuil de viabilité du robot (Figure 38). Cette moyenne est montée à 48 en 2010 puis à 75 en 2020, rapprochant ainsi la taille des cheptels de cet intervalle de viabilité technique du robot de traite. S'il est plus rare de trouver des robots dans des exploitations de petite taille ou de grande taille, la modernisation laitière précédemment décrite a réduit à la marge ces structures (Chapitre 4). D'un côté, les petites exploitations ont rarement survécu à une logique de sélection des exploitations capables de compenser la baisse des marges par l'augmentation des volumes. De l'autre, le maintien d'un ensemble de règles et d'institutions protégeant l'accaparement des facteurs de production et limitant la taille des structures ont également fait de la France un pays laitier où peinent à se développer de grandes structures. Dans cet entre-deux structurel, une grande diversité d'organisations du travail, de stratégies, d'accès aux ressources et de systèmes de prix coexiste. La diversité des situations d'adoption du robot de traite révèle donc tout autant la grande diversité des exploitations laitières françaises qu'une trajectoire de modernisation excluant les plus petites exploitations, limitant le développement des grandes et agrandissant les restantes.

Encadré 12 : La courbe de Rogers

Également connue sous le nom de "courbe d'adoption de l'innovation", elle est un concept dans les théories de diffusion de l'innovation, développées par le sociologue Everett M. Rogers (Rogers 2010). Elle décrit le processus par lequel une innovation se propage dans une population donnée. La courbe représente graphiquement la répartition des adoptants potentiels d'une innovation sur une période de temps. Elle est généralement présentée sous la forme d'une courbe en forme de S, avec l'axe horizontal représentant le temps et l'axe vertical représentant la proportion d'adoptants. Selon la courbe de Rogers, les individus au sein d'une population peuvent être catégorisés en cinq groupes en fonction de leur moment d'adoption de l'innovation :

Innovateurs (innovators) : Ce sont les premiers individus à adopter une innovation. Ils sont souvent des leaders d'opinion et sont prêts à prendre des risques. Leur proportion est relativement faible.

Adopteurs précoces (early adopters) : Ce groupe est composé d'individus qui adoptent l'innovation après les innovateurs, mais avant la majorité. Ils ont tendance à être des personnes influentes et à avoir un réseau social étendu. Leur proportion est également relativement faible.

Majorité précoce (early majority) : Ce groupe représente la majorité des individus qui adoptent l'innovation après les adopteurs précoces. Ils ont souvent besoin de preuves tangibles de l'efficacité de l'innovation avant de l'adopter. Leur proportion est plus élevée que celle des innovateurs et des adopteurs précoces.

Majorité tardive (late majority) : Ce groupe adopte l'innovation après que la majorité précoce l'a déjà fait. Ils sont généralement plus sceptiques et l'adoption peut être motivée par la pression sociale ou la nécessité. Leur proportion est similaire à celle de la majorité précoce.

Retardataires (laggards) : Ce sont les derniers individus à adopter une innovation. Ils peuvent être résistants au changement et préférer les méthodes traditionnelles. Leur proportion est la plus faible.

La courbe de Rogers peut être utilisée pour élaborer des stratégies de mise sur le marché et de communication en ciblant les différents groupes d'adoptants de manière appropriée.

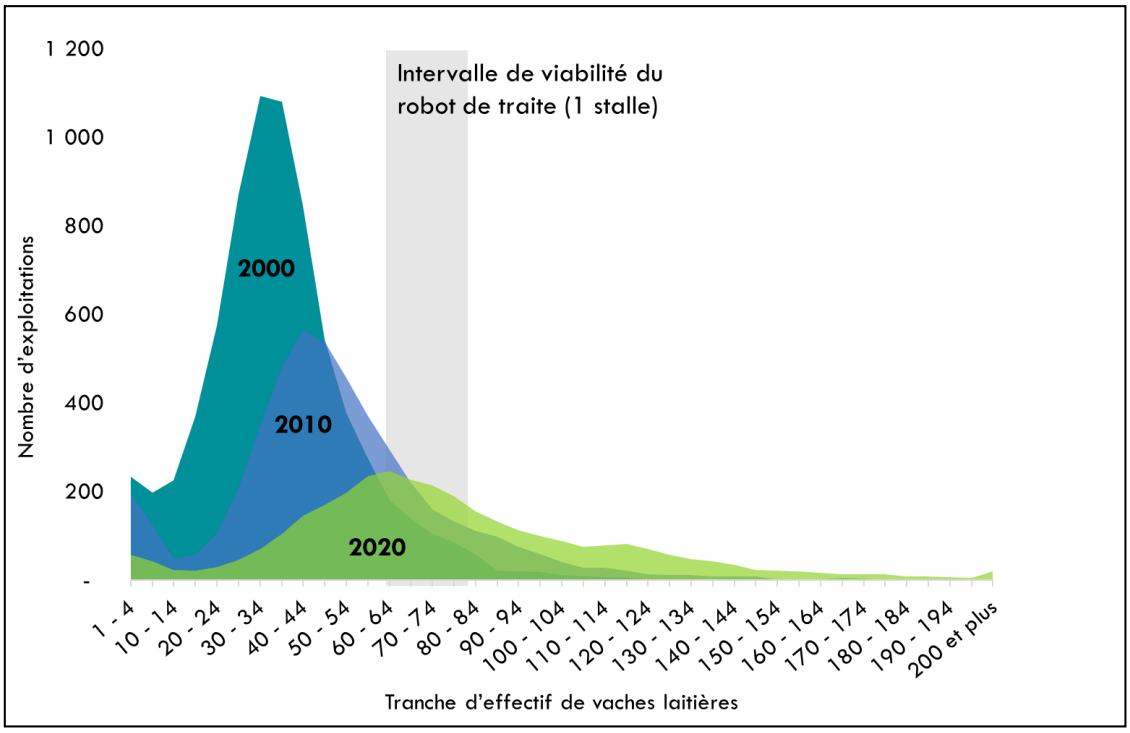


Figure 38 : Distribution de la taille des troupeaux des exploitations produisant du lait en Ille-et-Vilaine pour les années 2000, 2010 et 2020 (données du recensement agricole fournies par le service régional d'information statistique et économique de la DRAAF de Bretagne – les valeurs en secret statistique (S) ont été remplacées par zéro pour des raisons de visibilité)

1.3.2 Typologie des trajectoires de robotisation

Les exploitations robotisées dessinent des trajectoires[174] variées tant la diversité des systèmes de production et des formes d'organisation du travail est marquée. Pour autant, deux traits communs caractérisent la trajectoire de ces exploitations : la vitesse de l'agrandissement de l'exploitation et les bifurcations[175] dans le collectif de travail. Nous avons représenté les trajectoires de deux exploitations équipées de robots de traite pour illustrer ces différents points récurrents des trajectoires étudiées (voir ci-dessous Figure 39).

La vitesse d'agrandissement

L'étude des trajectoires des exploitations donne à voir la vitesse d'agrandissement des structures comme un facteur favorable à la robotisation de la traite. Dans la plupart des exploitations enquêtées, la restructuration – entendue ici comme l'agrandissement par le regroupement des exploitations ou le rachat de facteurs de production – s'est accélérée au

---

[174] Face à la diversité des conceptualisations du terme *trajectoire*, nous faisons ici référence au travail de A. Mendez (2010, 7) qui définit la trajectoire comme « *un ensemble de phénomènes organisés dans le temps qui combine des ingrédients et des moteurs dont le changement éventuel permet d'identifier des séquences. Lorsque ces changements modifient l'orientation même du processus, ils correspondent à des bifurcations.* »

[175] D'après C. Bidart et D. Brochier, (2010, 171) « *Une bifurcation est un moment particulier de recomposition intense des ingrédients impliquant un évènement, provoquant une crise et l'apparition d'une alternative, et débouchant sur un changement d'orientation dans le processus.* »

cours des années 2000 et surtout 2010 au même titre que dans la plupart des exploitations laitières des départements étudiés (voir les données du recensement en Annexe 3.3). Si cette accélération de l'agrandissement impose de nombreux investissements, le renouvellement de la salle de traite n'est pas toujours la priorité. Le changement de la salle de traite nécessite souvent tout un réagencement du bâtiment et bon nombre d'éleveurs préfèrent attendre d'être en capacité financière, mais également en capacité organisationnelle d'assumer la construction d'une nouvelle stabulation et d'un nouvel équipement de traite. Rapidement, l'équipement n'est plus adapté à un troupeau qui n'a cessé de croître (voir ci-dessous Figure 39). En conséquence, le temps de traite et les conditions de travail des éleveurs constituent la variable d'ajustement à cette inadaptation de l'outil. Les exploitations dans cette situation sont dès lors bien plus vulnérables à la perte d'un actif que ce soit de manière définitive (retraite, départ) ou temporaire (arrêt maladie ou autres) puisque l'organisation et la charge de travail deviennent difficilement supportables. La traite devient une tâche très contraignante physiquement et psychologiquement, perd son sens et la question de sa robotisation se pose dans le collectif. Cette trajectoire typique qui amène à la robotisation de la traite a également été identifiée par un conseiller du contrôle laitier spécialisé sur les exploitations robotisées : « *la réflexion sur le robot de traite se fait surtout dans des exploitations dont la salle de traite n'a pas suivi l'augmentation du nombre de vaches ; donc le temps de traite devient trop important, c'est saturé* » (ENT S2).

Les bifurcations dans le collectif de travail

La décision d'achat du robot de traite intervient principalement dans un moment de bifurcation au sein du collectif de travail. Nous avons identifié trois grands types de bifurcations au sein du collectif qui précipitent la décision de robotiser la traite : i. le départ d'un membre du collectif de travail ; ii. le regroupement de plusieurs collectifs de travail et iii. la transmission de l'exploitation.

i. Après une période marquée par la forte croissance de la taille de la structure, le départ ou l'absence temporaire d'un membre du collectif de travail constitue une conjoncture contraignante, mais également un moment de réflexion sur l'évolution de l'exploitation et du collectif de travail. La sortie d'un membre se décline en trois grandes configurations. La première est celle du départ à la retraite ou du fort recul de la participation des parents. Cela traduit le vieillissement d'une main-d'œuvre familiale âgée souvent invisibilisée par les agriculteurs lors de nos enquêtes, mais qui ressort nettement lorsque le moment du choix du robot de traite est mis en récit par l'éleveur. Nous avons vu l'importance du travail des retraités dans le maintien d'une organisation familiale du travail relativement peu perméable au salariat (partie 2 du chapitre 4). Cette participation des parents aux tâches, de manière aussi bien occasionnelle que structurelle, apparaît au grand jour dès lors que ces derniers ne sont plus en mesure de travailler. Cette forme de travail représente un levier important de

flexibilité pour les éleveurs : tout imprévu pouvait être géré en déléguant, même au dernier moment, l'astreinte de la traite aux parents. Dès lors que cette disponibilité du travail familial se raréfie, les éleveurs se posent la question de la robotisation de la traite : « *Au début j'avais mis une salle de traite, mais y'avait les parents. Après, les parents ils vieillissent alors j'ai mis le robot* » (ENT E1-74). La seconde forme de bifurcation est celle du départ d'un ou plusieurs membres du collectif de travail suite à la mésentente entre les associés. De fait, les cas de mésentente apparaissent fréquents dans les trajectoires d'agrandissement (relatifs à l'organisation du travail, aux choix des investissements, etc.). Le départ d'un associé impose soudainement la question de la robotisation de la traite. L'achat d'un robot de traite dans ces situations permet une réorganisation du travail affranchie de la rigidité de l'astreinte de la traite et avec plus de flexibilité dans l'agencement temporel des tâches. Enfin, les problèmes de santé et en particulier les troubles musculo-squelettiques constituent la troisième forme de bifurcation au sein du collectif de travail. Toujours en lien étroit avec l'agrandissement des exploitations, le nombre de vaches à traire n'a cessé de progresser dans ces trajectoires et s'est traduit par un temps de traite de plus en plus long et une tâche de plus en plus pénible. Si la traite est une tâche répétitive mobilisant fortement le haut du corps, nous avons rencontré de nombreux travailleurs rapportant de graves problèmes articulaires notamment d'épaules et ne pouvant plus traire les vaches. C'est également lors de l'arrêt maladie d'un des travailleurs que la robotisation se pose au sein du collectif. Dans ce premier type de bifurcation, le choix de la robotisation de la traite s'inscrit donc dans l'imaginaire de substitution d'un travailleur partant ou absent.

ii. Le regroupement de plusieurs exploitations est une stratégie d'agrandissement répandue. Lors de la mise en commun des facteurs de production, le travail doit être réorganisé dans un collectif élargi. Au sein de ce nouveau collectif, une nouvelle répartition des tâches est discutée et la question de l'astreinte biquotidienne de la traite est posée. Non seulement c'est un moment de réorganisation collective du travail, mais le regroupement est aussi un moment d'investissement dans des outils de travail plus adaptés à une exploitation agrandie (agrandissement des bâtiments, parc mécanique, etc.) L'astreinte de la traite occupe une place importante tant dans la réorganisation du travail que dans l'orientation des investissements. C'est à ce moment que le collectif peut se tourner vers le robot de traite notamment lorsque les nouveaux associés ne supportent plus la traite.

iii. La troisième forme de bifurcation où la robotisation de la traite se pose au collectif correspond à la phase de transmission. Pour certaines exploitations se projetant dans une transmission prochaine, la robotisation de la traite est vue comme un facteur d'attractivité à même d'attirer des repreneurs : « *Et puis, les nouvelles générations, je ne sais pas si elles voudront traire en permanence.* ». Pour d'autres, le robot de traite constitue un

investissement supplémentaire participant à l'alourdissement d'un capital dont la valeur peut représenter un frein à la vente de l'exploitation.

Figure 39 : Trajectoire d'une exploitation laitière du bassin ouest rennais équipée de robots de traite depuis l'installation de Pierre, chef d'exploitation (1 entretien – ENT E7-35)

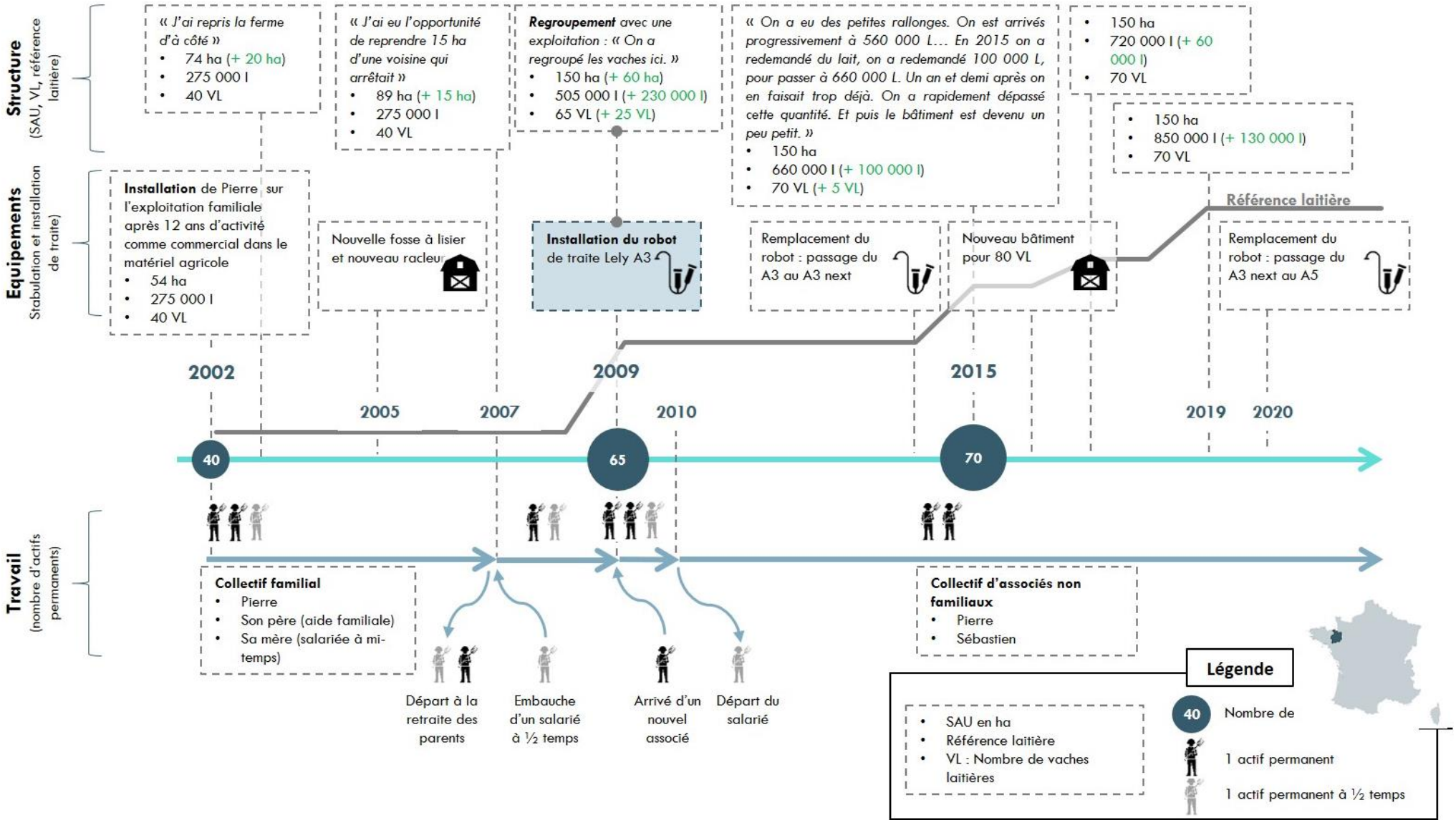
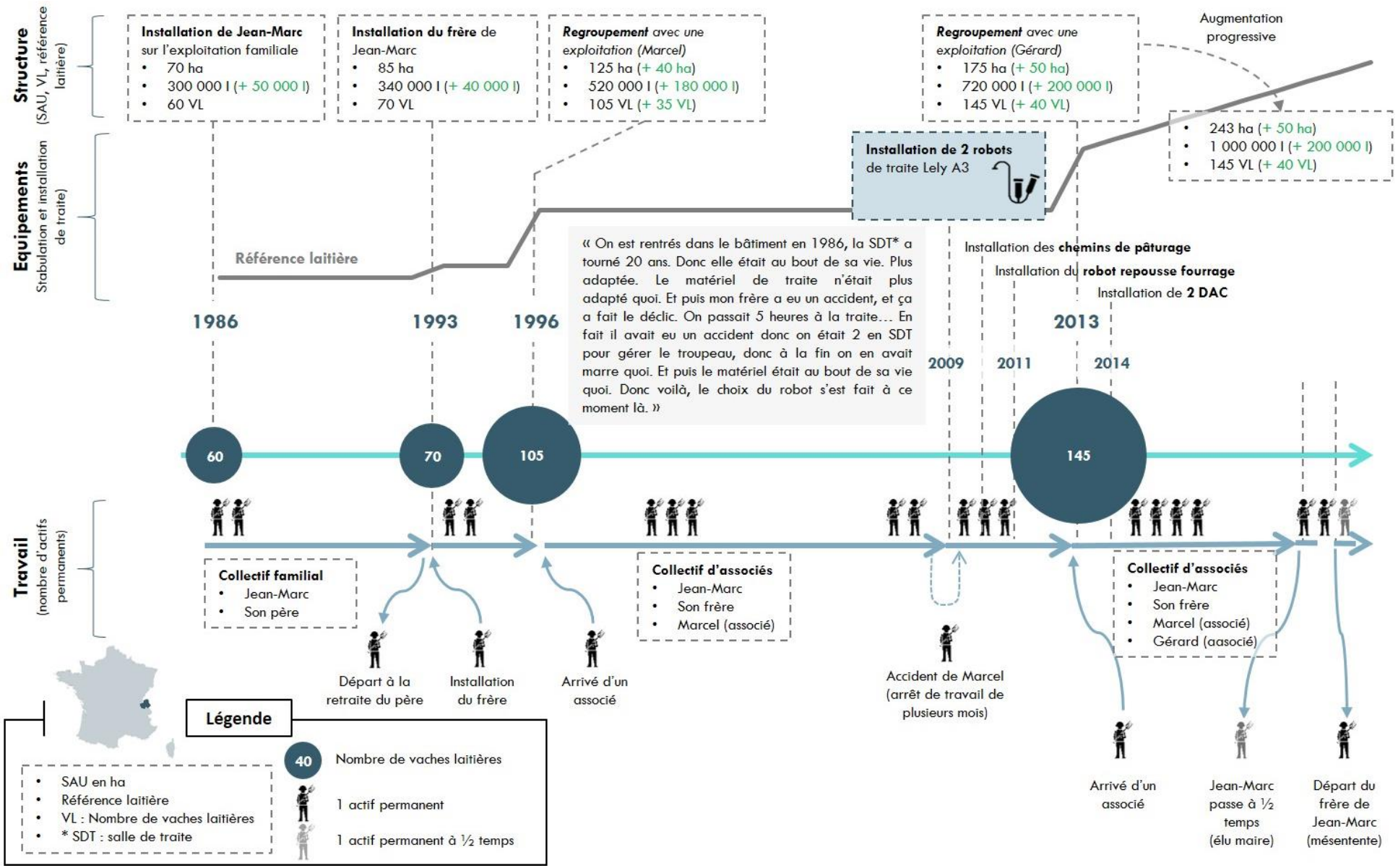


Figure 40 : Trajectoire d'une exploitation laitière du plateau des Bornes équipée de robots de traite depuis l'installation de Jean-Marc, chef d'exploitation (3 entretiens – ENT E18-74)



3.1 Conclusion de la partie 1

Loin de l'exploitation de grande dimension, spécialisée et mobilisant exclusivement du travail salarial, la robotisation de la traite concerne une grande diversité structurelle et fonctionnelle d'exploitations laitières. L'accélération de la restructuration de l'exploitation et le départ d'un travailleur du collectif, apparaissent comme les traits types d'une trajectoire menant à l'adoption du robot de traite. Si diverses exploitations se tournent vers le robot de traite, son script contraint les pratiques et la taille de la structure. Le recul du pâturage, l'intensification en intrants et l'agrandissement sont ainsi prescrits par la robotisation de la traite bien que les éleveurs fassent preuve d'une certaine capacité d'appropriation dont les limites sont celles de la capacité d'agir au sein d'une exploitation grandement conditionnée par son accès aux facteurs de production et les contraintes d'un système de prix.

2. Un travail marqué par un idéal de fluidité

2.1 Vers la fluidité de la production laitière

2.1.1 La traite conventionnelle : un travail d'astreinte et un flux séquentiel[176]

Avant l'arrivée du robot de traite, la traite est une tâche centrale de l'activité des éleveurs et constitue une astreinte obligatoire et rigide. Obligatoire, car sa réalisation s'impose au collectif deux fois par jour sous peine de perte de production, de souffrance animale (pression mammaire) et de risques de maladie (mammite). Et rigide, car elle doit être réalisée à des heures régulières. Dans les différentes trajectoires étudiées, la salle de traite est le plus souvent renouvelée lorsque le troupeau s'agrandit et que sa dimension n'est plus adaptée. Plusieurs types de salles de traite sont présents sur le marché et de nombreux critères orientent le choix des éleveurs : la place que la salle de traite occupe dans le bâtiment, l'accès et la visibilité des mamelles, l'exposition aux coups de pied et éclaboussures des déjections ou encore l'importance des déplacements au sein de la salle. Le temps de traite est par ailleurs un facteur important de ce choix et ce d'autant plus que, comme expliqué précédemment, les troupeaux tendent à s'agrandir. Plusieurs caractéristiques de la salle de traite conditionnent ce temps de traite telles que la facilité de branchement des gobelets trayeurs, l'automatisation du décrochage, le temps de sortie des animaux ou encore le temps de nettoyage. Mais c'est la taille de la salle de traite, c'est-à-dire le nombre de postes de traite, qui constitue le principal levier de diminution du temps de traite. Par exemple dans une salle de traite en épis 2 fois 5,

[176] Cette partie repose notamment sur deux observations participantes dans des exploitations en traite dite conventionnelle c'est-à-dire des exploitations équipées de salle de traite (par opposition à la traite robotisée) (Chapitre 3).

cinq postes de traite sont positionnés de chaque côté du couloir central souvent appelé *quai* de traite (voir ci-dessous Figure 41). Ce dernier correspond à la zone de travail du trayeur[177], l'espace de travail depuis lequel il actionne les portiques d'entrée et de sortie des animaux et réalise la traite. Les salles de traite dites *en épis* sont les plus répandues avec près de 60 % de parc des installations[178] de traite en 2022, alors que les salles de traite rotatives sont plus adaptées aux grands troupeaux (Annexe 3.6 - Figure 67). La traite se déroule à des heures régulières, généralement tôt le matin puis en fin de journée. Par exemple, pour une exploitation de 60 vaches, la traite du matin commence à 6h30 et se termine à 8h et celle du soir s'étale de 16h à 17h20. La traite commence avec la conduite des vaches à traire vers l'aire d'attente (zone 1 sur la Figure 41). Puis les animaux rentrent cinq par cinq dans les deux couloirs d'entrée situés de chaque côté du quai (pour une salle équipée de 2 fois 5 postes). Les opérateurs nettoient les pis (généralement au moyen d'un chiffon ou de papier) puis branchent les griffes par lesquelles la succion du lait est réalisée. Le lait est évacué jusqu'au tank à lait réfrigéré via un système de canalisation. La plupart des équipements rencontrés sont équipés d'un système de décrochage automatique des griffes. Ainsi, une fois la succion terminée, chaque griffe se décroche et l'opérateur applique un produit d'hygiène sur chaque pis. Une fois toutes les vaches d'une rangée libérées des griffes, le portique de sortie est ouvert, les vaches sortent pour faire place aux suivantes et l'opération se renouvelle jusqu'à ce que l'ensemble des vaches aient été traites. La traite en salle de traite consiste donc en la réalisation d'un ensemble de tâches répétitives réalisées au rythme d'un flux séquentiel de vaches.

Au sein des collectifs de travail, la répartition de l'astreinte de la traite connaît de multiplies déclinaisons qui illustrent autant la diversité de formes d'organisation du travail que celle des systèmes de production. Retenons cependant deux grandes formes d'organisation du travail de traite. Dans les plus petits collectifs de travail tels qu'un éleveur seul ou un couple, la traite est souvent réalisée par la même personne, deux fois par jour. Par exemple, dans une exploitation à deux actifs en couple, la femme réalise la traite pendant que son mari nettoie la stabulation ou s'occupe de l'alimentation. Dans les collectifs de plus grande taille, il est courant que cette astreinte de la traite fasse l'objet d'une rotation, et soit réalisée à deux dans le cas des troupeaux de taille importante : « *[La traite] c'est 2h15 lavage compris. Mais c'est jamais le même qui fait matin et soir, c'est là que c'est agréable.* » (ENT E12-35).

[177] Les éleveurs nomment souvent *trayeur* celui en charge de la traite à un moment donné.

[178] Données issues du contrôle des machines à traire, source : CNIEL, d'après l'Idele et sur autorisation du Cofit, communication personnelle de Jean-Louis Poulet (Idele). Ce chiffre de 58 % de machines à traire en épis regroupe les épis à 30° (48,8 %) et les épis à 50-60° (9,2 %). L'angle est celui entre le quai de traite et la vache (voir Figure 41).

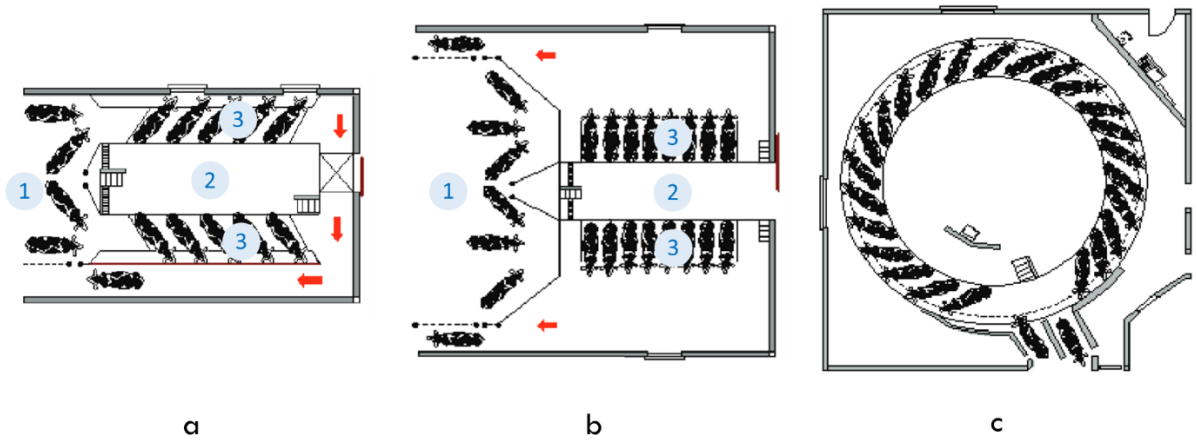


Figure 41 : les différents types de salles de traite (a: en épis, b: traite par l'arrière, c: rotative avec traite à l'intérieur) et les différentes parties de la salle de traite (1. Aire d'attente, 2. Quai de traite, 3. Postes de traite) (T. Martin, modifié à partir des illustrations de Institut de l'Elevage, GIE Elevages Bretagne et Chambre d'Agriculture de Bretagne)

Le principe central du passage au robot de traite consiste en la suppression totale de cette tâche de la traite. Le dispositif repose sur le libre accès des vaches au robot. Les vaches se dirigent d'elles-mêmes vers le robot pour se faire traire, comportement induit par la nécessité physiologique[179] de la traite et encouragé par la distribution de concentré une fois la vache rentrée dans la stalle du robot. La traite robotisée ne repose pas seulement sur un artefact - le robot comme machine - elle intègre un dispositif autant matériel que managérial.

2.1.2 La traite robotisée : un dispositif matériel

Le dispositif matériel s'organise autour de son composant principal qu'est le robot de traite à proprement parler. La vache rentre dans le robot via une porte d'entrée qui s'ouvre automatiquement une fois la vache détectée et autorisée à rentrer dans la stalle (voir ci-dessous Figure 42). Une fois la porte fermée, une barrière latérale empêche la vache de bouger et la traite peut commencer. Pour la plupart des robots, un bras mécanique articulé commence par nettoyer les trayons avant de brancher les manchons par lesquels la succion du lait est réalisée. Pendant ce temps, des concentrés sont distribués à la vache via une trémie d'alimentation. Cette distribution de concentrés incite les vaches à se déplacer vers le robot. Une fois la traite réalisée, la porte de sortie s'ouvre et libère l'animal. Le dispositif matériel est également composé du bâtiment, généralement une aire de stabulation dont nous verrons que l'aménagement est central dans la réorganisation du travail, de puces d'identification des animaux, d'un ordinateur de contrôle ainsi qu'un ensemble de téléphones reliés au logiciel de gestion du robot. Lors du passage à la traite robotisée, le robot peut être installé là où la salle de traite se situait. Pour autant, dans la plupart des cas, la robotisation de la traite impose une

[179] L'accroissement de l'intervalle entre deux traites participe d'une augmentation de la pression mammaire entrainant un inconfort chez la vache et une augmentation du risque de mammite due à l'ouverture du sphincter des rayons.

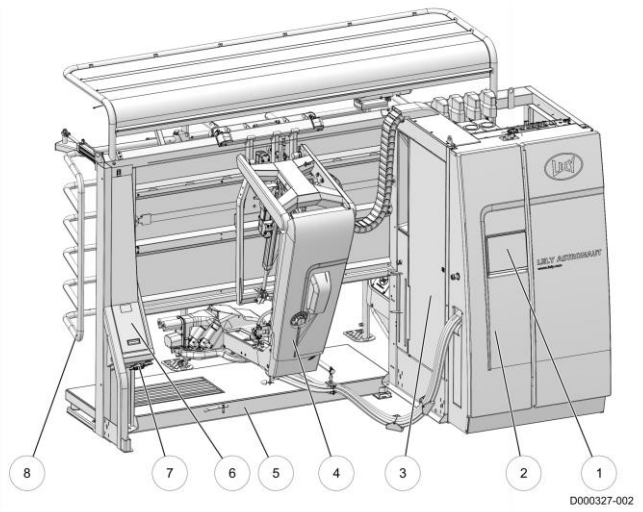
profonde réorganisation de la stabulation et, pour les systèmes pâturants, du parcellaire adjacent. Cette réorganisation du bâtiment influence grandement les reconfigurations du travail qui accompagnent la robotisation. Deux grands modèles d'organisation du bâtiment traduisent deux formes de gestion du processus de fluidité initié par le robot de traite : la circulation libre et la circulation guidée[180]. La circulation libre consiste à laisser les vaches librement circuler, elles peuvent se présenter au robot quand elles le veulent et circuler dans la stabulation sans contrainte de régulation pour accéder au robot. Si la consigne du robot est de ne pas traire la vache, il la libèrera, sans distribution de concentrés, afin de faire rentrer la vache suivante. En circulation guidée, le déplacement des animaux est régulé par des « portes intelligentes » ou « portes de tri ». L'accès au robot est ainsi contraint par un mode de circulation plus adapté au maintien du pâturage et à la gestion d'un troupeau hétérogène où des vaches dominées sont orientées vers le robot sans devoir disputer l'entrée avec les dominantes. Dans les deux cas, la décision de traite incombe au robot et à son paramétrage. Contrairement à la traite en salle de traite, deux fois par jour[181], le robot peut traire les vaches jusqu'à 4 fois par jour. La fréquence de traite dépend de la capacité de production de la vache, de son stade de lactation (une vache en pic de lactation sera traite plus souvent), mais également de son nombre de lactations (une primipare[182] peut être traite plus souvent). Cette régulation de l'accès au robot est conditionnée par différentes variables attribuées à chaque vache. L'identification de la vache est réalisée grâce à un collier émetteur électronique dont chaque vache est équipée. Une fois la vache identifiée grâce à l'émetteur contenu dans le collier, l'ordinateur émet une consigne d'acceptation ou de refus de la traite. Le dispositif matériel du robot de traite comprend donc un ordinateur de contrôle sur lequel un logiciel de gestion du robot est installé. Depuis cet ordinateur, l'éleveur peut non seulement suivre les données produites par le robot, collecter des informations, mais également émettre des consignes au robot telles que l'isolement d'un animal à des fins de soin ou d'insémination. De plus, un certain nombre de téléphones sont reliés à cet ordinateur et reçoivent du logiciel des informations et des alertes sous forme de notification et d'appels. Via une application, l'éleveur peut suivre les différentes données produites par le robot et ainsi se tenir informé du déroulement de la traite. En cas de problème, c'est sur ces téléphones que l'alerte sera envoyée. Ces différents artefacts constituent le dispositif matériel qui participe au déroulement de la traite robotisée. Enfin, les composants classiques du machinisme de la traite sont présents tels qu'un compresseur, le tank à lait qui permet de stocker le lait ou encore la tuyauterie qui permet son acheminement. À noter qu'en traite robotisée, le robot

[180] Entre des deux grands modèles de circulation, il existe plusieurs nuances dans les formes d'organisation de la circulation des animaux telle que la conduite libre contrôlée ou la conduite sélective inversée (voir par exemple le document technique à ce sujet : Sèité et Rosat 2009; Journel 2019).

[181] Ou plus rarement une fois par jour dans le cas des système d'élevage en monotraite (Pomiès et al. 2008)s d'élevage en monotraite.

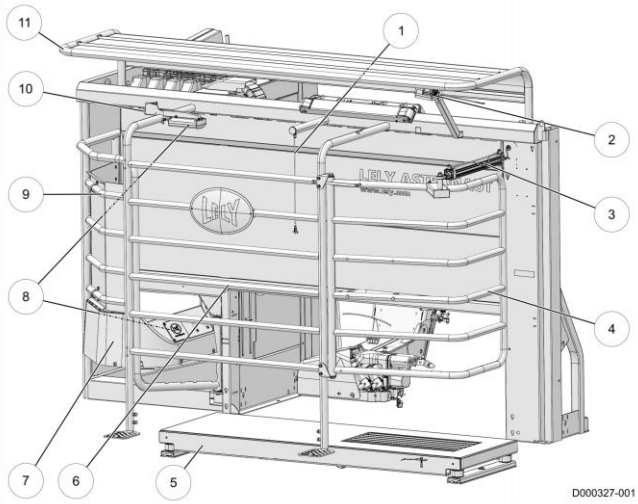
[182] Une primipare est une vache ayant effectué son premier vêlage et donc son premier cycle de lactation. Elle s'oppose aux multipares ayant déjà mis bas précédemment.

peut émettre la consigne de séparer le lait d'une vache et de l'acheminer dans un récipient collecteur différent du tank. Cela sera le cas pour une vache en début de cycle (collecte du colostrum) ou encore d'une vache souffrant d'une infection telle qu'une mammite afin que le lait du troupeau n'en soit pas contaminé.



a b

Figure 42 : Le robot vu du côté de l'opérateur – a. Schéma du robot de traite A5 de l'entreprise Lely, vu du côté "opérateur" (extrait du manuel d'opérateur ; page 56, figure 12. Robot côté opérateur, légende : 1. E-Link - 2. Aire de contrôle du robot - 3. Porte de l'aire de service - 4. Bras du robot - 5. Gravitor (en option) - 6. Boîtier de jetters - 7. Jetters - 8. Porte d'entrée) – b. Photo d'un robot Lely côté opérateur (T. Martin)



a' b'

Figure 43 : Le robot vu du côté vache – a'. Schéma du robot de traite A5 de l'entreprise Lely, vu du côté "vache" (extrait du manuel d'opérateur ; page 55, figure 11. Robot côté vache ; légende : 1. Inducteur de mouvement - 2. Caméra 3D - 3. Vérin de porte d'entrée - 4. Porte d'entrée - 5. Lely Gravitor (en option) - 6. Barrière latérale - 7. Trémie d'alimentation - 8. Antenne d'identification - 9. Porte de sortie - 10. Cellule photoélectrique - 11. Toit en porte-à-faux) – b'. Photo d'un robot Lely côté vache (T. Martin)

2.1.3 Libres de produire[183] : un dispositif de fluidité centré sur l'animal

À ce dispositif matériel s'adjoint un dispositif managérial des animaux qui, nous le verrons, participe grandement aux transformations du travail des éleveurs. Ce dispositif est celui qui permet aux animaux de circuler entre les différentes aires de la stabulation tout en garantissant la traite régulière de l'ensemble des animaux. La circulation libre est particulièrement intéressante pour comprendre comment le robot façonne le travail. Elle fait du principe de fluidité, de la libre circulation des animaux, avec le minimum de contraintes spatiales et temporelles, le principe de fonctionnement de la production laitière et les conditions d'exercice du travail de l'éleveur. La circulation libre est notamment portée par la marque Lely, leader du marché de la traite robotisée. Pour cette marque, la circulation libre n'est pas qu'une modalité zootechnique de la conduite du troupeau, elle porte une transformation radicale de la manière de produire et de travailler. Pour cette entreprise, la volonté de l'animal et ses *libertés* fondent la justification de la circulation libre.

Les cinq « libertés fondamentales » des vaches :

1. Pouvoir s'alimenter et s'abreuver comme elles le souhaitent

2. Ne pas avoir à subir d'inconforts physique et thermique

3. Être à l'abri de la douleur, des blessures et des maladies

4. Être épargnées de la peur et du stress chronique

5. Pouvoir suivre leur rythme naturel

Extrait d'un document de présentation de la circulation libre en traite robotisée[184]

On ne peut s'empêcher de faire le rapprochement avec les trois lois d'Asimov, lois fondatrices de l'imaginaire de la robotique (Chapitre 1) et de voir dans l'énonciation de ces « *libertés fondamentales* » des vaches une volonté de naturalisation des principes qui justifient la robotisation de la traite. Si la liberté de l'animal occupe une place centrale dans l'argumentaire de la marque, il n'en reste pas moins que la traite robotisée ne peut fonctionner sans un flux permanent de vaches se dirigeant vers le robot. En effet, le système de traite robotisé compense une lenteur d'exécution par l'étalement de la tâche de la traite sur une durée indéfinie. En moyenne, un robot peut réaliser entre 6 et 8 traites par heure et jusqu'à 8 à 10

[183] Nous faisons ici référence au titre de l'ouvrage de J. Chapoutot qui retrace la contribution du nazisme aux transformations managériales de la seconde moitié du XXe et la genèse des principes de liberté d'action et de moyens pour mener à terme une *mission*.

[184] *Le concept Lely de circulation libre* consulté le 07/04/2023 sur https://www.lely.com/media/filer_public/a1/ef/a1efece9-3bd9-42d8-a7ad-deba42314a34/vrij_koeverkeer_-_brochure_-_fr.pdf

pour les derniers modèles (Coutant et al. 2008). En comparaison, avec une salle de traite en épis (installation la plus répandue) de 2 fois 6 postes, un trayeur seul peut traire en moyenne 50 à 60 vaches en 1 heure (GIE Élevage et al. 2007). C'est pourquoi le robot fonctionne en permanence, jour et nuit et tous les jours de la semaine pour réaliser une tâche auparavant réalisée à des heures fixes et dans un temps restreint. Pour que le robot puisse traire en permanence, les vaches doivent se déplacer vers le robot sans pour autant créer un « bouchon » à son entrée. Il en découle un mouvement des vaches dont le subtil équilibre est assuré à la fois par le besoin d'être traite et par l'appétence pour les concentrés. Ces derniers ne sont pas seulement distribués dans la stalle du robot mais aussi via des distributeurs automatiques de concentrés (DAC) positionnés à différents endroits de la stabulation afin de limiter l'encombrement à l'entrée du robot. L'accumulation des vaches à l'entrée du robot représente une rupture du flux où s'exercent des rapports de force entre les animaux dont découle la difficulté d'accès au robot pour les vaches dominées. Les DAC ont donc un double rôle dans le maintien de cette fluidité. D'un côté ils augmentent la fréquentation du robot par les vaches en augmentant la production de lait (et donc la pression mammaire), de l'autre ils assurent le mouvement des vaches au sein du bâtiment et évite l'encombrement à l'entrée du robot.

« Qu'est-ce qu'une circulation libre des vaches ?

Il s'agit d'un cadre qui permet aux vaches de s'alimenter, de s'abreuver, de se reposer et d'être traites comme elles le souhaitent. Les animaux évoluent dans un environnement dépourvu de barrières ou de portes de sélection et, à ce titre, peuvent se déplacer librement sans aucune forme de restriction. En fin de traite, les vaches reçoivent une quantité de concentré qui entretient leur motivation à se rendre vers le robot. La présence d'un parc d'attente temporaire permet d'accueillir un nombre limité d'animaux.

Qu'est-ce qu'une circulation forcée/guidée des vaches ?

Il s'agit d'un environnement qui oblige les vaches à se rendre des logettes ou de la table d'alimentation vers le robot par le jeu de portes de sélection ou de barrières anti-retour. Ce système ne tient donc aucun compte des besoins fondamentaux des animaux (se reposer ou s'alimenter) puisque ces derniers sont contraints d'effectuer un parcours bien défini vers le robot, lequel les oblige à passer par plusieurs passages étroits. Selon la direction ou le type de parcours, on parle alors de circulation forcée, guidée ou guidée inversée. »

Extrait d'un document de présentation de la circulation libre : « Le concept Lely de circulation libre » Référence LHQ.B06021.FR.A consulté sur lely.com en mars 2023.

Figure 44 : Une stabulation aménagée en circulation libre (photo de Véronique Bargain publiée dans l'article « Complémentation au robot : trouver l'équilibre » le 12/09/2022 sur Reussir.fr)

Face à cet argumentaire d'une liberté de l'animal, le principe de fluidité - consubstantiel du robot - encourage une logique dont la cohérence avec les principes de liberté de l'animal mis en avant par les entreprises peut être discutée. Avec la traite conventionnelle, produire plus impliquait deux perspectives : augmenter le rendement par vache (produire plus de lait par vache) et/ou augmenter le nombre de vaches. Dans un cas comme dans l'autre, la salle de traite permet de s'adapter en passant plus de temps à la traite. Avec le robot, l'augmentation du nombre de vaches est limitée par l'effet de seuil précédemment décrit. Dès lors, le principal levier d'adaptation à la logique du marché laitier (voir chapitre 4) devient la maximisation du litrage par vache. Et pour ce faire, l'alimentation s'intensifie en concentrés distribués par le robot, le pâturage recule et la sélection des animaux les plus productifs progresse. Les critères de cette sélection évoluent également en lien avec cette logique de fluidité. Les animaux sont désormais sélectionnés selon une éthologie adaptée à celle-ci, soit la capacité des vaches à se rendre d'elle-même au robot et aux fréquences souhaitées. La liberté de l'animal est donc une liberté soumise à condition, celle de la performance laitière et au moyen d'un recul du pâturage et d'un resserrement des critères de sélection. Ce principe de liberté sous conditions des animaux n'est pas sans rappeler le tournant managérial des années 1970 et 1980 (Chamayou 2018) et ses fondements historiques, celui d'un *management par délégation de responsabilité* (Chapoutot 2020, 106). Ce parallèle avec le management n'est pas qu'un simple analogisme analytique, il s'inscrit dans une rhétorique globale des entreprises de traite robotisée, celle d'un travail qui entre *enfin* dans la modernité au moyen d'une gestion du troupeau laitier organisée suivant les principes du management d'entreprise. Ce principe de fluidité d'une production reposant sur la liberté des animaux s'illustre tout particulièrement dans la vidéo de promotion de la circulation libre de Lely (voir ci-dessous Figure 45). L'entreprise met en scène des vaches se rendant au travail dans un bâtiment revêtant les codes d'un espace de travail urbain et contemporain, marqué par la transparence des espaces de travail, de vastes espaces ouverts et une fluidité dans les déplacements. L'on y voit une vache rentrer et passer le tourniquet de contrôle d'accès du hall d'entrée. S'il l'on devine que les salariés badgent pour passer ce tourniquet et rentrer dans l'espace de travail, la vache, équipée d'un collier d'identification électronique passe également par ce tourniquet. Le parallèle avec la libre circulation des vaches vers le robot et le contrôle en entrée de la stalle pour autoriser ou non la vache à se faire traire – ou ici à aller travailler – apparaît ainsi clairement.

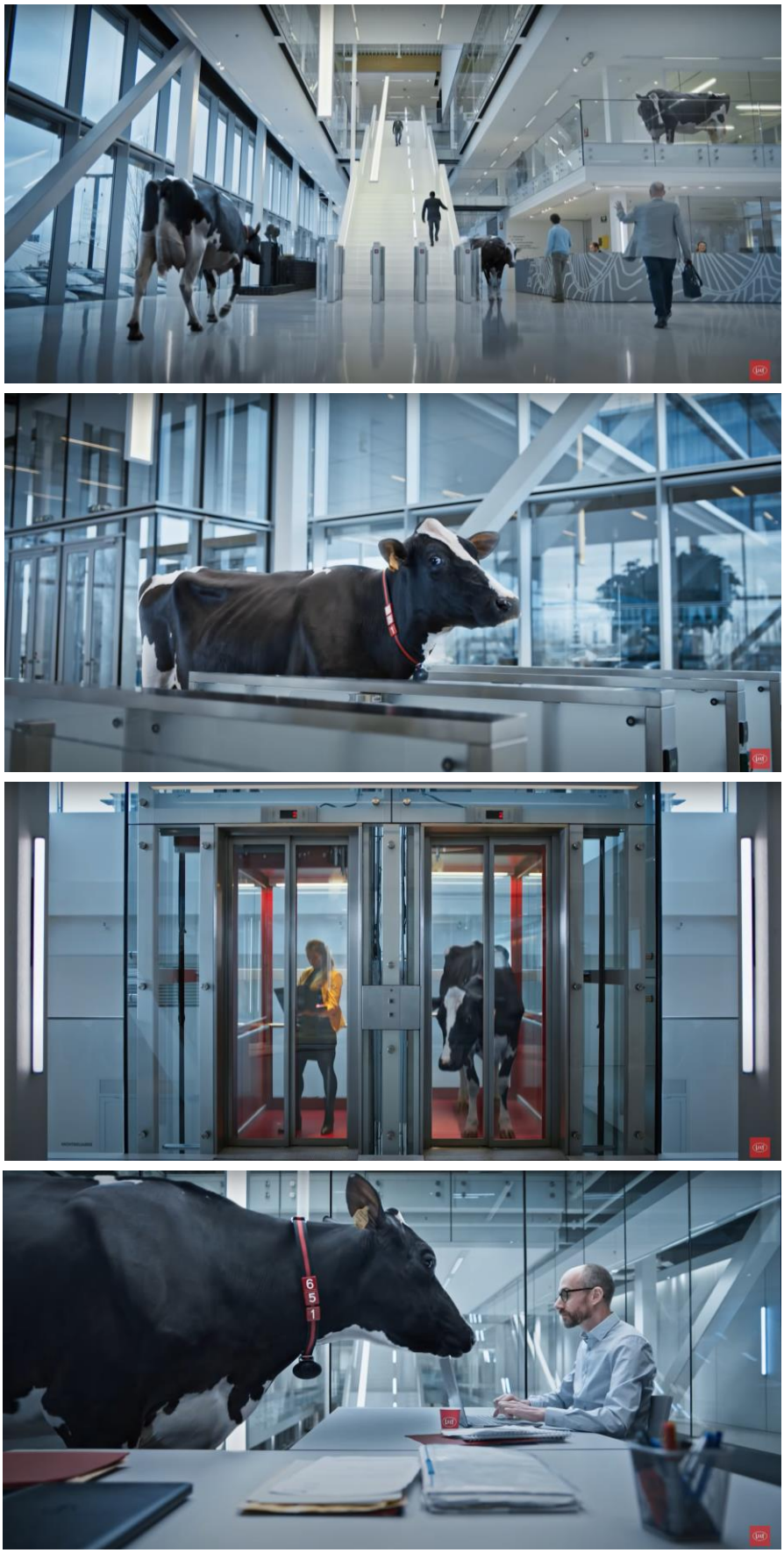


Figure 45 : « Un élevage performant - La circulation libre des vaches » - Captures de la vidéo de promotion du modèle de circulation libre de Lely, leader du marché de la traite robotisée, consulté sur lely.com en mars 2023

La robotisation de la traite consiste donc en une transformation vers un processus de production fluide. Plus précisément, le script du dispositif de traite robotisée contient un idéal de gestion qu'est la fluidité industrielle. Cet idéal qui infléchit les transformations productives de nombreux secteurs produit une profonde transformation de l'organisation technique et sociale du travail. Ces dernières ont été particulièrement bien étudiées au sein des productions pétrolière (Vatin 1987), automobile (Rot 2002) ou encore téléphonique (Bidet 2005). Ces différents travaux saisissent la centralité de la réorganisation du travail dans le maintien d'une fluidité pas si automatique que cela. Les auteurs exposent ainsi les principes d'organisation technique et sociale du travail qui prévalent au maintien de cette forme productive. Jusqu'à présent, l'agriculture ne semblait pas concernée par ce principe d'organisation de la production. Bien que F. Vatin ait interprété les transformations technologiques de l'agro-industrie laitière comme la recherche d'une fluidité industrielle (Vatin 1990, 85), l'analyse s'est arrêtée aux portes de la production et donc de l'exploitation agricole, tant la production agricole a toujours semblé suivre des logiques qui lui sont propres. Nous tâcherons maintenant de montrer en quoi les transformations du travail dans l'exploitation laitière robotisée peuvent être décrites et comprises comme une réorganisation technique et sociale infléchie par cet idéal productif.

2.2 Le travail de fluidité

La fluidité est donc un idéal productif véhiculé aussi bien par le discours commercial que par le script du robot de traite. Cet idéal peut ici être résumé à la nécessité fonctionnelle d'assurer un flux permanent de vaches vers le robot de traite. Si les matières fluides telles que le lait ou le pétrole, ou les flux informationnels au centre du travail dans la téléphonie se prêtent aisément à ce mode productif, dans la production laitière, ce sont bien les vaches qui sont *objet* et *actant* de ce flux. Or, l'éthologie animale suit une logique qui n'est pas celle des lois de la physique. Ainsi, le travail de l'éleveur va être grandement réorganisé autour de cette tension entre un idéal productif fluide qui garantit le bon déroulement de la traite et le comportement des vaches qui suit ses propres logiques. Car si les vendeurs de robots justifient cet idéal de fluidité au regard des conditions naturelles de la vache, de ses « *libertés fondamentales »,* c'est bien l'homme qui se doit d'assurer et d'assumer le bon déroulement « *d'un dispositif qui prend la figure d'un système naturel »* pour reprendre les termes de F. Vatin (Vatin 2008, 165).

2.2.1 Du geste mécanique au contrôle métrique : « Il faut le laisser faire »

Passer à la traite robotisée, c'est accepter une délégation, accepter que la décision de traite et sa temporalité incombent à l'animal. C'est un changement profond tant la traite rythmait les journées et l'organisation du travail des éleveurs par sa rigidité temporelle. Cela consiste également à accepter l'effacement de la figure de l'éleveur-trayeur, l'éleveur qui trait ses vaches et récolte le fruit de son travail dans une relation pluriséculaire à l'animal. C'est

accepter un laisser-faire qui trouble l'organisation du travail et nécessite donc un certain temps d'adaptation. Cette mise en retrait de l'intervention de l'éleveur se traduit en premier lieu par l'abandon d'un geste, celui de traire. Si le déploiement des premières machines à traire - telles que le pot-trayeur - a substitué à l'usage mécanique du geste humain un système de succion mécanique, le branchement et les gestes connexes demeuraient et contribuaient au maintien de la figure de l'éleveur qui trait ses vaches. Avec le robot de traite, c'est un bras mécanique qui réalise le nettoyage des trayons puis le branchement des gobelets trayeurs. Tout geste direct et systématique de l'éleveur disparaît en même temps que l'éleveur disparaît de l'espace de travail où se réalise désormais la traite.

> *« C'est mieux organisé… c'est différent, c'est plus de surveillance… l'ordinateur et visuel… faut avoir l'œil de l'éleveur quoi ; en salle de traite, on voyait beaucoup de trucs, les mammites, les machins. Tandis que là c'est différent, il a fallu s'adapter, l'adaptation c'est pas évident, les premières années c'était raide quand même. Je me souviens, la première année on se disait « si c'est ça… », en fin de compte … on avait tendance à trop s'en occuper je pense… on voulait que ça pousse, on voulait que ça passe… maintenant on s'en fout complètement de ça. Si y'a une vache qui n'a pas de lait et qui ne vient pas, c'est moins grave. C'est moins grave qu'une qui a 50 kg qui vient que 2 fois. On s'assouplit quoi. Avant on avait dans notre tête « matin et soir, deux fois par jour » … j'ai l'impression que moins on s'en occupe mieux ça marche. »*
>
> (ENT E3-35)

Si l'adaptation à cet effacement du geste moteur nécessite un temps d'adaptation parfois important, c'est la disparition de ces gestes physiques et répétitifs qui motive la plupart des éleveurs à acheter un robot de traite.

Pour autant, l'intervention humaine demeure, mais sous un jour bien différent. L'éleveur devient garant du maintien de cette fluidité dans la traite des vaches. Pour garantir le bon déroulement de la traite, l'éleveur doit suivre un ensemble de variables produites par le robot et mises en forme à travers le logiciel de gestion sur un ordinateur. Si la traite matinale disparaît, la journée des éleveurs équipés d'un robot de traite commence généralement avec la consultation de l'ordinateur connecté au robot. La durée de cette nouvelle tâche varie en fonction des éleveurs, mais nécessite le plus souvent autour de 30 minutes. Ce travail sur ordinateur s'inscrit dans un nouvel espace de travail, un bureau, généralement situé à proximité du robot et donnant à voir, via une vitre, directement sur le robot. L'espace de suivi et de gestion de la traite robotisée se démarque ainsi du quai de traite : l'éleveur y travaille assis, dans un espace généralement chauffé et équipé d'une machine à café. Si la vitre permet un contrôle visuel de la traite robotisée, elle incarne une séparation entre l'espace de travail des animaux et celui de l'éleveur durant cette traite. Derrière son ordinateur, les principales variables suivies par l'éleveur sont le nombre de vaches *en retard*, le nombre de traites moyen du troupeau et le rendement laitier moyen en litre. Cette tâche consiste d'abord

en une prise d'informations de laquelle découlent des décisions et des prescriptions quant au travail à réaliser. La première information est de connaître les vaches *en retard*, c'est-à-dire dont la dernière traite a été réalisée depuis un moment jugé trop important par l'éleveur. Cette considération dépend des éleveurs et des élevages. Elle varie notamment en fonction du stade de lactation[185], du niveau de production et de la santé de la vache[186]. Généralement, après 15 heures sans avoir été traite, une vache est considérée comme en retard. En circulation libre, les retards imposent une intervention plus rapide qu'en circulation guidée, car aucun dispositif ne permet de contraindre les vaches à se diriger vers le robot. Une fois l'information prise, l'éleveur va chercher et « *pousser* » vers le robot les vaches identifiées comme retardataires : « *Le matin quand on arrive, on pousse celles qui sont à traire.* » (ENT E9-74). Cette gestion des retards constitue une nouvelle tâche quotidienne et indispensable au maintien d'une fluidité que certaines vaches mettent à mal. Dans un troupeau, certaines vaches dominent, d'autres sont dominées et de cette éthologie découle un accès différencié au robot qui impose l'intervention de l'éleveur : « *Les vaches dominantes passent moins de temps dans l'aire d'attente et accèdent plus vite au robot. Les vaches dominées ont tendance à accéder au robot en fin de nuit, lorsqu'il y a moins d'animaux (notamment dominants).* » (Lensink et Leruste 2012, 51). En plus des retards, l'éleveur s'informe également du niveau de production des vaches et de leur état sanitaire grâce aux nombreuses données produites par le robot pour chaque vache. En fonction de ces informations, l'éleveur prend des décisions quant aux actions à réaliser : inséminer une vache, isoler pour soigner, etc. L'ordinateur n'est pas qu'une interface informationnelle, il constitue un moyen de l'action puisque c'est par le logiciel que l'éleveur peut programmer différentes consignes au robot. Par exemple, les vaches à inséminer sont programmées par l'éleveur sur l'ordinateur et le robot les dirigera vers un box d'isolement. La traite robotisée impose également d'autres tâches obligatoires telles que le nettoyage quotidien du robot ou le remplissage des consommables (produits pour le nettoyage et la désinfection des trayons). L'éleveur doit également accompagner les génisses les premiers jours (4 à 8 jours) afin de les habituer au robot. Pour certains modèles de robot, il se doit également d'effectuer les réglages afin que le robot enregistre la position des trayons de la nouvelle arrivante. Cette nouvelle tâche impose une tout autre gestion du troupeau et notamment de la reproduction. Afin de limiter la quantité de travail que représente l'habituation des génisses au robot, les vêlages sont étalés tout au long de l'année afin de limiter le nombre de génisses débutant leur première lactation au même moment. Cet étalement des vêlages permet également d'avoir une diversité des stades de lactation afin d'éviter des périodes de forte fréquentation[187] du robot et des périodes moins denses.

---

[185] Les retards sont plus fréquents en fin de lactation (la production de lait baisse et le besoin de traite avec), et de fait, les retards sont souvent jugés moins graves par les éleveurs pour les vaches en fin de lactation.

[186] Une vache souffrant de boiterie aura souvent plus de retard.

[187] Au pic de lactation, c'est-à-dire quand une vache produit beaucoup de lait, elle ira se faire traire par le robot plus fréquemment.

Figure 46 : Surveillance, contrôle et gestion de la traite par ordinateur, photo extraite du blog des jeunes de la MFR Haleine – source : Le blog des jeunes de la MFR Haleine consulté en mai 2023

Alors que la disparition de la traite comme tâche s'accompagne d'un contrôle métrique des animaux nécessaire au maintien de cette fluidité productive, il n'en reste pas moins que le travail de l'éleveur reste loin du *monde-écran* décrit dans d'autres secteurs de production fluide (Bidet 2011). La traite robotisée impose de nouvelles tâches qui demeurent physiques et en contact étroit avec les animaux telles que l'habituation des génisses ou la *pousse* des vaches en retard. Ces tâches révèlent également le maintien du rôle de l'éleveur dans une domestication que le robot reconfigure et intermédie sans pour autant faire disparaître la nécessaire proximité entre l'éleveur et ses animaux. Les indicateurs qui guident et évaluent le travail de l'éleveur évoluent également. Dès lors, le nombre moyen de vaches en retard ou le nombre moyen de traites par jour pour le troupeau constituent de nouveaux indicateurs de performances, variables qui n'auraient aucun sens en traite conventionnelle. Les modalités de la prise d'information, de la prescription du travail et de son évaluation sont donc pleinement reconfigurées par l'arrivée du robot.

2.2.2 Une surveillance à distance et en permanence

Nous venons de voir que la robotisation de la traite fait certes disparaître cette tâche à la fois symbolique et centrale dans l'organisation du travail, mais que de nouvelles tâches émergent et révèlent l'importance du travail de l'éleveur dans le maintien de cette fluidité. Si

certaines de ces tâches conservent une dimension physique et une proximité à l'animal - pousser les vaches et habituer les génisses par exemple – d'autres relèvent plus de la figure contemporaine d'un *berger des machines*[188] derrière un écran de contrôle. Ce travail de contrôle du flux par le suivi d'informations métriques constitue cependant un changement profond dans les frontières et le contenu du travail de l'éleveur. Bien que le suivi du troupeau sur l'ordinateur soit une tâche marquée par sa régularité (tous les matins) et son bornage (de 15 min à 1 h), ce suivi de la traite robotisée impose à l'éleveur une autre temporalité. L'éleveur peut ainsi recevoir à n'importe quelle heure une alarme sous forme de notification ou d'un appel sur son téléphone si le robot rencontre un problème. Et comme le robot fonctionne toute la journée et toute la nuit, tous les jours de la semaine, une astreinte mentale permanente apparaît.

> *« C'est un choix, quand tu as un robot faut accepter de se lever de temps en temps à 4h du matin. C'est des périodes, quand ça arrive tu en as pour 3 ou 4 fois en une semaine. Tu te dis là tu lui foutrais le feu puis après tu en entends plus parler pendant 2 mois. Quand ça commence à avoir une alarme, tu te dis ça y est c'est parti pour une période de merdes, tu as deux ou trois pannes à la suite […]. Moi j'ai des copains tu ne leur mettras pas de robot. Eux quand ils ont fini de traire ils éteignent la lumière puis ils ne veulent pas retourner voir les vaches. Quand c'est fini c'est fini. Tandis que toi tu n'es pas à l'abri d'un appel ou autre. C'est une autre façon de voir les choses. [..] Même si tu es pris en permanence, tu fais bien un peu ce que tu veux. Tu vois toi tu viens… s'il vient quelqu'un derrière toi bah je n'attèlerai pas mes faucheuses et je les laverai que demain, puis voilà. »*
>
> (ENT E4-74)

Cette nouvelle astreinte mentale est souvent vécue comme une contrainte inhérente au robot de traite et peut parfois donner lieu à l'abandon du robot et à un retour à la salle de traite. Pour autant, elle est appropriée de différentes manières suivant les éleveurs et le paramétrage des alertes permet de réguler la charge de cette astreinte. Si certains expriment un besoin d'être tenu informé en temps réel des conditions et du déroulement de la traite, beaucoup d'éleveurs paramètrent le robot de manière à ne recevoir que les alertes jugées essentielles, à savoir celles qui indiquent l'arrêt total du fonctionnement du robot. Mais cette gestion des alarmes est également fortement conditionnée par le système de production et notamment la saturation du robot et le système de circulation des bovins. Un robot saturé – plus de 70 vaches par stalle – implique pour l'éleveur une marge d'intervention plus restreinte,

---

[188] Cette expression fait référence à la formule de l'historien états-unien Lewis Mumford pour décrire l'évolution du travail ouvrier suite à l'automatisation des chaînes de production : « *dans les diverses usines de produits chimiques, l'ouvrier ne prend guère part à la production. Il est, pour ainsi dire, le berger des machines, veillant sur le troupeau qui effectue le travail réel. Au mieux, il les nourrit, les graisse, les répare lorsqu'elles s'enraillent, mais le travail lui est aussi étranger que le sont les fonctions digestives du troupeau au berger qui le surveille.* » (Mumford 2016, 353).

car le temps de traite du troupeau complet est proche du temps de fonctionnement maximum du robot (plus de 20 heures[189]). Alors qu'un robot moins saturé – avec 50 vaches pour une stalle par exemple – laisse une marge de manœuvre temporelle plus longue à l'éleveur. Celui-ci peut ainsi plus aisément accepter un arrêt du fonctionnement de quelques heures et continuer une autre tâche ou une activité hors travail quand un robot saturé imposera une intervention rapide à l'éleveur.

> *« J'ai pas l'appli du robot sur le téléphone. Quand y'a une urgence il appelle. J'ai supprimé toute la nuit toutes les alarmes qui ne sont pas urgentes. Autrement t'es esclave. Après j'ai 50 vaches, si t'es quelqu'un qui a 80 vaches sur un robot c'est plus de boulot qu'en salle de traite … après ça dépend ce que t'appelles « boulot »*
>
> (ENT E5-35)

Cette nouvelle astreinte inhérente à la fluidité de la traite ne consiste pas seulement à se tenir prêt à intervenir rapidement en cas de panne ou de problème majeur. La consultation du téléphone devient une tâche qui permet à l'éleveur de prendre régulièrement des informations sur le bon déroulement de la traite. Il peut par exemple suivre le nombre de retards et adapter en fonction la prescription du travail à son salarié ou l'autoprescription. Si le nombre de retards augmente plus que d'habitude, l'éleveur peut par exemple décider d'aller pousser les vaches plus tôt que prévu. Au-delà des pannes majeures, ce suivi à distance lui permet également de suivre le niveau des consommables tels que les liquides de désinfection des mamelles. Le bon déroulement de ce flux peut en effet contraindre l'organisation du travail de l'éleveur qui doit dès lors suivre ce flux à travers son téléphone.

[189] Un temps quotidien d'arrêt du robot est nécessaire pour son nettoyage et le rechargement des consommables.

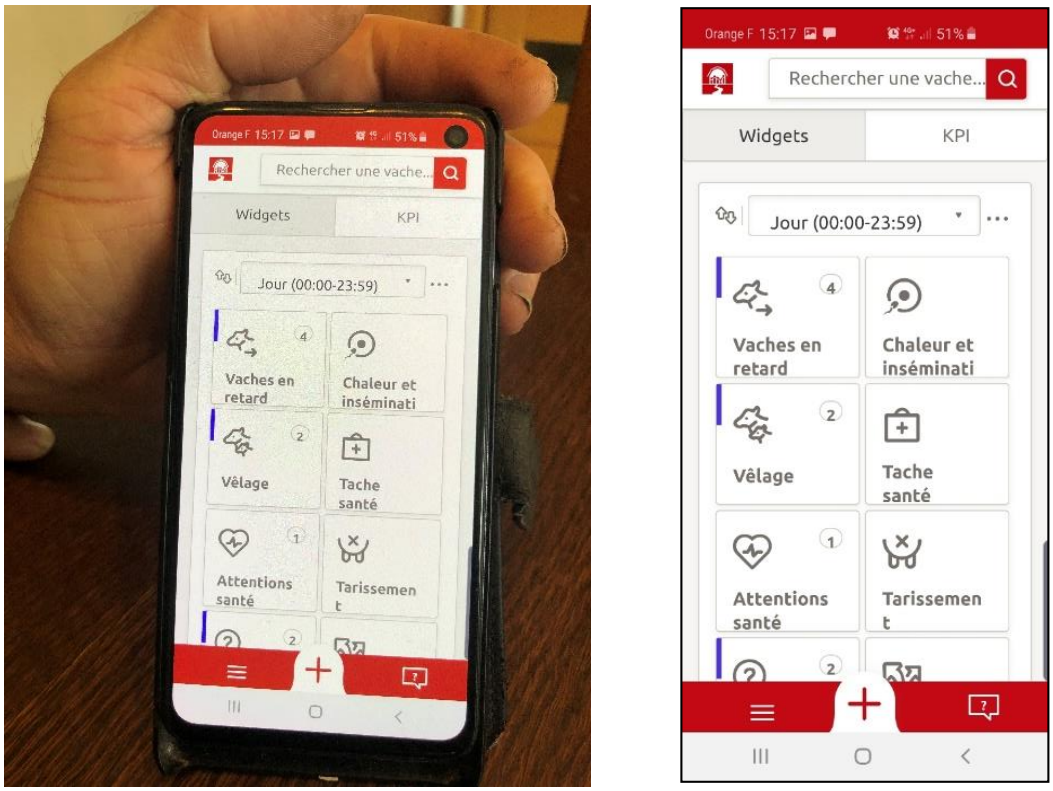


Figure 47 : Le téléphone : un outil de travail pour le suivi de la traite robotisée (Photo et copie d'écran du téléphone d'un éleveur avec l'application de gestion d'un robot Lely – T. Martin)

3.2 Conclusion de la partie 2

La robotisation de la traite consiste en une profonde transformation du processus de production dont la principale caractéristique est celle d'une traite continue reposant sur l'organisation de la circulation des vaches. Cette nouvelle organisation de la production repose sur un idéal de fluidité provenant du secteur industriel. Dès lors, le travail de l'éleveur consiste à surveiller, contrôler, mais aussi à intervenir régulièrement sur un processus en tension entre son idéal fluide et la réalité d'une production laitière qui repose sur le comportement animal. La figure de l'éleveur qui trait ses vaches disparaît au profit d'une figure plus contemporaine et urbaine du travailleur derrière un écran. Bien que les mouvements répétitifs de la traite laissent place à un travail numérique de suivi, des tâches physiques et en contact avec les animaux demeurent. L'éleveur devient ainsi, au même titre que nombre de travailleurs du secteur industriel, un berger des machines à la différence qu'il n'en reste pas moins berger de ses vaches.

3. Le temps des hommes et celui des machines[190]

Cette transformation des tâches et cette réorganisation du travail autour du maintien de cette fluidité de la traite des vaches transforment profondément la temporalité du travail. Les frontières de la journée de travail de l'éleveur s'en retrouvent floutées, le temps de travail est vécu différemment et il se noue de nouvelles relations entre le temps de travail et le temps hors travail. C'est cette évolution de la temporalité du travail des éleveurs que nous souhaitons maintenant caractériser. Nous verrons d'abord comment l'évolution du temps de travail des éleveurs est perçue par les éleveurs équipés d'un robot et participe à de nouvelles aspirations au travail (3.1.1). Puis nous détaillerons les raisons, en apparence paradoxale, pour lesquelles les éleveurs déclarent travailler autant si ce n'est plus qu'avant l'arrivée du robot de traite (3.1.2). Enfin, nous tâcherons d'expliquer en quoi les nouvelles temporalités du travail que le robot produit renouvellent les relations que les éleveurs entretiennent avec le travail salarial. Cette troisième section prend le parti d'aborder la question du temps de travail par la perception des éleveurs, une perception que nous analysons de manière relative : relative au passé et relative aux autres travailleurs.

3.1 Le robot et l'éleveur : temps de travail vécu, aspirations et comparaisons

3.1.1 Le temps de l'éleveur et celui de la société

Dans les années 1970, au cœur de la période modernisatrice, tandis que l'ensemble des salariés voyaient leur temps de travail décroître, la durée de travail des agriculteurs augmentait pour se stabiliser dans les années 1980 (Lacroix et Mollard 1990). Mais surtout, l'écart entre les agriculteurs et les salariés s'est creusé. La différence de temps de travail hebdomadaire était de 11 heures en 1970 en faveur des salariés et de 18 heures en 1987 (*Ibid.*). Cet écart n'est pas propre aux agriculteurs, le temps de travail des non-salariés en général est plus élevé (Jégouzo 1981). Mais les agriculteurs se démarquent également des autres indépendants et le temps de travail varie grandement en fonction des productions considérées. À ce titre, l'élevage et plus encore la production laitière constituent le secteur agricole le plus concerné par un temps de travail important. G. Jégouzo (*Ibid.*) propose différentes explications à cette particularité de la production laitière en termes de temps de travail. Premièrement, le processus biologique à l'œuvre est plus astreignant. Les soins aux animaux et l'obligation de traite contraignent fortement l'organisation du travail et engendrent une forte amplitude horaire. Ensuite, la production laitière est certes peu

[190] Le titre de cette partie fait référence au travail de G. Rot sur la fluidité du travail dans la téléphonie : « Le rapport au temps de travail s'en trouve sensiblement remodelé puisque s'opère, dans cette « révolution de l'atelier » qu'introduit l'autonomisation du système technique, une dissociation entre le temps des hommes et celui des machines. » (Rot 2002, p. 712).

rémunératrice à l'heure de travail, mais procure par hectare travaillé plus de revenus que de nombreuses autres productions (bovins allaitants, grandes cultures). Elle constitue ainsi une « fatalité structurelle » pour ceux qui ne peuvent accéder à de plus grandes surfaces (*Ibid.*, p. 44). Et si les différentes évolutions techniques du machinisme de la traite et des autres outils de travail ont permis d'accroître à la fois le nombre de vaches que peut traire chaque travailleur, mais également le volume produit par travailleur, ce machinisme n'a pas pour autant fait diminuer le temps de travail des éleveurs (Jégouzo 1981). En d'autres termes, si le développement du machinisme a participé à une hausse de la productivité physique du travail, il ne s'est pas traduit par une baisse du temps de travail des éleveurs. Le machinisme n'a pas non plus réduit la pénibilité du travail et l'a parfois même augmentée. C'est une des conclusions du colloque « Ergonomie et amélioration des conditions de travail en agriculture » tenu à Rodez en 1977 : « *la mécanisation de l'agriculture a profité à tous les partenaires sociaux, à la seule exception de ceux qui conduisent les machines* » (Sigaut 1977, 94). En élevage laitier, la mécanisation, notamment de la traite, n'a pas fait disparaître la centralité du geste moteur et la pénibilité a progressé avant tout en lien avec l'évolution des structures. La traite illustre particulièrement bien cette tendance historique. Les gains de productivité en élevage laitier ne sont pas seulement le fait de la progression du machinisme et en particulier de salles de traite plus grandes et mieux équipées (ex : décrochage automatique des griffes). Traire plus de vaches et ainsi produire plus par actif a nécessité plus de travail par actif. Dans les trajectoires étudiées, la traite matinale commence de plus en plus tôt, dure de plus en plus longtemps (jusqu'à 5h dans notre échantillon), et sa durée suit l'augmentation de la taille du troupeau.

> *« À la fin nous c'était, 2 heures et demie le matin, 3 heures avec la vache, 3h le soir, c'est déjà 6 heures par jour, rien que de traite, vous n'alimentez pas… rien… Après on est déconnectés complètement du restant. Aujourd'hui, ben, voilà, c'est du temps, mais si tu dois partir un soir, voilà tu peux t'organiser, tu peux le faire à 3heures l'après-midi… [C'est la flexibilité ?] voilà, c'est plus pareil… [Vous bossez moins… ?] Pareil ! mais on s'organise, c'est plus souple. Après sil y'a des appels, faut y aller, vous pouvez pas dire j'irai demain matin… [Vous vous relayez sur les alarmes ?] Ouais ben, mon frère et ma belle-sœur ils habitent à côté. Donc la nuit s'il sont là c'est souvent eux. »*
>
> (ENT E13-74)

Nous avons vu dans le chapitre précédent (Chapitre 4) que l'augmentation de la charge de travail conséquente à l'agrandissement des structures a été en partie solutionnée par l'élargissement des collectifs de travail. Mais l'augmentation de la durée de travail des éleveurs laitiers a également été la condition de cette croissance de la taille des structures (Jégouzo 1981; Lacroix et Mollard 1990). Cette augmentation du temps de travail des éleveurs nous a été restituée dans l'ensemble des entretiens réalisés avec les éleveurs (voir verbatims ci-dessous) :

« La charge de travail a évolué en surcharge. Sarkozy a dit « travailler plus pour gagner plus : queneni ! » Comparativement à la période où je me suis installé où j'avais du temps libre, maintenant j'ai plus de temps libre. D'un point de vue qualité de vie on est moins heureux qu'il y a 20 ans. Quand on nous a dit qu'on pouvait racheter des quotas on est tous tombés dans le panneau. »

(ENT E5-35)

L'autoexploitation est un concept central pour comprendre cette augmentation du temps de travail des éleveurs, mais aussi l'importance de l'aide familial dans les collectifs de travail. Ce concept a été théorisé par A. Tchayanov, un économiste et écrivain russe du début du XXe siècle qui s'est intéressé aux spécificités organisationnelles de la paysannerie (Tchayanov 1925). L'autoexploitation peut être résumée comme la propension des paysans à travailler plus et au-delà de la valeur sociale du travail en place dans une société donnée afin d'assurer la reproduction de l'exploitation agricole et de la force de travail familiale[191]. Pour l'économiste russe, ce concept explique le maintien de la paysannerie à travers le temps et l'espace à rebours de l'annonce de l'avènement de la grande exploitation capitaliste par ses contemporains marxistes (Kautsky 1900). Pour Y. Droz, l'autoexploitation explique l'importance du maintien du travail familial dans les pratiques des éleveurs laitiers jurassiens (Droz 2002). Dans notre cas, l'autoexploitation explique la tendance à l'accroissement de la durée de travail des éleveurs et de fait la saturation actuelle qui conditionne l'adoption du robot de traite. Car au fur et mesure que le nombre de vaches augmente, les gestes associés à la traite deviennent de plus en plus répétitifs, les troubles musculo-squelettiques se répandent et le sens du travail avec les animaux s'effrite. La saturation tant physique que psychologique traverse toutes nos enquêtes avec les éleveurs équipés d'un robot : la traite conventionnelle devenait pour la plupart une activité insupportable tant par son volume horaire que par le volume de gestes répétitifs.

« Avec mon frère on ne pouvait plus voir les vaches. Parce qu'on en a tellement chié, quand on arrivait plus à faire de lait, ça nous avait dégoutés. »

(ENT E13-74)

---

[191] P. López Calle définit ainsi l'autoexploitation chez A. Tchayanov (2016, paragr. 19) : « *En ce sens, l'autoexploitation est intensification du travail, puisque les transferts de plus-value du producteur-travailleur viennent de la vente de produits ayant une « valeur individuelle » – leur coût de production – bien supérieure à leur « valeur sociale ». La valeur sociale est le temps de travail socialement nécessaire pour produire un bien déterminé, en fonction des avancées technologiques et des moyens techniques de l'époque. Le travailleur indépendant ne bénéficie pas de ces avancées et doit travailler plus pour obtenir une rémunération équivalente. Autrement dit, l'autoexploitation du paysan résidait dans le travail supplémentaire qu'il devait fournir pour tenter de conserver son autonomie et résister à sa transformation en exploitant agricole.* ».

Si nous n'avons pas mis en œuvre une démarche scientifique à même de renseigner et quantifier[192] à la fois l'évolution du temps de travail des éleveurs sur un temps long, mais également l'évolution de la pénibilité de leur travail et ses ressorts, nos entretiens donnent à voir des perceptions qui en témoignent. Les éleveurs font souvent référence à la charge de travail lorsqu'ils mentionnent les raisons de la robotisation de la traite. Cette perception de « *travailler plus* » est doublement relative. Elle est d'abord relative dans le temps : les éleveurs ont le sentiment de travailler plus qu'avant, que le temps de travail n'a cessé de progresser avec l'évolution des structures. Plusieurs comparent même leur temps de travail avec celui de leurs parents. Un éleveur bretillien récemment passé à la traite robotisée illustre particulièrement bien cette perception : « *Nos parents travaillaient tout le temps, mais au rythme du soleil, nous on travaille tout le temps le jour et même la nuit.* » (entretien réalisé par C. Delaunoy - Delaunoy 2021). Ensuite, cette perception de travailler plus est relative aux autres travailleurs des autres secteurs de la société. La comparaison des conditions de travail des éleveurs avec les autres travailleurs est centrale dans les discours qui donnent un sens à la robotisation de la traite. Ce sentiment de décalage concerne aussi bien la durée de travail que l'organisation temporelle du travail. Nous avons identifié deux situations dans lesquelles cette perception du décalage est centrale du discours. Dans la première situation, c'est l'importance d'un travail non agricole au sein du foyer familial qui met en lumière le décalage temporel entre le temps de l'éleveur et celui de sa conjointe par exemple.

> *« [Pourquoi un robot de traite] Famille, surtout quand vous avez une conjointe qui travaille à l'extérieur, on se rapproche plus de gens de la ville ; et puis, en ayant 3 élevages, si vous êtes en train de faire la traite vous ne pouvez pas arrêter, et pouvoir se lever à 9h le samedi ou dimanche. »*
>
> (ENT E5-35)

La deuxième situation est d'ordre géographique. Les éleveurs se perçoivent comme décalés du reste de la société au regard du temps et des conditions de travail et ce d'autant plus qu'ils vivent dans des espaces marqués par une forte urbanité. C'est par exemple le cas du plateau des Bornes et de la vallée de l'Arve, où l'urbanité est forte compte tenu des activités non agricoles et de la proximité urbaine. Ce discours relevant des conditions, notamment temporelles, de travail en déphasage du reste de la société n'est pas apparu dans nos entretiens avec des éleveurs et représentants de la production fermière en montagne (ENT E2, 5-74). Ce discours entretient une affinité élective avec la proximité de zones

[192] Si ces résultats sur la progression du temps de travail des éleveurs datent du début des années 1980, il n'existe – à notre connaissance – aucun travail ayant étudié l'évolution du temps de travail des agriculteurs sur un temps long et en déclinant ces données par secteur productif. Pourtant, les enquêtes sur l'emploi de l'INSEE sont réalisées chaque année depuis 1962 et permettraient d'examiner de près l'évolution du temps de travail des agriculteurs, le décliner par secteur et le comparer à l'évolution des autres emplois hors agricole. Nous n'avons pas eu le temps de réaliser un tel travail dont les résultats contribueraient à éclairer les discours et perceptions sur ce sujet.

urbaines, une proximité isochronique qui inclue donc aussi bien une proximité métrique (être littéralement proche du centre urbain) qu'infrastructurelle (être proche, car connecté via un réseau de transport) et temporelle (la durée de transport est courte). Ces deux conditions types du discours de décalage entre le temps de l'éleveur et celui de la société sont fortement liées. En Haute-Savoie, la proximité urbaine favorise le développement d'une pluriactivité à l'échelle du ménage et crée les conditions d'une acculturation qui met en lumière ce décalage.

> *« Nous on côtoie tout le monde, on voit bien que notre façon de vivre on est carrément décalé avec les autres. Tu vois bien que nous on travaille 7j/7, tout ça, tu te dis qu'à un moment faut arrêter »*
>
> Éleveur équipé d'un robot de traite dans la vallée de l'Arve en Haute-Savoie, à moins de 30 minutes de la métropole de Genève en voiture (ENT E4-74)

> *« Quand j'ai repris le BTS un an avant de m'installer, j'ai choisi de faire un stage dans une exploit avec un robot. Le premier robot que j'ai vu, j'avais 18 ans, c'était près de Dole-de-Bretagne. Dès que je l'ai vu … J'aimais bien la traite, mais, bon… parfois j'avais des copains qui me disaient « on va faire un bowling à 4h … ben moi à 4h, je commence mon boulot, enfin je suis déjà au boulot, mais je commence la traite et je peux pas… S'il y a un match au stade rennais, je pars à 14h, je reviens à 19h, je fais un petit tour et voilà : c'est surtout ça que je voyais »*
>
> Éleveur équipé d'un robot de traite dans le bassin ouest-rennais en Ille-et-Vilaine, sur une commune à moins de 15 minutes de Rennes en voiture (ENT E5-35)

Pour ces éleveurs, la robotisation de la traite est une manière de se rapprocher de ses voisins, de cette société et de ses acquis en termes de travail. La robotisation de la traite permet une flexibilité dans l'organisation rendant possibles de nouvelles sociabilités et une organisation du temps de travail plus compatible avec cette urbanité environnante. Cela confirme les résultats de nombreuses études s'intéressant aux registres de motivation à la robotisation de la traite (Bergman et Rabinowicz 2013; Hansen 2015; Hogeveen, Heemskerk et Mathijs 2004; Hostiou *et al.* 2017; Jensen 2004; Karttunen, Rautiainen et Lunner-Kolstrup 2016; Lundström et Lindblom 2021; Stræte, Vik et Hansen 2017; Veysset, Wallet et Prugnard 2001; Wade *et al.* 2004). Sur nos terrains, « *prendre le petit déjeuner avec les enfants* », « *partir en week-end* » ou encore « *aller à un concert* » sont autant d'exemples récurrents traduisant l'accès à un nouveau style de vie pour ces éleveurs équipés d'un robot de traite. La robotisation exprime ainsi un nouveau rapport au temps de travail. Ce nouveau rapport au temps de travail reflète non seulement une volonté de changement de ses conditions de travail, mais reflète également les représentations des éleveurs quant au temps et aux conditions de travail des autres travailleurs de la société. Cette volonté de rapprochement dépasse la temporalité du travail et peut être examinée dans bien des aspects des transformations du travail que la

robotisation de la traite produit. Par exemple, si la salle de traite a permis de passer d'un travail assis (traite manuelle) à un travail debout, le robot opère un retour à la position assise de l'éleveur, non plus sur un tabouret de traite, mais sur un fauteuil derrière un écran de contrôle. Cette nouvelle ergonomie du travail rapproche un peu plus l'éleveur du travailleur de bureau, archétype d'un travail contemporain marqué par le désengagement du corps du processus productif.

