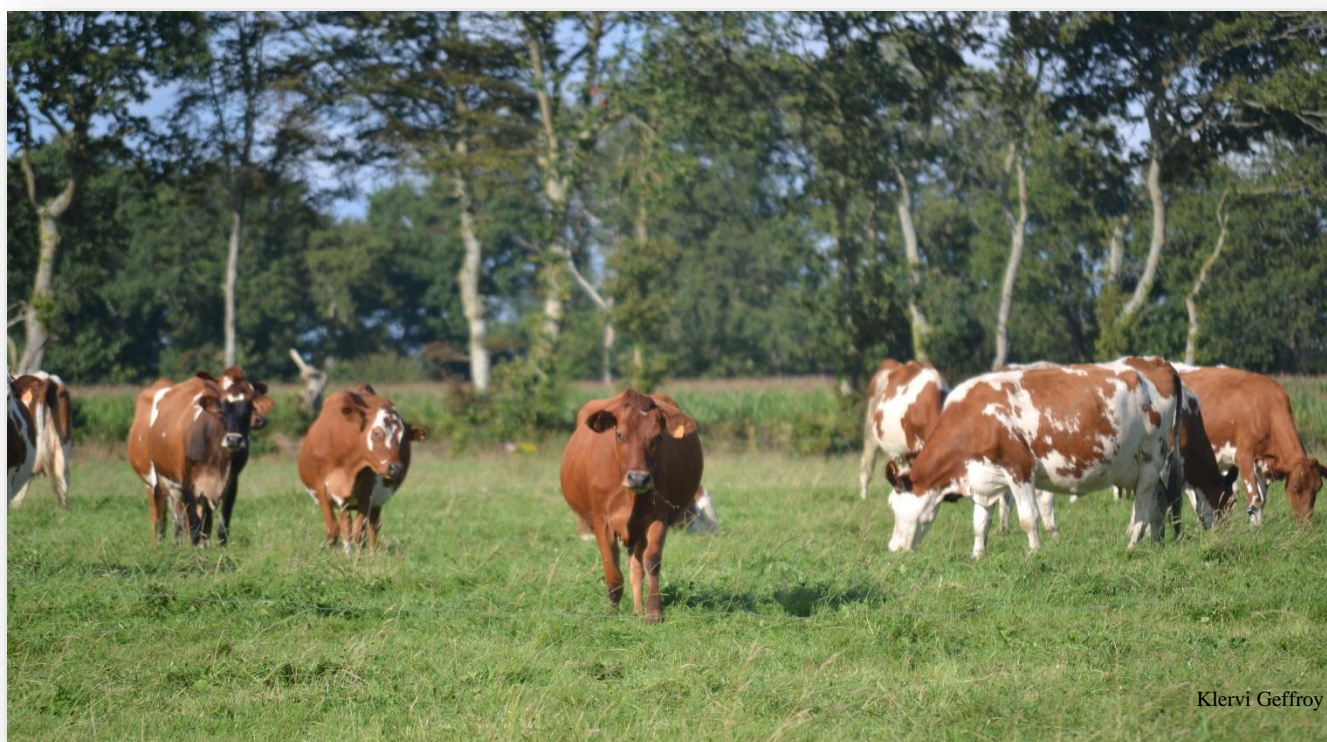


# VetAgro Sup

Master's Thesis

## Étude de la résilience des élevages laitiers herbagers des Côtes-d'Armor face au changement climatique



**Klervi GEFROY**

Master Gloqual: Global Quality in European Livestock Production

Internship Supervisor (INRAE): Olivier GODINOT

Internship Coordinator (VETAGRO SUP): Audrey MICHAUD

Academic Year 2020-2021

« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

## REMERCIEMENTS

Merci en premier lieu à Olivier Godinot, de m'avoir laissée l'opportunité de réaliser ce stage à l'INRAE, d'avoir été un maître de stage présent, pédagogue tout au long de ces 6 mois. Je le remercie pour ses précieux conseils qui m'ont guidée tout au long de mon travail.

Merci à Anaïs Kernaléguen, animatrice au CEDAPA pour sa précieuse aide dans l'organisation des réunions et dans l'interaction avec les éleveurs. Aussi, je la remercie pour ces enrichissants moments d'échange passés au CEDAPA.

Merci à l'ensemble des éleveurs qui ont participé aux réunions de co-construction de la méthodologie, aux éleveurs qui ont accepté de participer à l'étude. Je les remercie également pour leur accueil chaleureux dans leurs exploitations, pour tous ces échanges enrichissants également.

Merci à Sandra Novak et Thomas Puech, interlocuteurs respectivement des fermes expérimentales de OasYs et Mirecourt pour m'avoir accordé de leur temps pour la réalisation des entretiens.

Merci aux membres du projet EIDER pour leur appui dans la mise en place de la méthodologie.

Merci également à Audrey Michaud, Françoise Vertès et Luc Delaby pour m'avoir accordé du temps et donné de précieux conseils.

Merci à Tristan Senga Kiese et Laurent Leger pour leur aide dans la partie analyse de résultats statistiques.

## RÉSUMÉ

Nous cherchons dans cette étude à mettre en place une méthode d'évaluation de la résilience des élevages bovins herbagers face à des aléas climatiques. Pour ce faire, nous proposons de croiser différentes approches quantitatives et qualitatives pour répondre à la problématique. Premièrement, nous cherchons le lien entre des variables technico-économiques des fermes (=variables de vulnérabilité) et des variables climatiques et économiques (= variables d'exposition), puis nous cherchons à caractériser les fermes les plus ou moins vulnérables. Une seconde approche va permettre de comparer les systèmes plus ou moins herbagers à travers une approche multicritères de la résilience. Enfin nous cherchons à connaître les stratégies de gestion des aléas des fermes étudiées. Les résultats montrent que le climat n'est pas une variable impactante pour les fermes. On constate cependant que les fermes les plus herbagères ont une production laitière qui varie de manière plus importante selon les années. Néanmoins leurs stratégies de minimisation des coûts de production leur confèrent une robustesse économique qui les protège à ce jour des aléas climatiques et économiques. Ces mêmes fermes ont des aptitudes de résilience intéressantes sur les aspects de la robustesse de l'atelier animal, de la qualité de vie au travail, de l'usage des énergies fossiles, de la viabilité économique et de la transmissibilité des fermes. À l'inverse, les fermes les moins herbagères vont, quant à elles, avoir une stratégie de diversification des productions fourragères, les rendant moins vulnérables sur la production laitière face à des aléas climatiques mais vont être plus rigides sur le plan économique.

Mots-clés : Résilience, élevage laitier, vulnérabilité, changement climatique, Système herbager, stratégie d'adaptation

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	2
RÉSUMÉ.....	3
TABLE DES MATIÈRES.....	4
LISTE DES FIGURES .....	7
LISTE DES TABLEAUX .....	9
ABBREVIATIONS ET UNITÉS .....	10
I. INTRODUCTION .....	1
II. CONTEXTE .....	2
1. Contexte général sur le changement climatique .....	2
1.1. Changement climatique dans le monde et en France.....	2
1.1. Le climat breton et l'influence au changement climatique.....	5
1.1.1. Le climat Breton .....	5
1.1.2. Le changement climatique en Bretagne .....	5
2. Elevages laitiers des Côtes-d'Armor et vulnérabilité face au changement climatique..	7
2.1. Profil des exploitations laitières Bretonnes .....	7
2.2. Répercussions du changement climatique sur l'élevage laitier breton .....	7
2.3. Des agriculteurs face à des nouvelles problématiques environnementales .....	10
3. Définition de la résilience .....	10
3.1. La résilience, utilisée dans différents domaines scientifiques .....	10
3.2. Le concept de résilience appliqué à l'élevage .....	11
3.2.1. Résilience des systèmes anthropisés.....	11
3.2.2. Une définition de la résilience agricole .....	11
3.2.3. Une résilience générique ou spécifique .....	12
4. Une étude collaborative entre recherche et association d'éleveurs sur la question de la résilience et intégrée à un projet plus vaste .....	12
4.1. L'organisme d'accueil : INRAE.....	12
4.2. L'organisme partenaire de l'étude : CEDAPA .....	13
4.3. Une étude qui s'intègre dans un projet d'évaluation intégrée de la durabilité et résilience des élevages laitiers agroécologiques .....	13
4.4. Un objectif de stage qui se focalise sur la question de la résilience .....	13
III. MATERIELS ET METHODES .....	14
1. Élaboration de la méthodologie de l'étude en 4 étapes.....	14
1.1. Étape 1 : Définition d'une grille d'indicateurs de la résilience .....	14
1.2. Étape 2 : Caractérisation de la sensibilité des élevages face aux aléas .....	14
1.3. Étape 3 : Analyse multicritère de la résilience des élevages les plus ou moins herbagers .....	15
1.4. Étape 4 : Étude de la gestion des aléas par les exploitations agricoles.....	16
2. La collecte de données .....	16

2.1.	Les fermes enquêtées .....	16
2.2.	Le guide d'entretien .....	17
2.3.	Les données météorologiques .....	17
3.	Analyses statistiques .....	17
IV.	RESULTATS .....	18
1.	Description de l'échantillon d'éleveurs .....	18
1.1.	Les élevages commerciaux .....	18
1.2.	Les élevages expérimentaux .....	19
2.	Analyse de la variation interannuelle, et du lien entre les variables de vulnérabilité et d'exposition .....	21
2.1.	Variables de vulnérabilité .....	21
2.2.	Variables d'exposition .....	21
2.3.	Lien entre les variables de vulnérabilité et les variables d'exposition .....	23
3.	Caractérisation du lien entre vulnérabilités aux aléas avec les variables de caractérisations des fermes (contexte et pratique d'élevage).....	23
3.1.	Niveau de corrélation entre les coefficients de variation et les moyennes des variables de vulnérabilités .....	23
3.2.	Niveau de corrélation entre les variables de vulnérabilités et les variables de caractérisations des fermes .....	26
4.	Comparaison de la résilience des élevages enquêtés les plus herbagers et les moins herbagers 27	
4.1.	Structure des exploitations .....	27
4.2.	Robustesse de l'atelier animal .....	28
4.2.1.	La ration alimentaire .....	28
4.2.2.	Pratiques d'élevage .....	29
4.3.	Robustesse de l'atelier végétal.....	30
4.4.	Robustesse de la main-d'œuvre .....	31
4.5.	Dépendance énergétique .....	32
4.6.	Robustesse économique .....	33
4.7.	Transmissibilité.....	34
5.	Etude de la gestion des aléas par les exploitations agricoles .....	35
5.1.	Perception du changement climatique .....	35
5.2.	Leurs expériences et leur gestion des aléas climatiques .....	35
6.	La méthodologie répond telle aux objectifs de l'étude .....	38
V.	DISCUSSION GENERALE.....	39
1.	Des fermes Bretonnes encore peu sensibles aux aléas climatiques .....	39
2.	Différentes stratégies des fermes enquêtées pour être moins vulnérable aux aléas climatiques40	
2.1.	Une stratégie de minimisation des coûts de production, plus vulnérables aux aléas climatiques mais aussi plus flexible économiquement .....	40

2.2.	Une stratégie de diversification des productions fourragères, moins vulnérables aux aléas climatiques mais plus rigides économiquement.....	41
2.3.	Une stratégie de diversification des productions, peu utilisée chez les éleveurs de l'étude	41
3.	Différents aspects de la résilience des élevages les plus herbagers .....	42
3.1.	Des élevages plus herbagers qui travaillent sur une adaptation intégrée système/animal/milieu.....	42
3.2.	Des élevages herbagers plus flexibles en temps de travail .....	42
3.3.	Des élevages herbagers qui cherchent des solutions aux ressources en énergies fossiles	43
3.4.	Des élevages herbagers plus robustes financièrement.....	43
3.5.	Des élevages herbagers plus facilement transmissibles.....	43
4.	Une gestion des aléas climatiques qui révèlent différents types de leviers d'adaptation	45
5.	Une méthodologie à perfectionner .....	45
5.1.	Une définition de la résilience des élevages laitiers qui fait difficilement consensus	45
5.2.	Un choix de variables fait sous contrainte d'archivage .....	46
5.3.	Un échantillon d'éleveurs réduit qui induit des résultats statistiques discutables	46
6.	Pour aller plus loin .....	46
VI.	CONCLUSION.....	48
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	49
	ANNEXES.....	49

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Moyenne mondiale des anomalies de la température en surface, combinant les terres émergées et les océans (Giec, 2014) .....	3
Figure 2 : Emissions anthropiques mondiales de CO2 (Giec, 2014).....	3
Figure 3 : Ecart de température estivale (°C) en France relativement à la référence 1976-2005, pour le scénario RCP4.5, aux horizons 2021-2050 et 2071-2100. Pour chaque ligne de gauche à droite : 25 <sup>e</sup> centile de l'ensemble, WRF, Aladin Climat, 75 <sup>e</sup> centiles de l'ensemble (Ouzeau, 2014). .....	4
Figure 4 : Nombre de jours de vagues de chaleur en été pour la période de référence 1976-2005, pour le scénario RCP4.5, aux horizons 2021-2050 et 2071-2100. Pour chaque ligne de gauche à droite : 25 <sup>e</sup> centile de l'ensemble, WRF, Aladin Climat, 75 <sup>e</sup> centiles de l'ensemble (Ouzeau, 2014). .....	4
Figure 5 : Précipitations moyennes, normales 1971-200 (Belleguic et al., 2012).....	6
Figure 6 : Températures moyennes annuelles, normales 1971-200 (Belleguic et al., 2012).....	6
Figure 7 : Evolution entre 1950 et 2010 de la courbe de pousse prairial dans le pays de Morlaix (22) (Moreau et al, 2020) .....	9
Figure 8 : Evolution entre 1950 et 2100 du cumul d'herbe disponible par mois dans le pays de Morlaix (22) (Moreau et al., 2020) .....	9
Figure 9 : Evolution des intervalles entre floraison et récolte du maïs entre 1970 et 2100 (Moreau et al, 2020).....	9
Figure 10 : Evaluation des rendements de maïs obtenus entre 1970 et 2010 (tMS/ha) avec comparaison de 4 itinéraires techniques distincts sur sol profond et sol moyen (Moreau et al, 2020)	9
Figure 11 : Une illustration du continuum du changement, de la capacité tampon, de la capacité d'adaptation et de la transformabilité (Rusito et al., 2011) .....	12
Figure 12 : Graphique de la méthodologie mise en place dans l'étape 2.....	15
Figure 13 : Carte de répartition des agriculteurs enquêtés .....	16
Figure 14 : Densité et fréquence des variables : part de maïs dans la SFP et de la part d'herbe dans la ration .....	19
Figure 15 : Box plot des variables de vulnérabilités d'exploitation déterminé sur les années 2015 à 2019 pour le groupe.....	21
Figure 16 : Box plot des variables d'expositions météo déterminé sur les années 2015 à 2019 pour le groupe (* = 5%, ** = 1%, *** = 0,1%, **** = 0.01%) .....	22
Figure 17 : Box plot des variables d'expositions économiques déterminé sur les années 2015 à 2019 pour le groupe (* = 5%, ** = 1%, *** = 0,1%, **** = 0.01%) .....	22
Figure 18 : ACP des corrélations entre les coefficients de variation et les niveaux de productivité moyens des variables de vulnérabilité .....	25
Figure 19 : Corrélations du coefficient de de variation (CV) de la production laitière avec la proportion d'herbe dans la ration (à gauche) et la part de maïs dans la SFP (à droite).....	26
Figure 20 : Corrélations du coefficient de de variation (CV) de l'efficacité économique (Marge brut / Produit) avec la proportion d'herbe dans la ration (à gauche) et la part de maïs dans la SFP (à droite).....	27
Figure 21 : Début de lactation en fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration .....	28
Figure 22 : Corrélations des variables de structure d'exploitation avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	28
Figure 23 : Moyenne de la part d'herbe dans la ration et de maïs dans la SFP par catégorie de groupages de vèlage .....	29



Figure 24 : Moyenne de la part d'herbe dans la ration et de maïs dans la SFP par catégorie de stratégie de diversité génétique du troupeau .....	29
Figure 25 : Corrélations des variables de robustesse de l'atelier animal avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	30
Figure 26 : Corrélations des variables de robustesse de l'atelier végétal avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	30
Figure 27 : Perception que les éleveurs se font de leur temps de travail en fonction de la part de maïs ensilage dans la SFP.....	32
Figure 28 : Corrélations des variables de robustesse de la main d'œuvre avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	32
Figure 29 : Corrélations des variables d'usage des énergies fossiles avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	33
Figure 30 : Corrélations des variables robustesse économique et de diversification avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	34
Figure 31 : Corrélations des variables de transmissibilité avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration.....	34
Figure 32 : Les observations des éleveurs sur le changement climatique.....	36
Figure 33 : Précision sur le type d'événements extrêmes observés par les éleveurs.....	37
Figure 34 : Les stratégies de réaction mises en place par les éleveurs en cas d'aléa climatique .....	37
Figure 35 : Les stratégies d'anticipation mises en place par les éleveurs pour faire face aux aléas climatiques .....	37

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : 3 des scénarios climatiques établis par le GIEC (GIEC, 2014).....	3
Tableau 2 : Les variables de vulnérabilité et d'exposition de l'étude .....	15
Tableau 3 : Comparaison des données du groupe échantillonné avec les donnée RICA .....	18
Tableau 4 : Comparaison des données de caractérisation des fermes expérimentales de Mirecourt et OasYs et du groupe d'éleveur enquêté.....	20
Tableau 5 : Atouts et Limites de la méthodologie dans sa capacité à répondre aux objectifs de l'étude.....	38
Tableau 6 : Apport de l'étude sur la question de la résilience des élevages herbagers versus élevages Maïs-Herbe.....	44

## ABBREVIATIONS ET UNITÉS

## I. INTRODUCTION

Dans un contexte de changement climatique, la Terre entière se prépare à faire face à des bouleversements climatiques qui sont déjà observables, tels que des sécheresses estivales de plus en plus longues et intenses ou encore des calamités climatiques plus courantes. Chaque région du monde est touchée à sa manière, et devra faire face à des changements.

Le département des Côtes-d'Armor dans la région Bretagne, est une région connue pour son climat océanique, tempéré et humide. Et pourtant il n'est pas épargné, et fait lui aussi face à des étés plus secs et des hivers plus courts. Les agriculteurs sont en première ligne, et subissent de plein fouet les nouvelles conditions climatiques qui impactent directement leurs activités. Les éleveurs costarmoricens, épargnés jusqu'à ce jour des sécheresses et des météos caniculaires en été, voient à leur tour les volumes d'eau réduits et les périodes de sécheresse s'allonger.

Dans cette région, l'activité agricole est basée principalement sur de l'élevage intensif, avec d'un côté la production hors-sol de porcs et de volaille, et de l'autre côté les productions laitières basées sur l'ensilage de maïs. Ce système agricole intensif est critiqué depuis de nombreuses années déjà pour son impact négatif sur l'environnement. Face à cette spécialisation et intensification des pratiques agricoles, certains éleveurs se sont questionnés dès les années 1980 sur la durabilité et la pertinence de ce modèle agricole.

Ces éleveurs se sont rassemblés dans un groupement appelé le Centre d'Etudes pour un Développement Agricole Plus Autonome (CEDAPA), basé sur le système dit « Pochon » et qui consiste à élever des bovins lait à l'herbe. En effet, comme disait André Pochon précurseur dans ce mouvement, « les vaches sont des animaux incroyables, une barre de fauche à l'avant, un épandeur à l'arrière ». Ces agriculteurs ont la volonté de gagner en autonomie, d'être économes, et respectueux de l'environnement.

A la fin des années 1990, un programme de recherche de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) nommé « L'étude Systèmes Terre et Eau » (STEREO) démontre que les systèmes herbagers sont plus durables que les autres exploitations dites conventionnelles (Béranger *et al.* 2002). Ce programme aidera l'inscription des systèmes herbagers dans les Mesures Agro Environnementales (MAE). Vingt ans plus tard, le réchauffement climatique s'aggrave. Aujourd'hui à la question de durabilité économique, sociale et environnementale des systèmes, se rajoute celle de la résilience de ces exploitations agricoles face au changement climatique.

C'est pourquoi l'INRAE, en collaboration avec le CEDAPA a initié un projet de recherche participatif afin de répondre aux questionnements des éleveurs quant au futur de leur système. L'objectif de ce travail est d'évaluer la résilience des pratiques d'élevage laitier face au changement climatique, et de comparer les différents systèmes agricoles entre eux.

## II. CONTEXTE

### 1. Contexte général sur le changement climatique

#### 1.1. Changement climatique dans le monde et en France

Le réchauffement climatique est à présent sans équivoque et est principalement lié aux activités humaines. Depuis l'époque préindustrielle, une augmentation de 1°C sur la surface de la planète a déjà été observée (Figure 1) et pourrait atteindre 1.5°C d'ici à 2030. Le dérèglement climatique est causé par des émissions anthropiques de gaz à effets de serres (GES) émis principalement par la combustion d'énergie fossile (Figure 2). Le climat attendu dans les prochaines années dépendra de l'évolution des émissions anthropiques futures, et est décrit par le GIEC selon différents scénarios (Tableau 1) (GIEC, 2013). Observable sur l'ensemble de la planète, le changement climatique implique la modification des températures, de la fonte des glaces arctiques, des précipitations, de la salinité des océans, ainsi que des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes (GIEC, 2014). Parmi les conséquences déjà observables, le phénomène « El Nino » dans le pacifique tropical qui se verrait plus incertain (Vecchi, 2010), ou encore des sécheresses régulières qui ont entraîné des catastrophes chez les agriculteurs en Australie, etc. Le changement climatique augure donc d'un renforcement des difficultés dans les régions sèches, et d'un élargissement des régions vulnérables aux sécheresses sur la surface du globe (GIEC, 2019).

La France avec son climat tempéré est moins vulnérable que d'autres régions du monde aux aléas climatiques sévères et pourtant elle n'est pas insensible à des périodes de sécheresse accrue, d'autant plus que les différentes régions en France n'ont pas les mêmes vulnérabilités. Une étude du CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France) et de l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace) en collaboration avec l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) a permis de simuler l'évolution probable du climat des prochaines années, en se basant sur la comparaison de différents modèles (Aladin-Climat, WRF, C25, C75) utilisant les scénarios d'émission de GES définis par le GIEC (Tableau 1). Parmi les résultats, le vingt-et-unième siècle va avoir des hivers plus doux, et des températures estivales plus chaudes particulièrement dans la région méditerranéenne. À long terme les élévations de température suivront une répartition croissante selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est (Figure 3). Les scénarios futurs projettent également une légère hausse des précipitations l'été comme l'hiver, avec des incertitudes quant à leur répartition géographique. De plus, le nombre de jours de vagues de chaleur va augmenter au cours des années (Figure 4), et à l'inverse, le nombre de jours particulièrement froids va diminuer. (Ouzeau, 2014)

Tableau 1 : 3 des scénarios climatiques établis par le GIEC (GIEC, 2014)

RCP 2.6	Un scénario avec une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO <sub>2</sub>
RCP 4.5	Un scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO <sub>2</sub>
RCP 8.5	Un scénario sans politique climatique

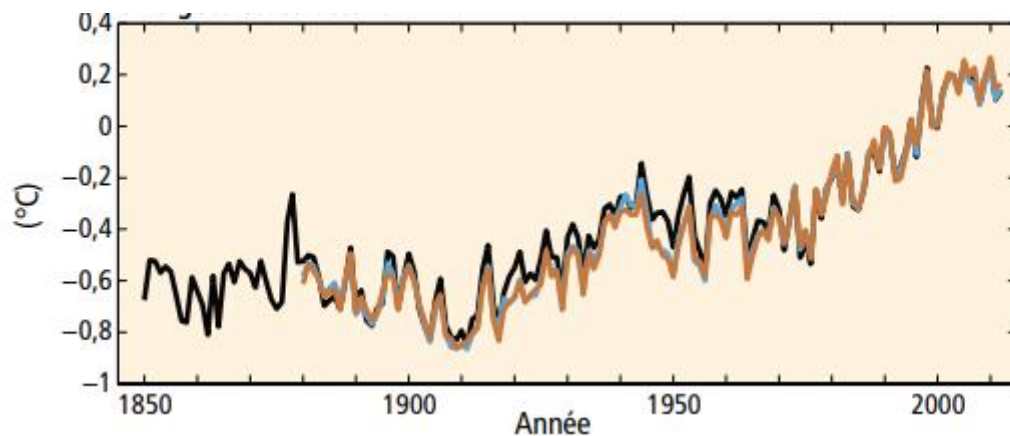


Figure 1 : Moyenne mondiale des anomalies de la température en surface, combinant les terres émergées et les océans (Giec, 2014)

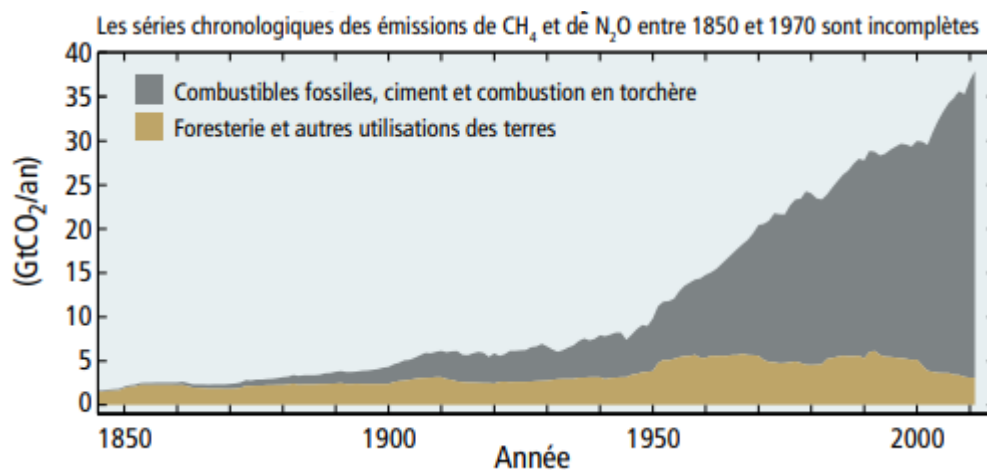


Figure 2 : Emissions anthropiques mondiales de CO<sub>2</sub> (Giec, 2014)