Cette aspiration à un autre style de vie, à une organisation temporelle du travail différente et compatible avec les loisirs est d'ailleurs prédominante dans les publicités pour les robots de traite (voir ci-dessus Figure 38). Sur les publicités pour le VMS, robot de la marque DeLaval, les images de familles en loisir à l'extérieur et en vacances à la montagne se démarquent avec le titre « *Le VMS, l'esprit tranquille* ». Le décor est celui des campagnes, en plaine ou en montagne, qui ne sont ici pas associées à un espace de travail, mais bien de loisir. Il est intéressant de remarquer le profond changement qui s'opère entre ce registre publicitaire des robots de traite et celui des machines à traite des années 1960 à 1980. Auparavant, la productivité technique du travail, la réduction du temps de travail et l'amélioration du confort de travail occupaient une place centrale de l'argumentaire publicitaire. En effet, les publicités pour les pots trayeurs et les lactoducs dans *Le Paysan savoyard* affichaient : *« … pour obtenir plus de lait en moins de temps* », « *supprime la fatigue et la corvée de la traite* », « *économie de travail, de temps* » (voir dans le chapitre 4, Figure 34 page 209).

Figure 48 : Publicité pour le robot de traite VMS de DeLaval et mise en image des loisirs en famille – source : Agence de communication Appaloosa, appaloosa.fr consulté en mai 2023

L'agriculture et les agriculteurs ont grandement participé, notamment par les importants gains de productivité réalisés, aux transformations économiques et sociales des décennies d'après-guerre. Alors qu'au cours des cinquante dernières années, l'agriculture a connu une hausse de la productivité du travail qu'aucun autre secteur économique n'a égalé (Charroin *et al.* 2012), les éleveurs n'ont pas pour autant vu leur temps de travail diminuer. Si

la réduction du temps de travail des salariés a été une des composantes du compromis fordiste qui s'instaure à cette époque, le temps et les conditions de travail des agriculteurs – qui plus est des éleveurs laitiers – ont quant à eux suivi une trajectoire bien différente. L'écart s'est ainsi creusé entre les agriculteurs et le reste de la société et la robotisation de la traite peut être comprise comme la volonté d'une réorganisation du travail qui rapproche du reste des travailleurs. Mais finalement est-ce que les éleveurs travaillent plus ou moins suite au passage à la traite robotisée ?

3.1.2 « On travaille toujours autant »

Nous avons vu dans le premier chapitre la permanence d'un imaginaire de substitution de l'homme au travail par le robot. Cet imaginaire a façonné la manière dont certaines communautés scientifiques abordent la question des transformations du travail avec la traite robotisée. Ainsi, de nombreux travaux de zootechnie et économie cherchent à quantifier les gains en temps de travail réalisés grâce au robot de traite (Annexe 7 - Tableau 18, page 405). Nous avons analysé dans le chapitre 2 toutes les limites méthodologiques et épistémiques de ces études et remarqué la grande dispersion des résultats avancés. Il n'en reste pas moins que l'idée générale (y compris chez les scientifiques) est que le robot de traite induit une diminution significative du temps de travail[193]. Si nous n'avons pas mis en œuvre un dispositif de recherche à même de participer à cette quantification, nous souhaitons ici dépasser une approche comptable de la question du temps de travail au profit d'une analyse du discours des éleveurs sur les évolutions vécues de leur temps de travail. Hormis un enquêté (ENT E8-35), tous les éleveurs à qui nous avons demandé « *est-ce que vous travaillez plus ou moins qu'avant [le robot de traite]* ? » ont répondu qu'ils travaillaient autant ou plus. Ces résultats rejoignent et confirment les travaux qui abordent le temps de travail par la perception des éleveurs (De Jong et Finnema 2003; Butler et al. 2012; Hansen 2015; Lunner-Kolstrup et al. 2018a; Vik et al. 2019). Après une analyse transversale de nos entretiens, trois éléments nous apparaissent expliquer que les éleveurs équipés d'un robot de traite ne perçoivent pas travailler moins qu'avant et déclarent parfois même travailler plus. La première explication est structurelle et s'inscrit dans la logique historique décrite dans le chapitre 4. Avec l'investissement dans un robot de traite, l'exploitation tend par la suite à augmenter la taille du troupeau de manière à absorber le poids financier des nouveaux investissements, mais aussi à compenser la baisse tendancielle des marges économiques. Autrement dit, quand bien même le robot de traite permettrait de réduire le temps de travail nécessaire à une production unitaire, sa viabilité économique implique de produire plus, en augmentant la taille du troupeau et le rendement (litre/vache) ce qui implique plus de travail.

[193] La diminution du temps de travail est une justification courante des travaux sur le robot de traite dans différentes disciplines, sans jamais restituer les études ayant des résultats contraires.

« [pourquoi avoir acheté un robot ?] Puis essayer de gagner du temps pour travailler, pour avoir un peu plus… mais vu qu'il a fallu augmenter le troupeau, bien le temps je l'ai pas vu [rire] »

(ENT E4-74)

« On travaille plus parce qu'on fait plus de volume, mais ramené au litre de lait on travaille moins. »

(ENT E7-35)

La deuxième raison tient à la place qu'occupait la traite dans l'organisation du travail avant l'arrivée du robot de traite. Par sa rigidité horaire, la traite conventionnelle marque pour beaucoup d'exploitations enquêtées le début et la fin de la journée. Ainsi la journée commençait tôt avec la traite du matin et se terminait en fin de journée après la traite du soir ou quelques tâches après celle-ci. La disparition de cette contrainte horaire régulière et obligatoire permet donc plus de flexibilité, de souplesse dans l'organisation du travail. Les différentes tâches courantes d'entretien des locaux et du troupeau (nettoyage de la stabulation, distribution des aliments, etc.) aussi bien que celles propres à la traite robotisée (travail sur l'ordinateur, nettoyage du robot, pousser les retards, etc.) peuvent s'agencer dans la journée de travail de l'éleveur sans la contrainte de devoir arrêter pour aller traire. Il m'a été, par exemple, bien plus facile d'obtenir des rendez-vous pour m'entretenir avec des éleveurs robotisés qu'avec des éleveurs en traite conventionnelle. Le revers de cette souplesse horaire est que beaucoup d'éleveurs continuent à travailler, notamment tard le soir, puisque la traite n'oblige plus à arrêter ou terminer les tâches entreprises : « *C'est vrai que le soir on est assez trainard.* » (ENT E16-74). Cette nouvelle souplesse dans l'organisation du travail consiste en l'étalement des tâches sur une amplitude horaire plus large. Dès lors, l'autoexploitation des éleveurs est moins contrainte dans le temps puisque l'astreinte biquotidienne de la traite avait tendance à en borner les limites temporelles.

« Moi j'ai plus de montre. Tu n'as plus les astreintes d'horaire. Quand je fais les foins, si je ne rentre pas, je rentre pas, les vaches se traient toutes seules. »

(ENT E4-74)

Enfin, la troisième raison à cette perception d'un temps de travail qui ne diminue pas avec le robot tient aux nouvelles porosités qui s'installent entre travail et hors travail. Avec le robot, l'idée même de travail s'étend au-delà des sphères traditionnelles du travail de l'éleveur. Avec le robot, l'astreinte mentale d'une intervention à toute heure fait émerger un travail de suivi en dehors des temps classiques du travail. Ainsi, certains éleveurs rapportent consulter l'application le soir, lors de moments en famille, parfois même au lit. La consultation de l'application du robot est également une des premières actions qui suit le réveil de nombreux éleveurs. Ce *digital labor* (travail du doigt) - pour reprendre les termes d'une sociologie qui fait rentrer nos usages des outils numériques dans la sphère du travail –

insère du travail dans des temps, mais également dans des espaces qui jusqu'alors en étaient dépourvus. Cette porosité temporelle et spatiale entre travail et hors travail s'opère dans les deux sens. Le nouveau travail de suivi de la traite robotisée permet d'insérer du hors-travail dans des moments et des lieux du travail. L'éleveur pourra par exemple suivre la traite des vaches derrière son ordinateur tout en passant des appels privés ou en naviguant sur les réseaux sociaux.

> *« Avant j'avais une heure de traite et une demi-heure de nettoyage. Si vous regardez 50 vaches pendant une heure devant un PC, ça fait pas tant que ça… c'est beaucoup plus cool, faut être honnête, de fumer une clope et boire un café en étant devant l'ordi, plutôt que de se dire, putain celle-là faut la traire, celle-là est longue à traire faut la faire avant… parfois j'ai Morgane [sa compagne] qui me dit « mais tu finis à 20h, mais je vois que t'as mis deux trucs sur Facebook… ? », mais je dis oui, j'étais au robot, mais j'attendais la vache ! c'est comme pour les hectares : y'a tant d'heures par hectare, ben y'a tant d'heure par vache, mais c'est pas le même travail. »*
>
> (ENT E5-35)

Ainsi, l'imaginaire de substitution, celui du robot qui remplace ou libère le travail humain, ne résiste pas à l'analyse des profondes reconfigurations du travail, de son contenu et des frontières même de cette *catégorie de pensée* (Dujarier 2021). En agriculture, et qui plus est en production laitière, le travail est en premier lieu inscrit et déterminé par une structure, un système de production caractérisé par l'importance des facteurs de production (terre, travail, capital) et les moyens de leur mise en œuvre (systèmes de culture et d'élevage). À ce titre, le travail de l'éleveur et en particulier sa temporalité se transforment en lien étroit avec l'évolution de cette structure. Le robot perpétue la logique d'agrandissement de l'exploitation et l'accroissement du rapport entre capital et travail. Mais contrairement à une certaine conception économiciste de la question, nos résultats montrent que l'intensification en capital s'accompagne d'une intensification en travail. Ils donnent également à voir que l'avènement d'une nouvelle souplesse organisationnelle se traduit par un élargissement de l'amplitude des temps de travail. Si le temps du robot métamorphose le temps du travail de l'éleveur et le temps du non travail, quels liens tisse-t-il avec le temps du salariat à l'heure où cette modalité d'élargissement des collectifs de travail connaît un retour historique en agriculture (voir partie 1 du chapitre 2). En nous efforçant une nouvelle fois de dépasser l'imaginaire de substitution, nous allons maintenant considérer les tenants et les aboutissants d'une nouvelle relation entre robot et salariat.

3.2 Robot et salariat : de la substitution à l'attraction

La difficulté à trouver des salariés est un discours communément partagé par les éleveurs équipés d'un robot de traite. La difficulté des éleveurs à trouver du travail sur le marché est une des principales explications données par la littérature scientifique pour expliquer le déploiement du robot de traite (Marinoudi *et al.* 2019 ; Lowenberg-DeBoer *et al.* 2020). Ce discours - qui d'ailleurs dépasse l'éleveur équipé d'un robot et traverse de nombreux secteurs d'activités – mérite de s'y attarder tant il révèle en lui-même la complexité des relations entre la robotisation et le salariat en agriculture.

Il apparaît clairement au cours de nos entretiens que la difficulté à recruter des salariés tient à deux principales raisons : la faible attractivité des emplois proposés et la difficulté à travailler avec des salariés. La très grande rotation salariale traduit cette incapacité à pérenniser un travail salarial, à maintenir des salariés sur l'exploitation : « *Ça va, ça vient* » (ENT E11-35). La difficulté à stabiliser un emploi salarié sur l'exploitation engendre une importante rotation salariale. D'après les éleveurs, ce n'est pas seulement *trouver* un salarié qui pose problème, mais aussi *travailler avec.*

3.2.1 Le temps de l'éleveur et celui du salarié

Il existe une tension au premier abord paradoxale entre d'un côté la justification de l'achat du robot de traite par la difficulté à recourir à du travail salarial et de l'autre l'affirmation que le robot de traite ne contribue pas à faire baisser le temps de travail de l'éleveur. L'on pourrait en effet s'attendre à ce qu'un éleveur justifiant l'achat d'un robot de traite par son incapacité à trouver ou maintenir du travail salarial, voit son temps de travail évoluer à la baisse. Autrement dit, à en croire une première lecture des entretiens avec les éleveurs équipés d'un robot, l'achat d'un robot suit la même logique que la recherche d'un salarié : diminuer la charge et le temps de travail au sein du collectif. Les discours sur le choix de la traite robotisée mobilisent cet arbitrage *robot ou salariat* et révèlent ainsi toute la puissance de l'imaginaire de substitution dans les explications données à cette automatisation. Pourtant, nous avons vu que rares sont les éleveurs annonçant travailler moins suite à la robotisation de la traite, constat révélant la profonde réorganisation du travail qui s'opère. C'est cette double énonciation, en apparence paradoxale, qui, une fois creusée donne à voir les relations ambiguës que les éleveurs tissent entre robot et salariat. Cet arbitrage *robot vs salariat* constitue le registre dans lequel s'inscrit la réponse à la question de savoir si le robot travaille ou non. La comparaison avec le travail salarial apparaît clairement et fait du robot un *travailleur* dont les qualités n'ont d'égal que les défauts des salariés.

> *« Oui il travaille. [c'est lui qui travaille ?] ah ben ouais… c'est un bosseur… il est jamais malade. Nous, chez nous il commence à 1 heure et quart du matin. Vous arrivez le matin, si y'a pas eu de problème, le foin il est poussé, elles ont fini de manger, c'est propre. Les caillebotis sont propres, ils sont raclés. Les vaches, y'en a déjà une bonne partie de traites… voyez ce que*

j'veux dire. Un autre qui arrive qui n'a pas de robot, les caillebottis c'est plein de merdes, faut commencer à racler, le foin c'est pas poussé… elles n'ont mangé que la moitié… faut attaquer, les traire. »

(ENT E13-74)

« J'espère que ça sera le robot qui fera la partie du salarié. […] Déjà faut le trouver [le salarié], faut qu'il soit investi motivé ponctuel ; aujourd'hui ça n'intéresse personne de traire des grands troupeaux comme les nôtres. C'est pas des mexicains. Un mexicain tu lui dis allez hop tu trais, ou un roumain ou… Alors que les français, pffffou. »

(ENT E5-35)

« Le robot il travaille, tous les jours, toute l'année, il n'est jamais malade. Jamais en retard. Pas pressé le vendredi soir. Le travail est régulier. »

(ENT E16-74)

Si le robot constitue pour beaucoup d'éleveurs un moyen de s'affranchir du salariat, nos entretiens révèlent de nombreuses mauvaises expériences de travail avec des salariés. L'insatisfaction des éleveurs vis-à-vis de leurs salariés est alors prégnante et s'exprime parfois avec véhémence. Celle-ci porte sur différents aspects que sont les compétences, la capacité à assumer les horaires demandés, à travailler plus lorsque cela est nécessaire ou encore à travailler le week-end. Marcel, éleveur à la tête d'une exploitation familiale du plateau des Bornes partage son agacement face aux nombreuses tentatives de trouver un salarié qui satisfasse aux exigences de la famille. Il nous raconte également cet épisode d'un salarié arrivé au matin à 6 heures pour faire la traite des vaches, ivre et tout juste sorti de boîte de nuit.

« [Et vous avez essayé des salariés avant ?] Ouh là, on en a eu… bah depuis 89, mais, depuis 2005 on en a eu, puis des vedettes. Plus ils étaient vedettes plus on les aimait. Chez nous le problème, y'a la Suisse… [Ils ne restaient pas ?] Si, on en a gardé un, le plus c'était 7 ans… une brêle de première. Une cloche. [Arrivé quand ?] Il a dû arriver en 2005… il est resté 7 ans, mais c'était terrible. Guillaume. Et après on en a eu un autre qui est arrivé en 2012, et lui c'était encore pire, lui il est resté 2 ans. Yohan. Puis après on en a eu un autre qui est resté 1 an, même pas, 6 mois… Lucas, lui il bossait bien, fallait pas lui dire, mais il était fou lui. [Donc y'a toujours eu un salarié, mais y'avait du turn over ?] Ouais…. 2015-2016 on a eu des apprentis, mais ça n'allait jamais. Un jour mon frère… c'est mon père qui a mis dehors le dernier j'crois. Yohan. Et on a dit on n'en reprendra pas. Et… on se battait d'ja entre nous à cause de ça… parce que … [ça créait du conflit dans le collectif ?] Ben oui… qu'est-ce que vous voulez faire ? Les mecs ils ont tous les copains qui font 39 heures, 35 heures… alors nous, il venait bosser, mais il venait depuis le Ptit Savoyard, c'est une boîte de nuit qui est un peu plus bas là, donc il venait à 6 heures du matin, mais il sortait du Ptit Savoyard donc ils étaient ronds… donc ça allait pas. Un autre métier, voilà, c'est pas possible. Nous pour la

traite on avait regardé faudrait, il aurait fallu 3 salariés, rien que pour faire la traite en… temps… en horaires… donc les robots, voilà c'est… y'a beaucoup de gens qui sont contre hein dans notre région… [parce qu'aujourd'hui vous êtes à combien de vaches ?] On en trait toujours 85… »

(ENT E13-74)

Cette histoire illustre parfaitement l'écart entre d'un côté les exigences salariales d'une exploitation familiale où « *on ne compte pas les heures »,* où on vit au rythme de la production laitière (tôt le matin et tous les jours) et de l'autre des salariés agricoles qui intègrent le rythme de vie des sociétés urbaines contemporaines où s'uniformisent les horaires de travail et les temps sociaux. Il faut également comprendre les exigences salariales des éleveurs au regard de l'amenuisement de la disponibilité du travail familial et en particulier du travail des parents. Pour beaucoup d'exploitations, les parents, vivant souvent à proximité ou sur l'exploitation, constituaient le principal ressort de la flexibilité dans l'organisation du travail. Lorsqu'une contrainte apparaît, que l'éleveur doit se libérer subitement pour gérer un imprévu, assister à une réunion ou autres, les parents peuvent assumer les astreintes obligatoires telles que la traite. Dès lors que ce travail s'amenuise (problèmes de santé, décès, etc.) et alors que l'exploitation ne cesse de grandir, le salariat devient un moyen de gérer la rigidité horaire des astreintes de traite. Or, on n'use pas du travail salarial aussi facilement que du travail familial. Pour l'éleveur, la différence entre le travail familial et le salariat n'est pas seulement la dimension contractuelle et juridique qui s'inscrit dans le droit du travail, ou encore la nature de la relation sociale de production - l'existence d'un rapport de subordination définit le salariat – c'est également deux conceptions du temps qui s'opposent. D'où une insatisfaction quant aux expériences de salariat des éleveurs enquêtés. Une insatisfaction qui traduit l'écart entre le temps du salariat, un temps contenu, prescrit et contractualisé et les temps de l'éleveur et de sa famille, dont la souplesse (en durée et en période) a permis l'agrandissement progressif des exploitations et la gestion des aléas. À cette insatisfaction de l'éleveur s'ajoute celle des salariés. S'il nous a été difficile d'enquêter des salariés[194], les éleveurs nous ont cependant éclairés sur les tenants de l'insatisfaction de ces derniers. La rémunération - souvent proche du salaire minimum - et l'organisation temporelle du travail sont souvent mises en avant. La journée de travail d'un salarié agricole dans ces exploitations laitières commence tôt, avec la traite, et peut parfois se terminer tard[195]. Les horaires sont mouvants tant le travail doit s'adapter à des imprévus : vêlage, réparation urgente, soin urgent sur une vache, etc. Marc, gérant d'une exploitation de plus de 96 montbéliardes sur les hauteurs de la vallée de l'Arve, explique la difficulté à proposer des conditions horaires adaptées aux

[194] Seulement 2 entretiens avec des salariés travaillant principalement sur la production laitière.

[195] Nous avons enquêté une exploitation où, avant l'arrivée du robot, la traite commencait à 4h30 le matin (ENT E10-35). Pour certains grands troupeaux (plus de 100 vaches laitières), dont l'équipement de traite n'a pas suivi l'agrandissement du troupeau, la traite du soir peut se terminer à 21h30.

exigences d'un salarié (ENT E16-74). Il compare ainsi avec les deux autres salariés présents sur l'exploitation, un sur la transformation et l'autre sur la vente directe. Il apparaît clairement que l'amplitude et l'irrégularité des horaires de l'emploi alloué à la production laitière rendent le poste plus difficile à pouvoir que les autres (transformation et vente). L'important roulement des salariés traduit donc la faible attractivité de l'emploi proposé et en particulier des conditions horaires et salariales peu compétitives avec d'autres secteurs pourvoyeurs d'emplois.

> *« Parce que c'est vraiment un métier de merde. Un soir tu finis à 8 heures, un soir à 6 heures… on essaye d'instaurer des horaires à peu près corrects, mais bon c'est pas évident avec du salariat. Autant la fromagerie c'est millimétré à la seconde près, donc c'est facile de compter les heures, la partie agricole c'est moins facile. En 2014 jusqu'à l'année dernière on a dû en passer [des salariés] une dizaine… y'en a ils faisaient 1 mois, y'en a une semaine… »*
>
> (ENT E16-74)

Il découle de cette faible attractivité des emplois en production laitière, un fort roulement salarial, un *va-et-vient* de salariés auquel doit s'adapter le collectif de travail. L'organisation du travail s'en voit contrainte, il faut réapprendre, s'adapter à nouveau, parfois redistribuer les tâches. Et entre un départ et une arrivée, le collectif doit travailler plus, compenser l'absence. Il est intéressant d'observer que les mécontentements des éleveurs vis-à-vis des salariés témoignent d'une exigence non satisfaite : la souplesse horaire nécessaire à la production laitière. Or c'est justement ce besoin de souplesse dans l'organisation du travail, cette volonté de s'affranchir de la rigidité biquotidienne de la traite qui motivent les éleveurs à la robotisation de la traite. Autrement dit, les éleveurs se tournent vers le robot pour s'affranchir des mêmes conditions temporelles de travail qu'ils exigent des salariés. Pour ainsi dire, les éleveurs partagent finalement avec les salariés l'aspiration à une organisation temporelle du travail plus proche des rythmes de la vie sociale contemporaine et urbaine. Cette perspective analytique peut certainement être discutée, mais elle a le mérite de changer d'angle et de déconstruire le fatalisme structurel de la *pénurie de main-d'œuvre*, argument récurent du discours modernisateur de 1945 à nos jours et repris dans les champs scientifiques (Marinoudi *et al.* 2019; Lowenberg-DeBoer *et al.* 2020), médiatiques et syndicaux :

> *« Parmi les causes de l'insuffisance de notre production agricole, la plus grave et la plus durable est peut-être la pénurie de main-d'œuvre.*[196] *»*

[196] *La pénurie de main-d'œuvre dans l'agriculture*, Archive du journal Le Monde, article publié le 24 novembre 1945, consulté le 18/04/2023 sur lemonde.fr

Extrait de l'article La pénurie de main-d'œuvre dans l'agriculture, publié dans le journal Le Monde le 24 novembre 1945.

« Il y a un problème de personnes qui veulent moins travailler - certainement, car certaines aides pour rester chez soi sont plus intéressantes[197] *»*

Christiane Lambert, la Présidente de la Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles (FNSEA) au sujet de la « pénurie de main-d'œuvre qui fait rage » dans l'agriculture. Extrait d'un article publié 25 septembre 2021 sur Europe 1.

Ainsi, le salariat apparaît comme une perspective peu satisfaisante pour faire face au besoin interne en travail de l'exploitation. Si les conditions d'emploi paraissent peu attractives, travailler avec des salariés s'avère également poser des difficultés qui tiennent pour l'essentiel au maintien d'une organisation du travail fortement marquée par le recours au travail familial et l'autoexploitation. Si de nombreux facteurs concourent à expliquer la difficulté du salariat dans l'organisation du travail en production laitière, l'organisation temporelle du travail et en particulier l'amplitude horaire y occupent une place centrale.

3.2.2 Le temps du robot et celui du salarié

Bien que le robot ne tienne pas tout à fait ses promesses de diminution du temps de travail, il permet une réorganisation du travail plus flexible, car affranchie d'une astreinte biquotidienne rigide. En permettant une organisation du travail plus souple, le robot va favoriser le salariat en améliorant l'attractivité horaire d'un emploi plus compatible avec les rythmes sociaux contemporains. Puisque la tâche de la traite disparaît, la robotisation permet aux éleveurs de proposer aux salariés une arrivée plus tardive et un départ plus tôt. Le travail à réaliser peut-être organisé sur une « *vraie journée de travail* » salarié (ENT E11-35), c'est-à-dire sur une amplitude horaire équivalente à celles des autres secteurs d'emploi. Pour que cela fonctionne, l'éleveur doit assumer la gestion des alarmes et des éventuels problèmes sur le robot en dehors de la présence du salarié. Cette organisation du travail est facilitée si au moins un éleveur vit sur place ou à proximité afin de gérer plus aisément les alertes du robot :

[197] *Agriculture : face à la pénurie de main d'ouvre, la FNSEA "redonne de l'attractivité" aux métiers*, article de Mélanie Faure, publié le 25 septembre 2021 sur Europe 1, consulté le 18/04/2023 sur europe1.fr

« Si t'as un salarié faut lui dire de venir à 7h, puis à 9h faut lui dire de repartir, et de revenir en début d'après-midi… pour moi t'es comme une grande surface, t'exploites les gens. Soit il habite à côté, soit c'est très compliqué. […] Les alarmes c'est moi [qui gère] parce que je vis sur place. Les horaires du salarié c'est 8h30-12h30 et 14h-18h. c'est une vraie journée de salarié, et c'est ça qui est vachement bien en robot. »

(ENT E3-35)

Ainsi, le salarié a des horaires fixes, réguliers et sur une amplitude horaire comparable aux rythmes de vie majoritaires, alors que l'éleveur assume une amplitude horaire dictée par l'exigence de maintenir la fluidité de la traite robotisée. L'attractivité salariale que permet le robot ne se limite pas à l'organisation horaire du travail. La présence d'un robot de traite est pour beaucoup de salariés une condition d'acceptation d'un emploi en production laitière. Le robot affranchit le salarié au même titre que l'éleveur de la pénibilité d'une tâche physique et répétitive. Ces observations conduisent à l'hypothèse que l'accès au salariat est plus difficile dans les exploitations en traite conventionnelles que dans celles où la traite est robotisée, même si nous n'avons pas suffisamment d'éléments pour le confirmer. En tout cas, il ressort de nos entretiens avec les éleveurs équipés d'un robot de traite que l'accès au salariat s'en retrouve facilité pour une part importante d'entre eux (9 sur 13). Enfin, pour certains éleveurs, le robot de traite facilite le travail *avec* des salariés. En effet, la traite robotisée repose sur un dispositif qui facilite la prescription et le contrôle du travail salarial. Le logiciel de gestion du robot devient un logiciel de gestion du troupeau, de l'exploitation, mais aussi du travail dans le collectif. Ainsi, l'éleveur peut programmer sur ce logiciel des tâches à réaliser et le salarié peut les *cocher* dès lors qu'elles sont réalisées. Les données produites par le robot constituent également un moyen de suivre et contrôler le bon déroulement de la traite, mais également l'état de santé du troupeau et les performances tant techniques qu'économiques, et donc la bonne réalisation des tâches confiées aux salariés. Ronan, éleveur laitier diversifié (méthanisation et volailles) dans le bassin ouest-rennais travaille avec deux salariés à plein temps sur son exploitation. Souvent en déplacement compte tenu de ses responsabilités syndicales, le robot a clairement été un moyen de suivre à distance le travail de ses salariés : « *Par exemple, je me réveille le matin, je regarde [sur l'application du robot], je sais très bien par rapport aux vaches qui sont passées [les retards] s'il [le salarié] est déjà dans le bâtiment ou pas.* ». (ENT E1-35).

L'imaginaire de substitution continue de structurer la place qu'occupe le robot de traite dans les registres de motivation et de justification à l'installation d'un robot. Pour autant, si l'achat d'un robot de traite peut apparaître en premier lieu comme une stratégie d'évitement d'un salariat difficilement soluble dans une organisation du travail encore familial, il participe d'une nouvelle attractivité de l'emploi en production laitière. Bien que la fluidité de la production laitière robotisée impose à l'éleveur une astreinte permanente et accentue la porosité entre travail et hors travail, cette fluidité facilite l'organisation d'une « *vraie journée* » de travail pour les salariés. La traite robotisée crée également de nouvelles

attentes envers les salariés et de nouveaux indicateurs pour suivre et évaluer leur travail, facilitant ainsi la solubilité du salariat dans des collectifs toujours marqués par le caractère familial de l'organisation et de la mobilisation du travail. Nous avons également déconstruit l'opposition entre la robotisation de la traite et le recours au salariat en montrant la convergence des aspirations vers une organisation temporelle du travail plus en phase avec les rythmes de vie contemporains. Là se trouve peut-être la singularité du robot de traite vis-à-vis des précédentes machines à traire. En effet, nous avons montré que la robotisation de la traite contribue à rapprocher l'agriculteur des conditions de travail et des rythmes de vie de ses contemporains, y compris de ses salariés. En ce sens, elle est une bifurcation dans l'histoire du machinisme de la traite qui était jusqu'à alors principalement fondée sur la recherche d'un gain de productivité physique du travail.

3.3 Conclusion de la partie 3

Pour les éleveurs, robotiser la traite ne signifie pas travailler moins, mais travailler avec une souplesse organisationnelle qui élargit l'amplitude horaire et brouille les frontières du travail. Cette souplesse permet au premier abord de s'affranchir d'un travail salarié qui peine à satisfaire les éleveurs. En robotisant la traite, l'éleveur cherche également à s'affranchir de conditions de travail devenues difficilement vivables, un refus qu'il semble partager avec les salariés. Dès lors que la traite se robotise, le travail apparaît plus attractif pour le salarié et le salariat plus satisfaisant pour l'éleveur. Le temps du robot redessine le temps de travail de l'éleveur, plus labile, et rapproche le temps du salariat agricole de celui de l'emploi type des autres secteurs.

Conclusion

Depuis le début des années 2000, le robot de traite connaît un déploiement soutenu dans les exploitations laitières françaises. Bien que notre imaginaire collectif associe le robot aux grandes exploitations spécialisées et basées sur du travail salarial, nous avons rencontré au cours de nos enquêtes une grande diversité d'exploitations laitières équipées d'un robot de traite. Cette machine arrive dans l'exploitation par la question du travail, de la surcharge et de la promesse d'une organisation du travail plus souple et à même de donner aux éleveurs des sociabilités nouvelles. C'est une question qui traverse une grande diversité de systèmes de production, spécialisés ou diversifiés, pâturant ou distribuant les aliments à l'auge, mais également une diversité de formes d'organisation sociale du travail, familiale ou collective, avec ou sans salariés. Pour autant, le script du robot de traite induit des réajustements qui tendent vers un système de production qui maximise le volume par vache au détriment d'autres logiques comme la réduction des coûts de production. Ainsi toutes les exploitations

enquêtées ont augmenté le rendement par vache et la tendance est à l'augmentation des concentrés. Le script du robot est également celui d'une certaine taille de cheptel dont le résultat est la tendance à accroître encore la taille des exploitations et des troupeaux. Concernant le travail dans l'exploitation, ce script contient un idéal de production fluide qui transforme profondément l'organisation du travail en élevage laitier. Dès lors, le travail de l'éleveur se retrouve à l'interface entre cet idéal industriel et l'irréductible dépendance de la production laitière aux animaux et à leurs comportements. Il faut pousser les vaches *en retard*, entraîner le robot à reconnaître les trayons des génisses et plus généralement assumer toutes les « imperfections » face à cet idéal de fluidité. Pour autant, l'organisation du travail devient plus souple : la porosité entre tâches est plus grande, les espaces du travail sont moins assignés et sa temporalité plus diffuse. Cette souplesse organisationnelle est rendue nécessaire à la fois par la forte rotation des travailleurs au sein de collectifs de plus en plus grands ainsi que par les besoins d'un processus de production fluide. À cette souplesse dans l'organisation du travail sont associées de nouvelles temporalités du travail. Alors que les éleveurs déclarent travailler tout autant si ce n'est plus, l'amplitude horaire s'élargit pour les mêmes raisons que l'organisation s'assouplit : la disparition de l'astreinte biquotidienne libère une forte contrainte temporelle dans l'organisation du travail. L'élargissement de l'amplitude horaire de l'éleveur permet le rétrécissement de celle du salarié. Affranchi de la charge de travail de la traite et de sa rigidité, l'éleveur peut proposer une *vraie journée de travail* aux salariés, plus proche des conditions d'emploi des autres secteurs et calée sur les rythmes sociaux des villes. Si l'emploi en production laitière se rapproche ainsi de l'emploi type des villes, le travail de l'éleveur aussi se rapproche de ses contemporains. La traite robotisée fait disparaître le geste symbolique de la traite et fait un peu plus rentrer l'éleveur dans l'ergonomie du travail de bureau. Elle floute également les frontières du travail en faisant de la porosité entre travail et hors travail les conditions du travail numérique à distance. Ainsi, le déploiement soutenu du robot de traite peut être compris comme une crise de la division du travail. Le robot de traite, en redonnant de la flexibilité à un travail sous pression, traduit la recherche d'un nouveau style de vie, d'un rejet des contraintes de travail engendrées par cette modernisation.

Chapitre 6

Le robot, l'éleveur et le technicien. Les implications sociales et spatiales d'une nouvelle division sectorielle du travail

Introduction

Le chapitre précédent montre que la robotisation de la traite repose sur un idéal de fluidité industrielle, qui, mis à l'épreuve des conditions réelles de l'activité de l'éleveur, transforme le contenu et les frontières de son travail. Bien que cette nouvelle astreinte de fluidité soit en premier lieu celle de l'éleveur, elle repose également sur le travail de maintenance assuré par les travailleurs des concessions et franchises qui vendent le robot. Dans ce chapitre, nous examinons en quoi ce travail de maintenance reconfigure les relations de travail entre l'exploitation agricole et les distributeurs de machines à traire. En particulier, nous montrons que cette astreinte de maintenance s'inscrit essentiellement dans deux espaces géographiques de la division du travail l'espace local de la coopération entre éleveurs et celui des bassins de maintenance dont les contours sont dessinés par les distributeurs de robots. Pour ce faire, nous commençons par examiner la dynamique historique et géographique de construction d'un réseau de distribution du robot de traite (1). Cela nous permet dans un second temps de préciser en quoi le travail de maintenance renouvelle la coopération locale entre éleveurs et participe d'une nouvelle organisation du travail à l'échelle des bassins de maintenance. (2). Notre analyse s'appuie essentiellement sur des entretiens réalisés auprès des distributeurs de robots et des éleveurs équipés (Annexe 4 – Tableau 11 & Tableau 12). Ces données qualitatives sont mises en regard d'un travail géomatique qui mobilise différentes données quantitatives (Agreste, contrôle laitier, etc. - Annexe 6, Tableau 17).

1. Une géographie du déploiement du robot de traite

1.1 Une forte hétérogénéité internationale du déploiement du robot de traite

D'après les fabricants de robots, il y aurait aujourd'hui à l'échelle mondiale plus de 50 000 robots déjà installés dans environ 25 000 exploitations laitières (Filho et al. 2020). Cependant, la distribution géographique du robot de traite apparaît très inégalement répartie, illustrant ainsi la grande variation du taux d'adoption d'un pays à l'autre. À cet égard, l'Europe du Nord et de l'Ouest constitue non seulement la région historique du déploiement du robot de traite, mais représente également le principal marché. D'après Gallardo et Sauer (2018), cette région concentrait en 2000 plus de 90 % des exploitations laitières équipées. L'Islande, la Suède, la Norvège, les Pays-Bas et le Danemark affichent des taux d'adoption du robot de traite au-delà de 20 % des exploitations laitières (Tableau 5). Au contraire, l'Europe du Sud connaît une dynamique d'adoption moins marquée avec moins de 2 % des exploitations laitières équipées en Italie et en Espagne (Castro et al. 2012; Tangorra et al. 2022). Cette disparité entre pays révèle les logiques structurelles qui sous-tendent les dynamiques d'adoption du robot de traite. En particulier, le coût du travail et la structure des exploitations apparaissent dans la littérature comme les principaux déterminants de ces dynamiques (Chapitre 2). En Angleterre par exemple, les enquêtes réalisées dans le cadre du projet Orgue[198] confirment la faible présence du robot de traite dans les exploitations laitières d'outre-Manche (RMT Travail en élevage 2018). La taille des cheptels y est relativement élevée[199] (Chatelier 2003) et le salariat y est très développé notamment dans les grands troupeaux (Brocard 2008). La prédominance de grandes structures plus disposées à la spécialisation du travail et au développement du salariat ainsi que le faible coût du travail salarial participent d'un contexte anglais peu favorable au développement de la traite robotisée (RMT Travail en élevage 2018). Ce contexte structurel est aussi celui des États-Unis où la robotisation est estimée à 3 % des exploitations laitières (Eastwood et Renwick 2020). Le recours aux travailleurs étrangers y est central dans l'organisation du travail et le coût du travail est d'autant plus bas que le travail illégal est significatif dans les fermes laitières (Zahniser et al. 2018). Par ailleurs, le cas états-unien est particulièrement illustratif du lien entre la robotisation de la traite et l'importance des politiques d'immigration des travailleurs. Au début des années 2010, la perspective de l'élection de Donald Trump a participé à une logique d'anticipation d'une moindre disponibilité des travailleurs migrants. La dynamique

[198] Organisation du travail, durabilité sociale et transmissibilité des grandes exploitations dans l'après-quota.

[199] En 2003, le cheptel moyen était de 102 vaches laitières au Royaume-Uni contre 34 dans l'Union européenne.

d'adoption du robot de traite, jusqu'alors restreinte, s'est alors amplifiée (Baertlein 2017; Carolan 2019). La restriction de mobilité des travailleurs dans des pays fortement dépendants des travailleurs étrangers est d'ailleurs un argument prégnant des anticipations et des justifications des investissements publics et privés dans la robotique agricole (Mitaritonna et Ragot 2020). À cet égard, la pandémie du COVID-19 a participé d'un intérêt renouvelé des investisseurs pour la robotique agricole (Srivastava 2021). Le rôle de l'État dans la dynamique d'adoption ne se réduit pas aux politiques relatives au travail. Les aides directes et subventions, les politiques d'accès au crédit ou encore les dispositifs de régulation des prix sont autant d'éléments pouvant éclairer cette géographie internationale du robot de traite. En France, le plan de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles (PCAE) du gouvernement fournit depuis 2015 des aides aux investissements. La plupart des éleveurs enquêtés ont ainsi bénéficié d'une aide avoisinant les 30 000 euros pour l'achat d'un robot de traite entre 2015 et fin 2022. Un concessionnaire DeLaval enquêté en Haute-Savoie a constaté un fort ralentissement de ses ventes de robots depuis la fin du PCAE illustrant ainsi le rôle de l'action publique dans les dynamiques d'adoption du robot de traite (ENT S20). L'analyse de la disparité internationale de l'adoption du robot de traite révèle ainsi l'importance des explications structurelles que ce soit en termes de structures d'exploitation, de modalités politiques et économiques de l'organisation du marché du travail ou encore de politiques d'aide à l'agriculture. Cependant, cette disparité spatiale de l'adoption du robot de traite se décline également au sein de chaque pays donnant à voir des régions plus concernées que d'autres. C'est pourquoi nous allons maintenant caractériser la diversité des espaces de production français face à l'adoption du robot de traite, une échelle d'analyse qui mettra en lumière d'autres dimensions de l'adoption et nous permettra de mieux cerner les logiques spécifiques des acteurs de la vente et de la maintenance.

Tableau 5 : Part des exploitations produisant du lait équipées d'un robot de traite par pays (Sources : données extraites ou calculées à partir de (Dwyer et Clarke 2017; Hogenkamp 2018; Bugge et Skibrek 2019; Vik et al. 2019; Canadian Dairy Information Centre 2020; Eastwood et Renwick 2020; Gowing 2020; Tangorra et al. 2022)

Pays	% des EAL[200]	Année	Source
Islande	32 %	2017	Bugge and Skibrek 2019
Suède	28 %	2019	Bugge and Skibrek 2019
Norvège	24 %	2018	Vik et al. 2019
Pays-Bas	23 %	2018	Eastwood et Renwick 2020
Danemark	22 %	2018	Eastwood et Renwick 2020
Finlande	16 %	2017	Bugge and Skibrek 2019
Allemagne	15 %	2018	Eastwood et Renwick 2020
Canada	12 %	2019	Canadian Dairy Information Centre 2020
Royaume-Uni	7 %	2018	Hogenkamp 2018
États-Unis	3 %	2019	Eastwood et Renwick 2020
Irlande	2 %	2020	Gowing 2020
Italie	2 %	2019	Calculé à partir de Tandorra et al. 2022
Australie	<1 %	2017	Calculé à partir de Dwyer & Clarke 2017
Nouvelle-Zélande	<1 %	2018	Eastwood et Renwick 2020

1.2 Le développement du marché français de la traite robotisée

Au sein du territoire métropolitain français, il existe une dynamique géographique de l'adoption du robot de traite qui révèle non seulement la géographie laitière française, mais également les stratégies spatiales des concessions et franchises[201] de la traite robotisée. Malgré de longues recherches[202], nous n'avons pas réussi à obtenir de données quantitatives à même de nous renseigner sur la dynamique à la fois historique et géographique de diffusion du robot de traite. Cependant, nos enquêtes auprès des commerciaux et responsables des

[200] Exploitations Agricoles Laitières.

[201] Trois points différencient un contrat de franchise d'un contrat de concession : l'exclusivité territoriale, la mobilisation d'une expertise d'entreprise et l'obligation d'assistance. Si le contrat de franchise oblige la marque à faire bénéficier au franchisé de son savoir-faire et de son assistance, le commerçant est indépendant et n'est pas soumis à l'exclusivité d'approvisionnement. Le franchisé n'est pas protégé par une exclusivité territoriale et peut donc être soumis à une concurrence sur son territoire de prospection. A contrario, le contrat de concession protège le concessionnaire de toute concurrence locale car l'exclusivité territoriale est inscrite au contrat. Cependant, le concessionnaire ne peut distribuer que la marque en question et doit être doté d'une expertise propre puisque rien n'oblige le franchiseur à partager son savoir-faire (d'après le cabinet d'experts comptables L-Expert-Comptable.com).

[202] Des requêtes auprès des sièges des marques de robot, du syndicat du machinisme ou des organismes de contrôle des installations de traite sont toujours en cours de procédure ou se sont révélées infructueuses.

concessions, des franchises et des marques de traite robotisée ainsi que les archives en ligne de la presse agricole départementale nous permettent d'identifier les grandes tendances temporelles et spatiales de la construction de ce marché.

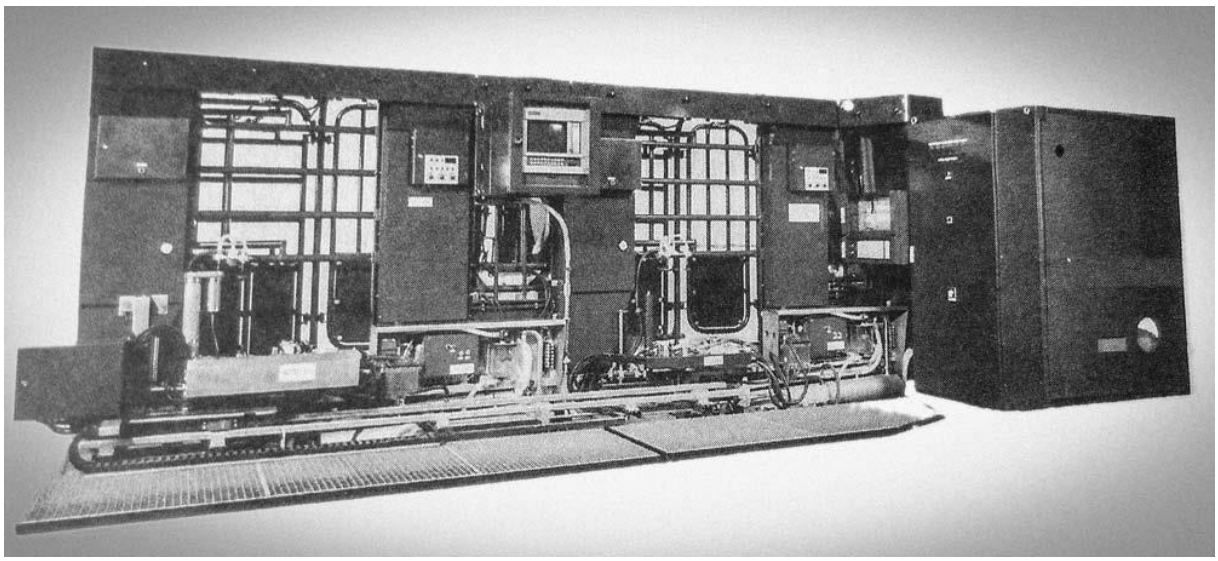


Figure 49 : le premier robot de traite installé en 1992 et inauguré en 1993 à Bouillancourt-en-Séry dans la Somme chez Claude Tellier. Ce prototype de la marque Prolion est installé par l'entreprise Diabolo Manus et comprend deux stalles pour 80 à 100 vaches. Face aux complications de son fonctionnement, il sera démonté en 1997 (photo extraite des archives en ligne du Paysan Breton[203]).

1.2.1 1995 - 2005 : les prémices du marché dans le Grand-Ouest laitier

En France, c'est en 1992 que le premier robot de traite est installé dans la Somme. Vendu par la société Diabolo Manus, ce prototype de la marque Prolion peine à fonctionner correctement et nécessite la présence quasi permanente d'un technicien[204]. Le robot sera démonté cinq ans plus tard. Le milieu s'accorde à dire que c'est en 1995 que la première installation est réalisée avec succès chez Monsieur et Madame Liberge à Saint-Pierre-sur-Orthe dans la Mayenne. La machine installée est un *Astronaut A0*, premier robot de traite de l'entreprise hollandaise Lely qui a installé son siège à Alençon, à 38 km. Si les premiers robots de traite sont installés dans la seconde moitié des années 1990, les ventes restent cependant limitées et en 2000, on compte une centaine d'exploitations équipées sur toute la France (P. Veysset et al. 2001). À cette période, deux marques néerlandaises - Prolion et Lely - se partagent les premières ventes et proposent des dispositifs de traite robotisée assez différents. Lely développe un système basé sur la circulation libre des animaux et met en avant

[203] Archive du Paysan Breton du 30 juillet 1993 : « Le premier robot de traite fonctionne dans la Somme », mis en ligne le 27 juillet 2017, consulté le 09/05/2023 paysan-breton.fr.

[204] D'après Pierre Billon, spécialiste de la traite à l'Institut de l'Élevage, propos recueillis par Dominique Grémy et Pascale Le Cann pour La France Agricole (2005) « *Cela n'a pas été sans difficulté. Un technicien était présent en quasi-permanence pour sa mise au point. Il a fallu beaucoup de patience à l'éleveur. De ce fait, l'enthousiasme du départ qui avait fait envisager d'autres robots dans la région Picardie s'est éteint* ».

l'observation du comportement des vaches. Prolion cherche plus à reproduire le geste du trayeur en adaptant des technologies robotiques provenant de l'industrie et développe un système de circulation obligeant la vache à passer par le robot (voir le point 2.1 du chapitre 5). La marque Prolion sera distribuée successivement par différentes sociétés qui se retireront du marché ou feront faillite (Diabolo Manus, AMS Liberty, RMS) avant que la marque soit rachetée par l'entreprise GEA. Aujourd'hui, le concept Prolion a disparu et la circulation libre a tendance à s'imposer comme le principal dispositif organisationnel de la traite robotisée. Si à cette période le modèle de Prolion rencontre des difficultés, Lely s'impose rapidement comme le premier distributeur sur le marché français. L'entreprise - jusqu'alors absente du machinisme de la traite - se démarque notamment de ses concurrents par la concentration de son activité dans le Grand-Ouest laitier, zone à plus forte densité d'exploitations laitières et de production (Carte 12). Au cours de cette période, malgré une demande encore contenue et spatialement éparpillée, l'entreprise restreint ses ventes dans le Grand-Ouest : « *un client qui nous appelait à Toulouse, on n'y allait pas. Un client qui nous appelait dans l'Aisne, on a eu le cas, on n'a pas voulu y aller. Pour vraiment développer un parc de robot suffisant et pas s'éparpiller un petit peu partout* » (ENT S21). Avant 2005, date de création d'un réseau de franchises Lely, « *c'est Lely France qui commercialisait en direct les robots. Uniquement sur certaines zones géographiques avec un fort potentiel en élevage laitier.* ». Ainsi les quatre premiers robots vendus par l'entreprise se situent dans un rayon de moins de 200 km autour du siège de l'entreprise alors situé à Alençon (Carte 12). Au contraire, les premiers robots Prolion sont installés aux quatre coins de l'hexagone[205], révélant ainsi une stratégie géographique bien différente de Lely et participant à expliquer les difficultés de pérennisation de ce modèle. Car ces premiers modèles sont mis à l'épreuve des conditions de la production laitière et de leur variabilité. Pour les tous premiers robots installés, il faut les adapter en permanence aux spécificités des exploitations : taille du troupeau, races des vaches, conditions d'accès au pâturage, etc. L'intervention régulière d'un technicien de maintenance est nécessaire et il faut souvent adapter et modifier la machine aux spécificités de chaque situation. La logique de restriction géographique de Lely a facilité ce travail d'ajustement des machines en permettant une intervention plus rapide et moins coûteuse des techniciens.

Face à l'essor du marché de la traite robotisée, plusieurs entreprises du machinisme de la traite se mettent à développer leur robot de traite. C'est le cas de l'entreprise DeLaval qui installe en France ses premiers robots à partir de 2001 (modèle VMS). Constructeur historique de machines à traire, l'entreprise peut s'appuyer sur un vaste réseau de plus de 100 distributeurs[206] répartis sur le territoire français. Pourtant, la stratégie de l'entreprise d'origine suédoise consiste également à concentrer son activité dans le Grand-Ouest laitier : *« quand on*

[205] Il nous a été difficile d'obtenir des informations précises sur ces premiers robots Prolion. En ce qui nous concerne, retenons seulement cette dispersion géographique des premières installations.

[206] Au début des années 2000, DeLaval compte un vaste réseau de plus de 100 concessionnaires. Aujourd'hui, celui-ci s'est rétracté et compte 69 points de vente.

a démarré la robotique en France, on a démarré sur le croissant laitier. Là où il y a le plus haut potentiel, c'est-à-dire l'ouest de la France. » (ENT D4). Si au début des années 2000 les robots nécessitent moins d'adaptation que les premiers modèles, il faut encore former les techniciens à leur maintenance. L'astreinte de fluidité qui incombe à l'éleveur oblige également les distributeurs à intervenir rapidement en cas de panne afin d'assurer la continuité de la traite robotisée. La dispersion géographique ne semble donc pas compatible avec cette réalité de la réorganisation sectorielle du travail et ce d'autant plus qu'il faut former les techniciens au robot. D'où l'importance pour les marques de concentrer leurs investissements dans un secteur restreint en bénéficiant des effets d'agglomération[207].

Plus particulièrement, c'est en Vendée que les distributeurs ont trouvé leurs premiers clients. L'origine vendéenne du développement du marché de la traite robotisée est partagée par la plupart de nos entretiens avec les acteurs du machinisme de la traite (ENT S10, 11, 21). D'après eux, ce qui expliquerait le caractère pionnier du département vendéen serait lié au type d'exploitations laitières qui y prévaut à la fin des années 1990 et au début des années 2000. La plus faible densité laitière et l'importance des systèmes de polyculture-élevage auraient contribué à l'émergence de structures de plus grande taille aux mains de collectifs de travail plus grands et au caractère moins familial (GAEC). Les données du recensement agricole de 2000 semblent confirmer ces explications. Alors qu'en 2000 seulement 3 % des exploitations françaises possédaient un troupeau laitier de taille supérieure à 80 têtes, ce chiffre était de 6 % en Vendée[208]. Cette dynamique pionnière de la robotisation en Vendée aurait été suivie par la Basse-Normandie où l'importance des appellations fromagères permet une valeur ajoutée par litre de lait produit financièrement plus favorable à l'achat de robots (AOP Camembert de Normandie, Pont-l'Évêque, Livarot et Neufchâtel). Une autre explication participe à expliquer cette robotisation précoce en Basse-Normandie. À cette période, Lely crée un partenariat commercial avec un concessionnaire de machines à traire de la Manche appartenant à la coopérative Agrial, la société SM3. Compte tenu de l'implantation sur le territoire manchois du concessionnaire en particulier et de la coopérative Agrial en général, ce partenariat aurait favorisé les ventes sur le département. Pour le constructeur hollandais, les Côtes-d'Armor constituent également une autre zone pionnière au début des années 2000. Leurs clients costarmoricains sont essentiellement des producteurs

[207] Le concept d'effet d'agglomération ou d'économie d'agglomération tente de retranscrire l'intérêt économique pour des acteurs (entreprises, consommateurs, pouvoirs publics, etc.) de la concentration géographique de la production contribuant ainsi à expliquer les spécialisations régionales. Voir Benko 2008 pour les courants de la géographie économique et Ben Arfa, Rodriguez et Daniel 2009; Chatelier et Gaigné 2012 pour l'application de ce concept à la géographie agricole française.

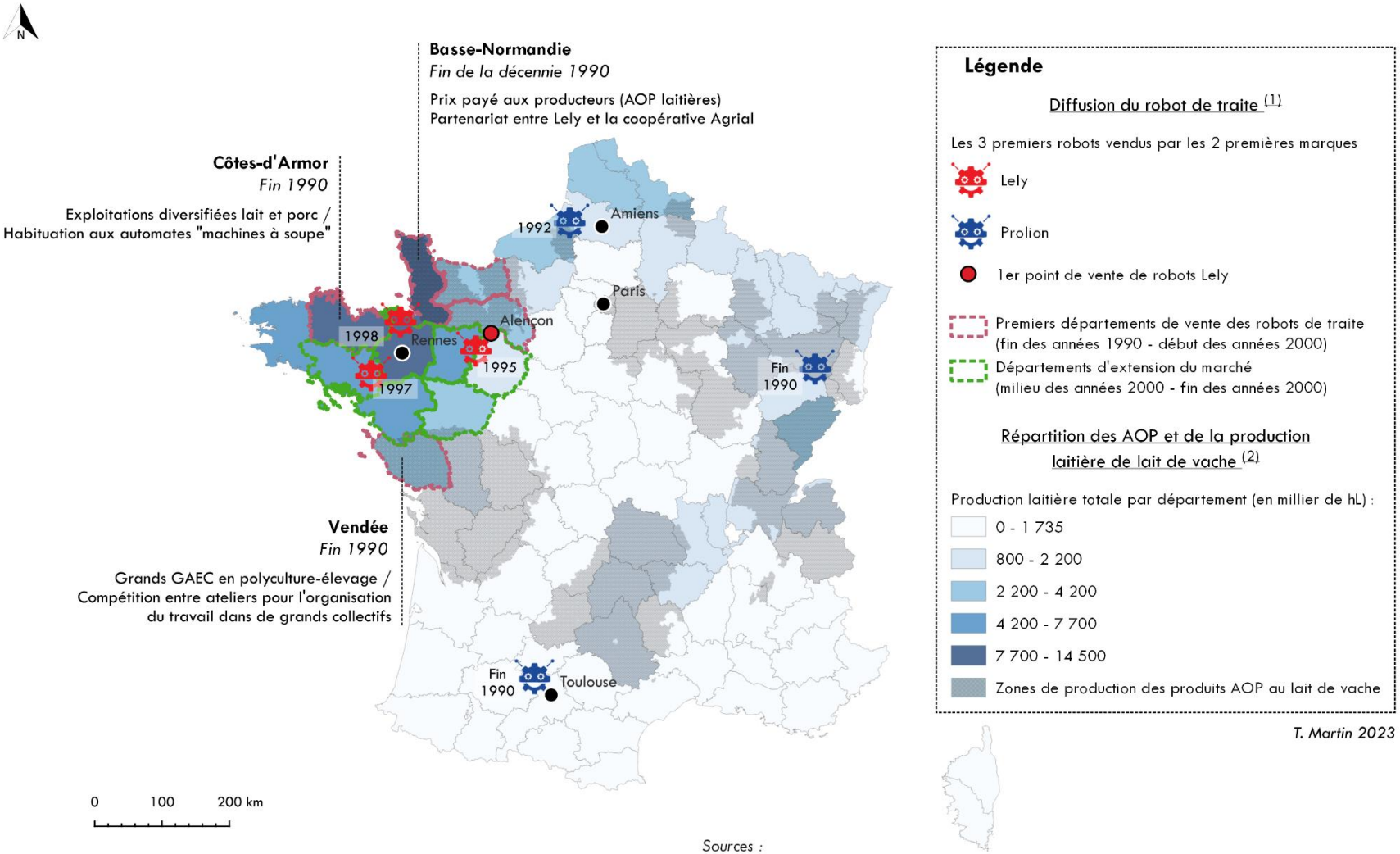
[208] Chiffres du recensement agricole de 2000 - Cheptels selon la taille du troupeau par commune – Données extraites le 02/05/2023 sur Agreste. En comparaison cette valeur est de 2 % pour l'Ille-et-Vilaine et de 3 % pour la Haute-Savoie.

de porcs[209] conservant une activité laitière et voulant s'affranchir de l'astreinte sur l'atelier lait. D'après les distributeurs enquêtés, l'usage fréquent des automates par les éleveurs de porcs - notamment les machines à soupes - participerait d'une habituation plus favorable au développement précoce de la traite robotisée en Côtes-d'Armor. Ainsi, la Vendée, la Normandie et les Côtes-d'Armor constitueraient des zones pionnières de la robotisation de la traite au début des années 2000. Si en Vendée, c'est la taille et la diversité des ateliers dans les exploitations qui auraient contribué à une robotisation plus précoce de la traite, c'est le prix du lait payé aux producteurs et le partenariat avec une grande coopérative manchoise qui expliquerait la situation normande. Enfin, la situation costarmoricaine s'expliquerait par la diversification des ateliers et l'habituation aux automates chez les producteurs de porcs. Ces éléments d'une géographie vécue par les acteurs de l'amont du déploiement du robot de traite confirment l'importance précédemment expliquée (Chapitre 5) de la taille des structures dans l'inclinaison à robotiser la traite, mais donne également à voir d'autres facteurs que sont le système de prix, les partenariats économiques, la trajectoire machinique des exploitations ou encore la diversité des ateliers au sein des exploitations.

> *« Donc, ça va peut-être vous surprendre, mais le marché qui a connu la plus belle dynamique était le marché qui était au sud chez les cousins vendéens. Ça a été l'un des premiers marchés à accueillir le remplacement de l'homme par la machine. Le marché s'est mis en route à partir de là. Ensuite c'est parti un tout petit peu sur la Normandie, parce qu'on avait une évolution économique du prix du lait transformé qui permettait de supporter l'investissement plus qualitativement que chez nous à l'Ouest, où nous on produit du lait qu'on appelle basiquement « lait industriel », on en fait soit de la poudre de lait, soit du beurre soit du yaourt, mais on ne crée pas cette valeur ajoutée à travers la qualité des fromages de Normandie comme on a pu le voir quand la robotique est arrivée. […] Quand le marché s'initiait, les cousins de Vendée et Pays de Loire ont initié le besoin parfaitement dans l'intensification de la polyculture élevage, les exploitations ont augmenté, la structure GAEC s'est vraiment développée. On a quitté le phénomène exploitation familiale, et entre guillemets, en capacité financière et en esprit ils étaient nettement plus ouverts à l'accueil de la robotique. »*
>
> (ENT S11)

[209] D'après les données du recensement de 2000, le nord des Côtes-d'Armor se démarque effectivement par une forte densité de production porcine, voir notamment (Commandeur et al. 2006, 249).

Carte 12 : Le développement du marché du robot de traite dans le Grand-Ouest français



Sources :

(1) *Si les 3 premiers robots Lely sont localisés avec précision suite au croisement de nos entretiens avec les archives de presses régionales, la localisation des premiers robots Prolion est approximative compte tenu des données disponibles.*

(2) *Les données sur la production laitière par département proviennent du recensement agricole de 2000 et sont représentées par rupture de Jenks. Le vecteur sur les AOP à base de lait de vache est extrait des données de l'INAO.*

Autres données issues de l'IGN

1.2.2 2005 à aujourd'hui : croissance du marché et extension spatiale

Fort d'une stratégie de déploiement géographiquement contrainte, Lely et DeLaval se démarquent ainsi et acquièrent aux yeux des éleveurs une réputation dans la traite robotisée : « *À l'époque il y avait 2 marques, les bleus et les rouges, fallait choisir son équipe.*[210] » (ENT E7-35). Au cours des années 2000 et 2010, les deux entreprises vont se partager l'essentiel d'un marché en pleine expansion. Cette croissance se localise d'abord, au début des années 2000, dans les autres départements du Grand-Ouest laitier (Ille-et-Vilaine, Loire-Atlantique, Mayenne, Maine-et-Loire, Côtes-D'Armor, etc.) (Carte 12). Puis, tirée par une demande soutenue (voir ci-dessous Figure 50), les marques vont s'étendre à l'ensemble des territoires laitiers français. Pour cela, Lely France développe dès 2005 un réseau de franchises nommées Lely Center. Dès lors, ce n'est plus Lely France qui contractualise avec les éleveurs, mais une entreprise indépendante engagée avec Lely via un contrat de franchise. Quant à DeLaval, l'entreprise peut s'appuyer sur un réseau déjà bien établi compte tenu de son ancienneté sur le machinisme de la traite. Dès 2006, elle couvre l'ensemble des territoires laitiers français et compte aujourd'hui 69 concessions (Carte 13). Cette période est non seulement marquée par l'extension géographique du réseau de distribution du robot de traite, mais également par l'entrée sur le marché d'autres constructeurs de machines à traire. En Ille-et-Vilaine, Boumatic profitera de son partenariat avec la laiterie Bridel pour se lancer dans la robotique. La plupart de ces entreprises comptent sur leur réseau de concessions ou franchises pour être présentes sur l'ensemble des territoires laitiers métropolitains.

En 2018, l'Institut de l'élevage estimait à 8 % le nombre d'exploitations laitières équipées d'au moins un robot de traite (Sorel 2019) et la tendance d'adoption de cette innovation ne faiblit pas. D'après l'Union des Industriels de l'Agroéquipement, la vente de robots de traite a augmenté de 50 % sur la campagne 2018-2019[211]. Cette dynamique traduit la tendance actuelle du machinisme de la traite. En 2019, sur toute la Bretagne – première région laitière – 39 % des achats de machines à traire neuves sont des robots de traite[212]. L'importance actuelle du robot dans le machinisme de la traite est soutenue par un vaste réseau de distributeurs (Carte 13). Si les marques Lely et DeLaval représentent près de 80 % des ventes[213], la plupart des grands distributeurs de machines à traire sont aujourd'hui présents sur le marché français : Boumatic, GEA, SAC, FullWood.

---

[210] L'éleveur fait ici référence à la couleur du robot, bleu pour DeLaval et rouge pour Lely. Cette sémantique pour désigner les marques est très présente chez les éleveurs de nos deux terrains.

[211] Rapport économique 2020, Union des Industriels de l'Agroéquipement (Axema).

[212] Calcul réalisé avec les données du CROCIT Bretagne sur l'année 2019 (communication personnelle).

[213] Chiffre issu d'entretiens (ENT S21, S11).

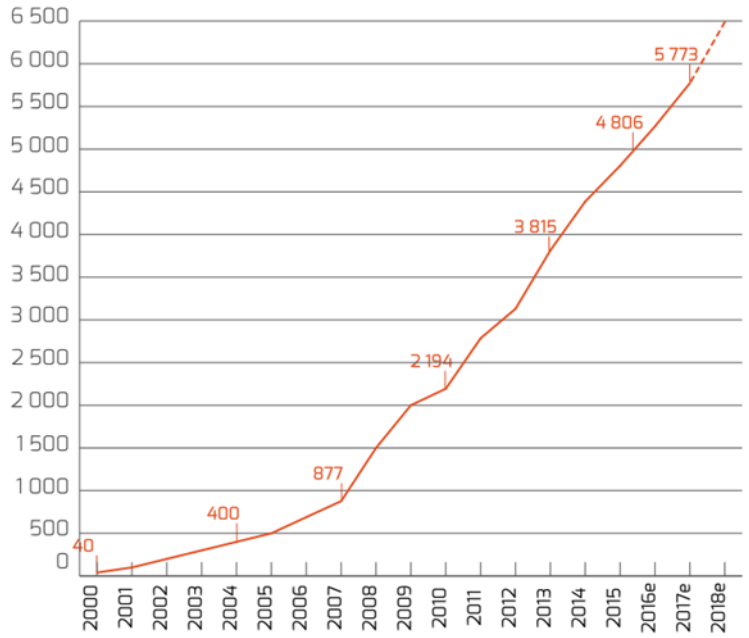


Figure 50 : Nombre d'exploitations françaises équipées d'au moins un robot de traite ; Source : Institut de l'Elevage, 2015 ; Calculs : Institut de l'Élevage et AXEMA, extrait du rapport économique 2018 d'Axema (2019)

1.3 Aujourd'hui : rouge ou bleu, « *il faut choisir son* équipe »

1.3.1 Deux marques, deux modèles de diffusion du robot de traite

Le réseau de distribution du robot de traite est aujourd'hui étendu à l'ensemble des territoires laitiers métropolitains. Le nombre de points de vente est d'autant plus important que la densité de la production laitière y est élevée (Carte 13). Mais cette distribution spatiale des points de vente du robot de traite ne saurait se réduire à une géographie de la production laitière. Ce réseau est également le fruit d'une stratégie propre à chaque marque et ancrée dans l'histoire de son réseau de distribution d'équipements et machines. Ce préalable de compréhension de la dynamique géographique du réseau est essentiel pour mieux cerner le rôle de l'astreinte de fluidité dans la réorganisation sociale et spatiale du travail (2). Pour ce faire, nous comparons ici les réseaux de Lely et DeLaval qui illustrent particulièrement bien deux stratégies spatiales contrastées de deux marques qui se partagent l'essentiel du marché de la traite robotisée. Le traitement géomatique des données collectées sur le site de marques de robot de traite est mis au regard d'une analyse transversale de nos entretiens avec les distributeurs.

Lely est une entreprise néerlandaise du machinisme agricole qui s'est fait connaître en commercialisant en 1992 le premier robot de traite aux Pays-Bas (voir III du chapitre 1). Bien que présente dans le machinisme depuis 1948, la marque n'est connue des éleveurs français que pour la vente de robots de traite. Bien que Lely vendent des logiciels agricoles et des équipements pour les bâtiments d'élevage, depuis 2017 l'entreprise s'est spécialisée sur les robots en élevage. Elle vend aujourd'hui non seulement des robots de traite, mais

également des robots d'alimentation (Lely Vector), des robots racleurs à lisier (Lely Collector) ou encore des robots repousse fourrage (Lely Juno). DeLaval ou Alfa Laval est une entreprise suédoise historiquement spécialisée dans les échanges thermiques et la circulation des fluides (centrifugeuses, échangeurs thermiques, etc.). Elle produit également des machines à traire depuis le début du XXe siècle. DeLaval installe la première machine à traire avec un système d'extraction du vide en 1917 et se lance dans la traite robotisée en 1998 avec le DeLaval VMS. Au-delà des systèmes de traite, DeLaval vend une grande diversité d'équipements et de machines pour l'élevage laitier (tapis de stabulation, clôtures électriques, abreuvoirs, etc.). Elle propose notamment tout l'éventail des machines à traire : robot, salles de traite rotative, en épis, traite par l'arrière, etc. Aux yeux des éleveurs, DeLaval constitue une marque de confiance, présente sur le marché du machinisme depuis longtemps et proposant des équipements variés et adaptés à la diversité des exploitations laitières françaises. Au contraire, Lely est vue comme une entreprise relativement récente et spécialisée sur la robotique.

En France, Lely doit créer de toute pièce un réseau de distribution pour vendre ses robots de traite. Pour cela, le modèle choisi est celui de la franchise et chaque entreprise franchisée ne vend que des produits Lely et donc que des robots destinés à l'élevage laitier. Cela différencie Lely de son concurrent DeLaval qui a pu s'appuyer sur un réseau de distribution déjà bien établi pour vendre des robots de traite à côté d'une gamme diversifiée de produits et services. De cette différence découlent deux logiques d'implantation géographique. Pour Lely, chaque franchise - ne vendant que des robots - doit couvrir un bassin de distribution suffisamment vaste pour sa pérennité économique, mais aussi pour assurer le travail d'astreinte de maintenance des robots. L'intervention des techniciens peut avoir lieu tous les jours de la semaine et à toutes heures. En conséquence, chaque franchise doit disposer d'un parc assez grand pour avoir un nombre de techniciens suffisant pour assurer une rotation de l'astreinte, certains étant d'astreinte de nuit, d'autres la journée (voir ci-dessous 2.2.1). Plus diversifiées, les concessions DeLaval gèrent des bassins de vente plus réduits que les franchises Lely. Et puisque chaque concession dispose d'un parc de robots restreint, certaines concessions voisines ont dû, par le passé, mutualiser l'emploi des techniciens de maintenance en robotique. Une autre solution consiste aujourd'hui à avoir des techniciens de maintenance en charge aussi bien des robots que des autres machines à traire. De fait, la non-spécialisation des techniciens dans les concessions DeLaval est parfois considérée comme une faiblesse aux yeux des éleveurs attentifs au service de maintenance proposé et aux modalités de cette nouvelle relation de travail autour de l'astreinte de fluidité : *« Ce qui a fait la différence c'est que chez Lely y'avait déjà une équipe constituée, de techniciens, qui connaissaient les robots par cœur, qui ne faisaient que ça, alors que chez Delaval, des techniciens qui faisaient la salle de traite, du robot… des gens moins spécialisés. »* (ENT E7-35). De ces deux trajectoires découlent donc deux types de réseau de distribution du robot de traite, un dense (69 concessions DeLaval) et l'autre s'appuyant sur 15 franchises en charge de plus vastes

espaces (Carte 13). Il en découle par ailleurs deux modalités d'organisation de l'astreinte de maintenance et de professionnalisation du métier de technicien de maintenance.

> *« Non, en fait … c'est vrai que DeLaval par exemple, je sais plus combien maintenant et il y a un temps ils avaient une centaine de concessionnaires en France. Et eux la difficulté qu'ils avaient, c'est qu'ils avaient un parc trop petit. Chaque concessionnaire n'avait pas assez de robots en parc pour pouvoir gérer ses astreintes, donc ils étaient obligés de se mettre à plusieurs concessionnaires pour gérer les astreintes. Ce qui posait des problèmes d'entente, de refacturation … qui étaient assez compliqués. Et c'est vrai que, finalement, la taille du parc est vraiment très importante pour être capable de produire une astreinte de bonne qualité. Notamment au niveau légal, bon maintenant ça doit commencer à être un peu mieux, mais il y a 3 ou 4 ans, on avait des gros soucis avec certains concurrents qui respectaient pas du tout la législation sur le temps de travail et du coup, ça créait quand même de la distorsion de concurrence. Ceci dit, ils ne pouvaient pas faire autrement. Mais c'était très embêtant parce qu'on se retrouvait à avoir certains concessionnaires qui faisaient bosser un gars 7/7 pendant une semaine. Et à côté ça va, nous on s'embêtait à respecter les coupures journalières, les temps de pause et on payait les astreintes suivant la convention collective, on avait clairement une distorsion de concurrence. Ça a failli dégénérer… »*
>
> (ENT S21)

Pour autant, d'autres éléments que les implications géographiques du travail d'astreinte concourent à expliquer les stratégies de zonage de ces entreprises. Contrairement à son concurrent direct DeLaval, l'entreprise Lely n'a pu s'appuyer sur un vaste réseau de concessionnaires et a dû développer un réseau de distribution sous forme de franchises. Pour Lely, le département ou la région sont des échelons pertinents pour délimiter les contours de la zone d'activité de chaque franchise. En effet, c'est à ces échelons que s'organise un ensemble de dispositifs administratifs, financiers et de conseil en support à l'agriculture. En particulier, l'échelon départemental occupe une place importante dans la mise en œuvre de la politique agricole française telle que l'orientation des primes ou anciennement l'affectation des quotas laitiers (Berriet-Solliec et al. 2006; Kroll et al. 2010). C'est également au niveau départemental que sont organisées la plupart des instances syndicales et professionnelles (Hobeika 2016; Brunier 2018), que se sont historiquement organisés les services de conseil et de vulgarisation (Rolland 1984) ou que se déclinent les logiques locales d'action des Crédit Agricole (Guillemin 2019). En mobilisant à la fois les services bancaires agricoles et les aides publiques telles que la PCAE[214], l'achat d'un robot de traite implique un travail administratif

[214] Le Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles alloue des subventions aux investissements depuis 2015. Pour l'achat d'un robot de traite, un éleveur reçoit d'après nos enquêtes autour de 30 000€ du PCAE. Ce plan s'est arrêté en décembre 2022 et un nouveau programme de soutien aux investissements est en cours d'élaboration.

dont les modalités sont souvent spécifiques d'un département ou d'une région à l'autre. En accompagnant les éleveurs dans ces démarches, les franchises Lely ont donc intérêt à limiter leur zone d'activité à l'échelon départemental lorsque la densité laitière le permet (Grand-Ouest) ou bien à l'échelon régional lorsque celle-ci est plus faible et implique une zone plus vaste pour un même nombre de clients.

> *« Donc, au début, c'était un peu du grand n'importe quoi. Puis maintenant on se rend compte que d'avoir une unité administrative comme un département pour faire de la publicité, pour suivre les statistiques, tout ça c'est quand même pratique. Sur les demandes de subventions, les PCAE, par exemple, faut savoir qu'ils sont différents d'une région à l'autre. Si jamais, vous avez un Lely Center à Rennes, vous avez des clients en Mayenne d'autres à Avranches d'autres à Derval d'autres dans les Côtes-d'Armor. Vous allez travailler sur 3 ou 4 régions différentes, qui vont toutes avoir leur plan, leur législation, ça devient compliqué, même au niveau des banques, pour les financements des robots, c'est pas les mêmes interlocuteurs, c'est pas les mêmes contrôles laitiers. C'est compliqué quoi. Le département c'est quelque chose d'intéressant, pour des régions fortement denses en élevage, par exemple l'Ille-et-Vilaine, les Côtes-d'Armor. Par contre, si on va plutôt dans l'est de la France, on va plutôt travailler à l'échelle régionale. On va plutôt prendre le Grand Est ou la Bourgogne. En fonction de la densité de vaches laitières, on va travailler sur des zones administratives un peu différentes. »*
>
> (ENT S21)

Par ailleurs, Lely et DeLaval véhiculent deux modèles du machinisme de la traite qui entretiennent des rapports différents à l'espace. Chez Lely, le modèle de franchise consiste en une standardisation de l'espace de vente, des produits et des services. Chaque *Lely Center* doit ressembler à un *Lely Center*. La stratégie de démarcation de ce nouvel entrant dans le machinisme de la traite est de se faire valoir comme l'entreprise spécialiste du robot de traite. L'entreprise met en avant une identité forte qui ne varie pas en fonction des lieux de vente. La marque est d'ailleurs connue des éleveurs comme la spécialiste des robots de traite et est souvent considérée par ces derniers comme l'entreprise qui a inventé le robot de traite. Au contraire, DeLaval déploie une stratégie qui fait valoir son ancrage territorial et historique, la proximité avec les éleveurs et son expérience dans l'élevage à travers une diversité de produits et services (Figure 51). Chaque concession est davantage connue des éleveurs comme une entreprise locale et moins comme le point de vente d'une marque implantée sur tous les territoires laitiers français. La relation de confiance avec le concessionnaire prévaut à la perception de la marque par l'éleveur.

> *« Disons qu'on soit n'importe où sur le territoire où on vend des robots de traite, le client va toujours acheter à un Lely Center, que ce soit celui de Pontivy, de Nancy ou de Bain de Bretagne, il va acheter au Lely Center. Donc, ça permet d'avoir une identité de marque plus importante. C'est vrai que Lely était pas présent dans la traite avant par rapport à DeLaval,*

qui est là depuis plus de 30 ans. Donc, il fallait se construire, rapidement, une image très forte. Et après le concept de la franchise, ça oblige à suivre un certain cahier des charges : la manière de travailler, de faire la maintenance, de faire les installations… ce qui fait que l'expérience client est censée être équivalente dans n'importe quel Lely Center. Quand vous achetez un ... je prends l'exemple du big-mac, quand vous achetez un big-mac dans n'importe quel Mcdo, il va avoir le même goût… Quand on s'arrête dans une station Total, on sait qu'on va avoir la petite raclette pour nettoyer sa vitre. C'était un peu l'idée. Et ça permettait aussi d'être sûr qu'on ait des entreprises dédiées qui se consacrent au développement du robot de traite. […] Et je dirais, un client qui achète un robot DeLaval, il va acheter chez Lefort, il va acheter chez Legras… presque autant que DeLaval. Alors que nous, finalement, ils achètent un robot Lely … ils connaissent pas forcément le nom des propriétaires des Lely Center. »

(ENT S21)

Figure 51 : Publicité pour le robot de traite VMS de DeLaval : mise en avant de son expérience dans les équipements pour l'élevage – Site internet de l'agence de communication Appaloosa, consulté en juin 2023

Tableau 6 : Lely et DeLaval : deux modèles de diffusion du robot de traite

	Lely **« Les rouges »**	**DeLaval** **« Le bleus »**
Réseau de distribution	Peu dense (15 franchises)	Très dense (69 concessions)
Histoire	Arrivé sur le marché français en 1995 avec le robot de traite	Distribue des machines à traite depuis 1917
Gamme	Robots pour l'élevage uniquement (traite, alimentation, racleur, etc.)	Tous types de machines à traire et équipements pour l'élevage
Stratégie du réseau de distribution	Standardisation des points de vente, des services et des produits vendus	Marge de manœuvre des concessionnaires et forte adaptation de l'offre aux dynamiques territoriales
Gestion de l'astreinte de maintenance	Des techniciens spécialisés qui ne s'occupent que de la maintenance et de la réparation des robots	Des techniciens des machines à traite en général

Ces deux stratégies qui s'ancrent dans deux histoires du machinisme sont perçues par les éleveurs comme deux modèles associés au robot, deux formes de sous-script plus ou moins en accord avec l'idée que se fait l'éleveur de son travail. Le professionnalisme et la spécialisation des techniciens de maintenance sont deux éléments importants pour les éleveurs rencontrés et équipés de robots Lely. Ces derniers choisissent souvent cette marque pour l'idée qu'ils se font du travail de techniciens spécialisés, « *qui ne font que ça* ».

> *« On a été visité, on regardait toutes les marques, enfin toutes les marques, y'en avait pas 10 000, c'était DeLaval ou Lely, GEA n'était pas encore développé, on a rien eu. Du coup on est partis sur Lely surtout pour le SAV, parce que chez DeLaval ça nous foutait un peu la trouille, ils n'avaient pas de gars attitré là-dessus… c'était oui oui.. Beaucoup de bricolerie, y'avait rien y'avait pas de contrat, y'avait un contrat de maintenance, mais y'avait pas grand-chose d'indiqué dedans… un peu aléatoire. Avec Lely on a vu que c'était assez cadré quoi. »*
>
> (ENT E16-74)

Au contraire, les éleveurs équipés en DeLaval ou dans une autre marque font plus souvent valoir la confiance et la relation avec leur concessionnaire. Ce qui différencie également Lely de ses concurrents c'est la mise en avant d'un modèle, d'une manière de concevoir la traite robotisée. Par exemple, alors que DeLaval propose différents systèmes de circulation des animaux (voir chapitre 5), Lely ne propose que la circulation libre. Les éleveurs parlent souvent du « *modèle Lely* », notamment lorsqu'ils choisissent une autre marque, un modèle tourné vers la maximisation de la production, la « *performance laitière* » au sens volumique. Cette stratégie a par le passé fait du tort à la marque. En Haute-Savoie, un ancien commercial de la marque s'est particulièrement fait remarquer par un discours très offensif

à l'encontre de l'appellation Reblochon. Dans son discours, l'appellation empêchait les éleveurs de se moderniser notamment par les contraintes du cahier des charges. Depuis, l'entreprise fait attention au même titre que ses concurrents aux spécificités territoriales de la production laitière et aux dynamiques collectives en place.