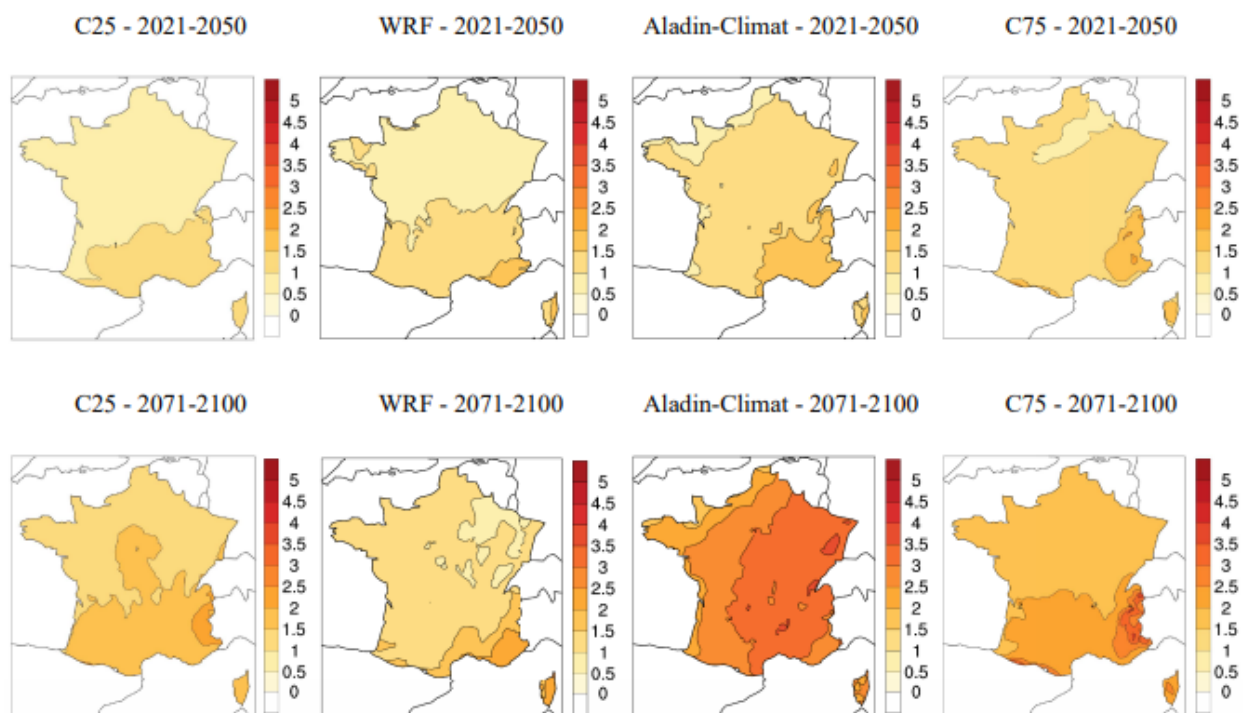


Figure 3 : Ecart de température estivale (°C) en France relativement à la référence 1976-2005, pour le scénario RCP4.5, aux horizons 2021-2050 et 2071-2100. Pour chaque ligne de gauche à droite : 25<sup>e</sup> centile de l'ensemble, WRF, Aladin Climat, 75<sup>e</sup> centiles de l'ensemble (Ouzeau, 2014).

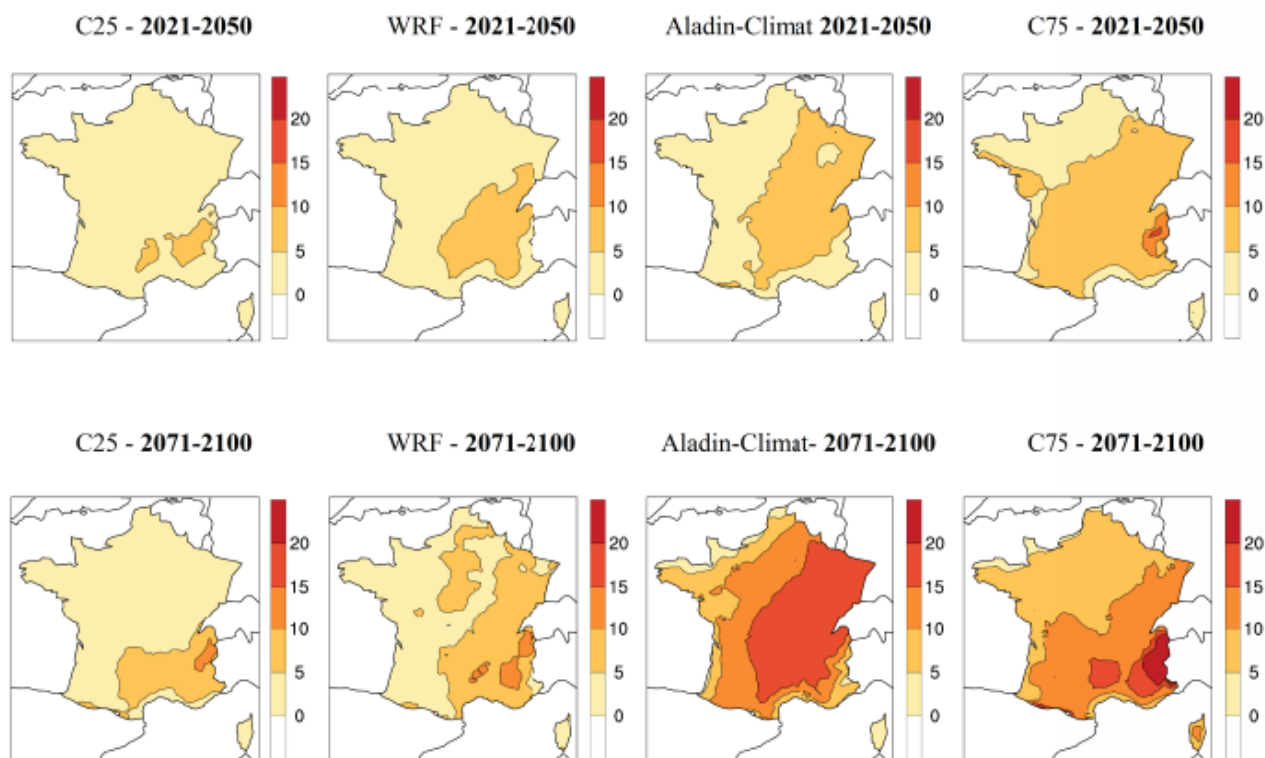


Figure 4 : Nombre de jours de vagues de chaleur en été pour la période de référence 1976-2005, pour le scénario RCP4.5, aux horizons 2021-2050 et 2071-2100. Pour chaque ligne de gauche à droite : 25<sup>e</sup> centile de l'ensemble, WRF, Aladin Climat, 75<sup>e</sup> centiles de l'ensemble (Ouzeau, 2014).

## 1.1. Le climat breton et l'influence au changement climatique

### 1.1.1. Le climat Breton

La Bretagne, bordée par la Manche au Nord, et l'océan Atlantique à l'Ouest et au Sud, se situe dans un climat océanique tempéré, qui lui confère un climat doux, humide et aux vents soutenus tout au long de l'année. Les précipitations en Bretagne se situent dans la moyenne nationale avec 700 à 1000 mm d'eau par an. Et les températures restent clémentes tout au long de l'année, avec des moyennes en hiver de 7°C et en été de 17°C. (Belleguic *et al.*, 2012 ; Lamy, 2013)

Mais au sein même du territoire breton, il y a des différences de climat qui influencent les températures moyennes annuelles ainsi que les précipitations. Ces fluctuations climatiques dépendent principalement de la distance jusqu'à la mer, de l'exposition, et également de la topographie de la région. Avec en centre Bretagne des paysages de relief constitués par les Monts d'Arrée (385m) et des Montagnes Noires (330m). Par conséquent, plus nous nous dirigeons à l'est du territoire et plus le climat océanique se dégrade, avec dans le bassin Rennais, un climat se rapprochant du climat du bassin parisien avec des étés plus chauds et des précipitations plus faibles par rapport au reste de la région (600 mm d'eau /an). À l'inverse, au cœur des Monts d'Arrée, les températures sont plus faibles et les précipitations plus abondantes (1600 mm d'eau /an) (Figure 5). L'effet de la mer sur les températures se traduit par des hivers doux et des étés frais, et d'autre part les reliefs induisent des hivers plus froids (Figure 6). (Belleguic *et al.*, 2012 ; Lamy, 2013)

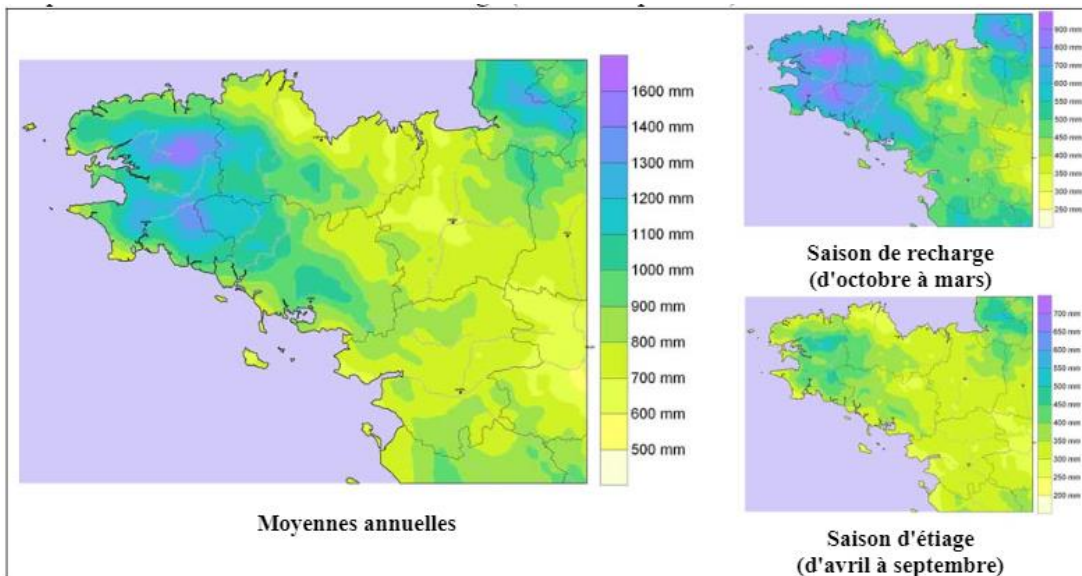
### 1.1.2. Le changement climatique en Bretagne

Une étude de la chambre d'agriculture révèle une augmentation homogènement répartie tout au long de l'année avec +0.30°C par décennie l'été et +0.26°C par décennie en hiver. Les sécheresses estivales ne sont pas à négliger, elles sont de plus en plus fréquentes et gagnent en intensité. Depuis 1960, les jours atteignant une température supérieure à 25°C ont augmenté de +1.4 jours par décennie à Brest et +4.6 jours par décennie à Rennes. Il faut noter que sur les côtes, les températures extrêmes ne sont pas atteintes aussi rapidement que dans les terres. Le nombre de jours de gel varie également avec 0.8 jours de moins par décennie à Brest contre 2.6 jours de moins par décennie à Rennes (Ligneau *et al.*, 2019). La tendance des hausses des températures est visible, néanmoins, les variations naturelles interannuelles l'emportent sur le réchauffement climatique (Belleguic *et al.*, 2012).

Conjointement aux hausses de température, l'évapotranspiration (ETP) des végétaux a augmenté, 15 mm par décennie dans les départements d'Ille-et-Vilaine, du Morbihan, et des Côtes-d'Armor, contre 9 mm par décennie dans le Finistère. L'augmentation de l'ETP est observable sur l'ensemble des saisons, mais est significative au printemps et en automne. (Ligneau *et al.*, 2019)

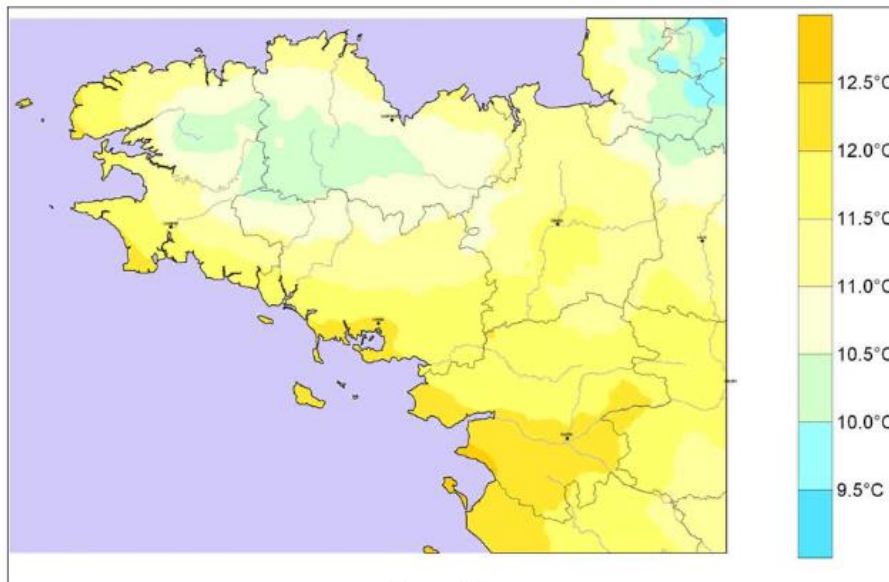
Le changement de pluviométrie en Bretagne à ce stade n'a pas été observé. On observe une tendance non significative d'augmentation des précipitations, de 12 à 19 mm par décennie. Les différences inter-saisonnière ne sont pas non plus significatives. La tendance laisse envisager une possible baisse des précipitations printanières, estivales et automnales, une augmentation des précipitations hivernales et une augmentation d'épisodes de fortes précipitations (Ligneau *et al.*, 2019 ; Belleguic *et al.*, 2012).



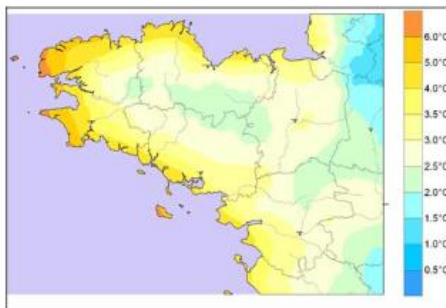


**Figure 1.3 :**  
**précipitations moyennes - Normales 1971-2000**

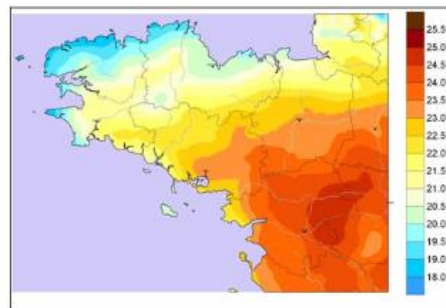
Figure 5 : Précipitations moyennes, normales 1971-200 (Belleguic et al., 2012)



**Figure 1.8.a :**  
**températures moyennes annuelles (1971 – 2000)**



**Figure 1.8.b :**  
**moyenne des températures minimales quotidiennes d'hiver (1971-2000)**



**Figure 1.8.c :**  
**moyenne des températures maximales quotidiennes d'été (1971-2000)**

Figure 6 : Températures moyennes annuelles, normales 1971-200 (Belleguic et al., 2012)

## 2. Elevages laitiers des Côtes-d'Armor et vulnérabilité face au changement climatique

### 2.1. Profil des exploitations laitières Bretonnes

La Bretagne est un territoire où l'agriculture a une place importante. C'est une région où la surface destinée à l'agriculture représente 60% de la surface contre 52% de moyenne en France métropolitaine. Le niveau de production agroalimentaire est également élevé. En 2015, la Bretagne génère 12% de la valeur en produit agricole Française. Les secteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire produisent 6% du PIB régional contre 3% à l'échelle nationale (Dauvier et Lesaint, 2016).

La Bretagne est un bassin d'élevage conséquent. En 2015 elle produisait 56% du volume national de viande porcine, 44% des œufs, 22% du volume de lait. L'élevage breton est basé principalement sur des modèles agricoles intensifs et spécialisés. Dans les Côtes-d'Armor, en 2010, l'élevage hors-sol représente 40% des exploitations. L'élevage laitier du département représente 34% des orientations technico-économiques des exploitations (Dauvier et Lesaint, 2016).

Sur l'ensemble des élevages laitiers bretons, il existe une diversité des systèmes. Si l'on compare les typologies fourragères des élevages de l'Ouest établies par l'Idel, on peut en différencier quatre. Les systèmes laitiers avec plus de 45% de maïs dans la superficie fourragère principale (SFP), avec pour objectif de maximiser la production laitière par vache et à l'hectare ; les systèmes laitiers Maïs-herbe, dans une optique de sécuriser la production grâce au maïs tout en valorisant les ressources en herbe ; les systèmes avec plus de 70% d'herbe dans la SFP, engagés dans une stratégie économe, par la valorisation de la ressource en herbe ; et enfin, les systèmes de 70% à 100% d'herbe, avec une stratégie très économe par la réduction des coûts alimentaires (Follet *et al.*, 2019).

Le climat breton permet une disponibilité en herbe pour le pâturage sur plus de 6 mois dans l'année. Et pourtant, depuis l'intensification des systèmes et l'arrivée du maïs ensilage dans les campagnes bretonnes, les élevages bovins lait reposent en majorité sur des rations basées sur l'ensilage de maïs qui couvre 37% des SFP en Bretagne. Apprécié pour sa production importante de biomasse par hectare, il engendre cependant des coûts alimentaires plus élevés et nécessite l'achat de concentrés azotés comme le soja afin d'équilibrer les rations (Agrete, 2018).

Parmi les réfractaires au système fourrager basés sur le maïs, des éleveurs des Côtes-d'Armor se sont regroupés en 1982, afin de mettre en avant des systèmes laitiers plus économes et plus autonomes. Ils sont basés sur des pratiques dites durables, avec un renforcement du lien entre l'élevage et le potentiel des sols, via l'exploitation de prairies temporaires productives, équilibrées et basées sur une association entre du ray-grass anglais et du trèfle blanc. Reconnu par Bruxelles, le système herbager est reconnu en 1993 comme mesure agro-environnementale par l'Europe (Gouérec et Guernion, 2008).

### 2.2. Répercussions du changement climatique sur l'élevage laitier breton

Le changement climatique aura des effets sur l'élevage breton. En effet, les agrosystèmes dépendent des conditions climatiques. Les plantes requièrent suffisamment de chaleur et d'eau afin de produire la biomasse nécessaire aux productions agricoles. Le changement climatique apporte sa part de risques et d'opportunités à l'agriculture.

Concernant l'herbe, la courbe annuelle de pousse de l'herbe se modifie (Figure 7). Une étude menée par Moreau et al (2020) dans le pays de Morlaix dans les Côtes-d'Armor, permet d'envisager une augmentation de la production fourragère en périodes hivernale et printanière, liée à des températures plus douces et des augmentations de température plus précoces dans l'année. Ceci s'explique également par l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, qui favorise la photosynthèse. En revanche, les périodes estivales sont sujettes à des températures plus élevées et

des précipitations plus faibles, qui engendrent des stress hydriques et des augmentations de l'ETP. La déformation de la courbe annuelle de biomasse herbagère produite va impacter l'organisation des exploitations. Il est nécessaire de constituer les stocks de fourrage plus tôt dans l'année, avec une optimisation des fauches et du pâturage sur la période printanière. Le printemps devient donc une période décisive dans la constitution des réserves alimentaires, non seulement pour la période hivernale, mais afin de combler les creux de pousse de l'herbe en période de sécheresse estivale (Moreau *et al.*, 2020 ; Ruget *et al.*, 2013). Si à court terme le changement climatique pourrait induire une augmentation de la biomasse herbagère annuelle produite (Figure 8), l'étude de Ruget *et al.* (2013) formule des doutes sur ce bénéfice à long terme. En effet, il suggère que les effets négatifs liés à l'augmentation des températures et l'augmentation de l'évapotranspiration seront supérieurs aux effets positifs du CO<sub>2</sub>.

Les prévisions concernant la production de maïs, montrent des raccourcissements des cycles de croissance du maïs et une augmentation des rendements (Figure 9 et 10). En effet, il a été observé que la date de récolte des maïs a été avancée de 3 semaines entre la période 1961-1990 et la période 1991 et 2018. De plus, les rendements ont augmenté de +0.123 t MS/ha/an entre 1981 et 2017 (Ligneau *et al.*, 2019). Les raisons de cette augmentation sont les mêmes que pour l'herbe : l'augmentation des températures et l'effet CO<sub>2</sub> (Ligneau *et al.*, 2019), ainsi que la sélection variétale et l'utilisation de variétés plus tardives. Néanmoins, il ne faut pas oublier que le maïs est une plante qui a des besoins en eau concentrés en période estivale. Demain, l'allongement des périodes de sécheresse pourrait donc, selon les années, impacter négativement les rendements du maïs.

Les bovins, à partir de 25°C, commencent à faire des efforts d'adaptation aux températures, et entre 30 et 35°C, les animaux commencent à être dans des situations de souffrance. Et au-delà, les températures peuvent engendrer la mort de l'animal si la situation perdure. Les conséquences directes de ces chaleurs sont la réduction de la production laitière, la baisse des taux butyreux et protéique du lait, une hausse du taux de cellules, des difficultés à la reproduction avec une augmentation des œstrus silencieux, et une baisse de la fécondité. Ceci est lié au stress thermique mais également à une baisse de prise alimentaire (Moreau *et al.*, 2020).

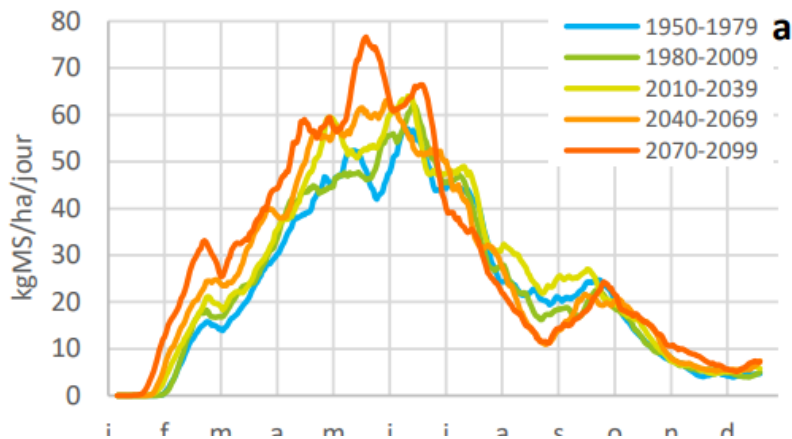


Figure 7 : Evolution entre 1950 et 2100 de la courbe de pousse prairial dans le pays de Morlaix (22) (Moreau et al., 2020)

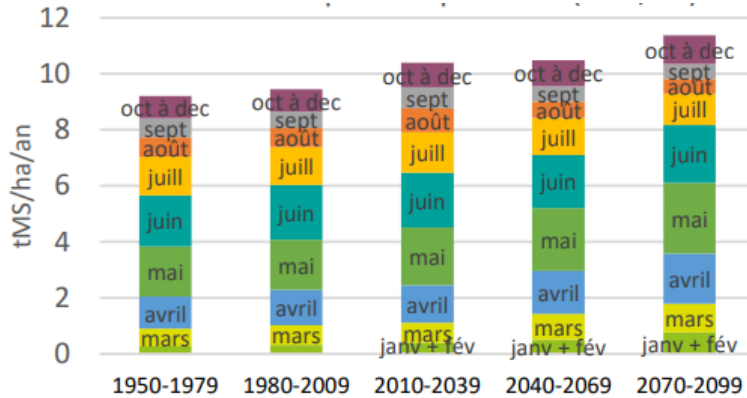


Figure 8 : Evolution entre 1950 et 2100 du cumul d'herbe disponible par mois dans le pays de Morlaix (22) (Moreau et al., 2020)

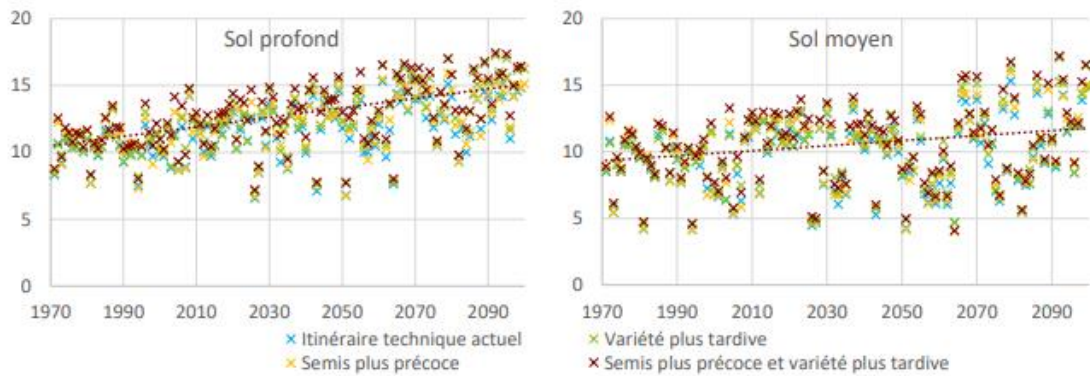


Figure 10 : Evaluation des rendements de maïs obtenus entre 1970 et 2100 (tMS/ha) avec comparaison de 4 itinéraires techniques distincts sur sol profond et sol moyen (Moreau et al., 2020)

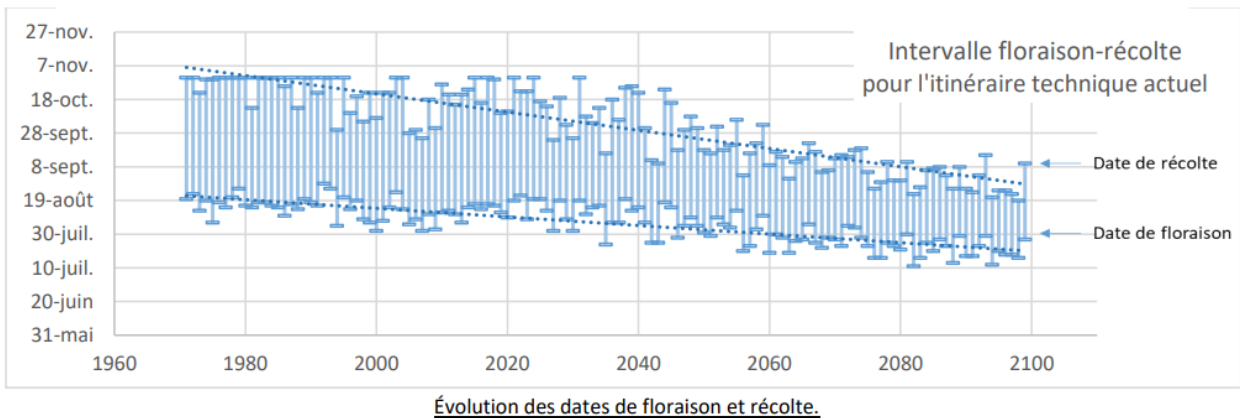


Figure 9 : Evolution des intervalles entre floraison et récolte du maïs entre 1970 et 2100 (Moreau et al., 2020)

### 2.3. Des agriculteurs face à des nouvelles problématiques environnementales

Dans un contexte de changement climatique, la planète entière se prépare à faire face à des bouleversements climatiques qui sont déjà observables : des sécheresses estivales de plus en plus longues, des calamités climatiques de plus en plus courantes.