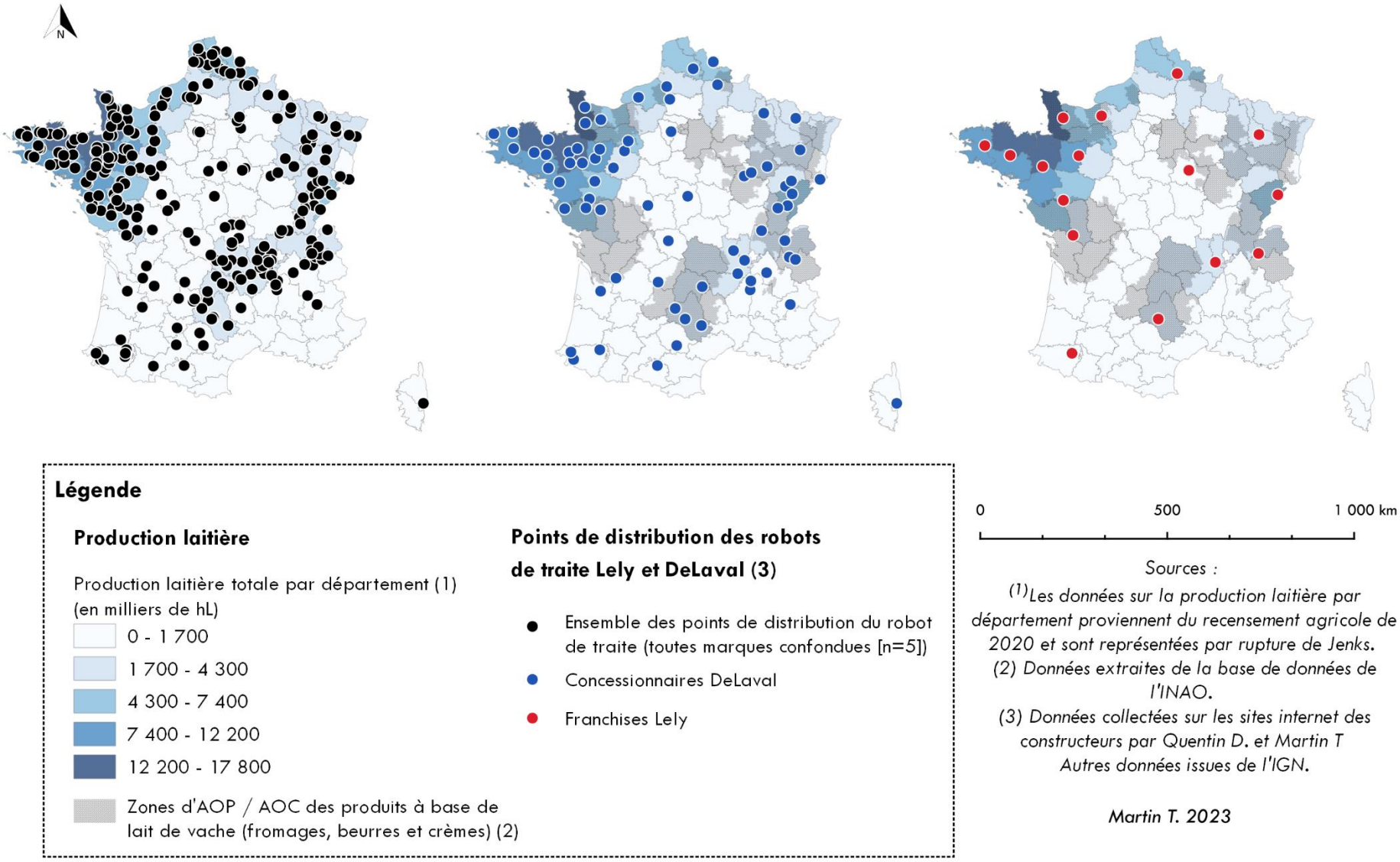
1.3.2 L'adaptation aux spécificités territoriales

Le réseau de distribution du robot de traite retranscrit donc à la fois la géographie de la production laitière, mais également les trajectoires historiques et les stratégies d'implantation des différentes marques. Nous avons vu que l'astreinte de maintenance traduisait différentes stratégies d'occupation et d'organisation de l'espace. Nous devons maintenant préciser en quoi les logiques d'action des distributeurs diffèrent au sein de cet espace de production laitière. Car celui-ci est hétérogène au regard des milieux physiques exploités, des orientations productives ou de l'organisation du marché laitier (Ricard 2014). Au sein des deux départements étudiés (35 et 74), les marques déploient des stratégies différentes reflétant l'adaptation à cette spécialisation productive territoriale. Cette stratégie s'incarne essentiellement à travers deux éléments : le discours commercial des vendeurs et la tarification des contrats de maintenance. Alors qu'en Ille-et-Vilaine, les vendeurs axent leur promotion des robots de traite sur la réduction des coûts de production et la rentabilité, ceux de Haute-Savoie insistent sur les enjeux autour de la qualité du lait : « *[Dans] l'Ain et la Saône-et-Loire on est plus sur le système de l'Ille-et-Vilaine. Donc nous on a vraiment 2 bases, 2 types de commerciaux totalement opposés. J'ai des commerciaux qui travaillent dans ce côté-là, il ne faudrait pas qu'ils aillent dans l'Ain parce qu'il faudrait avoir une approche totalement différente.* » (ENT D7). La tarification de la maintenance s'adapte également à cette diversité territoriale de la production laitière. Elle sera fonction du nombre de litres de lait trait par le robot en Ille-et-Vilaine, tandis que la facturation est indexée sur le nombre de branchements en Haute-Savoie. La production de lait par vache est en effet bien moindre dans les zones montagnardes d'AOP que dans les zones de plaine qui intègrent les bassins de l'agro-industrie laitière. La tarification de la maintenance est donc adaptée à ces différences. En somme, certains distributeurs intègrent dans leur démarche commerciale et leur tarification les spécificités agraires d'un territoire donné : la productivité volumique d'un bassin industriel d'un côté, les exigences qualitatives d'une transformation fromagère de l'autre.

« Mais pour autant, notre collègue qui travaille en Savoie il n'a pas tout à fait le même métier que nous. Du coup lui il a une véritable expertise dans tout ce qui est transformation … sa logistique est adaptée à l'hiver, quand il y a de la neige et qu'il faut passer des cols. C'est vrai qu'on a pas du tout les mêmes contraintes en termes de densité et de typologie de production par rapport à ce qu'on fait en Bretagne. Pour autant, on arrive à concilier quand même l'adaptation au territoire, mais avec une image de marque forte et c'est vrai que tous les Lely Centers sont des entreprises qui sont très récentes. »

(ENT S21)

Carte 13 : Lely & DeLaval : deux logiques géographiques de distribution du robot de traite



1.4 Conclusion partie 1

L'adoption du robot de traite donne à voir une grande hétérogénéité entre pays, révélant ainsi l'importance de la taille des structures en place, du coût du travail, mais également le rôle les politiques nationales relatives au marché du travail et au soutien de l'agriculture. En France, si le développement du robot de traite s'est d'abord restreint au Grand-Ouest laitier, son extension s'est ensuite généralisée à l'essentiel du croissant laitier français. Pour cela, les marques s'appuient sur un réseau de concessions et franchises dont la densité spatiale témoigne tout autant de l'historique de chaque marque que de stratégies d'adaptation aux différents contextes agraires et de gestion du travail d'astreinte de fluidité.

2. Les espaces d'une nouvelle division du travail : conflit et coopération entre éleveurs et entre techniciens et éleveurs

Si nous avons souhaité préciser les grandes dynamiques spatiales de la diffusion du réseau de distribution du robot de traite, c'est pour mieux analyser la contribution des transformations du travail en traite robotisée à une nouvelle division spatiale du travail. Nous verrons dans une première partie que si le travail d'astreinte de fluidité s'ancre dans des logiques collectives territorialisées qu'elle renouvelle (section 2.1.1), la robotisation de la traite conflictualise la division territoriale du travail en AOP Reblochon (section 2.1.2). Nous verrons ensuite les tenants de la coopération entre les éleveurs et les techniciens de maintenance (section 2.2.1) et les implications spatiales de cette coopération articulée autour du maintien de la traite continue (section 2.2.2). Enfin, nous interpréterons ces résultats comme la mise en place d'une nouvelle division spatiale et sectorielle du travail d'astreinte (2.2.3). Pour ce faire, nous mobilisons des données issues du contrôle laitier d'Ille-et-Vilaine relatives à la part d'exploitations laitières équipées d'un robot de traite dans chaque commune du département (communication personnelle d'Eilyps). Après avoir cartographié cette distribution départementale, nous avons mené plusieurs entretiens afin de confronter ces cartes à l'analyse que les acteurs se font de cette distribution. Trois entretiens ont particulièrement participé à mettre en lumière les tenants de cette distribution départementale du robot de traite : un conseiller de la Chambre d'agriculture de Bretagne (ENT A9), le responsable *robots* du contrôle laitier bretillien (ENT S2), et un responsable d'une franchise du département (ENT S21). Nous avons également mobilisé des données issues de nos entretiens avec les éleveurs du bassin ouest rennais, du recensement agricole et de la littérature scientifique. Ainsi, cette partie propose une étude géographique croisant une analyse quantitative et en particulier géomatique avec une analyse transversale d'entretiens compréhensifs.

2.1 Entre coopération et conflictualisation de la division territoriale du travail

2.1.1 L'organisation du travail d'astreinte : reconfigurations locales de la coopération et stratégies de ciblage des vendeurs de robots

En premier lieu, cette géographie départementale du robot de traite révèle les orientations productives des petites régions agricoles qui la composent (Carte 14). Le pays de Fougères au Nord-Est du département s'avère être à la fois la zone la plus dense du département en exploitations laitières, mais également la plus faiblement concernée par la

robotisation de la traite. Le pays de Fougères présente les exploitations laitières les plus petites du département et se distingue également par la forte orientation herbagère des systèmes d'élevage : 49 % de la SAU est couverte de prairies contre 28 % pour l'Ille-et-Vilaine et la part de céréales dans l'assolement est la plus faible du département (17 % contre 27 % pour l'Ille-et-Vilaine)[215]. Au regard des spécificités de ce système agraire, l'on comprend que les exploitations soient moins disposées à robotiser la traite (Chapitre 5). Au contraire, les communes du bassin rennais présentent une part importante d'exploitations équipées. Cette vaste zone de dépression occupant le centre du département comprend deux grandes plaines agricoles séparées par l'agglomération rennaise en son centre : la plaine de Janzé à l'Est et la plaine du Meu et de la Flume à l'Ouest. Le bassin de Rennes est considéré par les conseillers enquêtés non seulement comme une zone présentant une part importante d'exploitations laitières « *performantes* », bien équipées et avec des tailles de structures supérieures à la moyenne départementale, mais également comme une zone pionnière de la robotisation de la traite.

Outre les spécificités structurelles et fonctionnelles des sous-systèmes agraires régionaux, les dynamiques collectives et locales de coopération entre éleveurs éclairent à plus d'un titre cette diffusion spatiale de la robotisation de la traite. En premier lieu, les expériences des premiers éleveurs équipés au cours des années 1990 et au début des années 2000 semblent avoir diffusé au sein des groupes locaux d'éleveurs. C'est le cas de deux frères sur la commune de Dol-de-Bretagne. En 1998, ils achètent chacun un robot de traite, les 2ème et 3ème robots vendus dans le département par Lely et 3ème et 4ème au niveau national. L'expérience avec la machine ne sera pas convaincante et les robots seront plus tard démontés. Aujourd'hui encore, les vendeurs de robots peinent à trouver des clients dans le pays de Dol. Cette construction socialement et localement située de l'innovation est pleinement intégrée par les vendeurs de robots. Ainsi, dès le début des années 2000, l'entreprise Lely met en place des portes ouvertes lorsqu'un nouveau robot est vendu.

> *« C'est le premier truc que j'ai fait en étant embauché. J'ai mis en place une politique de portes ouvertes, c'est-à-dire qu'à chaque fois qu'on faisait une installation, on faisait une porte ouverte pour inviter les voisins à venir voir. Parce que la difficulté qu'on avait c'est qu'il y avait beaucoup de discours autour du robot, mais qu'au final les gens, ils en avaient pas vu. Ils savaient pas de quoi ils parlaient, ils se relayaient des légendes, pas urbaine, mais campagnarde, qui sont encore pires. Et puis, le fait de montrer ça permettait de sécuriser quoi. Et c'est vrai que à chaque porte ouverte, on voyait qu'on drainait à peu près 100 km autour. Les gens se déplaçaient pour venir voir, au-delà de 200 km, ça les intéressait pas. Alors aujourd'hui c'est 30 km ça s'est nettement réduit… Et du coup ça a toujours fonctionné et à chaque porte*

[215] *Les AgriCultures du Pays de Fougères*, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine, 2014, consulté le 12/05/2023 sur bretagne.synagri.com.

ouverte, on vendait trois, quatre, cinq installations. On refaisait des portes ouvertes après, et puis c'était le modèle de déploiement quoi. Et c'est ce qui a particulièrement bien marché, c'est vrai que chez Lely, ça a été extrêmement payant comme stratégie commerciale de tout miser là-dessus. »

(ENT S21)

Cet effet de voisinage se décline également et plus spécifiquement pour les marques de robots. Lorsque, dans une commune, aucun éleveur n'est équipé, chaque marque cherche à y vendre le premier robot. Pour les commerciaux, la première marque qui vend un robot bénéficiera d'un effet primeur et dominera le marché localement, car les voisins auront tendance à acheter la même marque. L'enjeu du « 1er robot » donne lieu à une stratégie commerciale de ciblage des communes encore vierges de tout robot. Un ancien responsable commercial de chez DeLaval pour le Grand-Ouest nous a raconté commencer la réunion du lundi matin autour d'une carte du département et de montrer à ses collègues les différentes communes sans robot de traite et d'annoncer des primes pour les commerciaux qui y vendraient un robot. Lorsqu'un éleveur est le premier de sa commune à acheter un robot, il peut ainsi bénéficier de tarifs avantageux. Les éleveurs enquêtés dans cette situation font valoir cet effet primeur pour négocier les prix et faire jouer la concurrence entre les différentes marques.

« Lely, DeLaval, en prix c'était kif-kif… de toute façon ils se battaient pour en placer un, à l'époque parce qu'il n'y en avait pas encore dans le coin. On a été, avec un collègue, on était les deux premiers sur la commune [Tintegnac]. Les deux [marques] proposaient des tarifs qui se tenaient, c'était kif-kif, Delaval est même revenu en retirant 7000 balles d'un coup avec l'inspecteur commercial… ça leur a été fatal parce que c'était pas sérieux. »

(ENT E7-35)

Les concessions et franchises ne font pas qu'intégrer cet effet de voisinage, ils l'encouragent à travers une politique tarifaire qui n'est pas seulement dégressive pour le premier robot, mais également lorsque la marque a vendu un certain nombre de robots sur la commune. La logique est bien de favoriser la concentration spatiale pour diminuer des coûts de maintenance fortement conditionnés par le temps de déplacement. Mais cet effet de voisinage n'est pas l'illustration d'un mimétisme paysan longtemps associé au modèle diffusionniste de l'innovation, une « *diffusion par-dessus la haie* » (Compagnone et al. 2015). Il traduit non seulement la primauté des groupes locaux dans la construction de l'innovation (Darré 2018), mais également l'importance des reconfigurations locales des relations de travail autour de la machine tel que cela a pu être montré par ailleurs (Lucas et al. 2015). En effet, acheter un robot DeLaval lorsque le voisin a déjà un DeLeval, c'est inscrire l'innovation dans un choix de coopération et de partage des astreintes, c'est penser l'innovation à travers les relations de travail qu'elle redessine localement. L'astreinte permanente de surveillance de

cette nouvelle fluidité productive est souvent partagée entre éleveurs sur une même localité, souvent à l'échelle de la commune. Les éleveurs peuvent par exemple créer des groupes WhatsApp qui sont souvent des groupes spécifiques pour une marque de robot donnée et pour une commune. Ils partagent ainsi des astuces sur l'utilisation de la machine, des conseils de réparation, des pièces lorsque la maintenance est gérable sans la concession ou partagent le contact des fournisseurs aux tarifs les plus avantageux pour les consommables du robot (produits de nettoyage, détartrants, etc.). Mais ces nouveaux groupes d'entraide autour du robot sont aussi le moyen d'une coopération autour de l'astreinte de fluidité. Lorsqu'un éleveur s'absente un week-end ou part en vacances, il peut alors compter sur son ou ses voisins pour dépanner le robot s'il y a un problème. Si le travail sur l'exploitation est assuré par un salarié, permanent ou du service de remplacement, l'éleveur peut également s'appuyer sur ses collègues en proximité et équipés d'un robot de la même marque pour gérer les alarmes plus complexes et les pannes non routinières. Cette logique est telle qu'en Ille-et-Vilaine, plusieurs éleveurs ont choisi leur robot en fonction d'un voisin dans une logique d'entraide et de gestion de l'astreinte à l'échelle d'un groupe local.

> *« On s'est créé un groupe WhatsApp [entre éleveurs qui ont le même robot de traite.]. Si je suis parti et que Charles [le salarié] n'est pas là, t'appelles un collègue ; par exemple si y'a une alarme à supprimer, t'appelles un collègue y'en a pour 5 minutes. »*
>
> (ENT E5-35)

L'hétérogénéité spatiale de déploiement du robot de traite en Ille-et-Vilaine donne à voir la complexité des déterminants, entre logiques structurelles (taille des troupeaux et des exploitations), fonctionnelles (systèmes d'élevage) et son ancrage dans les réseaux locaux d'échange et de coopération. Cette diversité des déterminants compose la stratégie commerciale des distributeurs. Pour autant il est intéressant de noter que cette diversité explicative coexiste avec un discours diffusionniste ponctué de la sémantique de la courbe de Rogers (Rogers 2010): « *C'est vrai que les changements, l'innovation, c'est toujours compliqué, et puis … on sait qu'au début on a toujours quelques originaux, quelques innovateurs qui vont pas écouter les autres, qui vont décider d'y aller. Et puis, il y a un moment une majorité précoce qui bascule, et puis voilà, ça change les choses.* » (ENT S21). L'analyse transversale des entretiens avec les distributeurs rapporte à voir une tension entre d'un côté une sémantique diffusionniste de l'innovation et de l'autre la perception d'une grande diversité de déterminants structuraux et sociaux de l'innovation.

Carte 14 : L'hétérogénéité départementale du déploiement du robot de traite : entre structure et agentivité face à l'innovation

Pays de Dol

Zone d'implantation en 1998 du 2ème robot du département (et 3ème robot Lely sur le territoire français), une mauvaise expérience qui participe encore aujourd'hui à expliquer la faible dynamique de robotisation de la zone.

" *Au début, quand ça marchait pas encore vraiment bien, deux frères ont mis un robot vers Dol-de-Bretagne, ca a été une catastrophe et aujourd'hui encore c'est une zone où on a du mal à en vendre.* "

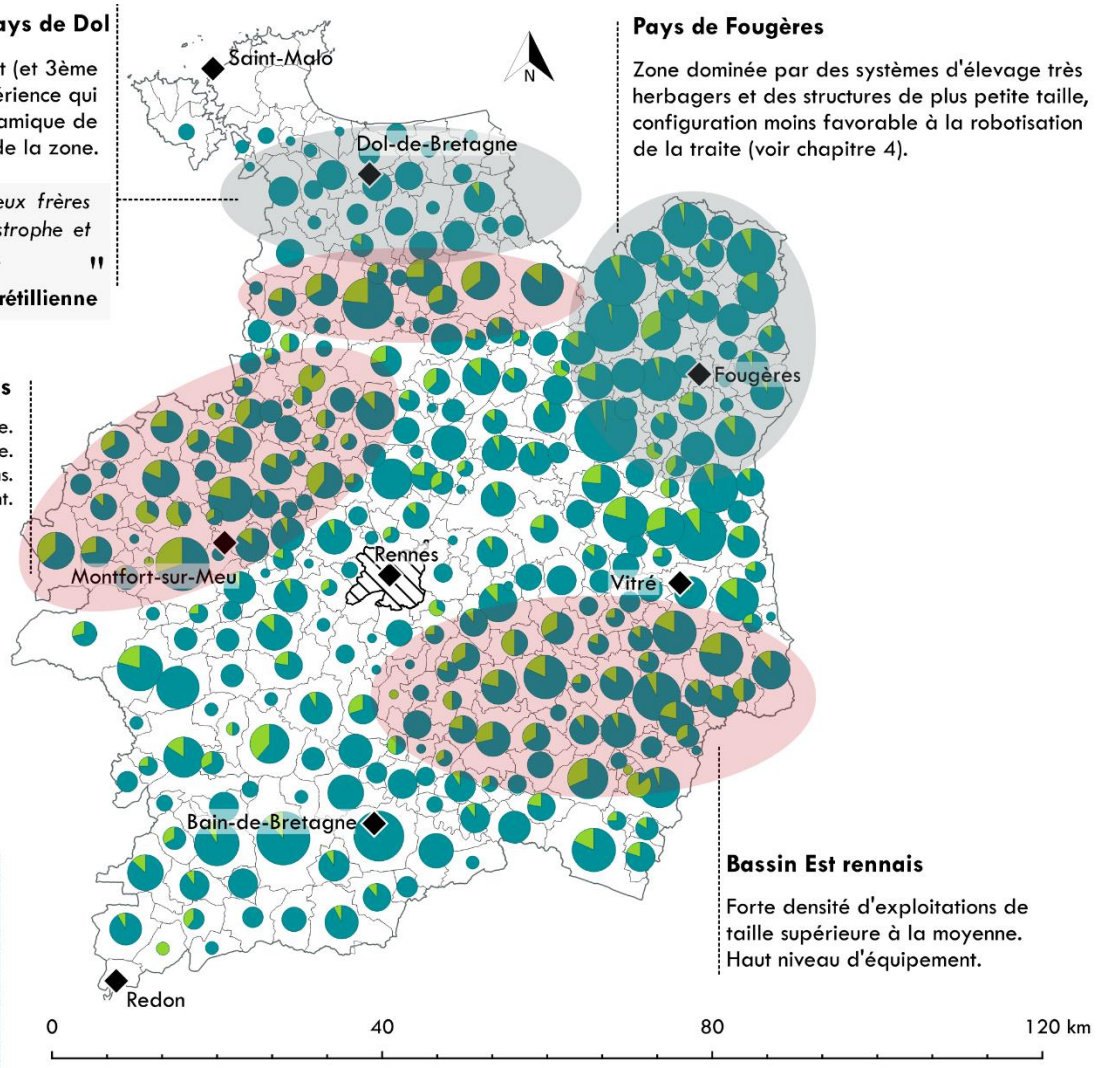
Un commercial d'une concession brétillienne

Pays de Fougères

Zone dominée par des systèmes d'élevage très herbagers et des structures de plus petite taille, configuration moins favorable à la robotisation de la traite (voir chapitre 4).

Bassin Ouest rennais

Notre zone d'étude brétillienne.
Forte densité d'exploitations de taille supérieure à la moyenne.
Part importante des céréales fourragères dans les rotations.
Haut niveau d'équipement.



Bassin Est rennais

Forte densité d'exploitations de taille supérieure à la moyenne.
Haut niveau d'équipement.

T. Martin 2023

Part des exploitations laitières robotisées

- Sans robot
- Avec robot

Nombre d'exploitations produisant du lait par commune :

45
20
10
1

Zone de fort déploiement du robot de traite

Zone de faible déploiement du robot de traite

Aire urbaine de Rennes

Interpolation IDW de la part des exploitations robotisées

Sources :
Le nombre d'exploitations produisant du lait par commune provient du recensement agricole de 2020 (somme des OTEX 45 et 47). Le nombre d'exploitations par commune équipées d'un robot de traite est issu des données du contrôle laitier d'Ille-et-Vilaine (Eilyps). Les zones de faible et fort déploiement du robot de traite ont été identifiées à partir d'une interpolation IDW sur QGIS.

2.1.2 *Quand le robot révèle et conflictualise une division territoriale du travail*

Sur notre terrain de Haute-Savoie, le premier robot de traite est installé en 2009 dans une exploitation du plateau des Bornes (ENT E18-74). Puis au cours des années 2010, d'autres éleveurs se convertissent à la traite robotisée. Suite à ce déploiement, la robotisation de la traite va être l'objet d'un conflit entre éleveurs, certains étant favorables à la robotisation de la traite et souvent équipés, d'autres étant totalement opposés à son utilisation dans la zone AOP. Pour les éleveurs opposés à la robotisation de la traite, le robot est perçu comme une menace pour la qualité du lait, mais surtout pour l'image que les consommateurs se font de la production laitière en zone Reblochon. Ce conflit a pris une telle dimension que plusieurs procès ont eu lieu notamment en 2015 devant le tribunal administratif de Grenoble (ENT S7, S8). Un syndicat des éleveurs équipés d'un robot de traite en AOP Reblochon (SYPROL) a été créé pour soutenir judiciairement les éleveurs pénalisés par des contrôles révélant des manquements au cahier des charges[216]. Géographiquement, la robotisation de la traite ne concerne que le « bas » où la quasi-totalité des exploitations équipées s'y concentre (seule 1 exploitation est équipée d'un robot de traite dans la zone de montagne – ENT E1-74). Le conflit est vécu comme une opposition entre deux grands espaces que sont le haut et le bas. Nous avons vu que cette géographie du vécu[217] révèle des espaces différenciés autant par le milieu biophysique exploité, par les systèmes de production et de transformation en présence et les pratiques associées et par leur contribution respective à la construction d'une rente de qualité territoriale (2.2.2 du chapitre 4, page 200). La robotisation de la traite vient ainsi mettre en lumière ces différences structurelles et fonctionnelles entre deux grandes formes d'agriculture, mais rappelle aussi que la construction de la rente de qualité est l'affaire de tous, du haut comme du bas. La capacité à justifier d'un prix de vente plus élevé n'incombe pas seulement aux éleveurs du haut. Dès lors que celle-ci compromet l'image ou la qualité du produit, l'évolution des pratiques du bas concerne tous les producteurs de la zone. L'impact de la robotisation de la traite sur la qualité du lait que ce soit au regard de critères sanitaires, organoleptiques ou de fromageabilité, dépend des études considérées et aucun consensus n'apparaît à l'heure actuelle (Wiking et Nielsen 2007; Hogenboom et al. 2019; Franceschi et al. 2022). De plus, plusieurs fruitières collectent du lait produit en traite robotisée depuis plus de 10 ans et cela n'a à notre connaissance pas fait l'objet de signalements particuliers. Une

[216] Nous ne rentrons pas dans les détails juridiques de ces affaires, mais retenons cependant que la judiciarisation du conflit met en débat les points de contrôle du cahier des charges contenus dans le plan de contrôle. Ce dernier est le support de l'activité des organismes du contrôle externe tels que Certipaq. Le plan de contrôle est un moyen d'évaluer le respect du cahier des charges et permet d'identifier des manquements mineur, majeur ou grave dont les implications vont de la simple obligation de réajustement à la perte de l'habilitation à produire du Reblochon AOP. Les points de contrôle qui peuvent constituer des manquements dans les exploitations équipées de robots de traite sont relatifs à l'intervalle de 8 heures entre deux traites et à la durée maximale de 4 heures par traite.

[217] Le concept d'espace vécu a été développé par le géographe français A. Frémont pour retranscrire l'espace comme un objet de représentations et de perceptions socialement construites (Frémont 1976).

autre perspective nous semble nécessaire pour comprendre les tenants de ce conflit au-delà des implications techniques de la robotisation de la traite. Ayant enquêté des éleveurs partageant des positions opposées vis-à-vis de la robotisation ainsi que différentes parties prenantes du conflit et de sa judiciarisation[218], nous souhaitons ici montrer que ce conflit traduit deux espaces vécus qui sont également des espaces de construction des représentations, des normes et des valeurs sur le travail.

Pour les éleveurs du bas, le robot est un moyen d'accès à un autre style de vie, car il facilite la flexibilité de l'organisation du travail permettant, par exemple, de libérer des soirées pour d'autres activités non professionnelles. Cette aspiration à un autre style de vie où le petit déjeuner peut être pris en famille et les soirées partagées entre amis est d'autant plus importante en bas que les éleveurs partagent de plus en plus cet espace avec des travailleurs urbains. Le plateau des Bornes est en effet situé entre deux grandes aires urbaines que sont Annecy et Genève et connaît une forte dynamique de construction associée à l'arrivée dans cette zone rurale de travailleurs urbains. La proximité géographique de grands centres urbains et la fréquentation de travailleurs urbains constituent un élément central du discours des éleveurs équipés d'un robot de traite sur le plateau des Bornes. En abordant les raisons du passage à la traite robotisée, la large majorité des éleveurs enquêtés comparent leurs conditions de travail et notamment l'amplitude horaire de leurs journées avec celles des travailleurs urbains vivant sur le plateau des Bornes ou dans la vallée de l'Arve. La robotisation de la traite est vécue comme un moyen de changer de style de vie et d'accéder à des activités de loisir, culturelles ou de passer du temps en famille. De plus, cette aspiration à se libérer de la traite s'inscrit dans des trajectoires d'exploitations marquées par l'agrandissement des structures et de fait l'augmentation de la durée de la traite et de la répétition des gestes.

En haut, pour les éleveurs des vallées préalpines, le travail est au cœur d'un style de vie pastoral. La transformation du lait en fromage après chaque traite, la livraison chez l'affineur, la vente directe et la montée en alpage sont autant d'éléments qui rythment l'organisation temporelle du travail et façonnent les sociabilités et représentations collectives[219]. La traite n'est pas vécue comme une contrainte, car les troupeaux sont généralement inférieurs à 50 vaches laitières. La durée de traite est généralement inférieure à 1 heure et les gestes répétitifs ainsi limités. La valorisation du lait par la transformation et le développement de la vente directe qui a accompagné l'expansion du tourisme ont permis aux éleveurs de s'affranchir d'un agrandissement des exploitations. Au sein de cette chaîne de valeur, la traite est une activité symbolique, la composante d'une activité diversifiée et

[218] Avocat du syndicat des éleveurs équipés de robots de traite en AOP Reblochon, membres du SIR, responsables de l'INAO et de Certipaq.

[219] Ces éléments proviennent d'une observation participante d'une journée passée avec un couple d'éleveurs et producteurs de Reblochon fermier et enquêté à trois reprises (ENT E15-74).

valorisée par la visite des consommateurs qui viennent acheter le fromage à la ferme. Cette moindre division du travail participe à une plus grande valorisation sociale de l'activité des fermiers du haut et à une moindre pénibilité vécue de la traite. La robotisation de la traite ne trouve dans les élevages du haut ni sa pertinence technique, ni son intérêt économique, ni les conditions sociales de son déploiement.

Alors qu'en bas, la production laitière est vue comme un frein à de nouvelles aspirations, à l'accès à un style de vie urbain et contemporain, en haut, le travail est intimement lié à un style de vie pastoral et montagnard. Le déploiement du robot de traite dans les exploitations du bas vient dévoiler ces deux formes d'organisation sociale du travail et les styles de vie associés. Le discours d'un éleveur du bas équipé d'un robot de traite illustre particulièrement bien l'importance des différences dans les représentations de l'activité qui séparent le haut du bas :

> *« Nous on côtoie des décolleteurs, on voit comment ils vivent. Eux c'est tous des paysans qui vivent entre eux, ils sont tous en train de traire. Ils ne voient pas la nécessité de calmer un peu le week-end. Nous on côtoie tout le monde, on voit bien que notre façon de vivre, on est carrément décalé avec les autres. Tu vois bien que nous on travaille 7j/7, tout ça, tu te dis qu'à un moment faut arrêter ».*
>
> (ENT E4-74)

Bien entendu, certains éleveurs du haut ne sont pas contre l'autorisation du robot de traite et certains opposants à cette innovation sont localisés sur le plateau des Bornes. Les représentations du travail ne sont pas non plus uniquement conditionnées par l'espace géographique. Pour autant, analyser le conflit par ce prisme a le mérite de retranscrire la manière dont il est vécu par beaucoup d'éleveurs, mais aussi de ne pas réduire la question de l'acceptation des innovations dans les zones d'AOP à une question technique de compatibilité avec le cahier des charges. Différentes représentations et aspirations au travail cohabitent et c'est bien cela que le conflit autour du robot de traite en zone Reblochon donne à voir.

2.2 Le travail de maintenance : une nouvelle division spatiale du travail

2.2.1 Les nouvelles relations de travail entre éleveurs et techniciens

Nous allons maintenant voir en quoi cette astreinte de fluidité donne lieu à une nouvelle relation de travail entre l'éleveur et les techniciens de maintenance du robot de traite. Car si beaucoup annoncent la fin de l'astreinte de la traite, nous préférons voir en quoi celle-ci se métamorphose, implique de nouveaux acteurs et s'organise dans d'autres espaces et d'autres temporalités. Ainsi, l'astreinte devient aussi celle de ces techniciens chargés

d'intervenir en cas de panne avec des contraintes temporelles nouvelles qui sont celles du maintien d'une traite continue. Il en découle une nouvelle relation de travail entre l'éleveur et le technicien autour de cette astreinte de fluidité. Bien que certaines pannes soient gérées par les éleveurs, le robot de traite mobilise des technologies nouvelles (cartes électroniques, caméras 3D, etc.) vis-à-vis des autres machines à traire et implique de nouvelles compétences techniques pour identifier et solutionner les pannes. C'est pourquoi, parallèlement au déploiement du robot de traite, les entreprises se sont dotées de techniciens de maintenance aux compétences spécifiques et capables d'intervenir rapidement sur les pannes de robot.

Prenons le cas de la franchise Lely à Bain-de-Bretagne, au sud de Rennes. L'entreprise gère un parc de 800 robots de traite avec 16 techniciens uniquement dédiés à la traite robotisée. Une partie des techniciens sont en charge de l'installation des nouveaux robots, d'autres du reconditionnement des robots d'occasion et certains sont d'astreinte de dépannage. Cette astreinte est partagée par différentes équipes. Quatre techniciens interviennent sur les pannes en journée toute la semaine et trois autres sont en charge de la fin de semaine. Un technicien gère les appels de nuit et intervient lorsque cela est nécessaire, un autre se tient en « *back-up* » si plusieurs interventions simultanées sont nécessaires. Une autre équipe se charge de l'astreinte le week-end (Encadré 13). Le nombre d'interventions varie de 3 à 15 chaque semaine : « *J'ai des semaines où j'ai trois interventions de nuit. Ça c'est une semaine où j'ai pas grand-chose. Après si j'ai une grosse série d'orages sur la même nuit sur une zone, je peux avoir 15 dépannages la même nuit.* » (ENT S21).

L'éleveur paye un contrat de maintenance dont le tarif varie entre les marques, mais également au sein d'une même marque en fonction des conditions choisies. Chez DeLaval, par exemple, trois types de contrats de maintenance sont proposés (« autonomie », « confiance » et « sécurité ») et coûtent respectivement 3 € pour 1 000 litres, 8 € pour 1 000 litres et 10 € pour 1 000 litres. Bien que rares, il existe aussi des situations où l'éleveur ne souscrit à aucun contrat de maintenance et gère l'entretien et les pannes du robot sans l'intervention du concessionnaire (1 exploitation enquêtée sur 36 – ENT E3-35). Le coût de ce contrat de maintenance explique pour l'essentiel le coût plus élevé du robot par rapport aux autres machines à traire. D'après le rapport sur le coût de fonctionnement des machines à traite de la chambre d'agriculture des Pays de la Loire, le coût de fonctionnement du robot de traite est 2,3 fois plus élevé que les salles de traite en épis, en traite par l'arrière ou rotative (Huneau et al. 2017). La variabilité de ce coût est également plus grande en traite robotisée compte tenu de la diversité des contrats de maintenance. Lorsque l'éleveur est confronté à une panne qu'il ne peut pas gérer par lui-même, il fait appel au service de dépannage de son concessionnaire ou de la franchise. Certaines pannes empêchent le robot de fonctionner et nécessitent une intervention rapide pour remettre en marche la machine et reprendre au plus vite la traite continue. C'est le cas, par exemple, lorsqu'une pompe à vide est défectueuse ou qu'un bras pneumatique est bloqué. Lorsque la machine est à l'arrêt, le caractère urgent de la panne est généralement partagé aussi bien par l'éleveur que par le concessionnaire et ses

techniciens. Parfois, l'éleveur juge certaines pannes urgentes alors que le concessionnaire ou le technicien estiment que celle-ci peut attendre quelques heures voire le lendemain. C'est le cas par exemple d'un problème avec les différents dispositifs qui assurent le nettoyage et la désinfection des trayons : « *On n'a pas la même vision des choses. Par exemple, un robot qui ne désinfecte pas bien, ce sont les leucocytes] qui montent… eux du moment que ça trait c'est bon quoi… si c'est les butyriques ça va, ça descend vite, mais les leuco ça met longtemps à redescendre.* » (ENT E5-35). Pour l'éleveur, le contrat de maintenance représente le paiement d'un service et ce dernier doit être de qualité en toutes circonstances. Du côté des concessionnaires et franchises, ce n'est pas la situation de l'éleveur qui détermine à elle seule le caractère urgent de l'intervention, mais également la situation du parc que doit gérer l'entreprise. Lorsqu'au sein du parc, plusieurs pannes se déclarent au même moment, les techniciens doivent prioriser leurs interventions et ainsi faire patienter les éleveurs dans les situations jugées par le technicien comme moins urgentes. Cet arbitrage est également pondéré par une logique géographique, le technicien cherchant à limiter les temps de déplacement. L'appréciation de l'urgence par les éleveurs se fait au regard des conséquences de la panne sur le bon déroulement du système d'élevage (santé, production et reproduction des animaux, etc.), mais également du système de production (organisation du travail, disponibilité du matériel, etc.). Cette appréciation est bien différente pour les techniciens et ce d'autant plus qu'ils sont peu souvent issus du milieu agricole ou dotés d'une formation agricole. Si, au début du robot de traite (fin des années 1990 et début des années 2000), les premiers techniciens de maintenance étaient souvent des personnes issues du milieu agricole et formées à la maintenance des robots, l'extension du parc de robots a obligé les concessions et franchises à recruter de nombreux techniciens et à définir un profil et une fiche de poste spécifique. Bien que recruter une personne issue du milieu agricole facilite la relation de travail avec les éleveurs, il n'en reste pas moins que les compétences en maintenance industrielle sont prioritaires pour les concessionnaires. Aujourd'hui, les techniciens recrutés sont pour la plupart dotés d'une formation en procédés industriels[220] et sont plus rarement issus du milieu agricole. La divergence quant à la qualification de l'urgence tient donc en partie au fait que l'éleveur la détermine à l'échelle de son exploitation alors que le technicien l'organise à l'échelle du parc de robots. Les difficultés de cette nouvelle relation de travail sont également celles qui gouvernent la perception du salariat par les éleveurs, celle de l'écart entre le temps de l'éleveur et celui du salarié (voir chapitre 5). Les notions de journée de travail et de semaine de travail dessinent des contours bien différents pour l'éleveur et pour les techniciens de maintenance. Certains éleveurs exigent des techniciens une disponibilité calée sur l'organisation temporelle de leur propre travail alors que l'organisation du travail du technicien s'inscrit dans les conditions du salariat, d'une organisation temporelle prescrite par le concessionnaire et contrainte par le droit du travail.

[220] Tel qu'un BTS Mécanique et automatismes industriels. Pour voir un exemple d'offre de poste de *Technicien de maintenance robot de traite et alimentation,* voir sur le site Agriaffaires.

« TM : [Et d'ailleurs, autant en élevage, on parle beaucoup du problème d'accès à la main-d'œuvre, des difficultés à trouver des salariés, notamment pour la traite. Est-ce que vous c'est aussi une difficulté que vous pouvez avoir pour recruter des techniciens. Avec ce que ça implique en termes d'astreinte ?] Ah, bah, oui, c'est déjà compliqué … tous les métiers techniques on est en pénurie, surtout sur le bassin rennais. Donc on rajoute des astreintes par-dessus, c'est sûr que ça n'arrange pas les choses… Les astreintes, mais aussi les spécificités du milieu agricole... Comment… Qui sont pour certains un avantage certain : ne pas être dans un milieu aseptisé de type usine, donc ça, ça motive des gens à rejoindre le milieu. Par contre, le gros souci qu'on a, c'est qu'on a un pourcentage, qui reste très faible, mais suffisant quand même, d'agriculteurs qui ont tendance à manquer un peu de discernement et à occulter qu'ils vivent dans un monde un peu complexe et avoir un relationnel extrêmement difficile… avec les gens qui viennent chez eux. Se croire les seuls à travailler dans le monde, à être exploité par tout le monde, etc. Et cette frange de clientèle là, qui est somme toute est très réduite, finalement a un impact. Ils peuvent être vulgaires, détestables avec le personnel, voire agressifs. C'est également un des gros problèmes de recrutement. Enfin, ce n'est pas un problème de recrutement, c'est un problème pour fidéliser les gens dans le monde agricole. »

(ENT S21)

Cette nouvelle relation de travail entre éleveurs et techniciens s'inscrit également dans un contexte de forte rotation au sein des effectifs de techniciens : « *C'est plus facile de trouver des clients que de trouver des salariés aujourd'hui.* » (ENT S21). La conflictualité de cette relation participe aux difficultés à maintenir des techniciens de maintenance pour les concessionnaires. Et puisque beaucoup d'entre eux sont extérieurs au milieu agricole, l'acculturation aux conditions de l'éleveur prend un certain temps, temps que la forte rotation des effectifs ne permet pas toujours. Au sein de certaines concessions ou franchises, des formations destinées aux techniciens sont organisées afin de les préparer aux conditions de travail des éleveurs. Lorsqu'une relation de confiance s'instaure entre un technicien et un éleveur, des arrangements hors du cadre prescriptif du concessionnaire sont réalisés. Par exemple, le technicien peut laisser des pièces de dépannage en avance chez un éleveur afin que celui-ci puisse réparer seul la prochaine panne envisagée sans faire déplacer le technicien. Et si certaines relations entre éleveurs et techniciens sont difficiles, les éleveurs, satisfaits et conscients de l'important roulement, vont faire en sorte que le technicien reste chez leur concessionnaire. C'est ce que nous raconte notamment le responsable d'une franchise en Ille-et-Vilaine :

*« **TM : [Chez les éleveurs, j'ai pas mal entendu qu'il y a du turnover chez les techniciens en général…]***

Oui, alors à tel point que les clients se font la police entre eux. Quand ils ont un technicien qu'ils veulent garder et qu'ils savent que certains [éleveurs] sont un peu chiants, ils disent

"Écoute, je te préviens si tu te calmes pas avec ce technicien-là, et ben, l'année prochaine pour faire tes ensilages, tu te démerderas tout seul …" »

(ENT S21)

Cette nouvelle relation de travail autour de l'astreinte entre l'éleveur et le technicien s'insère donc au sein de groupes locaux que le robot de traite redessine. Les éleveurs voisins mutualisent la gestion de cette astreinte de fluidité en partageant des astuces, des conseils, mais également en déléguant l'astreinte en elle-même aux éleveurs voisins équipés d'un robot. L'astreinte qui incombe aux techniciens s'opère dans le cadre des régulations d'un travail salarié et des contraintes de déplacement. Le fort renouvellement des techniciens conduit les éleveurs à préserver la qualité des relations avec leur technicien. Dès lors ce n'est plus seulement un chantier d'ensilage ou de fenaison qui fait l'objet d'une mise en collectif du travail, mais bien la relation avec les techniciens chargés de la maintenance des robots de traite.

Encadré 13 : Cas d'étude. La franchise Lely de Bain-de-Bretagne en Ille-et-Vilaine

- Parc de 800 robots de traite
- Astreinte nocturne : de 3 à 15 par semaine
- 24 techniciens
    - 16 techniciens sur le robot de traite
    - 8 techniciens sur les autres robots (racleur, alimentation, repousse fourrage)
- Techniciens d'astreinte pour les dépannages de robots de traite :

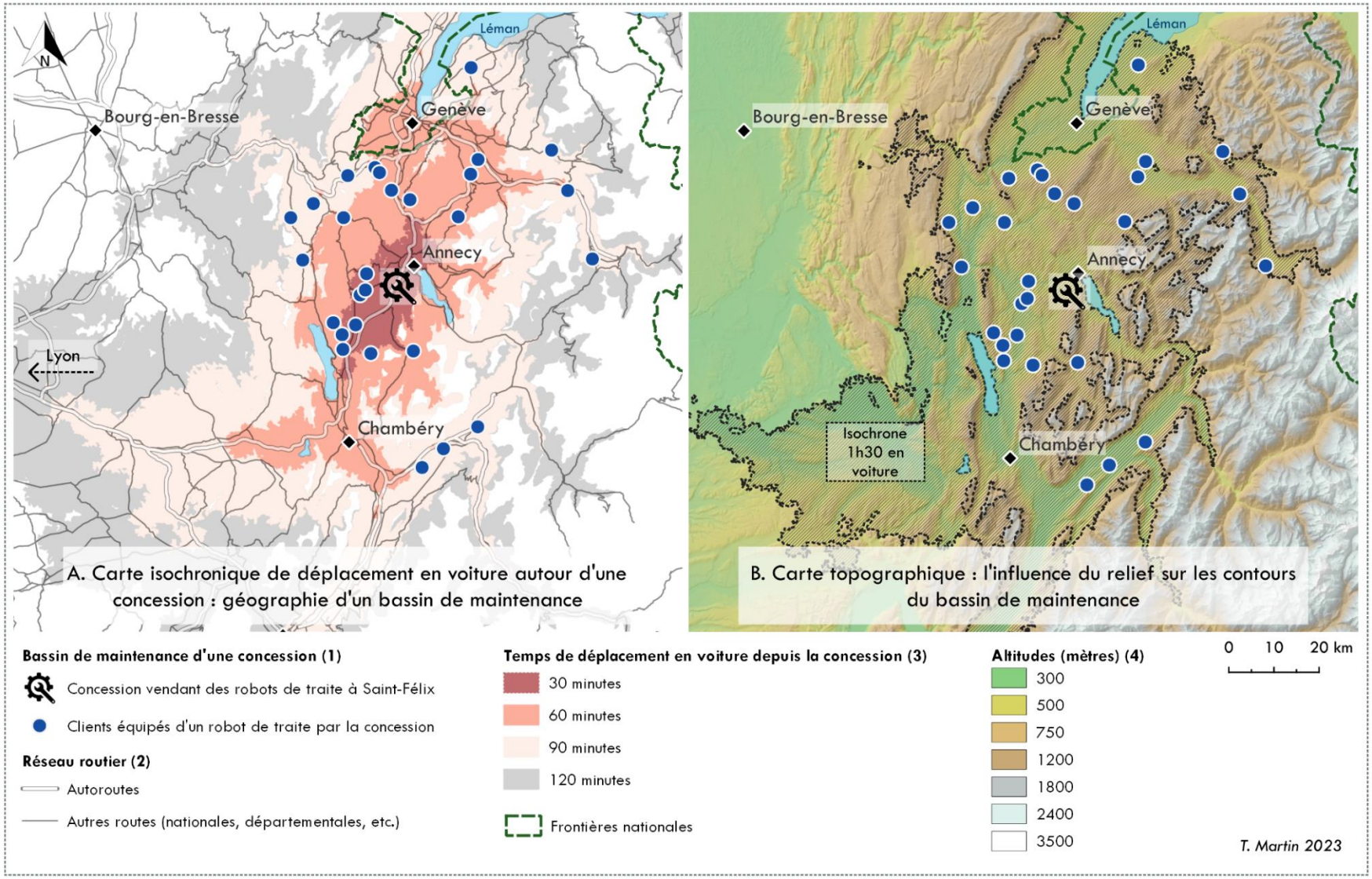
<table>
<tr><th></th><th>Lundi</th><th>Mardi</th><th>Mercredi</th><th>Jeudi</th><th>Vendredi</th><th>Samedi</th><th>Dimanche</th></tr>
<tr><td>Journée</td><td colspan="5">- 4 techniciens</td><td colspan="2">- 3 techniciens</td></tr>
<tr><td>Nuit</td><td colspan="4">- 1 technicien
- 1 technicien de secours si besoin de gérer plusieurs urgences nocturnes</td><td colspan="3">- 1 technicien</td></tr>
</table>

2.2.2 Les bassins de maintenance de la traite robotisée

L'astreinte de fluidité implique donc une nouvelle relation de travail entre l'éleveur et les techniciens de maintenance qui peut être comprise comme une nouvelle disposition de la division verticale du travail agricole mise en place pendant la période de modernisation d'après-guerre (Mazoyer et Roudart 2002). Nous avons vu l'importance du temps à la fois comme contrainte de cette organisation du travail – le maintien d'une traite continue – mais aussi comme contrainte relationnelle qui découle de l'écart entre le temps de travail autant réel que vécu de l'éleveur et celui du technicien. Si le temps est une entrée pertinente pour révéler ces reconfigurations de la division sectorielle du travail, l'espace l'est aussi.

Un concessionnaire s'engage par le contrat de maintenance signé avec l'éleveur à intervenir rapidement en cas de panne majeure, ce qui contraint sa zone d'action à un espace délimité par la durée de déplacement depuis la concession. Lors de la signature d'un contrat de franchise ou d'un contrat de concession entre une marque et une entreprise, une zone territoriale de prospection est délimitée à l'échelon communal. La prospective commerciale des distributeurs de robots ne peut donc se faire qu'au sein des communes sélectionnées. L'intérêt d'une telle délimitation est d'assurer à chaque point de vente une zone d'activité suffisante à la pérennité économique de l'activité, mais aussi de limiter la concurrence entre concessions ou franchises. Pour la distribution du robot de traite, ce zonage permet également aux marques de s'assurer que l'entreprise assure bien le service de dépannage en limitant une expansion territoriale qui mettrait à mal sa capacité à intervenir rapidement. Pour autant, les concessions et franchises peuvent recevoir une demande d'un client situé hors de cette zone de prospection. Si le contrat de concession ou franchise ne les contraint pas à refuser ces demandes, les vendeurs enquêtés refusent en général ces demandes situées hors de leur zone d'intervention. Cela s'explique en premier lieu par la nécessité de pouvoir intervenir rapidement sur l'exploitation, mais également de limiter les coûts du service de maintenance en limitant le coût et la durée du déplacement. En Haute-Savoie, un concessionnaire explique avoir refusé des demandes d'éleveurs localisés dans les Hautes-Alpes compte tenu du temps de déplacement. « *Y'a un gars à Sisteron qui voulait mettre deux robots, j'ai été obligé de dire non. Ce n'est pas que je lui ai dit non, mais j'ai essayé de lui faire comprendre que derrière y'aura pas le SAV. Parce que moi derrière c'est 4 heures de route.* ». En zone de montagne, la dynamique est accentuée par les contraintes du milieu (relief et enneigement). Le cas d'étude d'une concession située à Saint-Félix en Haute-Savoie illustre cette logique de bassin de maintenance (Carte 15). Grâce aux informations fournies par le concessionnaire, nous avons pu localiser l'ensemble des clients de l'entreprise équipés d'un robot de traite. Tous se situent à moins de 1h30 en voiture de la concession et l'éloignement est d'autant plus réduit à l'Est que le milieu montagnard contraint les temps de déplacement.

Carte 15 : Les contraintes spatiales du travail d'astreinte dessinent des bassins de maintenance – le cas d'une concession savoyarde



Source :
(1) Données exhaustives recueillies en entretien auprès du concessionnaire / (2) Données sur le réseau routier extraites de OpenDataSoft / (3) Données calculées sur QGIS grâce à l'extension 'Travel Time' / (4) Données issues de Copernicus EU / Autres données issues de l'IGN

Si l'étendue et les contours de ces bassins de distribution et de maintenance du robot de traite varient d'une marque à l'autre, mais également d'une concession à une autre, il n'en reste pas moins que l'astreinte de fluidité implique pour ces distributeurs du machinisme une logique d'exclusion de certains espaces. Ce réseau de distribution est en effet marqué par ce que certains vendeurs nomment des « *zones blanches* », des espaces trop éloignés d'une concession ou d'une franchise, où les vendeurs refusent de vendre des robots : « *Les zones où il n'y a pas de culture laitière ou fromagère, je pense à l'Occitanie et à la Grande Aquitaine, alors là ça dégage très vite quoi. Donc nous, ce sont des zones sur lesquelles on ne va pas s'appesantir.* » (ENT D6). Nos entretiens laissent entrevoir une amplification de ces zones blanches. Après une phase d'expansion spatiale accompagnant la croissance de la demande de robots, certaines marques envisagent une contraction du réseau de distribution aux espaces suffisamment denses pour assurer une certaine rentabilité. Cette contraction spatiale est motivée par la recherche d'économies d'agglomération : plus le bassin de maintenance est dense et moins il est étendu, plus les coûts de maintenance diminuent, ces derniers étant grandement liés aux durées et aux frais de déplacement. La recherche d'économies d'agglomération est particulièrement répandue dans le secteur laitier et gouverne l'action de nombreux acteurs des filières laitières. En premier lieu, l'agro-industrie de collecte et transformation encourage la concentration spatiale de la production afin de profiter de rendements d'échelle croissants (Ben Arfa et al. 2009). Les coûts de collecte du lait sont en effet élevés compte tenu d'une périssabilité qui oblige une collecte quotidienne, mais également d'une organisation sociale et économique de la production qui s'est historiquement appuyée sur de petites unités de production familiales[221]. L'effet d'agglomération ne se limite pas à la collecte, mais concerne également les coûts de construction des bâtiments d'élevage[222] ou encore celui des intrants dont le montant est moindre en plaine qu'en montagne et qui plus est dans le Grand-Ouest laitier[223]. Ainsi, cette logique de bassin de maintenance vient renforcer les effets d'agglomération déjà à l'œuvre. Les logiques géographiques des acteurs du machinisme agricole existaient bien avant le robot de traite ne serait-ce que pour assurer à chaque concessionnaire un parc suffisant pour sa pérennité économique et pour assurer à une marque une couverture de l'ensemble des espaces productifs. Mais le robot, et en particulier la nouvelle division sectorielle du travail qui lui est consubstantielle, accentue les contraintes géographiques de ce réseau. Dès lors, ce dernier n'est plus seulement le fruit de bassins de vente, mais également de bassins de maintenance. Des « *zones blanches* » émergent, des espaces dans lesquels les exploitations laitières peuvent difficilement avoir accès à cette innovation. En

[221] Malgré la forte dynamique de diminution du nombre d'exploitations laitières et de leur agrandissement, la production laitière française se démarque au sein de l'OCDE par la prédominance de petites structures au caractère familial (Chatelier 2003; Perrot et al. 2018).

[222] Analyse 2015 des coûts raisonnés de construction et rénovation des bâtiments d'élevage de ruminants, Institut de l'Élevage, communication personnelle.

[223] Christophe Perrot, Institut de l'Élevage, communication personnelle.

admettant une durée de déplacement de 2 heures[224] autour de chaque point de vente, nous pouvons cartographier non seulement l'espace de possibilité d'une maintenance du robot de traite, mais également la densité d'accès à une diversité de points de vente. En appliquant une isochrone de deux heures à chaque point de vente référencé, nous avons ainsi représenté l'espace d'accès à la robotisation de la traite dans le cadre de cette délégation de la maintenance (Carte 16). Comme déjà précisé, il est toujours possible d'acheter un robot en dehors de cet espace d'accès à la maintenance, mais ce choix reste rare compte tenu de la complexité des technologies et de la contrainte temporelle de la traite continue. Cette représentation cartographique décrit un arc qui s'étend de la Vendée au Massif central en passant par la Manche, le Pas-de-Calais, le Doubs et la Haute-Savoie. Cet arc se confond à peu de choses près au croissant laitier, nous renseignant ainsi sur la contribution de la robotisation de la traite au renforcement de la logique de concentration spatiale de la production laitière. Le bassin méditerranéen et les Alpes du Sud dessinent ainsi une zone blanche, un espace sans accès à la maintenance. Alors que le Grand-Ouest laitier présente une forte concentration des points de vente, les éleveurs ayant ainsi accès à une plus grande diversité de concessions et franchises. Le choix des marques de robot et des types de contrats de maintenance est ainsi bien plus large sur notre terrain bretillien qu'en Haute-Savoie. Cette inégalité d'accès et d'intensité de la concurrence pose question sur une potentielle variabilité géographique de tarifs de maintenance, point que nous n'avons pas pu explorer.

[224] Bien que la durée varie d'une concession ou franchise à l'autre, au regard de nos entretiens la valeur de 2h nous semble illustrative.

Carte 16 : Densité du réseau métropolitain de distribution du robot de traite

Ille-et-Vilaine

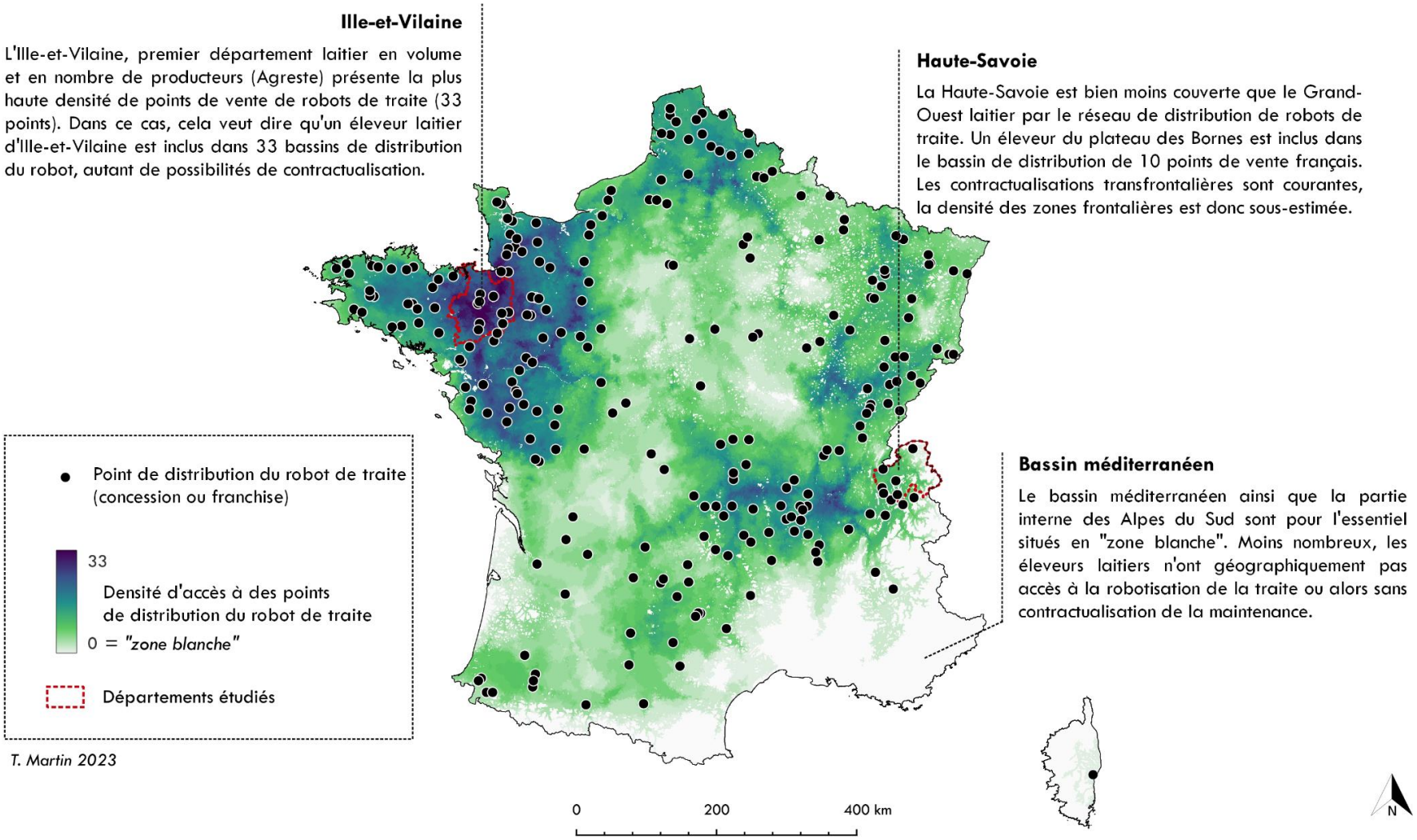
L'Ille-et-Vilaine, premier département laitier en volume et en nombre de producteurs (Agreste) présente la plus haute densité de points de vente de robots de traite (33 points). Dans ce cas, cela veut dire qu'un éleveur laitier d'Ille-et-Vilaine est inclus dans 33 bassins de distribution du robot, autant de possibilités de contractualisation.

Haute-Savoie

La Haute-Savoie est bien moins couverte que le Grand-Ouest laitier par le réseau de distribution de robots de traite. Un éleveur du plateau des Bornes est inclus dans le bassin de distribution de 10 points de vente français. Les contractualisations transfrontalières sont courantes, la densité des zones frontalières est donc sous-estimée.

Bassin méditerranéen

Le bassin méditerranéen ainsi que la partie interne des Alpes du Sud sont pour l'essentiel situés en "zone blanche". Moins nombreux, les éleveurs laitiers n'ont géographiquement pas accès à la robotisation de la traite ou alors sans contractualisation de la maintenance.



T. Martin 2023

Source :
Données collectées sur les sites internet des constructeurs par Quentin D. et Martin T. / traitement géomatique par T. Martin
Traitement : Pour chacun des 266 points de distribution, un isochrone de 2 heures en voiture a été dessiné. D'après nos entretiens, ce temps de transport approximatif conditionne les bassins de distribution des concessions et franchises. Puis une carte de chaleur a été réalisée en fonction de la densité de polygones isochroniques.

2.2.3 Vers une géographie laitière de l'amont : quelle place pour le machinisme ?

Nous souhaitons maintenant discuter ces résultats au regard des dynamiques historiques des bassins de production laitière. Pour cela, nous tâcherons de revenir sur le rôle des innovations techniques dans la réorganisation spatiale de la production laitière avant de montrer en quoi la robotisation de la traite invite à plus considérer les acteurs et innovations techniques de l'amont dans la construction des espaces de production.

De par sa périssabilité et une tendance rapide à la fermentation, le lait est soumis à des contraintes spatiales fortes pour sa commercialisation et sa consommation. F. Vatin rappelle cette *« ontologie »* du lait : soit il est consommé rapidement dans un espace proche du lieu de production, soit sa transformation favorise sa conservation et ouvre sa commercialisation à des espaces plus larges (Vatin 1996, 30). Ainsi, au fil des évolutions techniques et socio-économiques, les espaces de production, de transformation et de consommation laitières ont connu de profondes évolutions. Dès la fin du XIXe siècle, l'élevage laitier entame sa concentration dans le Grand-Ouest français (Bretagne, Normandie et Pays de la Loire) (Risse 1985). Déjà, c'est une innovation, le chemin de fer, qui encourage ce développement de la production laitière bretonne. Ouvrant les marchés parisiens aux beurres bretons, la « *révolution ferroviaire* » stimule la production laitière bretonne (Henry 1966, 256). Mais il faut attendre la seconde moitié du XXe siècle pour voir s'amplifier la spécialisation territoriale de l'agriculture et donc de la production laitière. À partir des années 1960, la modernisation de l'agriculture française s'accompagne d'une dissociation entre élevage et agriculture. Le développement de la moto-mécanisation remplace la traction animale et le développement des engrais de synthèse vient se substituer aux transferts de fertilité opérés par les animaux (Jussiau et al. 2000). Elle est à la fois une dissociation à l'échelle de l'exploitation (spécialisation des systèmes de production), mais aussi à l'échelle des régions agricoles. Cette division spatiale du travail voit émerger différents systèmes agraires régionaux fonctionnant en sous-unités complémentaires (Mazoyer et Roudart 2002, 521). Les zones d'élevage se distinguent ainsi des zones de grande culture et plus particulièrement, les bassins laitiers se différencient des zones allaitantes. Trois grands bassins de production laitière apparaissent alors, le Grand-Ouest, le Nord-Est et les « montagnes laitières » du Centre-Est (Jussiau et al. 2000, 446). La division verticale du travail est une autre conséquence de cette dissociation entre agriculture et élevage. Dans la plupart des exploitations agricoles, les moyens de la production agricole ne sont plus assurés par l'exploitation, mais par des industries. En amont, l'exploitation dépend de l'industrie pour accéder à divers moyens de production (machinisme, engrais, aliments pour le bétail) et en aval pour la collecte, la transformation et la commercialisation des produits du lait. Dès lors, l'exploitation laitière s'insère dans une filière avec d'autres acteurs et d'autres logiques. La géographie laitière sera par conséquent étudiée par le prisme des territoires des filières (Ricard 2018). D. Ricard rappelle la diversité des territoires de la production laitière que les

géographes français étudient depuis la seconde moitié du XXe siècle (*Ibid.*). D'abord, il y a le territoire de l'éleveur correspondant à l'ensemble des espaces exploités (parcelles et bâtis). Puis ces espaces se regroupent en un *bassin de production* ou *bassin de collecte* qui sont respectivement le territoire des éleveurs et le territoire des laiteries (Canévet 1993; Margetic 1994; Rieutort 1995). Le territoire des produits est surtout celui des AOP fromagères, celui d'une rente de qualité territoriale (Mollard 2001) pour des zones dont l'avantage comparatif n'était pas celui de la compétitivité par le prix. Pour ce faire, « *la filière génère des territoires organisationnels de gestion interprofessionnelle* » (Ricard 2018, 2). Au sein de ces filières laitières en pleine structuration, l'agro-industrie fait l'objet d'un intérêt particulier chez les géographes français. À la rencontre entre la géographie des firmes et la géographie rurale, une géographie des firmes agro-industrielles étudie les territoires de firme agro-industrielle dans un souci de compréhension du développement territorial (Margetic 2006). Denrée périssable et pondéreuse, le lait doit être collecté fréquemment et dans un délai de 72 h (Dedieu et Courleux 2009). Le lieu de sa transformation est par conséquent souvent proche du lieu de production. C'est pourquoi une seule usine de transformation collecte généralement l'ensemble du lait d'un bassin de production (*Ibid.*). Ainsi, la production laitière constitue un marché captif où la mise en place d'une concurrence entre firmes de la collecte est presque impossible. Cette nouvelle organisation verticale de la production laitière s'accompagne d'une innovation technique majeure : la pulvérisation du lait. Le développement du lait en poudre facilite la commercialisation du lait au-delà des espaces nationaux, faisant rentrer la géographie laitière française dans une géographie du commerce mondial du lait (Vatin 1996; Pinaud 2014). A contrario d'une collecte qui reste ancrée dans des logiques territoriales, la commercialisation du lait s'inscrit donc dans un processus de globalisation des échanges (Corniaux et al. 2014). La géographie laitière est donc aussi celle de bassins de production plus ou moins compétitifs et les évolutions politiques, telles que la suppression des quotas laitiers en 2015, questionnent l'amplification potentielle de la concentration spatiale de la production (Mundler et al. 2010; Chatellier et al. 2013b). Les économistes cherchent ainsi à identifier les déterminants des dynamiques spatiales de la production par l'analyse des forces de dispersion[225] (telles que les normes environnementales) et des forces d'agglomération (concentration des outils industriels) notamment dans l'anticipation des conséquences de la fin d'une administration publique des quotas laitiers : « *la production laitière déjà concentrée géographiquement pourrait se concentrer davantage dans les bassins de production où les entreprises sont déjà fortement présentes et où les atouts techniques sont nombreux (rendement des surfaces fourragères, pluviométrie, présence d'un réseau de développement agricole, etc.). Au cours des dernières décennies, les effets d'agglomération*

[225] L'analyse des effets de dispersion et d'agglomération spatiales est au centre de la nouvelle économie géographique (Duranton 1997). L'idée est de préciser les variables contribuant à la concentration spatiale des activités économiques (agglomération) ou à l'opposé à une distribution spatiale non agglomérée (dispersion).

des industries d'amont et d'aval ont, en effet, constitué un élément moteur de la compétitivité du secteur et une force d'agglomération. » (*Ibid.*, p. 2087).

Ce retour très rapide sur les grandes dynamiques géographiques de la production laitière française montre le rôle important - et de fait l'importance des études - des acteurs de l'aval et en particulier des agro-industries laitières. L'industrie de l'amont est quant à elle assez peu étudiée pour sa contribution réelle. Nous pouvons citer quelques monographies régionales sur l'insémination artificielle (Mergoil 1972) ou sur le contrôle laitier (Mergoil 1976; Bourgier 1980; Bourgier 1983), mais rien ne semblait jusqu'à présent donner matière à influencer les logiques spatiales de la production laitière française. Pourtant, les résultats de notre travail font valoir l'influence des entreprises du machinisme sur l'accès à une innovation qui marque le paysage sociotechnique des exploitations laitières, ainsi que les logiques collectives des territoires laitiers (Courageot 2018). La robotisation de la traite doit ainsi être considérée comme une nouvelle disposition de la division verticale (filière) du travail entre les industries d'amont, d'une part, et la production agricole, d'autre part. Verticalement, la contractualisation de la maintenance contraint les logiques d'implantation des entreprises de vente et d'entretien des robots. C'est une forme d'externalisation d'une partie de l'astreinte de la traite aux entreprises de l'amont. Une partie seulement, car l'astreinte physique et biquotidienne de la traite est remplacée dans l'exploitation par une astreinte mentale permanente (Chapitre 5). Nos résultats montrent également comment le déploiement du robot de traite consolide la division horizontale (spatiale) du travail. En effet, nous avons montré comment l'astreinte de dépannage des robots fait émerger des zones blanches, sans accès à cette innovation, tandis qu'elle amplifie la concentration territoriale de la production. Alors que l'externalisation de la collecte et de la transformation a fait émerger des bassins de collecte, l'externalisation d'une partie de l'astreinte de la traite donne lieu à des bassins de maintenance. Cette contribution des acteurs du machinisme de la traite à la dynamique géographique de la production laitière est toutefois à relativiser au regard du rôle et du pouvoir des agro-industries laitières françaises (Margetic 2014). Le robot de traite participe donc, au même titre que les transformations advenues dès les années 1970, à une réorganisation du travail à la fois verticale (externalisation) et horizontale (spécialisation territoriale).

Conclusion

Le déploiement du robot est très hétérogène d'un pays à l'autre. Cette disparité illustre les déterminants structurels de l'adoption que sont les structures d'exploitations, les politiques relatives au marché du travail et au soutien à l'agriculture. À l'échelon national, l'organisation du travail d'astreinte de maintenance occupe un rôle central de la stratégie de déploiement des distributeurs de robots. En effet, cette astreinte de maintenance contraint les espaces d'activité des concessions et franchises par deux mécanismes. En premier lieu, le

bassin d'activité doit être assez étendu pour assurer un volume d'activité suffisant à l'organisation du travail d'astreinte dans les collectifs de techniciens des entreprises de maintenance et à une spécialisation du métier de technicien en robotique. La taille de ces bassins de distribution et de maintenance dépend notamment de l'historique de chaque marque et de la gamme des équipements proposés. Ensuite, ces bassins sont contraints par la nécessité d'une intervention rapide en cas de panne et par la recherche d'économies d'agglomération permises par la limitation des durées de déplacement. Cette maintenance articule une nouvelle relation de travail entre les éleveurs et les techniciens dont les tensions et les coordinations reposent sur diverses représentations de l'urgence. Alors que l'éleveur raisonne la notion d'urgence à l'échelle de son activité, les techniciens priorisent leurs interventions à l'échelle du bassin de maintenance. De plus, ce travail de maintenance fait l'objet de coopérations locales entre les éleveurs, ce qui éclaire sous un nouveau jour la centralité des groupes sociaux locaux dans les dynamiques d'adoption des innovations techniques. Acheter le même robot que son voisin traduit l'ancrage de ce choix dans un réseau de coopération, notamment autour de l'astreinte. Pour autant, le déploiement du robot de traite en zone d'AOP Reblochon conflictualise la division territoriale du travail de rente de qualité. Ce conflit éclaire deux espaces géographiques, le haut et le bas, sous un nouveau jour. En plus d'être des espaces de pratiques liées à un milieu biophysique, ils sont des espaces vécus où les représentations, les normes et les valeurs sur le travail se construisent de manière différenciée. Ainsi ce chapitre témoigne de l'intérêt d'étudier la division du travail dans sa dimension spatiale, et met plus particulièrement en lumière le pouvoir explicatif de l'espace géographique dans les reconfigurations sociales du travail. Analyser la robotisation par le prisme des nouvelles frontières du travail donne à voir de nouvelles logiques spatiales d'organisation de la production. Et réciproquement, s'intéresser aux nouvelles conditions spatiales du travail révèle de nouvelles configurations de la division du travail.

Discussion et conclusion générale

Au regard des différents résultats présentés dans les chapitres précédents, la robotisation de la traite apparaît s'accompagner d'un ensemble de réagencements du travail des éleveurs et des coopérations qu'ils construisent. Pour terminer ce manuscrit, nous souhaitons rappeler les principaux résultats de cette nouvelle division du travail, mais également les discuter au regard d'une perspective qui a ouvert cette thèse : l'imaginaire du robot. Pour cela, ce chapitre s'organise en trois parties. Dans une première partie, nous rappelons les principaux résultats de cette thèse en les agençant suivant trois catégories qui traversent nos chapitres de résultats : le contenu du travail des éleveurs, leurs relations de travail et les espaces géographiques du travail. Dans une seconde partie, nous revenons sur les deux grands imaginaires qui façonnent nos représentations des robots en agriculture. Nous éxaminons ainsi dans quelle mesure le robot de traite participe à une substitution du travail humain. Puis nous discutons de la participation du robot de traite à l'avènement d'une agriculture industrielle ou d'une industrialisation de l'agriculture. Pour cela, nous commençons par préciser ce à quoi ce qualificatif « industriel » renvoie. Dans une troisième partie, nous tâchons de voir en quoi la robotisation de la traite participe à la mise en place d'une nouvelle division du travail de production laitière ou bien d'une intensification de la division du travail portée par le projet modernisateur. Enfin, nous terminons par proposer quelques perspectives de recherche que cette thèse soulève avant de conclure par un rappel du message central que cette thèse veut mettre en discussion.

1. Les principales transformations du travail en traite robotisée

Le robot de traite implique le passage à une traite continue, ce qui constitue un changement inédit et profond dans l'histoire du machinisme de la traite. Cette nouvelle temporalité le distingue et impose d'en comprendre les implications sur le travail. En effet, le maintien de cette continuité prescrit une astreinte de fluidité entendue comme le travail de surveillance, de contrôle et d'intervention nécessaire à la continuité temporelle de la traite. L'éleveur reste l'acteur central de ce travail, mais la nature des tâches, leur distribution, les relations sociales qui les articulent et les espaces productifs qui en résultent se transforment.

1.1 Le temps et le contenu du travail

Dans l'exploitation agricole, ce travail de fluidité s'accompagne pour l'éleveur d'une nouvelle organisation temporelle du travail permettant une plus grande porosité entre travail et hors travail et facilitant son accès à d'autres rythmes sociaux, au profit des temps en famille

et de loisir. Le contenu du travail évolue également : les gestes répétitifs de la traite conventionnelle font place à un travail de bureau et au recours aux outils numériques. Le rôle de l'éleveur dans la traite est profondément déplacé avec pour conséquence de nouveaux indicateurs d'évaluation du travail, indicateurs qui reflètent notamment la capacité de l'éleveur à éviter les ruptures de flux. L'éleveur se rapproche ainsi de la figure du contrôleur de flux, idéal-type du travailleur de la dernière transformation productive à l'œuvre aussi bien dans l'industrie que dans les services (Vatin 1987; Rot 2002; Bidet 2005). Pour autant, pour l'éleveur, ce travail de fluidité voit se maintenir deux logiques inhérentes à son activité. Cette nouvelle organisation du travail perpétue la logique d'autoexploitation de l'éleveur qui a accompagné la modernisation laitière. L'amplitude horaire de la journée de travail s'élargit et la durée de travail des éleveurs augmente souvent en conséquence. De même, l'intervention physique de l'éleveur auprès des animaux reste essentielle au bon déroulement de la traite tant l'idéal de fluidité peine à s'appliquer à l'éthologie bovine.

1.2 Des relations de travail qui évoluent

Le maintien de cette traite continue redessine également les relations de travail que l'éleveur entretient avec différents acteurs. Dans l'exploitation agricole, si le choix de la traite robotisée s'inscrit souvent dans l'idée de remplacement d'un travailleur, cette nouvelle organisation temporelle facilite le salariat. L'éleveur peut proposer un emploi dont les horaires de travail sont bien plus attractifs qu'en traite conventionnelle, car plus proches des rythmes sociaux contemporains et urbains. De plus, le dispositif de traite robotisée facilite le contrôle du travail salarial notamment par la mise à disposition, en temps réel, d'indicateurs quantitatifs sur le bon déroulement du flux des vaches. En dehors de l'exploitation, la traite robotisée renforce les logiques de coopération locale et les réorganise autour du partage de cette astreinte de fluidité entre voisins. Le déploiement géographique des marques de robot illustre des logiques de mutualisation des connaissances, d'achat de consommables et de facilitation du remplacement mutuel entre éleveurs voisins. Enfin, l'astreinte de fluidité s'accompagne d'une nouvelle relation de travail entre l'éleveur et les techniciens de maintenance des robots de traite. Ces derniers interviennent en cas de panne sur un robot à l'échelle d'un bassin de maintenance et développent des relations de coopération avec les éleveurs pour faciliter le maintien de la traite continue. Cette nouvelle coopération s'accompagne parfois de tensions qui illustrent le fossé qui sépare les conditions de travail de l'éleveur de celles du technicien. Car si la traite robotisée implique une durée de travail souvent supérieure pour l'éleveur, pour les techniciens, cette astreinte s'inscrit dans le temps et les conditions du salariat.

1.3 Des espaces productifs redessinés

Le travail d'astreinte de fluidité contribue à redessiner les différents espaces géographiques au sein desquels la division du travail s'organise. Localement, le robot de traite

renforce les collaborations locales entre éleveurs confirmant ainsi l'importance des réseaux de coopération locale dans les dynamiques d'adoption des innovations en agriculture (Lucas et al. 2015; Darré 2018). L'astreinte de fluidité qui incombe aux techniciens de maintenance participe à dessiner de nouveaux espaces de travail que sont les bassins de maintenance. Leurs contours sont le fruit d'un engagement contractuel avec les éleveurs à intervenir rapidement en cas de panne et d'une logique économique de restriction des durées de déplacements. Les implications géographiques des contraintes de la maintenance du machinisme agricole ne sont pas propres au robot de traite. Pour autant, le maintien d'une production continue fait du travail de maintenance un maillon central de la division du travail en traite robotisée et un nouvel opérateur de ses espaces géographiques. La logique de bassin de maintenance participe à la tendance de concentration de la production laitière et de spécialisation des régions agricoles. Enfin, la robotisation de la traite met en lumière une division territoriale du travail de qualité qui fonde la rente de qualité territoriale de l'AOP Reblochon. Cette innovation contribue à la mise en conflit de deux espaces géographiques qui diffèrent par leurs milieux biophysiques et constituent deux grands espaces de pratiques agricoles contrastés, mais imbriqués. Ce « haut » et ce « bas » se distinguent également comme des espaces de sociabilité différents où la conception du travail d'éleveur diffère.

2. Les imaginaires du robot en agriculture

Cette thèse tente de déconstruire deux grands imaginaires qui structurent notre rapport aux robots en agriculture. Le premier est celui qui inscrit le robot dans le mythe du grand remplacement automatique (Casilli 2019), perpétuant ainsi l'imaginaire science fictionnelle de la fin du travail humain. Le second fait du robot une innovation pour « *l'agriculture industrielle* », archétype tantôt militant parfois scientifique, mais rarement pleinement satisfaisant pour comprendre l'influence des principes industriels sur l'organisation de la production agricole.

2.1 De la substitution aux nouvelles frontières du travail

Nous avons vu que le robot est sorti d'œuvres de science-fiction au début du XXe siècle avec deux grands imaginaires. Nous devons à K. Capek (1921) les fondements d'une tradition littéraire employant la peur du remplacement des hommes par les robots, elle-même puisant dans le mythe du Golem qui a traversé et inspiré de nombreux contes et romans. Trois décennies plus tard, l'écrivain russe I. Asimov fonde un autre imaginaire reposant sur l'espoir de libération des hommes du travail grâce aux robots (Asimov 1950). Depuis, ces imaginaires n'ont cessé de façonner nos représentations collectives des robots et d'influencer leurs concepteurs, leurs vendeurs et leurs détracteurs. L'on comprend donc les controverses qui accompagnent le déploiement des robots en agriculture. Le débat sur la fin des paysans (Mendras 1967) se voit ainsi réactualisé et renouvelé par le déploiement des robots agricoles.

En décembre 2018, à l'occasion du Forum International de la Robotique Agricole, grand salon annuel des acteurs de la robotique agricole, un groupe de militants a pris place sur scène avec une banderole où l'on pouvait lire : « *des paysan.e.s, des animaux, pas de robots.* » (Figure 52). Cet évènement illustre une tendance récente à l'appropriation politique de cette révolution numérique de l'agriculture qu'acteurs privés et publics mettent en avant et nous rappelle que les évolutions techniques s'inscrivent dans des changements plus globaux des modes de production et de l'organisation du travail qui doivent être mis en débat. Il est cependant intéressant de remarquer qu'une part de ces critiques envers la robotique agricole s'inscrit dans le même imaginaire de substitution du travail humain que les acteurs de la robotique agricole mobilisent. Au regard de nos résultats, nous souhaitons ici montrer qu'au-delà d'une possible substitution, ce sont les déplacements du travail par la robotisation qui constituent un enjeu majeur des évolutions des conditions de l'activité agricole.

Figure 52 : Intervention d'un groupe de militants au Forum International de la Robotique Agricole à Toulouse en décembre 2018 (source : article du 17/12/2018 publié sur Reporterre et sous le titre « Des paysan.ne.s réfractaires à la robotisation et leurs complices »)

Au même titre que les précédentes machines à traire - pot-trayeur, lactoduc, salle de traite - la robotisation de la traite constitue une nouvelle étape de progression de la productivité physique du travail. Chaque actif peut s'occuper d'un nombre toujours plus élevé de vaches laitières et produire plus de litres qu'aux étapes précédentes. Ainsi le robot de traite perpétue une logique historique de progression de la productivité physique du travail agricole et donc de réduction du nombre d'actifs dédiés à l'agriculture. Pour autant, l'approche par la productivité ne doit pas invisibiliser le fait que derrière un actif se cachent des durées de travail qui peuvent fortement varier d'un contexte à l'autre. La hausse de la productivité ne serait donc pas seulement imputable aux évolutions techniques (machines, équipements, intrants), mais aussi à un travail toujours plus conséquent des agriculteurs. Les

éleveurs déclarent travailler plus qu'avant et plus que leurs parents. Bien que cette perception mériterait une confrontation à des données quantitatives[226], elle illustre que la durée du temps de travail n'est pas qu'une mesure et constitue une perception doublement relative : relative aux normes et valeurs sur le travail et relative aux autres travailleurs et secteurs productifs. Cette perception de la durée du travail des éleveurs est centrale dans le registre de motivation à l'achat d'un robot de traite. La robotisation de la traite doit donc aussi être comprise comme une remise en question de l'autoexploitation qui, si elle repose de moins en moins sur la famille, continue d'expliquer l'élargissement de l'amplitude horaire du travail des éleveurs. Car au stade de projet, la robotisation de la traite est perçue comme la perspective d'une diminution de la quantité de travail révélant la force de l'imaginaire de substitution associé au déploiement du robot de traite. La robotisation de la traite intervient généralement lors de bifurcations caractérisées par le départ d'un travailleur ou le besoin d'élargissement du collectif de travail. Elle est souvent vécue par les éleveurs comme un choix alternatif notamment au travail salarial et pour la plupart des éleveurs enquêtés, le robot de traite « *travaille* ». Au regard des trajectoires d'exploitations étudiées, le robot de traite se substitue donc, en apparence au moins, au travail humain. Toutefois, les éleveurs déclarent souvent travailler plus qu'avant l'arrivée du robot, car l'amplitude horaire d'une journée type s'élargit. Le temps du robot, celui d'un flux continu de vaches, façonne le temps des hommes en imposant une surveillance permanente et une mise à disposition du travail humain en cas d'arrêt du flux. Le maintien d'une production continue est central pour comprendre l'élargissement de l'amplitude horaire du travail des éleveurs et de fait la perception d'un temps de travail plus important avec le robot. Mais les déplacements du travail transforment profondément l'activité notamment en rendant l'organisation du travail plus flexible et de fait le travail plus agréable pour les éleveurs. Ces déplacements mobilisent également de nouveaux travailleurs que sont les techniciens de maintenance des concessions et franchises du machinisme de la traite. Et bien que la robotisation de la traite puisse constituer une stratégie d'évitement du salariat pour certains éleveurs, elle participe d'une plus grande attractivité de l'emploi en production laitière tout en facilitant le contrôle du travail. Ainsi la substitution du travail humain participe aux représentations et aux motivations au passage à la traite robotisée, mais apparaît insuffisante pour comprendre des déplacements qui participent plutôt d'une nouvelle division du travail en production laitière.

[226] Par exemple les enquêtes sur l'emploi de l'INSEE réalisées depuis 1950 fournissent des données sur la durée du travail par activité. Bien que chaque année la publication de ces résultats amène journalistes et scientifiques à mettre en lumière l'amplitude horaire du travail des agriculteurs, nous n'avons trouvé aucune étude replaçant ces données dans une perspective historique (1950-2022).

2.2 Vers un mode de production industrielle de l'agriculture ?

Les robots ne véhiculent pas seulement un imaginaire de substitution. Nos représentations les associent aux évolutions industrielles de la seconde moitié du XXe siècle. Bien que la robotique se soit maintenant étendue aux services et plus récemment à l'agriculture, les robots sont en effet couramment associés à l'automatisme industriel. C'est pourquoi la robotisation de la traite évoque pour beaucoup une « *agriculture industrielle* »[227]. Mais qu'est-ce que l'agriculture industrielle et en quoi nos résultats peuvent-ils éclairer cette association spontanée entre robots et modèle industriel ? Précisons d'abord ce que recouvre l'expression « agriculture industrielle » très fréquemment utilisée, bien moins souvent définie.