Les agriculteurs subissent ces nouvelles conditions climatiques qui ont un impact direct sur leurs activités. Les éleveurs costarmoricains, pouvant tirer profit du climat océanique tempéré avec des températures clémentes et des pluies régulières, subissent à leur tour des déficits d'eau en période estivale.

Le concept de changement climatique n'est pas récent, et les critiques quant à l'impact de l'élevage sur l'environnement ne datent pas d'aujourd'hui. On parle d'agriculture durable depuis 1992, première fois évoquée lors du Sommet de la Terre à Rio, dans le but de construire des modèles agricoles économiquement efficaces, socialement équitables et écologiquement soutenables. À présent que l'on observe les répercussions du changement climatique, à la question de durabilité des systèmes agricoles, s'ajoute celle de leur résilience face aux nouveaux aléas.

## 3. Définition de la résilience

### 3.1. La résilience, utilisée dans différents domaines scientifiques

Le mot résilience vient du latin « *resilire* », composé de la racine « *sillire* » qui signifie « sauter » et du préfixe « *re* » qui suppose un mouvement en arrière, la résilience indique de ce fait l'idée de "rebondir". Le concept scientifique de résilience est utilisé dans plusieurs domaines. Par conséquent ce terme répond à plusieurs définitions (Alexander, 2013).

La résilience se voit utilisée dans les sciences dès 1858 dans le domaine de la **mécanique**, la résilience caractérise la capacité d'un matériau à résister à l'application d'une force et à sa capacité d'absorber cette force par la déformation (Alexander, 2013). Ce terme est repris en **psychologie** : à l'échelle de l'individu, il représente la capacité d'une personne à interagir socialement et avec son environnement, mais également sa capacité à faire face à des chocs (Brown and Westaway, 2011). À l'échelle collective, il exprime la capacité d'un groupe d'individus à s'adapter à des changements (McManus *et al.*, 2012). À la fin du XX<sup>ème</sup> siècle en **écologie**, la résilience est théorisée par Holling qui la définira comme « la quantité de perturbation pouvant être supportée par un système avant qu'un changement dans le contrôle ou la structure du système ne se produise. Elle peut être mesurée par l'ampleur de la perturbation que le système peut tolérer tout en persistant » (Holling, 2001). Cette définition se distingue de celle définie plus tôt par Pimm (1984), qui la décrit comme « la capacité du système à résister aux perturbations et la vitesse à laquelle il revient à l'équilibre après une perturbation » (Pimm, 1984). Puis c'est grâce à la **socio-écologie** que la résilience s'élargit, définie comme "la capacité d'un système à absorber les perturbations et à se réorganiser tout en subissant des changements, de manière à conserver essentiellement la même fonction, la même structure et les mêmes rétroactions, et donc la même identité, c'est-à-dire la capacité à changer afin de conserver la même identité" (Folke *et al.*, 2010). Cette définition est largement utilisée aujourd'hui, et en accord avec la définition de Carpenter *et al.* (2001) qui la décrit en trois grands points : premièrement comme la quantité de changement qu'un système peut subir en maintenant le contrôle de sa structure et de sa fonction, deuxièmement la capacité du système à s'auto organiser, et enfin, la capacité du système à apprendre et à s'adapter (Carpenter *et al.*, 2001).

Le concept de résilience est polysémique et multidimensionnel, le rendant complexe à opérationnaliser. Il est donc important de bien définir le terme et ses limites avant d'évaluer la résilience d'un système.

## 3.2. Le concept de résilience appliqué à l'élevage

### 3.2.1. Résilience des systèmes anthropisés

Contrairement à la définition de la résilience en écologie, celle de la résilience socio-écologique a été étendue pour décrire des systèmes « anthropisés » (Ingrand, 2009). Quand on parle d'une exploitation agricole, l'homme fait partie intégrante de ce système qu'il pilote. En effet, si l'on compare une ferme à un écosystème naturel, leurs objectifs de production, et l'usage de l'environnement diffèrent énormément, du fait principalement de l'intervention humaine (Dedieu et Ingrand, 2010 ; Ingrand, 2009).

### 3.2.2. Une définition de la résilience agricole

Dans ce travail, nous nous intéressons à la résilience des systèmes d'élevage. D'après Darnhofer *et al.* (2010), la résilience des fermes recouvre la capacité tampon (ou résistance), la capacité d'adaptation et la capacité de transformation (Figure 11). Ces trois dimensions de la résilience sont explicitées ci-après.

**Capacité tampon/Robustesse :** Capacité d'une exploitation à absorber des chocs, en gardant sa fonction et sa structure intacte face à des perturbations (Folke *et al.*, 2010). La capacité tampon ne veut pas dire rigidité, mais c'est la capacité d'une ferme à mobiliser des ressources afin de contrer une perturbation. C'est en général une réponse à court terme, en réponse à des petits chocs (Darnhofer *et al.*, 2010).

**Capacité d'adaptation :** capacité d'ajuster les pratiques et l'organisation de l'exploitation sans en modifier la structure. Ce concept est principalement une composante sociale du système en jeu. En effet, l'adaptation du système est une action intentionnelle ou non de répondre à une perturbation (Walker, 2004). L'adaptabilité permet de rendre un système plus résilient, en mobilisant des connaissances et des expériences, en faisant preuve d'ingéniosité, de capacité à identifier les problèmes, à établir des priorités, à mobiliser des ressources face à des perturbations, le tout afin d'ajuster la réponse à un changement (Darnhofer *et al.*, 2014).

**Capacité de transformation :** capacité à changer radicalement la structure, les pratiques ou la production de l'exploitation pour faire face aux perturbations. C'est la capacité à modifier fondamentalement son système afin de répondre à des perturbations environnementales, économiques ou sociales (Walker, 2004).

Ces trois capacités doivent être prises en compte dans l'évaluation de la résilience d'une ferme, peuvent avancer en synergie. Elles doivent être adaptées à chaque ferme, et à son contexte (Darnhofer *et al.*, 2014). Dans ce travail, nous utiliserons cette définition de la résilience.

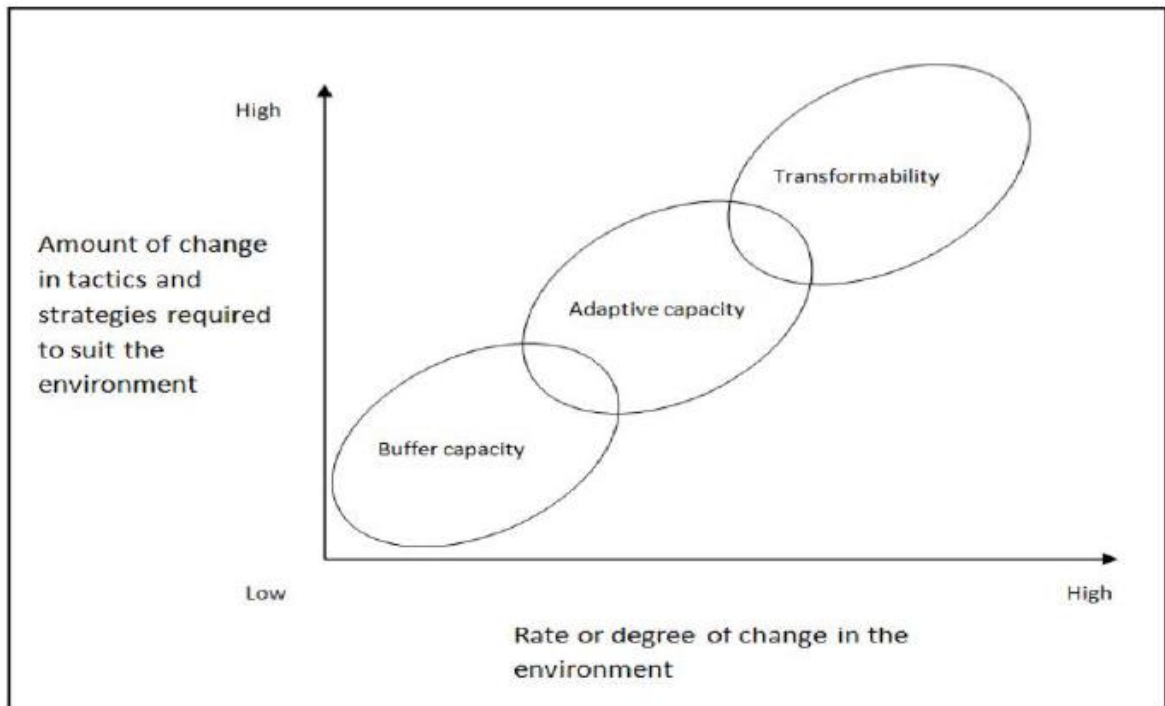


Figure 11 : Une illustration du continuum du changement, de la capacité tampon, de la capacité d'adaptation et de la transformabilité (Rusito et al., 2011)

### 3.2.3. Une résilience générique ou spécifique

La résilience spécifique est le résultat d'une approche mono-risque, c'est-à-dire l'aptitude d'un système à faire face à une seule contrainte. Cette résilience est partielle, car une exploitation agricole est par nature globale, elle peut être résiliente face à un risque et pas à un autre. À l'inverse, la résilience générale, c'est la capacité d'un système à faire face à l'ensemble des aléas pouvant l'affecter. Son intérêt est notamment de pouvoir prendre en compte des aléas exceptionnels, voire inconnus. Mais elle est également plus complexe à évaluer, car il faut prendre en compte des risques non connus (Carpenter *et al.*, 2012 ; Touili, 2018 ; Meuwissen *et al.*, 2019).

En effet, l'agriculture fait face à de nombreux risques : climatiques, sanitaires, économiques, politiques, financiers, humains, etc. La capacité d'une ferme à faire face à ces aléas peut être théorisée comme de la résilience (Folke, 2016).

## 4. Une étude collaborative entre recherche et association d'éleveurs sur la question de la résilience et intégrée à un projet plus vaste

Ce stage a pour objectif de répondre aux questionnements des éleveurs herbagers sur la résilience de leurs systèmes face aux nouveaux aléas climatiques. Ce projet est un travail collaboratif entre chercheurs et éleveurs et s'intègre dans un projet plus vaste.

### 4.1.L'organisme d'accueil : INRAE

INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, est né en janvier 2020 suite à la fusion de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture). INRAE est un institut de recherche spécialisé dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Il a pour mission de faire de la recherche afin de proposer des solutions aux problématiques diverses dans ses domaines de compétence : sécurité alimentaire et nutritionnelle, transition des agricultures (agroécologie, réduction de la chimie), gestion des ressources naturelles et

des écosystèmes (eau, sol, forêt), érosion de la biodiversité, économie circulaire et risques naturels. INRAE apporte également son expertise afin de proposer des nouveaux modèles en termes de développement de systèmes agricoles et alimentaires plus durables.

#### 4.2. L'organisme partenaire de l'étude : CEDAPA

Le Centre d'Études pour le Développement d'une Agriculture Plus Autonome (CEDAPA) est une association d'agriculteurs du département des Côtes-d'Armor, créée en 1982. En réponse à l'intensification des pratiques agricoles, à l'agrandissement des exploitations et à la diminution de la main-d'œuvre, des agriculteurs se sont réunis en association pour promouvoir une agriculture qui à l'inverse, adopte des pratiques moins consommatrices en intrants et moins agressives pour le milieu naturel. Expérimentant des pratiques dites alternatives dans un objectif de réduction drastique des charges, de valorisation des ressources locales, etc. Les agriculteurs du CEDAPA développent notamment des systèmes basés sur la prairie temporaire pâturée et la combinaison de ray-grass anglais et de trèfle blanc. Ce système dit « Pochon » fait référence à André Pochon, un des agriculteurs fondateurs de l'association.