2.2.1 Agriculture industrielle ?

Mot-valise couramment employé par les médias, mais aussi les scientifiques, l'expression « agriculture industrielle » fait sens pour la plupart d'entre nous sans pour autant recouvrir une réalité bien définie. Déjà en 1988, J.-P. Diry questionne la diversité des significations de cette expression au sein de la communauté scientifique. Le géographe en distingue deux grandes conceptions : « *Pour les uns, l'agriculture est « industrielle », car elle entretient des rapports de plus en plus étroits avec le secteur secondaire. Par ce contact elle acquiert quelques attributs de l'industrie, mais elle garde fondamentalement un caractère familial. Pour les autres, l'agriculture est « industrielle » lorsque les exploitations sont par leur taille, leur spécialisation, leur mode de gestion ou l'origine de leurs capitaux comparables à des entreprises industrielles. Le même adjectif désigne donc deux réalités économiques et sociales différentes.* » (Diry 1988, 127). En cela il propose de distinguer l'agriculture « industrialisée » de l'agriculture « industrielle ». Dans la première conception, c'est donc la proximité relationnelle et fonctionnelle que l'agriculture entretient avec le secteur industriel qui fonde une agriculture « industrialisée ». Dans la seconde, ce sont les caractéristiques de l'unité de production agricole qui en déterminent le caractère industriel. Plus récemment, Gasselin et al. (2021b, 16) opèrent une distinction similaire entre ces deux grandes conceptions de l'agriculture industrielle en rappelant qu'elle est souvent confondue avec l'agriculture conventionnelle (Bernard de Raymond et Goulet 2014; Galliano et al. 2017), mais aussi que c'est une perspective historique qui permet d'identifier le rapprochement entre ces deux secteurs (Mazoyer et Roudart 2002; McMichael 2009; Daviron 2021). Aujourd'hui, l'agriculture industrielle est souvent confondue avec l'agriculture conventionnelle, l'agriculture intensive (en précisant rarement en quoi est-elle intensive[228]), la modernisation

[227] Voir par exemple les articles de presse suivants : Reinert, M., 2022. Des paysans inventent leurs outils pour se libérer de l'industrie, Reporterre, le média de l'écologie. Consulté le 22/07/2022 ; Collas, A., 2019. « Avec le robot de traite, je me sens plus éleveur qu'avant », Le Monde.fr, consulté le 22/07/2023.

[228] Le caractère intensif d'un système de production est doublement relatif (intensif en x sur y). Si le dénominateur est souvent une unité de surface (ex : intrants/ha, capital/ha, travail/ha, etc.), les ressorts de l'intensification sont donc divers d'une exploitation à l'autre. Entre une exploitation intensive en travail et une exploitation intensive en capital, les réalités agricoles sont très contrastées. Par ailleurs, certains systèmes de

ou le productivisme agricole malgré toutes les distinctions qui seraient nécessaires. L'expression renvoie aussi bien au type de métabolisme socioécologique[229], à la nature des innovations à l'œuvre, aux formes d'intégration au secteur industriel, à la spécialisation productive des exploitations et des régions, à la standardisation des produits, à la simplification des processus productifs ou à la nature de la division du travail. L'agriculture industrielle recouvre donc une diversité d'attributs et est souvent confondue avec d'autres termes pour désigner des formes d'agriculture portées par la modernisation agricole du XXe siècle. Malgré l'étendue de ces significations, l'expression est usuellement employée au singulier invisibilisant ainsi la grande diversité des formes d'agriculture (Gasselin et al. 2021a). Plus encore, le terme industriel permet souvent d'entretenir une représentation dichotomique des formes d'agriculture en confortant le prisme industriel/alternatif qui structure nos représentations des mondes agricoles. De plus, certains qualifient l'agriculture d'industrielle au regard de critères qui caractérisaient l'organisation industrielle avant les années 1970. Or de nombreux travaux ont renseigné les profondes mutations du secteur secondaire que ce soit au regard du mode de production ou de l'organisation du travail (Vatin 1987; Coriat 1990; Bidet 2005). L'agriculture industrielle est donc une expression qui souffre d'une double approximation : la diversité des formes d'agriculture et d'intégrations à l'industrie est mise au singulier et la vision de l'industrie est limitée à une représentation statique peu soucieuse des évolutions de ce secteur. C'est pourquoi, parler d'agriculture industrielle ou en concevoir une définition qui produise une distinction nette et systématique entre différentes formes d'agriculture ne nous apparaît ni pertinent scientifiquement ni nécessaire pour éclairer les débats contemporains sur l'indispensable transformation de ce secteur productif. Il nous semble plus stimulant de comprendre comment et pourquoi les principes productifs et les formes d'organisation technique et sociale de la production industrielle pénètrent l'agriculture et comment celle-ci s'en voit transformée. Non pas comme un simple transfert de ces principes, mais bien comme l'appropriation et les déclinaisons de ces derniers dans le secteur agricole qui reste singulier et isolé en raison de l'activité qui s'y développe : l'artificialisation d'un milieu biophysique et l'exploitation du vivant. Cela suppose en premier lieu de ne pas adopter une vision statique de l'industrie dont les formes d'organisation et les processus de production évoluent : l'industrie de chaîne recule et laisse de plus en plus place à une industrie de flux et la division du travail qui en résulte se transforme également (Vatin 1987). Ensuite, cela implique de comprendre comment les différentes formes d'agriculture s'approprient de

production sont triplement intensifs (en travail, en capital et en intrant) comme dans le cas de la floriculture (Gasselin 2000).

[229] Pour B. Daviron, le métabolisme socioécologique désigne « la nature et l'ampleur des flux d'énergie et de matière qui traversent les sociétés pour qu'elles existent dans la durée. La transformation de ce métabolisme socioécologique correspond au passage du régime métabolique solaire au régime métabolique minier. » (Daviron 2021, 71-72). S. Harchaoui et P. Chatzimpiros (2019) en fournissent une quantification particulièrement illustrative des transformations de l'agriculture depuis la fin du XIXe siècle.

manière différenciée ces principes et les adaptent aux conditions singulières de l'activité agricole.

2.2.2 La robotisation de la traite : une industrialisation de l'agriculture ?

On retrouve cette vision dynamique de la production industrielle chez A. Touraine. Dans son étude sur le travail ouvrier dans les usines Renault, le sociologue distingue trois phases de la production industrielle (Touraine 1955). Dans la première (phase A), la production repose sur le travail qualifié des ouvriers et un savoir-faire associé à des outils et machines polyvalents. Cette première phase de la production industrielle s'inscrit dans la continuité du compagnonnage du XIXe siècle où les travailleurs s'organisent en professions (Masson 2017). La phase B correspond au début de la production de masse dans des chaînes de production où le machinisme s'accompagne d'un travail ouvrier peu qualifié. Elle constitue une transition vers la phase C au cours de laquelle disparaît le travail proprement productif pour faire émerger la figure du « *berger des machines* » (Mumford 2016). Cette troisième phase correspond à l'industrie de flux que décrit P. Naville et qu'il décompose en trois étapes : « *Chacun reconnaît aussi maintenant que ces modifications dans l'emploi humain (en qualité, en volume, en formation, etc.) sont liées à des modes d'emploi de l'outillage dont le sens et la portée s'étendent fort loin : opération en séquence stricte, et non additive (flux); opération permanente (flux continu); opération programmée et plus ou moins autocontrôlée (flux continu autonome).* » (Naville 1960, 280-281). Que ce soit pour A. Touraine ou P. Naville, la caractérisation de différentes phases ou processus de production industrielle correspond à une volonté de comprendre l'évolution du travail dans les usines et de son organisation. C'est ce procédé qui nous a incités à caractériser le fonctionnement de la traite robotisée comparativement à la traite conventionnelle comme un préalable indispensable à la compréhension des changements dans l'organisation et le contenu du travail. La traite robotisée peut ainsi être comprise comme la pénétration des principes de l'industrie de flux dans l'élevage laitier eux-mêmes porteurs d'une transition vers la phase C de A. Touraine. Et rétrospectivement, on peut se demander si le déploiement des salles de traite à partir des années 1970 n'a pas constitué une phase de transition (phase B) préalable à l'automatisation complète de la traite et à l'avènement d'une production de flux. Le travail en salle de traite s'apparente ainsi à la première étape du flux de P. Naville, une « *opération en séquence stricte et non additive* », tandis que la traite robotisée présente les traits d'un « *flux continu autonome* » (Naville 1960, 280-281). Si les robots ont fait une entrée tardive dans le secteur agricole, le robot de traite porte une transformation du travail qui rapproche l'élevage laitier de la dernière étape de la transformation de l'industrie, celle de la fluidité industrielle. Cette évolution du machinisme de la traite et du travail en élevage laitier peut en première lecture donner tort à P. Naville qui affirmait que « *Seuls échappent à la prise directe de l'automatisme les systèmes de croissance propres aux animaux et aux végétaux ; mais c'est pour une raison qui affecte l'homme lui aussi : parce que les êtres vivants sont déjà par eux-mêmes des êtres autoréglés ; leur connexion avec les systèmes mécaniques a ses propres règles.* » (Naville 1960, 281). En ces termes, le

sociologue avait toutefois raison sur un point : l'automatisme de la traite robotisée des vaches suit en effet « *ses propres règles* ». La centralité du travail de l'éleveur en général et de la relation de travail entre l'éleveur et ses animaux en particulier illustre la limite d'un automatisme qui repose sur un travail proprement productif, celui des éleveurs seuls garants d'une conduite animale adaptée à la production laitière. Les gestes demeurent, pousser les vaches en retard ou accompagner les génisses incarnent certes un déplacement, mais aussi la permanence du geste productif de l'éleveur. Une autre perspective permettrait de discuter la permanence du geste productif en traite robotisée : ne serait-ce pas ici un transfert du travail de l'homme à l'animal ? Car dès lors que l'on accepte l'idée d'un travail animal (Porcher 2014), alors il ne fait nul doute que la traite robotisée, constitue une intensification en travail animal. Ce sont bien les vaches, ces travailleuses du flux, qui se déplacent vers le robot et qui adaptent leur comportement social pour distribuer les temps de traite au sein du troupeau. La traite robotisée incarne ainsi l'extrême tension qui résulte de l'application des principes industriels à l'agriculture : le vivant connaît ses propres flux dont la logique ne saurait pleinement se plier aux principes industriels.

F. Vatin a mis en évidence l'application des principes de fluidité industrielle dans l'industrie laitière au cours de la seconde moitié du XXe siècle (Vatin 1987, 85) : « *La laiterie relève indiscutablement du modèle de fluidité, non simplement parce que le lait est une matière « naturellement » fluide, mais parce que les produits laitiers, à l'exception du fromage, sont relativement homogènes. Aussi, depuis la fin du XIXe siècle, l'industrialisation de la fabrication a poussé à la recherche de procédés fluides, qui permettent de traiter en continu de grandes masses de matière première* » (Vatin 1990, 65). Ce principe de production continue s'est plus récemment étendu à l'abattage des bovins comme le montre F. Jourdan dans sa thèse sur l'abattage rituel (Jourdan 2022, p. 418 ; thèse confidentielle). Nos résultats montrent la pénétration de principes industriels - qui jusqu'alors se cantonnaient aux industries de l'amont et de l'aval - au sein de la production laitière, et ce malgré les conditions techniques, biophysiques et éthologiques de l'activité d'élevage.

2.2.3 Le robot dans des exploitations industrielles ?

Une autre perspective courante pour penser le développement d'une agriculture industrielle est de s'interroger sur l'émergence de grandes unités de production spécialisées. Après une première phase de développement industriel basée sur le travail domestique, le regroupement des travailleurs au sein d'ateliers puis d'usines, le *factory system*, s'étend et devient à la fin du XIXe siècle la principale forme d'organisation de la production industrielle (Mokyr 2001). Par analogie, l'industrialisation de l'agriculture passerait également par la concentration des moyens de production et des travailleurs. En France, la « ferme des mille vaches » est un bon exemple d'une grande exploitation laitière qui a cristallisé les critiques sur l'avènement d'une agriculture industrielle. La robotisation de l'agriculture est souvent associée à ce type d'exploitation de grande dimension économique aussi bien dans une certaine littérature scientifique (Deléage 2014; Le Guern 2020) que dans le champ

médiatique. « *Autant dire que la ferme-usine des « 1 000 vaches », pourtant toujours d'actualité, relèvera bientôt de l'histoire. ».* C'est ainsi que commence l'article « *La ferme où les robots remplacent les paysans* » publié en octobre 2018 sur le média en ligne Reporterre[230]. L'auteur y décrit un projet de ferme automatisée, le *Hands Free Hectare* en Angleterre. Si l'histoire a donné raison au journaliste de Reporterre, la ferme dite des 1000 vaches a fermé ses portes en janvier 2021, ce n'est pourtant pas au sein de ce type d'exploitation laitière que l'on rencontre aujourd'hui des robots. Cette « ferme des 1 000 vaches », exploitation située près d'Abbeville dans la Somme, n'a jamais été équipée d'un robot de traite. Le directeur technique et associé gérant de l'exploitation, M. Welter, donne ainsi sa position vis-à-vis de la robotisation de la traite[231] : « *Je crois que le robot est adapté à une exploitation familiale qui veut rester de petite taille. […] Mais quand on grandit un petit peu, l'automatisation est importante, lever la pénibilité du travail est important mais robotiser je n'y crois pas. […] Un de mes rêves c'est d'avoir un exosquelette pour traire. Parce que le geste qui consiste à prendre la griffe, qui est un geste ultra répétitif, si on avait un exosquelette, ça serait génial, le gars il a un mouvement souple, ça peut être sympa ça.* ». Sur nos deux terrains d'étude, les deux plus grandes exploitations laitières rencontrées ne sont pas non plus équipées de robot, mais bien d'une salle de traite (en épis 2 fois 10 postes dans le cas bretillien et rotative sur notre terrain haut-savoyard). Nous avons de plus montré que le robot de traite se rencontre dans une certaine diversité d'exploitations, plus ou moins spécialisées dans la production laitière, de plus ou moins grande dimension[232] et suivant des modes d'exploitation et d'organisation du travail également variés. L'association spontanée entre robots agricoles et grandes exploitations spécialisées ne résiste donc pas à l'analyse de déploiement du robot de traite. Ce qui se joue dans les liens entre la taille des exploitations et la robotisation nous semble perceptible sous une autre perspective. Le script[233] du robot de traite contraint l'évolution de la taille des exploitations, car si la traite robotisée contient un idéal de production de flux, alors le paramétrage de ce flux est bien dicté par les conditions de fonctionnement du dispositif matériel. Le flux, au sens que lui donne la physique, traduit une quantité de matière en mouvement par une unité de temps. Ainsi, un flux lumineux correspond à une quantité de lumière émise par une source en un temps donné alors qu'en physique nucléaire, le flux reflète un nombre de particules traversant une section d'un faisceau pendant une unité de temps donnée[234]. En traite robotisée, le flux peut être pensé comme le nombre de vaches traites par le robot en un temps donné. Ce flux n'a cessé de

---

[230] B. Ducasse « *La ferme où les robots remplacent les paysans* », article publié sur Reporterre.net le 1/10/2018.

[231] Vidéo publiée sur la plateforme YouTube le 06/12/2020 par AgriLab : « [#AGRI] : Ferme des 1000 vaches : 'Robotiser je n'y crois pas !' ».

[232] Pour rappel, les exploitation enquêtées et robotisées s'étendent de 186 vaches en lactation (VL) en Ille-et-Vilaine et 120 VL en Haute-Savoie à 50 VL en Ille-et-Vilaine et 23 en Haute-Savoie.

[233] Pour rappel, le script désigne la capacité d'un instrument à porter en lui une certaine conception de l'activité, de la manière de travailler et d'organiser le travail.

[234] Définition du « flux » - Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL).

croître avec l'amélioration des technologies : la rapidité du branchement des gobelets et d'extraction du lait a progressé et le dispositif de circulation des animaux s'est amélioré. Le fonctionnement du robot reste cependant conditionné par le respect du nombre de vaches minimum et maximum par robot. La limite basse de cet intervalle est économique et traduit la logique d'amortissement économique qui impose un nombre minimal de vaches à traire. La limite haute est autant technologique qu'organisationnelle : le robot ne peut traire au-delà d'un certain débit (nombre de vaches à l'heure) sans que le travail de l'éleveur nécessaire au maintien du flux devienne trop important. Cet effet de seuil contenu dans ce que nous avons nommé le script structurel du robot, questionne grandement la trajectoire future des exploitations laitières : les exploitations aujourd'hui équipées d'un robot déjà saturé devront-elles augmenter la taille du troupeau à la hauteur du nombre minimal de vaches par stalle ? La logique d'agrandissement des structures pourrait ainsi s'intensifier et participer d'une concentration accrue des moyens de production et des travailleurs. C'est donc une nouvelle fois une perspective processuelle qui permet de comprendre au mieux les liens entre l'agriculture et le modèle industriel.

Enfin, un autre élément est structurant pour comprendre le faible déploiement des robots dans de grandes exploitations capitalistes[235] telles que la « ferme des 1000 vaches » où le travail est uniquement salarial. La séparation entre travail et capital fait du travail un coût, alors que dans des exploitations où le capital est possédé par les travailleurs (familiaux ou associés), la logique économique n'est pas celle de l'optimisation de la rentabilité du capital (Tchayanov 1925). Et si nous avons montré (Chapitre 2) que les analyses économiques de la question de la rentabilité en traite robotisée divergent, nos entretiens confirment ce que la littérature partage : la robotisation de la traite ne répond pas seulement ni toujours à une logique d'efficacité économique, mais aussi et surtout à un besoin de changement dans le contenu et l'organisation du travail. On ne peut donc pas penser la robotisation de la traite comme la seule volonté d'améliorer la rentabilité de l'entreprise. Autrement dit, tant que le travail restera économiquement plus intéressant que l'achat d'un robot, les exploitations capitalistes n'auront qu'un intérêt limité à une telle transformation[236]. De plus, la continuité de la production impose une organisation du travail peu compatible avec un travail uniquement salarial : il faudrait payer au moins un salarié en permanence pour surveiller la continuité de la traite robotisée. On ne peut donc pas comprendre la robotisation de la traite

[235] Dans la tradition de l'agriculture comparée, l'exploitation capitaliste représente une unité de production qui vise en premier lieu à maximiser la rentabilité du capital financier investi contrairement à l'agriculture familiale qui vise, selon les cas de figure, la sécurisation alimentaire de la famille, la sécurisation et la maximisation du revenu des actifs familiaux, la sécurisation d'un lieu de vie et/ou l'accumulation d'un patrimoine (foncier, hydraulique, cheptel, etc.) et sa transmission aux enfants (Cochet 2008 ; Cochet 2015 ; Gasselin 2000). Le travail de l'exploitation capitaliste est exclusivement ou très majoritairement salarié et/ou délégué à des prestataires.

[236] Pour rappel, les pays d'Europe de l'ouest et du nord où l'agriculture est restée majoritairement familiale sont les plus concernés par la robotisation et la traite. Au contraire, aux États-Unis ou en Angleterre où le salariat est une forme de mobilisation du travail bien plus développé, le robot de traite connaît un déploiement limité et plus récent.

avec un regard économique qui ne considèrerait pas les particularités socio-économiques de l'organisation du travail en agriculture.

La robotisation de la traite participe donc d'une industrialisation de l'organisation de la production en élevage laitier par la recherche d'un idéal productif de fluidité. Pour autant, ce processus s'insère dans des exploitations dont les caractéristiques structurelles et l'organisation sociale du travail ne ressemblent en rien à l'archétype d'une unité de production industrielle, en déplaise aux usagers du terme de ferme-usine.

3. Vers une nouvelle division du travail en agriculture ?

Si la robotisation de la traite ne consiste ni en une suppression du travail humain ni en l'avènement d'exploitations industrielles, elle s'accompagne d'une reconfiguration de la division du travail. Il faut dès lors se demander si, au regard des différents résultats de cette thèse, ces changements participent d'une nouvelle division du travail ou bien d'une intensification de la division du travail portée par la modernisation agricole d'après-guerre.

3.1 La modernisation laitière par le prisme de la division du travail

La modernisation agricole décrit un processus historique initié dans les années 1950, par lequel l'agriculture a été profondément transformée dans ses pratiques, son organisation et dans ses interactions avec le reste de la société. Tant les transformations à l'œuvre s'avèrent profondes et systémiques, certains auteurs décrivent cette période comme la « *deuxième révolution des Temps modernes* » (Mazoyer et Roudart 2002, 493). L'analyse de cette période a récemment connu un renouveau historiographique que Bonneuil et al. (2021) décrivent à travers cinq principales dynamiques. i. La première dynamique est celle d'un « *processus wébérien de rationalisation* » (Bonneuil et al. 2021, 16) où s'impose un savoir technoscientifique sur des « *savoirs assujettis* » (Bonneuil et al. 2008; Cornu 2021). ii. Elle est aussi une dynamique « *d'insertion des sociétés rurales dans le capitalisme industriel* » (Bonneuil et al. 2021, 16). L'agriculture doit fournir de la matière première à l'industrie d'aval, constituer un secteur consommateur de biens industriels (machines, engrais, produits phytosanitaires, etc.) et libérer de la main-d'œuvre pour l'industrie et les services (Goodman et al. 1987). iii. Cette modernisation s'accompagne d'une « *transformation des règles, des façons de coordonner l'action et de définir les qualités, des manières de gouverner les sociétés rurales, avec l'affirmation de nouveaux instruments* » (Bonneuil et al. 2021, 17). Dans la sphère marchande, ces évolutions ont été particulièrement bien étudiées pour le secteur laitier par les économistes de la régulation (Allaire et Boyer 1995; Derville 2012). iv. La modernisation a donné lieu à de « *profondes mutations anthropologiques des sociétés rurales* » (Bonneuil et al. 2021, 17). Cette dynamique correspond entre autres aux nombreuses

transformations des représentations et subjectivités relatives au travail, au revenu, au temps ou aux objets de nature (Barthez 1996; Nicourt 2013; Spoljar 2015). v. Enfin, la modernisation engendre « *des altérations matérielles des métabolismes et de l'état écologique des espaces* » (Bonneuil, Humbert et Lyautey 2021, p. 17). Cette dimension a notamment été révélée par les récents travaux sur les régimes métaboliques de l'agriculture et l'impact de la modernisation agricole sur les flux de matières et d'énergie (Daviron 2019; Harchaoui et Chatzimpiros 2019).

Dans cette thèse, nous avons choisi d'aborder cette période dans une perspective différente et complémentaire qui replace les agriculteurs et leur travail au centre des changements. Analyser ces transformations comme la mise en place d'une nouvelle division du travail permet de situer ce travail de l'agriculteur en interaction avec une diversité d'acteurs et de travailleurs au sein de différentes unités de production, de différents secteurs économiques et de différents espaces géographiques. La division du travail permet donc une analyse interactionniste du travail. Le cadre d'analyse que nous avons proposé est constitué de quatre dimensions. La première s'intéresse au collectif de travail de l'exploitation agricole et peut être abordée sous un angle aussi bien technique que sociologique. La seconde dimension s'intéresse à la division du travail entre les exploitations agricoles comme un moyen de comprendre et situer les mécanismes de spécialisation, de sélection et de différenciation des exploitations. Cette perspective permet de plus de caractériser les relations entre ces exploitations que ce soit à travers leur coopération ou des rapports de force pour l'accès aux ressources et facteurs de production. La troisième dimension s'attache à décrire la répartition du travail et les relations entre les agriculteurs d'un côté et le secteur industriel de l'autre (intrants, équipements, collecte, transformation, etc.). Enfin, la dernière dimension analytique proposée pour décrire la division du travail en agriculture s'intéresse aux relations de service qui participent à la production agricole (services de conseil, banques, entreprises de travaux agricoles, etc.). Partant de ce cadre d'analyse, nous avons identifié les principales caractéristiques de la division du travail de production laitière qui se sont mises en place au cours de la modernisation agricole.

La forte progression de la productivité du travail a été permise par le resserrement de l'activité des exploitations. Ces dernières se restreignent à la production agricole et la conception des moyens de production ainsi que la transformation des produits agricoles sont déléguées à l'industrie. Le réseau d'acteurs fournissant des services aux exploitations agricoles s'est également fortement densifié. La division du travail entre les exploitations agricoles s'est également intensifiée. Le recul de la production d'emmental en Haute-Savoie et sa délocalisation dans le Grand-Ouest laitier illustrent l'amplification de la spécialisation de nos deux terrains d'étude. Au même moment, la progression de la production de Reblochon en Haute-Savoie s'est accompagnée d'une division territoriale du travail au sein de l'espace de rente : la qualité en « *haut* » et la quantité en « *bas* ». Enfin, l'agrandissement, la spécialisation et la mécanisation des exploitations laitières ont conduit à une transformation progressive de

la division interne du travail. Les collectifs de travail se sont agrandis, le cercle de travail familial s'est élargi puis les collectifs se sont restructurés au-delà du cercle familial. Cette nouvelle division du travail agricole présente de fortes déclinaisons spatiales. Si dans le bassin ouest rennais, la division du travail entre les exploitations agricoles et le secteur industriel est particulièrement prononcée, la transformation fromagère perdure dans les exploitations du massif des Bornes-Aravis. La modernisation laitière peut ainsi être comprise comme la mise en place d'une division accrue du travail transformant la place de l'agriculture dans la société, ses relations avec les autres secteurs et l'organisation du travail au sein des exploitations, et ce suivant des modalités et une intensité propre à chaque petite région agricole.

3.2 Le robot de traite : renouvellement ou intensification de la division du travail ?

Cette thèse propose de comprendre la robotisation de la traite comme la mise en place d'une nouvelle division du travail à travers quatre principaux résultats : i. la nouvelle division du travail entre l'éleveur et l'industrie d'amont ; ii. une nouvelle division entre travail familial et travail salarial ; iii. une mise en conflit d'une division territoriale du travail de qualité ; et enfin iv. un renouvellement de la différenciation des agriculteurs dans la société.

3.2.1 L'éleveur et l'amont

L'astreinte de fluidité qui accompagne la traite robotisée fait des techniciens de maintenance du robot des acteurs centraux dans le maintien de la traite continue. Si, pour l'éleveur, l'astreinte se renouvelle, changeant dans le contenu du travail aussi bien que dans ses temporalités et spatialités, une partie de cette astreinte est déléguée aux techniciens des franchises et concessions du machinisme. Il s'en suit de nouvelles coopérations entre l'éleveur et les techniciens dont certaines tensions illustrent l'écart entre deux situations de travail, entre l'autoexploitation de l'éleveur et la condition salariale du technicien. Les recherches, aussi bien en géographie, en économie qu'en sociologie, ont particulièrement bien étudié le rôle de l'aval dans les transformations de la production laitière (Margetic 1994; Vatin 1996; Corniaux et al. 2014; Pinaud 2014; Napoléone et al. 2015; Ricard 2015). En revanche, l'amont et qui plus est les acteurs du machinisme ont assez peu retenu l'attention de ces communautés scientifiques. Pourtant, nos résultats montrent comment leur participation à une nouvelle division du travail contribue à expliquer la dynamique de diffusion des robots de traite et leur potentielle contribution à une concentration accrue de la production laitière. Ces résultats invitent également à s'intéresser à des maillons souvent oubliés de la division du travail et peu étudiés par la littérature scientifique : les concessions et franchises du machinisme agricole. Ces acteurs, à l'interface entre les exploitations agricoles et l'agro-industrie du machinisme, jouent un rôle central dans la diffusion des innovations mécaniques. Ces résultats plaident en faveur d'un intérêt renouvelé pour l'amont en général et les intermédiaires du machinisme en particulier afin de comprendre dans

différents secteurs agricoles et au sein de différents espaces géographiques, comment ces entreprises participent aux transformations de l'agriculture.

3.2.2 Travail familial et travail salarial

Dans le chapitre 5, nous avons vu comment le robot de traite participe d'une plus grande attractivité de l'emploi en production laitière autant par le contenu d'un travail débarrassé des gestes répétitifs de la traite que par l'organisation horaire de la journée de travail. Le dispositif de traite robotisée fournit de nouvelles données et de nouvelles mesures de la qualité du travail facilitant le contrôle du travail salarial. Le robot de traite peut ainsi, dans certaines conditions, faciliter le travail salarial dans des exploitations laitières où il reste minoritaire bien qu'en progression (Depeyrot et Perrot 2019). Ces résultats rejoignent les conclusions de travaux récents sur l'agriculture numérique montrant la capacité des outils numériques à faciliter le contrôle du travail salarial (Rotz et al. 2019; Prause 2021; Schnebelin 2022).

3.2.3 Travail de qualité vs travail de quantité

Au sein de l'AOP Reblochon, le déploiement du robot de traite a engendré un conflit quant à la compatibilité de cette innovation avec la rente de qualité en place. La judiciarisation de ce conflit illustre l'ampleur d'une opposition qui révèle une division territoriale du travail de qualité. Jusqu'alors, la zone de montagne, le « haut », était assignée à la construction de la « *qualité* » alors que le plateau des Bornes et la vallée de l'Arve, le « bas », étaient en charge de la « *quantité* » pour reprendre les termes des producteurs de Reblochon. Mais le déploiement du robot de traite en bas est perçu par le haut comme une menace de la qualité et révèle ainsi les fragilités d'une telle division territoriale du travail au sein de cet espace de rente. L'imaginaire commercial du Reblochon (un fromage de montagne et un savoir-faire ancré dans des traditions) apparaît pour beaucoup incompatible avec l'imaginaire d'un travail assisté par un robot. Si le cahier des charges prescrit des pratiques qui façonnent le travail des éleveurs, il n'est pas collectivement considéré comme l'institution d'une représentation partagée du contenu du travail. Or ce conflit montre que c'est bien l'accommodement d'une représentation du « vrai boulot »[237] d'éleveur qui est en jeu dans la construction du cahier des charges. Une analyse par la division du travail éclaire ainsi les conflits dans les zones d'appellations sous un nouveau jour. Cette géographie du vécu donne à voir différentes

[237] Nous faisons ici référence au travail d'A. Bidet : « Ce livre introduit la catégorie de « vrai boulot » pour désigner la valorisation par le travailleur d'une partie de son activité. Le vrai boulot ne relève pas principalement d'une validation externe du travail, mais d'un rapport personnel entretenu avec les éléments d'un « faisceau de tâches ». Il invite à quitter le seul registre des évaluations d'emploi ou de salarié, pour introduire une différenciation interne à l'activité. Dans les écrits d'E. C. Hughes, autour de qui s'est déployé à Chicago dans les années 1950 le premier corpus d'ethnographies du travail, la notion de dirty work engage déjà un rapport du travailleur à une partie de son activité – les tâches pénibles, répétitives ou dégradantes, qu'il aimerait pouvoir déléguer à d'autres. Par vrai boulot, nous désignons a contrario la part de son activité qu'il souhaite vivement poursuivre. » (Bidet 2011, 9).

conceptions du travail d'éleveur dont la construction s'ancre dans des espaces d'interaction sociale différents : la proximité urbaine et les travailleurs des villes pour le bas, le style de vie pastorale et le tourisme pour le haut. Ainsi, la robotisation de la traite met en conflit autant qu'elle révèle des formes de division territoriale du travail entre exploitations dont l'espace géographique des pratiques est l'opérateur.

3.2.4 L'éleveur et la société

Finalement, la robotisation de la traite s'accompagne d'une division accrue du travail qui ne répond pas seulement à la recherche de gains de productivité du travail. Elle est un moyen de rapprocher le contenu du travail et sa temporalité des autres travailleurs ou plutôt de l'idée que les éleveurs se font des conditions de travail dans le reste de la société. Ainsi, la robotisation de la traite peut être comprise comme la recherche d'une nouvelle division du travail qui remet en question la différenciation des éleveurs au sein de la société et sa cohésion pour reprendre les termes de Durkheim. Cette perspective incite à analyser le travail des agriculteurs en interaction au sein d'espaces où se construisent des déclinaisons des normes et valeurs relatives au travail.

3.3 La division du travail : d'autres perspectives pour étudier les transformations de la traite robotisée

Le cadre d'analyse de la division du travail proposé ouvre la porte à une très grande diversité de perspectives analytiques. Si quatre perspectives ont fait l'objet de cette thèse, la diffusion du robot de traite questionne la division du travail dans bien d'autres dimensions et à différentes échelles. Sans nous prêter à une interminable énumération des perspectives analytiques de la division du travail, nous souhaitons ici proposer trois perspectives qui d'après nos enquêtes de terrain méritent une attention particulière.

3.3.1 La division genrée du travail

La division genrée du travail en agriculture a fortement évolué au cours de l'histoire, en lien notamment avec le développement technique. F. Sigaut (1989) explique par exemple comment le remplacement de la faucille par des outils lancés tels que la sape et la faux a participé d'une masculinisation de la moisson des céréales en Europe non méditerranéenne. En devenant un travail de contrôle et de suivi métrique des animaux au moyen d'interfaces numériques, le travail de traite avec un robot pourrait devenir plus attrayant pour les hommes au même titre que le développement des logiciels de gestion a participé d'une plus grande masculinisation du travail administratif (Rieu 1993). De plus, le dispositif de traite robotisée devient une interface centrale de la gestion de l'exploitation aussi bien sur les plans technique qu'économique. Ainsi, être en charge de la traite robotisée peut devenir un enjeu de pouvoir ou de contrôle au sein de certains collectifs de travail et notamment au sein des couples encore nombreux dans les exploitations laitières. Si notre échantillonnage et nos méthodes

d'enquête ne nous ont pas permis d'approfondir cette question, certains éléments laissent deviner une possible reconfiguration de la division genrée du travail en traite robotisée et invitent donc à de plus amples recherches.

3.3.2 L'éleveur et les conseillers

Les relations de service entre les conseillers agricoles et les agriculteurs ont été au cœur de la modernisation agricole (Brunier 2017; Brunier 2018) et constituent aujourd'hui un moyen des transformations de l'agriculture vers des pratiques plus durables (Cerf et al. 2010). Le développement des outils numériques et l'importante production de données associée reconfigurent profondément cette relation de services redéfinissant notamment le rôle du conseiller (Eastwood et al. 2019). Nos entretiens aussi bien avec les éleveurs qu'avec des conseillers du contrôle laitier ont mis en lumière la contribution du robot de traite à une telle reconfiguration de cette relation de services. Les données anciennement fournies par les conseillers du contrôle laitier sont aujourd'hui produites quotidiennement par le robot de traite. Bien que les conseillers aient depuis longtemps diversifié les services proposés (alimentation des animaux, génétique, santé animale, organisation et construction des bâtiments, contrôle des machines à traire, etc.), au moins 30 % des exploitations robotisées enquêtées ont quitté le contrôle laitier suite à l'arrivée du robot de traite. Ce changement s'opère généralement après un certain temps d'adaptation à la traite robotisée et, dans le bassin rennais, la sortie du contrôle laitier s'accompagne souvent du recours aux services de sociétés privées dites « nutritionnistes » spécialisées dans le conseil sur l'alimentation des bovins voire de franchises spécialisées dans la traite robotisée. Le rôle des conseillers, leur métier et les structures porteuses de ces services de conseil évoluent donc étroitement avec la diffusion du robot de traite, autant d'évolutions qui mériteraient une étude plus approfondie.

3.3.3 Nouvelles relations au sein des filières

Par ailleurs, nous avons vu que le déploiement du robot de traite s'est parfois appuyé sur des partenariats entre des acteurs de l'amont (concessionnaire ou marque) et de l'aval (laiteries). Dans les départements de l'Ille-et-Vilaine et de la Manche, de tels partenariats ont pu être mis en évidence au cours de nos entretiens. Ces éléments posent des questions sur la manière dont la vente de robots de traite participe à de nouvelles coopérations entre les acteurs de l'amont et de l'aval d'autant plus que ces entreprises appartiennent parfois au même groupe financier. Considérant le pouvoir des acteurs de l'aval au sein des filières laitières, l'on peut se demander dans quelles mesures ces entreprises peuvent être intéressées pour participer au déploiement des robots en encore à l'usage et au contrôle des données produites par le dispositif.

Conclusion : de l'éleveur à la sentinelle ?

La robotique agricole fait aujourd'hui l'objet d'une nouvelle orientation des ressources et politiques publiques. Les robots sont présentés comme une perspective de profonde transformation de l'agriculture permettant au secteur de s'adapter aux enjeux de durabilité tout en développant des modes de production compétitifs sur les marchés internationaux. Face à des injonctions contradictoires, cette promesse se veut englobante et performe ainsi les mondes agricoles en orientant la formation, la recherche, les expérimentations, les investissements, etc. La robotique agricole s'intègre ainsi au sein de l'agriculture numérique, nouveau paradigme de l'innovation en agriculture caractérisé par la formulation d'une promesse technoscientifique. Dans les années 1980, les premiers projets de recherche français sur la robotique agricole s'inscrivaient déjà dans ce registre des promesses technoscientifiques. Le directeur du département du machinisme agricole du Cemagref annonçait en 1987 que les robots agricoles seraient produits en série quelques années plus tard. Les principaux projets du Cemagref tels que les robots Magali, Citrus ou Bacchius ne dépasseront pourtant pas le stade expérimental. Arrivant dans les fermes dès le début des années 1990, le robot de traite est le seul robot à avoir connu un déploiement significatif et soutenu dans le temps. Face aux promesses passées et contemporaines, cette thèse montre que la robotisation de la traite perpétue une intensification de la division du travail qui a marqué la période modernisatrice. Celle-ci est caractérisée par l'externalisation de plus en plus d'opérations en dehors d'une exploitation agricole qui reste le siège d'une autoexploitation du travail des éleveurs. Cette intensification de la division du travail passe également par la pénétration des principes industriels d'organisation de la production, l'application du principe d'une production fluide résultant d'une plus grande porosité entre mondes industriels et mondes agricoles. Si le robot de traite a ouvert la marche de la robotisation, les robots d'alimentation connaissent aujourd'hui la même dynamique de déploiement que la traite robotisée dans les années 2010. Certaines fermes laitières deviennent ainsi le lieu d'une automatisation poussée où différents dispositifs intégrés réalisent les tâches les plus astreignantes : traite, distribution de l'alimentation, repousse du fourrage et nettoyage de la stabulation. Bien que cette thèse se soit concentrée sur le robot de traite, un vaste chantier s'ouvre pour comprendre les effets de la robotisation dans des exploitations hautement automatisées en portant une attention particulière aux logiques d'intégration des différents robots et des conséquences sur le travail. Ces fermes hautement robotisées annoncent-elles l'avènement d'exploitations complètement automatisées reléguant les éleveurs au poste de technicien en charge du contrôle de flux, travaillant dans une salle de contrôle dont le robot de traite a posé les premières pierres ? S'il est trop tôt pour se prononcer sur cette question, il apparaît toutefois fort probable qu'une telle entreprise participe à la fin de l'éleveur comme travailleur avec des animaux pour l'avènement d'un travailleur sentinelle en charge d'un contrôle du flux des vaches.

Bibliographie

Abboud, L. 2018. The robot revolution down on the farm. *Financial Times*.

Agence de l'eau Loire-Bretagne. 2017. Rapport - PMPOA 1 & 2 - Programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole - Bilan des aides versées par l'agence de l'eau et résultats sur le bassin Loire-Bretagne.

Akrich, M. 1987. Comment décrire les objets techniques ? *Techniques et culture* 9(9) : 49-34. doi : 10.4000/tc.4999.

Akrich, M. 2013. La description des objets techniques. In *Sociologie de la traduction : Textes fondateurs*, éd. M. Callon et B. Latour, 159-178. Sciences sociales. Paris : Presses des Mines.

Alarcón, C. 2021. Agrarian questions, digitalisation of the countryside, immigrant labour in agriculture and the official discourses on rural development in the Uppsala region, Sweden. *Italian Review of Agricultural Economics* 76(1) : 19-32. doi : 10.36253/rea-12824.

Allaire, G. 1988. Le modèle de développement agricole des années 1960. *Économie rurale* 184(1) : 171-181. doi : 10.3406/ecoru.1988.3908.

Allaire, G. 2002. L'économie de la qualité, en ses secteurs, ses territoires et ses mythes. *Géographie, Economie et Société* 4(2) : 155-180.

Allaire, G., et R. Boyer. 1995. *La grande transformation de l'agriculture : lectures conventionnalistes et régulationnistes*. Economie agricole et agro-alimentaire. Paris : INRA Economica.

Allefresde, M. 1952. Les fabrications fromagères en Haute-Savoie. *Revue de géographie alpine* 40(4): 625-641. doi : 10.3406/rga.1952.1072.

American Society of Agricultural Engineers, éd. 1984. Robotics and intelligent machines in agriculture. 1. In *Proceedings of the First International Conference on Robotics and Intelligent Machines in Agriculture*, 4-84. ASAE publication. Tampa, USA.

Ampatzidis, Y., L. D. Bellis, et A. Luvisi. 2017. iPathology: Robotic applications and management of plants and plant diseases. *Sustainability* 9(6) : 1-14. doi : 10.3390/su9061010.

Antoine, A., éd. 2016. *Agricultural specialisation and rural patterns of development*. Brepols.

Aravind, K. R., P. Raja, et M. Pérez-Ruiz. 2017. Task-based agricultural mobile robots in arable farming: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research* 15(1) : 1-16. doi : 10.5424/sjar/2017151-9573.

Arntz, M., T. Gregory, et U. Zierahn. 2016. Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations. *OECD iLibrary*. Mai.

Arvanitis, K. G., et E. G. Symeonaki. 2020. Agriculture 4.0: The Role of Innovative Smart Technologies Towards Sustainable Farm Management. *The Open Agriculture Journal* 14(1) : 130-135. doi : 10.2174/1874331502014010130.

Asimov, I. 1950. *Le cycle des robots - Tome 1 : le cycle des robots*. J'ai Lu.

Askenazy, P., et F. Bach. 2019. IA et emploi : une menace artificielle. *Pouvoirs* 170(3) : 33-41. doi : 10.3917/pouv.170.0033.

Aubry, C., et J. Pourias. 2012. L'agriculture urbaine fait déjà partie du « métabolisme urbain ». In *Déméter 2013. Économie et stratégies agricoles*, 432 p. Club Déméter.

Autor, D. H. 2015. Why are there still jobs? *Journal of Economic Perspectives—Volume* 29(3) : 3-30. doi : 10.1257/jep.29.3.3.

Auverlot, G., M. Bel, A. Clergerie, N. Gatouillat, C. Poulain, et M. Poulet. 2016. *La Révolution Numérique*. Alim'agri 1565. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Axema (Union des Industriels de l'Agroéquipement). 2019. Rapport économique 2018.

Baertlein, L. 2017. As Trump targets immigrants, U.S. farm sector looks to automate. *Reuters*, novembre 10, sect. World News.

Bainville, S. 2021. Ager, Ester, Saltus et Malthus. Terroirs et finages tropicaux au prisme de l'Agriculture Comparée. Habilitation à Diriger des Recherches, Paris : Université Paris Nanterre.

Banque Mondiale. 2020. Taux de chômage par pays - données de l'Organisation internationale du travail, 2020.

Bariou, R. 1975. Problèmes économiques de la Bretagne centrale. L'exemple du Centre Ouest Breton. *Norois* 85(1) : 5-20. doi : 10.3406/noroi.1975.3422.

Barral, P. 1977. Ministère de l'Agriculture et du développement rural, « Les agriculteurs et la propriété foncière. Les modes de faire-valoir ». *Études rurales* 66(1) : 59-60.

Barral, P. 1980. Livre IV - Les grandes épreuves : agriculture et paysannerie - 1914-1948. In *Histoire économique et sociale de la France*, F. Braudel et E. Labrousse, 821. Presses Universitaires de France. doi : 10.3917/puf.braud.1980.01.0821.

Barteau, E. 2020. Caractérisation de l'intégration du robot de traite dans les élevages laitiers AOP du Massif central. Mémoire d'ingénieur agronome, INP Toulouse - Ecole d'Ingénieur PURPAN.

Barthez, A. 1986. Du labeur paysan au métier d'agriculteur : l'élaboration statistique en agriculture. *Cahiers d'Economie et sociologie rurales* 3(1) : 45-72. doi : 10.3406/reae.1986.1062.

Barthez, A. 1996. Les relations de l'agriculteurs avec son travail - Une longue histoire, de forts changements actuels. *Travaux et Innovations* (25) : 15-17.

Basso, B., et J. Antle. 2020. Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability* 3(4). Springer US : 254-256. doi : 10.1038/s41893-020-0510-0.

Bathfield, B., P. Gasselin, L. García-Barrios, R. Vandame, et S. López-Ridaura. 2016. Understanding the long-term strategies of vulnerable small-scale farmers dealing with markets' uncertainty. *The Geographical Journal* 182(2) : 165-177. doi : 10.1111/geoj.12142.

Bazin, G. 1998. Agriculture de montagne et soutiens publics à la gestion de l'espace - les résultats d'une simulation. *Courrier de l'environnement de l'INRA* (33) : 61-72.

Bear, C., et L. Holloway. 2015. Country Life: Agricultural Technologies and the Emergence of New Rural Subjectivities. *Geography Compass* 9(6) : 303-315. doi : 10.1111/gec3.12217.

Bear, C., et L. Holloway. 2018. Redistributing Labour in Automated Milking Systems and the More-Than-Human (Co)Production of Dairy Farming. In *The SAGE Handbook of Nature*, T. Marsden, 831-847. London : SAGE Publications. doi : 10.4135/9781473983007.n44.

Bear, C., et L. Holloway. 2019. Beyond resistance: Geographies of divergent more-than-human conduct in robotic milking. *Geoforum* 104 (Février) : 212-221. doi : 10.1016/j.geoforum.2019.04.030.

Bechar, A., et C. Vigneault. 2016. Agricultural robots for field operations: Concepts and components. *Biosystems Engineering* 149. Academic Press : 94-111. doi : 10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2016.06.014.

Béguin, P., B. Dedieu, et E. Sabourin. 2011. *Le travail en agriculture : Son organisation et ses valeurs face à l'innovation*. Paris : L'Harmattan.

Bel, F. 1978. Quel avenir pour l'agriculture en montagne ? *Économie rurale* 128(1) : 4-6. doi : 10.3406/ecoru.1978.2597.

Ben Arfa, N., C. Rodriguez, et K. Daniel. 2009. Dynamiques spatiales de la production agricole en France. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* novembre (4): 807. doi : 10.3917/reru.094.0807.

Benko, G. 2008. La géographie économique : un siècle d'histoire. *Annales de géographie* 664(6) : 23. doi : 10.3917/ag.664.0023.

Bensamoun, A. 2015. Introduction - Le robot : de l'objet pluridisciplinaire à l'objet juridique. In *Les robots : objets scientifiques, objets de droits*, 13-16. Collection de Presses Universitaires de Sceaux. Paris : Editions Mare & Martin.

Béranger, C. 1998. Récolter et conserver l'herbe. Un bref historique. *Fourrages* 155 : 275-285.

Berg, J., M. Furrer, E. Harmon, U. Rani, et M. S. Silberman. 2019. *Les plateformes de travail numérique et l'avenir du travail : Pour un travail décent dans le monde en ligne*. Rapport. Genève : Organisation Internationale du Travail.

Bergman, K., et E. Rabinowicz. 2013. *Adoption of the Automatic Milking System by Swedish Milk Producers*. AgriFood economics centre.

Berlan, J.-P. 1986. Agriculture et migrations. *Revue Européenne des Migrations Internationales* 2(3) : 9-32. doi : 10.3406/remi.1986.1110.

Bermond, M. 2004. Agriculture, familles, exploitations en Normandie au début du XXIème siècle : produire et se reproduire dans la crise : éléments de géographie sociale. Thèse de Doctorat en géographie, Caen.

Bernadat, C. 2017. Petit guide pour naviguer dans l'univers des quotas laitiers.

Bernard, C., I. Duvernoy, A. Dufour, et C. Albaladejo. 2006. Les relations sociales des agriculteurs périurbains : quelles articulations au territoire ? *Cahiers Agricultures* 15(6) : 529-534 (1). doi : 10.1684/agr.2006.0032.

Bernard de Raymond, A., et F. Goulet. 2014. *Sociologie des grandes cultures : au coeur du modèle industriel agricole*. Nature et société. Versailles : Éditions Quae.

Berriet-Solliec, M., H. Delorme, C. Laurent, M.-F. Mouriaux, et D. Perraud. 2006. Régulation de l'agriculture : les Régions comme nouveau lieu de mise en cohérence territoriale des politiques agricoles ? *Canadian Journal of Regional Science* 29(1).

von Bertalanffy, L. 1973. *Théorie générale des systèmes*. Idem. Paris : Dunod.

Bertolini, A. 2013. Robots as Products: The Case for a Realistic Analysis of Robotic Applications and Liability Rules: 1-33.

Bessen, J. 2015. Toil and technology. *Finance & Development* : 4.

Biao, B. 2022. L'innovation dans l'agriculture numérique est-elle responsable ? Thèse de doctorat en Sciences de Gestion et du Management, Montpellier, France : L'institut Agro Montpellier.

Bidart, C., et D. Brochier. 2010. Les bifurcations comme changements d'orientation dans un processus. In *Processus*, 171-190. Intellection 11. Louvain-la-Neuve : Academia-Bruylant.

Bidet, A. 2005. Quatre mesures du téléphone. L'invention d'une gestion téléphonique. *Economies et Sociétés* 39(4). Série AB Socio-économie du travail.

Bidet, A. 2011. *L'engagement dans le travail : qu'est-ce que le vrai boulot ?* Le lien social. Paris : Presses universitaires de France.

Bihouix, P. 2017. Le mythe de la technologie salvatrice. *Esprit* Mars(3): 98. doi : 10.3917/espri.1703.0098.

Bijl, R., S. R. Kooistra, et H. Hogeveen. 2007a. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science* 90(1). Elsevier : 239-248. doi : 10.3168/jds.S0022-0302(07)72625-5.

Bijl, R., S. R. Kooistra, et H. Hogeveen. 2007b. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science* 90(1). Elsevier : 239-248. doi : 10.3168/jds.S0022-0302(07)72625-5.

Bisaglia, C., Z. Belle, G. Van Den Berg, et J. C. A. M. Pompe. 2012. Automatic vs. conventional feeding systems in robotic milking dairy farms: a survey in The Netherlands. In *International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng 2012*, 5-10. Valencia, Spain.

Bissell, D., et V. J. Del Casino. 2017. Whither labor geography and the rise of the robots? *Social & Cultural Geography* 18(3). 435-442. doi : 10.1080/14649365.2016.1273380.

Blad, M. 2010. Pluriactivity of farming families - old phenomenon in new times. *European Rural Development Network Studies* (7): 155-165. doi : 10.22004/ag.econ.139799.

Blanc, M., E. Cahuzac, B. Elyakime, et G. Tahar. 2008. Demand for on-farm permanent hired labour on family holdings. *European Review of Agricultural Economics* 35(4) : 493-518. doi : 10.1093/erae/jbn032.

Bloss, R. 2014. Robot innovation brings to agriculture efficiency, safety, labor savings and accuracy by plowing, milking, harvesting, crop tending/picking and monitoring. *Industrial Robot* 41(6) : 493-499. doi : 10.1108/IR-08-2014-0382.

BMJ. 2015. Introducing 'How to write and publish a Study Protocol' using BMJ's new eLearning programme: Research to Publication.

Bodiguel, M. 1968. La diffusion des innovations dans deux communes des Côtes-du-Nord. *Études rurales* 30(1) : 43-86. doi : 10.3406/rural.1968.1366.

Boinon, J.-P. 2011. Les politiques foncières agricoles en France depuis 1945. *Economie et Statistique* 444-445 : 19-37.

Bonneuil, C., et F. Thomas. 2012. *Semences : une histoire politique*. Paris : Charles Léopold Mayer.

Bonneuil, C., G. Denis, et J.-L. Mayaud. 2008. *Sciences, chercheurs et agriculture - Pour une histoire de la recherche agronomique*. 1ère édition. Histoire des sciences - Etudes. Versailles : Éditions Quæ.

Bonneuil, C., L. Humbert, et M. Lyautey. 2021. Introduction. Un renouveau de l'histoire contemporaine des mondes agricoles et des espaces ruraux. In *Histoire des modernisations agricoles au XXe siècle*. Histoire. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Bonnieux, F. 1982. Les disparités départementales de l'agriculture française de 1962 à 1980. *Économie rurale* 152(1). 34-39. doi : 10.3406/ecoru.1982.2913.

Bonny, S., et P. Dauce. 1987. *Recherches et innovations en agriculture : essai de bilan des changements techniques susceptibles de se diffuser au cours des prochaines années*. INRA, Station d'Economie et de Sociologie Rurales. Série Notes et Documents.

Bossy, S. 1985. Associations foncières pastorales et groupements pastoraux : bilan d'une décennie. *Revue de Géographie Alpine* 73(4) : 439-463. doi : 10.3406/rga.1985.2614.

Bourdieu, P. 1972. *Esquisse d'une théorie de la pratique - précédé de trois études d'ethnologie kabyle*. Essais. Seuil. doi : 10.3917/droz.bourd.1972.01.

Bourdon, J.-P. 1975a. *Le développement du machinisme agricole en France de 1927 à 1974*. Paris : INRA.

Bourdon, J.-P. 1975b. *Le projet technique et social de la revue « Le marchand de Machines Agricoles » - 1927-1953*. Paris : INRA.

Bourgeois, L., et M. Demotes-Mainard. 2000. Les cinquante ans qui ont changé l'agriculture française. *Économie rurale* 255(1) : 14-20. doi : 10.3406/ecoru.2000.5151.

Bourgier, J.-P. 1980. Hommes et techniques d'élevage : la diffusion de la sélection laitière dans le département de la Loire. *Revue de géographie de Lyon* 55(4) : 373-398. doi : 10.3406/geoca.1980.1281.

Bourgier, J.-P. 1983. *Innovation et production laitière - le contrôle laitier dans le département de la Loire*. Centre d'Etudes Foréziennes.

Bourquelot, F. 1987. De quelques tendances sur l'emploi des salariés dans la production agricole. *Économie rurale* 178(1) : 33-39. doi : 10.3406/ecoru.1987.3815.

Bouvier, C., P. Cornu, et Y. Madeline. 2022. *L'Institut de l'Élevage*. Versailles : Éditions Quae. doi : 10.35690/978-2-7592-3618-3.

Bowen, G. L., A. Mangum, et H. Rothmann. 1966. *Report of the National Commission on Technology, Automation, and Economic Progress: Volume I*. v. Washington : U. S. Govt. Print. Off.

Brandessence Market Research and Consulting. 2021. At 28.7% CAGR, Agriculture Robots Market Size is Projected to Exceed USD 26679.4 Million by 2027, Says Brandessence Market Research.

Brangeon, J.-L., et G. Jegouzo. 1988. La durée annuelle du travail professionnel agricole en élevage laitier et porcin. *Actes et communications INRA* : 31-43. hal-01937052.

Brocard, V. 2008. La production laitière britannique - A la rencontre de nos voisins d'Outre-Manche. *Cap Élevage* (24).

Brun, A. 1973. L'évolution du prix de la terre et de la répartition de la propriété foncière agricole. *Économie rurale* 95(1) : 3-22. doi : 10.3406/ecoru.1973.1132.

Brunier, S. 2014. Le baron perché ou l'histoire d'un conseiller agricole exemplaire en haute montagne (1961-1985). In Les élites agricoles et rurales : concurrences et complémentarités des projets, éd. F. Sarrazin, 321-336. Presses Universitaires de Rennes.

Brunier, S. 2018. *Le bonheur dans la modernité : conseillers agricoles et agriculteurs (1945-1985)*. ENS éditions.

Bugge, C. T., et P. K. Skibrek. 2019. Success with AMS: A quantitative study of what determines success of farmers using Automatic Milking Systems (AMS) in Norway. Master thesis in Financial Economics, Bergen, Norway: Norwegian School of Economics.

Burger-Helmchen, T., et J. Pénin. 2011. Crowdsourcing : définition, enjeux, typologie. *Management & Avenir* 41(1). Soliers : Management Prospective Ed. : 254-269. doi : 10.3917/mav.041.0254.

Butault, J.-P. 2007. La réforme de la Pac de 2003 : ère nouvelle ou fin de la Pac ? *Insee Références* : 153-165.

Butault, J.-P., D. Hairy, et D. Perraud. 1984. Crise laitière et quotas ; remarques sur la régulation communautaire du marché du lait. *Économie rurale* 163(1) : 63-71. doi : 10.3406/ecoru.1984.3103.

Butler, D., et L. Holloway. 2016. Technology and Restructuring the Social Field of Dairy Farming: Hybrid Capitals, 'Stockmanship' and Automatic Milking Systems. *Sociologia Ruralis* 56(4) : 513-530. doi : 10.1111/soru.12103.

Butler, D., L. Holloway, et C. Bear. 2012. The impact of technological change in dairy farming: robotic milking systems and the changing role of the stockperson. *Journal of the Royal Agricultural Society of England* 173(Janvier) : 1-6.

Byé, P. 1979. Mécanisation de l'agriculture et industrie du machinisme agricole : le cas du marché français. *Economie rurale* : 46-59. doi : https://doi.org/10.3406/ecoru.1979.2625.

Cabeza-Orce, P. 2015. Robots en grandes cultures - Défis d'aujourd'hui et promesses pour demain. *Perspectives Agricoles*, Mars.

Caffaro, F., et E. Cavallo. 2019. The effects of individual variables, farming system characteristics and perceived barriers on actual use of smart farming technologies: Evidence from the piedmont region, northwestern Italy. *Agriculture* 9(5). doi : 10.3390/agriculture9050111.

Calvez, E. 2005. Un récent « déménagement » du territoire fromager français : l'exemple de l'emmental. *L'information géographique* 69(2) : 184-194. doi : 10.3406/ingeo.2005.2999.

Canadian Dairy Information Centre. 2020. Statistics of the Canadian Dairy Industry.

Canavari, M., M. Medici, et G. Rossetti. 2022. Agricultural Robots Classification based on Clustering by Features and Function. In *15th International Conference on Precision Agriculture*. Minneapolis, Minnesota, USA.

Canévet, C. 1979. De la polyculture paysanne à l'intégration : les couches sociales dans l'agriculture. *Norois* 104(1) : 507-522. doi : 10.3406/noroi.1979.3802.

Canévet, C. 1993. *Le modèle agricole breton*. Presses universitaires de Rennes.

Capek, K. 1921. *RUR : Rossum's Universal Robots*. Édité par Edition de la Différence.

Carolan, M. 2019. Automated agrifood futures: robotics, labor and the distributive politics of digital agriculture. *The Journal of Peasant Studies*. 1-24. doi : 10.1080/03066150.2019.1584189.

Caroly, S., et M. K. Bohórquez. 2014. Les effets de l'organisation du travail sur la division sexuelle du travail et les troubles musculosquelettiques dans le secteur agricole. In *Genre, conditions de travail et santé. Qu'est-ce qui a changé ?* Montréal, Canada.

Casilli, A. A. 2019. *En attendant les robots*. Seuil.

Castro, A., J. M. Pereira, C. Amiama, et J. Bueno. 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 95(2). Elsevier : 929-936. doi : 10.3168/jds.2010-3912.

Castro, A., J. M. Pereira, C. Amiama, et J. Bueno. 2015. Typologies of dairy farms with automatic milking system in northwest spain and farmers' satisfaction. *Italian Journal of Animal Science* 14(2) : 207-219. doi : 10.4081/ijas.2015.3559.

Cemagref Montpellier (UR Gemo), et Institut International de Robotique et d'Intelligence Artificielle Marseille. 1986. Robot cueilleur de fruits Magali.

Ceres, R., J. L. Pons, A. R. Jiménez, J. M. Martín, et L. Calderón. 1998. Design and implementation of an aided fruit-harvesting robot (Agribot). *Industrial Robot: An International Journal* 25(5): 337-346. doi : 10.1108/01439919810232440.

Cerf, M., B. Omon, E. Chantre, M. Guillot, M. Le Bail, C. Lamine, et P. Olry. 2010. Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement pour les producteurs en grandes cultures. *Innovations Agronomiques* 8. INRA : 105-119.

Chamayou, G. 2018. *La société ingouvernable : une généalogie du libéralisme autoritaire*. Paris : La Fabrique éditions.

Chapoutot, J. 2020. *Libres d'obéir : le management, du nazisme à aujourd'hui*. NRF Essais. Paris : Gallimard.

Chardon, O., Y. Jauneau, et J. Vidalenc. 2020. Les agriculteurs : de moins en moins nombreux et de plus en plus d'hommes - Insee Focus - 212. *INSEE*. 23 octobre.

Charroin, T., P. Veysset, S. Devienne, J.-L. Fromont, R. Palazon, et M. Ferrand. 2012. Productivité du travail et économie en élevages d'herbivores : définition des concepts, analyse et enjeux. *INRA Productions Animales* 25(2) : 193-210. doi : https://doi.org/10.20870/productions-animales.2012.25.2.3208.

Chatelier, V. 2003. *Les exploitations laitières de l'Union européenne*. 328. Dossier Economie de l'élevage. Institut de l'Elevage (IDELE).

Chatelier, V., et C. Gaigné. 2012. Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innovations Agronomiques* 22 : 185-203.

Chatellier, V. 2015. La fin des quotas laitiers, entre craintes et espoirs. *Pour* 225(1). Paris : GREP : 7-11. doi : 10.3917/pour.225.0007.

Chatellier, V., et F. Delattre. 2003. La production laitière dans les montagnes françaises : une dynamique particulière pour les Alpes du Nord. *Productions animales* 16(1) : 61.

Chatellier, V., F. Delattre, et O. Rat-Aspert. 2006. *Le prix du lait en Savoie et les filières fromagères AOC*. Rapport final. GIS Alpes du Nord.

Chatellier, V., K. Daniel, et N. Ben Arfa. 2013. Concentration géographique et intensification laitière en France. *Economies et Sociétés* 35(11-12) : 2073-2090.

Chaxel, S. 2015. Trajectoires des agriculteurs dans la Pampa argentine : quelles ressources pour s'adapter aux situations d'incertitude et s'engager dans de nouveaux projets ? Thèse de Doctorat en sociologie, Toulouse : Université de Toulouse.

Christiaensen, L., Z. Rutledge, et J. E. Taylor. 2020. *The Future of Work in Agriculture*. Policy Research Working Paper 9193. *Policy Research Working Paper*. World Bank Group. doi : 10.1596/33704.

Cochet, H. 2007. Agriculture comparée et géographie rurale autour du concept de système agraire. In *Les raisons de la géographie*. Karthala.

Cochet, H. 2008. Vers une nouvelle relation entre la terre, le capital et le travail. *Etudes Foncières* : 6.

Cochet, H. 2011a. *L'agriculture comparée*. Versailles : Éditions Quae.

Cochet, H. 2011b. Origine et actualité du « système agraire » : retour sur un concept. *Revue Tiers Monde* 3(207).

Cochet, H. 2018. Capital–labour separation and unequal value-added distribution: repositioning land grabbing in the general movement of contemporary agricultural transformations. *Journal of Peasant Studies* 45(7).) 1410-1431. doi : 10.1080/03066150.2017.1311866.

Cochet, H., et S. Devienne. 2006. Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers Agricultures* 15(6) : 578-583. doi : https://doi.org/10.1684/agr.2006.0028.

Commandeur, M., R. Le Guen, J.-Y. Dourmad, et F. Casabianca. 2006. La diversité des styles d'élevages porcins : une approche dans les Côtes d'Armor. In *Journées Recherche Porcine*, 38 : 247-254.

Compagnone, C., B. Hubert, J. Lasseur, R. Le Guen, et A. Mathieu. 2015. Connaissances et systèmes de pensée des agriculteurs : L'actualité de l'approche de Jean-Pierre Darré.

Concialdi, P. 2020. Le salaire minimum en France : historique et débats. *La revue de l'IRES* 1(100) : 33.

Cooper, G., G. Medrano-Cerda, J. C. Larmouth, et F. L. N-Nagy. 1991. Robot Sapiens on the Move to … Personal Robots. In *IFAC Proceedings Volumes*, 24 : 551-558. Vienna, Austria. doi : 10.1016/S1474-6670(17)51114-3.

Coriat, B. 1983. *La robotique*. 2e éd. Collection Repères 12. Paris : Editions La Découverte.

Coriat, B. 1990. *L'atelier et le robot : Essai sur le fordisme et la production de masse a l'age de l'electronique*. Collection choix-essais. Paris : Christian Bourgois.

Corniaux, C., V. Baritaux, et S. Madelrieux. 2014. Entre (re-)localisation et globalisation : analyse des stratégies spatiales des laiteries dans six bassins laitiers. In *8èmes Journées de Recherches en Sciences Sociales*. Grenoble.

Cornou, C. 2009. Automation systems for farm animals: potential impacts on the human-animal relationship and on animal welfare. *Anthrozoos* 22(3): 213-220. doi : 10.2752/175303709X457568.

Cornu, P. 2021. *La systémique agraire à l'INRA : histoire d'une dissidence*. Versailles : Éditions Quae.

Cornu, P., E. Valceschini, et O. Maeght-Bournay. 2023. L'histoire de l'Inra, entre science et politique. Versailles : Éditions Quae.

Coulomb, P., et H. Delorme. 1987. Crise agricole, crise de politique. *Sociologie du travail* 29(4). 385-413. doi : 10.3406/sotra.1987.2382.

Courageot, S. 2018. Filière Comté : l'Union Européenne interdit le robot de traite.

Cournut, S., et B. Dedieu. 2005. Simplification des conduites d'élevage en bovins laitiers. *Cahiers Agricultures* 14(6) : 541-547 (1).

Cournut, S., G. Servière, N. Hostiou, S. Chauvat, et B. Dedieu. 2010. L'organisation du travail en exploitations familiales d'élevage. *Cahiers Agricultures* 19(5) : 338. doi : 10.1684/agr.2010.0420.

Coutant, S., B. Gautier, et Y. Séité. 2008. *Installer un robot de traite en stabulation libre*. GIE Elevages Bretagne.

Da Borso, F., A. Chiumenti, M. Sigura, et A. Pezzuolo. 2017. Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. *Journal of Agricultural Engineering* 48(Special Issue 1). doi : 10.4081/jae.2017.642.

Daniel, K., et N. Courtade, éd. 2019. *Les agriculteurs dans le mouvement de numérisation du monde : enjeux économiques et sociologiques*. Références. Dijon : Educagri éditions.

Darré, J.-P. 2018. 5. La production de connaissance dans les groupes locaux d'agriculteurs. In *L'innovation en agriculture : Questions de méthodes et terrains d'observation*, 93-112. À travers champs. Marseille : IRD Éditions. doi : 10.4000/books.irdeditions.15726.

Daum, T. 2021. Farm robots: ecological utopia or dystopia? *Trends in Ecology & Evolution* 36(9). Elsevier : 774-777. doi : 10.1016/j.tree.2021.06.002.

David, J. 1973. Les agriculteurs à double activité en Savoie et en Haute-Savoie : survivance ou renouveau. *Revue de géographie alpine* 61(2) : 285-294. doi : 10.3406/rga.1973.1321.

Daviron, B. 2019. *Biomasse : une histoire de richesse et de puissance*. Synthèses. Versailles : Éditions Quae.

Daviron, B. 2021. Aux origines de l'agriculture industrielle. In *Une écologie de l'alimentation*, éd. N. Bricas, D. Conaré, et M. Walser. Éditions Quae. doi : 10.35690/978-2-7592-3353-3/c4.

De Farcy, H. 1951. La répartition géographique des modes de faire-valoir en France. *Géocarrefour* 26(3). 229-241. doi : 10.3406/geoca.1951.2691.

De Jong, W., et A. Finnema. 2003. Survey of Management Practices of Farms Using Automatic Milking Systems in North America. In *ASAE Annual International Meeting*. Las Vegas, USA. doi : 10.13031/2013.14997.

De Stefano, V. 2018. *"Negotiating the algorithm": Automation, artificial intelligence and labour protection*. Employment Working Paper 246. Employment Policy Department. Geneve : Internation Labour Office.

Deb, C. 2020. Les robots cueilleurs de fruits pourraient-ils être un réel atout pour l'arboriculture ? *Techniques de l'Ingénieur*. 14 septembre.

Dedieu, B. 2019. Transversal views on work in agriculture. *Cahiers Agricultures* 28. EDP Sciences : 8. doi : 10.1051/cagri/2019008.

Dedieu, B., et G. Servière. 2004. Des pistes pour améliorer le travail des éleveurs. *Revue POUR* 182 : 32-38.

Dedieu, B., J.-M. Chabosseau, J. Willaert, M. Benoit, et G. Laignel. 1998. L'organisation du travail dans les exploitations d'élevage : une méthode de caractérisation en élevage ovin du Centre-Ouest. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* : 63.

Dedieu, B., P. Faverdin, J. Y. Dourmad, et A. Gibon. 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRAE Productions Animales* 21(1) : 45-58. doi : 10.20870/productions-animales.2008.21.1.3374.

Dedieu, B., S. Contzen, R. Nettle, S. M. de A. Schiavi, et M. T. Sraïri. 2022. The Multiple Influences on the Future of Work in Agriculture: Global Perspectives. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6. doi : 10.3389/fsufs.2022.889508.

Dedieu, M.-S., et F. Courleux. 2009. Les enjeux de la régulation du secteur laitier. *Prospective et Evaluation* 11 : 1-4.

Dejours, C. 1993. Coopération et construction de l'identité en situation de travail. *Futur antérieur* 16(2).

Dejours, C. 2012. From the psychopathology to the psychodynamics of work. In *Smith, Nicholas, and Jean-Philippe Dr Deranty, eds. New philosophies of labour: work and the social bond. Vol. 13*, 13 : 209-250.

Delaby, L. 2014. L'autonomie alimentaire en élevage laitier. In *ARAP - Colloque régional - Renforcer le lien au sol des élevages bretons*. Pontivy.

Delamarre, A. 1976. Les bâtiments modernes d'élevage en France. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 47(2) : 139-158. doi : 10.3406/rgpso.1976.3464.

Delaunoy, C. 2021. Trajectoires et pratiques innovantes des exploitations robotisées : diagnostic agraire dans un bassin laitier breton. Mémoire de fin d'études, Montpellier : Institut Agro Montpellier.

DeLaval. 2021. DeLaval VMS™ V300.

Deléage, E. 2014. Des robots à la place des hommes dans un monde désajusté. *Écologie & politique* 49(2). Paris : Presses de Sciences Po: 5-9. doi : 10.3917/ecopo.049.0005.

Delfosse, C. 2006. La localisation de la production fromagère : évolutions des approches géographiques. *Géocarrefour* 81(4) : 311-318. doi : 10.4000/geocarrefour.1674.

Delfosse, C., et L. Rieutort. 2018. L'élevage dans tous ses territoires. *Géocarrefour* 92(3) : 1-10. doi : 10.4000/geocarrefour.12277.

Demolis, M.-T. 1974. L'Emmental haut-savoyard. *Revue de géographie alpine* 62(3) : 327-344. doi : 10.3406/rga.1974.1381.

Depeyrot, J.-N., et C. Perrot. 2019. La filière laitière : un concentré des mutations agricoles contemporaines. In *Actif'Agri - Transformations des emplois et des activités en agriculture*. Paris : La documentation Française.

Depeyrot, J.-N., A. Magnan, D.-A. Michel, et C. Laurent. 2019. *Emplois précaires en agriculture*. Notes et études socio-économiques 45. Centre d'études et de prospective.

Dervillé, M. 2012. Territorialisation du secteur laitier et régimes de concurrence : le cas des montagnes françaises et de leur adaptation à l'après-quota. Thèse de Doctorat en Sciences Economiques et Sociales. Paris : AgroParisTech.

Dervillé, M., et G. Allaire. 2014. Quelles perspectives pour les filières laitières de montagne après la suppression des quotas laitiers ? Une approche en termes de régime de concurrence. *INRAE Productions Animales* 27(1) : 17-30. doi : 10.20870/productions-animales.2014.27.1.3051.

Dervillé, M., P. Vandenbroucke, et G. Bazin. 2012. Suppression des quotas et nouvelles formes de régulation de l'économie laitière : les conditions patrimoniales du maintien de la production laitière en montagne. *Revue de la régulation. Capitalisme, institutions, pouvoirs* (12). Association Recherche & Régulation. doi : 10.4000/regulation.9848.

Descamps, F. 2006. *Les sources orales et l'histoire : récits de vie, entretiens, témoignages oraux*. Sources d'histoire. Rosny-sous-Bois : Bréal.

Desriers, M. 2007. L'agriculture française depuis cinquante ans : des petites exploitations familiales aux droits à paiement unique. In *L'agriculture, nouveaux défis*, 17-30. Insee-Références.

Dijkhuizen, A. A., R. B. M. Huirne, S. B. Harsh, et R. W. Gardner. 1997. Economics of robot application. *Computers and Electronics in Agriculture* 17(1) : 111-121. doi : 10.1016/s0168-1699(96)01228-8.

Diry, J.-P. 1988. Agriculture industrielle et agriculture industrialisée. *Bulletin de l'Association de Géographes Français* 65(2) : 125-137. doi : 10.3406/bagf.1988.1426.

Dorioz, J.-M., P. Fleury, J. B. Coulon, et B. Martin. 2000. La composante milieu physique dans l'effet terroir pour la production fromagère. *Courrier de l'environnement de l'INRA* (40) : 47-55.

DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes. 2017. Pastoralisme : Contexte reglementaire et caracteristiques. Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de la région Auvergne-Rhône-Alpes. 15 février.

Drach, U., I. Halachmi, T. Pnini, I. Izhaki, et A. Degani. 2017. Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking. *Biosystems Engineering* 155(1). Elsevier Ltd : 134-141. doi : 10.1016/j.biosystemseng.2016.12.010.

Driessen, C., et L. F. M. Heutinck. 2014. Cows desiring to be milked? Milking robots and the co-evolution of ethics and technology on Dutch dairy farms. *Agriculture and Human Values* 32(1) : 3-20. doi : 10.1007/s10460-014-9515-5.

Droz, Y. 2002. Du lait comme valeur : Ethnologie des fermes jurassiennes. *Ethnologie française* 32(2): 209-219. doi : 10.3917/ethn.022.0209.

Duckett, T., S. Pearson, S. Blackmore, B. Grieve, W.-H. Chen, G. Cielniak, J. Cleaversmith, J. Dai, S. Davis, C. Fox, P. From, I. Georgilas, R. Gill, I. Gould, M. Hanheide, A. Hunter, F. Iida, L. Mihalyova, S. Nefti-Meziani, G. Neumann, P. Paoletti, T. Pridmore, D. Ross, M. Smith, M. Stoelen, M. Swainson, S. Wane, P. Wilson, I. Wright, et G.-Z. Yang. 2018. *Agricultural Robotics: The Future of Robotic Agriculture*. UK-RAS White papers.

Ducros, E. 2021. Numérique, robotique, génétique : les nouvelles mamelles de la France agricole. *L'Opinion*.

Duffy, B. R. 2003. Anthropomorphism and the social robot. *Robotics and Autonomous Systems* 42(3-4). North-Holland : 177-190. doi : 10.1016/S0921-8890(02)00374-3.

Dufour, A., et B. Dedieu. 2010. Rapports au temps de travail et modes d'organisation en élevage laitier. *Cahiers Agricultures* 19 : 377-382.

Dufour, A., V. Courdin, et B. Dedieu. 2010. Femmes et travail en couple : pratiques et représentations en élevage laitier en Uruguay et en France. *Cahiers Agricultures* 19(5) : 371-376 (1). doi : 10.1684/agr.2010.0421.

Dufumier, M. 1996. *Les projets de développement agricole : Manuel d'expertise*. Édité par Karthala. CTA - karthala.

Dujarier, M.-A. 2008. *Le travail du consommateur : de McDo à eBay, comment nous coproduisons ce que nous achetons*. La Découverte.

Dujarier, M.-A. 2016. Digital labor, travail du consommateur : quels usages sociaux du numérique ? *La revue des médias*.

Dujarier, M.-A. 2021. *Troubles dans le travail : sociologie d'une catégorie de pensée*. Paris : Presses universitaires de France.

Dujin, A. 2014. *Les classes moyennes face à la transformation digitale - Comment anticiper ? Comment accompagner ?* Think Act. Roland Berger Strategy Consultants.

Duranton, G. 1997. La nouvelle économie géographique : agglomération et dispersion. *Économie & prévision* 131(5) : 1-24. doi : 10.3406/ecop.1997.5882.

Durkheim, É. 1893. *De la division du travail social*. 8e éd. Quadrige. Paris : Presses universitaires de France.

Dusty, W. 2017. How Smart Farms Are Making the Case for Rural Broadband. *Association of Equipment Manufacturers*.

Dwyer, G., et M. Clarke. 2017. *Economic evaluation of the Automatic Milking System component of the Future Dairy Program*. Final Report. Marsden Jacob Associates.

Eastwood, C., M. Ayre, R. Nettle, et B. Dela Rue. 2019. Making sense in the cloud: Farm advisory services in a smart farming future. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 90-91(December 2018). Elsevier : 100298. doi : 10.1016/j.njas.2019.04.004.

Eastwood, C. R., et A. Renwick. 2020. Innovation Uncertainty Impacts the Adoption of Smarter Farming Approaches. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4. doi : 10.3389/fsufs.2020.00024.

Elleboode, C. 2006. *La division du travail : de l'économique au social*. CIRCA. Paris : A. Colin.

Ellem, B. 2016. Geographies of the labour process: automation and the spatiality of mining. *Work, Employment and Society* 30(6). SAGE Publications Ltd : 932-948. doi : 10.1177/0950017015604108.

Engineers Australia. 2021. The future of agriculture is in robotic farmers.

European Commission. 2018. *Official Journal of the European Union - Acte 2018/C187/07*. Vol. C 187/7.

European Commission. 2021. Projects story: Autonomous robots to revolutionise agriculture. *Shaping Europe's digital future*.

Fanica, P.-O. 2008. *Le lait, la vache et le citadin. Du XVIIe au XXe siècle*. 1re éd. Hors Collection. Versailles : Éditions Quae.

Faucher, D. 1954. *Le paysan et la machine*. Les Editions de Minuit. L'homme et la machine 6. Paris.

Faure, G., Y. Desjeux, et P. Gasselin. 2011. Agricultural extension and advisory research: A review of international literature. *Cahiers Agricultures* 20(5) : 327-342. doi : 10.1684/agr.2011.0510.

Ferland, J., E. Vasseur, M. Duplessis, E. A. Pajor, et D. Pellerin. 2016. Economic impact of introducing automatic milking system on Canadian dairy farms. *Journal of Animal Science* 94(5) : 600-601. doi : https://doi.org/10.2527/jam2016-1246.

Ferraton, N., et I. Touzard. 2009. *Comprendre l'agriculture familiale - Diagnostic des systèmes de production*. Éditions Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. Collection Agricultures tropicales en poche. Éditions Quae.

Filho, L. M. S., M. A. Lopes, S. C. Brito, G. Rossi, L. Conti, et M. Barbari. 2020. Robotic milking of dairy cows: a review. *Semina : Ciências Agrárias* 41(6): 2833-2850. doi : 10.5433/1679-0359.2020v41n6p2833.

Finstad, T., M. Aune, et K. A. Egseth. 2021. The domestication triangle: How humans, animals and technology shape each other – The case of automated milking systems. *Journal of Rural Studies* 84(Janvier). Elsevier Ltd : 211-220. doi : 10.1016/j.jrurstud.2021.03.006.

Flatrès, P. 1979. L'évolution des bocages : la région Bretagne. *Norois* 103(1) : 303-320. doi : 10.3406/noroi.1979.3784.

Flatrès, P., et M. Le Lannou. 1952. *Géographie de la Bretagne : Économie et population*. Rennes : Plihon.

Flichy, P. 2017. *Les nouvelles frontières du travail à l'ère du numérique*. Seuil.

Foote, N. 2021. Fight over inclusion of labour rights in CAP heats up. *Euractiv*.

Forget, V., J.-N. Depeyrot, M. Mahé, E. Midler, M. Hugonnet, R. Beaujeu, A. Grandjean, et B. Hérault. 2019a. *Agri'Actif - Transformations des emplois et des activités en agriculture*. Édité par Centre d'études et de prospective - Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Paris : La Documentation française.

Forget, V., A. Grandjean, A. Huille, B. Legagneux, G. Nguyen, L. Piet, C. Detang-Dessendre, B. Dedieu, et J. Ramanantsoa. 2019b. L'emploi et les activités agricoles : chiffres et évolutions clés. In *Actif'Agri - Transformations des emplois et des activités en agriculture*, 15-30. Pari s: La Documentation française.

Fouilleux, É., et F. Goulet. 2012. Firmes et developpement durable : Le nouvel esprit du productivisme. *Etudes Rurales* 190(2): 131-146. doi : 10.4000/etudesrurales.9708.

Fountas, S., B. Espejo-Garcia, A. Kasimati, N. Mylonas, et N. Darra. 2020. The Future of Digital Agriculture: Technologies and Opportunities. *IT Professional* 22(1) : 24-28. doi : 10.1109/MITP.2019.2963412.

FranceAgriMer. 2014. *Évolution des structures de production laitière en France*. Les Etudes de FranceAgriMer. Montreuil.

Franceschi, P., M. Malacarne, E. Bortolazzo, F. Coloretti, P. Formaggioni, A. Garavaldi, V. Musi, et A. Summer. 2022. Automatic Milking Systems in the Production of Parmigiano Reggiano Cheese : Effects on the Milk Quality and on Cheese Characteristics. *Agriculture* 12(1) : 104. doi : 10.3390/agriculture12010104.

Francis, S. 2021. Global agriculture robot market expected to quadruple in size by 2026. *Robotics and Automation News*.

Frandsen, T. F., M. F. Bruun Nielsen, C. L. Lindhardt, et M. B. Eriksen. 2020. Using the full PICO model as a search tool for systematic reviews resulted in lower recall for some PICO elements. *Journal of Clinical Epidemiology* 127. Elsevier Inc : 69-75. doi : 10.1016/j.jclinepi.2020.07.005.

Frémont, A. 1968. *L'élevage en Normandie*. Vol. I. Presses Universitaires de Caen.

Frémont, A. 1976. *La région : espace vécu*. Champs 805. Paris : Flammarion.

Frey, C. B., et M. A. Osborne. 2013. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change* 114 : 254-280. doi : 10.1016/j.techfore.2016.08.019.

Freyssenet, M. 1983. Division du travail, automatisation, taylorisme. Confusions, différences et enjeux. In. Colloque International sur le Taylorisme. Paris : Édition numérique.

Friedmann, G. 1964. *Le travail en miettes : spécialisation et loisirs*. Collection Idées 51. Gallimard.

Fujiura, T., M. Ura, N. Kawamura, et K. Namikawa. 1990. Fruit Harvesting Robot for Orchard. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery* 52(2) : 35-42. doi : 10.11357/jsam1937.52.2_35.

Gaborieau, D. 2012. « Le nez dans le micro ». Répercussions du travail sous commande vocale dans les entrepôts de la grande distribution alimentaire. *La Nouvelle Revue du Travail* (1). Durand, Jean-Pierre. doi : 10.4000/nrt.240.

Gaborieau, D. 2017. Quand l'ouvrier devient robot. *L'Homme et la société* 205(3) : 245-268. doi : 10.3917/lhs.205.0245.

Gallardo, R. K., et J. Sauer. 2018. Adoption of Labor-Saving Technologies in Agriculture. *Annual Review of Resource Economics* 10 : 185-206. doi : 10.1146/annurev-resource-100517-023018.

Galle, R., et F. Vatin. 1981. Production fluide et ouvrier mobile. Procès de production et organisation du travail dans le raffinage pétrolier. *Sociologie du travail* 23(3) : 275-293. doi : 10.3406/sotra.1981.1685.

Galliano, D., B. Lallau, et J.-M. Touzard. 2017. Coexistences et transitions dans l'agriculture. *Revue Française de Socio-Économie* 18(1). Paris : La Découverte: 23-30. doi : 10.3917/rfse.018.0023.

Galliker, S. 2021. Fronde vaudoise pour le retour du robot de traite. *24heures*.

Gallois, V. 2017. Méthanisation : Nouveaux tarifs pour l'électricité. *Alysé élevage*. 13 février.

Gargiulo, J. I., C. R. Eastwood, S. C. Garcia, et N. A. Lyons. 2018. Dairy farmers with larger herd sizes adopt more precision dairy technologies. *Journal of Dairy Science* 101(6). American Dairy Science Association : 5466-5473. doi : 10.3168/jds.2017-13324.

Gargiulo, J. I., N. A. Lyons, K. Kempton, D. A. Armstrong, et S. C. Garcia. 2020. Physical and economic comparison of pasture-based automatic and conventional milking systems. *Journal of Dairy Science* 103(9). American Dairy Science Association : 8231-8240. doi : 10.3168/jds.2020-18317.

Gasselin, P. 2000. Le temps des roses : la floriculture et les dynamiques agraires de la région agropolitaine de Quito (Equateur). Thèse de Doctorat, Paris : Institut National Agronomique Paris-Grignon.

Gasselin, P., O. Puschiasis, J. Bourliaud, et S. Metais. 2010. La fertilité revisitée : innovation et crise des agricultures de l'Altiplano bolivien. In *International Symposium on "Innovation & Sustainable Development in Agriculture and Food*, 14. Montpellier, France.

Gasselin, P., M. Vaillant, et B. Bathfield. 2012. The activity system. A position paper. In *10th European IFSA Symposium "Producing and reproducing farming systems: New modes of organization for the sustainable food systems of tomorrow"*. Aarhus, Denmark.

Gasselin, P., J.-P. Choisis, S. Petit, F. Purseigle, et S. Zasser. 2014a. *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*. PROfil. EDP Sciences.

Gasselin, P., M. Vaillant, et B. Bathfield. 2014b. Le système d'activité. Retour sur un concept pour étudier l'agriculture en famille. In *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*, 101-122. EDP Sciences.

Gasselin, P., S. Lardon, C. Cerdan, S. Loudiyi, et D. Sautier. 2021a. *Coexistence et confrontation des modèles agricoles et alimentaires*. Versailles : Éditions Quae. doi : 10.35690/978-2-7592-3243-7.

Gasselin, P., S. Lardon, C. Cerdan, S. Loudiyi, et D. Sautier. 2021b. Introduction générale - Questions, enjeux et cadre d'analyse. In *Coexistence et confrontation des modèles agricoles et alimentaires : Un nouveau paradigme du développement territorial ?* P. Gasselin, S. Lardon, C. Cerdan, S. Loudiyi, et D. Sautier, 13-30. Nature et société. Versailles : Éditions Quae.

Gautier, M. 1959. L'évolution économique récente de la partie septentrionale du bassin de Rohan. *Norois* 24(1) : 369-381. doi : 10.3406/noroi.1959.1274.

Géoconfluences. 2017. Finage. Ressources de géographie pour les enseignants. *Géoconfluences*. École normale supérieure de Lyon. ISSN : 2492-7775. Mars.

Geoff A. Wilson. 2001. From productivism to post-productivism … and back again? Exploring the (un)changed natural and mental landscapes of European agriculture. *Transactions of the Institute of British Geographers* 26(1) : 77-102.

Geraghty, T. M. 2007. The factory system in the British industrial revolution: A complementarity thesis. *European Economic Review* 51(6) : 1329-1350. doi : 10.1016/j.euroecorev.2006.10.004.

Gide, C., et J.-P. Houssel. 1992. Le décolletage dans la vallée de l'Arve : un district industriel face à la mutation contemporaine / The bar turning industry in the Arve Valley (Haute-Savoie) : contemporary change in an industrial region. *Revue de géographie de Lyon* 67(3) : 199-208. doi : 10.3406/geoca.1992.5812.

GIE Élevage, Institut de l'Élevage, et Groupe Traite Pays de la Loire. 2007. *Choisir une installation de traite*. Documentation technique IE 1773 / 05 08 31 003.

Gil, G., D. E. Casagrande, L. P. Cortés, et R. Verschae. 2023. Why the low adoption of robotics in the farms? Challenges for the establishment of commercial agricultural robots. *Smart Agricultural Technology* 3 : 100069. doi : 10.1016/j.atech.2022.100069.

Girel, J., F. Quetier, A. Bignon, et S. Aubert. 2010. *Histoire de l'agriculture en Oisans - Haute Romanche et pays faranchin - Villar d'Arène, Hautes-Alpes*. Les cahiers Illustrés du Lautaret. 1. Station Alpine Joseph Fourier (Université Grenoble-Alpes).

Gleeson, D., B. O'Brien, et K. O'Donovan. 2008. The labour input associated with calf care on Irish dairy farms. *Livestock Science* 116(1-3) : 82-89. doi : 10.1016/j.livsci.2007.08.019.

Gnisa, F. 2022. The Machine System of the Twenty-first Century? On the subsumption of communication by digital platform technologies. In *Marx and the Robots: Networked Production, AI and Human Labour*, 215-227. Pluto Press. doi : 10.2307/j.ctv28vb1tp.17.

Goodman, D., B. Sorj, et J. Wilkinson. 1987. *From farming to biotechnology: A theory of agro-industrial development*. Basil Blackwell.

Goreux, L.-M. 1956. Les migrations agricoles en France depuis un siècle et leur relation avec certains facteurs économiques. *Economie et Statistique* 11(4) : 327-376. doi : 10.3406/estat.1956.8405.

Goulart, M. M. 2014. A History, Description, and Comparison of Different Brands of Dairy Parlor Equipment and Which Designs are the Best Fit for Different Sized Dairy Operations. San Luis Obispo : California Polytechnic State University.

Goulet, F., M. Meyer, et C. Cardinael. 2022. Politiser l'équipement, équiper l'autonomie - Enquête sur l'autoconstruction de matériel agricole en France : *Ethnologie française* 52(2): 397-412. doi : 10.3917/ethn.222.0397.

Gowing, P. 2020. Robotic Milking and OAD comparison.

Greenhalgh, T., S. Thorne, et K. Malterud. 2018. Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews ? *European Journal of Clinical Investigation* 48(6) : 1-6. doi : 10.1111/eci.12931.

Grémy, D. 2016. 1er avril 1984 : l'Europe instaure la politique des quotas. *EleveurLaitier*. 16 novembre.

Grémy, D., et P. Le Cann. 2005. Robot de traite - Dix ans d'évolution. *La France Agricole*. 2 mars.

Grenier, G. 1989. Contribution au developpement de l'automatisation en horticulture. Thèse de doctorat en Sciences biologiques et fondamentales appliquées, Paris : École nationale supérieure d'arts et métiers.

Grenier, G. 2017. Robotisation en agriculture : états des lieux et évolution. Séance de l'Académie de l'Agriculture de France janvier 25, Paris.

Grimm, H., et K. Rabold. 1987. Studies on automation of machine milking. In *Proceedings of the third symposium automation in dairying, Wageningen, The Netherlands, September 9, 10, and 11, 1987*, 277-282. Wageningen, The Netherlands : IMAG.

Grosset, M. J. 2015. *Les travailleurs détachés*. Les avis du conseil économique, social et environnemental. Section du travail et de l'emploi.

Grothmann, A., F. Nydegger, A. Häussermann, et E. Hartung. 2010. Automatic feeding systems (AFS) – potential for optimisation in dairy farming. *Agricultural Engineering* 65(2) : 129-131. doi : 10.15150/lt.2010.610.

Guérin, J.-P. 1972. Les fruitières savoyardes (Savoie et Haute-Savoie). *Revue de géographie alpine* 60(3): 453-466. doi : 10.3406/rga.1972.1278.

Gueslin, A. 1988. Crédit agricole et agriculture en France au XXe siècle. *Économie Rurale* 184(1) : 107-115. doi : 10.3406/ecoru.1988.3899.

Guillemin, J. 2019. *Le Crédit Agricole De Bourgogne - Une Mutuelle Paysanne - 1896-1975*. Presses universitaire Francois Rabelais. Perspectives historiques. Tours.

Gustafsson, M. 2004. Working time studies in farms with conventional and automatic milking. In *Automatic milking. For a better understanding.*, éd. A. Meijering, H. Hogeveen, et C. J. A. M. de Koning, 488. Wageningen Academic Publishers. doi : 10.3920/978-90-8686-525-3.

Hackfort, S. 2021. Patterns of Inequalities in Digital Agriculture : A Systematic Literature Review. *Sustainability* 13(22). doi : 10.3390/su132212345.

Hansen, B. G. 2015. Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jæren, Norway. *Journal of Rural Studies* 41. Elsevier Ltd : 109-117. doi : 10.1016/j.jrurstud.2015.08.004.

Hansen, B. G., et E. P. Stræte. 2020. Dairy farmers' job satisfaction and the influence of automatic milking systems. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 92. Elsevier : 100328. doi : 10.1016/j.njas.2020.100328.

Hansen, B. G., H. O. Herje, et J. Höva. 2019. Profitability on dairy farms with automatic milking systems compared to farms with conventional milking systems. *International Food and Agribusiness Management Review* 22(2) : 215-228. doi : 10.22434/IFAMR2018.0028.

Hansen, B. G., C. T. Bugge, et P. K. Skibrek. 2020. Automatic milking systems and farmer wellbeing–exploring the effects of automation and digitalization in dairy farming. *Journal of Rural Studies* 80(October) : 469-480. doi : 10.1016/j.jrurstud.2020.10.028.

Harchaoui, S., et P. Chatzimpiros. 2019. Energy, Nitrogen, and Farm Surplus Transitions in Agriculture from Historical Data Modeling. France, 1882–2013. *Journal of Industrial Ecology* 23(2) : 412-425. doi : 10.1111/jiec.12760.

Harff, Y., et H. Lamarche. 1998. Le travail en agriculture : nouvelles demandes, nouveaux enjeux. *Économie rurale* 244(1) : 3-11. doi : 10.3406/ecoru.1998.4995.

Harrell, R. C., D. C. Slaughter, et P. D. Adsit. 1985. Vision Guidance Of A Robotic Tree Fruit Harvester. In *Intelligent Robots and Computer Vision IV*, 0579 : 537-545. SPIE. doi : 10.1117/12.950844.

Harvey, D. 1990. Between Space and Time: Reflections on the Geographical Imagination. *Annals of the Association of American Geographers* 80(3). Routledge : 418-434. doi : 10.1111/j.1467-8306.1990.tb00305.x.

Harvey, D., G. De, L. Prairies, et D. N. Vieillescazes. 2010. David Harvey, (2001), Géographie de la domination (2001) : 1-2.

Hayami, Y. 2002. Family farms and plantations in tropical development. *Asian Development Review* 19(2) : 67-89.

Heikkila, A.-M., L. Vanninen, et E. Manninen. 2010. Economics of Small-Scale Dairy Farms Having Robotic Milking. In *First North American Conference on precision dairy management*. Toronto.

Heikkila, A.-M., S. Myyra, et K. Pietola. 2012. *Effects of Economic Factors on Adoption of Robotics and Consequences of Automation for Productivity Growth of Dairy Farms*. Factor Markets Working Paper 32. Vol. 32. Brussels : Centre for European Policy Studies (CEPS).

Hélion, C. 2006. Transports par câbles et sports d'hiver : approche géographique de la dynamique territoriale du tourisme et des loisirs en espace montagnard. *Collection EDYTEM. Cahiers de géographie* 4(1) : 105-114. doi : 10.3406/edyte.2006.972.

Henry, J.-B. 1966. L'industrie laitière en Bretagne et les révolutions techniques du XIXe siècle. *Annales de Bretagne* 73(2) : 255-281. doi : 10.3406/abpo.1966.2339.

Henry, J.-B. 1974. *Pénétration du capitalisme et crise agricole : l'exemple de l'économie laitière bretonne*. Station d'Economie Rurale de Rennes.

Heudin, J.-C. 2019. Les trois lois d'Asimov. *Futura*. Mars.

Hobeika, A. 2016. Les représentations de la FNSEA : profession, État, marchés (Orne, années 1980-2015). Thèse de Doctorat de sciences sociales, Paris : École des Hautes Études en Sciences Sociales.

Hockstein, N. G., C. G. Gourin, R. A. Faust, et D. J. Terris. 2007. A history of robots: From science fiction to surgical robotics. *Journal of Robotic Surgery* 1(2): 113-118. doi : 10.1007/s11701-007-0021-2.

Hogenboom, J. A., L. Pellegrino, A. Sandrucci, V. Rosi, et P. D'Incecco. 2019. Invited review: Hygienic quality, composition, and technological performance of raw milk obtained by robotic milking of cows. *Journal of Dairy Science* 102(9). American Dairy Science Association : 7640-7654. doi : 10.3168/jds.2018-16013.

Hogenkamp, W. 2018. Groei melkrobot verschilt sterk per land. *Melkvee100plus*.

Hogeveen, H., K. Heemskerk, et E. Mathijs. 2004. Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour. In *Automatic milking. For a better understanding.*, éd. A. Meijering, H. Hogeveen, et C. J. A. M. de Koning, 56-61. Wageningen : Wageningen Academic Publishers. doi : https://doi.org/10.3920/978-90-8686-525-3.

Holloway, L., et C. Bear. 2017. Bovine and human becomings in histories of dairy technologies: robotic milking systems and remaking animal and human subjectivity. *British Society for the History of Science* 2(March 2017) : 215-234. doi : 10.1017/bjt.2017.2.

Holloway, L., C. Bear, et K. Wilkinson. 2014a. Re-capturing bovine life: Robot-cow relationships, freedom and control in dairy farming. *Journal of Rural Studies* 33. Elsevier Ltd : 131-140. doi : 10.1016/j.jrurstud.2013.01.006.

Holloway, L., C. Bear, et K. Wilkinson. 2014b. Robotic milking technologies and renegotiating situated ethical relationships on UK dairy farms. *Agriculture and Human Values* 31(2) : 185-199. doi : 10.1007/s10460-013-9473-3.

Horsley, T., O. Dingwall, et M. Sampson. 2011. Checking reference lists to find additional studies for systematic reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011 (8). doi : 10.1002/14651858.MR000026.pub2.

Hostiou, N., et B. Dedieu. 2010. Relations entre conduites d'élevage et organisation du travail : une étude dans des élevages bovin laitier en France. In *Le travail en agriculture dans les sciences pour l'action*, 244-245. France.

Hostiou, N., J. Fagon, S. Chauvat, A. Turlot, F. Kling-Eveillard, X. Boivin, et C. Allain. 2017a. Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment* 21(4) : 268-275. doi : 10.25518/1780-4507.13706.

Hostiou, N., F. Kling-Eveillard, et E. Ganis. 2017b. The effects of PLF on human-animal relationships on farms. In *8th European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF)*, 9. Nantes.

Hostiou, N., D. Vollet, M. Benoit, et C. Delfosse. 2020. Employment and farmers' work in European ruminant livestock farms: A review. *Journal of Rural Studies* 74(January). Elsevier : 223-234. doi : 10.1016/j.jrurstud.2020.01.008.

Houssel, J.-P. 2006. Des débuts de la révolution fourragère dans le lyonnais à la modernisation en petite culture. *Géocarrefour* 81(4) : 319-326. doi : 10.4000/geocarrefour.1684.

Huneau, T., J.-F. Julliot, et J.-L. Poulet. 2017. *COUFOMAT : Coût de Fonctionnement de la Machine à Traire*. Filière laitière. Chambres d'Agriculture Pays de la Loire.

IFR. 2020. International Federation of Robotics Press Conference septembre 24, Frankfurt.

Institut de l'Élevage, GIE Elevages Bretagne, et Chambre d'Agriculture de Bretagne. *Choisir son installation de traite*. Rendez-vous techniques bovins.

International Organization for Standardization. 2012. ISO 8373 : 2012, Robots and robotic devices - Vocabulary.

Irani, L. 2015. The cultural work of microwork. *New Media & Society* 17(5). SAGE Publications : 720-739. doi : 10.1177/1461444813511926.

Jacobs, J. A., et J. M. Siegford. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 95(5). Elsevier : 2227-2247. doi : 10.3168/jds.2011-4943.

Jago, J. G., K. L. Davis, M. Newman, et M. W. Woolford. 2006. An economic evaluation of automatic milking systems for New Zealand dairy farms. In *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 66 : 263-269. Napier, New Zealand. doi : 10.1079/BJN19660078.

Jarrige, F. 2017. Promesses robotiques et liquidation du politique. *Esprit* Mars (3): 107. doi : 10.3917/espri.1703.0107.

Jégouzo, G. 1981. Une durée de travail souvent excessive en agriculture. *Économie rurale* 145(1) : 38-47. doi : 10.3406/ecoru.1981.2803.

Jensen, T. 2004. Expectations of automatic milking and the realized socio-economic effects. In *Automatic milking. For a better understanding.*, éd. A. Meijering, H. Hogeveen, et C. J. A. M. de Koning, 78-79. doi : 10.3920/978-90-8686-525-3.

Jiang, H., W. Wang, C. Li, et W. Wang. 2017. Innovation, practical benefits and prospects for the future development of automatic milking systems. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering* 4(1) : 37-47. doi : 10.15302/J-FASE-2016117.

Jin, Y., J. Liu, Z. Xu, S. Yuan, P. Li, et J. Wang. 2021. Development status and trend of agricultural robot technology. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 14(4) : 1-19. doi : 10.25165/j.ijabe.20211404.6821.

Johnston, H. 2020. L'économie des plateformes sous l'angle de la géographie ouvrière : comprendre les stratégies d'organisation collective dans le contexte du travail intermédié par les plateformes numériques. *Revue internationale du Travail* 159(1) : 29-52. doi : 10.1111/ilrf.12147.

Joly, P.-B. 2015. Le régime des promesses technoscientifiques. In *Pourquoi tant de promesses*, Audétat, 31-48. Paris : Hermann.

De Jong, W., et A. Finnema. 2003. Survey of Management Practices of Farms Using Automatic Milking Systems in North America. In *ASAE Meeting Presentation*. doi : 10.13031/2013.14997.

Jourdan, F. 2022. Rituels musulmans à l'épreuve de l'abattage humanitaire-industriel. Thèse de Doctorat en sociologie, Montpellier, France : Université Paul Valéry - Montpellier III.

Journel, C. 2019. *Circulation en traite robotisée - Partie 1 : les différents modes de circulation*. PathoBet ONLINE. Zoetis.

Jussiau, R., L. Montméas, et J.-C. Parot. 2000. *L'élevage en France - 10 000 ans d'histoire*. Educagri.

Juste, F., et F. Sevila. 1991. Citrus: an european project to study the robotic harvesting of oranges. In *International Advanced Robotics Program 2e Workshop on Robotics in Agriculture and the Food Industry*, 187. Gênes (Italia).

Karttunen, J. P., R. H. Rautiainen, et C. Lunner-Kolstrup. 2016. Occupational Health and Safety of Finnish Dairy Farmers Using Automatic Milking Systems. *Frontiers in Public Health* 4 (Juillet) : 1-11. doi : 10.3389/fpubh.2016.00147.

Kautsky, K. 1900. *La Question Agraire : Étude Sur Les Tendances De L'agriculture Moderne*. Paris : François Maspero.

Kawamura, N., et K. Namikawa. 1989. Robots in agriculture. *Advanced Robotics* 3(4) : 311-320. doi : 10.1163/156855389X00253.

Kawamura, N., K. Namikawa, T. Fujiura, et M. Ura. 1984. Study on Agricultural Robot (Part 1). *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery* 46(3) : 353-358. doi : 10.11357/jsam1937.46.3_353.

Kirsch, A., J.-C. Kroll, et A. Trouvé. 2017. Aides directes et environnement : la politique agricole commune en question. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires* (359). Société Française d'Économie rurale : 121-139. doi : 10.4000/economierurale.5223.

Klatzmann, J. 1953. La modernisation de l'agriculture. *Revue économique* 4(5) : 643-658. doi : 10.3406/reco.1953.406996.

Klerkx, L., E. Jakku, et P. Labarthe. 2019. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 90-91(November). Elsevier : 100315. doi : 10.1016/j.njas.2019.100315.

Kling-Eveillard, F., C. Allain, X. Boivin, V. Courboulay, P. Créach, A. Philibert, Y. Ramonet, et N. Hostiou. 2020. Farmers' representations of the effects of precision livestock farming on human-animal relationships. *Livestock Science* 238(Mai). Elsevier B.V. : 104057. doi : 10.1016/j.livsci.2020.104057.

de Koning, C. J. A. M. 2011a. Milking machine : Robotic Milking. In *Encyclopedia of Dairy Sciences : Second Edition*, éd. J. W. Fuquay, 952-958. doi : 10.1016/B978-0-12-374407-4.00360-5.

de Koning, C. J. A. M. 2011b. Robotic Milking. In *Encyclopedia of Dairy Sciences*, éd. J. W. Fuquay, Second Edition, 952-958. doi : 10.1016/B978-0-12-374407-4.00360-5.

de Koning, K., et J. Rodenburg. 2004. State of the art automatic milking in USA and Europe. *International Dairy Topics* 3(3) : 11-13.

Kroll, J.-C., et T. Pouch. 2012. Régulation versus dérégulation des marchés agricoles : la construction sociale d'un clivage économique. *L'Homme & la Société* 183-184(1-2) : 181-206. doi : 10.3917/lhs.183.0181.

Kroll, J.-C., A. Trouvé, et M. Déruaz. 2010. Quelle perspective de régulation après la sortie des quotas ? Faut-il encore une politique laitière européenne ?

Kuch, D., M. Kearnes, et K. Gulson. 2020. The promise of precision: datafication in medicine, agriculture and education. *Policy Studies* 41(5). Routledge : 527-546. doi : 10.1080/01442872.2020.1724384.

Lachia, N. 2018a. *Observatoire des usages des robots pour l'agriculture*. Chaire AgroTIC.

Lachia, N. 2018b. *Usages des Robots en Agriculture*. 6. Observatoire des Usages de l'Agriculture Numérique. Chaire AgriTIC.

Lacroix, A., et A. Mollard. 1990. Durée de travail : pas de réduction pour les agriculteurs. *Travail et Emploi* 43.

Lafabrie, C. 2021. Entre tradition fromagère et modernité : Evolution d'un système agraire en zone d'AOP Reblochon. Mémoire de fin d'études, Montpellier : Institut Agro Montpellier.

Lampridi, M. G., D. Kateris, G. Vasileiadis, V. Marinoudi, S. Pearson, C. G. Sørensen, A. Balafoutis, et D. Bochtis. 2019. A case-based economic assessment of robotics employment in precision arable farming. *Agronomy* 9(4) : 1-14. doi : 10.3390/agronomy9040175.

Larousse. 2019. Définition du Larousse : robot. *Larousse.fr*.

Lataste, F., M. Berriet-Solliec, A. Trouvé, et D. Lépicier. 2012. Le second pilier de la Politique Agricole Commune : une politique à la carte. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* août (3). Paris : Armand Colin: 327-351. doi : 10.3917/reru.123.0327.

L'Atelier Paysan. 2021a. *Observations sur les technologies agricoles*. L'Observatoire des technologies agricoles 1.

L'Atelier Paysan. 2021b. *Reprendre la terre aux machines - Manifeste pour une autonomie paysanne et alimentaire*. Paris : Editions du Seuil.

Laumond, J.-P. 2013a. Innovation technologique - Liliane Bettencourt. *L'annuaire du Collège de France. Cours et travaux* (112): 755-762. doi : 10.4000/annuaire-cdf.972.

Laumond, J.-P. 2013b. *La robotique : une récidive d'Héphaïstos*. Collège de France / Fayard.

Le Goff, J. 2016. *Faut-il vraiment découper l'histoire en tranches ?* Points histoire. Paris : Éditions du Seuil.

Le Guern, P. 2020. Robots, élevage et techno-capitalisme. Une ethnographie du robot de traite. *Réseaux* 220-221(2-3) : 253-291. doi : 10.3917/res.220.0253.

Lecoq, P. 1966. Les installations de traite mécanique. In *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, 20 : A7-A24. S. Karger AG.

Leenes, R., E. Palmerini, B.-J. Koops, A. Bertolini, P. Salvini, et F. Lucivero. 2017. Regulatory challenges of robotics: some guidelines for addressing legal and ethical issues. *Law, Innovation and Technology* 9(1). Routledge : 1-44. doi : 10.1080/17579961.2017.1304921.

Lefevre, L., J. Beaudeau, D. Coueffe, et F. Lavedrine. 2010. Le travail d'astreinte en élevage laitier : repères et éléments de réflexion. In *3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*.

Legras, G. 1993. L'Uruguay Round et la réforme de la PAC. *Politique étrangère* 58(2). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS : 325-331. doi : 10.3406/polit.1993.4197.

Lely. 2021. Lely solutions: Improve your labour efficiencies.

Lenain, R., J. Peyrache, et A. Savary. 2021. *Agricultural robotics: part of the new deal? FIRA 2020 conclusions*. Versailles : Éditions Quae. doi : 10.35690/978-2-7592-3382-3.

Lensink, J., et H. Leruste. 2012. *Observation du troupeau bovin*. France Agricole Editions.

LeRobert. 2022. Robot (définition). *dictionnaire.lerobert.com*.

Levy, J., et M. Lussault. 2013. *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris : Belin.

López Calle, P. 2016. L'autoexploitation au volant : les camionneurs indépendants espagnols. *La nouvelle revue du travail* (8). Durand, Jean-Pierre. doi : 10.4000/nrt.2715.

Loughrey, J., T. Donnellan, T. Hennessy, et K. Hanrahan. 2013. *The Role of Pluriactivity in Farm Exit and Labour Supply Decisions*. Factor Markets Working Paper 67. Brussels : Centre for European Policy Studies (CEPS).

Lowenberg-DeBoer, J., I. Y. Huang, V. Grigoriadis, et S. Blackmore. 2020. Economics of robots and automation in field crop production. *Precision Agriculture* 21(2). Springer US : 278-299. doi : 10.1007/s11119-019-09667-5.

Lu, V. N., J. Wirtz, W. H. Kunz, S. Paluch, T. Gruber, A. Martins, et P. G. Patterson. 2020. Service robots, customers and service employees: what can we learn from the academic literature and where are the gaps? *Journal of Service Theory and Practice* 30(3). Emerald Publishing Limited : 361-391. doi : 10.1108/JSTP-04-2019-0088.

Lucas, V. 2018. L'agriculture en commun : Gagner en autonomie grâce à la coopération de proximité : Expériences d'agriculteurs français en CUMA à l'ère de l'agroécologie. Thèse de Doctorat en sociologie, Université d'Angers.

Lucas, V., P. Gasselin, F. Thomas, et P.-F. Vaquié. 2015. Coopération agricole de production : quand l'activité agricole se distribue entre exploitation et action collective de proximité. In *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*, éd. P. Gasselin, J.-P. Choisis, S. Petit, F. Purseigle, et S. Zasser, 201. EDP Sciences. doi : 10.1051/978-2-7598-1192-2.c012.

Lundström, C., et J. Lindblom. 2021. Care in dairy farming with automatic milking systems, identified using an Activity Theory lens. *Journal of Rural Studies* 87(October) : 386-403. doi : 10.1016/j.jrurstud.2021.09.006.

Lunner-Kolstrup, C., T. Hörndahl, et J. P. Karttunen. 2018a. Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study. *Journal of Agromedicine* 23(3) : 215-226. doi : 10.1080/1059924X.2018.1458670.

Lunner-Kolstrup, C., T. Hörndahl, et J. P. Karttunen. 2018b. Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study. *Journal of Agromedicine* 23(3) : 215-226. doi : 10.1080/1059924X.2018.1458670.

Lussault, M. 2016. Le rural, de l'urbain qui s'ignore ? *Tous urbains* 14(2) : 36-43.

Lyautey, M., L. Humbert, et C. Bonneuil. 2021. *Histoire des modernisations agricoles au XXe siècle*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Malanski, P. D., S. Schiavi, et B. Dedieu. 2019. Characteristics of "work in agriculture" scientific communities. A bibliometric review. *Agronomy for Sustainable Development* 39(4). Agronomy for Sustainable Development. doi : 10.1007/s13593-019-0582-2.

Manon, S. 2009. Ambiguïté de la division du travail. *PhiloLog*.

Marcinkowski, A., et J. Wilgaux. 2004. Automates et créatures artificielles d'Héphaïstos : entre science et fiction. *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques* (43-44). Les Éditions de l'EHESS. doi : 10.4000/tc.1164.

Margetic, C. 1994. IAA et territoires : les laiteries du Nord-Pas-de-Calais face aux quotas laitiers. Thèse de Doctorat en géographie, Université de Lille 1.

Margetic, C. 2006. Agro-industries et territoires : Recherches en Nord-Pas-de-Calais. *ESO Travaux et documents* (25): 67-72.

Margetic, C. 2014. Des industries agroalimentaires françaises face à des enjeux majeurs. *L'Information géographique* 78(4). Paris : Armand Colin : 27-47. doi : 10.3917/lig.784.0027.

Marie, M., M. Bermond, P. Madeline, et C. Coinaud. 2015. Une typologie des combinaisons d'utilisation agricole du sol en France en 2010 : propositions méthodologiques. *M@ppemonde* (114).

Marinoudi, V., C. G. Sørensen, S. Pearson, et D. Bochtis. 2019. Robotics and labour in agriculture. A context consideration. *Biosystems Engineering* 184. Elsevier Ltd : 111-121. doi : 10.1016/j.biosystemseng.2019.06.013.

Marinoudi, V., M. Lampridi, D. Kateris, S. Pearson, C. G. Sørensen, et D. Bochtis. 2021. The future of agricultural jobs in view of robotization. *Sustainability* 13(21). doi : 10.3390/su132112109.

Marnet, P.-G. 2014. La traite mécanique et le développement de la production laitière. In *SIEFAD*, 17. Djeba, Tunisie.

Martin, T., et É. Schnebelin. 2023. Agriculture numérique : Une promesse au service d'un nouvel esprit du productivisme. *Natures Sciences Sociétés* 31(3).

Martin, T., P. Gasselin, N. Hostiou, G. Feron, L. Laurens, et F. Purseigle. 2020. Robots and Transformations of Work in Farms - Protocol for a Systematic Review (version Preprint). INRAE. doi : 10.15454/XEXG-XB57.

Martin, T., P. Gasselin, N. Hostiou, G. Feron, L. Laurens, F. Purseigle, et G. Ollivier. 2022. Robots and transformations of work in farm: a systematic review of the literature and a research agenda. *Agronomy for Sustainable Development* 42(4) : 66. doi : 10.1007/s13593-022-00796-2.

Marx, K. 1867. *Le capital*. Bussy-Saint-Georges : Memoria books.

Marx, K., et F. Engels. 2012. *L'idéologie allemande*. Reproduction [en fac-similé]. Les essentielles. Paris : les Éd. Sociales.

Massey, D. 1994. Double articulation. *Displacements*. Indiana University Press Bloomington : 110-121.

Massey, D. 1995. *Spatial Divisions of Labour*. London : Macmillan Education UK. doi : 10.1007/978-1-349-24059-3.

Masson, P. 2017. II. Le Travail ouvrier aux usines Renault d'Alain Touraine, 1955. In *Les enquêtes sociologiques en France depuis 1945*, 37-56. Repères. Paris : La Découverte.

Mathijs, E. 2004. Socio-economic aspects of automatic milking. In *Automatic milking. For a better understanding.*, éd. A. Meijering, H. Hogeveen, et C. J. A. M. de Koning, 46-55. Wageningen Academic Publishers. doi : https://doi.org/10.3920/978-90-8686-525-3.

Mavridis, N. 2015. A review of verbal and non-verbal human–robot interactive communication. *Robotics and Autonomous Systems* 63. North-Holland : 22-35. doi : 10.1016/J.ROBOT.2014.09.031.

Mazoyer, M. 1987. *Dynamique des systèmes agraires*. Rapport de synthèse présenté au comité des systèmes agraires. Paris : Ministère de la Recherche et de la Technologie.

Mazoyer, M., et L. Roudart. 1997. Pourquoi une théorie des systèmes agraires ? *Cahiers Agricultures* 6 : 591-595.

Mazoyer, M., et L. Roudart. 2002. *Histoire des agricultures du monde : Du néolithique à la crise contemporaine*. Seuil.

Mazoyer, M., et L. Roudart. 2006. *A history of world agriculture: from the neolithic age to the current crisis*. New York : Monthly Review Press.

McMichael, P. 2009. A food regime genealogy. *The Journal of Peasant Studies* 36(1) : 139-169. doi : 10.1080/03066150902820354.

Mendez, A., éd. 2010. *Processus : concepts et méthode pour l'analyse temporelle en sciences sociales*. Intellection 11. Louvain-la-Neuve : Academia-Bruylant.

Mendras, H. 1967. *La fin des paysans*. Acte Sud.

Mercier, M., et R.-P. Savary. 2019. *Demain les robots : vers une transformation des emplois de service*. Rapport d'information - Délégation sénatoriale à la prospective 162. Paris : Sénat.

Mergoil, G. 1972. Insémination artificielle et élevage bovin sur les marges méridionales du Massif Central. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 43(1) : 23-44. doi : 10.3406/rgpso.1972.3315.

Mergoil, G. 1976. Les progrès du contrôle laitier en Quercy, Albigeois et Rouergue. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 47(4) : 343-364. doi : 10.3406/rgpso.1976.3483.

Meskens, L., M. Vandermersch, et E. Mathijs. 2001. *Implication of the introduction of automatic milking on dairy farms. The EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5-2000-31006).*

Meynier, A. 1940. Roux. - Le marché du lait en Ille-et-Vilaine. Dans L'Activité économique. *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest* 47(1). 264-265.

Michaud, T. 2011. La science-fiction : une culture de l'innovation globale. *ESSACHESS, Journal for Communication Studies* : 10.

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la F. 2016. La Révolution Numérique. *alim'agri* 1565.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. 2021. France 2030, objectif 6 : accélérer la révolution agricole et agroalimentaire.

Mitaritonna, C., et L. Ragot. 2020. *Policy Brief : After Covid-19, will seasonal migrant agricultural workers in Europe be replaced by robots?* CEPII. doi : 10.6092/unibo/amsacta/6247.

Moher, D., A. Liberati, J. Tetzlaff, et D. G. Altman. 2010. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery* 8(5) : 336-341. doi : 10.1016/j.ijsu.2010.02.007.

Mokyr, J. 2001. The rise and fall of the factory system: technology, firms, and households since the industrial revolution. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 55(1) : 1-45. doi : 10.1016/S0167-2231(01)00050-1.

Molfino, J., K. Kerrisk, et S. C. García. 2014. Investigation into the labour and lifestyle impacts of automatic milking systems (AMS) on commercial farms in Australia. In *Proceedings of the 5th Australasian Dairy Science Symposium 2014*, 339-342.

Mollard, A. 2001. Qualité et développement territorial: une grille d'analyse théorique à partir de la rente. *Économie Rurale* 263(1) : 16-34. doi : 10.3406/ecoru.2001.5240.

Montalescot, J. B. 1987. Automation of milk production: Towards robotization. In *Proceedings of the third symposium automation in dairying, Wageningen, The Netherlands, September 9, 10, and 11, 1987*, 294-295. Wageningen, The Netherlands : IMAG.

Montalescot, J.-B., G. Camus, et J. Lucas. 2022. Demande de brevet d'invention - Installation de traite automatique - n° de Brevet 8603264. Paris.

Moulin, S. M. 2021. La préservation de la montagne et le développement du tourisme - La loi « montagne » rattrapée par le droit commun. In *La territorialisation du droit du tourisme*. Mare et Martin.

Moyes, K. M., L. Ma, T. K. McCoy, et R. R. Peters. 2014. A survey regarding the interest and concern associated with transitioning from conventional to automated (robotic) milking systems for managers of small-to medium-sized dairy farms. *Professional Animal Scientist* 30(4) : 418-422. doi : 10.15232/pas.2014-01327.

Muller, P. 1984. *Le technocrate et le paysan : les lois d'orientation agricole de 1960-1962 et la modernisation de l'agriculture française, 1945-1984*. Nouvelle éd. Logiques politiques. Paris : l'Harmattan.

Mumford, L. 2016. *Technique et civilisation*. Collection Eupalinos. Marseille : Parenthèses.

Mundler, P., et C. Laurent. 2003. Flexibilité du travail en agriculture : méthodes d'observation et évolutions en cours. *Ruralia. Sciences sociales et mondes ruraux contemporains* (12/13). Association des ruralistes français.

Mundler, P., B. Guermonprez, J. C. Jauneau, et J. Pluvinage. 2010. Les dimensions territoriales de la restructuration laitière. *Geographie Economie Societe* 12(2) : 161-180. doi : 10.3166/ges.12.161-180.

Nabokov, V. I., L. A. Novopashin, L. V. Denyozhko, A. A. Sadov, N. V. Ziablitckaia, S. A. Volkova, et I. V. Speshilova. 2020. Applications of feed pusher robots on cattle farmings and its economic efficiency. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies* 11(14) : 1-7. doi : 10.14456/ITJEMAST.2020.270.

Napoléone, M., C. Corniaux, et B. Leclerc. 2015. *Voies lactées. Dynamique des bassins laitiers, entre globalisation et territorialisation*. Cardère.

Naville, P. 1960. Vers l'automatisme social. *Revue française de sociologie* 1(3) : 275-285. doi : 10.2307/3319889.

Naville, P. 1963. *Vers l'automatisme social ? machines, informatique, autonomie et liberté*. Mille marxismes. Paris : Éditions Syllepse.

Naylor, E. L. 1994. Unionism, peasant protest and the reform of French agriculture. *Journal of Rural Studies* 10(3) : 263-273. doi : 10.1016/0743-0167(94)90053-1.

Nevejans, N., éd. 2015. Les robots : tentative de définition. In *Les robots : objets scientifiques, objets de droits*, 79-117. Collection de Presses Universitaires de Sceaux. Paris : Editions Mare & Martin.

Nevejans, N. 2016. *Règles Européennes de Droit Civil en Robotique*. Affaires juridiques et parlementaires PE 571.379. *Etude pour la commission JURI*. Commission des affaires juridiques du Parlement européen. doi : 10.2861/943923.

Nevejans, N. 2020. Le robot, responsable ? À propos de la Première Loi de la Robotique d'Asimov. *Revue Francophone de la Propriété Intellectuelle* : 15.

Nguyen, G., F. Purseigle, J. Brailly, et B. Legagneux. 2020. Sous-traitance et délégation du travail : marqueurs des mutations de l'organisation de la production agricole. *NESE (Notes et études socio-économiques)* 47 : 43-88.

Nguyen, G., F. Purseigle, J. Brailly, et M. Marre. 2022. La sous-traitance des travaux agricoles en France : une perspective statistique sur un phénomène émergent. *Economie et Statistique* 532(1) : 91-113. doi : 10.24187/ecostat.2022.532.2073.

Nicourt, C. 2013. *Être agriculteur aujourd'hui : l'individualisation du travail des agriculteurs*. Nature et société. Versailles : Éditions Quae.

Nora, D. 2015. Les robots menacent-ils votre métier ? *L'Obs*. avril 8.

OECD. 2019. *Perspectives de l'emploi de l'OCDE 2019 : L'avenir du travail*. Édité par OECD Publishing. Perspectives de l'emploi de l'OCDE. Paris : OECD. doi : 10.1787/b7e9e205-fr.

Oiry, E., C. Bidart, D. Brochier, J. Garnier, A. Gilson, M. E. Longo, A. Mendez, D. Mercier, A. Pascal, G. Perocheau, et R. Tchobanian. 2010. Propositions pour un cadre théorique unifié et une méthodologie d'analyse des trajectoires des projets dans les organisations. *Management & Avenir* 36(6): 84-107. doi : 10.3917/mav.036.0084.

Örs, A., et C. Oğuz. 2018. Comparison of the Economic Performance of Robotic Milking System and Conventional Milking System. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences* 8(2) : 35-51.

Orsini, S., S. Padel, et N. Lampkin. 2018. Labour Use on Organic Farms: A Review of Research since 2000. *Organic Farming* 4(1): 7-15. doi : 10.12924/of2018.04010007.

Oudshoorn, F. W., T. Kristensen, A. J. Van Der Zijpp, et I. J. M. de Boer. 2012a. Sustainability evaluation of automatic and conventional milking systems on organic dairy farms in Denmark. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 59(1-2). Royal Netherlands Society for Agriculture Sciences : 25-33. doi : 10.1016/j.njas.2011.05.003.

Oudshoorn, F. W., T. Kristensen, A. J. Van Der Zijpp, et I. J. M. de Boer. 2012b. Sustainability evaluation of automatic and conventional milking systems on organic dairy farms in

Denmark. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 59(1-2). Royal Netherlands Society for Agriculture Sciences : 25-33. doi : 10.1016/j.njas.2011.05.003.

Oui, J. 2021. La précision au secours des pollutions - des technologies numériques pour écologiser le productivisme agricole. Thèse de Doctorat en sociologie, Paris : École des Hautes Études en Sciences Sociales.

Ouzzani, M., H. Hammady, Z. Fedorowicz, et A. Elmagarmid. 2016. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* 5(1). 1-10. doi : 10.1186/s13643-016-0384-4.

Paugam, S. 2013. Introduction. Durkheim et le lien social. In *De la division du travail social*, 8e éd. Quadrige. Paris : Presses universitaires de France.

Paul, J., B. Bory, A. Bellande, et E. Garganta. 1994. Quel système de référence pour la prise en compte de la rationalité de l'agriculteur : du système de production agricole au système d'activité. *Les Cahiers de la Recherche Développement* n°39.

Paysan Breton. 2017. Entraide et achat groupé autour des robots de traite.

Pecqueur, B. 2001. Qualité et développement territorial : l'hypothèse du panier de biens et de services territorialisés. *Économie Rurale* 261(1) : 37-49. doi : 10.3406/ecoru.2001.5217.

Perrin, C. 2021. Ce que l'industrialisation a fait aux artisans d'Europe occidentale, années 1830 - années 1930. *Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines* (13). Presses universitaires du Midi : 317-334. doi : 10.4000/artefact.6862.

Perrot, C., D. Caillaud, V. Chatellier, M. Ennifar, et G. You. 2014. La diversité des exploitations et des territoires laitiers français face à la fin des quotas. In *3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 203-210. Paris, France.

Perrot, C., C. Le Doare, et J.-N. Depeyrot. 2018. Exploitations laitières françaises : une diversité en mouvement. In *3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 437-441.

Perrot, Christophe, A. Mottet, et G. You. 2011. Les modèles laitiers européens du nord de l'UE à l'épreuve de la volatilité. In *3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*.

Petticrew, M., et H. Roberts. 2006. *Systematic reviews in the social sciences: a practical guide*. Malden, MA ; Oxford : Blackwell Pub.

Pezzuolo, A., A. Chiumenti, L. Sartori, et F. Da Borso. 2016. Automatic Feeding System: Evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm. In *Proceedings of 15th International Scientific Conference - Engineering for Rural Development*, 882-887. Jelgava, Latvia.

Pezzuolo, A., D. Cillis, F. Marinello, et L. Sartori. 2017. Estimating efficiency in automatic milking systems. *Engineering for Rural Development* 16 (Mai) : 736-741. doi : 10.22616/ERDev2017.16.N148.

Pflimlin, A., P. Faverdin, et C. Béranger. 1998. Un demi-sicèle d'évolution de l'élevage bovin : Bilan et perspectives. *Fourrages* 155 : 429-464.

Piel-Desruisseau, J. 1958a. Etat actuel et perspectives des études d'organisation du travail agricole en France. *Économie rurale* 35(1) : 19-22. doi : 10.3406/ecoru.1958.1615.

Piel-Desruisseau, J. 1958b. *L'organisation du travail en agriculture*. Paris : Les Editions d'Organisation.

Piel-Desruisseaux, J. 1966. L'organisation du travail de traite des vaches. In *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, 20 : A151-A189. S. Karger AG.

Pinaud, S. 2014. La poudre de lait, le trader parisien et le commerçant bamakois - Une sociologie économique de la mondialisation. Thèse de Doctorat en sociologie, Paris : Université de Paris Ouest Nanterre.

Pinzke, S. 2016. Comparison of Working Conditions and Prevalence of Musculoskeletal Symptoms among Dairy Farmers in Southern Sweden over a 25-Year Period. *Frontiers in Public Health* 4(98) : 1-12. doi : 10.3389/fpubh.2016.00098.

Pluvinage, J. 1991. Une loi d'exception : la loi sur l'élevage et son application. *Économie rurale* 204 (1): 35-40. doi : 10.3406/ecoru.1991.4215.

Pomiès, D., P. G. Marnet, S. Cournut, F. Barillet, J. Guinard-Flament, et B. Rémond. 2008. Les conduites de traite simplifiées en élevage laitier : vers la levée de l'astreinte biquotidienne. *INRAE Productions Animales* 21(1) : 59-70. doi : 10.20870/productions-animales.2008.21.1.3375.

Porcher, J. 2014. *Vivre avec les animaux : une utopie pour le XXIe siècle*. Poche. Paris : la Découverte.

Porcher, J., et T. Schmitt. 2012. Dairy cows: Workers in the shadows? *Society and Animals* 20(1): 39-60. doi : 10.1163/156853012X614350.

Poux, X., J.-B. Narcy, et B. Ramain. 2009. Le saltus : un concept historique pour mieux penser aujourd'hui les relations entre agriculture et biodiversité.

Prause, L. 2021. Digital Agriculture and Labor: A Few Challenges for Social Sustainability. *Sustainability* 13(11) : 5980. doi : 10.3390/su13115980.

Prével, M. 2008. Le productivisme agricole - Socioanthropologie de l'industrialisation des campagnes françaises. *Études rurales* (181): 115-132. doi : 10.4000/etudesrurales.8675.

Purseigle, F., G. Nguyen, et P. Blanc. 2017. *Le nouveau Capitalisme Agricole : de la ferme à la firme*. Paris : Presses de Sciences Po.

Quentin, D. 2020. Le robot de traite : pour quelles agricultures et quels agriculteurs ? Cas de la filière bovin-lait. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur agronome, Angers : Ecole supérieure d'Agricultures.

Rabardel, P. 1995. *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Ragu-Nathan, T. S., M. Tarafdar, B. S. Ragu-Nathan, et Q. Tu. 2008. The consequences of technostress for end users in organizations: Conceptual development and validation. *Information Systems Research* 19(4) : 417-433. doi : 10.1287/isre.1070.0165.

Ranwez, V., N. Lachia, et T. Sari. 2019. Au cœur de #DigitAg, l'Institut Convergences Agriculture Numérique, une Graduate School innovante. *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 29(3) : 58. doi : 10.3917/set.029.0058.

Rapport économique 2020. 2020. Union des Industriels de l'Agroéquipement.

Rastoin, J. 1989. Perspective de développement des marchés de l'agrionique. *Economie Rurale* (192-193) : 123-126. doi : 10.3406/ecoru.1989.4006.

Reddy, N. V., A. V. V. V. Reddy, S. Pranavadithya, et J. J. Kumar. 2016. A critical review on agricultural robots. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology* 7(4) : 183-188.

Reguer, I. 2021. La méthanisation agricole et l'impact des politiques énergétiques en France : le cas du nord-ouest du Bassin versant de la Vilaine. Mémoire de fin d'études, Paris : AgroParisTech.

Rémy, J. 2007. Les petites exploitations dans la politique agricole. *Pour* 194(2). Paris : GREP : 43-48. doi : 10.3917/pour.194.0043.

Repplinger, M. 2015. La grève du lait de 2009. Une révolte de l'éleveur modernisé contre les pouvoirs professionnels. *Histoire & Sociétés Rurales* 44(2). Caen : Association d'histoire des sociétés rurales : 111-140. doi : 10.3917/hsr.044.0111.

Rey, V. 1987. Spécialisation géographique du système agricole français. Une méthode d'évaluation. *Bulletin de l'Association de Géographes Français* 64(3) : 211-220. doi : 10.3406/bagf.1987.1389.

Ricard, D. 2014. Les mutations des systèmes productifs en France : le cas des filières laitières bovines. *Revue Géographique de l'Est* 54(1-2). doi : 10.4000/rge.5180.

Ricard, D. 2015. La coopération laitière dans la montagne française. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* (103-1). Association pour la diffusion de la recherche alpine et UGA Éditions. doi : 10.4000/rga.2739.

Ricard, D. 2018. Les territoires laitiers du Sud-Est français. *Géocarrefour* 92(92): 1-18. doi : 10.4000/geocarrefour.12173.

Rieu, A.-M. 1993. L'enjeu de l'informatique dans les rapports entre les sexes en agriculture. *Sociétés Contemporaines* 16(1) : 63-76. doi : 10.3406/socco.1993.1141.

Rieutort, L. 1995. *L'élevage ovin en France - espaces fragiles et dynamiques des systèmes agricoles*. Presses universitaires de Clermont-Ferrand.

Rifkin, J. 1997. *La fin du Travail*. La Découverte.

Rioux, S., et F. G. Dufour. 2008. La sociologie historique de la théorie des relations sociales de propriété. *Actuel Marx* 43(1) : 126-139. doi : 10.3917/amx.043.0126.

Risse, J. 1985. *Histoire de l'élevage français*. L'Harmattan.

RMT Travail en élevage. 2018. *Le travail dans les grands troupeaux bovins lait britanniques : quels enseignements en termes d'organisation et de gestion d'un collectif de travail ?* Résultats d'enquêtes menées en Angleterre - CASDAR ORGUE. L'Institut de l'Elevage.

Robertson, J. 2017. *Robo sapiens japanicus: Robots, Gender, Family, and the Japanese Nation*. 1re éd. University of California Press. doi : 10.1525/california/9780520283190.001.0001.

Rogers, E. M. 2010. *Diffusion of Innovations, 4th Edition*. Simon and Schuster.

Rolland, L. 1984. L'histoire de la vulgarisation agricole en France avant 1966. *Économie rurale* 159(1): 11-16. doi : 10.3406/ecoru.1984.3018.

Rose, D. C., J. Lyon, A. de Boon, M. Hanheide, et S. Pearson. 2021. Responsible development of autonomous robotics in agriculture. *Nature Food* 2(5). Springer US : 306-309. doi : 10.1038/s43016-021-00287-9.

Rossing, W., et P. H. Hogewerf. 1997. State of the art of automatic milking systems. *Computers and Electronics in Agriculture* 17(1). Elsevier : 1-17. doi : 10.1016/S0168-1699(96)01229-X.

Rossing, W., A. H. Ipema, et P. F. Veltman. 1985. *The feasibility of milking in a feeding box*. Research Report - Institute of Agricultural Engineering 85-2. Wageningen : Institute of Agricultural and Environmental Engineering.

Rossing, W., P. H. Hogewerf, A. H. Ipema, C. C. Ketelaar-De-Lauwere, et C. J. A. M. de Koning. 1997. Robotic milking in dairy farming. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45 : 15-31.

Rosso, B. D., K. H. Dekas, et A. Wrzesniewski. 2010. On the meaning of work: A theoretical integration and review. *Research in Organizational Behavior* 30 (C). Elsevier Ltd : 91-127. doi : 10.1016/j.riob.2010.09.001.

Rot, G. 2002. Fluidité industrielle, fragilité organisationnelle. *Revue Française de Sociologie* 43 : 711. doi : 10.2307/3322881.

Rot, G., et F. Vatin. 2017. *Au fil du flux : le travail de surveillance-contrôle dans les industries chimique et nucléaire*. Collection Sciences sociales. Paris : Presses des Mines-Transvalor.

Rotz, C. A., C. U. Coiner, et K. J. Soder. 2003. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production. *Journal of Dairy Science* 86(12). Elsevier : 4167-4177. doi : 10.3168/JDS.S0022-0302(03)74032-6.

Rotz, S., E. Gravely, I. Mosby, E. Duncan, E. Finnis, M. Horgan, J. LeBlanc, R. Martin, H. T. Neufeld, A. Nixon, L. Pant, V. Shalla, et E. Fraser. 2019. Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies* 68. Pergamon : 112-122. doi : https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.023.

Roudié, P. 1984. Le vignoble bordelais : un monde en mouvement. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 55(3). 337-353. doi : 10.3406/rgpso.1984.4609.

Roullaud, É. 2010. La grève « européenne » du lait de 2009 : réorganisation des forces syndicales sur fond de forte dérégulation du secteur. *Savoir/Agir* 12(2). Vulaines-sur-Seine : Éditions du Croquant : 111-116. doi : 10.3917/sava.012.0111.

le Roux, J. 2017. Industrial robot population density and the neoclassical growth model. Mini Dissertation (MBA). Pretoria.

Ryan, M., S. Van Der Burg, et M.-J. Bogaardt. 2021. Identifying key ethical debates for autonomous robots in agri-food : a research agenda. *AI and Ethics*. doi : https://doi.org/10.1007/s43681-021-00104-w.

Salemink, K., D. Strijker, et G. Bosworth. 2017. Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas. *Journal of Rural Studies* 54. Pergamon : 360-371. doi : 10.1016/J.JRURSTUD.2015.09.001.

Salette, J. 2006a. La Révolution fourragère, 50 ans après. Contribution à l'histoire des idées (Introduction). *Fourrages* (188) : 411-415.

Salette, J. 2006b. La Révolution fourragère, 50 ans après. La Révolution fourragère et l'herbe. *Fourrages* (188) : 417-429.

Salfer, J. A., K. Minegishi, W. Lazarus, E. Berning, et M. I. Endres. 2017. Finances and returns for robotic dairies. *Journal of Dairy Science* 100(9). American Dairy Science Association : 7739-7749. doi : 10.3168/jds.2016-11976.

Saraceno, M. 2020. L'homme « au cœur » : Du robot au cobot, le mythe du « bon » automate dans la médiatisation de « l'industrie du futur » (1978-2018). *Communication* (vol. 37/1). doi : 10.4000/communication.11293.

Sauvy, A. 1980. *La machine et le chômage : le progrès technique et l'emploi*. Collection Pluriel 8384. Paris: Dunod.

Schewe, R. L., et D. Stuart. 2015. Diversity in agricultural technology adoption: How are automatic milking systems used and to what end? *Agriculture and Human Values* 32(2) : 199-213. doi : 10.1007/s10460-014-9542-2.

Schnebelin, É. 2022. Le développement du numérique dans les trajectoires d'écologisation de l'agriculture en France. Thèse de Doctorat en économie, Montpellier : Montpellier SupAgro.

Scholz, T., éd. 2013. *Digital labor: the Internet as playground and factory*. New York London : Routledge, Taylor & Francis group.

Scott, A. J., et F. Leriche. 2018. Division du travail, développement spatial et le nouvel ordre économique mondial. *Annales de Geographie* 2018(723-724) : 635-657. doi : 10.3917/ag.723.0635.

Seabrook, M. F. 1992. The perception by stockpersons of the effect on their esteem, self-concept and satisfaction of the incorporation of automatic milking into their herd. In *International Symposium on Prospects for Automatic Milking*, 409-413. Wageningen, Netherlands.

Sébillotte, M. 1977. Jachère, système de culture, système de production, méthodologie d'étude. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée* 24(2) : 241-264. doi : 10.3406/jatba.1977.3287.

Sébillotte, M. 1986. Evolution et actualité de problèmes d'organisation du travail en agriculture. *BTI* (412-413): 621-630.

Sèité, Y., et O. Rosat. 2009. *Circulation des animaux et robot : quatre types de conduite*. Autour de la traite 35. Chambres d'agriculture de Bretagne.

Semin, A. N., E. A. Skvortsov, E. G. Skvortsova, C. Oguz, et A. Ors. 2020. Labor Polarization in the Context of Agricultural Robotization in the Middle Urals. *International Transaction Journal of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies* 11(14). doi : 10.14456/ITJEMAST.2020.283.

Séris, J.-P. 1994. *Qu'est-ce que la division du travail ? Ferguson*. Pré-textes 6. Paris : J. Vrin.

Serrate, C., P. Neuhauser, J.-F. Guet, et J. Fatras. 1997. *Atlas des paysages de la Haute-Savoie*. Editions Villes et Territoire. Annecy.

Servolin, C. 1972. L'absorption de l'agriculture dans le mode de production capitaliste. In *L'univers politique des paysans dans la France contemporaine*, 41-77. Académique. Paris : Presses de Sciences Po.

Servolin, C. 1989. *L'agriculture moderne*. Seuil.

Sharipov, D. R., O. A. Yakimov, M. K. Gainullina, A. R. Kashaeva, et I. N. Kamaldinov. 2021. Development of automatic milking systems and their classification. In *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*. Vol. 659. doi : 10.1088/1755-1315/659/1/012080.

Shinn, T., et P. Ragouet. 2000. Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale. *Revue française de sociologie* 41(3): 447-473. doi : 10.2307/3322541.

Shortall, J., L. Shalloo, C. Foley, R. D. Sleator, et B. O'Brien. 2016. Investment appraisal of automatic milking and conventional milking technologies in a pasture-based dairy system. *Journal of Dairy Science* 99(9). Elsevier : 7700-7713. doi : 10.3168/jds.2016-11256.

Sigaut, F. 1977. Colloque « Ergonomie et amélioration des conditions de travail en agriculture », Rodez, 29-30 avril 1977. *Études rurales* (67) : 93-96.

Sigaut, F. 1989. L'innovation mécanique en agriculture - Essain d'une analyse historique comparative. *Les Cahiers de la Recherche Développement* (21).

Siméon, G. 2015. Les robots détruiront plus d'emplois qu'ils n'en créeront, selon une étude. *Libération*. septembre.

Sinnott, A. M., E. Kennedy, et E. A. M. Bokkers. 2021. The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. *Livestock Science* 244(July 2020). Elsevier B.V. : 1-9. doi : 10.1016/j.livsci.2020.104343.

Smith, A. 1776. *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*. Document numérique. Vol. 1. 3 vol. Les classiques des sciences sociales. Chicoutimi, Québec : Bibliothèque Paul-Émile-Boulet de l'Université du Québec à Chicoutimi.

Sonck, B. R. 1996. *Labour organisation on robotic milking dairy farms*.

Sorel, A. 2019. Robots de traite : Un essor florissant en cinq chiffres clés. *Web-Agri*.

Soussi, S. 2013. Les flux du travail migrant temporaire et la précarisation de l'emploi : une nouvelle figure de la division internationale du travail ? *Revue multidisciplinaire sur l'emploi, le syndicalisme et le travail* 8(2). Centre d'étude et de recherche sur l'emploi, le syndicalisme et le travail : 145-170. doi : 10.7202/1027061ar.

Sparrow, R. 2020. Robotics. In *International Encyclopedia of Ethics*, 1-12. John Wiley & Sons, Ltd. doi : 10.1002/9781444367072.wbiee923.

Sparrow, R., et M. Howard. 2021. Robots in agriculture : prospects, impacts, ethics, and policy. *Precision Agriculture* 22(3). Springer US : 818-833. doi : 10.1007/s11119-020-09757-9.

Speroni, M., G. Pirlo, et S. Lolli. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *Journal of Dairy Science* 89(12). Elsevier : 4687-4693. doi : 10.3168/jds.S0022-0302(06)72519-X.

Spoljar, P. 2015. Modernisation de l'agriculture et santé mentale : les contradictions au travail. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* (17-1): 0-31. doi : 10.4000/pistes.4430.

Spykman, O., A. Gabriel, M. Ptacek, et M. Gandorfer. 2021. Farmers' perspectives on field crop robots – Evidence from Bavaria, Germany. *Computers and Electronics in Agriculture* 186. Elsevier B.V. : 106176. doi : 10.1016/j.compag.2021.106176.

Srivastava, S. K. 2021. Agricultural automation: A strategic dilemma of a rich Indian farmer. *Journal of Information Technology Teaching Cases* 11(2): 117-121. doi : 10.1177/2043886920951200.

Steeneveld, W., L. W. Tauer, H. Hogeveen, et A. G. J. M. Oude Lansink. 2012. Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system. *Journal of Dairy Science* 95(12). Elsevier : 7391-7398. doi : 10.3168/JDS.2012-5482.

Steta, A. 2018. Le revenu universel : histoire d'une tentation. *Le Débat* 199(2): 136. doi : 10.3917/deba.199.0136.

Stræte, E. P., J. Vik, et B. G. Hansen. 2017. The Social Robot : A Study of the Social and Political Aspects of Automatic Milking Systems. In *Proceedings in System Dynamics and Innovation in Food Networks 2017*, 220-233. Innsbruck-Igls, Austria. doi : 10.18461/pfsd.2017.1722.

Syndicat Interprofessionnel du Reblochon. 2011. SIR info, octobre.

Tangorra, F. M., A. Calcante, G. Vigone, A. Assirelli, et C. Bisaglia. 2022. Assessment of technical-productive aspects in Italian dairy farms equipped with automatic milking systems : A multivariate statistical analysis approach. *Journal of Dairy Science* 105(9): 7539-7549. doi : 10.3168/jds.2021-20859.

Tchayanov, A. 1925. *L'Organisation de l'Economie Paysanne*. Paris : Librairie du Regard.

Therond, O., M. Duru, J. Roger-Estrade, et G. Richard. 2017. A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37(3). doi : 10.1007/s13593-017-0429-7.

Thomas, F., et C. Bonneuil. 2008. L'introduction du maïs hybride en France : une technologie fordiste. In *Sciences, chercheurs et agriculture : pour une histoire de la recherche agronomique*. Éditions Quae.

Thompson, E. P. 2004. *Temps, discipline du travail et capitalisme industriel*. La Fabrique Editions. doi : 10.3917/lafab.thomp.2004.01.

Touraine, A. 1955. *L'évolution du travail ouvrier aux usines Renault*. Vol. 1. Travaux du Centre d'études sociologiques. Paris : Centre national de la recherche scientifique.

Tremblay, M. 2008. La division sexuelle du travail et la modernisation de l'agriculture à travers la presse agricole, 1840-1900. *Revue d'histoire de l'Amérique française* 47(2) : 221-244. doi : 10.7202/305218ar.

Trendov, N., S. and Varas, et S. Meng. 2019. *Digital technologies in agriculture and rural areas - Status report. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome : FAO.

Trentesaux, D., et R. Rault. 2020. Ethique des robots intelligents dans la société humaine : Regards croisés issus du droit, de la science et de la littérature. In *Droit et robots - Droit science-fictionnel et fictions du droit*, 89-128. Presses Universitaires de Valenciennes.

Trouvé, A., et J.-C. Kroll. 2013. Lecture critique d'une dérégulation des marchés : le cas de la suppression des quotas laitiers. *Agronomie, Environnement & Sociétés* 3(1) : 115-124.

Trouvé, A., M. Dervillé, D.-M. Gouin, T. Pouch, X. Briot, A. Fink-Kessler, J.-C. Kroll, P. Lambaré, O. Rat-Aspert, et R. Jogeneel. 2014. *Synthèse : Étude sur les mesures contre les déséquilibres de marché : Quelles perspectives pour l'après quotas dans le secteur laitier européen ?*

Tse, C., H. W. Barkema, T. J. DeVries, J. Rushen, et E. A. Pajor. 2017. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. *Journal of Dairy Science* 100(3). American Dairy Science Association : 2404-2414. doi : 10.3168/jds.2016-11521.

Tse, C., H. W. Barkema, T. J. DeVries, J. Rushen, et E. A. Pajor. 2018a. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. *Animal* 12(12) : 2649-2656. doi : 10.1017/S1751731118000654.

Tse, C., H. W. Barkema, T. J. DeVries, J. Rushen, E. Vasseur, et E. A. Pajor. 2018b. Producer experience with transitioning to automatic milking: Cow training, challenges, and effect on quality of life. *Journal of Dairy Science* 101(10). American Dairy Science Association : 9599-9607. doi : 10.3168/jds.2018-14662.

Tubaro, P., A. A. Casilli, et M. Coville. 2020. The trainer, the verifier, the imitator: Three ways in which human platform workers support artificial intelligence. *Big Data & Society* 7(1). SAGE Publications Ltd : 2053951720919776. doi : 10.1177/2053951720919776.

USDA. 2020. USDA-NIFA and NSF Establish Nationwide Network of Artificial Intelligence Research Institutes.

Vatin, F. 1985. Émile Belot et le principe de continuité. *Publications de l'Institut de recherche mathématiques de Rennes,* 2. Science, histoire et société : 56-59.

Vatin, F. 1987. *La Fluidité industrielle : essai sur la théorie de la production et le devenir du travail*. Réponses sociologiques. Paris : Méridiens-Klincksieck.

Vatin, F. 1990. *L'industrie du lait : essai d'histoire économique*. Logiques économiques. Paris : Éd. l'Harmattan.

Vatin, F. 1996. *Le lait et la raison marchande : Essais de sociologie économique*. PU Rennes.

Vatin, F. 2008. *Le travail et ses valeurs*. Bibliothèque Albin Michel idées. Paris : A. Michel.

Vatin, F. 2014. *Le travail : activité productive et ordre social*. Essais & conférences. Nanterre : Presses universitaires de Paris Ouest.

Vedel, G. 2006. Chapitre 2. Développement agricole et conseil aux agriculteurs : de la productivité au développement durable. In *Conseiller en agriculture*, éd. J. Rémy, H. Brives, et B. Lémery, 37-58. Sciences en partage. Éducagri éditions.

Veyret, P. 1951. *Géographie de l'élevage*. Géographie humaine 23. Gallimard.

Veysset, P., et L. Delaby. 2018. Diversité des systèmes de production et des filières bovines en France. *Innovations Agronomiques* (68): 129-150.

Veysset, P, P. Wallet, et E. Prugnard. 2001. Automatic milking systems : characterising the farms equipped with AMS, impact and economic simulations. In *Proceedings of the International Conference on Physiological and Technical Aspects of Machine Milking*, 141-150. Nitra, Slovak Republic.

Veysset, P., P. Wallet, et E. Prugnard. 2001. Le robot de traite : Pour qui ? pourquoi ? Caractérisation des exploitations équipées, simulations économiques et éléments de réflexion avant investissement. *Productions Animales* 14(1) : 51-61.

Vik, J., E. P. Stræte, B. G. Hansen, et T. Nærland. 2019. The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 90-91(July) : 1-9. doi : 10.1016/j.njas.2019.100305.

Villaret, A. 1996. *Eléments pour un bilan de la Politique de la Montagne*. Rapport interne. Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation. Direction de l'espace rural et de la forêt & Assemblée permanente des Chambres d'Agriculture.

Vuichard, L. 1991. *Nos fruitières, nos fruitiers*. L. Vuichard.

Wade, K. M., M. A. P. M. Van Asseldonk, P. B. M. Berentsen, W. Ouweltjes, et H. Hogeveen. 2004. Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production. In *Automatic milking. For a better understanding.*, éd. A. Meijering,

H. Hogeveen, et C. J. A. M. de Koning, 63-67. Wageningen. doi : 10.3920/978-90-8686-525-3.

Wallén, J. 2008. *The history of the industrial robot*. Technical report from Automatic Control at Linköpings universitet LiTH-ISY-R-2853. Linköping, Sweden : Linköpings universitet.

Wang, W., et K. Siau. 2019. Artificial intelligence, machine learning, automation, robotics, future of work and future of humanity: A review and research agenda. *Journal of Database Management* 30(1) : 61-79. doi : 10.4018/JDM.2019010104.

Wiking, L., et J. Nielsen. 2007. Effect of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Animal and Feed Sciences* 16(Suppl. 1) : 108-116. doi : 10.22358/jafs/74162/2007.

Wildridge, A. M., P. C. Thomson, S. C. Garcia, E. C. Jongman, et K. L. Kerrisk. 2020. Transitioning from conventional to automatic milking : Effects on the human-animal relationship. *Journal of Dairy Science* 103(2). American Dairy Science Association : 1608-1619. doi : 10.3168/jds.2019-16658.

Woo, S., D. D. Uyeh, J. Kim, Y. Kim, S. Kang, K. C. Kim, S. Y. Lee, Y. Ha, et W. S. Lee. 2020. Analyses of work efficiency of a strawberry-harvesting robot in an automated greenhouse. *Agronomy* 10(11) : 1-20. doi : 10.3390/agronomy10111751.

Woodcock, J., et M. Graham. 2020. *The gig economy: A Critical Introduction*. Cambridge, UK : Polity Press.

World Bank. 2021. Employment in agriculture (% of total employment) (modeled ILO estimate). *International Labour Organization, ILOSTAT database.*

Wouter Bac, C., E. J. Van Henten, J. Hemming, et Y. Edan. 2014. Harvesting Robots for High-value Crops : State-of-the-art Review and Challenges Ahead. *Journal of Field Robotics* 31(6) : 888-911. doi : 10.1002/rob.

Yaghoubi, S., N. A. Akbarzadeh, Shadi Sadeghi Bazargani, Sama Sadeghi Bazargani, M. Bamizan, et M. I. Asl. 2013. Autonomous robots for agricultural tasks and farm assignment and future trends in agro robots. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering* 13(3) : 1-6.

Zahniser, S., J. E. Taylor, T. Hertz, et D. Charlton. 2018. *Farm Labor Markets in the United States and Mexico Pose Challenges for U.S. Agriculture*. Economic Information Bulletin 201. USDA. doi : 10.22004/ag.econ.281161.

Annexes

Annexe 2 Typologie simplifiée des exploitations laitières équipées de robots de traite sur nos terrains (Tableau 7) 382

Annexe 3 Figures et carte 383
Annexe 3.1 : Nos deux terrains dans la diversité géographique de la France agricole 383
Annexe 3.2 : L'agriculture de nos deux terrains dans l'après-guerre 386
Annexe 3.3 : Evolution de l'agriculture au prisme du recensement agricole 387
Annexe 3.4 : Prix, volumes et subventions : tendances et évolutions 389
Annexe 3.5 : Evolution historique des assolements sur nos deux terrains 391
Annexe 3.6 : Installations de traite : chiffres et schémas 392

Annexe 4 Entretiens réalisés 394
Tableau 8 : Entretiens exploratoires (17 entretiens « experts ») 394
Tableau 9 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans le bassin ouest rennais en Ille-et-Vilaine (21 entretiens réalisés dans 18 exploitations) 395
Tableau 10 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans la zone Reblochon en Haute-Savoie (22 entretiens réalisés dans 18 exploitations) 396
Tableau 11 : Autres entretiens réalisés (vendeurs de robot, techniciens, cadres, membre de l'ODG, etc. – 21 enquêtés et 23 entretiens) 397
Tableau 12 : Entretiens réalisés par David Quentin 398

Annexe 5 Archives consultées 399
Tableau 13 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (site Tolbiac, Paris) 399
Tableau 14 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (collection numérique) 400
Tableau 15 : Archives départementales de Haute-Savoie (Annecy) 400
Tableau 16 : Archives des Amis du Val de Thônes 401

Annexe 6 Données statistiques et géomatiques utilisées 402
Tableau 17 : Origine et détails des données statistiques et géomatiques utilisées 402

Annexe 7 Etudes sur la diminution de la durée du travail en traite robotisée 405
Tableau 18 : Comparaison des différentes études sur l'évolution de la durée du travail en traite robotisée 405

Annexe 8 Listes des articles inclus et exclus dans la revue systématique 409
Tableau 19 : Articles inclus dans la revue systématique de littérature (n = 90) 409
Tableau 20 : Articles inclus dans la revue systématique de littérature (n = 122) 414

Annexe 9 Guide d'entretien avec les éleveurs 422
Annexe 9.1 : Guide d'entretien avec les éleveurs pour l'Ille-et-Vilaine 422
Annexe 9.2 : Guide d'entretien avec les éleveurs pour l'Ille-et-Vilaine 425

Annexe 10 Formulaire de consentement pour les entretiens 428

Annexe 11 Article à paraitre dans Natures Sciences Sociétés 429

Annexe 1
Résumé en français de la revue systématique de littérature[238]

Les robots agricoles participeraient d'une nouvelle révolution technologique de l'agriculture. Leurs promoteurs mettent en avant la capacité des robots à réduire le temps de travail, à solutionner les problèmes de main-d'œuvre du secteur et encore à améliorer les conditions de travail. À l'heure où la robotique fait l'objet non seulement d'espoirs de transformation du travail agricole, mais aussi d'orientations des politiques publiques, il apparaît nécessaire de préciser l'état des connaissances sur les transformations du travail qui accompagnent les robots agricoles. Pour ce faire, nous réalisons une revue systématique de la littérature en utilisant un cadre d'analyse des transformations du travail qui retranscrit la diversité disciplinaire et conceptuelle de cet objet. Nous considérons quatre dimensions analytiques du travail : 1. la structure de l'exploitation et le marché du travail ; 2. l'organisation du travail ; 3. le sens du travail ; et 4. les performances techniques et économiques du travail. De plus, une définition du robot agricole est proposée afin de préciser nos critères de sélection des articles : un robot agricole est un dispositif mécatronique reprogrammable qui exécute différentes tâches agricoles, interagissant avec l'environnement biologique et physique sans intervention humaine directe et s'adaptant à son environnement grâce à la collecte et à l'analyse de données. Il est composé d'un artefact physique constitué d'un ou plusieurs capteurs (collecte de données), d'actionneurs (exécution des tâches) et d'un logiciel qui permet l'analyse des données et la modulation des tâches. Compte tenu de ces critères et de notre cadre d'analyse du travail, 90 contributions scientifiques en anglais ont été sélectionnées puis analysées à partir d'un corpus initial de 2429 articles. Ce corpus révèle la prédominance du robot de traite dans les études sur les transformations du travail (60 articles sur 90) illustrant le faible déploiement des autres robots agricoles. Les transformations du travail ne forment ni un champ de recherche structuré ni un objet de recherche en soi, mais constituent plutôt une composante transversale des études techniques et économiques de la robotisation. L'économie et les sciences biotechniques représentent 72 % de la couverture disciplinaire du corpus. Les sciences sociales ne participent qu'à hauteur de 22 % du corpus et seulement depuis les années 2010. La synthèse des articles sélectionnés est structurée autour de nos quatre dimensions analytiques du travail.

1. *Structure de l'exploitation et marché du travail*

En ce qui concerne la structure des exploitations, aucun consensus ne se dégage sur les relations entre la robotisation et la taille des exploitations. Et si les robots ont longtemps été

[238] Résumé de l'article publié : Martin, T., Gasselin, P., Hostiou, N., Feron, G., Laurens, L., Purseigle, F., Ollivier, G., 2022. *Robots and transformations of work in farm: a systematic review of the literature and a research agenda*, Agronomy for Sustainable Development, 42, 4, 66. doi: 10.1007/s13593-022-00796-2.

envisagés pour de grandes structures, le robot de traite s'avère plus adapté aux exploitations de taille moyenne dont l'organisation du travail est familiale. Sur le marché du travail, le coût élevé de la main-d'œuvre et la « *pénurie de travailleurs* » sont avancés comme facteurs stimulant la robotisation dans les pays développés. Certains auteurs pointent la polarisation des emplois et ses conséquences sur les inégalités de salaires et sur l'exclusion des travailleurs les plus âgés. La division du travail peut également être modifiée par la robotisation en favorisant notamment l'externalisation et le changement du rôle des salariés.

2. *L'organisation du travail*

Cette dimension a été essentiellement étudiée par les travaux consacrés au robot de traite. La traite robotisée permet une organisation du travail plus flexible, et une réduction de la charge physique de travail. L'amélioration des conditions de travail des agriculteurs est mise en avant pour le robot de traite comme pour le robot d'alimentation. Ces changements participent d'un nouveau style de vie et d'une amélioration de la santé des agriculteurs. Si certaines tâches répétitives disparaissent (la traite), de nouvelles tâches apparaissent (surveillance), certaines se déplacent (observation des animaux) et d'autres impliquent un temps de travail supérieur (alimentation des vaches).

3. *Le sens du travail*

Concernant la traite robotisée, si la charge physique du travail diminue, une « *charge mentale* » apparaît. Quatre explications sont données à l'émergence de ce « *technostress* » : i. la complexité des informations fournies par le robot et leur traitement ; ii. le manque de compétences adaptées pour son usage ; iii. l'astreinte nuit et jour tous les jours et les alarmes nocturnes ; iv. le « *poids de la dette* » dû à l'augmentation de l'endettement suite à l'achat du robot. La relation entre l'éleveur et ses animaux évolue également avec la robotisation de la traite. Les vaches perdent la peur de la présence humaine associée à la traite conventionnelle et les éleveurs rapportent pouvoir approcher plus facilement leurs animaux. Certains auteurs expliquent que la relation à l'animal devient plus métrique et distante, car intermédiée par une interface numérique, alors que d'autres travaux insistent sur la diversité des reconfigurations de la relation homme-animal et pointent l'importance de la coopération des vaches au travail en traite robotisée. Ces changements participeraient à l'émergence de nouvelles identités marquées par une conception renouvelée de ce qu'est un « *bon éleveur* » et des dimensions de l'autonomie des éleveurs.

4. *Performances technico-économiques du travail*

Dans notre corpus, 15 études s'intéressent à l'évolution de la durée de travail en traite robotisée. Parmi celles-ci, 9 montrent une réduction significative de la durée de travail avec le robot de traite, confortant ainsi un argument central des promoteurs du robot de traite. Cependant, une étude ne trouve aucune différence significative de la durée de travail entre traite conventionnelle et traite robotisée. Cinq études s'intéressent quant à elle à la perception des éleveurs de l'évolution de leur durée de travail. Trois études ne rapportent aucune évolution perçue et deux notent une augmentation de la durée de travail perçue. Pour éclairer cette controverse scientifique, une analyse

de biais est réalisée et pointe notamment les difficultés des études quantitatives à inclure les nouvelles tâches dans leurs mesures. Ces différentes conclusions et la volatilité des résultats quantifiés (de - 20 % à - 62 %) peuvent s'expliquer par l'importance des biais dans les études, mais aussi par la diversité des méthodes utilisées et des contextes techniques, sociaux, économiques et géographiques. Finalement, aucune des études ne fournit un niveau de preuve suffisant pour statuer sur cette question de la réduction de la durée du travail résultant de la robotisation de la traite. En ce qui concerne les systèmes d'alimentation automatique, deux études avancent une réduction significative de la durée de travail, bien que cela dépende de la taille du troupeau.

Au regard de cette synthèse des résultats disponibles sur les transformations du travail accompagnant le déploiement des robots agricoles, nous proposons un agenda de recherche reprenant les quatre dimensions analytiques du travail utilisées.

Dimensions analytiques	**Questions de recherche à approfondir**
Structure des exploitations et marché du travail	- Quels sont les déterminants territoriaux des transformations du travail et, en particulier, dans un contexte de différenciation territoriale de la qualité ? - Quelles sont les évaluations et prédictions de l'effet des robots sur les marchés du travail agricole ? Nous proposons une analyse à partir du niveau de l'exploitation agricole. - Comment la robotisation transforme-t-elle la division sociale du travail ? Nous proposons une analyse à trois niveaux différents : au sein de l'exploitation, entre les agriculteurs et leur environnement professionnel (industrie de l'équipement, de la collecte, conseil, etc.), et au sein des collectifs territoriaux (SIQO, CUMA, etc.).
Organisation du travail	- Comment évolue l'organisation du travail dans les systèmes d'activité ? Nous proposons de considérer l'ensemble des activités agricoles et non agricoles. - Quelles sont les nouvelles frontières du travail ? Nous proposons d'étudier l'érosion des frontières entre temps de travail et temps privé, entre espaces de travail et espaces privés. - Comment les tâches sont-elles réorganisées au sein du groupe de travail (en tenant compte notamment des compétences, des intérêts, de la hiérarchie) ?
Sens du travail	- Comment les robots redéfinissent-ils le travail des agriculteurs dans leur relation avec les êtres vivants ? - Comment évoluent l'autonomie de décision et la maîtrise de l'information ? - Comment la robotisation modifie-t-elle la dépendance des travailleurs agricoles vis-à-vis des employeurs et des entreprises industrielles ?
Performances technico-économiques	- Quelles sont les conséquences de la robotisation sur la rémunération du travail, la productivité du travail et le partage de la valeur ajoutée pour les différents types de travailleurs (travailleurs familiaux vs travailleurs salariés) ? - Comment le temps de travail évolue-t-il dans les différents systèmes de production et pour les différents travailleurs ?