Le CEDAPA mène un certain nombre d'expérimentations dans un but d'amélioration, et de promotion de leur système. Avec l'exemple de « L'étude Systèmes Terre et Eau » (STEREO) mené dans les années 1990 avec l'INRA, ou ils arriveront à montrer des arguments favorables au système herbager en comparaison avec le système basé sur le maïs et les céréales en matière de durabilité. Cette étude aura permis l'inscription des systèmes herbagers dans les mesures agro-environnementales (MAE) et aux agriculteurs de bénéficier d'aides européennes.

Vingt ans plus tard, la recherche en matière de durabilité a évolué ainsi que le contexte de changement climatique. De ce fait, les éleveurs du CEDAPA dans ce projet demandent le renouvellement de l'étude de durabilité de leur système, et souhaitent compléter cette étude par l'évaluation de la résilience de leur exploitation face au changement climatique.

C'est pourquoi l'INRAE, en collaboration avec le CEDAPA ouvre un projet de recherche participatif afin de répondre aux questionnements des éleveurs sur l'avenir de leur système.

#### 4.3. Une étude qui s'intègre dans un projet d'évaluation intégrée de la durabilité et résilience des élevages laitiers agroécologiques

Le projet EIDER, ou Evaluation Intégrée de la Durabilité Et de la Résilience des systèmes de production laitiers agroécologiques, propose de travailler sur la mise en place d'une méthodologie d'évaluation conjointe de la résilience et de la durabilité. Le projet se base sur l'étude d'exploitations agricoles existantes : à travers de l'étude de deux fermes expérimentales INRAE (unités expérimentales de Lusignan dans la Vienne, et de Mirecourt dans les Vosges), et à travers d'élevages herbagers du CEDAPA dans les Côtes d'Armor. Le projet a pour volonté de proposer une méthodologie, de tester la méthode sur les fermes précédemment évoquées, d'identifier les limites de la méthode et apporter des pistes d'amélioration.

#### 4.4. Un objectif de stage qui se focalise sur la question de la résilience

Ce stage s'inscrit dans le projet EIDER, et se concentre sur la question de la résilience. L'objectif est de construire une méthode d'évaluation de la résilience face au changement climatique et permettre ainsi de cibler les points d'amélioration à apporter à l'échelle de la ferme et dans le contexte de réchauffement climatique. Il a également pour objectif de comparer les fermes entre elles, et les différents systèmes entre eux.

La stratégie de l'étude repose sur une évaluation multicritère, mobilisant des indicateurs et critères issus de la bibliographie. L'évaluation repose également sur une approche collaborative,



l'objectif étant d'élaborer une méthodologie en associant les connaissances des chercheurs et des agriculteurs.

Dans ce rapport nous nous intéresserons spécifiquement à la résilience des élevages face au changement climatique. Nous évoquerons cependant la question de la résilience des élevages face à des aléas économiques.

### III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### 1. Élaboration de la méthodologie de l'étude en 4 étapes

Pour répondre à la problématique de l'étude, la méthodologie a été mise en place de façon à pouvoir combiner une approche qualitative et quantitative de la résilience. En effet, certaines dimensions de la résilience peuvent être quantifiées, alors que d'autres non. La méthodologie décrite ci-après s'applique à un échantillon de trente exploitations agricoles commerciales à travers d'élevages herbagers du CEDAPA dans les Côtes d'Armor (échantillon d'écrit ci-après).

##### 1.1. Étape 1 : Définition d'une grille d'indicateurs de la résilience

Cette première approche a pour objectif de construire une grille d'indicateurs de résilience. Un grand nombre d'indicateurs ont été collectés grâce à une étude bibliographique sur la thématique de la résilience en agriculture. Dans un deuxième temps, les indicateurs identifiés dans la bibliographie ont été présentés à un groupe d'éleveurs du CEDAPA et de scientifiques de l'INRAE dans le but de sélectionner collectivement un panel plus restreint d'indicateurs pertinents couvrant les différentes dimensions de la résilience. Pour ce faire, une journée d'échange a été organisée, afin de présenter aux éleveurs et aux scientifiques la méthodologie retenue, puis au moyen d'un exercice, chacun des participants devait sélectionner parmi la soixantaine d'indicateurs présélectionnés les 30 qui leur semblaient les plus cohérents, ou en proposer de nouveaux.

Cette liste des indicateurs de résilience (ou de caractérisations des fermes) regroupe des données de caractérisation du milieu et des pratiques caractéristiques de la résilience des élevages laitiers. (Annexe 1)

##### 1.2. Étape 2 : Caractérisation de la sensibilité des élevages face aux aléas

Cette étape est basée sur une analyse quantitative. Elle a pour objectif de définir la vulnérabilité des élevages face à des événements climatiques, en considérant, qu'un élevage moins vulnérable aux aléas est plus résilient.

L'approche quantitative est inspirée du travail de Martin *et al.* (2017). La méthodologie consiste à (1) définir la vulnérabilité des fermes, en calculant un coefficient de variation interannuelle sur 5 ans, des 5 variables de vulnérabilité sélectionnées (Tableau 2). (2) Ensuite, nous cherchons à expliquer la cause des variations interannuelles des variables de vulnérabilité à travers des variables d'exposition climatiques et économiques (Tableau 2). Pour ce faire on étudie sur 5 ans l'évolution conjointe de variables de vulnérabilité et d'exposition. (3) Enfin, on cherchera à caractériser les fermes en fonction de leurs vulnérabilités à travers de variables explicatives. Les variables explicatives sont les indicateurs présélectionnés dans l'étape 1, elles caractérisent les fermes et leurs pratiques. Le but étant de déterminer les variables qui jouent un rôle dans la vulnérabilité des élevages. (Figure 12)

Afin de caractériser la vulnérabilité des fermes, nous avons fait le choix de les exprimer via le coefficient de variation des variables de vulnérabilité (Ecart-type/Moyenne). Nous ne prendrons pas en compte de valeurs seuils, ni les pentes de régression. En effet, l'objectif ici est d'observer la sensibilité des fermes, indépendamment de la performance de production et d'efficacité en tant que telle.

Les variables de vulnérabilité ont été choisies avec la contrainte de pouvoir recenser ces données sur 5 années déjà écoulées, entre 2015 et 2019. Les variables que nous avons sélectionnées devaient donc être des données archivées et communes à tous les éleveurs, par conséquent nous avons fait le choix de nous baser sur des données comptables.

Tableau 2 : Les variables de vulnérabilité et d'exposition de l'étude

Catégorie	Sous-catégorie	Unité	Variable	Abréviation
Variables de Vulnérabilité	Efficacité économique	Marge brute / produit	Coefficient de Variation (CV)	CVEfficiencyMargin
	Efficacité de la main-d'œuvre	EBE (hors mains d'œuvre) / UTH		CVEfficiencyEBE
	Revenu disponible	EBE - annuité - Variation de stock		CVAvailableIncome
	Production laitière	Marge brute lait / ha SFP		CVMilkMargin
Litres lait /VL		CVMilkProd		
Variables d'exposition	Climatique	Précipitations au printemps (Avril-Juin) (mm)		CVRainSpring
		Précipitations été (Juillet-septembre) (mm)		CVRainSummer
		Précipitations été + Printemps (mm)		CvRainTot
		Nombre de jours chaleur (>25°C) (Nombre)		CVNumWarmDays
	Économique	Prix lait payé (€)		CVMilkPrice
		Coût achat aliments extérieurs (Concentré, fourrage) (€)	CVFeedExternalPurchase	
		Subventions	CVSubsidy	

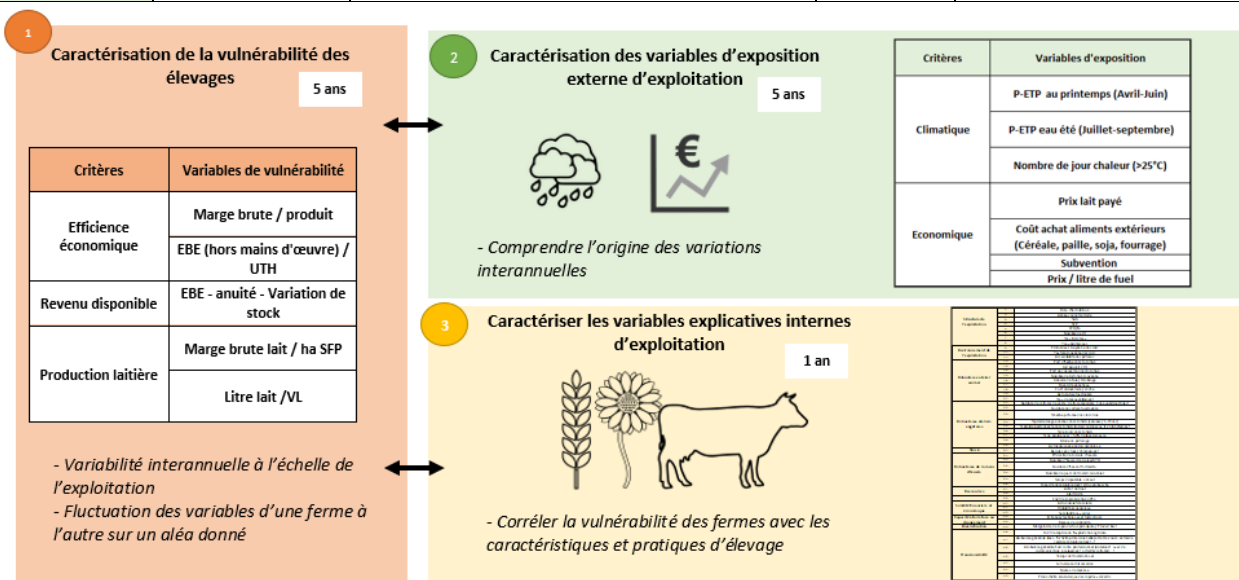


Figure 12 : Graphique de la méthodologie mise en place dans l'étape 2

### 1.3. Étape 3 : Analyse multicritère de la résilience des élevages les plus ou moins herbagers

Dans cette étape nous mobilisons la liste des indicateurs de résilience précédemment élaborée dans l'étape 1 (Annexe 1). Nous travaillons ici sur une approche multicritère qui a pour objectif de comparer les systèmes les plus herbagers des systèmes les moins herbagers. Pour ce faire nous caractérisons les systèmes herbagers par les variables « part de maïs dans la SFP » et « part d'herbe

dans la ration » et cherchons un lien de corrélation entre ces variables et les indicateurs de résilience de la liste.

#### 1.4. Étape 4 : Étude de la gestion des aléas par les exploitations agricoles

Dans cette nouvelle étape, afin de compléter les analyses précédentes, une étude qualitative sera menée. L'objectif de cette étude est de déterminer le type de stratégie de réaction et/ou d'adaptation face à un aléa climatique mis en place par les éleveurs, au moyen de questions ouvertes.

Afin d'approfondir la réflexion des agriculteurs vis-à-vis du changement climatique, nous réaliserons une analyse SWOT (Force/Faiblesse/Opportunité/Menace) avec chacun des agriculteurs pour déterminer leurs visions de la résilience de leurs systèmes de production face au réchauffement climatique.

### 2. La collecte de données

#### 2.1. Les fermes enquêtées

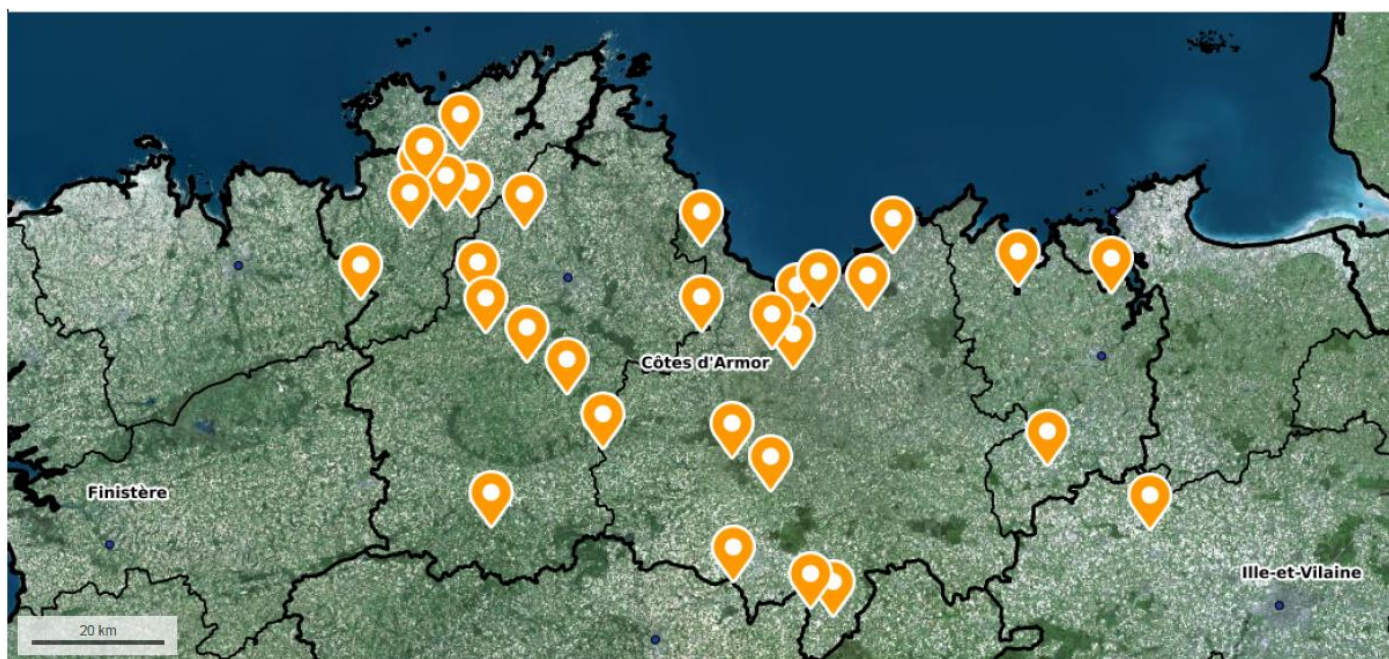


Figure 13 : Carte de répartition des agriculteurs enquêtés

Pour mener à bien l'étude, 30 éleveurs laitiers ont été interrogés. Ces éleveurs font partie du réseau CEDAPA, et se situent dans le département des Côtes d'Armor pour la majorité ou dans les départements limitrophes pour certaines exceptions (Figure 13). Parmi ces 30 éleveurs, 29 seront intégrés dans l'analyse quantitative, les données du trentième étant incomplètes. Le choix des élevages s'est fait aléatoirement en fonction de l'intérêt et des disponibilités des agriculteurs lors de la phase d'enquête qui s'est déroulée du 18 mai au 26 juin 2021.