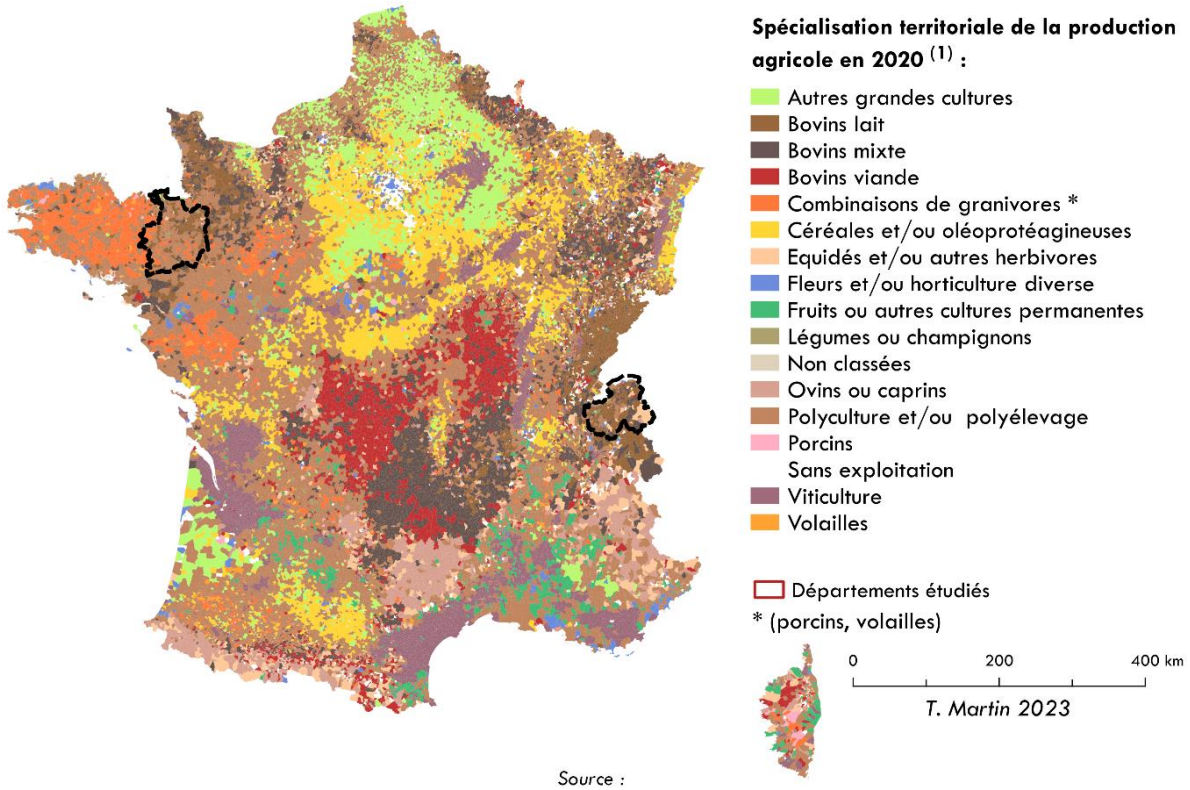
Annexe 2

Typologie simplifiée des exploitations laitières équipées de robots de traite sur nos terrains (Tableau 7)

Petite région agricole	Taille	Type	Structure	Système de production	Nbr de robots
Bassin ouest rennais (Ille-et-Vilaine)	**Moyennes** structures (< 150 ha)	**Laitier diversifié** *« on robotise ou on arrête le lait »*	- 65 VL - 2 ou 3 actifs - 100 ha	3 ateliers : - Lait (9 500 kg/VL) - Volailles ou taurillons - Méthanisation	1 RT
		Laitier bio *Système herbager*	- 60 VL - 2 actifs - 160 ha	- Lait bio (7 500 kg/VL)	1 RT
		Lait intensif	- 85 VL - 2 actifs - 150 ha	- Lait (10 500 kg/VL)	1 RT
	Grandes structures (> 150 ha)	**Lait diversifié**	- 140 VL - 5 actifs - 250	- Lait (9 500 kg/VL) - Taurillons ou chèvres ou vaches allaitantes - Méthanisation	3 RT
		Lait	- 140 VL - 4 actifs - 190 ha	- Lait (9 500 kg/VL)	2 RT
Plateau des Bornes (Haute-Savoie)	**Petites** structures (< 100 ha)	**Reblochon laitier**	- 50 VL - 2 actifs - 70 ha	- Lait (6 500 kg/L)	1 RT
	Moyennes structures (100 à 200 ha)	**Reblochon laitier et transformation diversifiée**	- 100 VL - 6 actifs - 150 ha	- Lait (7 000 kg/L) - Porcs (40) ou volailles - Transformation et vente directe	2 RT
	Grandes structures (> 200 ha)	**Reblochon laitier**	- 130 VL - 3 actifs - 250 ha	- Lait (8 500 kg/VL)	2 RT

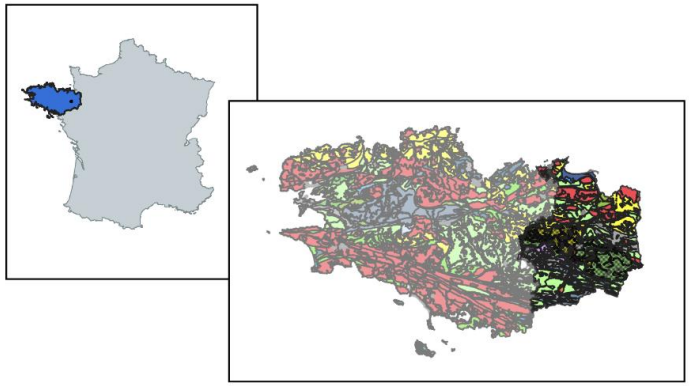
Annexe 3
Figures et carte

Annexe 3.1 : Nos deux terrains dans la diversité géographique de la France agricole



Source :
Spécialisation territoriale de la production agricole en 2020 (OTEX en 17 postes) - Echelon communal -Agreste - Recensement agricole 2020

Carte 17 : Diversité géographique des spécialisations de la production agricole à l'échelon communal en 2020 : des terrains marqués par la prédominance de l'élevage laitier

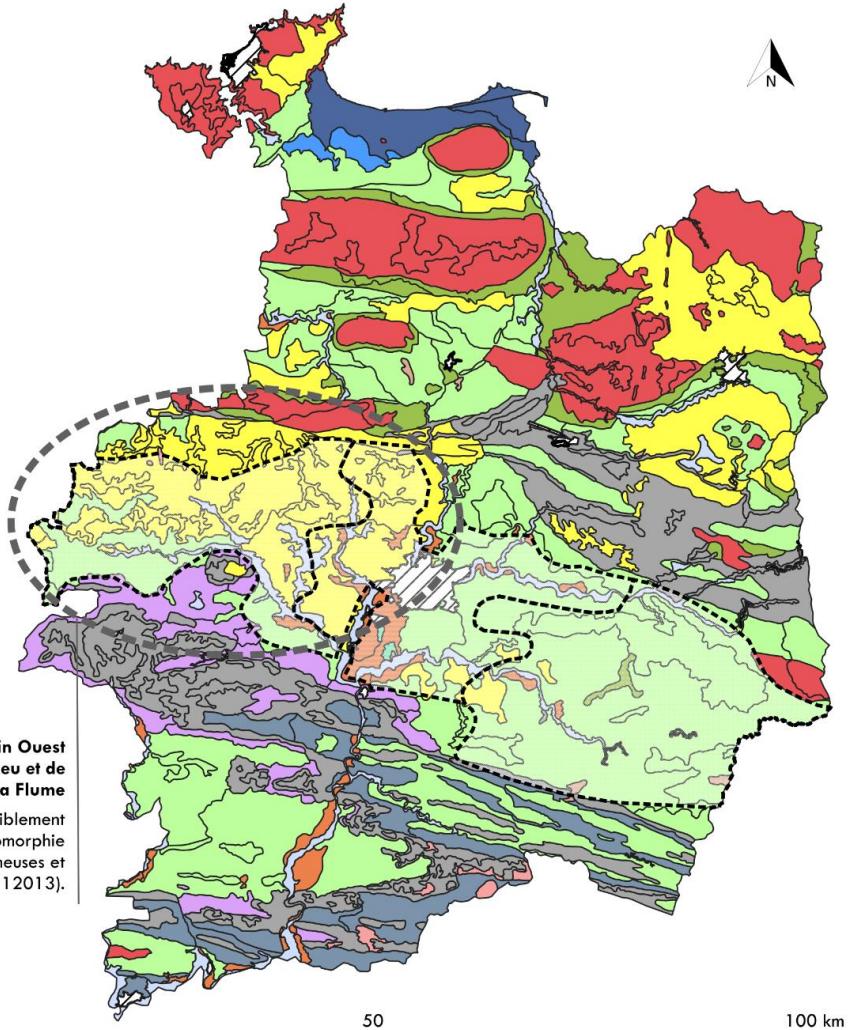


Matériau parental de formation des sols [1] :

- Alluvions
- Alluvions continentales et marines
- Alluvions marines
- Calcaire
- Cuirasses ferrugineuses et ferrallitiques
- Granite ou gneiss
- Gres
- Limons éoliens
- Roches volcaniques
- Sables rouges
- Schiste briovérien
- Schiste de type ardoisier
- Schiste greseux ou cornéenne
- Schiste rouge dur de type Pont-Réan
- Terrasses alluviales anciennes
- Autres valeurs

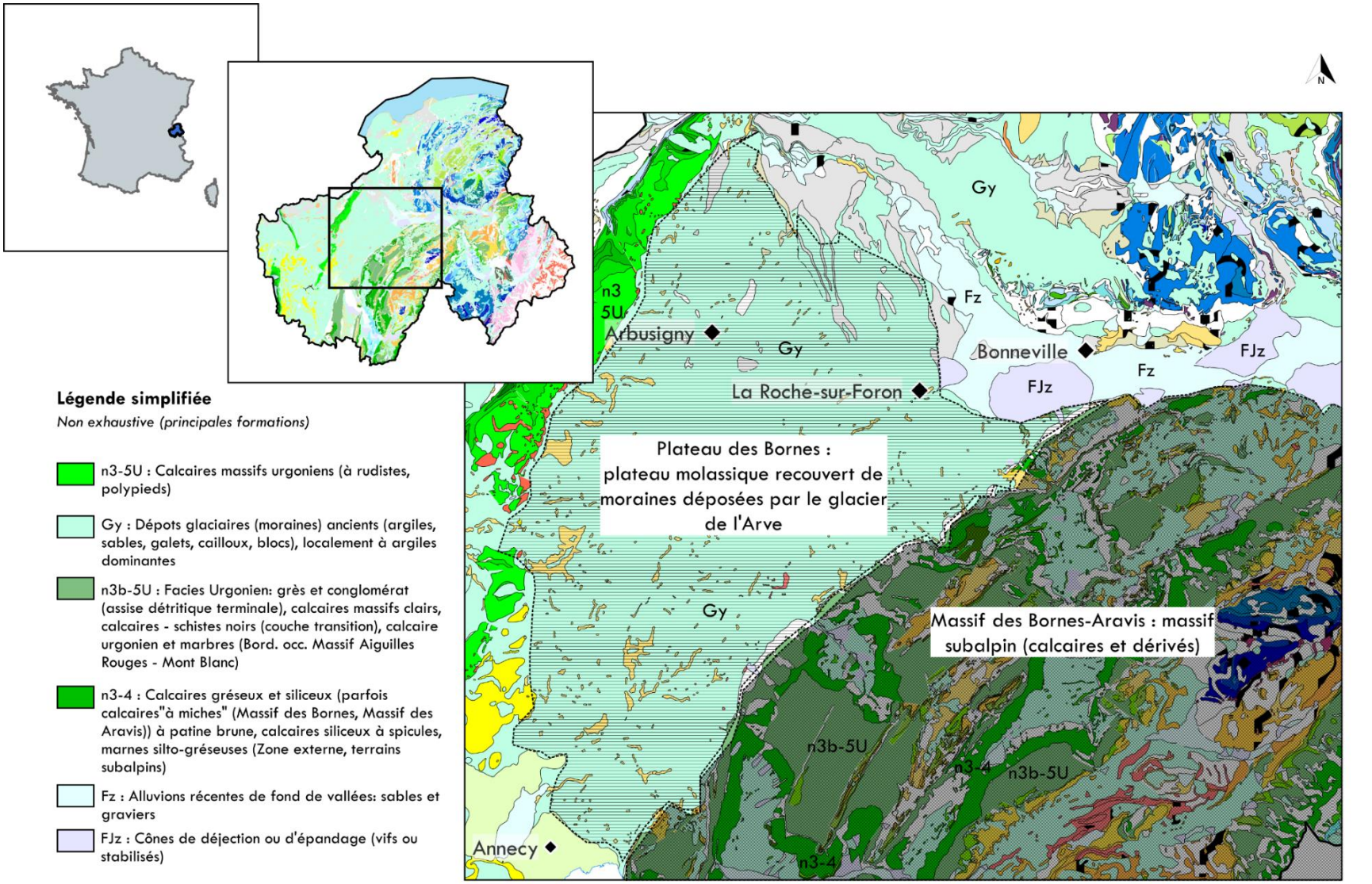
Zonage :

- Délimitation du bassin rennais [2] :
- Délimitation de notre zone d'étude



Sources :
[1] Carte géologique de France à 1/50000 au format numérique vecteur issue de la numérisation de la carte imprimée (BRGM, 2005)
[2] Unités paysagères de bretagne (Observatoire de l'environnement en Bretagne)
T. Martin 2023

Carte 18 : Le bassin ouest Rennais : une cuvette formée par l'affaissement du massif armoricain



Carte 19 : Notre terrain haut-savoyard : un plateau molassique et un massif préalpin

Annexe 3.2 : L'agriculture de nos deux terrains dans l'après-guerre

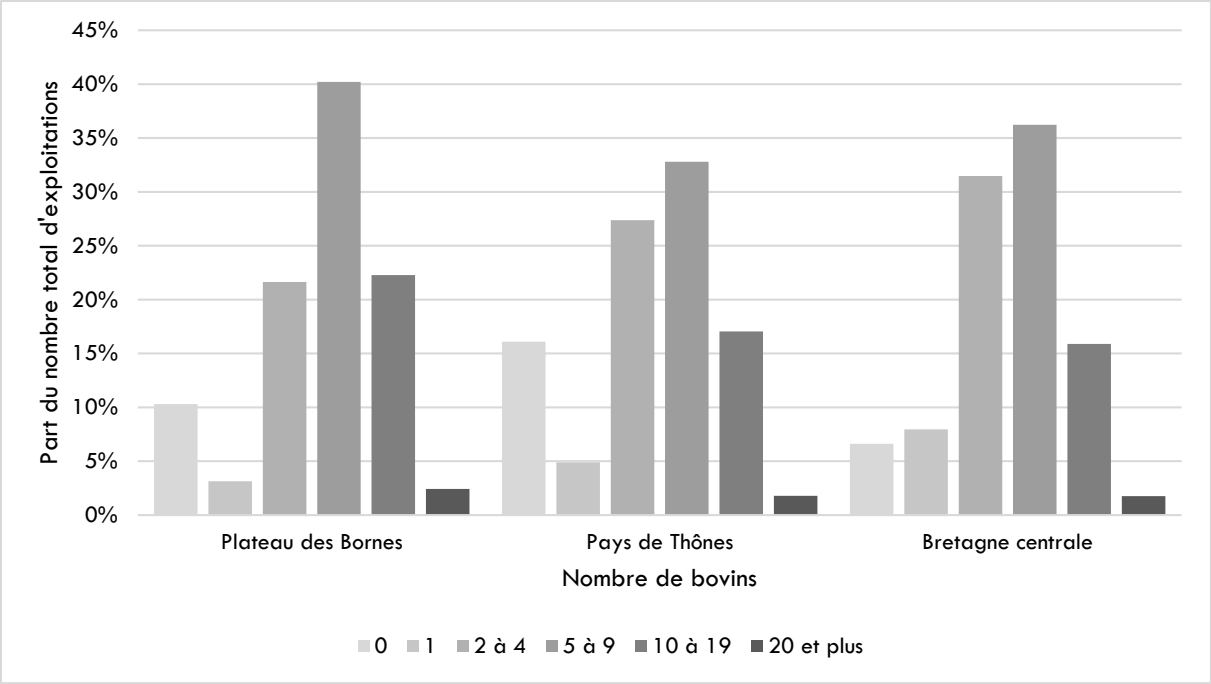


Figure 53 : Répartition des exploitations selon le nombre de bovins pour nos trois régions agricoles (source : Recensement Général de l'Agriculture de 1955 - Bibliothèque nationale de France - Archives en ligne - Cote ark:/12148/bc6p06wcd9v)

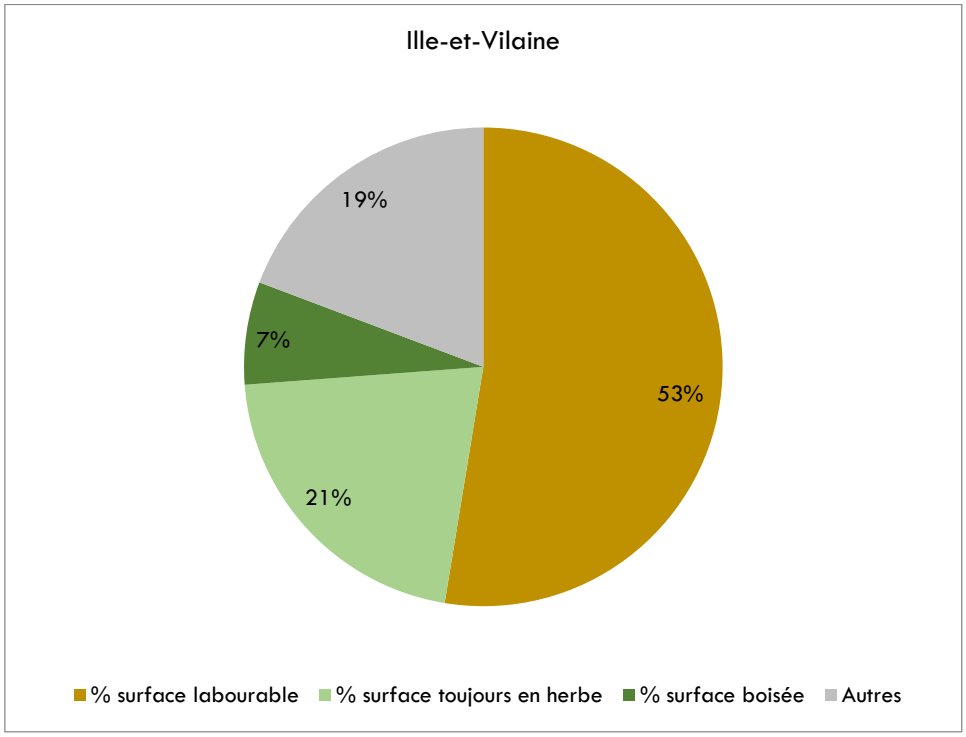


Figure 54 : Part des terres labourables, boisées et toujours en herbe dans l'ensemble du territoire bretillien en 1950 (Statistique Agricole Annuelle de 1950)

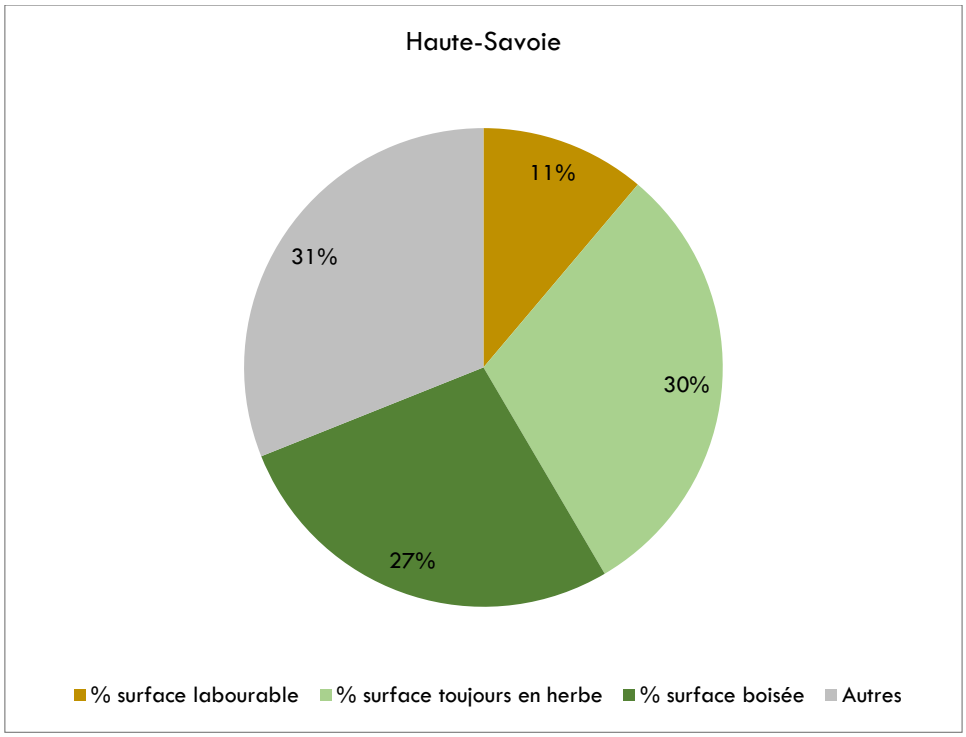


Figure 55 : Part des terres labourables, boisées et toujours en herbe dans l'ensemble du territoire haut-savoyard en 1950 (Statistique Agricole Annuelle de 1950)

Annexe 3.3 : Evolution de l'agriculture au prisme du recensement agricole

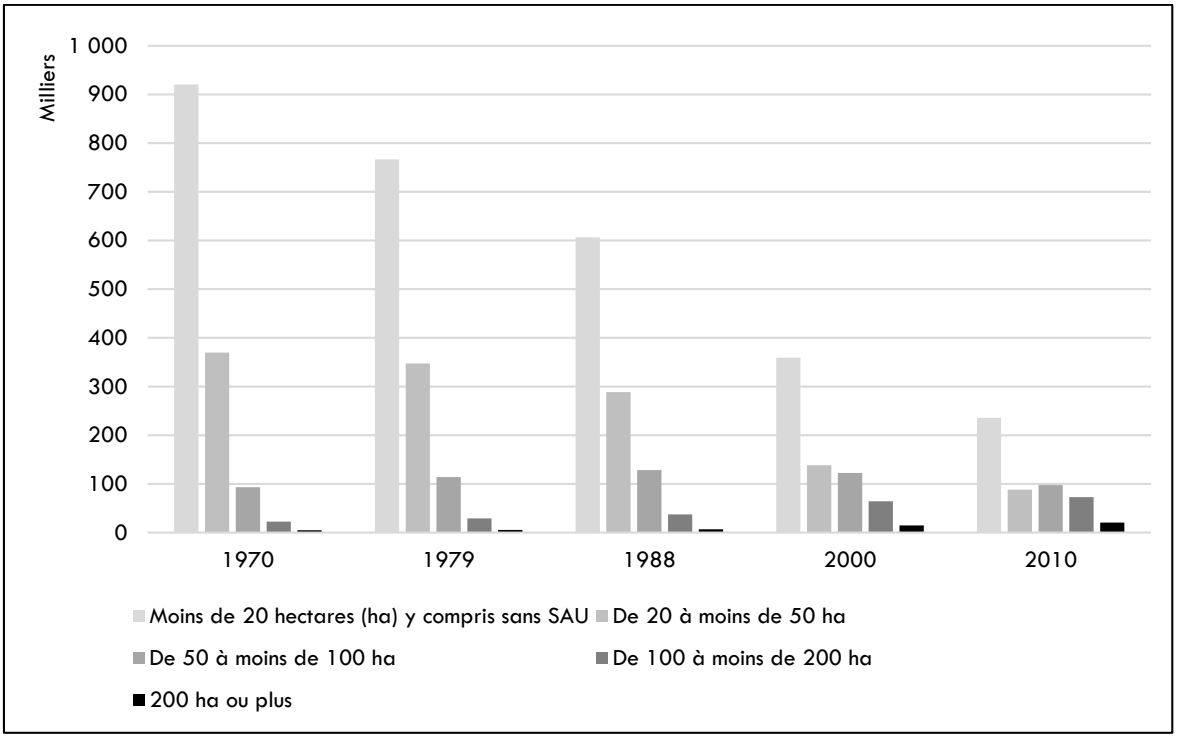


Figure 56 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles ***françaises*** *en fonction de la classe de superficie agricole utilisée (Données du recensement agricole)*

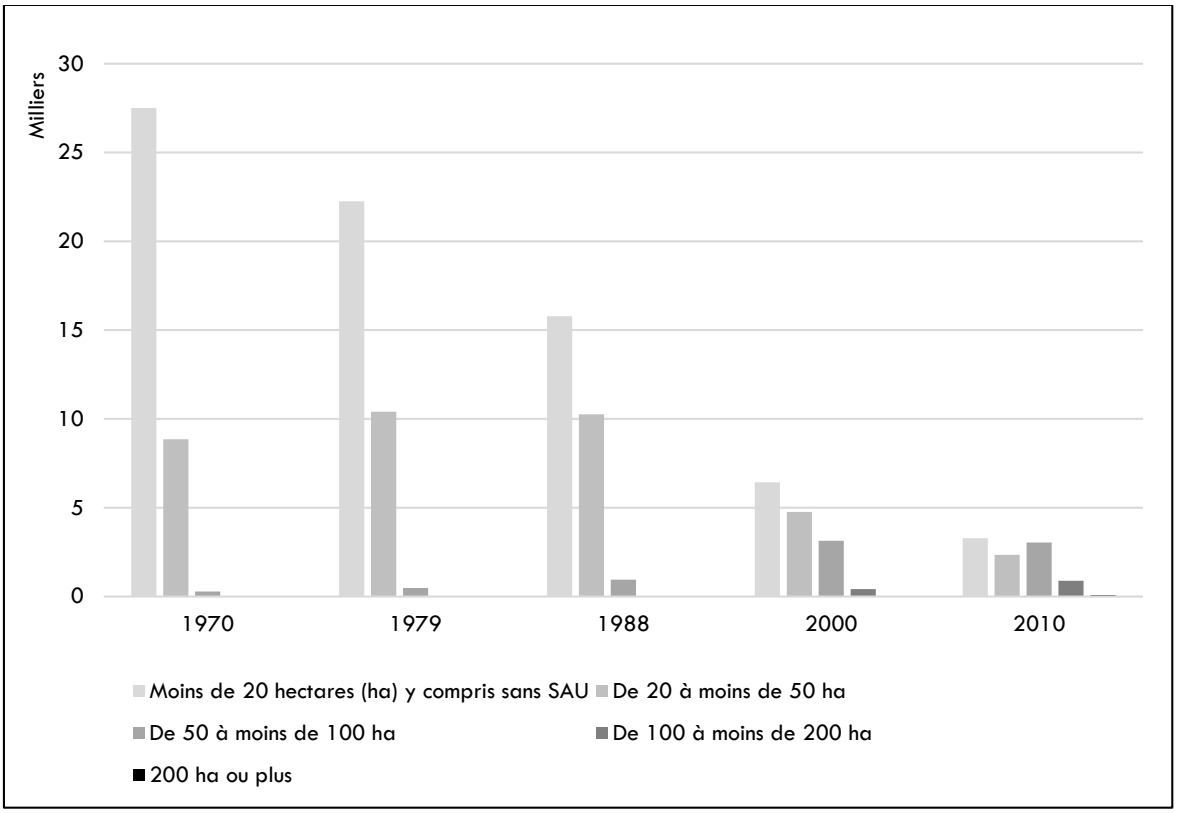


Figure 57 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles ***bretilliennes*** *en fonction de la classe de superficie agricole utilisée (Données du recensement agricole)*

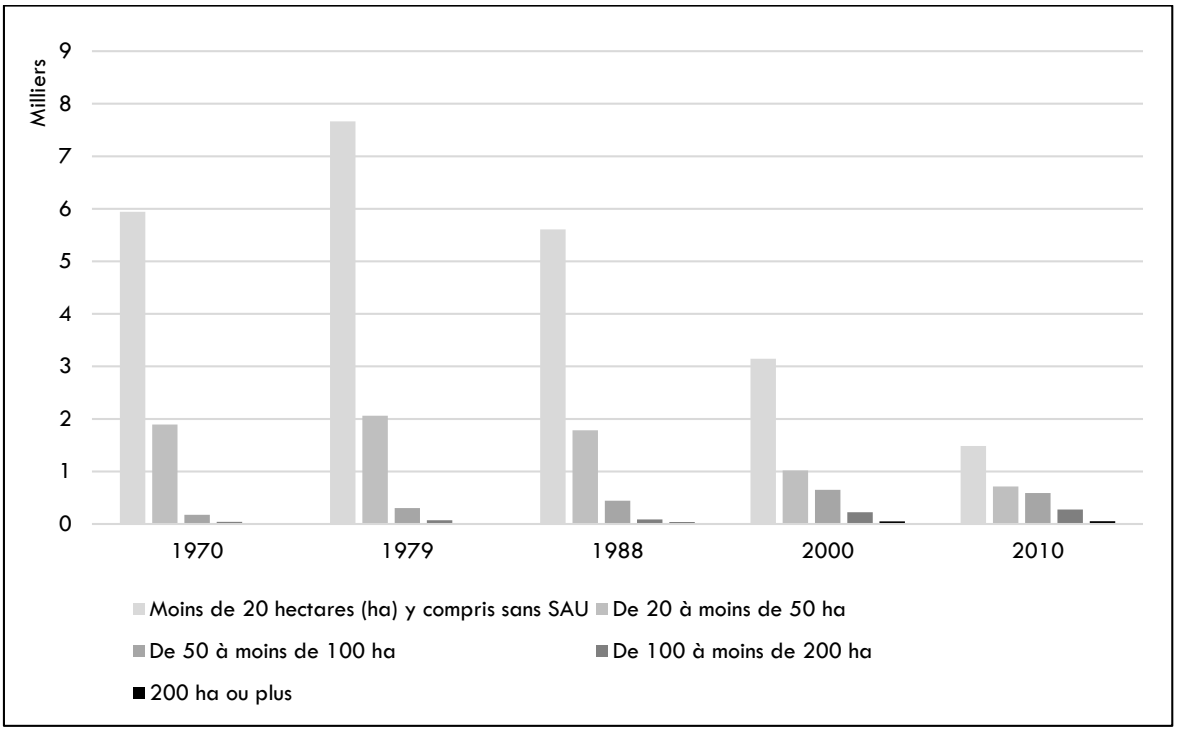


Figure 58 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles ***haut-savoyardes*** *en fonction de la classe de superficie agricole utilisée (Données du recensement agricole)*

Annexe 3.4 : Prix, volumes et subventions : tendances et évolutions

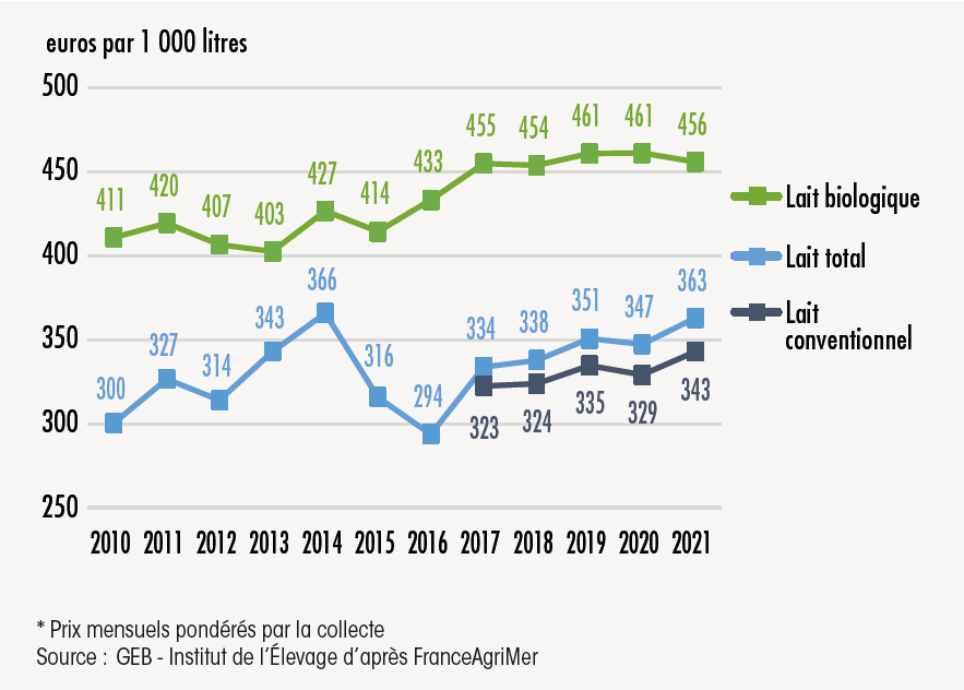


Figure 59 : Evolution des prix du lait en agriculture biologique et en production conventionnelle (source : Economie de l'élevage - dossier n°527, Bovins lait, février 2022)

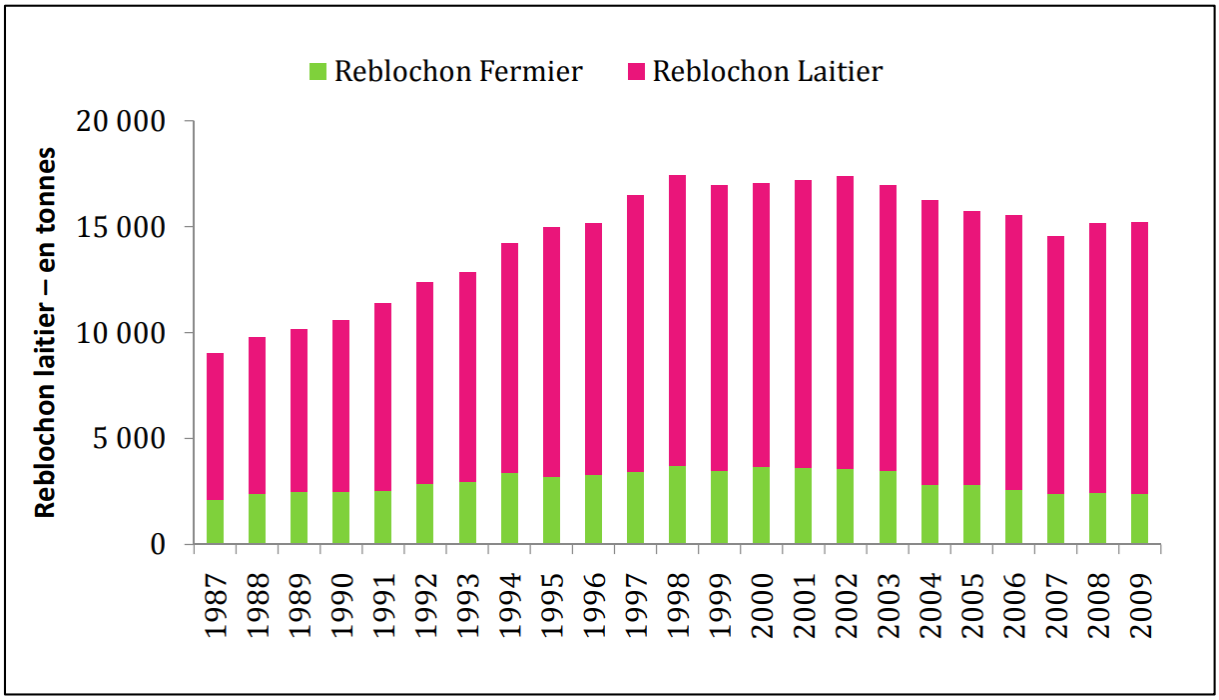


Figure 60 : Production de Reblochon en tonnes de 1987 à 2009 - données et figure extraits de la documentation du SIR (syndicat interprofessionnel du Reblochon)

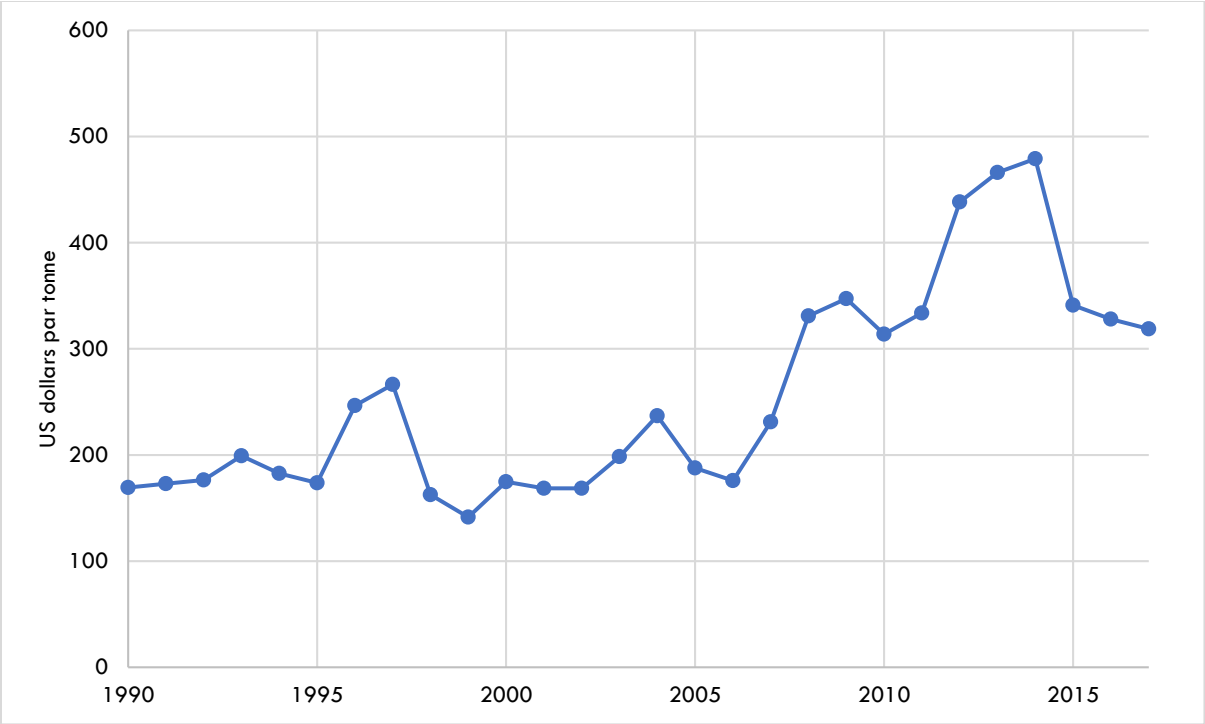


Figure 61 : Moyenne annuelle des cours de tourteaux de soja - Decatur, Illinois - Prix en US dollars par tonne - Série arrêtée - Données INSEE – mise à jour le 19/10/2017 – mise en forme par l'auteur

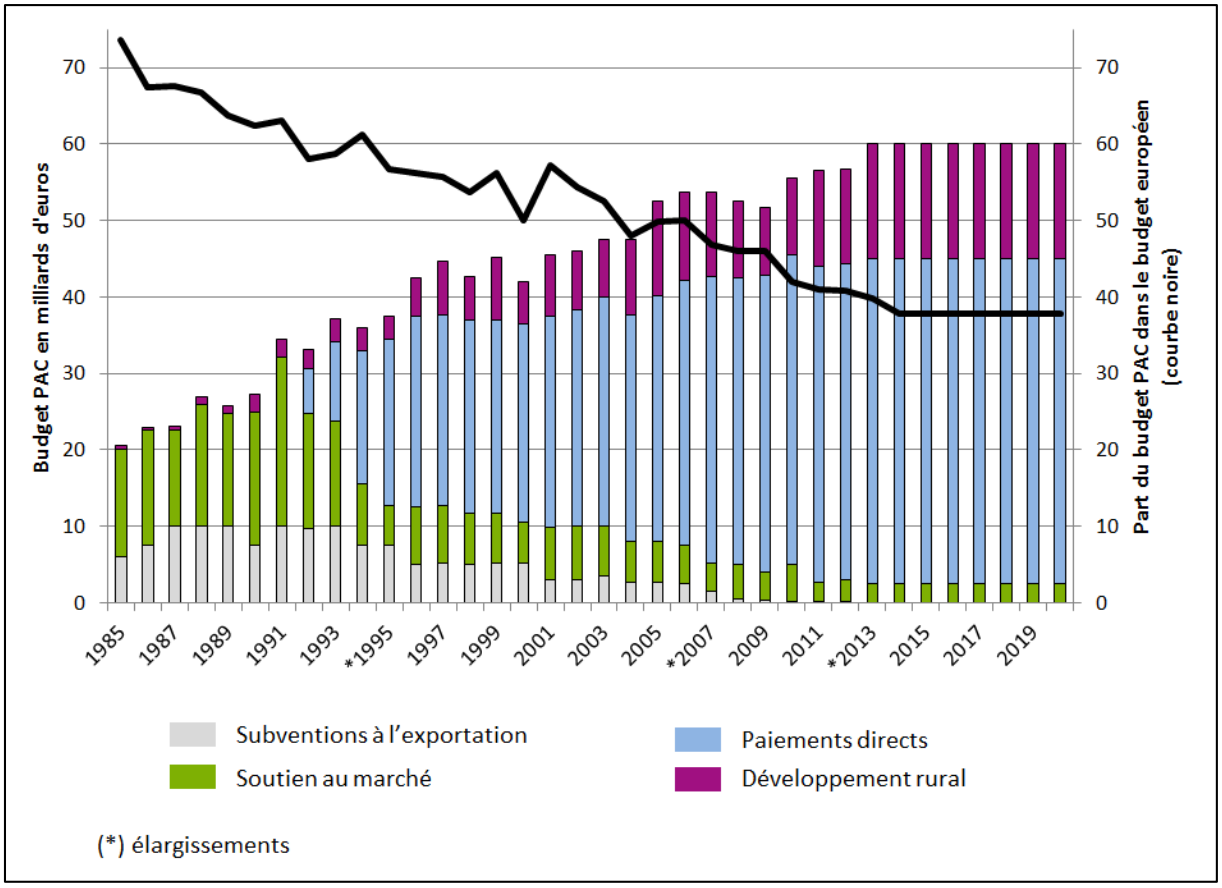


Figure 62 : Evolution du budget de la PAC (courbe noire) et de son allocation aux différentes mesures de soutien à l'agriculture (CAPeye, histoire de la PAC)

Annexe 3.5 : Evolution historique des assolements sur nos deux terrains

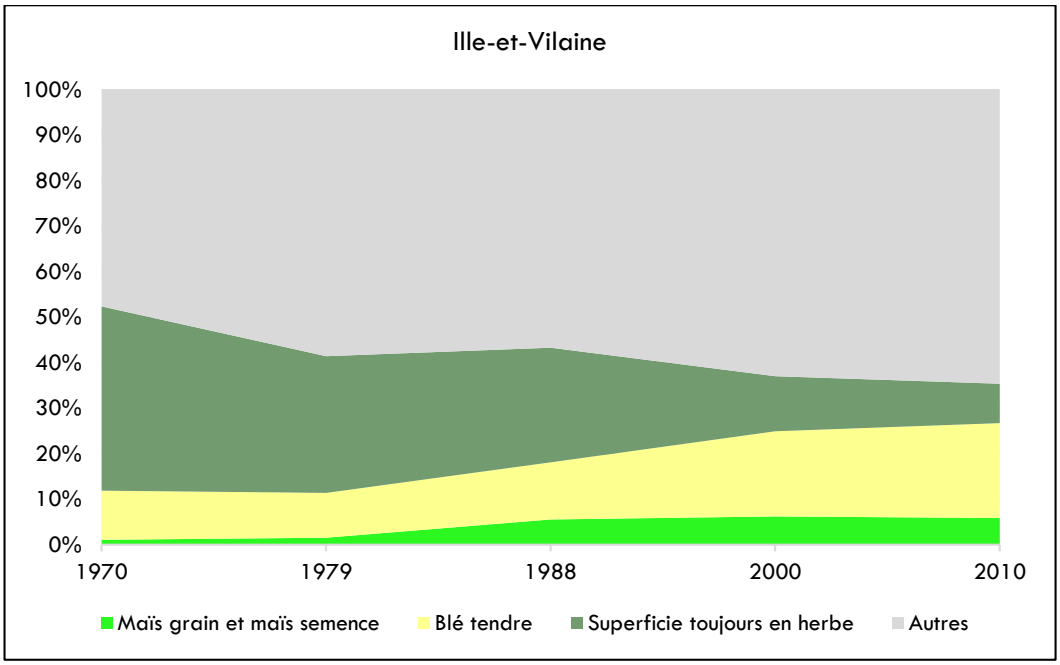


Figure 63 : Progression des surfaces de blé et maïs et recul des prairies naturelles en Ille-et-Vilaine (données Agreste - recensements agricoles)

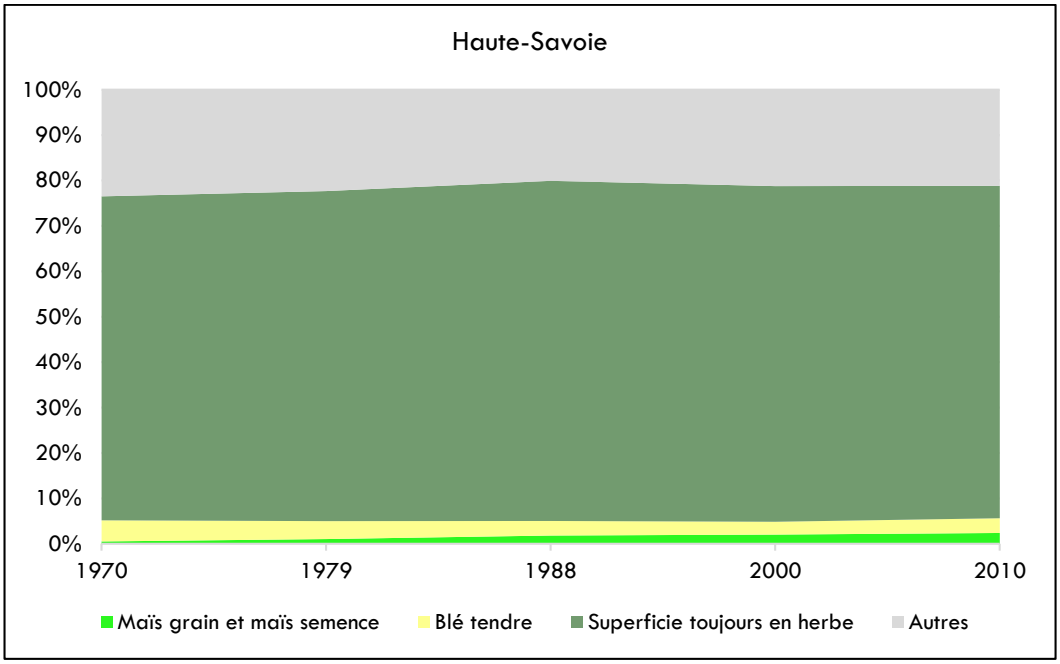


Figure 64 : Maintien des surfaces de prairie naturelle en Haute-Savoie par l'importance des AOP fromagères notamment le Reblochon (données Agreste - recensements agricoles)

Annexe 3.6 : Installations de traite : chiffres et schémas

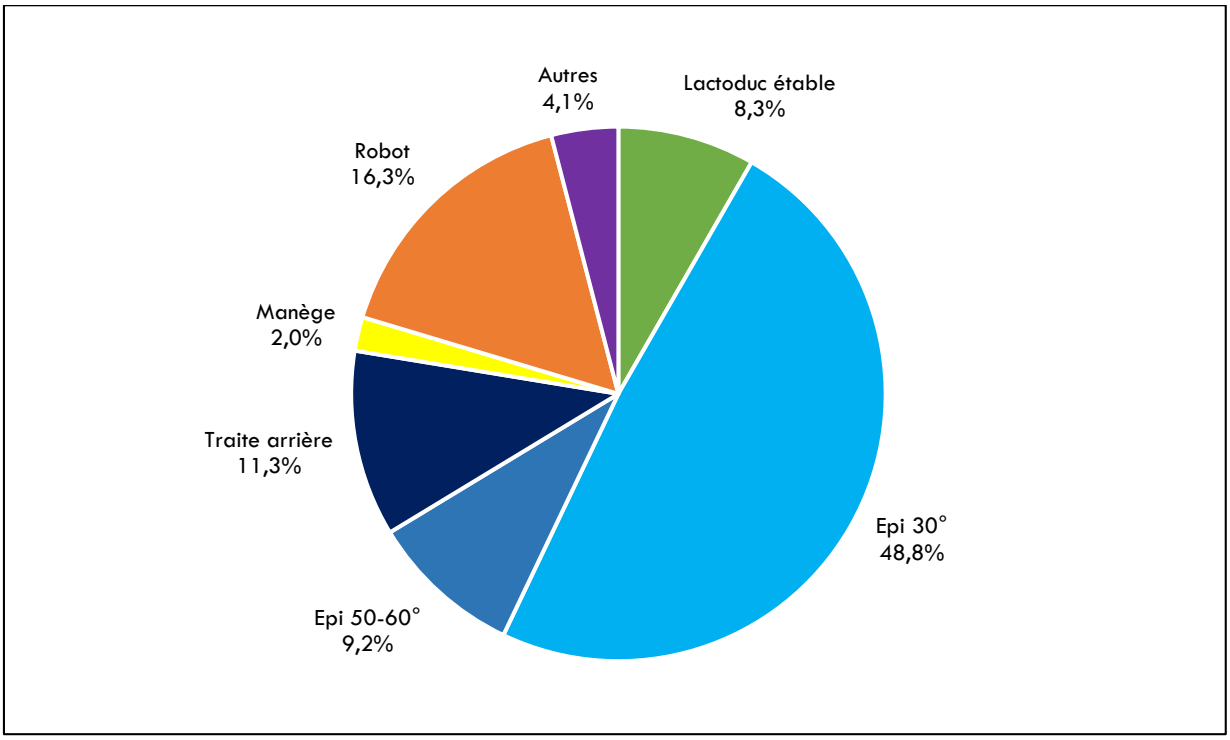


Figure 65 : Répartition du parc d'installations de traite en 2022 (source : données issues du contrôle des machines à traire, Opti'Traite et Certi'Traite, CNIEL, d'après l'Idele et sur autorisation du Cofit, communication personnelle de Jean-Louis Poulet - Idele)

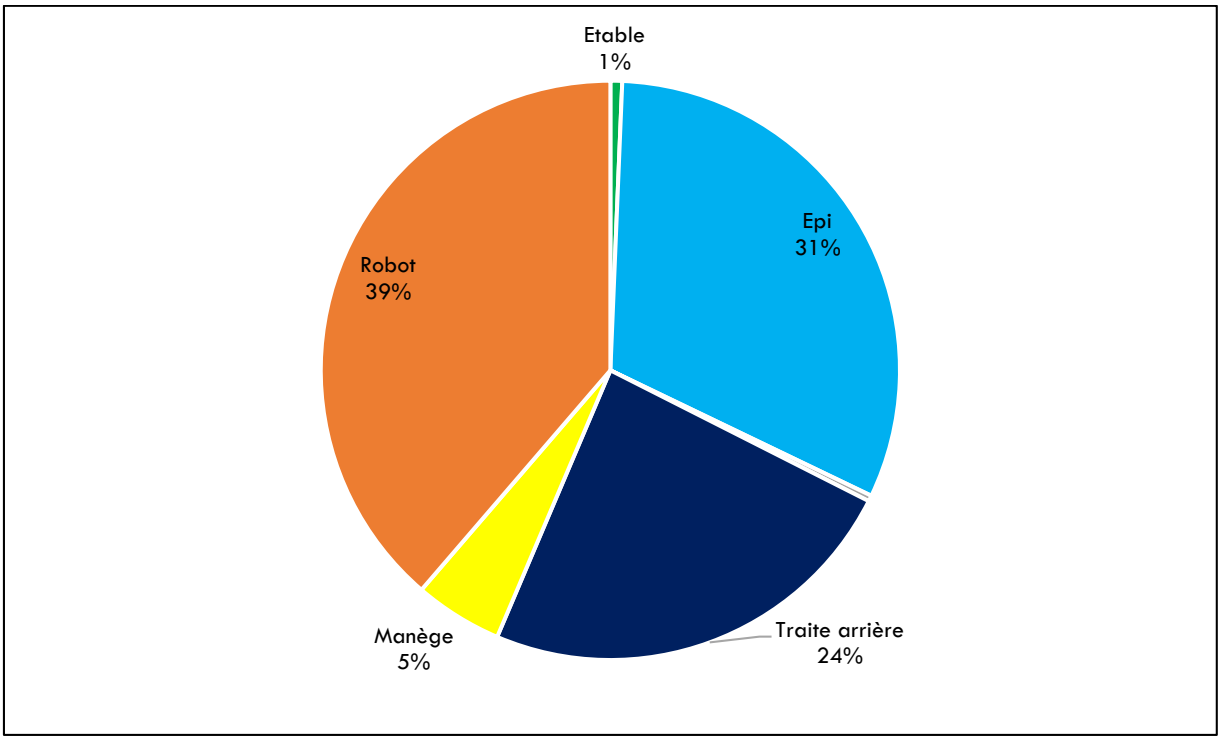
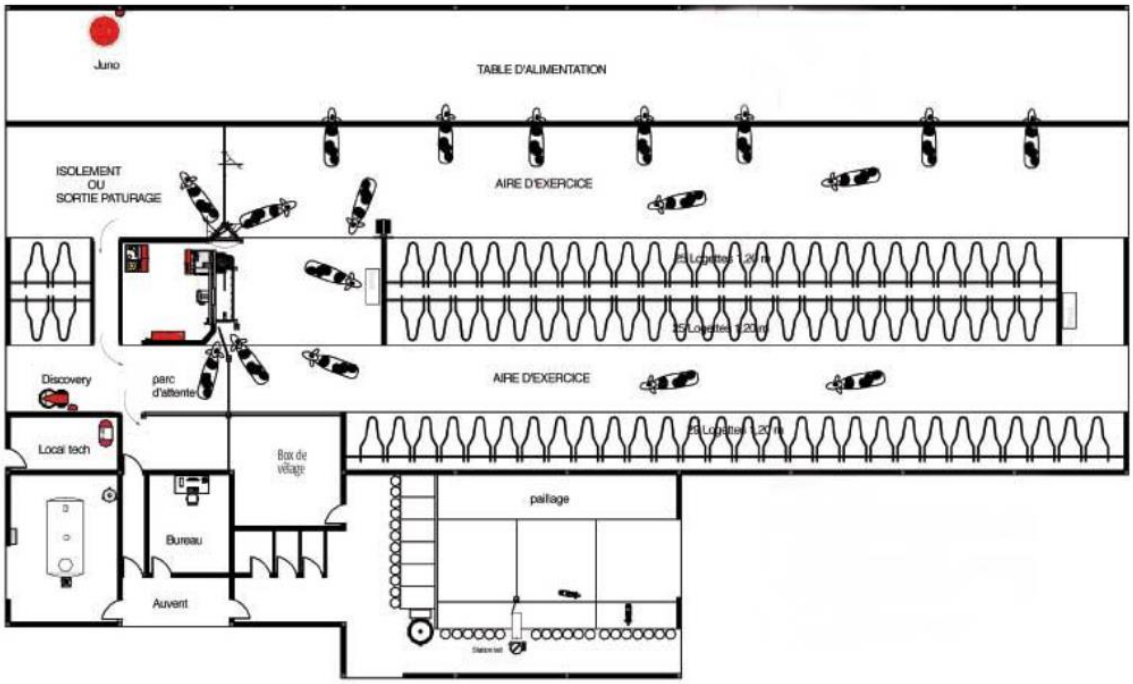
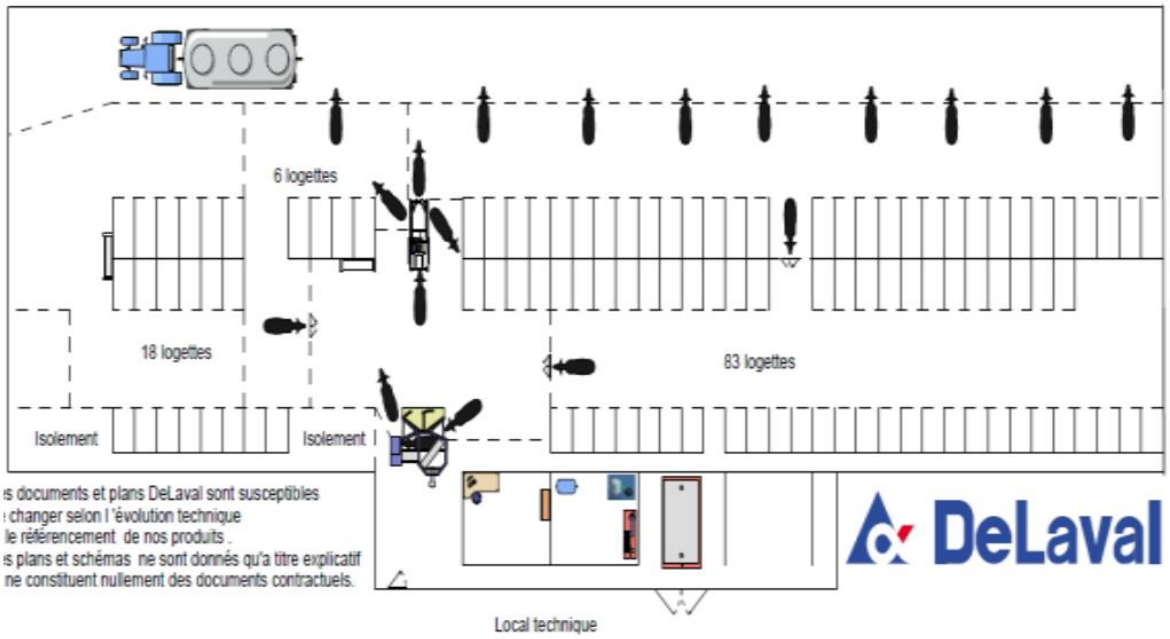


Figure 66 : Part des différents types d'installations de traite dans les nouvelles installations d'atelier en Bretagne en 2019 (données CROCIT)



A. La circulation libre (modèle Lely)



B. La circulation guidée

Figure 67 : Les deux grands modes de circulation des animaux en traite robotisée (schémas extraits de Journel 2019)[239]

[239] Journel, C. 2019. Circulation en traite robotisée - Partie 1 : les différents modes de circulation. PathoBet ONLINE. Zoetis.

Annexe 4

Entretiens réalisés

Tableau 8 : Entretiens exploratoires (17 entretiens « experts »[240])

Code entretien	Prénom	Nom	Structure	Statut	Date	Type
ENT A1	Hervé	BOSSUAT	FN CUMA	Chef du pôle développement	déc.-19	Physique
ENT A2	Antonio	CASILLI	Télécom Paris / Institut Polytechnique de Paris	Sociologue du digital labor	nov.-19	Physique
ENT A3	Nathalie	HOSTIOU	INRAE	Zootechnicienne – Directrice de recherche	nov.-19	Visio
ENT A4	Jocelyn	FAGON	Institut de l'Elevage	Animateur « Inosys – Réseau d'Elevage »	oct.-19	Téléphonique
ENT A5	Véronique	LUCAS	INRAE	Sociologue ruraliste – Chargé de recherche	oct.-19	Visio
ENT A6	Jocelyne	PORCHER	INRAE	Sociologue du travail animal – Directrice de recherche	oct.-19	Physique
ENT A7	Thomas	CRESTEY	Institut Agro Montpellier	Chargé de projet au Mas Numérique	oct.-19	Physique
ENT A8	Franck	THOMAS	FNCUMA	Ancien directeur adjoint	oct.-19	Visio
ENT A9	Philippe	BRIANS	Chambre d'Agriculture de Bretagne	Conseiller « bâtiment »	sept.-19	Téléphonique
ENT A10	Jérôme	POULENARD	Université Savoie Mont-Blanc	Professeur en science des sols	mars-20	Téléphonique
ENT A11	Guillaume	GLEMOT	Chambre d'Agriculture Savoie Mont-Blanc	Conseiller fourrage	févr.-20	Téléphonique
ENT A12	Stéphane	VERSCHEURE	Chambre d'Agriculture de la Somme	Responsable équipe productions animales	févr.-20	Téléphonique
ENT A13	Caroline	GLISE	Union des Producteurs de Beaufort	Responsable administrative	janv.-20	Téléphonique
ENT A14	Hervé	QUINTIN	Bretagne Conseil Elevage Ouest	Référent technique « Qualité du lait Monitoring Robot «	janv.-20	Physique
ENT A15	Jean-Jacques	BEAUCHAMP	Chambre d'Agriculture de Normandie	Responsable d'équipe « élevage »	janv.-20	Téléphonique
ENT A16	Claudie	VISSIERE	FN CUMA	Chargée de mission « Emploi travail »	janv.-20	Téléphonique
ENT A17	Stéphane	CHAPUIS	FN CUMA	Responsable du service « agroéquipement, environnement et économie »	janv.-20	Visio

[240] Ces entretiens ont été réalisés par des personnes identifiées au titre de leur expertise, les vrais noms et prénons sont donc laissés tels quels.

Tableau 9 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans le bassin ouest rennais en Ille-et-Vilaine[241] (21 entretiens[242] réalisés dans 18 exploitations)

Code entretien	Date	Nom	Nbr d'ent.	SAU	Nbr VL [243]	Système de production	Machine traite	Date inst. RT	Marque RT	Autres robots	Prod. laitière	kg/VL	Race VL	Nbr actifs	Dont Salariés
ENT E1-35	août-21 janv.-22	Ronan	3	98	**50**	Lait + volailles + métha	1 RT	2017	Lely	non	500 000	10 000	PH	3	2
ENT E2-35	janv.-20	Marie	1	157	**60**	Lait bio	1 RT	2017	DeLaval	non	500 000	7 500	PH	2	0
ENT E3-35	févr.-22	Olivier	1	70	**65**	Lait + taurillons	1 RT	2002	Lely	non	600 000	10 000	PH	2	1
ENT E4-35	août-21	Didier	1	127	**70**	Lait + allaitantes	1 RT	2016	Lely	non	600 000	9 000	PH	2	0
ENT E5-35	févr.-22	Vincent	1	63	**70**	Lait + volailles+ taurillons	1 RT (en cours d'installation)	2016	Lely	non	600 000	9 500	PH	2	1
ENT E6-35	août-21	Bertrand	1	92	**80**	Lait + volailles + veaux	1 RT	2015	SAC	non	600 000	9 300	PH	2	0
ENT E7-35	févr.-22	Pierre	1	150	**85**	Lait	1 RT	2009	Lely	non	850 000	9 800	PH	2	0
ENT E8-35	févr.-22	Michel	1	83	**90**	Lait	2 RT	2016	Fullwood	non	900 000	9 500	PH	2	0,5
ENT E9-35	févr.-22	Lucie & Max	1	150	**120**	Lait	2x12 TPA (abandon RT)	2021	-	non	1 000 000	8 500	PH	2	0
ENT E10-35	févr.-22	Jean	1	196	**130**	Lait + volailles + veaux	2 RT	2022	DeLaval	non	1 281 000	8 500	PH	3	0
ENT E11-35	janv.-20	Fred	1	150	**130**	Lait + métha	2 RT	2013	Lely	non	1 300 000	11 300	PH	3	1
ENT E12-35	févr.-22	Benoit	1	130	**140**	Lait	2x16 épis (abandon RT)	2019	-	non	1 350 000	9 500	PH	3	0
ENT E13-35	janv.-20	Sébastien	1	240	**140**	Lait + taurillons + allaitantes + métha	3 RT	2011	n.d	non	1 500 000	10 000	PH	4	0
ENT E14-35	janv.-20		1	190	**140**	Lait	2 RT	2012	Lely	oui	1 400 000	9 500	PH	4	3
ENT E15-35	janv.-20	François	1	300	**180**	Lait + chèvres +métha	3 RT	2017	Lely	oui	1 900 000	9 800	PH	6	0
ENT E16-35	févr.-22	Grégory	1	200	**186**	Lait	3 RT	2023	Lely	non	1 900 000	10 000	PH	4	1
ENT E17-35	févr.-22	Antoine	1	355	**240**	Lait + taurillons + volailles + métha	Roto 26 places	2010	-	non	2 100 000	8 500	PH	6	0
ENT E18-35	janv.-20 janv.-22	Karl	2	365	**400**	Lait	2x20 épis	2006	-	non	2 800 000	7 500	PH	9	4

[241] SAU : surface agricole utilisée / VL : vaches laitières / RT : robot de traite / kg/VL : rendement laitier en kg de lait par vache laitière / PH : prim'holstein / n.d : non disponible.

[242] Afin d'anonymiser les situations, tous les noms des tableaux 9 à 12 sont des pseudonymes sauf lorsqu'un astérisque est présent.

[243] Dans ce tableau comme dans les suivants, le nombre de vaches laitières (VL) fait référence aux vaches en lactation et aux vaches taries soit l'ensemble du troupeau en âge de produire ce qui exclut les génisses.

Tableau 10 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans la zone Reblochon en Haute-Savoie[244] (22 entretiens réalisés dans 18 exploitations)

Code entretien	Date	Nom	Nbr d'entretiens	SAU	Nbr VL	Système de production	Machine traite	Date inst. RT	Marque RT	Autres robots	Prod. laitière	kg/VL	Race VL	Nbr actifs	Dont Salariés
ENT E1-74	oct.-21	Thierry	1	20	**23**	Lait fermier + fruitière	1 RT	2017	Lely	non	130 000	5 000	Ab	1	0
ENT E2-74	nov.-21 fév.-20 déc.-21	Franck	3	42	**42**	Lait fermier	Pipe lait	1998	-	non	200 000	6 000	Ab	2	0
ENT E3-74	oct.-21	Lisa	1	69	**45**	Lait fruitière	1 RT	2015	Lely	oui	320 000	6 500	Mtb	2	0
ENT E4-74	oct.-21	Théo	1	70	**50**	Lait fruitière	1 RT	2013	DeLaval	non	250 000	5 000	Mtb	1	0
ENT E5-74	nov.-21	Louis	1	130	**55**	Lait fermier + génisses	Pipe lait	-	-	non	300 000	6 000	Ab	2	0
ENT E6-74	févr.-20	Marc	1	150	**65**	Lait fruitière	1 RT	2008	Lely	non	700 000	9 000	Mtb	2	1
ENT E7-74	déc.-21	Léo	1	55	**65**	Lait fruitière	2 x 7 EPIS	2019	-	non	450 000	7 500	Mtb	2	0
ENT E8-74	août-21	Didier	1	105	**75**	Lait fermier	2 RT	2011	Lely	n.d	380 000	7000	Ab	3	0
ENT E9-74	oct.-21	Ivan	1	94	**75**	Lait fruitière	2 RT	2017	Lely	non	400 000	7 500	Mtb	3	1
ENT E10-74	oct.-21	Isabelle	1	150	**80**	Lait fruitière + chevaux (Ain)	2 RT	2021	Lely	oui	500 000	8 000	Mtb	5	2
ENT E11-74	févr.-20	Alexandre	1		**80**	Lait fruitière	2 RT	2017	DeLaval	oui	580 000	7 000	Mtb	2	0
ENT E12-74	août-21	Jean-Jacob	1		**80**	Lait fermier	2 RT	2005	Lely	oui	450 000	5 500	Mtb	4	1
ENT E13-74	oct.-21	Paco	1	146	**85**	Lait fruitière + génisses	2 RT	2019	Lely	oui	500 000	7 000	Mtb	4	0
ENT E14-74	oct.-21	Gauthier	1	116	**90**	Lait fruitière	2 RT	2015	DeLaval	oui	700 000	7 800	Mtb	3,5	0,5
ENT E15-74	oct.-21	Virginie	1	120	**90**	Lait fermier	2 RT	2014	Lely	oui	500 000	5 500	Mtb	5	2
ENT E16-74	oct.-21	Marc	1	148	**96**	Lait fermier + porcs	2 RT	2017	Lely	oui	500 000	6 500	Mtb	6	3
ENT E17-74	févr.-20	Edouard	1	300	**120**	Lait (fruitière + transfo - 50/50) + volaille TVD + veaux de lait TVD	3 RT	2020	DeLaval	oui	1 400 000	10 000	Mtb	13	4
ENT E18-74	oct.-21 déc.-21 août.-21	Jean-Marc	3	243	**130**	Lait fruitière	2 RT	2009	Lely	oui	1 000 000	8 500	Mtb	3	0

[244] SAU : surface agricole utilisée / VL : vaches laitières / RT : robot de traite / kg/VL : rendement laitier en kg de lait par vache laitière / Ab : abondance / Mtb : Montbéliarde / n.d : non disponible / TDV : transformation & vente directe.

Tableau 11 : Autres entretiens réalisés (vendeurs de robot, techniciens, cadres, membre de l'ODG, etc. – 21 enquêtés et 23 entretiens) [245]

Code entretien	Nbr d'ent.	Nom	Fonction / Structure	Fonction	Zone	Date	Type
ENT S1	1	Clément	Institut de l'Elevage	Responsable de Projet "R&D Traite"	France	sept-19	Téléphonique
ENT S2	2	Simon	Eilyps (contrôle laitier 35)	Conseiller robot de traite	35	janv-20	Physique
ENT S3	1	Oscar	Président de la fruitière d'Arbusigny	Fruitière d'Arbusigny	74	févr-20	Physique
ENT S4	2	Carine	Syndicat Interprofessionnel du Reblochon	Directrice	74	févr-20	Physique
ENT S5	1	Louison	Syndicat Interprofessionnel du Reblochon	Représentant des producteurs fermiers	74	févr-20	Physique
ENT S6	1	Swan	Eleveurs des Savoie (contrôle laitier 74)	Conseiller au contrôle laitier, spécialiste RT	74	févr-20	Téléphonique
ENT S7	1	Samuel	Life Avocats	Avocat du SYPROL	74	oct-21	Visio
ENT S8	1	Sarah	SYPROL	Présidente	74	oct-21	Physique
ENT S9	1	Emma	Syndicat Interprofessionnel du Reblochon	Présidente	74	nov-21	Physique
ENT S10	1	Tony	DeLaval	Ancien commercial puis inspecteur commercial	Ouest laitier	févr-22	Téléphonique
ENT S11	1	Bastien	DeLaval	Directeur régional	Ouest laitier	févr-22	Téléphonique
ENT S12	1	Rémi	SAC (autres marques précédemment)	Ancien commercial, responsable national	France	févr-22	Téléphonique
ENT S13	1	Simon	Eleveurs des Savoie (contrôle laitier 74)	Vétérinaire Conseil	74	mars-22	Téléphonique
ENT S14	1	Armin & Chantal	CERTIPAQ (Organisme Certificateur et d'Inspection Associatif)	Président / Directrice Exploitation	France	avr-22	Visio
ENT S15	1	Antoine	Institut national de l'origine et de la qualité	Ingénieur territorial	France	mai-22	Visio
ENT S16	1	Antoine & Lisette	Institut national de l'origine et de la qualité	Ingénieur territorial & Délégué territoriale Centre Est	Centre Est	mai-22	Visio
ENT S17	1	Patrick	Institut de l'Elevage	Ancien expert robot de traite	France	juil-22	Téléphonique
ENT S18	1	Gilbert GRENIER*	Agroscience Bordeaux	Professeur spécialisé en machinisme agricole et robotique	France	sept-22	Visio
ENT S19	1	Jean-Louis POULET*	Institut de l'Elevage	Responsable de Projet "R&D Traite"	France	déc-22	Visio
ENT S20	1	Marcel	DeLaval	Concessionnaire DeLaval	74	janv-23	Physique
ENT S21	1	Philippe	Lely	Directeur de Lely Center	35	mai-23	Téléphonique

[245] 35 : Ille-et-Vilaine / 74 : Haute-Savoie

Tableau 12 : Entretiens réalisés par David Quentin

Code entretien	Nbr d'ent.	Nom	Structure	Fonction	Zone	Date	Type
ENT D1	1	Jean	Boumatic	Commercial d'une concession	35	Avril 2020	Téléphonique
ENT D2	1	Paul	FullWoodPacko	Commercial d'une concession	35	Avril 2020	Téléphonique
ENT D3	1	Axel	DeLaval	Commercial d'une concession	35	Avril 2020	Téléphonique
ENT D4	1	Thibaut	DeLaval	Responsable national	France	Avril 2020	Téléphonique
ENT D5	1	Gilbert	GEA	Commercial d'une concession	74	Avril 2020	Téléphonique
ENT D6	1	Bastien	GEA	Responsable national	France	Avril 2020	Téléphonique
ENT D7	1	Thomas	Lely	Commercial d'une franchise	74	Avril 2020	Téléphonique
ENT D8	1	Jules	Lely	Responsable national	35	Avril 2020	Téléphonique

Annexe 5

Archives consultées

Tableau 13 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (site Tolbiac, Paris)

Nom	Type	Informations	Période	Côte
Le Paysan savoyard	Périodique - Presse agricole départementale	Organe de la Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles de Haute-Savoie	1945-2001	GR FOL-JO-4234
Le Paysan breton	Périodique - Presse agricole départementale	Premier hebdomadaire agricole régional en France en nombre d'abonnés	1945-1961 *puis scission*	FOL-JO-3460
Revue technique machinisme agricole	Périodique - Revue spécialisée	Editions techniques pour l'automobile et l'industrie	1979-2019	4-JO-34519
Eleveur de bovins / Production Laitière Moderne	Périodique - Revue spécialisée	Éleveur de bovins : édition mensuelle, supplément à « l'Éleveur de Porcs », information technique et économique de l'élevage bovin, Rennes ; devient PLM en 1975	EDB : 1973 – 1975 PLM : 1975 …	4-JO-27541
Bulletin de documentation technique (CETIM-CNEEMA)	Périodique – Bulletin d'information	Bulletin de documentation technique / CETIM (Centre technique des industries mécaniques) – CNEEMA (Centre national d'études et d'expérimentation de machinisme agricole)	1945- 2016	4-JO-7165
Le Cultivateur du Loiret	Périodique - Presse agricole départementale	Orléans : Chambre d'agriculture, Revue agricole, horticole et viticole …	1921-1983	JO-71551

Tableau 14 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (collection numérique)

Auteur	Type	Informations	Période	Année d'édition	Côte numérique
Institut national de la statistique et des études économiques (Insee)	Recensement de la population	Recensement général de la population du 10 mars 1946. Volume VII. Exploitations agricoles	1946	1950	ark:/12148/bc6p06x1hjp
Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) & Ministère de l'Agriculture	Recensement agricole	Recensement général de l'agriculture de 1955 : caractéristiques générales des exploitations - II.– premiers résultats par région agricole	1955	1959	ark:/12148/bc6p06wcd9v
Bureau des subsistances, des secours et de la statistique agricole & Office de renseignements agricoles.	Statistique agricole annuelle	Statistique agricole annuelle	1945 - 2005	-	ark:/12148/cb328726954

Tableau 15 : Archives départementales de Haute-Savoie (Annecy)

Côte	Date / Période	Titre	Auteurs	Commentaires
SC 14 970	1951 - 1955	Lait, situation de la production laitière en Haute-Savoie : rapports mensuels du préfet à l'inspecteur général de l'administration en mission extraordinaire (IGAME) de la 8e Région à Lyon (septembre 1951-août 1955).	Préfecture de Haute-Savoie	Volumes de production et prix du lait en Haute-Savoie en janvier 1955
4080 - Us 256	1986	La Savoie de la Révolution à nos jours, XIXe-XXe siècle	André Palluel-Guillard, Christian Sorrel, Guido Ratti , Antoine Fleury , Jean Loup	Édition : Ouest France Collection : Université
31 228	1962-1966	Agriculture – Statistiques et enquêtes agricoles Haute-Savoie (structures foncières, productions agricoles, agriculture de montagne, population agricole, cheptel, aviculture, viticulture), avec rétrospective depuis 1935 ---- **A** : L'agriculture de la Haute-Savoie placée devant d'autres facteurs économiques **B** : Situation économique de l'agriculture du département et résultats des comptabilités (centre de comptabilité et	Archives préfectorales (rapports et communications variés)	

		d'économie rurale de Haute-Savoie – Maison Paysanne, Annecy) **C** : Étude de structures foncières – Haute-Savoie – septembre 1964 (Ministère de l'Agriculture, Génie rural, CINAM) **D** : Note relative à l'organisation laitière et à la production porcine en Haute-Savoie **E** : Lettres **F** : Lettres		
SC 33 074	1966-1970	Élevage – Aide financière aux bâtiments d'élevage	Archives préfectorales	
SC 35 208	1973	Agriculture – Produits laitiers : protestations des coopératives laitières et des syndicats agricoles a/s prix du lait à la production (été 1973)	Archives préfectorales	
5302	1995	Dans « Fromages de Savoie – la passé, le présent » : « Le Reblochon : de la fabrication locale au marché européen »	Daniel BESSON	Mémoires et documents de la Société savoisienne d'Histoire et d'Archéologie

Tableau 16 : Archives des Amis du Val de Thônes

Nom	Type	Accès	Année de parution
La forêt et le travail du bois dans la vallée de Thônes	Revue Annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°15	Prêté par l'association	1990
La vie agricole dans la vallée de Thônes	Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°17	Prêté par l'association	1992
Campagnes forêts alpages de Savoie (13e-20e s.)	Hors-Série - Actes du 33e congrès des Sociétés savantes de Savoie, Thônes	prêté par l'association	2000
Le Reblochon et les fromages de la vallée de Thônes	Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°12	Prêté par l'association	1987
La vallée de Thônes de A à Z	Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°18	Prêté par l'association	1993
Des lieux, des Hommes, des histoires...	Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°31	Prêté par l'association	2015
Habiter en Val de Thônes - Maisons et chalets du XVIIe siècle à nos jours	Revue annuelle proposée par les Amis du Val de Thônes – n°32	Prêté par l'association	n.d

Annexe 6

Données statistiques et géomatiques utilisées

Tableau 17 : Origine et détails des données statistiques et géomatiques utilisées

Fournisseurs	Types de données	Détails	Principales variables	Date de parution ou période
(BSPCA) Bureau des statistiques sur les productions et les comptabilités agricoles	Statistique agricole annuelle	Production de lait et utilisation à la ferme	- Livraisons à l'industrie (hl) - Fabrication de produits fermiers (hl) - dont livraisons à l'industrie de produits fermiers (hl) - Vente directe et autoconsommation de lait entier (hl) - Production finale (hl) - Taux butyreux (g/l) - Matière protéique (g/l)	2000-2020
Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)	Cartes géologiques	Carte géologique de France à 1/50000 au format numérique vecteur issue de la numérisation de la carte imprimée	- Formations géologiques - Contours - Eléments structuraux linéaires - Eléments ponctuels (structuraux et divers) - Surcharges (mylonites...) - Etc.	Carte créée en 2005
Observatoire de l'environnement en Bretagne (OEB)	Unités paysagères de Bretagne	Unités paysagères de Bretagne définies dans le cadre des Atlas du paysage départementaux – données vectorisées au 1/100000	- Nom de l'unité paysagère - Type - Ensemble d'appartenance	Carte créée en 2020
Direction Départementale des Territoires de la Haute-Savoie (DDT)	Structures paysagères surfaciques de Haute-Savoie	Données vectorisées au 1/25000 pour le département de Haute-Savoie	- Nom de l'unité paysagère - Type (classification de 2004) - Evolution	inconnue

Etablissement national des produits de l'agriculture et de la mer (FranceAgriMer) – Réseau des Nouvelles des Marchés (RNM)	Le prix des produits alimentaires et des fleurs	Prix du Reblochon (cours grossistes)	- Prix du Reblochon au MIN Rungis - Prix « collectivités »	De 1995 à 2023
Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)	GEOFLA, découpage administratif du territoire français	Données vectorisées du découpage administratif français, mis à jour suite à la fusion des régions de 2014	- Arrondissement - Canton - Chefs-lieux - Commune - Département - Région - Etc.	2015
Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)	Modèle numérique de terrain (MNT)	BD ALTI® 75 m par département	- Altitude	2018
Agreste - Service statistique ministériel de l'agriculture	Recensement agricole	Recensement agricole à différents échelons géographiques en fonction des années, des données et du secret statistique (si n < 3 observations)	- Orientation technico-économique (Otex) - UTA - Nombre d'exploitation - Etc.	1970 – 1979– 1988 – 2000 – 2010
Institut national de l'origine et de la qualité (INAO)	Aires de production des SIQO	Zones de production soumises aux indications géographiques au format vectorisé	- Signe (AOP, IGP) - Dénomination de l'appellation - Catégorie - Délégation territoriale en charge	2020
European Environment Agency (EEA) – Programme Copernicus – Land monitoring service	Modèle numérique de terrain (MNT)	European Digital Elevation Model (EU-DEM), version 1.1 – résolution de 25 m		2016
Bureau des subsistances, des secours et de la statistique agricole & Office de renseignements agricoles.	Statistique agricole annuelle	Statistique agricole annuelle consultée en le site de la Bibliothèque nationale de France – Identifiant ark:/12148/bc6p06z4dk5		1945 - 2005
Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes (LARHA UMR 5190	Découpage cantonal	Découpage cantonal de 1955 au format vectoriel (2011)		1955

Institut national de la statistique et des études économiques (Insee)	Indices de prix	Indice des prix des produits agricoles à la production (IPPAP)		1955 - 2022
Association Eau & Rivières de bretagne	Liste des unités de méthanisation	Liste préfectorale des unités de méthanisation en Ille-et-Vilaine en 2021 et commune d'implantation		2021
Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) & Agence de Services et de Paiement (ASP)	Registre parcellaire graphique (RPG)	RPG région Bretagne édition 2021 & RPG région Auvergne-Rhône-Alpes édition 2021	- Id parcelle - Type de culture par parcelle	2021
Institut national de la statistique et des études économiques (Insee)	Recensements de la population	Répartition de l'emploi par secteur d'activité de 1962 à 2007 (en %)	- Agriculture - Industrie - Construction - Tertiaire	1962 – 1968 – 1975 – 1982 – 1990 – 1999 – 2007
Eilyps entreprise de conseils et expertises en agriculture (Contrôle laitier 35)		Exploitations équipées de robots de traite	- Taille du cheptel - Marque de robot de traite - Commune de l'exploitation	2020
Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Bretagne (DRAAF Bretagne)	Recensement agricole	Taille des exploitations produisant du lait par tranche d'effectif de vaches laitières		2000 – 2010 - 2020
Comité Régional d'Organisation des Contrôles des Installations de Traite (CROCI Bretagne)	Données sur les installations de traite	Caractéristiques des installations de traite en Bretagne	- Etable - EPI - Tandem - TPA - Manège - Robot	2019
Comité Français Interprofessionnel pour les Techniques de production de lait (COFIT)	Données issues du contrôle des machines à traite (Opti'Traite)	Nombres d'exploitations robotisées par département, pour lesquelles les robots ont été contrôlés en 2022	- Département - Nombre d'exploitations robotisées contrôlées	2022

Annexe 7

Etudes sur la diminution de la durée du travail en traite robotisée[246]

Tableau 18 : Comparaison des différentes études sur l'évolution de la durée du travail en traite robotisée

Reference	Region	Year	Change in labor time	Scale/system	Comparison	Method / data	Method details	Interpretation / discussion
(Sonck 1996)	N/A	1996	From -37.9 % to -66.1 %	N/A	Before vs. after	Simulation model	A simulation model with few data from real observations.	The oldest study is also the one showing the greatest reduction in working time. - human-controlled cow traffic: -37.9% - computer-controlled cow traffic: -66.1%
(Mathijs 2004)	Western Europe (Belgium, Denmark, Germany and Netherlands)	2001-2002 (data)	-19.8 %	Farming system?	Before vs. after	Survey face-to-face nAMS=107	Limited information – the only study which compares samples from different countries (Belgium, Denmark, Germany and the Netherlands).	'AM farmers reported an average labor saving of 19.8%, which increases to 21.3% when only farms that have kept their herd size more or less constant are considered.'
(Bijl et al. 2007b)	Netherlands	2002-2003 (data)	-29 %	Farming system (accounting data)	AMS vs. CMS	Accounting data nAMS=31; nCMS=31	A selection of accounting data to minimize differences between the two samples and maximize comparability between AMS and CMS farms.	'In our study, the AMS31 used, on average, 29% less labor ($P < 0.001$) than the CMS31. Labor costs for external workers were expected to be smaller for the AMS31 because less labor should be needed. However, in our study the use of external workers was almost equal between the groups. This meant that less home labor was used. This was also shown by the costs of external workers: the AMS31 was €7,982 and the CMS31 was €8,438.'

[246] Main characteristics of the studies, method used and discussion of the results; N/A: not available; AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system

(De Jong et Finnema 2003)	North America (USA and Canada)	2003	No difference	Workers	Before vs. after	Interviews with farm managers nAMS=25	25 AMS farms (10 USA, 15 Canada).	'Farmers expected the robot to bring about less work hours on the farm. These expectations were not entirely met, as farmers reported no decrease in work hours.'
(Gustafsson 2004)	N/A	2004	-45 % ?	Livestock farming system	AMS vs. CMS	Observation nAMS=4; nCMS=4	Insufficient information on the method used.	
(Oudshoorn et al. 2012b)	Denmark	2005 (data)	-43.4 %	N/A	AMS vs. CMS	Questionnaire nAMS=9 ; nCMS=9	'These tasks were as follows: milking, fetching and registration; treatment and surveillance; feeding; providing bedding straw in the cubicles; cleaning; and miscellaneous.'	AMS = 3.0 min per cow per day CMS = 5.3 min per cow per day Tasks concerning the robot (AMS cleaning and maintenance, alarms, checking AMS system data) not considered.
(Steeneveld et al. 2012)	Netherlands	2010 (data)	No significant difference	Farming system (accounting data)	AMS vs. CMS	Accounting data nAMS=63; nCMS=337	Accounting data and representativeness: 'their clients can be characterized as farms who are interested in getting information about their financial performance to assist in making enhanced management decisions.'	'The number of full-time equivalents (FTEs) was not different between AMS and CMS farms, which is in contrast with the results of Bijl et al. (2007) who found a lower number of FTE on AMS farms. A possible explanation for this difference could be that the farmers who invested in 2003 (Bijl et al., 2007) invested to lower the amount of labor and to have more free time, as described by Mathijs (2004). Farms in the current data set may more focused on increasing size than on having more free time, thus showing no decrease in FTE as they plan and transition to more cows.'
(Heikkila et al. 2010)	Finland	2010	-30 %	Farming system (accounting data)	AMS vs. CMS	Accounting data (depending on the year under consideration: AMS from 59 to 82; CMS from 16 to 35)	'We employed data on Finnish dairy farms from the EU Farm Accountancy Data Network (FADN)'	
(de Koning 2011a)	Netherlands	2011	-29 %	Unclear	AMS vs. CMS	Simulation model (Dutch case–control study)	No information.	'AM farms saved 29% labor, and therefore when economical results were transformed to full-time equivalents (FTEs), AM farms in the case-control study had greater revenues, margins, and gross margins per FTE than the farms with conventional milking systems.'

(Butler et al. 2012)	England	2012	No difference	Workers	Before vs. after	Interview and observations nAMS=3	3 case studies: - A farm with AMS for several years; - Askham Bryan Agricultural College with AMS and CMS side-by-side; - A farm in transition from CMS to 4 AMS	'Having a robotic milking system did change all the interviewees' lifestyles, although it did not seem to lessen the workload, «*It was not a case of less work, it's just different.*" 'Despite this, the research showed that dairy farmers using AMS must deal with additional demands which are specific to this technology and so, whilst a robot takes away some of the hands-on work out of milking, the role of the stockperson has, as some interviewees described, increased, as more time had to be set aside to observe the cows with the aim of picking up health and welfare issues which had not been identified by the AMS.'
(Hansen 2015)	Norway	2014?	No difference	Workers	Before vs. after	Unstructured interviews nAMS=19	19 AMS dairy farmers in southern Norway who had invested in robotic milking from 2005 to 2011.	'Only five of the farmers mention reduced workload as an advantage with AMS. I think this female farmer in her 40s explains why many of the farmers work just as much as before. 14: «We work more hours now, but that is due to increased production. The number of cows is twice as high, with the same milk quota the workload would have been reduced." 'It is not always straightforward to tell how the AMS affects the number of working hours. 13: «I'm not quite sure about the number of working hours now as compared to before, … it depends on whether you include the things you ought to do or not." What this farmer gives a hint of is that one cannot leave the cowshed completely to the AMS.'
(Vik et al. 2019)	Norway	2014	Increase	Workers	Before vs. after	Interviews nAMS=26	26 AMS farmers 'eight were husband and wife families; two were husband, wife, and son families; five were two individuals who represented the farm such as joint farmers or an accountant; ten were male farmers, and one was a female farmer'	'Farmers expected the change in work to include more flexibility. However, some farmers did not fully account for the increased workload. In short, the working hours in-house remained approximately the same as before the installation of the AMS and the expansion, but the working hours outdoors increased.'

(Shortall et al. 2016)	Netherlands?	2016	-36 %	Activity system?	AMS vs. CMS	Capture of real time on-farm data nAMS=7 ; nCMS=10	'The list of tasks for AM were: checking AM system data, fetching cows indoors, fetching cows outdoors, robot cleaning maintenance, alarms, grass allocation, other dairy tasks, other enterprise tasks, and non-farm activity.'	'The 36% reduction in labor associated with AM as measured in our study largely represented the reduction in time associated with the milking process from 3 hours/day with CM to 40 minutes/day with AM.'
(Lunner-Kolstrup et al. 2018b)	Sweden	2018	Increase	Workers	Before vs. after	Semi-structured interviews and transect walks nAMS=2	No measurements but open-ended questions in order to assess subjective experiences of working with AMS	'Alarms from the AMS were frequent and, especially during night-time the informants experienced the alarms as stressful, with disturbed sleep and fatigue during the following day.'
(Tse et al. 2018a)	Canada	2018	-61.5 %	Milking-related activities	Before vs. after	Survey over the phone, online and in person n = 215	'Producers who previously operated an AMS farm but later reverted back to conventional milking systems (n=3) and surveys that were terminated before completion were excluded.'	Mean number of employees: -20% Mean time spent on milking-related tasks: -61.5% 'The number of employees also decreased with the transition to AMS in the current study, although the difference was small. A reason why the difference in number of employees before and after the transition was not larger may be that farms were reducing the amount of family labor first before decreasing number of employees.'

Annexe 8

Listes des articles inclus et exclus dans la revue systématique

Tableau 19 : Articles inclus dans la revue systématique de littérature (n = 90)

Author	Year	Title	Journal / Proceedings	volume	issue	pages
Alarcon, C.	2021	Agrarian questions, digitalisation of the countryside, immigrant labour in agriculture and the official discourses on rural development in the Uppsala region, Sweden	Italian Review of Agricultural Economics	76	1	19-32
Bear, Christopher; Holloway, Lewis	2015	Country Life: Agricultural Technologies and the Emergence of New Rural Subjectivities	Geography Compass	0	0	0
Bear, Christopher; Holloway, Lewis	2018	Redistributing Labour in Automated Milking Systems and the More-Than-Human (Co)Production of Dairy Farming	The Sage handbook of Nature	0	0	0
Bear, Christopher; Holloway, Lewis	2019	Beyond resistance: Geographies of divergent more-than-human conduct in robotic milking	Geoforum	104	0	212-221
Bergman, K., Rabinowicz, E.,	2013	Adoption of the Automatic Milking System by Swedish Milk Producers.	Working paper			
Bijl, R.; Kooistra, S. R.; Hogeveen, Henk	2007	The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms	Journal of Dairy Science	90	1	239-248
Bisaglia C., Belle Z., Van den Berg G., & Pompe J.	2012	Automatic vs. Conventional Feeding Systems in Robotic Milking Dairy Farms: a Survey in the Netherlands.	Working paper			
Bugge, C.T., Skibrek, P.K.,	2019	Success with AMS: a Quantitative Study of what Determines Success of Farmers Using Automatic Milking Systems (AMS) in Norway	Thesis			
Butler, Deborah; Holloway, Lewis; Bear, Christopher	2012	The impact of technological change in dairy farming: robotic milking systems and the changing role of the stockperson	Journal of the Royal Agricultural Society of England	0	0	0
Butler, Deborah; Holloway, Lewis	2016	Technology and Restructuring the Social Field of Dairy Farming: Hybrid Capitals, 'Stockmanship' and Automatic Milking Systems	Sociologia Ruralis	56	4	513-530
Caffaro, Federica; Cavallo, Eugenio	2019	The effects of individual variables, farming system characteristics and perceived barriers on actual use of smart farming technologies: Evidence from the piedmont region, northwestern Italy	Agriculture (Switzerland)	9	5	0
Carolan, Michael	2019	Automated agrifood futures: robotics, labor and the distributive politics of digital agriculture	Journal of Peasant Studies	47	1	184-207
Castro, Angel; Pereira, J. M.; Amiama, Carlos; Bueno, Javier	2015	Typologies of dairy farms with automatic milking system in northwest spain and farmers' satisfaction	Italian Journal of Animal Science	14	2	207-219
Christiaensen, L., Rutledge, Z., Taylor, J.E.	2020	The Future of Work in Agriculture: Some Reflections	Policy Research Working Paper - World Bank Group			janv-25
Cornou, Cecile	2009	Automation systems for farm animals: potential impacts on the human-animal relationship and on animal welfare	Anthrozoos	22	3	213-220
Da Borso, Francesco; Chiumenti, Alessandro; Sigura, Maurizia; Pezzuolo, Andrea	2017	Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms	Journal of Agricultural Engineering	48	0	48-52
De Jong, Wilco; Finnema, Albrecht	2003	Survey of Management Practices of Farms Using Automatic Milking Systems in North America	ASAE Meeting Presentation	0	0	0

de Koning, C. J. A. M.	2011	Milking machine: Robotic Milking	Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition	0	0	952-958
Dijkhuizen, A.A.; Huirne, R.B.M.; Harsh, S.B.;Gardner, B20R.W.	1997	Economics of robot application	Computers and Electronics in Agriculture	17	1	111-121
Drach, Uri; Halachmi, Ilan; Pnini, Tal; Izhaki, Ido; Degani, Amir	2017	Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking	Biosystems Engineering	155	0	134-141
Driessen, Clemens; Heutinck, Leonie F. M.	2014	Cows desiring to be milked? Milking robots and the co-evolution of ethics and technology on Dutch dairy farms	Agriculture and Human Values	32	1	43891
Ferland, J.; Vasseur, E.; Duplessis, M.; Pajor, E. A.; Pellerin, D.	2016	Economic impact of introducing automatic milking system on Canadian dairy farms	Journal of Animal Science	0	0	0
Finstad, T., Aune, M., Egseth, K.A.,	2021	The domestication triangle: how humans, animals and technology shape each other – the case of automated milking systems.	Journal of Rural Studies	84		211-220
Gallardo, R. Karina; Sauer, Johannes	2018	Adoption of Labor-Saving Technologies in Agriculture	Annual Review of Resource Economics	10	0	185-206
Gargiulo, J. I.; Eastwood, C. R.; Garcia, S. C.; Lyons, N. A.	2018	Dairy farmers with larger herd sizes adopt more precision dairy technologies	Journal of Dairy Science	0	0	0
Gargiulo, J.I. and Lyons, N.A. and Kempton, K. and Armstrong, D.A. and Garcia, S.C.	2020	Physical and economic comparison of pasture-based automatic and conventional milking systems	Journal of Dairy Science	103	9	8231-8240
Gleeson, D.; O'Brien, B.; O'Donovan, K.	2008	The labour input associated with calf care on Irish dairy farms	Livestock Science	116	1	82-89
Grothmann A., Nydegger F., Häußermann A., & Hartung E.	2010	Automatic Feeding System (AFS) – Potential for Optimisation in Dairy Farming. Landtechnik	Landtechnik		3	129-131
Gustafsson, Mats	2004	Working time studies in farms with conventional and automatic milking	Automatic milking. For a better understanding.	0	0	0
Hansen, Bjorn Gunnar	2015	Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jaeren, Norway	Journal of Rural Studies	41	0	109-117
Hansen, B.G., Herje, H.O., H¨ova	2019	Profitability on dairy farms with automatic milking systems compared to farms with conventional milking systems.	International Food and Agribusiness Management Review	22	2	215-228
Hansen, B.G. and Bugge, C.T. and Skibrek, P.K.	2020	Automatic milking systems and farmer wellbeing - exploring the effects of automation and digitalization in dairy farming	Journal of Rural Studies	80		469-480
Hansen, B.G. and Stræte, E.P.	2020	Dairy farmers' job satisfaction and the influence of automatic milking systems	NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences	92		
Heikkila, Anna-Maija; Vanninen, Leena; Manninen, Esa	2010	Economics of Small-Scale Dairy Farms Having Robotic Milking	First North American Conference on precision dairy management	0	0	0
Heikkila, Anna-Maija; Myyra, Sami; Pietola, Kyosti	2012	Effects of Economic Factors on Adoption of Robotics and Consequences of Automation for Productivity Growth of Dairy Farms	Working paper	0	0	0
Hogeveen, Henk; Heemskerk, Kees; Mathijs, Erik	2004	Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour	Automatic milking. For a better understanding.	0	0	0
Holloway, Lewis; Bear, Christopher; Wilkinson, Katy	2014	Robotic milking technologies and renegotiating situated ethical relationships on UK dairy farms	Agriculture and Human Values	31	2	185-199
Holloway, Lewis; Bear, Christopher; Wilkinson, Katy	2014	Re-capturing bovine life: Robot-cow relationships, freedom and control in dairy farming	Journal of Rural Studies	33	0	131-140
Holloway, Lewis; Bear, Christopher	2017	Bovine and human becomings in histories of dairy technologies: robotic milking systems and remaking animal and human subjectivity	British Society for the History of Science	0	0	0

Hostiou, Nathalie; Fagon, Jocelyn; Chauvat, Sophie; Turlot, Am{\'{e}}lie; Kling-Eveillard, Florence; Boivin, Xavier; Allain, Cl{\'{e}}ment	2017	Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review	Biotechnology, Agronomy and Society and Environment	21	4	268-275
Hostiou, N., Kling-Eveillard, F., Ganis, E.	2017	The effects of PLF on human-animal relationships on farm	8th European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF)			
Jacobs, J. A.; Siegford, J. M.	2012	Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare	Journal of Dairy Science	95	5	2227-2247
Jago, J. G.; Davis, K. L.; Newman, M.; Woolford, M. W.	2006	An economic evaluation of automatic milking systems for New Zealand dairy farms	The New Zealand Society of Animal Production	0	0	0
Jensen, T.	2004	Expectations of automatic milking and the realized socio-economic effects	Automatic milking. For a better understanding.	0	0	0
Jiang, Hongzhe; Wang, Wei; Li, Chunyang; Wang, Wei	2017	Innovation, practical benefits and prospects for the future development of automatic milking systems	Frontiers of Agricultural Science and Engineering	4	1	37-47
Karttunen, Janne P.; Rautiainen, Risto H.; Lunner-Kolstrup, Christina	2016	Occupational Health and Safety of Finnish Dairy Farmers Using Automatic Milking Systems	Frontiers in Public Health	4	0	0
Kling-Eveillard, F., Allain, C., Boivin, X., Courboulay, V., Creach, P., Philibert, A., Ramonet, Y., Hostiou, N.	2020	Farmers' representations of the effects of precision livestock farming on human-animal relationships	Livestock Science	238		
Lampridi, Maria G.; Kateris, Dimitrios; Vasileiadis, Giorgos; Marinoudi, Vasso; Pearson, Simon; S{\o}rensen, Claus G.; Balafoutis, Athanasios; Bochtis, Dionysis	2019	A case-based economic assessment of robotics employment in precision arable farming	Agronomy	9	4	0
Lowenberg-DeBoer, James; Huang, Iona Yuelu; Grigoriadis, Vasileios; Blackmore, Simon	2020	Economics of robots and automation in field crop production	Precision Agriculture	21	2	278-299
Lundstrom, C. and Lindblom, J.	2021	Care in dairy farming with automatic milking systems, identified using an Activity Theory lens	Journal of Rural Studies	87		386-403
Lunner-Kolstrup, Christina; Hörndahl, Torsten; Karttunen, Janne P.	2018	Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study	Journal of Agromedicine	23	3	215-226
Marinoudi, Vasso; Sorensen, Claus G.; Pearson, Simon; Bochtis, Dionysis	2019	Robotics and labour in agriculture. A context consideration	Biosystems Engineering	184	0	111-121
Marinoudi, V and Lampridi, M and Kateris, D and Pearson, S and Sorensen, CG and Bochtis, D and Marinoudi, Vasso and Lampridi, Maria and Kateris, Dimitrios and Pearson, Simon and Sorensen, Claus Gron and Bochtis, Dionysis	2021	The Future of Agricultural Jobs in View of Robotization	Sustainability	13	21	
Mathijs, Erik	2004	Socio-economic aspects of automatic milking	Automatic milking. For a better understanding.	0	0	0
Molfino, J.; Kerrisk, K.; García S.C.	2014	Investigation into the labour and lifestyle impacts of automatic milking systems (AMS) on commercial farms in Australia.	Proceedings of the 5th Australasian Dairy Science Symposium, Melbourne, Australia	0	0	0

Moyes, K. M.; Ma, L.; McCoy, T. K.; Peters, R. R.	2014	A survey regarding the interest and concern associated with transitioning from conventional to automated (robotic) milking systems for managers of small-to medium-sized dairy farms	Professional Animal Scientist	30	4	418-422
Nabokov, VI and Novopashin, LA and Denyozhko, LV and Sadov, AA and Ziablitckaia, NV and Volkova, SA and Speshilova, IV and Nabokov, V., I and Novopashin, L. A. and Denyozhko, L., V and Sadov, A. A. and Ziablitckaia, N., V and Volkova, S. A. and Speshilova, I., V	2020	Applications of feed pusher robots on cattle farmings and its economic efficiency	International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies	11	14	
Örs, A. , Oğuz, C.	2018	Comparison of the Economic Performance of Robotic Milking System and Conventional Milking System. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 8(2), 35-51	Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences	8	2	35-51
Oudshoorn, F. W.; Kristensen, T.; Van Der Zijpp, A. J.; de Boer, I. J. M.	2012	Sustainability evaluation of automatic and conventional milking systems on organic dairy farms in Denmark	NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences	59	1	25-33
Pezzuolo, Andrea; Chiumenti, Alessandro; Sartori, Luigi; Da Borso, Francesco	2016	Automatic Feeding System: Evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm	Engineering for Rural Development	0	0	882-887
Pezzuolo et al.	2017	Estimating efficiency in automatic milking systems	Journal of Dairy Science			929-936
Pinzke, Stefan	2016	Comparison of Working Conditions and Prevalence of Musculoskeletal Symptoms among Dairy Farmers in Southern Sweden over a 25-Year Period	Frontiers in Public Health	4	0	0
Porcher, Jocelyne; Schmitt, Tiphaine	2012	Dairy cows: Workers in the shadows?	Society and Animals	20	1	39-60
Prause, L and Prause, Louisa	2021	Digital Agriculture and Labor: A Few Challenges for Social Sustainability	Sustainability	13	11	
Reddy, N. Vamshidhar; Reddy, A. V. Vishnu Vardhan; Pranavadithya, S.; Kumar, J. Jagadesh	2016	A critical review on agricultural robots	International Journal of Mechanical Engineering and Technology	7	4	183-188
Rossing, W.; Hogewerf, P. H.; Ipema, A. H.; Ketelaar-De-Lauwere, C. C.; de Koning, C. J. A. M.	1997	Robotic milking in dairy farming	Netherlands Journal of Agricultural Science	45	1	15-31
Rotz, C. A.; Coiner, C. U.; Soder, K. J.	2003	Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production	Journal of Dairy Science	86	12	4167-4177
Rotz, Sarah; Gravely, Evan; Mosby, Ian; Duncan, Emily; Finnis, Elizabeth; Horgan, Mervyn; LeBlanc, Joseph; Martin, Ralph; Neufeld, Hannah Tait; Nixon, Andrew; Pant, Laxmi; Shalla, Vivian; Fraser, Evan	2019	Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities	Journal of Rural Studies	68	0	112-122
Salfer, J. A.; Minegishi, K.; Lazarus, W.; Berning, E.; Endres, M. I.	2017	Finances and returns for robotic dairies	Journal of Dairy Science	100	9	7739-7749
Schewe, Rebecca L.; Stuart, Diana	2015	Diversity in agricultural technology adoption: How are automatic milking systems used and to what end?	Agriculture and Human Values	32	2	199-213
Seabrook, M. F.	1992	The perception by stockpersons of the effect on their esteem, self-concept and satisfaction of the incorporation of automatic milking into their herd	International Symposium on Prospects for Automatic Milking	0	0	0

Semin, AN and Skvortsov, EA and Skvortsova, EG and Oguz, C and Ors, A and Semin, A. N. and Skvortsov, E. A. and Skvortsova, E. G. and Oguz, Cennet and Ors, Aykut	2020	Labor polarization in the context of agricultural robotization in the middle urals	International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies	11	14		
Shortall, J.; Shalloo, L.; Foley, C.; Sleator, R. D.; O'Brien, B.	2016	Investment appraisal of automatic milking and conventional milking technologies in a pasture-based dairy system	Journal of Dairy Science	99	9	7700-7713	
Sinnott, AM and Kennedy, E and Bokkers, EAM and Sinnott, Alison M. and Kennedy, Emer and Bokkers, Eddie. A. M.	2021	The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour	Livestock Science	244			
Sonck, B. R.	1996	Labour organisation on robotic milking dairy farms	Book	0	0		0
Sparrow, R., Howard, M.	2021	Robots in agriculture: prospects, impacts, ethics, and policy	Precision Agriculture	22	3	818-833	
Speroni, M.; Pirlo, G.; Lolli, S.	2006	Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment	Journal of Dairy Science	0	0		0
Spykman, O. and Gabriel, A. and Ptacek, M. and Gandorfer, M.	2021	Farmers' perspectives on field crop robots - Evidence from Bavaria, Germany	Computers and Electronics in Agriculture	186			
Srivastava, S.K.	2021	Agricultural automation: A strategic dilemma of a rich Indian farmer	Journal of Information Technology Teaching Cases	11	2	117-121	
Steeneveld, W.; Tauer, L. W.; Hogeveen, Henk; Oude Lansink, A. G. J. M.	2012	Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system	Journal of Dairy Science	95	12	7391-7398	
Stræte, E.P., Vik, J., Hansen, B.G.,	2017	The Social Robot: A Study of the Social and Political Aspects of Automatic Milking Systems	System Dynamics and Innovation in Food Networks			220-233	
Tse, C.; Barkema, H. W.; DeVries, T. J.; Rushen, J.; Pajor, E. A.	2017	Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry	Journal of Dairy Science	0	0		0
Tse, C.; Barkema, H. W.; DeVries, T. J.; Rushen, J.; Pajor, E. A.	2018	Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality	Animal	12	12	2649-2656	
Tse, C.; Barkema, H. W.; DeVries, T. J.; Rushen, J.; Vasseur, E.; Pajor, E. A.	2018	Producer experience with transitioning to automatic milking: Cow training, challenges, and effect on quality of life	Journal of Dairy Science	101	10	9599-9607	
Veysset, P.; Wallet, P.; Prugnard, E.	2001	Automatic milking systems: characterising the farms equipped with AMS, impact and economic simulations	Conference on "Physiological and technical aspects of machine milking"	0	0		0
Vik, J., Stræte, E.P., Hansen, B.G., Nærland, T.	2019	The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway	NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences	90-91	100305		0
Wade, K. M.; Van Asseldonk, M. A. P. M.; Berentsen, P. B. M.; Ouweltjes, W.; Hogeveen, Henk	2004	Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production	Automatic milking. For a better understanding.	0	0		0
Wildridge, A. M.; Thomson, P. C.; Garcia, S. C.; Jongman, E. C.; Kerrisk, K. L.	2020	Transitioning from conventional to automatic milking: Effects on the human-animal relationship	Journal of Dairy Science	103	2	1608-1619	
Woo, S and Uyeh, DD and Kim, J and Kim, Y and Kang, S and Kim, KC and Lee, SY and Ha, Y and Lee, WS and Woo, Seungmin and Uyeh, Daniel Dooyum and Kim, Junhee and Kim, Yeongsu and Kang, Seokho and Kim, Kyoung Chul and Lee, Si Young and Ha, Yushin and Lee, Won Suk	2020	Analyses of Work Efficiency of a Strawberry-Harvesting Robot in an Automated Greenhouse	Agronomy	10	11		

Wouter Bac, C.; Van Henten, E. J.; Hemming, J.; Edan, Yael	2014	Harvesting Robots for High-value Crops: State-of-the-art Review and Challenges Ahead	Journal of Field Robotics	31	6	888-911

Tableau 20 : Articles exclus dans la revue systématique de littérature (n = 122)

Authors	Year	Title	Journal / Proceedings	Volume	Issue	Pages	Reason for exclusion
Abeni, F. and Petrera, F. and Galli, A.	2019	A Survey of Italian Dairy Farmers' Propensity for Precision Livestock Farming Tools	Animals	9	5		No robot
Aitkhozhin, S. K. and Balkibayeva, A. M. and Ramazanova, R. H. and Yermekov, F. K. and Karsybayeva, K. A.	2019	Economic assessment of precision agriculture project in Kazakhstan	Periodico Tche Quimica	16	33	304-314	No robot
Andre, G. and Berentsen, P. B. M. and Engel, B. and de Koning, C. J. A. M. and Oude Lansink, A. G. J. M.	2010	Increasing the revenues from automatic milking by using individual variation in milking characteristics	Journal of Dairy Science	93	3	942-953	No work dimension
Aravind, K. R. and Raja, P. and Perez-Ruiz, M.	2017	Task-based agricultural mobile robots in arable farming: A review	Spanish Journal of Agricultural Research	15	1		No work dimension
Armstrong, D. V. and Daugherty, L. S.	1997	Milking robots in large dairy farms	Computers and Electronics in Agriculture	17	1	123-128	No work dimension
Ayerdi Gotor, A. and Marraccini, E. and Leclercq, C. and Scheurer, O.	2020	Precision farming uses typology in arable crop-oriented farms in northern France	Precision Agriculture	21	1	131-146	No robot
Bohlandt, A. and Schierl, R. and Heizinger, J. and Dietrich-Gumperlein, G. and Zahradnik, E. and Bruckmaier, L. and Sultz, J. and Raulf, M. and Nowak, D.	2016	Cow hair allergen concentrations in dairy farms with automatic and conventional milking systems: From stable to bedroom	International Journal of Hygiene and Environmental Health	219	1	79-87	No farm system or worker
Balafoutis, A. and Beck, B. and Fountas, S. and Vangeyte, J. and Van Der Wal, T. and Soto, I. and Gomez-Barbero, M. and Barnes, A. and Eory, V.	2017	Precision agriculture technologies positively contributing to ghg emissions mitigation, farm productivity and economics	Sustainability (Switzerland)	9	8		No robot
Ball, D. and Ross, P. and English, A. and Milani, P. and Richards, D. and Bate, A. and Upcroft, B. and Wyeth, G. and Corke, P.	2017	Farm Workers of the Future Vision-Based Robotics for Broad-Acre Agriculture	Ieee Robotics & Automation Magazine	24	3	97-107	No farm system or worker
Bear, C. and Wilkinson, K. and Holloway, L.	2017	Visualizing Human-Animal-Technology Relations	Society & Animals	25	3	225-256	No work dimension
Bechar, A.	2010	Robotics in horticultural field production	Stewart Postharvest Review	6	3		No work dimension
Bechar, A. and Edan, Y.	2003	Human-robot collaboration for improved target recognition of agricultural robots	Industrial Robot-the International Journal of Robotics Research and Application	30	5	432-436	No farm system or worker

Bewley, J.; Palmer, R.W.; Jackson-Smith, D.B.	2001	Modeling Milk Production and Labor Efficiencyin Modernized Wisconsin Dairy Herds	Journal of Dairy Science				No robot
Bhambota, S. and Dixit, A. K. and Manes, G. S. and Dhatt, A. S. and Singh, S. K. and Singh, A.	2018	Field evaluation of a semi-automatic vegetable transplanter for major vegetable crops	Indian Journal of Agricultural Sciences	88	11	107-111	No robot
Billon P, Tournaire F.	2002	Impact of automatic milking systems on milk quality and farm management: the French experience	Paper presented at the North American Conference on Robotic Milking, 1st, Toronto				No paper access
Bisaglia C., Pirlo G., Capelletti M	2008	A simulated comparison between investment and labour requirements for a conventional mixer feeder wagon and an automated total mixed ration system	in Proceeding of International Conference on «Agricultural Engineering & Industry exhibition - AgEng», June 23-25, Crete, Greece.				No paper access
Bloss, R.	2014	Robot innovation brings to agriculture efficiency, safety, labor savings and accuracy by plowing, milking, harvesting, crop tending/picking and monitoring	Industrial Robot-an International Journal	41	6	493-499	No farm system or worker
Bucci, G. and Bentivoglio, D. and Finco, A.	2018	PRECISION AGRICULTURE AS A DRIVER FOR SUSTAINABLE FARMING SYSTEMS: STATE OF ART IN LITTERATURE AND RESEARCH	Quality-Access to Success	19		114-121	No robot
Castro, A. and Pereira, J. M. and Amiama, C. and Bueno, J.	2012	Estimating efficiency in automatic milking systems	Journal of Dairy Science	95	2	929-936	No work dimension
Cosma, A. and Cristea, L. and Zamfira, C. S. and Luculescu, M. C.	2020	Work-in-Progress: Contemporary Barriers Faced by Precision Agriculture, New Paradigms and Proposals for Future Advance	Lecture Notes in Networks and Systems	80		698-707	No robot
De Koning, K.	2006	Automatic milking: State of the art: Current and future developments	VDI Berichte			137-148	No paper access
Dela Rue, B. T. and Eastwood, C. R. and Edwards, J. P. and Cuthbert, S.	2019	New Zealand dairy farmers preference investments in automation technology over decision-support technology	Animal Production Science	60	1	133-137	No robot
Derus, S. R. M. and Zulkifli, C. Z. and Ismail, N. and Aziz, M. S. A. and Hassan, N. H. A. and Noerhartati, E. and Andjarwati, T. and Sustiyatik, E. and Ridwan, A. and Susilo, K. E.	2019	Increasing productivity in agriculture through integrated smart architecture of irrigation systems with LORA technology	International Journal of Innovation, Creativity and Change	9	11	264-274	No robot
Désire C. & Hostiou N.,	2015	L'élevage de précision : quels changements dans l'organisation du travail et la gestion de données en élevage ?	In : Actes des 4e Rencontres nationales sur le travail en élevage, 5-6 novembre 2015, Dijon, France. Paris : Inra, 62-63				No eligibility
Devir, S. and Maltz, E. and Metz, J. H. M.	1997	Strategic management planning and implementation at the milking robot dairy farm	Computers and Electronics in Agriculture	17	1	95-110	No work dimension
Devir, S., Ketelaar-De Lauwere, C. C., & Noordhuizen, J. P. T. M.	1999	The milking robot dairy farm management: operational performance characteristics and consequences	Transactions of the ASAE, 42,				No paper access
Eastwood, C. R. and Jago, J. G. and Edwards, J. P. and Burke, J. K.	2016	Getting the most out of advanced farm management technologies: roles of technology suppliers and dairy industry organisations in supporting precision dairy farmers	Animal Production Science	56	10	1752-1760	No robot

Edan, Y., Benady, M., & Miles, G. E.	1992	Economic analysis of robotic melon harvesting	Paper no.92-1512, St Joseph, MI, USA: ASAE.				No paper access
Edmondson, P.	2011	Veterinary Challenges and Opportunities with Robotic Milking	Cattle Practice	19		53-56	No farm system or worker
Edmondson, P.	2012	Mastitis control in robotic milking systems	In Practice	34	5	260-269	No work dimension
Edmondson, P. W.	2018	Common mastitis problems seen in robotic milking systems	Cattle Practice	26		87-88	No work dimension
Espolov, T. I. and Espolov, A. T. and Suleimenov, Z. Z. and Ospanov, B. S. and Aituganov, K. K.	2019	Economic problems of agricultural digitalization	International Journal of Management and Business Research	9	1	142-150	No robot
Fennimore, S. A. and Cutulle, M.	2019	Robotic weeders can improve weed control options for specialty crops	Pest Management Science	75	7	1767-1774	No work dimension
Fernandez, R.	2001	Skill-biased Technological Change and Wage Inequality: Evidence From a Plant Retooling	American Journal of Sociology				No robot
Floridi, M. and Bartolini, F. and Peerlings, J. and Polman, N. and Viaggi, D.	2013	Modelling the adoption of automatic milking systems in Noord-Holland	Bio-based and Applied Economics	2	1	73-90	No work dimension
Foglia, M. M. and Gentile, A. and Reina, G.	2008	Robotics for agricultural systems	Mechatronics and Machine Vision in Practice			313-332	No farm system or worker
Fountas, S. and Espejo-Garcia, B. and Kasimati, A. and Mylonas, N. and Darra, N.	2020	The Future of Digital Agriculture: Technologies and Opportunities	It Professional	22	1	24-28	No farm system or worker
Frost, A. R.	1990	Robotic milking: A review	Robotica	8	4	311-318	No farm system or worker
Fulwider, W. K.	2014	Dairy cattle behaviour, facilities, handling, transport, automation and well-being	Livestock Handling and Transport: Fourth Edition			116-142	No work dimension
Gaus, C. C., Urso, L.M., Minßen, T. F., & de Witte, T.	2017	Economics of mechanical weeding by a swarm of small field robots	57th Annual Conference (pp. 1–4), Brunswick, Germany: German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA).				No farm system or worker
Gibson, T.	2014	Are you and your farm right to take on robots	Dairy Farmer				No paper access
Grieve, B. D. and Duckett, T. and Collison, M. and Boyd, L. and West, J. and Yin, H. J. and Arvin, F. and Pearson, S.	2019	The challenges posed by global broadacre crops in delivering smart agri-robotic solutions: A fundamental rethink is required	Global Food Security-Agriculture Policy Economics and Environment	23		116-124	No work dimension
Groborz, A. and Tokarski, T. and Roman-Liu, D.	2011	Analysis of Postural Load During Tasks Related to Milking Cows-A Case Study	International Journal of Occupational Safety and Ergonomics	17	4	423-432	No robot
Grodkowski, G. and Sakowski, T. and Puppel, K. and Baars, T.	2018	Comparison of different applications of automatic herd control systems on dairy farms-a review	Journal of the Science of Food and Agriculture	98	14	5181-5188	No work dimension
Grogan, A.	2012	Smart farming	Engineering and Technology	7	6	38-40	No work dimension

Harsh. S.B., Huirne, R.B.M.. Dijkuizen, A.A. and Gardner, R.W.	1994	Automatic milking system: An economic evaluation.	Proc. 33rd Ann. Mtg. Natl. Mastitis Council, Arlington, Virginia, pp. 2222231. Hogewerf, P.H., Huismans, J.M., Ipema, A.H., Janssen, T. and Rossing, W. 1992. Observations of				No paper access
Hartung, J. and Banhazi, T. and Vranken, E. and Guarino, M.	2017	European farmers' experiences with precision livestock farming systems	Animal Frontiers	7	1	38-44	No robot
Hogeveen, H. and Dohmen, W. and Renes, R. J. and Lam, T. J. G. M.	2012	Attitudes with regard to animal management of farmers with an automatic milking system and their relationship with udder health	Udder Health and Communication			164	No work dimension
Hyde J, Dunn JW, Steward A, Hollabaugh ER.	2007	Robots don't get sick or get paid overtime, but are they a profitable option for milking cows?	Rev. Agric. Econ.				No work dimension
Hyde, J. and Dunn, J. W. and Steward, A. and Hollabaugh, E. R.	2007	Robots don't get sick or get paid overtime, but are they a profitable option for milking cows?	Review of Agricultural Economics	29	2	366-380	No work dimension
Hyde, J. and Engel, P.	2002	Investing in a robotic milking system: A Monte Carlo simulation analysis	Journal of Dairy Science	85	9	2207-2214	No work dimension
Ipema, A. H.	1997	Integration of robotic milking in dairy housing systems Review of cow traffic and milking capacity aspects	Computers and Electronics in Agriculture	17	1	79-94	No work dimension
Jago, J. and Eastwood, C. and Kerrisk, K. and Yule, I.	2013	Precision dairy farming in Australasia: adoption, risks and opportunities	Animal Production Science	53	9	907-916	No robot
Just, R.E. and Zilberman, D.	1983	Stochastic Structure, Farm Size, and Technology Adoption in Developing Agriculture	Oxford Economic Papers 35(2)				No eligibility
Kaler, J. and Ruston, A.	2019	Technology adoption on farms: Using Normalisation Process Theory to understand sheep farmers' attitudes and behaviours in relation to using precision technology in flock management	Preventive Veterinary Medicine	170			No robot
Keeper, D. M. and Kerrisk, K. L. and House, J. K. and Garcia, S. C. and Thomson, P.	2017	Demographics, farm and reproductive management strategies used in Australian automatic milking systems compared with regionally proximal conventional milking systems	Australian Veterinary Journal	95	9	325-332	No work dimension
Klerkx, L. and Jakku, E. and Labarthe, P.	2019	A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda	NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences	90			No work dimension
Laycock, C. L. and Street, M. J.	1984	Development and use of an automated management system for a large dairy herd	Journal of Agricultural Engineering Research	30		265-273	No robot
Libin, Z. and Qinghua, Y. and Guanjun, B. and Yan, W. and Liyong, Q. and Feng, G. and Fang, X.	2008	Overview of research on agricultural robots in China	International Journal of Agricultural and Biological Engineering	1	1		No farm system or worker
Lundqvist, P.	2001	Occupational health and safety of workers in agriculture and horticulture	New Solutions	10	4	351-365	No robot
Maldonado, A. I. L.	2010	Automation and robots for handling, storing and transporting fresh horticulture produce	Stewart Postharvest Review	6	3		No work dimension
McCorkle, D. A., Dudensing, R. M., Hanselka, D., & Hellman, E. W.	2016	Economics of robotic technology in texas wine grape production	San Antonio, USA: Southern Agricultural Economics Association. 2016 SAEA Annual Meeting,				No farm system or worker

Medrano-Galarza, C. and LeBlanc, S. J. and Jones-Bitton, A. and DeVries, T. J. and Rushen, J. and de Passille, A. M. and Haley, D. B.	2018	Producer perceptions of manual and automated milk feeding systems for dairy calves in Canada	Canadian Journal of Animal Science	98	2	250-259	No robot
Meijering A, von der Vorst Y, de Koning K.	2000	Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms	Paper presented at the International Symposium on Robotic Milking, Lelystad,Neth., Aug. 17–19				No paper access
Meskens, L., Vandermersch, M. and Mathijs, E.	2001	Implication of the Introduction of Automatic Milking on Dairy Farm. Literature Review on the Determinants and implications of technology adoption	Deliverable D1. FP5 EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms.				No work dimension
Mosqueda, E. and Smith, R. and Goorahoo, D. and Shrestha, A.	2018	Automated lettuce thinners reduce labor requirements and increase speed of thinning	California Agriculture	72	2	114-119	No robot
Mujeyi, A. and Mudhara, M. and Mutenje, M. J.		Adoption determinants of multiple climate smart agricultural technologies in Zimbabwe: Considerations for scaling-up and out	African Journal of Science Technology Innovation & Development				No robot
Norton, T. and Chen, C. and Larsen, M. L. V. and Berckmans, D.	2019	Review: Precision livestock farming: Building 'digital representations' to bring the animals closer to the farmer	Animal	13	12	3009-3017	No robot
Ohnstad, I. and Riekerink, Rgmo and Hogewerf, P. and de Koning, Cajm and Barkema, H. W.	2012	Short communication: Effect of automatic postmilking teat disinfection and cluster flushing on the milking work routine	Journal of Dairy Science	95	5	2567-2570	No robot
Pagliacci, F. and Defrancesco, E. and Mozzato, D. and Bortolini, L. and Pezzuolo, A. and Pirotti, F. and Pisani, E. and Gatto, P.	2020	Drivers of farmers' adoption and continuation of climate-smart agricultural practices. A study from northeastern Italy	Science of the Total Environment	710			No robot
Pandey, S. K. and Jain, A. K. and Sharda, R. and Sharma, P. and Joshi, A.	2018	Economic Analysis of Automated Drip Irrigation System for Production of Tomato Crop	Indian Journal of Economics and Development	14	3	513-520	No work dimension
Park, J. E. and Nakamura, K.	2015	Automatization, labor-saving and employment in a plant factory	Environmental Control in Biology	53	2	89-92	No robot
Parsons, D. J.	1988	An initial economic assessment of fully automatic milking of dairy cows	Journal of Agricultural Engineering Research	40	3	199-214	No work dimension
Paustian, M. and Theuvsen, L.	2017	Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers	Precision Agriculture	18	5	701-716	No robot
Pitkaranta, J. and Kurkela, V. and Huotari, V. and Posio, M. and Halbach, C. E.	2019	Designing Automated Milking Dairy Facilities to Maximize Labor Efficiency	Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice	35	1	175-+	No work dimension
Posadas, B.	2012	Economic Impacts of Mechanization or Automation on Horticulture Production Firms Sales, Employment, and Workers' Earnings, Safety, and Retention	Horttechnology	22	3	388-401	No robot
Posadas, B.	2012	Economic impacts of mechanization or automation on horticulture production firms sales, employment, and workers' earnings, safety, and retention	HortTechnology				No robot

Posadas, B. C. and Knight, P. R. and Coker, R. Y. and Coker, C. H. and Langlois, S. A. and Fain, G.	2008	Socioeconomic impact of automation on horticulture production firms in the northern gulf of Mexico region	Horttechnology	18	4	697-704	No robot
Ren, G. and Lin, T. and Ying, Y. and Chowdhary, G. and Ting, K. C.	2020	Agricultural robotics research applicable to poultry production: A review	Computers and Electronics in Agriculture	169			No work dimension
Rijkaart, L. J. and Mollenhorst, H. and Hogeveen, H.	2011	Alert preferences of dairy farmers working with automatic milking systems	Udder Health and Communication			391-398	No work dimension
Rodenburg, J.	2002	Robotic milkers: What, where…and how much!!??	Proc. Ohio Dairy Management Conf., Columbus, OH.				No work dimension
Rodenburg, J.	2017	Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow	Journal of Dairy Science	100	9	7729-7738	No work dimension
Rodenburg, J.		Time for technology: Robotic milking has big labor saving benefits	DairyLogix				No eligibility
Rossing, W. and Hogewerf, P. H.	1997	State of the art of automatic milking systems	Computers and Electronics in Agriculture	17	1		No farm system or worker
Salovuo, H. and Ronkainen, P. and Heino, A. and Suokannas, A. and RyhÃ¤nen, E. L.	2005	Introduction of automatic milking system in Finland: Effect on milk quality	Agricultural and Food Science	14	4	346-353	No work dimension
Sampoornam, K. P. and Dinesh, T. and Poornimasre, J.	2017	Agriculture robot (Agribot) for harvesting underground plants (rhizomes)	Agricultural Engineering International: CIGR Journal	19	2	62-67	No farm system or worker
Sannino, M. and Faugno, S. and Crimaldi, M. and Ardito, L. and Di Francia, A. and Masucci, F.	2017	Automatic milking system occupation rate analysis and optimization applied to mediterranean buffaloes	Chemical Engineering Transactions	58		607-612	No work dimension
Seyyedhasani, H. and Peng, C. and Jang, W. J. and Vougioukas, S. G.	2020	Collaboration of human pickers and crop-transporting robots during harvesting â€“ Part I: Model and simulator development	Computers and Electronics in Agriculture	172			No work dimension
Seyyedhasani, H. and Peng, C. and Jang, W. J. and Vougioukas, S. G.	2020	Collaboration of human pickers and crop-transporting robots during harvesting â€“ Part II: Simulator evaluation and robot-scheduling case-study	Computers and Electronics in Agriculture	172			No work dimension
Sonck, B. R.	1995	Labour research on automatic milking with a human-controlled cow traffic	Netherlands Journal of Agricultural Science	43	3	261-285	No work dimension
Spahr, S. L. and Maltz, E.	1997	Herd management for robot milking	Computers and Electronics in Agriculture	17	1	53-62	No work dimension
Srivastava, A. C.	1985	Status of automation on farm	Journal of the Institution of Engineers (India): Agricultural Engineering Division	66		21-25	No work dimension
Tamirat, T. W. and Pedersen, S. M. and Lind, K. M.	2018	Farm and operator characteristics affecting adoption of precision agriculture in Denmark and Germany	Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science	68	4	349-357	No robot
Tan Gar Heng, A. and Bin Mohamed, H. and Bin Mohamed Rafaai, Z. F.	2020	Implementation of lean manufacturing principles in a vertical farming system to reduce dependency on human labour	International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering	9	1	512-520	No robot

Toledo, O.M.; Steward, B.L.; Gai, J.; Tang, L.	2014	Techno-economic analysis of future precision field robots	In Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2014, Montreal, QC, Canada, 13–15 July 2014				No farm system or worker
Tsige, M. and SynnevÃ¥g, G. and Aune, J. B.	2020	Gendered constraints for adopting climate-smart agriculture amongst smallholder Ethiopian women farmers	Scientific African	7			No robot
van der Burg, S. and Bogaardt, M. J. and Wolfert, S.	2019	Ethics of smart farming: Current questions and directions for responsible innovation towards the future	NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences	90			No robot
Vasconez, J. P. and Kantor, G. A. and Cheein, F. A. A.	2019	Human-robot interaction in agriculture: A survey and current challenges	Biosystems Engineering	179		35-48	No farm system or worker
Vecchio, Y. and Agnusdei, G. P. and Miglietta, P. P. and Capitanio, F.	2020	Adoption of Precision Farming Tools: The Case of Italian Farmers	International Journal of Environmental Research and Public Health	17	3		No robot
Wagner-Storch, A. M., and R. W. Palmer.	2003	Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus and automatic milking system	J. Dairy Sci.				No work dimension
Wang, X. and Yamauchi, F. and Huang, J.	2016	Rising wages, mechanization, and the substitution between capital and labor: Evidence from small scale farm system in China	Agricultural Economics (United Kingdom)	47	3	309-317	No robot
Was, A., Majewsky E., Cygansky, L. Bartolini, F., Floridi, M. and Viaggi, D.	2011	Assessment of Economic Effects of Innovation in Automatic Milking Systems in Podlaskie Region (Poland) with the Use of Real Option Approach	Acta Scientiarum Polonorum Oeconomia 10(2)				No farm system or worker
Wathes, C. M. and Kristensen, H. H. and Aerts, J. M. and Berckmans, D.	2008	Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall?	Computers and Electronics in Agriculture	64	1	02-oct	No robot
Wethal, K. B. and Svendsen, M. and Heringstad, B.	2020	Are farmer assessed temperament, milking speed, and leakage genetically the same traits in automatic milking systems and traditional milking systems?	Journal of Dairy Science	103	4	3325-3333	No work dimension
Adamides, G.	2020	A review of climate-smart agriculture applications in Cyprus	Atmosphere				No farm system or worker
Silvi, R. and Pereira, L.G.R. and Paiva, C.A.V. and Tomich, T.R. and Teixeira, V.A. and Sacramento, J.P. and Ferreira, R.E.P. and Coelho, S.G. and Machado, F.S. and Campos, M.M. and DÃ³rea, J.R.R.	2021	Adoption of precision technologies by brazilian dairy farms: The farmerâ€™s perception	Animals	11	12		No work dimension
Yang, W and Edwards, JP and Eastwood, CR and Dela Rue, BT and Renwick, A and Yang, W. and Edwards, J. P. and Eastwood, C. R. and Dela Rue, B. T. and Renwick, A.	2021	Analysis of adoption trends of in-parlor technologies over a 10-year period for labor saving and data capture on pasture-based dairy farms	Journal of Dairy Science	104	1	431-442	No robot
Wethal, K.B. and Svendsen, M. and Heringstad, B.	2020	Are farmer assessed temperament, milking speed, and leakage genetically the same traits in automatic milking systems and traditional milking systems?	Journal of Dairy Science	103	4	3325-3333	No work dimension

Haugen, S and Hallstrom, L and Grant, P and Cha, JE and MacQuarrie, P and Haugen, Stacey and Hallstrom, Lars and Grant, Payton and Cha, Justine and MacQuarrie, Patricia	2021	Assessing Automation in Rural Communities: An Economic Impact Assessment	Journal of Rural and Community Development	16	2	275–297	No robot
Abhijeet, K. and Prasanna, S.B. and Mahesh, P.S. and Gouri, M.D. and Vivek, M.P. and Bhandekar, S.K. and Ali, S.M. and Masood, K.D. and Karan, P.	2021	Comparative Study of Automation and Conventional System on Production Performance in Dairy Farms	Asian Journal of Dairy and Food Research	40		25-29	No paper access
Kolenda, M. and PiwczyÅ‚ski, D. and Brzozowski, M. and Sitkowska, B. and WÃ³jcik, P.	2021	Comparison of yield, composition and quality of milk of Polish Holstein-Friesian cows in conventional and automatic milking systems	Annals of Animal Science	21	2	709-720	No work dimension
King, M.T.M. and Matson, R.D. and DeVries, T.J.	2021	Connecting farmer mental health with cow health and welfare on dairy farms using robotic milking systems	Animal Welfare	30	1	25-38	No paper access
Simoes, LM and Lopes, MA and Brito, SC and Rossi, G and Conti, L and Barbari, M and Simoes Filho, Luiz Marcos and Lopes, Marcos Aurelio and Brito, Sergio Correa and Rossi, Giuseppe and Conti, Leonardo and Barbari, Matteo	2020	Robotic milking of dairy cows: a review	Semino-Ciencias Agrarias	41	6	2833-2850	No work dimension
Cisternas, I. and VelÃ¡squez, I. and Caro, A. and RodrÃguez, A.	2020	Systematic literature review of implementations of precision agriculture	Computers and Electronics in Agriculture	176			No work dimension
Rose, D.C.; Wheeler, R.; Winter, M.; Lobley, M.; Chivers, C.-A.	2021	Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet.	Land Use Policy	100			No robot
Sammons, P.J.; Furukawa, T.; Bulgin, A.	2005	Autonomous pesticide spraying robot for use in a greenhouse	Proceedings				No farm system or worker
Vasconez, J.P.; Kantor, G.A.; Auat Cheein, F.A.	2019	Human–robot interaction in agriculture: A survey and current challenges	Biosystems Engineering	179		35-48	No work dimension
Barkema, M.A.G. von Keyserlingk, J.P. Kastelic, T.J.G.M. Lam, C. Luby, J.P. Roy, S.J. LeBlanc, G.P. Keefe, D.F. Kelton	2015	Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare	Journal of Dairy Science	98	11	7426-7445	No farm system or worker
Dela Rue, B.T., Eastwood, C.R., Edwards, J.P., Cuthbert, S.,	2019	New Zealand dairy farmer's preference investments in automation technology over decision-support technology	Animal Production Science	60	1	133-137	No robot
Treiber, Maximilian Hillerbrand, Franz Bauerdick, Josef Bernhardt, Heinz	2019	On the current state of agricultural robotics in crop faarming chances and risks	47th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2019	47		27-33	No farm system or worker
Rodenburg, J.,	2017	Robotic milking: technology, farm design, and effects on work flow.	Journal of Dairy Science	100	9	7729-7738	No farm system or worker
Wauters, E. & Mathijs, E		Socio-economic consequences of automatic milking on dairy farms, Proceedings of the international symposium, Wageningen					No paper access

Annexe 9
Guide d'entretien avec les éleveurs

Annexe 9.1 : Guide d'entretien avec les éleveurs pour l'Ille-et-Vilaine

Prénom NOM **Date**	**Nom structure – Adresse**
Système de production - SAU - SC - SE - Données de comptabilité dispo ?	**Système d'élevage bovin** - Nbr VL - Rdt/VL - Races - Références laitières
Travail - Nbr actif - Statuts et nature des relations sociales - Externalisation (ETA, CUMA etc.)	**Mise sur le marché** - Laiterie - Label
Terre - SAU propriété - SAU fermage - Autre	**Organisation spatiale du parcellaire** - Contraintes/avantages pour l'installation du RT ? - Position de la stabulation dans le paysage - Photo aérienne dispo ?
Capital - Tracteurs et puissances associées	**Groupes/associations/collectifs** - CUMA - CETA - Syndicat etc.
Robot de traite - Marque/modèle - Année d'installation - Principales motivations - Trajectoire du choix du RT & pourquoi cette marque ? - Relations avec constructeur (SAV etc.) - Logique de financement (subvention PCAE etc.)	
Autres robots - Année, prix - Avant/après RT, importance du RT dans achat des autres robots -	
Système d'activité	
- La nature et le poids économique des **activités non agricoles** - La nature et l'importance des **activités non économiques** (loisirs, vie associative, militante ou institutionnelle) dans la disponibilité du travail - Le **sens donné par les travailleurs au travail agricole** (maintien d'un savoir-faire/patrimoine familial, plaisir du travail avec les animaux, rapport à la nature, attractivité pour offre touristique, diversification économique, etc.)	

TRAVAIL
- **Collectif de travail** - Statut social et juridique des travailleurs - Relations interpersonnelles - Distribution des tâches - Participation aux prises de décisions

- L'expérience politique au travail - Organisation hiérarchisée du travail - Contrôle du travail (apport du robot aux informations sur travail effectué)
- **Marché du travail** - Rapport au salariat ? - Vision du marché du travail - Lien avec RT
- **Organisation du travail** - Changements dans l'organisation du travail avec RT - Nouvelles tâches ? Disparitions d'anciennes tâches ? **Alarmes**
- **Temps de travail** - Evolution temps de travail (perception) après RT - Astreinte mentale et gestion notifications
- **Sens du travail (avant/après RT)** - **Est-ce que le robot travaille ?** - Utilité (sociale, personnelle) - Qualité - Reconnaissance - Autonomie (décision, exécution) - Cohérence - Apprentissages - Relations - Sensorialité

DIMENSIONS TERRITORIALES (conflits, dynamiques locales d'échanges autour du robot etc.)
- Groupes CETA etc. - CUMA - Entraide - Voisinage - Etc.

TRAJECTOIRE CROISEE (STRUCTURE ET TRAVAILLEURS)

Année	Changements (techniques, bâtiments, machines, structures, etc.)	Evolution de la structure (ref/SAU/troupeau)	Evolution collectif de travail

Annexe 9.2 : Guide d'entretien avec les éleveurs pour l'Ille-et-Vilaine

Prénom NOM **Date**	**Nom structure – Adresse**
Système de production - SAU - SC - SE - Données de comptabilité dispo ?	**Système d'élevage bovin** - Nbr VL - Rdt/VL - Races - Références laitières
Travail - Nbr actif - Statuts et nature des relations sociales - Externalisation (ETA, CUMA etc.)	**Mise sur le marché** - Part de la production en Reblochon/Abondance etc. - Part Reblo FERMIER / Reblo LAITIER - Vente directe / fruitière / autres
Terre - SAU propriété - SAU fermage - Autre	**Organisation spatiale du parcellaire** - Contraintes/avantages pour l'installation du RT ? - Position de la stabulation dans le paysage - Photo aérienne dispo ?
Capital - Puissance de traction cumulée - Gros équipements en propriété	**Groupes/associations/collectifs** - CUMA - CETA - Syndicat etc.
Robot de traite - Marque/modèle - Année d'installation - Principales motivations - Trajectoire du choix du RT & pourquoi cette marque ? - Relations avec constructeur (SAV etc.) - Logique de financement (subvention PCAE etc.)	
Autres robots - Année, prix - Avant/après RT, importance du RT dans achat des autres robots -	

Système d'activité
- La nature et le poids économique des **activités non agricoles** - La nature et l'importance des **activités non économiques** (loisirs, vie associative, militante ou institutionnelle) dans la disponibilité du travail - Le **sens donné par les travailleurs au travail agricole** (maintien d'un savoir-faire/patrimoine familial, plaisir du travail avec les animaux, rapport à la nature, attractivité pour offre touristique, diversification économique, etc.)

TRAVAIL
Collectif de travail - Statut social et juridique des travailleurs - Relations interpersonnelles - Distribution des tâches - Participation aux prises de décisions - L'expérience politique au travail - Organisation hiérarchisée du travail - Contrôle du travail (apport du robot aux informations sur travail effectué)
Marché du travail - Rapport au salariat ?

- Vision du marché du travail - Lien avec RT
Organisation du travail - Changements dans l'organisation du travail avec RT - Nouvelles tâches ? Disparitions d'anciennes tâches ?
Temps de travail - Evolution temps de travail (perception) après RT - Astreinte mentale et gestion notifications
Sens du travail (avant/après RT) - **Est-ce que le robot travaille ?** - Utilité (sociale, personnelle) - Qualité - Reconnaissance - Autonomie (décision, exécution) - Cohérence - Apprentissages - Relations - Sensorialité

RELATION A L'AOP
Participation - Participation passée ou actuelle à des instances de l'AOP (ex : SIR) ? **Cahier des charges** - Comment voyez-vous le cahier des charges ? - Est-ce ce CdC influence votre travail ? De quelles manières ? - Selon vous, ce CdC est-il adapté à vos impératifs et en particulier à votre travail ? **Historique** - Comment a évolué l'appellation en général, le CdC en particulier ? - Conflits passés dans l'AOP

HISTOIRE ET CONFLITS
- Retracer les innovations des EA (pot trayeur, tank, ensilage, SdT, robot etc.) - Conflits passés dans le territoire notamment à propos des innovations - Le hait / le bas, quelle visio en fonction des époque

TRAJECTOIRE CROISEE (STRUCTURE ET TRAVAILLEURS)

Année	Changements (techniques, batiments, machines, structures, etc.)	Evolution de la structure (ref/SAU/troupeau)	Evolution collectif de travail

Annexe 10

Formulaire de consentement pour les entretiens

INRAE

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre du projet : Thèse doctorale sur les transformations du travail accompagnant la robotisation de la traite dans les exploitations laitières françaises

Responsable(s) du projet : MARTIN, Théo, INRAE, Département ACT, UMR Innovation 0951

Présentation du projet : L'objectif de ce travail de recherche est de mieux comprendre la diversité et les déterminants des transformations du travail qui accompagnent la robotisation de la traite des vaches dans les exploitations. Nous nous intéressons en particulier aux performances techniques et économiques du travail, aux relations sociales entre les travailleurs, aux dynamiques des bassins d'emploi ainsi qu'aux dimensions collectives du travail (AOP, CUMA etc.).

Vos droits :

Les résultats obtenus à l'issu du traitement de ce questionnaire pourront faire l'objet de publications scientifiques, mais les traitements respectront l'**anonymat** et la **confidentialité** des données.

Conformément au Règlement européen relatif à la protection des données personnelles et à la loi Informatique et Libertés, vous bénéficiez d'un **droit d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement des informations qui vous concernent**. Vous pouvez également nous donner des directives anticipées pour l'accès à vos données en cas de décès. Sauf opposition de votre part, les données personnelles collectées lors de ce projet de recherche pourront faire l'objet d'un projet de recherche ultérieur à finalité similaire de recherche par l'unité et dans les mêmes conditions de confidentialité et de sécurité.

Si vous souhaitez exercer ces droits et/ou obtenir communication des informations vous concernant, veuillez-vous adresser à :

Théo MARTIN,
2 place Pierre Viala
UMR Innovation 0951
34060 MONTPELLIER
theo.martin@inrae.fr
06.30.79.23.87

Consentement :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche.

Nom, Prénom *Date* *Signature*

Annexe 11
Article à paraitre dans Natures Sciences Sociétés[247]

Agriculture numérique :
Une promesse au service d'un nouvel esprit du productivisme

Théo MARTIN

Éléonore SCHNEBELIN

Résumé

Depuis la fin des années 2010, l'agriculture numérique connaît un essor important caractérisé par la création d'entreprises, de dispositifs de recherche mais également la mise à l'agenda des politiques publiques. Nous proposons ici de comprendre l'agriculture numérique comme une promesse techno-scientifique qui renouvelle l'esprit du productivisme agricole. Dans une première partie, nous identifions les régularités discursives et la singularité d'une promesse traversée par deux tensions. La première oppose l'annonce d'une rupture technologique à l'impératif d'une légitimité qui passe par un ancrage aux structures existantes. La seconde confronte la construction rhétorique d'une agriculture numérique au singulier à la diversité des innovations et des modèles agricoles et alimentaires qu'elle intègre. Dans une seconde partie, nous analysons les réponses que cette promesse fournit aux critiques d'un productivisme en crise renouvelant ainsi l'esprit du productivisme agricole.

Digital farming: a promise for a new spirit of productivism?

Abstract

Since the end of the 2010s, digital agriculture has experienced significant development, characterized by the creation of new businesses and research projects, as well as its add on the public policy agenda. We propose here to understand digital agriculture as a techno-scientific promise that renews the spirit of agricultural productivism. In the first part, we identify the discursive patterns and the singularity of this promise, which is characterized by two tensions. The first opposes the announcement of a technological break to the necessity of a credibility that requires an adhesion to existing structures. The second tension is between the rhetorical construction of a unique digital agriculture and the diversity of innovations and agricultural and food models that it integrates. In the second part, we analyze the answer that this promise provides

[247] Article accepté dans Natures Sciences Sociétés – version finale à paraître dans le numéro 3 du volume 31 (2023)

to the critics of a productivism. This answer renews the spirit of agricultural productivism trough three main arguments: i. disintermediation and participation of farmers and consumers; ii. consideration of sustainable development; and iii. accommodation of a diversity of agricultural and food models.

Mots clés

Agriculture numérique, promesse technoscientifique, productivisme, France, innovation

Keywords

Digital agriculture, technoscientific promise, productivism, France, innovation

Des innovations numériques en agriculture à l'agriculture numérique

Numérique, robotique et génétique seraient-elles les nouvelles mamelles de la France (Ducros, 2021) ? C'est en tout cas ce que laissent penser les annonces du président de la République Française qui souhaite « *accélérer la révolution agricole et agroalimentaire* » dans le cadre du plan d'investissement France 2030 (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2021). Espoir d'une transformation radicale, cette «révolution numérique» projette l'image d'une agriculture connectée, faisant appel aux capteurs, robots, drones ou encore intelligences artificielles au service d'une production qui résoudrait les problèmes d'un secteur en crise de durabilité. Une certaine diversité sémantique gravite autour de ces innovations : agriculture 4.0, révolution numérique de l'agriculture, agriculture connectée, digital farming, AgTech voire la réactualisation de l'agriculture de précision. Parmi ces concepts, celui d'agriculture numérique semble, en France, structurant et structuré d'une diversité d'acteurs faisant de ces innovations leur objet de travail. De l'utilisation d'internet à des fins administratives par les agriculteurs (Laborde, 2012) aux robots et tracteurs autonomes (Reddy et al., 2016), il est difficile de cerner la temporalité et la diversité d'innovations et d'implications de cette agriculture numérique. À écouter ses promoteurs, elle englobe à la fois des objets (drones, robots, capteurs etc.), des systèmes techniques (IA, maching learning, big data etc.), des processus (digitalisation, datafication, etc.) ou encore des concepts (économie circulaire, réseaux intelligents, financement participatif etc.). Tout comme les biotechnologies dans les années 1970, les nanotechnologies dans les années 1990 ou encore la biologie synthétique dans les années 2000, l'agriculture numérique apparaît donc comme un terme parapluie dont le large spectre facilite l'attraction des ressources (Rip and Voß, 2013). Ce large spectre d'innovations est présenté comme vecteur d'une transformation radicale de l'agriculture à même de répondre aux enjeux contemporains : durabilité, transformations du travail, changements climatiques etc. Pourtant, plusieurs de ces innovations proposées par l'agriculture numérique restent faiblement déployées, c'est le cas des drones, robots et tracteurs autonomes (Yaghoubi et al., 2013, Agro Smart Campus, 2019, Martin et al., 2022). D'autres, dont le déploiement est

incontestable, servent de parangon au secteur alors même que leurs effets sur l'agriculture restent contrastés ou peu étudiés. C'est notamment le cas du robot de traite dont l'amplitude et la variété des transformations du travail rendent discutables les effets annoncés par les tenants d'une robotisation du travail agricole (Martin et al., 2022). Pourtant, des rapports sur l'agriculture numérique louant ses vertus sont publiés, des formations préparent agriculteurs et ingénieurs à cette nouvelle agriculture, des start-up de l'AgTech sont créées, des capital-risque et des fonds publics financent cette agriculture numérique et des évènements, des associations et des dispositifs en font leur objet. Bien que les usages et effets de ces innovations numériques soient encore peu perceptibles sur le terrain, que la diversité des technologies et des usages rendent difficile l'union de ces innovations sous une même bannière, un ensemble de discours, d'institutions et de dispositifs confère à l'agriculture numérique son unité. Pour expliquer cet écart, nous faisons ici l'hypothèse que l'agriculture numérique existe avant tout à travers une communauté de discours et de valeurs réunie autour de la construction d'une promesse. Ainsi, nous proposons ici de comprendre l'agriculture numérique non pas dans sa dimension technologique ni même dans ses usages mais comme une promesse technoscientifique (Joly, 2015). Après avoir caractérisé les acteurs, la mise en scène et les régularités discursives de cette promesse, nous tenterons de montrer en quoi elle renouvelle l'esprit du productivisme. Pour cela, nous utiliserons la proposition de Fouilleux et Goulet définissant cet esprit du productivisme comme « *un ensemble de procédés techniques, de dispositifs organisationnels et de croyances engageant des acteurs autour de l'exigence d'accroissement et d'intensification de la production* » (2012). Plus particulièrement, nous analyserons les arguments et dispositifs au sein de l'agriculture numérique qui participent à fabriquer de l'adhésion aux principes d'une agriculture productiviste (*Ibid.*).

L'agriculture numérique : une analyse par la promesse technoscientifique

Comment attirer les investisseurs, mobiliser les acteurs publics et trouver l'adhésion de la société à des innovations dont les effets ne peuvent qu'être supposés ? C'est en réponse à cette tension que les anticipations et projections prennent place dans le développement technoscientifique (Joly et al., 2015). Depuis l'ère industrielle, les innovations sont plus le résultat de stratégies délibérées que de découvertes fortuites, ce qui fait des anticipations une composante essentielle de ce régime d'innovation (Borup et al., 2006). Les promesses occupent une place si centrale dans les systèmes d'innovations contemporains que P.B Joly parle de régime de l'économie des promesses technoscientifiques comme le modèle dominant de conception, de promotion et de gouvernance de l'innovation (Audétat, 2015). La promesse d'un monde meilleur permis par un « *miracle technologique toujours recommencé* » foisonne dans l'espace public et médiatique (Compagnon and Saint-Martin, 2019). Intelligences artificielles, robots, nanotechnologies, biologie de synthèse sont autant de miracles annonçant un futur technicisé inévitable mais souhaitable. Occupant l'espace public et social, ces promesses façonnent nos croyances, construisent notre adhésion et affectent notre esprit critique envers ces innovations. En légitimant ces dernières, la promesse permet

également de mobiliser des ressources (financières, politiques, symboliques etc.). Ainsi, elle se construit en même temps qu'elle construit les représentations, les discours, les institutions et les dispositifs. Le rôle des promesses technoscientifiques a été largement étudiée dans le cas des biotechnologies, des nanotechnologies ou encore de la biologie de synthèse (Brown and Michael, 2003, Jones, 2008, Joly, 2010, Flocco and Guyonvarch, 2019). Hormis l'exemple emblématique des OGM (Joly, 2010), l'innovation dans les systèmes agricoles et alimentaires est plus rarement examinée sous ce prisme (Fournier and Lepiller, 2019). Pourtant, la centralité de l'anticipation dans les discours des promoteurs de l'agriculture numérique laisse peu de doute quant à la force structurante de la promesse. C'est pourquoi nous souhaitons ici décrire et caractériser l'agriculture numérique comme une promesse technoscientifique dont la particularité est de réhabiliter le productivisme agricole tout en intégrant ses critiques. L'anticipation était déjà centrale dans la promotion des innovations du productivisme agricole d'après-guerre (Figure 1). Cependant, l'agriculture numérique opère d'un renouvellement de l'esprit du productivisme à travers trois propositions discursives : i. la désintermédiation et la participation des agriculteurs et des consommateurs ; ii. la prise en compte du développement durable ; et iii. la compatibilité avec une diversité de modèles agricoles et alimentaires. Notre démonstration s'appuie sur une observation participante de longue durée, des entretiens ainsi qu'une analyse documentaire réalisés au cours de deux thèses doctorales sur l'agriculture numérique. Ces thèses ayant été cofinancées par l'Institut Convergences Agriculture Numérique (DigitAg), les auteurs ont pu collecter des données expérientielles grâce à une participation observante (Bastien, 2007) au sein des évènements de l'agriculture numérique (journées des doctorants, formations, séminaires, salons du machinisme et de la robotique agricole etc.) (voir tableau 1 en annexe). Dix entretiens ouverts et semi-directifs réalisés au cours des deux thèses ont été mobilisés. Ils ont été réalisés avec des entrepreneurs, des responsables ou des techniciens d'entreprises du numérique agricole, un chercheur sur les technologies numériques en agriculture, un membre du ministère de l'agriculture et un responsable d'un syndicat agricole (voir tableau 3 en annexe). Tous avaient pour point commun de promouvoir de façon active le développement de l'agriculture numérique. Enfin, une veille médiatique et institutionnelle a été menée pendant deux ans (2020 et 2021). A partir de cette veille, différents acteurs de l'agriculture numérique ont été identifiés. Certains en parlent avec circonspection, d'autres de manière critique mais beaucoup partagent les éléments d'un discours articulé autour d'une vision prometteuse de ces innovations. Ces promoteurs de l'agriculture numérique, leurs dispositifs et éléments discursifs ont retenu notre attention et font l'objet de cet article. Nous avons sélectionné 24 documents qui mettent en avant la promesse de l'agriculture numérique (page web, article de presse, blogs, documents institutionnels et scientifiques etc.) de manière à couvrir la diversité des acteurs (voir tableau 2 en annexe). L'analyse de ces documents a été réalisée en utilisant le logiciel Nvivo® et a consisté en un codage à la fois déductif et inductif (démarche abductive; Timmermans and Tavory, 2012). Le codage déductif a permis d'identifier les différentes dimensions de la promesse : la situation problématique, l'horizon à atteindre et la solution technoscientifique proposée. Puis, suivant les principes de la grounded theory (Corbin and Strauss,

2007), nous avons réalisé un encodage inductif faisant ressortir au fil de l'eau les éléments spécifiques à cette promesse.

Figure 1 : Illustration du recours à l'anticipation pour la promotion de la diffusion technique en agriculture ; haut : publicité pour les tracteurs Ford, extrait de Le Paysan savoyard du 26 février1966 (BnF, site de Tolbiac, Cote : GR FOL-JO-4234, notice : http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb344032973); bas : première de couverture et page 6 du rapport "La Révolution Numérique" du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (Auverlot et al., 2016)

La fabrique de la promesse

La construction d'une solution technoscientifique

Avec le développement de logiciels de gestion ou de comptabilité, le numérique arrive en agriculture dans les années 1980 (Savalle and Lacaille, 2018). Les outils numériques se déploient plus largement et de manière plus diversifiée avec le développement de l'agriculture de précision dans les années 1990 (Oui, 2021). Mais c'est à partir des années 2010 que l' « *agriculture numérique* » se structure et s'institutionnalise en lien avec la multiplication de documents institutionnels, d'événements sur le sujet et la densification d'activités de recherche, de création d'entreprises, d'organisations agricoles ou publiques portant sur le numérique en agriculture. Sur commande du ministère de l'agriculture, le rapport Agriculture Innovation est publié en 2015 et propose la création de dispositifs à même de les réunir. Alors que la télédéclaration des dossiers PAC devient

obligatoire en 2016, l'Institut Convergences Agriculture Numérique est créé l'année d'après, également année de publication du rapport de la FAO sur l'agriculture numérique (e-agriculture) (Sylvester, 2016). Puis en 2021, le Plan France 2030 fait rentrer l'agriculture numérique dans la politique agricole française dont l'orientation annoncée est : « *numérique, robotique, génétique* » (Ducros, 2021).

Les enjeux environnementaux et alimentaires, les conditions de travail et la réussite économique sont autant de domaines représentant pour les promoteurs de l'agriculture numérique des situations problématiques (Figure 2). Résoudre ces problèmes permettrait d'atteindre trois grands objectifs. Le premier est de produire « *plus et mieux* », grâce à une agriculture performante d'un point de vue économique (meilleur revenu, coût de production etc.), environnemental (moins de pollution, meilleur pour la santé etc.), et social (meilleures conditions de travail, filières plus transparentes, coopération etc.). Le deuxième objectif est de construire un secteur économique, celui de l'« *AgTech* » français rayonnant à l'international. Le troisième renvoie à une agriculture plus collaborative (partage de connaissances, données ouvertes) et à des agriculteurs plus autonomes. Pour atteindre ces horizons, la solution identifiée est une agriculture numérique dont les contours innovationnels, technologiques voire même fonctionnels sont difficilement perceptibles. En effet les tentatives de définition de l'agriculture numérique mettent en avant la diversité des innovations inclues dans cette agriculture numérique, diverses par les technologies mobilisées, par les usages et par les implications (Bellon-Maurel and Huyghe, 2016, Bellon-Maurel et al., 2022). Par exemple, dans le livre blanc de l'agriculture numérique, celle-ci est définie par la grande diversité des technologies mobilisées : « *technologies d'acquisition de données (satellites, capteurs, objets connectés, smartphones...), de transfert et de stockage (couverture 3G/4G, réseaux bas débit terrestres ou satellitaires, clouds) et technologies de traitement embarquées ou déportées (supercalculateurs accessibles par des réseaux de communication très haut débit) [...].* » (Bellon-Maurel et al., 2022, p. 20). Cette diversité n'est pas que technologique, elle inclut plus largement des objets (drones, robots, capteurs etc.), des systèmes techniques (IA, maching learning, big data etc.), des processus (digitalisation, datafication, etc.) ou encore des innovations organisationnelles (économie circulaire, réseaux intelligents, financement participatif etc.). Pourtant, cette diversité est invisibilisée par la construction d'une agriculture numérique au singulier, un terme parapluie dont le large spectre facilite l'attraction des ressources et masque la réalité de la maturité technologique et du déploiement d'une innovation donnée. Ce façonnement rhétorique et institutionnel de ce « *numérique* » au singulier est au cœur de la construction de la promesse.

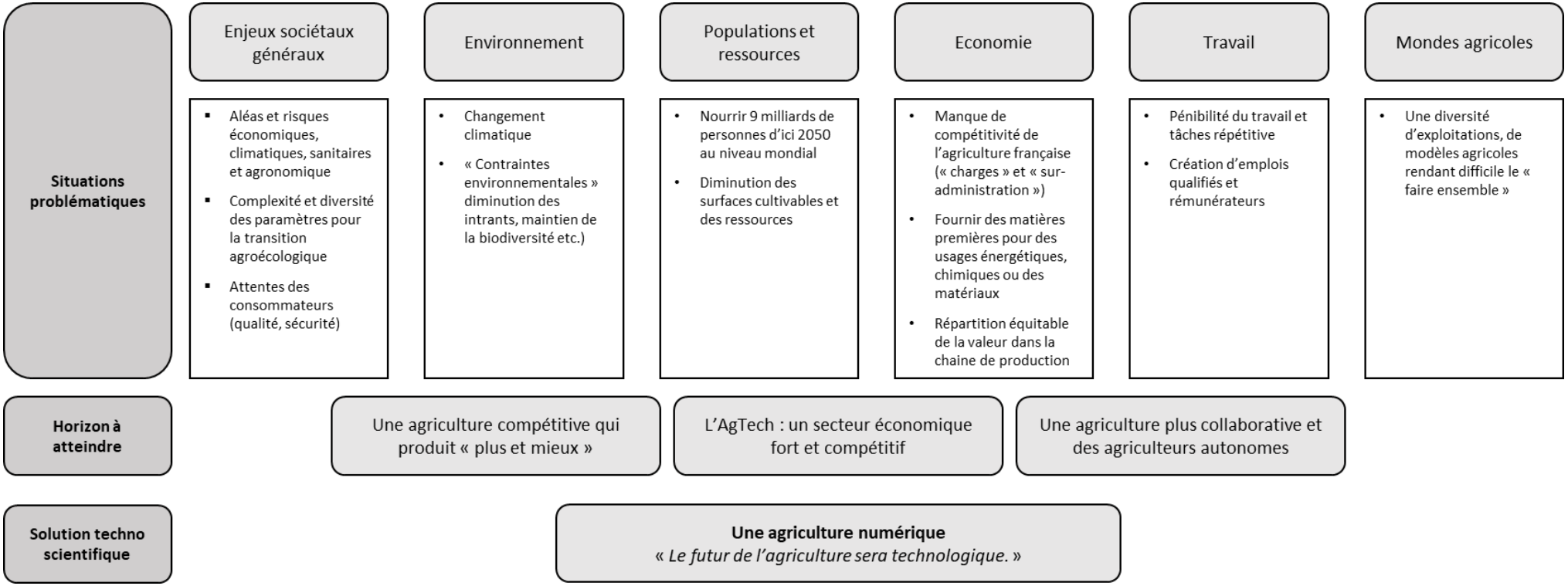


Figure 2 : Construction discursive de la promesse de l'agriculture numérique (basé sur l'encodage de 24 documents, voir annexes)

Les acteurs et dispositifs de l'agriculture numérique

Participatif, collaboratif, horizontal et décentralisé sont autant d'adjectifs souvent associés aux nouvelles formes de production et d'échange de l'information à l'ère du numérique (Rebillard, 2007). Pourtant, l'idéal décentralisé et démocratique du numérique a fait place à des rapports de force dont l'une des résultantes est un oligopole bien connu : les GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft) (Smyrnaios, 2016). Ces « *géants du numérique* » montrent un intérêt croissant pour le secteur agricole (Lerbourg, 2021). Par exemple, Microsoft a développé le service Azure Farmbeats pour agréger et analyser des données agricoles, Google s'est lancé dans la robotique agricole avec le projet Mineral, alors qu'Amazon s'étend vers la commercialisation de produits alimentaires en ligne mais aussi avec ses magasins Amazon Fresh, dans lesquels tous les produits sont tracés via la technologie de blockchain. Face à eux, les acteurs traditionnels du monde agricole se lancent aussi dans cette numérisation de l'agriculture. Pour l'industrie de l'amont (machinisme, intrants), les données représentent autant un marché prometteur qu'une stratégie de diversification afin de ne plus être considérées comme des entreprises vendant des OGM ou des pesticides mais comme des entreprises de la donnée (Bronson and Sengers, 2022). En France, InVivo, premier groupe coopératif français a lancé en 2019 une plateforme de vente en ligne destinée aux agriculteurs : *aladin.farm*. Le groupe la présente comme « *la seule alternative française au e-commerce jusqu'alors proposé aux agriculteurs* » et formule ainsi une alternative aux deux leaders du e-commerce que sont Amazon et Alibaba (Communiqué de presse - Aladin.farm, 2020). Mais bien souvent, les investissements dans l'agriculture numérique se font à travers des produits et dispositifs réunissant des acteurs traditionnels de l'agriculture (Instituts techniques, organisations professionnelles agricoles, agro-industries, recherche agricole etc.) et les grandes firmes du numérique (Microsoft, IBM, Orange). La plateforme numérique YARA est ainsi développée avec IBM, et InVivo s'est associé avec Microsoft dans le cadre du projet Innovation IA. La technologie Farmstar est quant à elle issue de partenariats entre Arvalis (institut technique), l'Inra et la division d'Airbus spécialisée dans les satellites (Labarthe, 2012). Ces dispositifs de coordination entre d'un côté des firmes des technologies de l'information et de la communication et de l'autre des acteurs agricoles permettent la mise en commun de ressources complémentaires tout en favorisant le rapprochement entre acteurs privés et publics (*Ibid.*). D'un côté les acteurs agricoles publics et privés apportent la connaissance et les réseaux d'un secteur dont les logiques économiques et les agencements institutionnels sont singuliers (Touzard, 2018). De l'autre côté, les acteurs du numérique apportent la connaissance de cette nouvelle économie de la donnée, de ses infrastructures, technologies et marchés.

Cette caractérisation rapide des acteurs de l'agriculture numérique illustre la tension qui traverse la promesse de l'agriculture numérique : la tension entre une transformation radicale et la nécessaire crédibilité qui implique des formes de régularité et de continuité (Joly, 2015). Autrement dit, pour être mobilisatrice la promesse doit porter une proposition de changement assez radical pour être en capacité de résoudre des situations problématiques de long terme. Pour autant, la crédibilité de la proposition passe par une prise en compte des spécificités du secteur qu'elle

propose de transformer, de sa matérialité et de son historicité. Les acteurs extérieurs au monde agricole doivent ainsi considérer et intégrer les acteurs institués, ayant de fait une capacité à mobiliser des ressources.

Mise en scène de la promesse et mobilisation de ressources

Les dispositifs de mise en scène de cette promesse de l'agriculture numérique sont essentiels pour construire l'adhésion du public. Les démonstrations publiques de technologie ou démos constituent une forme de cette mise en scène communément mobilisée par les promesses technoscientifiques (Rosental, 2019). À l'image de ses acteurs - nouveaux ou traditionnels - l'agriculture numérique trouve en France des espaces de démonstration, aussi bien dans les évènements agricoles traditionnels tels que le salon international du machinisme agricole (SIMA), que dans des espaces nouveaux fournissant une visibilité différenciée pour une transformation qui se veut révolutionnaire. C'est le cas, par exemple, du forum international de la robotique agricole (FIRA) qui se tient chaque année depuis 2016 à Toulouse. Ses promoteurs savent également créer des lieux et des modalités de mise en scène spécifiques à l'agriculture numérique et adaptés aux singularités de l'activité agricole. En effet, les scènes privilégiées pour fournir une crédibilité à ces innovations sont inévitablement la parcelle et l'exploitation agricole. Ainsi, la promesse de l'agriculture numérique peut s'appuyer sur un ensemble de dispositifs en situation réelle que sont les fermes expérimentales dédiées aux outils numériques. Le Mas Numérique fournit un exemple intéressant de site de démonstration des technologies numériques destinées à la viticulture et un outil de formation pour les étudiants et les professionnels (Crestey and Tisseyre, 2019). Installé au Domaine du Chapitre de l'école d'agronomie de Montpellier (Institut Agro), le Mas Numérique a pour vocation de « *participer à la formation des futurs ingénieurs agronomes et techniciens agricoles en proposant une vision éclairée de l'environnement numérique existant* » (Le Mas Numérique, 2017). Les Instituts Techniques ont également créé un réseau de fermes expérimentales dédiées aux outils numériques : les Digifermes. En 2016, Arvalis, déjà grandement investi dans cette agriculture numérique à travers Farmstar, convertit deux fermes expérimentales en Digifermes (Bouttet and Pierson, 2018). Ces dispositifs « *proposent d'étudier les applications possibles du numérique au niveau d'une exploitation, d'évaluer leur intérêt sur divers plans et de coconstruire avec des start-ups de nouvelles applications* » (Bordes, 2017, p. 90). Ces lieux constituent une interface de choix pour mettre en relation start-up, établissements d'enseignement, institutions de recherche et agriculteurs et participent ainsi à la coordination des acteurs et la construction partagée de cette agriculture numérique au singulier. Ces fermes expérimentales du numérique participent également à la légitimisation de cette promesse à travers : la fabrication de l'adhésion par la démo et la construction d'une légitimité scientifique par l'évaluation scientifique et la formation des experts.

Révolution ou renouvellement de l'esprit du productivisme ?

L'analyse de l'agriculture numérique sous le prisme des promesses technoscientifiques donne à voir une certaine continuité avec les justifications actuelles et passées du productivisme agricole. Nous tentons ici d'analyser cette promesse en identifiant les concordances argumentatives avec le productivisme agricole. Nous essayons également de distinguer ce qui représente un renouvellement du discours productiviste. Nous proposons ainsi une contribution à la caractérisation de ce que Fouilleux et Goulet (2012) ont nommé le nouvel esprit du productivisme. Le nouvel esprit du productivisme est un prisme d'analyse des évolutions discursives et des dispositifs que ces auteurs avancent pour décrire l'évolution du productivisme vu comme « *un ensemble de procédés techniques, de dispositifs organisationnels et de croyances engageant des acteurs autour de l'exigence d'accroissement et d'intensification de la production* » (2012). Il s'inscrivent ainsi dans le cadre proposé par Boltanski et Chiapello (1999) pour expliquer la manière dont le capitalisme se nourrit de la critique et l'intègre pour produire de l'adhésion et sa justification. Ces auteurs définissent ainsi le nouvel esprit du capitalisme comme « *un ensemble de croyances associé à l'ordre capitaliste, qui contribue à justifier cet ordre et à soutenir, en les légitimant, les modes d'action et les dispositions qui sont cohérents avec lui* » (Boltanski and Chiapello, 1999, p. 46). Selon la même mécanique, le productivisme agricole aurait su s'adapter aux critiques environnementales et sociales. Fouilleux et Goulet (2012) illustrent ce renouvellement à travers deux exemples que sont le semis direct et les dispositifs de certification « *multi-stakeholders* ». Selon eux, l'esprit du productivisme met désormais en avant l'inclusion et la participation des acteurs (agriculteurs, ONG, industriels etc.) dans la recherche de solutions. Cette adaptation s'incarne à travers un ensemble d'éléments discursifs mais également par la mise en place de dispositifs (notamment des tables rondes, rencontres et rassemblements).

De la continuité de l'esprit du productivisme agricole

Fouilleux et Goulet identifient trois principales dimensions dans ce qu'ils appellent l'esprit initial du productivisme : « *la croyance dans les bienfaits du progrès scientifique et technique ; la certitude que l'agriculture est une affaire de professionnels et de spécialistes ; et celle que sa première mission est de nourrir la population mondiale tout en générant des profits pour les acteurs du secteur.* » (Fouilleux and Goulet, 2012, p. 132). Avec l'agriculture numérique, le progrès scientifique et technique est vu comme une réponse aux situations problématiques auxquelles fait face l'agriculture, et notamment à celle de répondre aux besoins alimentaires croissants de la population, à partir de ressources limitées. L'adage « *nourrir l'humanité* » est ainsi fortement repris par les acteurs de l'agriculture numérique comme impératif indéniable justifiant une augmentation de la production et donc le recours à ces technologies.

> « *L'agriculteur doit produire plus et mieux dans un contexte de plus en plus incertain.* » Affirme Stéphane Le Foll, ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt dans un édito d'introduction du rapport titré « La révolution numérique » et publié par ce même ministère (Auverlot et al., 2016, p. 7).

« *Nous le savons tous, les ressources sont de plus en plus limitées, les contraintes environnementales de plus en plus importantes avec l'objectif de nourrir 9 milliards de personnes d'ici 2050 au niveau mondial.* » affirme la rapport #CoFarming - Le faire ensemble en réseau (Bernede et al., 2017, p. 16).

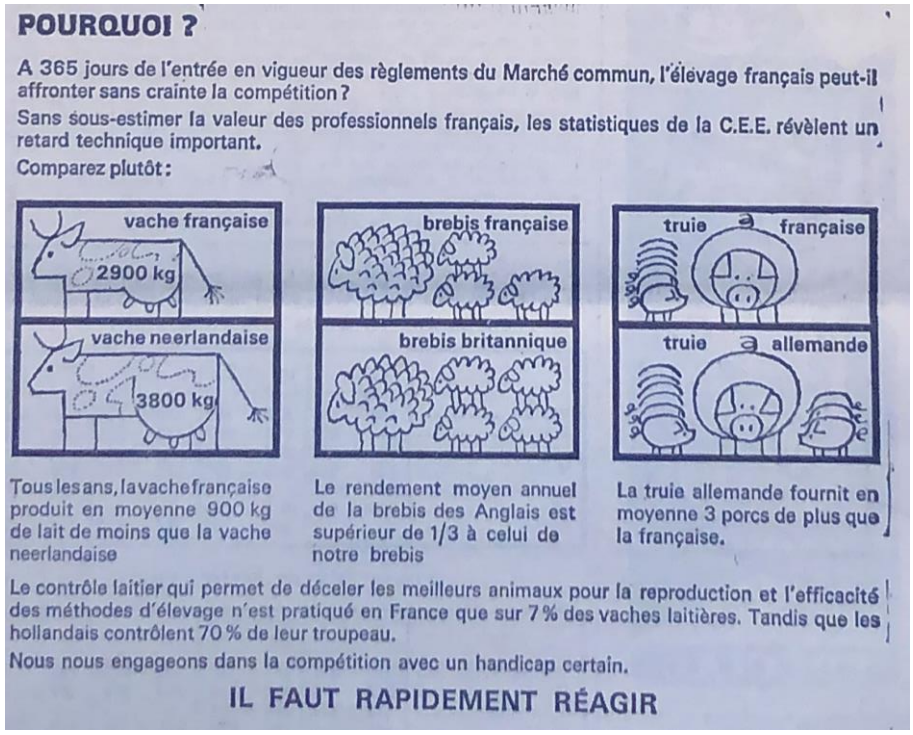
« *C'est l'un des plus grands enjeux de l'humanité. Selon un rapport publié par l'ONU en 2019, nous serons 9,7 milliards d'êtres humains sur la planète en 2050. Comment nourrir tout le monde ? Une partie de la réponse réside dans une agriculture plus efficiente et informée, portée par l'IoT agricole.* » affirme Microsoft sur son site, acteur majeur du numérique qui se tourne vers le secteur agricole (Microsoft, 2021).