Deux fermes expérimentales font partie du projet EIDER : l'unités expérimentales de Lusignan dans la Vienne, et de Mirecourt dans les Vosges. Nous les avons interrogées au même titre que les agriculteurs dans le but de voir s'il existe des innovations mises en place dans les fermes expérimentales qui sont semblables/distinctes aux pratiques des élevages commerciaux. Ces fermes n'ont pas pu être prises en compte dans l'analyse quantitative car leurs données comptables sont difficilement comparables à des exploitations commerciales.

## 2.2. Le guide d'entretien

Le guide d'entretien a été construit dans le but de mettre en place des entretiens semi-directifs, l'objectif étant de combiner une collecte de données conjointement à des axes de discussions plus ouvertes. Le guide d'entretien est construit selon le plan suivant :

- Informations générales de l'exploitation
- Changement climatique et gestion des aléas
- L'atelier animal
- L'atelier végétal
- La main-d'œuvre
- Dépendance énergétique
- Données comptables
- SWOT : Analyse de Force/Faiblesse/Opportunité/Menace

Afin de rendre l'entretien dynamique, les questions ont été abordées par thématiques, avec une succession de questions fermées et de questions ouvertes. La difficulté était de réaliser un entretien dans un temps imparti de 2 à 3 heures, le nombre de thématiques abordées et la quantité de données collectées étant conséquents. Afin de gagner du temps, lorsque c'était possible, les données comptables ont été traitées en amont de l'entretien (Annexe 2).

## 2.3. Les données météorologiques

Les données météo sont les uniques variables qui n'ont pas été collectées dans les fermes. En effet, dans cette étude nous avons utilisé les données météorologiques issues d'un modèle de Météo France nommé « Safran-Isba-Modcou ». Ce modèle est constitué de données météo à l'échelle de la France entière sur un maillage de 8 km (Soubeyroux *et al.*, 2008). Les données sont retranscrites dans un fichier Excel de plusieurs millions de lignes composées de données journalières pour chacune des variables et pour chacun des points du maillage.

Pour ce faire nous avons attribué à chacune des fermes enquêtées le point du maillage du modèle qui leur est le plus proche. Une fois les coordonnées attribuées nous avons récupéré sur les 5 ans de l'étude les données nécessaires : précipitations printanières, précipitations estivales, nombre de journées >25°C.

## 3. Analyses statistiques

Pour réaliser les analyses de données, nous utilisons le logiciel R studio (Logiciel R, 2013). Dans un premier temps, la normalité des variables est vérifiée grâce au test de Shapiro. Ensuite, on réalise (1) l'analyse de l'effet année sur les variables de vulnérabilité et d'exposition. Pour ce faire, nous réalisons un test ANOVA suivi d'un test de Tukey qui permet de comparer les années deux à deux et ainsi déterminer des corrélations. (2) Afin de calculer l'effet des facteurs d'exposition sur les variables de vulnérabilité nous réalisons un modèle mixte par l'utilisation du package lme4. (3) Nous calculons ensuite le niveau de corrélation entre les coefficients de variation et les moyennes des variables de vulnérabilité au moyen d'une ACP (Analyse en Composantes Principales), puis des tests de corrélation avec Spearman. (4) De même pour caractériser le lien entre la vulnérabilité des fermes et les variables de caractérisation (contexte et pratiques d'élevage), nous réalisons un test de corrélation de Spearman. (5) Enfin, afin de comparer le niveau de résilience des systèmes les plus et moins herbagers, nous réalisons des liens de corrélations entre les variables « part de maïs dans la SFP » et « part d'herbe dans la ration » et les indicateurs de résilience avec un test de corrélation de Spearman.

## IV. RESULTATS

### 1. Description de l'échantillon d'éleveurs

#### 1.1. Les élevages commerciaux

Nous comparons les fermes de l'étude avec celles du « Réseau d'information comptable agricole » (RICA), composé d'un échantillon de 92 fermes bretonnes spécialisées en production laitière, dont les données sont issues d'une base de données du réseau CIVAM (Tableau 3). L'échantillon enquêté ne reflète pas le système d'élevage laitier breton moyen, en effet la particularité de l'échantillon réside dans des pratiques d'élevage plus extensives avec des chargements plus faibles que l'échantillon du RICA. Les éleveurs enquêtés étant tous adhérents au CEDAPA, ils sont donc dans une démarche de réflexion autour de l'augmentation de la part de l'herbe dans la ration des bovins. Cela se traduit par une proportion moyenne de maïs dans la SFP plus faible que la moyenne des données RICA (Tableau 3). Le groupe d'éleveurs échantillonné présente un panel allant de 0% à 45% de maïs dans la SFP, avec un groupe d'éleveurs ayant environ 10% de maïs dans la SFP et un autre groupe autour de 30% de maïs dans la SFP (Figure 14).

On y distingue deux grandes stratégies de gestion fourragère :

- D'une part les fermes les plus herbagères, ayant une part de maïs nulle ou très faible avec une part de prairie permanente, ou non assolée importante.
- D'autre part les fermes basées sur l'ensilage de maïs dans la ration des animaux, avec intégration des prairies dans la rotation culturale.

Parmi les singularités du groupe échantillonné ici, nous avons un usage important du croisement de races ou encore la pratique du groupement des vêlages, avec une majorité de groupages de vêlage au printemps (8 éleveurs), dans un objectif de valorisation de l'herbe printanière et estivale pour diminuer les coûts d'alimentation. Deux éleveurs de l'échantillon regroupent leur vêlage en automne afin de limiter l'impact de la période de sécheresse estivale sur la production laitière. Ces deux éleveurs se situent tous les deux dans des zones séchantes en zones littorales.

Tableau 3 : Comparaison des données du groupe échantillonné avec les données RICA

	Donnée RICA (2018-2019)	Moyenne Groupe (2019- 2020)	Quartile Inférieur groupe	Quartile supérieur groupe
Nombre de ferme	92	29	-	-
SAU	87,50	79,70	56,80	98,00
SFP	65,10	67,75	52,00	82,00
%SFP/SAU	78,00%	86,27%	79,48%	100,00%
UTH	1,80	1,99	1,35	2,20
% de maïs dans la SFP	37,35%	15,57%	3,21%	28,07%
Chargement	1,70	1,21	1,15	1,56
Nombre de VL	72,00	67,83	51,00	76,00
Lait vendu	499 523 L	351 728 L	241 921 L	456 031 L
Lait vendu / VL	6 846 L	5 067 L	4 000 L	6 054 L
Coût alimentaire / 1000 L	139,00 €	48,15 €	32,19 €	59,56 €
Coût de mécanisation /ha	834,00 €	516,12 €	358,53 €	667,62 €
EBE	71 737,00 €	96 402,00 €	67 549,50 €	118 444,50 €
EBE / 1000L vendu	134,00 €	298,67 €	193,36 €	359,07 €

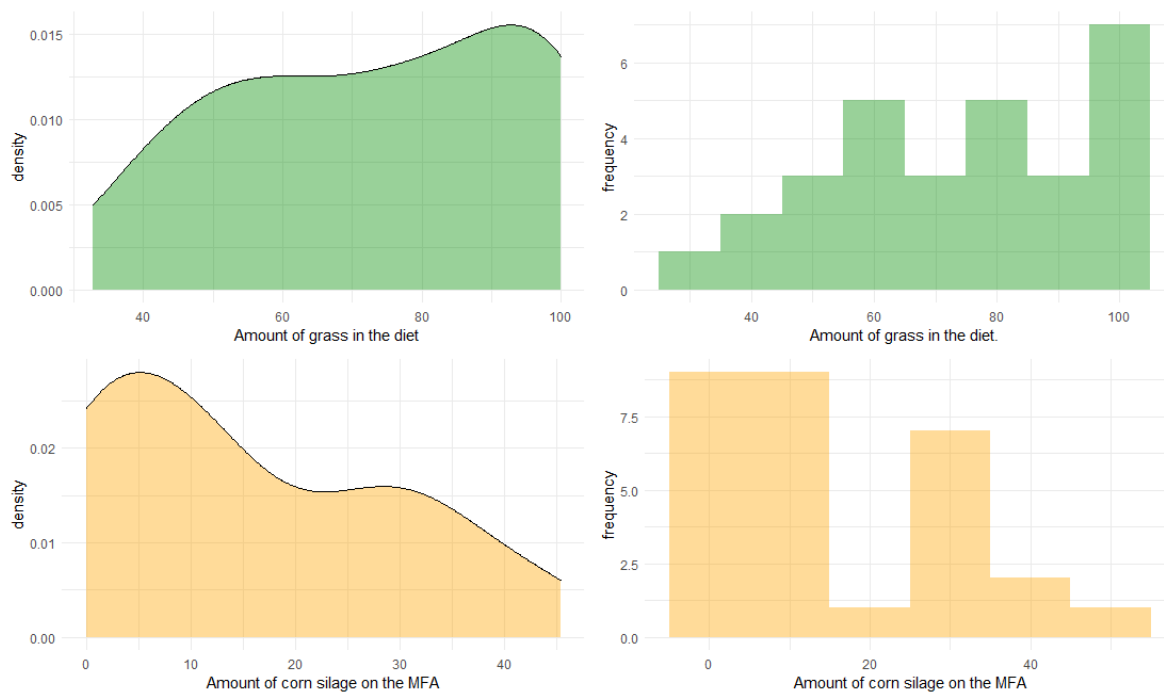


Figure 14 : Densité et fréquence des variables : part de maïs dans la SFP et de la part d'herbe dans la ration

## 1.2. Les élevages expérimentaux

Dans un premier temps, il faut distinguer ces deux fermes, ainsi que le groupe d'éleveurs interrogés en fonction de leur localité, de leur taille et de leurs pratiques (Tableau 4). La ferme de Mirecourt est localisée dans la plaine Vosgienne au cœur du plateau lorrain soumis à un climat semi-continental avec des précipitations annuelles moyennes réparties sur toute l'année avec des températures moyennes annuelles comprise entre 8.5 et 11°C, et des températures hivernales froides (Moreau *et al.*, 2019). Cette ferme est une exploitation en polyculture poly-élevage étendue sur une SAU de 240 ha avec un troupeau de vaches laitières de 72 VL, un troupeau de moutons et de porcs plein air, ainsi qu'une production de cultures de vente destinées à l'alimentation humaine et près de 20 cultures de vente différentes. La ferme OasYs est localisée à Lusignan dans la région de Nouvelle Aquitaine, dans une zone dite séchante, liée à des précipitations annuelles faibles et des températures estivales importantes. Elle est toutefois située sur des sols profonds et limoneux qui lui assurent une bonne réserve utile (Novak *et al.*, 2018). Cette ferme de 91 ha de SAU est une exploitation bovine spécialisée dans la production laitière, avec un troupeau de 71 VL.