Cet argument fondateur du productivisme, le « *mythe de la crise alimentaire* » (Latham, 2021) s'hybride avec les enjeux d'un développement durable comme registre de justification et d'extension de la logique productiviste (Lejeune and Villalba, 2015). Et si les innovations numériques sont affichées comme un moyen d'améliorer la compétitivité des fermes françaises, l'agriculture numérique offre également l'opportunité d'un « *renouveau industriel de la France* » (Bournigal et al., 2015). Cette opportunité économique est souvent présentée comme un impératif sous peine d'être laissé sur le banc de la compétition internationale. Le mythe du retard de la France est une constante de l'esprit du productivisme : retard par rapport à d'autres pays, retard par rapport aux autres secteurs économiques, il alimente le registre de justification de cette promesse aujourd'hui comme hier (Servolin, 1989). Après-guerre, c'était le modèle danois (*Ibid.*) ou américain (Flamant, 2010), la vache néerlandaise, la brebis britannique ou la truie allemande (Figure 3). Aujourd'hui, l'agriculture française serait en retard sur les Etats-Unis ou ses voisins européens (Suisse, Suède, Pays-Bas, Allemagne). C'est ce que laisse penser le rapport de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle sur l'Indice mondial de l'innovation ayant pour thème « *L'innovation pour nourrir le monde* » (OMPI, 2017). Le site de veille technologique de l'industrie s'en inquiète : « *La France, mauvaise élève ?* » (Fontaine, 2017). Mais surtout, l'agriculture doit rattraper son retard sur les autres secteurs, elle doit combler le fossé technologique qui la sépare du reste de l'économie : « *retard considérable* » (Scheid, 2020), « *La technologie change le monde et l'agriculture rattrape son retard* » (Scheid, 2020), « *L'agriculture veut combler son retard digital* » (Martin, 2019). Le recours à l'argument du retard technologique et économique positionne l'agriculture dans une trajectoire dont l'évolution est unidirectionnelle et inévitable qui contribue à une naturalisation du progrès technologique. Cette rhétorique du retard n'est d'ailleurs pas propre à l'agriculture et il est intéressant de noter la continuité historique de son recours dans les discours sur l'innovation et la compétitivité (Bouchard, 2008).

La rhétorique des crises de l'agriculture est un autre élément de justification du productivisme mis en place avec la modernisation agricole du XXe siècle. Cette crise perpétuelle à laquelle l'agriculture française semble confrontée depuis la fin du XIXe constitue le *« problème à résoudre* » de cette promesse. Crise de durabilité aujourd'hui, crise paysanne hier, Servolin (1989) rappelait la constance du mécontentement dans les discours sur l'agriculture française : La Terre

qui meurt de R.Bazin (1899), Le Drame agricole de H.Queuille (1923), La tragédie paysanne de M.Braibant (1937), Orages sur les moissons de S. Sailly-Laisné (1941), La Révolte paysanne de J. Meynaud (1963). Ce registre de la crise continue aujourd'hui à alimenter les écrits contemporains . Au regard de cette constance discursive, l'agriculture est un secteur en crise permanente et celle-ci occupe une place centrale dans une rhétorique annonçant son inévitable transformation. Dans le cas de l'agriculture numérique, le registre de la crise est avant tout celui d'une agriculture française peu compétitive, une crise de la place de la France dans la compétition internationale. Par exemple, dans le livre blanc de CoFarming, association de start-ups du numérique agricole, le retard économique français est mis en avant comme situation problématique justifiant l'agriculture numérique : « *Soyons clairs : l'agriculture française souffre d'un manque de compétitivité ! La situation est grave et il est urgent d'exploiter tous les leviers qui peuvent donner un nouveau souffle économique à notre agriculture.* » (Bernede et al., 2017).

Que ce soit la croyance dans les bienfaits du progrès technique et scientifique, le recours à la menace d'une crise alimentaire, l'impératif économique de la compétition internationale ou la situation de crise, le productivisme agricole trouve dans l'agriculture numérique le vecteur de ses arguments et principes. Les promoteurs de l'agriculture numérique énoncent cependant des éléments discursifs et des dispositifs inédits au regard de cet esprit initial du productivisme agricole. Il opère ainsi un renouvellement de cet esprit qu'il convient de caractériser.



POURQUOI ?

A 365 jours de l'entrée en vigueur des règlements du Marché commun, l'élevage français peut-il affronter sans crainte la compétition ?

Sans sous-estimer la valeur des professionnels français, les statistiques de la C.E.E. révèlent un retard technique important.

Comparez plutôt :

Tous les ans, la vache française produit en moyenne 900 kg de lait de moins que la vache neerlandaise

Le rendement moyen annuel de la brebis des Anglais est supérieur de 1/3 à celui de notre brebis

La truie allemande fournit en moyenne 3 porcs de plus que la française.

Le contrôle laitier qui permet de déceler les meilleurs animaux pour la reproduction et l'efficacité des méthodes d'élevage n'est pratiqué en France que sur 7 % des vaches laitières. Tandis que les hollandais contrôlent 70 % de leur troupeau.

Nous nous engageons dans la compétition avec un handicap certain.

IL FAUT RAPIDEMENT RÉAGIR

Figure 3 : Illustration de l'argument du retard français pour la promotion de la diffusion technique en agriculture. Haut : Le retard français comme justification de la loi sur l'élevage de 1966 pour la modernisation des exploitations d'élevage – extrait de Le Cultivateur du Loiret du 03 aout 1967 (BnF, site de Tolbiac, Cote : JO-71551, notice : http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb34392129s) Bas : Le retard français dans le domaine de l'agriculture numérique – capture d'écran du site L'Usine Nouvelle, magazine mensuel consacré à l'économie et les technologies dans le secteur industriel,, article du 16 Juin 2017 par Séverine Fontaine, consulté le 07/12/2022 : https://www.usinenouvelle.com/editorial/indice-mondial-de-l-innovation-2017-la-france-en-retard-sur-l-agriculture-numerique.N1826247

Renouvellement de l'esprit du productivisme

Si l'agriculture numérique perpétue les arguments et principes du productivisme agricole, sa promesse révèle la capacité de ce dernier à évoluer, à intégrer les critiques à son encontre. Sans prétendre à l'exhaustivité, trois arguments occupent une place centrale dans le renouvellement de cet esprit du productivisme : i. la désintermédiation et la participation des agriculteurs et des consommateurs ; ii. la prise en compte du développement durable ; et iii. la compatibilité avec une diversité de modèles agricoles et alimentaires.

La rhétorique participative contribue à la légitimation des projets d'extension du productivisme comme cela a déjà été mis en évidence dans le cas du développement durable des villes (Lejeune and Villalba, 2015) ou de certains modèles agricoles et alimentaires (Fouilleux and Goulet, 2012). Cette mise en avant de la participation des acteurs est également fortement présente dans la promesse de l'agriculture numérique. La facilitation des partages entre agriculteurs et la transparence des relations entre producteurs et consommateurs sont les deux principales désintermédiations proposées par les promoteurs d'une agriculture numérique. Toujours dans un souci d'accommodement entre une proposition disruptive et un réalisme passant par l'ancrage à l'existant, les discours sur l'agriculture numérique soulignent les dimensions collectives de l'agriculture tout en proposant de les étendre et de les transformer. Les technologies numériques viendraient ainsi amplifier la mise en relation et le partage déjà fortement présents chez les agriculteurs : « *Ce que va permettre le numérique, à travers les plateformes, c'est de démultiplier les opportunités pour "faire ensemble" dans une profession qui a déjà la capacité à collaborer* » (Bernede et al., 2017); « *le numérique et ses données collectées à grande échelle […] accélère les collaborations, les partages de données, de savoirs, de matériels* » (Auverlot et al., 2016, p. 13). L'agriculteur est positionné comme un acteur central des transformations annoncées, les technologies n'étant là que pour « *appuyer* », « *accompagner* », « *informer* », « *plus d'efficacité* » voir contribuer « *à l'indépendance intellectuelle de l'exploitant* ». Cette désintermédiation mobilise également les injonctions des consommateurs à plus de transparence sur la manière dont leur alimentation est produite. Le consommateur est d'ailleurs un des six points de la « révolution du big data » présentée par le magazine du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt : « *Consommateur : la chaîne alimentaire devient transparente. Cette traçabilité rapproche le producteur du consommateur et facilite leurs échanges.* » (Auverlot et al., 2016, p. 13). La promesse d'une agriculture numérique opère ainsi un habile rapprochement entre des principes et valeurs de la culture du numérique et ceux du monde agricole. La transparence et la désintermédiation sont en effet des principes pionniers qui imprègnent la culture du numérique (Rebillard, 2007). Ils sont mobilisés et adaptés au contexte de l'agriculture française par la mise en exergue de ses dimensions collectives telles que le coopérativisme ou encore les réseaux d'échanges de connaissances. Par cette promesse de désintermédiation, l'agriculture numérique révèle un projet d'innovation par retrait qui caractérise les transformations des systèmes agricoles et alimentaires contemporains (Goulet and Vinck, 2016, Le Velly, 2022). Ici, c'est le retrait des intermédiaires historiques de l'agriculture au profit d'un agriculteur moteur du changement.

Depuis les années 1990, l'intégration de certaines composantes du développement durable permet au productivisme de retrouver une légitimité et d'asseoir sa position dominante alors que les implications des critiques les plus radicales sont ignorées (Beus and Dunlap, 1990). La légitimation environnementale, qui caractérise le régime agri-alimentaire contemporain, trouve dans le numérique une manière de quantifier, rationnaliser, objectiver l'environnement, au service d'un « *productivisme écologisé* » (Wolf and Wood, 1997, Oui, 2021). L'agriculture numérique permettrait ainsi de « *maitriser l'empreinte environnementale* » pour faire face aux « *contraintes environnementales* », voire même de « *contribuer au projet agroécologique* ». Au-delà de la composante environnementale, les

promoteurs de l'agriculture numérique proposent de s'attaquer au pilier social de la durabilité, dimension souvent délaissée du développement durable (Dumont and Baret, 2017, Gosetti, 2017). Les technologies numériques permettraient notamment « *d'accroître le confort* », de « *limiter la pénibilité* » et « *d'avoir une vie sociale* ». La promotion des volets environnementaux et sociaux s'ajoute à celle du volet économique de l'esprit initial du productivisme. Si le déploiement de l'agromachinisme, des engrais, des pesticides et des semences « *améliorées* » permettait de produire plus et ainsi d'atteindre l'autosuffisance alimentaire au sortir de la seconde guerre mondiale, les robots, capteurs, drones, smartphone et autres technologies du numérique nous permettraient toujours de produire plus mais également « *mieux* ».

« *Ça aidera l'agriculteur à montrer à la société qu'il fait mieux, qu'il fait de mieux en mieux et qu'il est prêt à prendre toutes les nouvelles technologies pour améliorer sa production.* » Explique un agriculteur, membre du bureau de la FNSEA – entretien avril 2019

« *Ces technologies sont aussi porteuses d'innovations permettant aux producteurs d'allier compétitivité, respect de l'environnement, et meilleures conditions d'exercice du métier.* » (Arvalis, 2015)

Chaque promesse techno-scientifique s'inscrit dans un contexte historique particulier. Celle de l'agriculture numérique se développe dans un paysage marqué par une grande diversité de modèles agricoles et alimentaires (Gasselin et al., 2021). Les promoteurs de l'agriculture numérique sont ainsi tiraillés entre l'énonciation d'un nouveau modèle que serait cette agriculture numérique au singulier (Bournigal et al., 2015) et la nécessaire prise en compte d'une diversité de modèles déjà en place. D'après le rapport ministériel, l'agriculture numérique constitue bien un nouveau modèle : « *Oui, nous changerons de modèle agricole, à l'image des bouleversements à l'œuvre dans notre vie quotidienne, et l'"uberisation" des secteurs économiques : l'apparition de nouveaux services, la désintermédiation des systèmes, l'essor de la robotique heurtent profondément l'ordre établi et bouleversent la chaîne des valeurs.* » (Auverlot et al., 2016). À cette rupture annoncée s'articule un ancrage aux différents modèles existants notamment à ceux qui, de par leur institutionnalisation, permettent d'accroitre la légitimation de la promesse et l'attraction des ressources. C'est le cas de l'agroécologie dont l'agriculture numérique se fait un outil/artefact indispensable.

« *La manière de faire de l'agro-écologie appuyée par le numérique sera beaucoup plus précise et intelligente. Il n'y aura pas de bonne agro-écologie sans numérique hyper développé et contrôlé par le collectif.* » affirme Michel Griffon, président de l'Association International pour une Agriculture Ecologiquement Intensive, dans le numéro spécial sur « La révolution numérique » du magazine du ministère de l'agriculture (Auverlot et al., 2016, p. 25).

Le contexte actuel d'éclatement des modèles vient donc renforcer l'impératif contradictoire radicalité/crédibilité de la promesse. La radicalité du changement proposé passe par l'énonciation d'un unique modèle : une agriculture numérique. Mais la crédibilité de la promesse doit intégrer la diversité de modèles déjà en place. Cela donne lieu à des déclinaisons de cette macro-promesse

qu'est l'agriculture numérique. Alors que les transformations réalisées lors de la modernisation agricole du XXe siècle se sont clairement fondées sur un modèle unique (Lyautey et al., 2021), à la fois sur le plan structurel (exploitation de taille moyenne), social (exploitation familiale) et fonctionnel (spécialisé et moto-mécanisé), les déclinaisons de la macro-promesse laissent entrevoir une agriculture numérique plurielle : aussi bien agroécologique que compétitive, aussi bien reterritorialisée qu'intégrée aux marchés mondiaux (Bernede et al., 2017). Le robot fournit un bon exemple des déclinaisons possibles de la macro-promesse de l'agriculture numérique. Au FIRA, se côtoient des start-ups proposant des cobots (robots collaboratifs) et visant de petites exploitations familiales et des start-ups présentant des robots dont la substitution du travail humain et la baisse du coût du travail pour de grandes exploitations dépendantes du travail salarié constituent une part de l'argumentaire de vente.

« *Nous on n'utilise pas le mot robot, il y a pas de remplacement de l'agriculteur. Le cobot accompagne et facilite le travailleur, il ne le remplace pas. […] Nous clairement, on vise de petites exploitations familiales.* » Explique le concepteur d'un cobot (robot collaboratif) destiné à faciliter le travail des maraichers, lors du Forum International de la Robotique Agricole à Toulouse en 2019.

De même, la mise en avant de cette diversité peut faire apparaître des dissonances telle que la mise en avant permanente de la désintermédiation et de la collaboration qui coexistent avec le registre de la compétition entre acteurs (agriculteurs, entreprises). Dans différents évènements de l'agriculture numérique, on retrouve la courbe de diffusion de l'innovation de Rogers (Rogers, 2010) sur les présentations des intervenants et sa sémantique ponctue les discours qui les accompagnent (pionnier, retardataire etc.). Ainsi les agriculteurs seraient dans une course à l'innovation avec ses premiers et ses derniers.

L'agriculture numérique est également perçue comme un modèle unique par ceux qui en formalisent la critique. Ces critiques sont relativement récentes et émergentes et plutôt cantonnées à des espaces sociaux et médiatiques spécifiques aux questions agricoles (Reinert, 2022). Il est intéressant de constater que cette agriculture numérique ne fait pas l'objet d'une contestation aussi forte que les plantes génétiquement modifiées, une innovation qui partage avec les nanotechnologies ou la biologie synthétique un rapport très substantiel au vivant et de fait, une mise en débat plus appuyée. Cette faiblesse d'une appropriation critique de l'agriculture a également été mise en avant en Amérique du Nord par Bronson & Senders (2022). Pourtant, d'après ces auteurs, les technologies numériques partagent avec les OGM un caractère fermé et propriétaire les rendant opaques à toutes interrogations. En France, les critiques de l'agriculture numérique sont d'ailleurs souvent inscrites dans une lecture plus globale sur le rôle de l'amont et du machinisme agricole en particulier dans les évolutions agricoles de la seconde moitié du XXe siècle (InPACT, 2016, L'Atelier Paysan, 2021). D'ailleurs, la promotion de l'agriculture numérique à travers ses outils ou ses technologies évite les enjeux politiques et paradigmatiques associés à l'énonciation d'un modèle. La promotion de certaines technologies au service de plusieurs modèles est plus souvent présente dans la promesse que l'énonciation d'un modèle de l'agriculture numérique. En d'autres

termes, la promotion de l'agriculture numérique passe plus par la mise en avant d'une diversité d'innovations que par l'unicité d'un modèle. Conjuguer cette agriculture numérique avec une diversité de modèles est, pour ses promoteurs, un moyen de capter plus de ressources. Le rattachement à des alternatives instituées et légitimées telles que l'agroécologie ou les circuits courts facilite l'accès aux ressources associées tout en contribuant à la légitimation de cette promesse.

Conclusion

De nombreux médias, entreprises, institutions publiques et acteurs politiques affirment que l'utilisation d'une diversité d'innovations numériques et organisationnelles permettrait de contribuer à l'avènement d'une agriculture plus vertueuse. En France, le concept d'agriculture numérique tente d'organiser et de promouvoir cette nouvelle forme d'agriculture. Pourtant, le déploiement effectif de ces technologies, leur diversité de nature et d'usage permettent difficilement de comprendre empiriquement ce qu'est l'agriculture numérique et ce qu'elle produit sur l'agriculture. Pour comprendre cet écart, notre hypothèse était que l'agriculture numérique s'affirme et se construit à travers la formulation d'une promesse technoscientifique. Nous avons montré que l'enjeu de cette promesse est bien d'affirmer l'agriculture numérique comme une seule entité face à la diversité qu'elle contient. La construction rhétorique d'une agriculture numérique au singulier promet de résoudre une diversité de problèmes auxquels l'agriculture française est confrontée : changement climatique, crise environnementale, pénibilité du travail, compétitivité économique etc. Nous avons également montré en quoi cette promesse technoscientifique participe au renouvellement de l'esprit du productivisme en ce sens qu'elle mobilise ses arguments et dispositifs tout en intégrant de nouvelles propositions en réponse aux critiques formulées à l'encontre de l'esprit initial du productivisme. Trois éléments apparaissent centraux dans ce renouvellement discursif du productivisme. Le premier est celui de la désintermédiation qui emprunte à la culture d'internet et du numérique sa promesse d'horizontalité, de transparence et de collaboration pour les appliquer aux relations entre agriculteurs et entre agriculteurs et consommateurs. La seconde transformation de cet esprit du productivisme agricole réside dans l'intégration du développement durable telle que d'autres auteurs l'ont montré par ailleurs (Fouilleux and Goulet, 2012). Enfin, la capacité de ces innovations à soutenir une diversité de modèles agricoles et alimentaires représente, selon nous, un point majeur de ce renouvellement discursif. Ainsi, en réactualisant ses justifications, l'agriculture numérique fait du productivisme agricole un modèle à promouvoir. C'est-ce que suggèrent notre analyse ainsi que d'autre travaux sur la question (Oui, 2021, Schnebelin, 2022). Ces résultats questionnent l'évolution de l'agriculture et de ses systèmes d'innovations et nous amène ainsi à formuler deux hypothèses à même d'orienter de futures recherches. Premièrement, contrairement au discours formulé à travers l'agriculture numérique, il semble peu probable que ces innovations soient appropriées par toutes les formes d'agricultures (Schnebelin et al., 2021). Quelle diversité de modèles agricoles et alimentaires est favorisée par cette agriculture numérique et quelles sont les résistances et exclusions de ces transformations ? Deuxièmement, alors que cette promesse prône l'horizontalité et le participatif, quel modèle d'innovation se maintient, se renouvelle ou s'invente à travers la diffusion de ces

innovations ? Au regard de la prédominance du modèle linéaire de l'innovation de Rogers dans les discours (« *pionniers* », « *adoptants* », « *retardataires* ») et de la mise en avant des start-ups comme acteurs principaux de l'innovation - en contradiction avec la centralité de l'agriculteur tant annoncée - nous pouvons nous demander dans quelle mesure l'agriculture numérique réhabilite un modèle linéaire et diffusionniste de l'innovation. D'autres auteurs voient dans l'agriculture numérique la possibilité d'une innovation pour des expérimentations collectives (Lacoste et al., 2022) et exposent la complémentarité entre ces deux régimes d'innovation (Bellon-Maurel and Huyghe, 2016). Cependant, l'hégémonie du régime des promesses technoscientifiques donne lieu à des rapports de force qu'une approche par les complémentarités ne saurait restituer. Le travail de plaidoyer de l'Atelier Paysan - coopérative d'autoconstruction porteuse d'un projet d'innovation par l'expérimentation collective - contre cette agriculture numérique, illustre bien cette conflictualité entre les deux régimes (InPACT, 2016, L'Atelier Paysan, 2021, Goulet et al., 2022).

Remerciements :

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'avenir portant la référence ANR-16-CONV-0004.

Les auteurs tiennent à remercier Guillaume Ollivier, Ronan Le Velly et les évaluateurs de la revue pour leurs relectures, leurs conseils et commentaires avisés. Merci également à Pierre Gasselin et Tristan Fournier pour les échanges lors de la phase d'élaboration de cette recherche. Nous adressons également nos remerciements sincères aux organisateurs et organisatrices des journées des doctorants du département ACT de l'INRAE, journées lors desquelles nous avons pu faire émerger l'idée et l'envie de ce travail à la croisée de deux thèses.

Références

Agro Smart Campus, 2019. Robotique agricole : une chance et un défi. (online: https://agrosmartcampus.fr/videos/robotique-agricole-une-chance-et-un-defit/).

Arvalis, 2015. Digifermes ARVALIS et agriculture connectée. (online: https://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/agriculture-connectee-arvalis-lance-le-projet-digifermes-en-partenariat-avec-l-idele-l-itb-et-terres-inovia-@/view-1171-arvstatiques.html).

Audétat, M. (Ed.), 2015. Sciences et technologies émergentes : pourquoi tant de promesses ?, Paris, Hermann.

Auverlot, G., Bel, M., Clergerie, A., Gatouillat, N., Poulain, C., Poulet, M., 2016. La Révolution Numérique, alim'agri, alim'agri 1565. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Bastien, S., 2007. Observation participante ou participation observante ? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales, Recherches Qualitatives –, 27, 1, 127–140.

Bellon-Maurel, V., Brossard, M., Garcia, F., Mitton, N., Termier, A., 2022. Agriculture et numérique - Tirer le meilleur du numérique pour contribuer à la transition vers des agricultures et des systèmes alimentaires durables, Livre blanc 6. Inrae - Inria, p. 198. (online: https://www.inrae.fr/actualites/agriculture-numerique-livre-blanc-dinria-inrae-construire-bases-dune-agriculture-numerique-responsable).

Bellon-Maurel, V., Huyghe, C., 2016. L'innovation technologique dans l'agriculture, Géoéconomie, N°80, 159–180. doi: 10.3917/geoec.080.0159.

Bernede, L., Hebrard, J.-P., Seiller, M., 2017. #CoFarming - Le faire ensemble en réseau, 2017.

Beus, C. E., Dunlap, R. E., 1990. Conventional versus Alternative Agriculture: The Paradigmatic Roots of the Debate, Rural Sociology, 55, 4, 590–616. doi: 10.1111/j.1549-0831.1990.tb00699.x.

Boltanski, L., Chiapello, E., 1999. Le nouvel esprit du capitalisme, Paris, Gallimard.

Bordes, J.-P., 2017. Numérique et agriculture de précision, Annales des Mines - Responsabilité et environnement, N° 87, 3, 87–93. doi: 10.3917/re1.087.0087.

Borup, M., Brown, N., Konrad, K., Van Lente, H., 2006. The sociology of expectations in science and technology, Technology Analysis and Strategic Management, 18, 3–4, 285–298. doi: 10.1080/09537320600777002.

Bouchard, J., 2008. Comment le retard vient aux Français : analyse d'un discours sur la recherche, l'innovation et la compétitivité, 1940-1970, Villeneuve-d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion (Acquisition et transmission des savoirs).

Bournigal, J.-M., Houllier, F., Lecouvey, P., Pringuet, P., 2015. 30 Projets Pour Une Agriculture Compétitive Et Respectueuse De L'Environnement, Agriculture Innovation 2025, 70 p.

Bouttet, D., Pierson, P., 2018. Digifermes® : Un laboratoire des technologies numériques, in, PHLOEME - 1ères Biennales de l'Innovation Céréalière, p. 3.

Bronson, K., Sengers, P., 2022. Big Tech Meets Big Ag: Diversifying Epistemologies of Data and Power, Science as Culture, 31, 1, 15–28. doi: 10.1080/09505431.2021.1986692.

Brown, N., Michael, M., 2003. A sociology of expectations: Retrospecting prospects and prospecting retrospects, Technology Analysis and Strategic Management, 15, 1, 3–18. doi: 10.1080/0953732032000046024.

Communiqué de presse - Aladin.farm, 2020. Avec aladin®, InVivo et ses coopératives écrivent le futur de l'agriculture.

Compagnon, D., Saint-Martin, A., 2019. La technique : promesse, mirage et fatalité, Socio, 12, 7–25. doi: 10.4000/socio.4401.

Corbin, J., Strauss, A., 2007. Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory, SAGE Publications. doi: 10.1177/1350507600314007.

Crestey, T., Tisseyre, B., 2019. Comment construire une exploitation en agriculture numérique : retour d'expérience du Mas numérique dans le Sud de la France, Sciences Eaux & Territoires, Numéro 29, 3, 52. doi: 10.3917/set.029.0052.

Ducros, E., 2021. Numérique, robotique, génétique : les nouvelles mamelles de la France agricole. (online: https://www.lopinion.fr/economie/numerique-robotique-genetique-les-nouvelles-mamelles-de-la-france-agricole).

Dumont, A. M., Baret, P. V., 2017. Why working conditions are a key issue of sustainability in agriculture? A comparison between agroecological, organic and conventional vegetable systems, Journal of Rural Studies, Elsevier Ltd, 56, 53–64. doi: 10.1016/j.jrurstud.2017.07.007.

Flamant, J., 2010. Une brève histoire des transformations de l'agriculture au 20è siècle, Mission Agrobiosciences, pp. 1–20.

Flocco, G., Guyonvarch, M., 2019. À quoi rêve la biologie de synthèse ?, Socio, 12, 49–72. doi: 10.4000/socio.4477.

Fontaine, S., 2017. Indice mondial de l'innovation 2017 : la {France} en retard sur l'agriculture numérique ? (online: https://www.industrie-techno.com/article/indice-mondial-de-l-innovation-2017-la-france-en-retard-sur-l-agriculture-numerique.50218).

Fouilleux, É., Goulet, F., 2012. Firmes et developpement durable : Le nouvel esprit du productivisme, Etudes Rurales, 190, 2, 131–146. doi: 10.4000/etudesrurales.9708.

Fournier, T., Lepiller, O., 2019. Se nourrir de promesses, Socio, 1, 12, 73–95. doi: 10.4000/socio.4529.

Gasselin, P., Lardon, S., Cerdan, C., Loudiyi, S., Sautier, D., der Ploeg, J. D., 2021. Coexistence et confrontation des modèles agricoles et alimentaires, éditions Quae. doi: 10.35690/978-2-7592-3243-7.

Gosetti, G., 2017. Sustainable agriculture and quality of working life: Analytical perspectives and confirmation from research, Sustainability (Switzerland), 9, 10. doi: 10.3390/su9101749.

Goulet, F., Meyer, M., Cardinael, C., 2022. Politiser l'équipement, équiper l'autonomie - Enquête sur l'autoconstruction de matériel agricole en France :, Ethnologie française, 52, 2, 397–412. doi: 10.3917/ethn.222.0397.

Goulet, F., Vinck, D., 2016. Expansion des innovations par retrait : éléments de caractérisation et de rélfexion, Courrier de l'environnement de l'Inra, 66.

InPACT, P., 2016. Innovation techniciste et course à l'endettement en agriculture : Pas d'agroécologie sans souveraineté technologique, Initiatives Pour une Agriculture Citoyenne et Territoriale.

Joly, P. P.-B., Rip, A., Callon, M., 2015. Réinventer l'innovation ?, inovatiO n°1 : Innovation? une problématique pluridisciplinaire. (online: https://innovatio.univ-grenoble-alpes.fr/index5417.html?id=252).

Joly, P.-B., 2010. On the economics of techno-scientific promises, in, Débordements : Mélanges offerts à Michel Callon, Paris, Presses des Mines, pp. 203–221. doi: https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.747.

Joly, P.-B., 2015. Le régime des promesses technoscientifiques, in, Pourquoi tant de promesses, Paris, Hermann, pp. 31–48. doi: https://www.researchgate.net/publication/297622208_Le_regime_des_promesses_technoscientifique.

Jones, R., 2008. The economy of promises, Nature Nanotechnology, 3, 2, 65–66. doi: 10.1038/nnano.2008.14.

Labarthe, P., 2012. Public-Private Innovation Network in Knowledge Intensive Services: Co-production or Technological Lock-in? FARMSTAR, a Case Study in Advisory Services for Farmers BT - Case Studies in Service Innovation, in Macaulay, L. A., Miles, I., Wilby, J., Tan, Y. L., Zhao, L., and Theodoulidis, B. (Eds.), New York, NY, Springer New York, pp. 49–52. doi: 10.1007/978-1-4614-1972-3_8.

Laborde, A., 2012. TIC et Agriculture : Appropriation des dispositifs numériques et mutations des organisations agricoles, Recherches Aquitaines sur les Usages pour le Développement des dIspositifs Numériques.

Lacoste, M., Cook, S., McNee, M., Gale, D., Ingram, J., Bellon-Maurel, V., MacMillan, T., Sylvester-Bradley, R., Kindred, D., Bramley, R., Tremblay, N., Longchamps, L., Thompson, L., Ruiz, J., García, F. O., Maxwell, B., Griffin, T., Oberthür, T., Huyghe, C., Zhang, W., McNamara, J., Hall, A., 2022. On-Farm Experimentation to transform global agriculture, Nature Food, 3, 1, 11–18. doi: 10.1038/s43016-021-00424-4.

L'Atelier Paysan, 2021. Reprendre la terre aux machines - Manifeste pour une autonomie paysanne et alimentaire, Paris, Editions du Seuil.

Latham, J., 2021. The myth of a food crisis, in, Rethinking Food and Agriculture, Elsevier, pp. 93–111. doi: 10.1016/B978-0-12-816410-5.00005-0.

Le Mas Numérique, 2017. Le Mas numérique – La synergie du numérique pour la viticulture. (online : https://lemasnumerique.agrotic.org/).

Le Velly, R., 2022. Circuits courts alimentaires : laboratoires du détachement, in, Faire sans, faire avec moins : les nouveaux horizons de l'innovation. Presses des Mines, p. 16.

Lejeune, C., Villalba, B., 2015. La justification durable comme extension du productivisme, in, Sociologie des approches critiques du développement et de la ville durables, Paris, Petra, pp. 255–285.

Lerbourg, J., 2021. Les grands enjeux de l'agriculture numérique : équipements, modèles agricoles, big data, Centre d'études et de prospective - Analyse, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, pp. 1–4.

Lyautey, M., Humbert, L., Bonneuil, C., 2021. Histoire des modernisations agricoles au XXe siècle, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

Martin, A., 2019. L'agriculture veut combler son retard digital, L'Echo. (online: https://www.lecho.be/dossier/pme-wallonie/l-agriculture-veut-combler-son-retard-digital/10110760.html).

Martin, T., Gasselin, P., Hostiou, N., Feron, G., Laurens, L., Purseigle, F., Ollivier, G., 2022. Robots and transformations of work in farm: a systematic review of the literature and a

research agenda, Agronomy for Sustainable Development, 42, 4, 66. doi: 10.1007/s13593-022-00796-2.

Microsoft, 2021. Nourrir 10 milliards d'individus en 2050 : le grand pari de l'{IoT} agricole, Microsoft experiences. (online: https://experiences.microsoft.fr/articles/iot/nourrir-10-milliards-dindividu-en-2050-le-grand-pari-de-liot-agricole/).

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2021. France 2030, objectif 6 : accélérer la révolution agricole et agroalimentaire, Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (online: https://agriculture.gouv.fr/france-2030-objectif-6-accelerer-la-revolution-agricole-et-agroalimentaire).

OMPI, 2017. Indice mondial de l'innovation 2017 : la {Suisse}, la {Suède}, les {Pays} {Bas}, les États-{Unis} d'{Amérique} et le {Royaume}-{Uni} en tête du classement annuel. (online: https://www.wipo.int/pressroom/fr/articles/2017/article_0006.html).

Oui, J., 2021. La précision au secours des pollutions - des technologies numériques pour écologiser le productivisme agricole, École des Hautes Études en Sciences Sociales.

Rebillard, F., 2007. Le Web 2.0 en perspective : une analyse socio-économique de l'internet, Paris, L'Harmattan.

Reddy, N. V., Reddy, A. V. V. V., Pranavadithya, S., Kumar, J. J., 2016. A critical review on agricultural robots, International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 7, 4, 183–188.

Reinert, M., 2022. L'agriculture numérique ou la fin des paysans. (online: https://reporterre.net/L-agriculture-numerique-ou-la-fin-des-paysans).

Rip, A., Voß, J.-P., 2013. Umbrella Terms as Mediators in the Governance of emerging Science and Technology, Science, technology and innovation studies, University of Duisburg-Essen, 9, 2, 39–59.

Rogers, E. M., 2010. Diffusion of Innovations, 4th Edition, Simon and Schuster. (online : https://books.google.fr/books?id=v1ii4QsB7jIC).

Rosental, C., 2019. Formuler des promesses technologiques à l'aide de démos, Socio. La nouvelle revue des sciences sociales, 12, 27–47.

Savalle, J.-M., Lacaille, M., 2018. Aux sources de l'agriculture connectée, Pour, N° 234-235, 2, 113. doi: 10.3917/pour.234.0113.

Scheid, L., 2020. La numérisation de l'agriculture, une mission impossible ?, www.euractiv.fr. (online : https://www.euractiv.fr/section/agriculture-alimentation/news/digitalisation-in-agriculture-mission-impossible/).

Schnebelin, É., 2022. Linking the diversity of ecologisation models to farmers' digital use profiles, Ecological Economics. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107422.

Schnebelin, É., Labarthe, P., Touzard, J. M., 2021. How digitalisation interacts with ecologisation? Perspectives from actors of the French Agricultural Innovation System, Journal of Rural Studies, 86, 599–610. doi: 10.1016/j.jrurstud.2021.07.023.

Servolin, C., 1989. L'agriculture moderne, Seuil.

Smyrnaios, N., 2016. L'effet GAFAM : stratégies et logiques de l'oligopole de l'internet, Communication & langages, 188, 2, 61–83. doi: 10.3917/comla.188.0061.

Sylvester, G., 2016. E-AGRICULTURE Strategy Guide, Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union, p. 222. (online: http://www.fao.org/documents/card/en/c/24f624ea-7891-45e8-9b24-66cbf13f004d/).

Timmermans, S., Tavory, I., 2012. Theory construction in qualitative research: From grounded theory to abductive analysis, Sociological Theory, 30, 3, 167–186. doi: 10.1177/0735275112457914.

Touzard, J.-M., 2018. L'innovation agricole et agroalimentaire au XXIe siècle : maintien, effacement ou renouvellement de ses spécificités ?, in, Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Editions Quae (Synthèses (Quae)), p. 259 p. (online: https://hal.inrae.fr/hal-02790986).

Wolf, S. A., Wood, S. D., 1997. Precision farming: Environmental legitimation, commodification of information, and industrial coordination, Rural Sociology, 62, 2, 180–206. doi: 10.1111/j.1549-0831.1997.tb00650.x.

Yaghoubi, S., Akbarzadeh, N. A., Bazargani, Shadi Sadeghi, Bazargani, Sama Sadeghi, Bamizan, M., Asl, M. I., 2013. Autonomous robots for agricultural tasks and farm assignment and future trends in agro robots, International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering, 13, 3, 1–6.

Annexes de l'article « Agriculture numérique : une promesse au service d'un nouvel esprit du productivisme »

Tableau 21 : Evénements qui ont participé à la construction de données expérientielles

Evénement	Date	Données expérientielles, exemples
Les Rendez-vous de l'agriculture connectée (ESA Connect)	Octobre 2018	Echanges entre acteurs de la recherche et entreprises du numérique agricoles (conférences, tables-rondes, « pitchs »…)
Lancement du projet DIVA par Agri Sud Ouest Innovation	Novembre 2018	Conférences et rencontres entre acteurs des secteurs agricole/alimentaire/ forestier et du secteur du numérique pour essayer de créer des partenariats
Forum International pour la Robotique Agricole (FIRA)	Décembre 2018 Décembre 2019	Conférences et stands de présentations d'entreprises de la robotique agricole. Intervention de membres de la confédération paysanne en opposition aux projets de robotique agricole
Salon International du Machinisme Agricole (SIMA)	Février 2019	Conférences et stands de présentations de start-ups agricoles, d'entreprises d'agroéquipement et de technologies agricoles
Agora DigitAg	Mai 2019	Conférences et sessions de travail en groupe pour établir la définition d' « agriculture numérique » pour Wikipédia
Journées de La Ferme Digitale	Juin 2019	Conférences et stands de présentations de start-ups du numérique agricole, réalisation d'entretien courts avec les entreprises présentes
Innov Agri	Septembre 2019	Salon agricole
Graduate School #DigitAg	Février 2020	Journées réunissant des doctorants DigitAg (Institut Convergence Numérique), travaillant sur l'agriculture numérique (agronomes, informaticiens, géomaticiens, sciences sociales, etc.).

Tableau 22 : Documents codés pour analyser la promesse de l'agriculture numérique (24)

Organisation	Type de document	Date
DigitAg institut de convergence	Site internet	2020
Ministère de l'agriculture et de l'alimentation	Magazine d'information	2016
INRIA	Article en ligne	2020
Chambres d'agriculture France	Extrait site internet	2022
FIRA	Livre	2021
Ecole d'ingénieur ISEN	Présentation master	2021
Start up BAOBA	Site internet	2022
Ministère de l'agriculture et de l'alimentation	Article de presse	2016
Association de start-up Cofarming	Livre blanc	2017
Institut technique Arvalis	Article en ligne	2015
DigitAg institut de convergence	Article de revue	2019
Entreprise du numérique (Microsoft)	Article en ligne	2021
Entreprise de l'agrofourniture (Bayer)	Article en ligne	2022
Ministère de l'agriculture et de l'alimentation	Rapport	2015
Entreprise du numérique (Atos)	Article de revue	2018
Fondation Carasso	Rapport	2021
Entreprise du numérique agroalimentaire (Connecting Food)	Site internet	2021
Gouvernement	Dossier de presse	2021

Association de start up (La ferme digitale)	Site internet	2021
SIMA	Extrait site internet	2020
Entreprise de robotique agricole (Naïo)	Site internet	2021
Microsoft	Présentation d'un service numérique	n. d
Sofiprotéol	Rapport	2016
Yara	Présentation d'un service numérique	2021

Tableau 23 : Entretiens mobilisés (10)

Organisation de la personne rencontrée	**Fonction de la personne rencontrée**	**Thèse**
Ministère de l'agriculture	Délégué au numérique	E. Schnebelin
FNSEA	Responsable numérique	E. Schnebelin
SMAG	Responsable Innovation	E. Schnebelin
Orange	Responsable projet agriculture	E. Schnebelin
Linkin Farm	Fondateur	E. Schnebelin
Fruition Sciences	Fondateur	E. Schnebelin
DigitAg	Chercheur sur les technologies numériques en agriculture	E. Schnebelin
Start-up de robots collaboratifs au FIRA	Concepteur/promoteur	T.Martin
Naïo Technologies	Technicien	T.Martin
Lely	Cadre	T.Martin

Acronymes

AFS : *Automatic fedding system* (robot d'alimentation dans la littérature anglophone)

AFTAlp : Association des Fromages Traditionnels des Alpes Savoyardes

AMS : *Automatic milking system* (robot de traite dans la littérature anglophone)

AOC : Appellation d'origine contrôlée

AOP : Appellation d'origine protégée

APCA : Assemblée permanente des Chambres d'agriculture

APLI : Association des producteurs de lait indépendants

BCAEA : Bonnes conditions agricoles et environnementales

CEE : Communauté économique européenne

CEMAGREF : Centre d'Étude du Machinisme agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts

CI : Consommations intermédiaires

CIVAM : Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural

CIVE : Culture intermédiaire à vocation énergétique

CMS : Conventional milking system (salle de traite conventionnelle dans la littérature anglophone)

COFIT : Comité français interprofessionnel pour les techniques de production du lait

COVID : Corona virus disease

CROCIT : Comité régional d'organisation des contrôles des installations de Traite

CUMA : Coopératives d'utilisation de matériel agricole

DAC : Distributeur automatique de concentrés

DJA : Dotation jeune agriculteur

EAL : Exploitations agricoles laitières

ETA : Entreprises de travaux agricoles

ETP : Équivalent temps plein

FNSEA : Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles

GAEC : Groupement agricole d'exploitation en commun

GNR : Gazole non routier

IA : Intelligence artificielle

ICHN : Indemnité compensatoire de handicaps naturels

INAO : Institut national de l'origine et de la qualité

INRA : Institut national de la recherche agronomique

INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

IPPAP : Indice mensuel des prix agricoles à la production

MAE : Mesures agro-environnementales

MNT : Modèle numérique de terrain

OCL : Organisme de contrôle laitier

ODG : Organisme de défense et de gestion

PAC : Politique agricole commune

PCAE : Plan de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles

PRISMA : *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses*

PT : Prairie temporaire

RMT : Réseau mixte technologique

RPG : Registre parcellaire graphique

RT : Robot de traite

SAU : Superficie agricole utilisée

SAV : Service après-vente

SIQO : Signes d'identification de la qualité et de l'origine

SIR : Syndicat interprofessionnel du Reblochon

SYPROL : Syndicat professionnel des producteurs de lait AOP

UCPA : Union nationale des centres sportifs de plein air

UCS : Unité cartographique de sols

UTA : Unité de travail annuel

UTH : Unité de travailleur humain (équivalent à un temps complet sur une exploitation)

VA : Valeur ajoutée

VL : Vaches laitières

Glossaire

Adret : versant d'une montagne le plus exposé au soleil. Au contraire l'ubac désigne la partie la moins exposée au soleil.

Brétilien/ienne : habitant.e. du département d'Ille-et-Vilaine

Économies d'agglomération : intérêts économiques (ex : gains de productivité) de la concentration spatiale de certains facteurs de production ou secteurs économiques.

Ensilage : méthode de conservation des fourrages par fermentation en milieu humide et au moyen d'un stockage dans un silo.

Entravée (stabulation) : **s**tabulation où les animaux sont attachés au contraire d'une stabulation libre.

Finage : ensemble des parcelles exploitées par une communauté villageoise. Sa conception s'est plus récemment étendue au territoire d'une commune voire d'une exploitation agricole.

Génisse : jeune vache n'ayant pas encore mis bas et ne produisant donc pas de lait.

Gobelet trayeur : tube adapté au trayon d'une vache et permettant d'extraire le lait en traite mécanique ou robotique.

Isochrone : en géographie, une isochrone est un espace délimité par une durée de déplacement donné avec un moyen de déplacement donné (voiture, pédestre, transports publics, etc.).

Référence laitière : terme désignant le volume de lait contractualisé entre un éleveur et une laiterie dans la continuité des quotas laitiers distribués par l'État (sorte de droit à produire).

Rente de qualité territoriale : « Elle reflète la capacité des acteurs à créer des processus institutionnels susceptibles de capter le consentement à payer des consommateurs associés à l'environnement du produit. » (Pecqueur 2001, 38).

Stalle : espace occupé par un animal dans un bâtiment d'élevage. En traite robotisée, le nombre de stalles correspond au nombre de vaches pouvant être traites en même temps.

Système d'élevage : « *un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé par l'homme en fonction de ses objectifs, pour faire produire (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure...) et se reproduire un collectif d'animaux domestiques en valorisant et renouvelant différentes ressources* » (Dedieu et al. 2008)[248]

[248] Dedieu, B., P. Faverdin, J. Y. Dourmad, et A. Gibon. 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. INRAE Productions animales, 21(1) : 45-58. Doi : 10.20870/productions-animales.2008.21.1.3374.

Système de culture : « *ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique* » (Sébillotte 1990)[249]. Il est défini par les types de cultures, leur succession et association ainsi que par les itinéraires techniques appliqués.

Système de production : « *un mode de combinaison entre terre, forces et moyens de travail à des fins de production végétale et/ou animale, commun à un ensemble d'exploitations.* » (Reboul 1976)[250]

Vache allaitante : vache élevée pour la production de veaux destinés à la production de viande.

Vache tarie : vache laitière pendant sa période improductive c'est-à-dire entre deux cycles de lactation.

[249] Sebillotte, M. 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In Les systèmes de culture. INRA.

[250] Reboul, C. 1976. Mode de production et systèmes de culture et d'élevage. Économie rurale, 112(1). 55-65. doi : 10.3406/ecoru.1976.2413.

Table des cartes

Carte 1 : Localisation des terrains d'étude de la thèse....22
Carte 2 : Les trois grands ensembles du croissant laitier français en 2020....100
Carte 3 : Des terrains d'étude choisis au regard de la diversité géographique de la production laitière française....101
Carte 4 : Délimitation de notre zone d'étude au sein du département d'Ille-et-Vilaine....103
Carte 5 : Délimitation de notre zone d'étude au sein de l'AOP Reblochon....106
Carte 6 : Nos deux terrains d'étude : trois nuances paysagères des territoires laitiers français....136
Carte 7 : Diffusion du tracteur en Haute-Savoie avant 1962....163
Carte 8 : Les unités de méthanisation en Ille-et-Vilaine en 2021....183
Carte 9 : Un finage type du bassin ouest rennais : simplification des rotations et de diminution de la diversité cultivée....184
Carte 10 : Appellations fromagères de Haute-Savoie....187
Carte 11 : Une organisation du territoire qui révèle l'adaptation des exploitations laitières à un contexte foncier déterminant des trajectoires....189
Carte 12 : Le développement du marché du robot de traite dans le Grand-Ouest français....283
Carte 13 : Lely & DeLaval : deux logiques géographiques de distribution du robot de traite....294
Carte 14 : L'hétérogénéité départementale du déploiement du robot de traite : entre structure et agentivité face à l'innovation....300
Carte 15 : Les contraintes spatiales du travail d'astreinte dessinent des bassins de maintenance – le cas d'une concession savoyarde....309
Carte 16 : Densité du réseau métropolitain de distribution du robot de traite....312
Carte 17 : Diversité géographique des spécialisations de la production agricole à l'échelon communal en 2020 : des terrains marqués par la prédominance de l'élevage laitier....383
Carte 18 : Le bassin ouest Rennais : une cuvette formée par l'affaissement du massif armoricain....384
Carte 19 : Notre terrain haut-savoyard : un plateau molassique et un massif préalpin....385

Table des figures

Figure 1 : Le robot de traite en action : branchement des gobelets trayeurs par le bras mécanique d'un robot Lely....18
Figure 2 : Extrait de la bande dessinée « R.U.R - Le soulèvement des robots » adaptée de l'œuvre de C. Capek par K. Cupova en 2022....30
Figure 3 : La première adaptation de science-fiction est diffusée à la télévision en 1938 par la BBC. 32
Figure 4 : En 1961, Unimate, le premier robot, fait son apparition sur une chaîne de production de General Motors....32
Figure 5 : Magali le robot cueilleur de pomme développé dans les années 1980 par le CEMAGREF 44
Figure 6 : Une des premières versions du robot de traite de la marque Prolion....49
Figure 7 : Nombre de publications par an traitant des robots en agriculture....51
Figure 8 : Catégorisation disciplinaire des publications traitant du robot en agriculture....52
Figure 9 : Diversité du déploiement des robots agricoles en 2018, en France....54
Figure 10 : Évolution du nombre d'exploitants, de coexploitants et de salariés agricoles permanents de 1866 à 2016....64
Figure 11 : Synthèse des cinq types de mobilisation de la main-d'œuvre dans les exploitations agricoles françaises, et évolution de 2000 à 2016....67
Figure 12 : left: weeding robot for vegetable production, photo by Naïo Technologie; right: automated milking system, iStock photo by Elmar Gubisch....71
Figure 13 : PRISMA flow diagram....74
Figure 14 : Co-author network....75
Figure 15 : Types of robot analyzed in our literature analysis by year of publication....76
Figure 16 : Disciplinary composition of the corpus (a) and proportion of each discipline in the corpus as a function of time (b)....76
Figure 17 : La plaine de la Meu et de la Flume : un paysage marqué par la prédominance de l'élevage 137
Figure 18 : Le plateau des Bornes : un plateau préalpin vallonné et bocager où quelques parcelles céréalières parsèment un vaste parcellaire prairial....138
Figure 19 : La Clusaz : une vallée de moyenne montagne au cœur des massifs des Bornes et Aravis 139
Figure 20 : Nombre d'exploitations agricoles selon le mode de faire-valoir....146
Figure 21 : Répartition des exploitations en 1955 selon la surface totale (bois non compris) pour les trois petites régions agricoles étudiées & moyennes mobiles....147
Figure 22 : Campagne d'information sur l'indemnité viagère de départ – archives de la Bibliothèque Nationale de France, site de Tolbiac, consultées en décembre 2022....153

Figure 23 : Deux déclinaisons de la modernisation laitière dans les années 1960 et 1970 : révolution fourragère en plaine et expansion des prairies permanentes en montagne.....160
Figure 24 : Evolution de l'indice des prix (base 100 en 1955) des principaux produits des exploitations laitières (lait, veaux, gros bovins), des principales consommations intermédiaires (gazole non routier, engrais) et du salaire minimum (Smic horaire) 167
Figure 25 : Evolution de l'indice des prix des principaux produits des exploitations laitières (base 100 en 1955) déflatés par l'indice des prix à la consommation.....168
Figure 26 : Pourcentage du nombre d'exploitations en fonction de la Surface Agricole Utilisée (par tranche) et évolution du nombre d'exploitations.....175
Figure 27 : Évolution du prix du lait en zone d'AOP Reblochon et du prix du lait standard sur le marché national.....179
Figure 28 : Évolution de la division sectorielle du travail.....194
Figure 29 : Évolution de la quantité de travail (UTA) et du nombre d'exploitations agricoles en Ille-et-Vilaine et en Haute-Savoie. 195
Figure 30 : Publicité pour le contrôle laitier dans le Paysan savoyard du 24/12/1966.....197
Figure 31: Mise en œuvre d'une nouvelle division spatiale du travail : exemple de la répartition régionale des fabrications d'emmental en 1970 (a) et 2001 (b) ; d'après (Calvez 2005).....199
Figure 32 : Le Reblochon fermier (pastille de caséine verte) est produit à la ferme avec le lait du troupeau, après chaque traite, deux fois par jour ; le Reblochon laitier (pastille de caséine rouge) est fabriqué dans des unités de transformation (fruitières ou agro-industries) avec du lait de différents troupeaux de la zone AOP.....201
Figure 33 : Trajectoire d'une exploitation laitière spécialisée dans le bassin ouest rennais : de l'exploitation familiale à deux UTA à une dissociation progressive entre travail et capital dans une structure à huit actifs.....204
Figure 34 : La centralité du travail dans le discours modernisateur – extraits de publicités dans la presse agricole départementale 209
Figure 35 : Capture d'écran de la rubrique consacrée à l'achat de robot de traite d'occasion sur le site du leader du marché de la robotique de la traite Lely 218
Figure 36 : Nombre d'exploitations en fonction du nombre de vaches laitières pour le département d'Ille-et-Vilaine en 2020, données lissées.....223
Figure 37 : Photo aérienne annotée par l'éleveur pour le découpage du parcellaire adjacent au bâtiment du robot afin de maintenir du pâturage.....230
Figure 38 : Distribution de la taille des troupeaux des exploitations produisant du lait en Ille-et-Vilaine pour les années 2000, 2010 et 2020.....233
Figure 39 : Trajectoire d'une exploitation laitière du bassin ouest rennais équipée de robots de traite depuis l'installation de Pierre, chef d'exploitation 237
Figure 40 : Trajectoire d'une exploitation laitière du plateau des Bornes équipée de robots de traite depuis l'installation de Jean-Marc, chef d'exploitation.....238
Figure 41 : Les différents types de salles de traite 241

Figure 42 : Le robot vu du côté de l'opérateur – a. Schéma du robot de traite A5 de l'entreprise Lely, vu du côté "opérateur" – b. Photo d'un robot Lely côté opérateur (T. Martin) 244
Figure 43 : Le robot vu du côté vache – a. Schéma du robot de traite A5 de l'entreprise Lely, vu du côté "vache" – b. Photo d'un robot Lely côté vache (T. Martin).....244
Figure 44 : Une stabulation aménagée en circulation libre.....247
Figure 45 : « Un élevage performant - La circulation libre des vaches » - Captures de la vidéo de promotion du modèle de circulation libre de Lely, leader du marché de la traite robotisée.....249
Figure 46 : Surveillance, contrôle et gestion de la traite par ordinateur, photo extraite du blog des jeunes de la MFR Haleine 253
Figure 47 : Le téléphone : un outil de travail pour le suivi de la traite robotisée.....256
Figure 48 : Publicité pour le robot de traite VMS de DeLaval et mise en image des loisirs en famille 263
Figure 49 : le premier robot de traite installé en 1992 et inauguré en 1993 à Bouillancourt-en-Séry dans la Somme chez Claude Tellier 279
Figure 50 : Nombre d'exploitations françaises équipées d'au moins un robot de traite.....285
Figure 51 : Publicité pour le robot de traite VMS de DeLaval : mise en avant de son expérience dans les équipements pour l'élevage.....290
Figure 52 : Intervention d'un groupe de militants au Forum International de la Robotique Agricole à Toulouse en décembre 2018.....320
Figure 53 : Répartition des exploitations selon le nombre de bovins pour nos trois régions agricoles 386
Figure 54 : Part des terres labourables, boisées et toujours en herbe dans l'ensemble du territoire bretillien en 1950 386
Figure 55 : Part des terres labourables, boisées et toujours en herbe dans l'ensemble du territoire haut-savoyard en 1950 387
Figure 56 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles françaises en fonction de la classe de superficie agricole utilisée.....387
Figure 57 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles bretilliennes en fonction de la classe de superficie agricole utilisée.....388
Figure 58 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles haut-savoyardes en fonction de la classe de superficie agricole utilisée 388
Figure 59 : Evolution des prix du lait en agriculture biologique et en production conventionnelle 389
Figure 60 : Production de Reblochon en tonnes de 1987 à 2009 - données et figure extraits de la documentation du SIR.....389
Figure 61 : Moyenne annuelle des cours de tourteaux de soja 390
Figure 62 : Evolution du budget de la PAC (courbe noire) et de son allocation aux différentes mesures de soutien à l'agriculture.....390
Figure 63 : Progression des surfaces de blé et maïs et recul des prairies naturelles en Ille-et-Vilaine 391

Figure 64 : Maintien des surfaces de prairie naturelle en Haute-Savoie par l'importance des AOP fromagères notamment le Reblochon 391
Figure 65 : Répartition du parc d'installations de traite en 2022 392
Figure 66 : Part des différents types d'installations de traite dans les nouvelles installations d'atelier en Bretagne en 2019....392
Figure 67 : Les deux grands modes de circulation des animaux en traite robotisée....393

Table des tableaux

Tableau 1 : Bilan des entretiens réalisés dans le cadre des deux diagnostics agraires.....111
Tableau 2 : Synthèse des entretiens réalisés au cours de la thèse 132
Tableau 3 : Synthèse comparative de nos 2 terrains d'étude.....135
Tableau 4 : Synthèse de la diversité des déclinaisons territoriales de la modernisation laitière 192
Tableau 5 : Part des exploitations produisant du lait équipées d'un robot de traite par pays 278
Tableau 6 : Lely et DeLaval : deux modèles de diffusion du robot de traite.....291
Annexe 2 Typologie simplifiée des exploitations laitières équipées de robots de traite sur nos terrains.....382
Tableau 8 : Entretiens exploratoires (17 entretiens « experts ») 394
Tableau 9 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans le bassin ouest rennais en Ille-et-Vilaine (21 entretiens réalisés dans 18 exploitations) 395
Tableau 10 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans la zone Reblochon en Haute-Savoie (22 entretiens réalisés dans 18 exploitations) 396
Tableau 11 : Autres entretiens réalisés (vendeurs de robot, techniciens, cadres, membre de l'ODG, etc. – 21 enquêtés et 23 entretiens) 397
Tableau 12 : Entretiens réalisés par David Quentin.....398
Tableau 13 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (site Tolbiac, Paris) 399
Tableau 14 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (collection numérique) 400
Tableau 15 : Archives départementales de Haute-Savoie (Annecy).....400
Tableau 16 : Archives des Amis du Val de Thônes.....401
Tableau 17 : Origine et détails des données statistiques et géomatiques utilisées.....402
Tableau 18 : Comparaison des différentes études sur l'évolution de la durée du travail en traite robotisée 405
Tableau 19 : Articles inclus dans la revue systématique de littérature (n = 90).....409
Tableau 20 : Articles exclus dans la revue systématique de littérature (n = 122).....414
Tableau 21 : Evénements qui ont participé à la construction de données expérientielles.....452
Tableau 22 : Documents codés pour analyser la promesse de l'agriculture numérique (24).....452
Tableau 23 : Entretiens mobilisés (10) 453

Table des encadrés

Encadré 1 : Les références aux entretiens dans le texte du manuscrit....25
Encadré 2 : Le travail ?....33
Encadré 3 : Éléments de méthode du travail exploratoire....95
Encadré 4 : Les trois grandes catégories de travaux en élevage - la méthode Bilan travail....96
Encadré 5 : La petite région agricole....98
Encadré 6 : les territoires laitiers français....99
Encadré 7 : Les AOP au service d'une rente de qualité territoriale....105
Encadré 8 : La méthode du diagnostic agraire....109
Encadré 9 : Du travail prescrit par l'instrument au travail réel : script, scénario et schème d'utilisation....123
Encadré 10 : Le développement de la méthanisation dans les exploitations laitières du bassin ouest rennais....182
Encadré 11 : Des difficultés à chiffrer le déploiement du robot de traite....221
Encadré 12 : La courbe de Rogers....232
Encadré 13 : Cas d'étude. La franchise Lely de Bain-de-Bretagne en Ille-et-Vilaine....307

Sommaire détaillé

Résumé 6
Remerciements 7
Sommaire 10

INTRODUCTION GENERALE 15
1. Les robots en agriculture 16
2. Une analyse par la division du travail 18
3. Une géographie de la division du travail en agriculture 20
3.1 Une étude historiquement située et géographiquement localisée 20
3.2 Une enquête entre le monde des éleveurs laitiers et celui des vendeurs de robots 22
4. Plan de la thèse 23
4.1 Première partie : robots agricoles et transformations du travail 23
4.2 Seconde partie : la contribution du robot de traite à une nouvelle division du travail dans la production laitière 24

PREMIERE PARTIE ROBOTS AGRICOLES ET TRANSFORMATIONS DU TRAVAIL 26

Chapitre 1 Le robot : de la science-fiction à l'agriculture 27
Introduction 27
1. Le robot : entre artefact industriel et imaginaire collectif 28
1.1 Le robot : une origine littéraire 28
1.2 L'arrivée du robot dans les industries 30
2. Remplacement du travailleur ou métamorphose du travail ? 33
2.1 L'automatisation : une menace pour l'emploi ? 33
2.2 Persistance et mutations du travail 36
2.3 Déplacement des espaces géographiques du travail 39
3. Le robot en agriculture : de l'Âge d'or de la robotique agricole à l'âge de la promesse technoscientifique 41
3.1 Les années 1980 : naissance tardive de la robotique agricole 41
3.2 Des spécificités de l'activité agricole aux difficultés de sa robotisation 44
3.3 Des échecs au déploiement du robot de traite 46
3.4 L'agriculture numérique ou le retour du robot comme promesse de transformation de l'agriculture 49
4. Machines, automates, robots : enjeux et complexité d'une définition partagée du robot en agriculture 55
4.1 Des difficultés à définir le robot 55
4.2 Proposition d'une définition du robot agricole 58
Conclusion 60

Chapitre 2 Robots agricoles et transformations du travail : une revue systématique 62

Introduction 62
1. Les principales mutations du travail en agriculture 63
1.1 Après-guerre : la modernisation portée par l'exploitation familiale 63
1.2 Années 1980 : adapter l'organisation du travail à la crise du modèle modernisateur 65
1.3 Aujourd'hui : éclatement du modèle familial et diversité des formes d'organisation du travail 66
1.4 Questionner la contribution des robots à ces mutations du travail 68
2. Robots et transformations du travail en agriculture : une revue systématique de la littérature 69
2.1 Introduction 69
2.1.1 Agricultural robots: the issues of transformations of work 69
2.1.2 What is and what is not a robot? 70
2.1.3 What is agricultural work for us? 71
2.2 Methods 72
2.2.1 Research strategy 72
2.2.2 Selection process 73
2.3 An emerging topic dominated by a technical and economic vision of work 74
2.4 Farm structure and the labor market 77
2.4.1 Farm structures: robots for large or small farms? 77
2.4.2 The robot and the labor market 78
2.4.3 Division of labor and power relations 79
2.5 Work organization 79
2.5.1 Flexibility and quality of life 79
2.5.2 Displacement of tasks and creation of new ones 80
2.6 Meaning of work 81
2.6.1 Mental workload and technostress 81
2.6.2 Change in humans' relationships with animals 81
2.6.3 Robotization and the shaping of a new farmer? 82
2.7 Work performances 83
2.7.1 Reduction in human labor: level of evidence for the milking robot 83
2.7.2 Economic performance 85
2.8 Towards a research agenda 86
2.8.1 Robots and the transformation of work: between common logics and the singularity of each robot 86
2.8.2 Farm structure and the labor market 87
2.8.3 Work organization 89
2.8.4 Meaning of work 89
2.8.5 Work performances 90
2.9 Conclusion of the systematic review 92
Conclusion 93

Chapitre 3 Du système agraire à la division du travail. Itinéraire d'une recherche constructiviste, cadre d'analyse et dispositif de recherche 94
Introduction 94

1. Choix d'un objet technique et de terrains d'étude 94
1.1 Des robots au robot de traite 95
1.1.1 Un recul historique autorisant une analyse trajectorielle et diachronique 95
1.1.2 Considérer la diversité des formes d'organisation du travail..... 95
1.1.3 La centralité de l'astreinte de la traite dans l'organisation du travail des éleveurs laitiers 96
1.1.4 Considérer la diversité géographique de la production laitière..... 97
1.2 Des terrains au sein de la géographie laitière française 97
1.2.1 Étudier le travail à l'échelle de la petite région agricole 97
1.2.2 Critères et processus de sélection des petites régions choisies..... 98
1.2.3 De l'Ille-et-Vilaine au bassin ouest rennais 102
1.2.4 De la zone Reblochon aux plateau des Bornes et massifs des Bornes-Aravis..... 104
2. Cadre d'analyse : de l'agriculture comparée à la division du travail 107
2.1 L'agriculture comparée : une analyse structuraliste du travail et des conditions techniques et économiques de l'activité 107
2.1.1 Le système agraire..... 107
2.1.2 Analyse des deux systèmes agraires étudiés 108
2.2 La division du travail 111
2.2.1 La division du travail dans la théorie historique de l'agriculture comparée 112
2.2.2 La division du travail : un concept riche d'une diversité disciplinaire et analytique.. 113
2.3 Proposition d'un cadre théorique de la division du travail en agriculture 115
2.3.1 Le travail divisé..... 116
2.3.2 Les quatre dimensions analytiques de la division du travail 116
2.3.3 Le temps et l'espace comme forces d'agencement de la division du travail 119
2.3.4 Une approche constructiviste 121
2.4 Application de ce cadre à la traite robotisée..... 121
2.4.1 Le travail divisé : l'astreinte de fluidité 121
2.4.2 L'éleveur et ses coopérations pour le maintien d'une traite continue 123
2.4.3 L'espace et le temps de la division du travail..... 124
3. Dispositif de recherche..... 125
3.1 Caractériser la construction historique de la division du travail (chapitre 4)..... 125
3.1.1 Objectif et démarche..... 125
3.1.2 Matériel..... 125
3.1.3 Méthode d'analyse..... 127
3.2 Analyser la contribution du robot à une nouvelle disposition de la division du travail (chapitres 5 et 6)..... 128
3.2.1 Objectif et démarche..... 128
3.2.2 Matériel..... 128
3.2.3 Méthode d'analyse..... 131
4. Présentation des terrains d'étude..... 132
4.1 La plaine de la Meu et de la Flume..... 132
4.2 La zone Reblochon..... 133
4.2.1 Le plateau des Bornes 133
4.2.2 Les massifs des Bornes et Aravis 134

Conclusion 140

DEUXIEME PARTIE LA CONTRIBUTION DU ROBOT DE TRAITE A UNE NOUVELLE DIVISION DU TRAVAIL DANS LA PRODUCTION LAITIERE.....141

Chapitre 4 Trois nuances de blanc. Une analyse comparée de la modernisation dans deux petites régions laitières (1945-2020) 142

Introduction 142

1. Trajectoires de modernisation de deux petites régions laitières 143

1.1 L'après-guerre : les systèmes de polyculture-élevage à la veille de la modernisation..... 143

1.1.1 L'après-guerre : pauvreté rurale, migration et crise de la production..... 143

1.1.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production 144

1.1.3 Haute-Savoie : transformation fermière en haut et fruitière en bas 147

1.1.4 Bassin rennais : vente de lait, de beurre dans des systèmes intensifs en travail..... 149

1.1.5 En résumé de la situation au sortir de la guerre 150

1.2 Années 1960-1984 : la modernisation laitière des plaines..... 150

1.2.1 Les politiques de modernisation de l'agriculture 150

1.2.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production 155

1.2.3 Diversité spatiale et temporelle de la modernisation..... 162

1.2.4 En résumé de la période 1960-1984 164

1.3 1984 - 2003 : crise du régime fordiste et essor de la qualité..... 164

1.3.1 Crise de la régulation du secteur laitier et développement de l'agriculture de montagne 164

1.3.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production 168

1.3.3 En résumé de la période 1984-2003 175

1.4 2003 – aujourd'hui : dérégulation et restructuration dans le bassin rennais & régulation locale et intensification en zone Reblochon..... 176

1.4.1 Le chassé-croisé de la régulation : démantèlement en plaine et régulation de l'offre en zone Reblochon 176

1.4.2 Fonctionnement et différenciation des systèmes de production 179

1.4.3 En résumé de la période 2003-aujourd'hui..... 190

1.5 Conclusion des trajectoires de modernisations de deux petites régions laitières 190

2. Lire cette modernisation laitière comme une reconfiguration de la division du travail 193

2.1 Une nouvelle division sectorielle du travail..... 193

2.1.1 Moins d'actifs et plus d'intégration industrielle 193

2.1.2 L'émergence de services autour de l'exploitation 196

2.2 Une division du travail entre exploitations révélée par l'espace géographique 197

2.2.1 Le grand déménagement de l'emmental : une division régionale du travail..... 197

2.2.2 Le haut et le bas : une division territoriale du travail..... 200

2.3 Une division du travail dans l'exploitation entre famille et machines 201

2.3.1 Agrandissement et réorganisation de la division interne du travail 201

2.3.2 La pluriactivité : une division du travail à l'échelle du ménage..... 205

2.3.3 Le travail : une ressource à optimiser par la machine..... 205

3. Trois nuances de blanc : conclusion d'une histoire comparée de la modernisation laitière . 210

Chapitre 5 Le temps du robot, le temps de l'éleveur et celui des salariés. Traite robotisée et transformations du travail dans l'exploitation agricole 212
Introduction 212
1. Diversité des exploitations robotisées 213
1.1 Une grande diversité d'exploitations robotisées 213
1.1.1 Une diversité qui dépasse l'imaginaire industriel du robot 213
1.1.2 Le point de vue des vendeurs de robots : du robot pour tous ! 215
1.2 Les contraintes structurelles et fonctionnelles du robot de traite 218
1.2.1 Le script structurel des exploitations robotisées 219
1.2.2 Le script technique du robot de traite 226
1.3 Diversité des trajectoires de robotisation de la traite 230
1.3.1 Après la restructuration, la robotisation 230
1.3.2 Typologie des trajectoires de robotisation 233
3.1 Conclusion de la partie 1 239
2. Un travail marqué par un idéal de fluidité 239
2.1 Vers la fluidité de la production laitière 239
2.1.1 La traite conventionnelle : un travail d'astreinte et un flux séquentiel 239
2.1.2 La traite robotisée : un dispositif matériel 241
2.1.3 Libres de produire : un dispositif de fluidité centré sur l'animal 245
2.2 Le travail de fluidité 250
2.2.1 Du geste mécanique au contrôle métrique : « Il faut le laisser faire » 250
2.2.2 Une surveillance à distance et en permanence 253
3.2 Conclusion de la partie 2 256
3. Le temps des hommes et celui des machines 257
3.1 Le robot et l'éleveur : temps de travail vécu, aspirations et comparaisons 257
3.1.1 Le temps de l'éleveur et celui de la société 257
3.1.2 « On travaille toujours autant » 264
3.2 Robot et salariat : de la substitution à l'attraction 267
3.2.1 Le temps de l'éleveur et celui du salarié 267
3.2.2 Le temps du robot et celui du salarié 271
3.3 Conclusion de la partie 3 273
Conclusion 273

Chapitre 6 Le robot, l'éleveur et le technicien. Les implications sociales et spatiales d'une nouvelle division sectorielle du travail 275
Introduction 275
1. Une géographie du déploiement du robot de traite 276
1.1 Une forte hétérogénéité internationale du déploiement du robot de traite 276
1.2 Le développement du marché français de la traite robotisée 278
1.2.1 1995 - 2005 : les prémices du marché dans le Grand-Ouest laitier 279
1.2.2 2005 à aujourd'hui : croissance du marché et extension spatiale 284
1.3 Aujourd'hui : rouge ou bleu, « *il faut choisir son* équipe » 285
1.3.1 Deux marques, deux modèles de diffusion du robot de traite 285
1.3.2 L'adaptation aux spécificités territoriales 292

1.4 Conclusion partie 1 295
2. Les espaces d'une nouvelle division du travail : conflit et coopération entre éleveurs et entre techniciens et éleveurs 296
2.1 Entre coopération et conflictualisation de la division territoriale du travail 296
2.1.1 L'organisation du travail d'astreinte : reconfigurations locales de la coopération et stratégies de ciblage des vendeurs de robots 296
2.1.2 Quand le robot révèle et conflictualise une division territoriale du travail 301
2.2 Le travail de maintenance : une nouvelle division spatiale du travail 303
2.2.1 Les nouvelles relations de travail entre éleveurs et techniciens 303
2.2.2 Les bassins de maintenance de la traite robotisée 307
2.2.3 Vers une géographie laitière de l'amont : quelle place pour le machinisme ? 313
Conclusion 315

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE 317
1. Les principales transformations du travail en traite robotisée 317
1.1 Le temps et le contenu du travail 317
1.2 Des relations de travail qui évoluent 318
1.3 Des espaces productifs redessinés 318
2. Les imaginaires du robot en agriculture 319
2.1 De la substitution aux nouvelles frontières du travail 319
2.2 Vers un mode de production industrielle de l'agriculture ? 322
2.2.1 Agriculture industrielle ? 322
2.2.2 La robotisation de la traite : une industrialisation de l'agriculture ? 324
2.2.3 Le robot dans des exploitations industrielles ? 325
3. Vers une nouvelle division du travail en agriculture ? 328
3.1 La modernisation laitière par le prisme de la division du travail 328
3.2 Le robot de traite : renouvellement ou intensification de la division du travail ? 330
3.2.1 L'éleveur et l'amont 330
3.2.2 Travail familial et travail salarial 331
3.2.3 Travail de qualité vs travail de quantité 331
3.2.4 L'éleveur et la société 332
3.3 La division du travail : d'autres perspectives pour étudier les transformations de la traite robotisée 332
3.3.1 La division genrée du travail 332
3.3.2 L'éleveur et les conseillers 333
3.3.3 Nouvelles relations au sein des filières 333
Conclusion : de l'éleveur à la sentinelle ? 334

BIBLIOGRAPHIE 335

ANNEXES 378
Annexe 1 Résumé en français de la revue systématique de littérature 379

Annexe 2 Typologie simplifiée des exploitations laitières équipées de robots de traite sur nos terrains (Tableau 7) 382
Annexe 3 Figures et carte 383
Annexe 3.1 : Nos deux terrains dans la diversité géographique de la France agricole 383
Annexe 3.2 : L'agriculture de nos deux terrains dans l'après-guerre 386
Annexe 3.3 : Evolution de l'agriculture au prisme du recensement agricole 387
Annexe 3.4 : Prix, volumes et subventions : tendances et évolutions 389
Annexe 3.5 : Evolution historique des assolements sur nos deux terrains 391
Annexe 3.6 : Installations de traite : chiffres et schémas 392
Annexe 4 Entretiens réalisés 394
Tableau 8 : Entretiens exploratoires (17 entretiens « experts ») 394
Tableau 9 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans le bassin ouest rennais en Ille-et-Vilaine (21 entretiens réalisés dans 18 exploitations) 395
Tableau 10 : Entretiens réalisés avec des éleveurs dans la zone Reblochon en Haute-Savoie (22 entretiens réalisés dans 18 exploitations) 396
Tableau 11 : Autres entretiens réalisés (vendeurs de robot, techniciens, cadres, membre de l'ODG, etc. – 21 enquêtés et 23 entretiens) 397
Tableau 12 : Entretiens réalisés par David Quentin 398
Annexe 5 Archives consultées 399
Tableau 13 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (site Tolbiac, Paris) 399
Tableau 14 : Archives de la Bibliothèque nationale de France (collection numérique) 400
Tableau 15 : Archives départementales de Haute-Savoie (Annecy) 400
Tableau 16 : Archives des Amis du Val de Thônes 401
Annexe 6 Données statistiques et géomatiques utilisées 402
Tableau 17 : Origine et détails des données statistiques et géomatiques utilisées 402
Annexe 7 Etudes sur la diminution de la durée du travail en traite robotisée 405
Tableau 18 : Comparaison des différentes études sur l'évolution de la durée du travail en traite robotisée 405
Annexe 8 Listes des articles inclus et exclus dans la revue systématique 409
Tableau 19 : Articles inclus dans la revue systématique de littérature (n = 90) 409
Tableau 20 : Articles exclus dans la revue systématique de littérature (n = 122) 414
Annexe 9 Guide d'entretien avec les éleveurs 422
Annexe 9.1 : Guide d'entretien avec les éleveurs pour l'Ille-et-Vilaine 422
Annexe 9.2 : Guide d'entretien avec les éleveurs pour l'Ille-et-Vilaine 425
Annexe 10 Formulaire de consentement pour les entretiens 428
Annexe 11 Article à paraitre dans Natures Sciences Sociétés 429

ACRONYMES 454

GLOSSAIRE 456

TABLE DES CARTES 458

TABLE DES FIGURES.....459

TABLE DES TABLEAUX.....463

TABLE DES ENCADRES.....464

SOMMAIRE DÉTAILLÉ.....465

Abstract

In agriculture, robots hold out the promise of sustainability and higher labor productivity. They are also promoted for their potential to solve the workforce shortages in the sector, to reduce the arduousness of agricultural work, and even to replace farmers. These promises, and the associated fears, are embedded in human substitution by robot's imaginary. This imaginary takes root in the science fiction of the XXth century and keeps on shaping our collective representations. Although the deployment of agricultural robots is limited, the robotization of dairy cow milking is the only robotic innovation to have experienced sustained growth over time. The first milking robots arrived on French dairy farms in the 1990s, and now account for almost one in two new milking installations. The milking routine disappeared, and work is reorganized around the monitoring and intervention required to maintain continuous milking. The transition from conventional to robotized milking turns milking into a continuous process, whose ideal is inspired by the principle of industrial fluidity. The result is a new division of labor organized around the work of fluidity. We propose a framework for analysing the division of agricultural labor and then we analyse the changes in this division of labor in robotized milking. The division of labor implemented during the agricultural modernization of the XXth century reveals territorial variations that a historical and comparative analysis highlights. Two small French agricultural regions are compared: the western Rennes basin in Ille-et-Vilaine and the Reblochon protected designation of origin zone in Haute-Savoie. This thesis shows how the robotization of milking involves a reconfiguration of the division of labor in four dimensions. i. On the farm, the new organization of work facilitates the integration and control of wage labor. It also widens the range of hours worked by the farmer, and creates greater porosity between work and non-work. ii. The work of fluidity involves local cooperation between farmers, which contributes to explain the geographical dynamics of milking robot deployment. However, the robotization of milking can lead to conflicts within local cooperation organizations. In the Reblochon area, the deployment of milking robots reveals and brings into conflict a territorial labor division of territorial rent. iii. Finally, maintaining fluidity needs technicians work in maintenance areas within a wide network of milking machinery distributors. iv. Finally, the new organisation of work following robotic milking demonstrates farmers' desire to access new life style from which they were previously excluded.

Keywords

Dairy, milking robot, automatic milking system, division of labor, industrial fluidity, dairy farm, milking machinery, maintenance area, robots suppliers.

Resumen

En el sector agropecuario, los robots encierran la doble promesa de sostenibilidad y mayor productividad laboral. Se promocionan también por su potencial para resolver la escasez de mano de obra en el sector, reducir la penosidad del trabajo agrícola e incluso sustituirse a los agricultores. Estas promesas, y los temores que las acompañan, se inscriben en el imaginario de la sustitución humana por robots. Este imaginario hunde sus raíces en la ciencia ficción del siglo XX y sigue dando forma a nuestras representaciones colectivas. Aunque el despliegue de robots agropecuarios es limitado, la robotización del ordeño de las vacas lecheras es la única innovación robótica que ha experimentado un crecimiento sostenido en el tiempo. Los primeros robots de ordeño llegaron a las explotaciones lecheras francesas en los años 90, y en la actualidad representan casi una de cada dos nuevas instalaciones de ordeño. La rutina del ordeño desapareció, y el trabajo se reorganiza en torno a la vigilancia y la intervención necesarias para mantener un ordeño continuo. La transición del ordeño convencional al robotizado convierte el ordeño en un proceso continuo, cuyo ideal se inspira en el principio de fluidez industrial. El resultado es una nueva división del trabajo organizada en torno al mantener la fluidez. Proponemos un marco de análisis de la división del trabajo agrícola y, a continuación, analizamos los cambios de esta división del trabajo en el ordeño robotizado. La división del trabajo aplicada durante la modernización agropecuaria del siglo XX revela variaciones territoriales que un análisis histórico y comparativo pone de relieve. Se comparan dos pequeñas regiones agropecuarias francesas: la región occidental de Rennes, en Ille-et-Vilaine, y la zona de denominación de origen protegida de Reblochon, en Alta Saboya. Esta tesis muestra cómo la robotización del ordeño implica una reconfiguración de la división del trabajo en cuatro dimensiones. i. En la explotación, la nueva organización del trabajo facilita la integración y el control del trabajo asalariado. También amplía la gama de horas trabajadas por el ganadero y crea una mayor porosidad entre el trabajo y el no trabajo. ii. Garantizar la fluidez del ordeño implica la cooperación local entre ganaderos, lo que contribuye a explicar la dinámica geográfica del despliegue de los robots de ordeño. Sin embargo, la robotización del ordeño puede provocar conflictos en el seno de las organizaciones locales de cooperación. En la zona de Reblochon, el despliegue de robots de ordeño revela y pone en conflicto un reparto territorial del trabajo. iii. Por último, para mantener la fluidez es necesario que los técnicos trabajen en las áreas de mantenimiento dentro de una amplia red de distribuidores de maquinaria de ordeño. Por último, la nueva organización del trabajo que acompaña al ordeño robotizado revela la voluntad de los ganaderos de integrar ritmos sociales de los que antes estaban excluidos.

Palabras clave

Ganadería, robot de ordeño, división del trabajo, fluidez industrial, explotación lechera, maquinaria, área de mantenimiento, proveedores de robots.

Résumé

En agriculture, les robots participent d'une promesse de durabilité et d'accroissement de la productivité du travail. Ils sont mis aussi en avant pour leur capacité à résoudre les problèmes de main-d'œuvre du secteur, à réduire la pénibilité du travail agricole voire à se substituer aux agriculteurs. Ces promesses et les craintes associées s'ancrent dans un imaginaire de substitution du travail humain qui, depuis la naissance des robots dans la science-fiction du XXe siècle, continue de façonner nos représentations collectives. Si le déploiement des robots agricoles est limité, la robotisation de la traite des vaches laitières constitue la seule innovation robotique à avoir connu un essor soutenu dans le temps. Les premiers robots de traite arrivent dans les exploitations laitières françaises au cours des années 1990 et représentent aujourd'hui près d'une nouvelle installation de traite sur deux. Alors que les gestes de la traite disparaissent, le travail se réorganise autour d'une activité de surveillance et d'intervention nécessaire au maintien d'une traite continue. Car le passage de la traite dite conventionnelle à la traite robotisée transforme la traite en un processus continu dont l'idéal trouve racine dans le principe de fluidité industrielle. Il en découle une nouvelle division du travail organisée autour d'une astreinte de fluidité. En proposant un cadre d'analyse de la division du travail agricole, cette thèse identifie et analyse les changements dans cette division du travail en traite robotisée. La division du travail mise en place au cours de la modernisation agricole du XXe siècle révèle des déclinaisons territoriales qu'une analyse historique et comparative met en lumière au sein de deux petites régions agricoles françaises : le bassin ouest rennais en Ille-et-Vilaine et la zone d'appellation d'origine protégée du Reblochon en Haute-Savoie. Cette thèse montre comment la robotisation de la traite participe d'une reconfiguration de la division du travail dans quatre dimensions. i. Au sein de l'exploitation agricole, la nouvelle organisation du travail facilite l'intégration du travail salarial et son contrôle. Elle consiste également en un élargissement de l'amplitude horaire du travail de l'éleveur et en une plus grande porosité entre travail et hors travail. ii L'astreinte de fluidité mobilise la coopération locale entre éleveurs et participe à comprendre la dynamique géographique de déploiement du robot de traite. La robotisation de la traite peut cependant rendre conflictuels certains accommodements collectifs : dans la zone Reblochon, son déploiement révèle et conflictualise une division territoriale du travail de qualité. iii. Le travail d'astreinte devient aussi celui des techniciens au sein de bassins de maintenance dans un vaste réseau de concessionnaires et franchises du machinisme de la traite. iv. Enfin, la nouvelle organisation du travail qui accompagne la traite robotisée révèle l'aspiration des éleveurs à intégrer des rythmes sociaux dont ils étaient jusqu'alors exclus.

Mots-clés

Élevage, robot de traite, division du travail, fluidité industrielle, exploitation laitière, machinisme, bassin de maintenance, concessionnaires agricoles.