Ces deux fermes ont des objectifs différents et par conséquent des pratiques distinctes (Tableau 4) :

**Mirecourt** a pour vocation de produire des aliments destinés à la consommation humaine avec un objectif technique d'autonomie alimentaire et d'intrants. Elle s'appuie sur la diversification de ses ateliers de production, dans le but de valoriser les complémentarités entre ateliers. Ainsi, la production laitière est basée sur une ration 100% herbagère (foin et herbe pâturée). Il y a deux périodes de vêlage groupés : La première a lieu au printemps afin de valoriser l'herbe présente en abondance ; la seconde en automne, ce sont des vêlages de rattrapage valorisés en veaux de boucherie. Afin de répondre à une problématique d'accessibilité des parcelles aux vaches laitières, et pour valoriser au mieux l'herbe, une salle de traite mobile a été installée. Les animaux sont croisés pour la majorité en multivoies dans l'optique d'obtenir des animaux plus légers et réduire ainsi les problèmes de portance des sols, pour améliorer la fertilité des animaux, et avoir des animaux avec des potentiels de production moins élevés mais avec moins de besoins. La ferme pratique la monotraite pour limiter les concurrences entre la production laitière et la reproduction, et gagner en temps de travail, mobilisé

dans les autres ateliers. Pour valoriser le temps les génisses sont élevées sous des vaches nourrices ; ce levier permet également d’optimiser la croissance des animaux afin de permettre des vêlages de 24 mois et ainsi baisser les effectifs improductifs. Dans l’optique de valoriser les ressources non valorisables pour la consommation humaine, la ferme de Mirecourt a diversifié ses ateliers de production. Un troupeau d’ovins viande a été introduit, dans le but de valoriser les espaces que les bovins ne peuvent pas valoriser notamment les pousses hivernales de l’herbe, et afin d’avoir des chargements importants au printemps avec du pâturage mixte. Dans cette même optique, il y a eu introduction d’un troupeau de cochons en plein air intégral, valorisant les déchets des grandes cultures et le lait non commercialisable.

**OasYs** a pour objectif de recherche la mise en œuvre d’un système d’élevage laitier résilient face au changement climatique. Elle a pour stratégie de valoriser les ressources du milieu, de travailler sur la diversification fourragère et de raisonner l’utilisation d’énergie fossile. Pour ce faire, la ferme optimise le pâturage, en travaillant sur le développement de fourrages pâturables toute l’année. Les vêlages sont groupés volontairement au printemps et en automne, dans le but d’avoir une lactation longue de 18 mois, afin de produire un maximum de lait sur la carrière de l’animal, de garder les vaches le plus longtemps possible sur l’exploitation, d’améliorer la fertilité en décalant le pic de lactation avec la mise à la reproduction, et de limiter le nombre d’animaux improductifs sur la ferme. Aussi elle pratique le croisement de races afin d’améliorer la reproduction, d’avoir des animaux adaptés aux températures chaudes, et d’avoir des animaux moins lourds pour allonger les temps de pâturage dans la saison. Une grosse partie du travail à OasYs est menée sur le développement de fourrages adaptés au contexte climatique comme le sorgho, ou de la mise en place de systèmes de cultures basés sur l’allongement des rotations, la mise en place de cultures à double fin (grain ou ensilage) et la diversification des productions afin de réduire les risques et assurer les stocks.

Tableau 4 : Comparaison des données de caractérisation des fermes expérimentales de Mirecourt et OasYs et du groupe d’éleveur enquêté

	Mirecourt	OasYs	Moyenne Groupe	Quartile Inférieur groupe	Quartile supérieur groupe
SAU	240	91,97	79,70	56,8	98
SFP	178,4	85,43	67,75	52	82
UTH	4,3	NA	4,85	1,35	2,2
Nombre de VL	72	71	67,83	51	76
Lait vendu / VL	3388,88	6093,34	5067,41	4000,00	6054,48
Accessibilité des pâtures (Ha)	74,16	52,3	53,82	41	61
Part d'herbe dans la ration	100	80,80	73,50	55,77	94,19
Part de concentré dans la ration	0	3,86	4,29	0	7,69
Etalement des vêlages (mois)	7	6	8,55	4	12
Nombre de cultures de vente	20	4	1,24	0	2
Nombre de cultures fourragères (hors prairies)	0	5	1	1	1
% prairie temporaire (assolées) dans la SFP	24,27	45,45	43,85	24,08	70,17
% prairie temporaire et permanente dans la SFP	75,67	5,73	38,76	10,18	64,26
% de maïs dans la SFP	0	3,66	15,57	3,21	28,07
Chargement	0,76	1,29	1,21	1,15	1,56

## 2. Analyse de la variation interannuelle, et du lien entre les variables de vulnérabilité et d'exposition

### 2.1. Variables de vulnérabilité

En regardant les différents indicateurs de vulnérabilité (Figure 15), on se rend compte que certains d'entre eux font davantage apparaître des fluctuations interannuelles, avec visuellement une année 2016 ayant des moins bons résultats et une année 2017 ayant des meilleurs résultats. En revanche le test ANOVA ne montre pas d'effet année sur aucune des variables de vulnérabilité. Le test post-hoc de Tukey, confirme ce résultat.

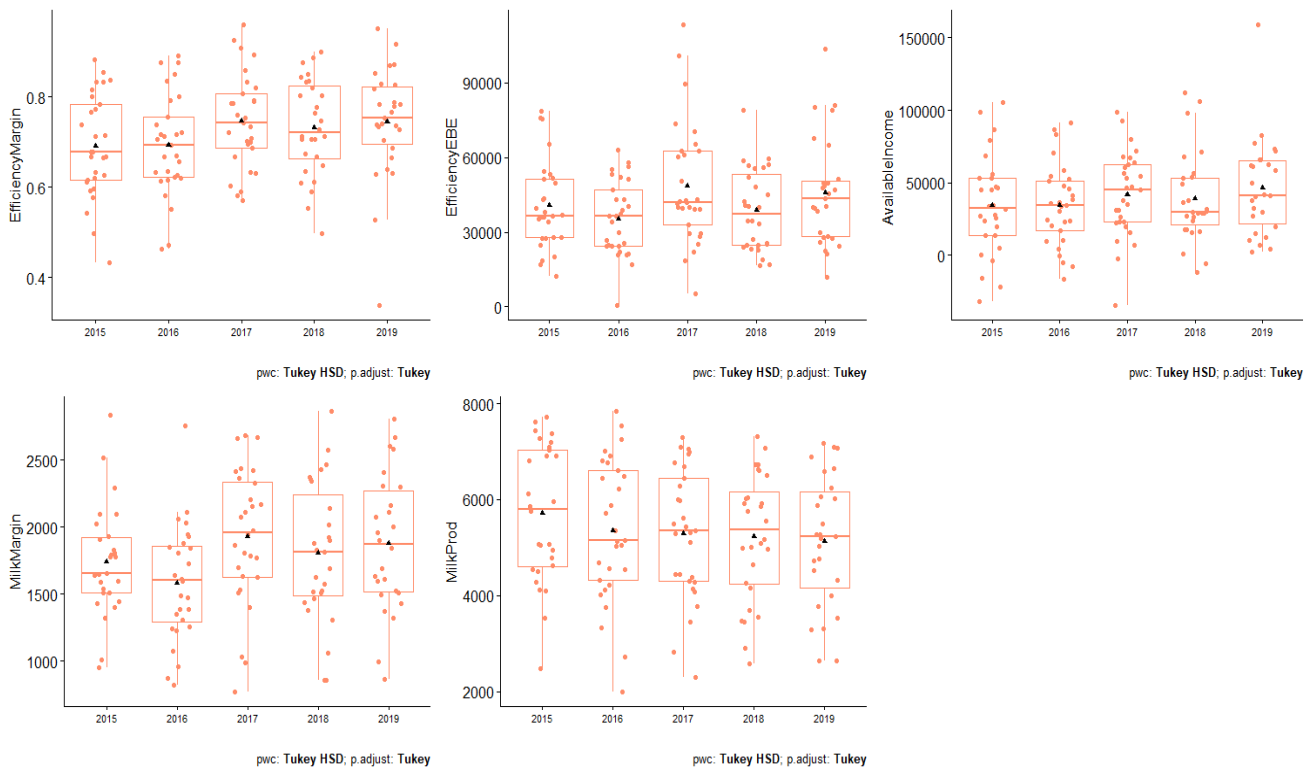


Figure 15 : Box plot des variables de vulnérabilités d'exploitation déterminé sur les années 2015 à 2019 pour le groupe

### 2.2. Variables d'exposition

Si on compare les moyennes par année du groupe étudié, on se rend compte que les précipitations cumulées printemps-été sont significativement différentes, hormis 2015 et 2019. Néanmoins si l'on regarde la répartition des pluies en été puis au printemps, on se rend compte que ces 5 années sont bien différentes avec des cumuls d'eau inégalement répartis sur ces deux périodes. On observe en 2015 des faibles précipitations printanières mais des fortes précipitations estivales, et en 2019 des fortes précipitations printanières et faibles précipitations estivales. On constate également que l'année 2017 est l'année la plus arrosée (avec une moyenne de groupe à 379 mm d'eau printemps + été), avec des précipitations homogènement réparties sur les deux périodes printemps et été, et une année 2016 la moins humide avec des faibles précipitations printanières et estivales (231 mm d'eau printemps +



été). Concernant les températures, l'année 2015 a un nombre de jours avec des températures supérieures à 25°C significativement inférieur aux autres années (Figure 16).

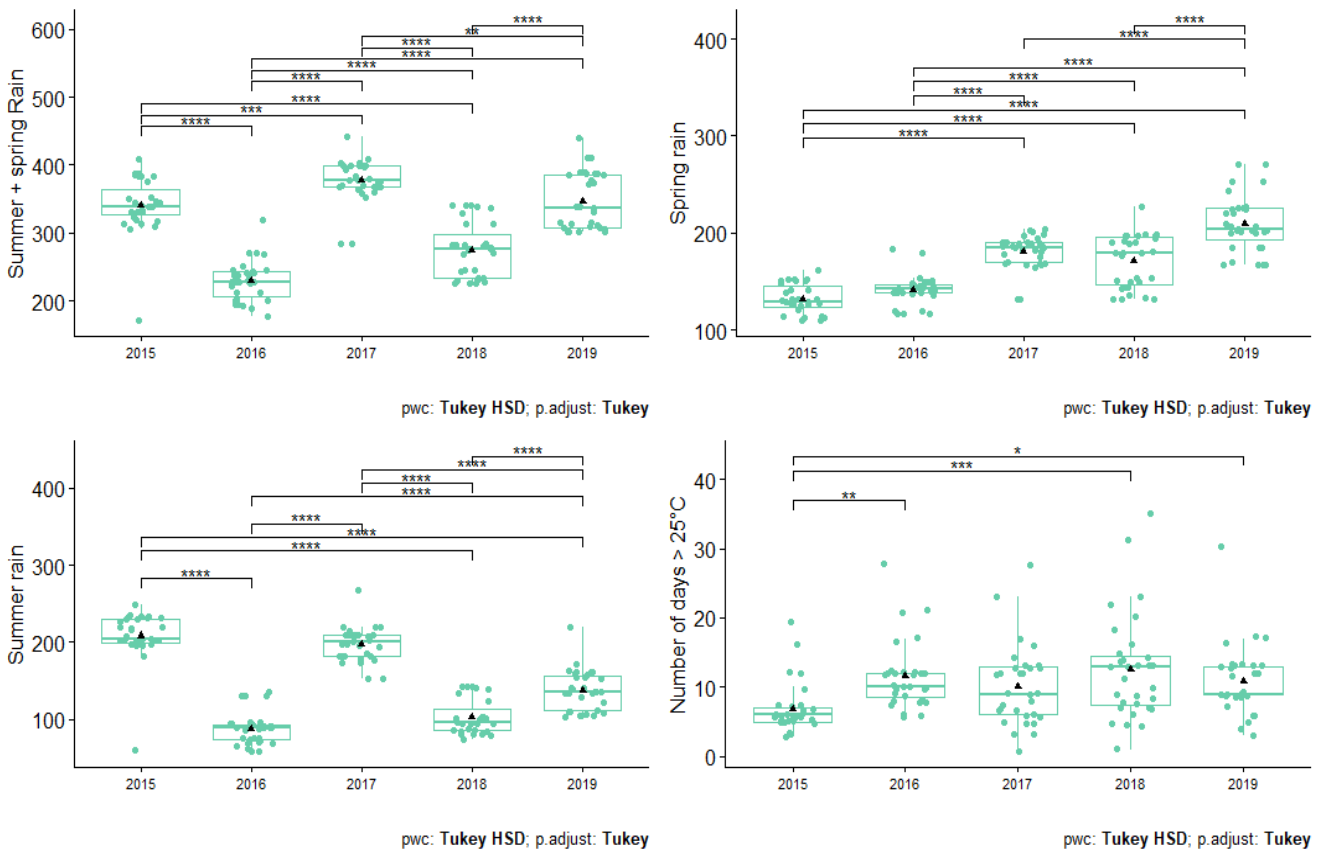


Figure 16 : Box plot des variables d'expositions météo déterminé sur les années 2015 à 2019 pour le groupe (\* = 5%, \*\* = 1%, \*\*\* = 0,1%, \*\*\*\* = 0.01%)

Enfin, parmi les variables économiques, on observe des fluctuations interannuelles sur le prix du lait. En 2015 le prix du lait est significativement inférieur à celui des années 2017, 2018 et 2019, et celui de l'année 2016 significativement différent de l'année 2019 (Figure 17). Le prix moyen du lait du groupe se voit augmenter au cours des années (2015 à 2019), avec un prix des 1000 litres de respectivement 326€, 342€, 360€, 393€ et 396€.

Concernant les autres variables économiques « coût d'achat alimentaire » et « subvention » on ne voit pas de différence significative entre les 5 années étudiées (Figure 17).

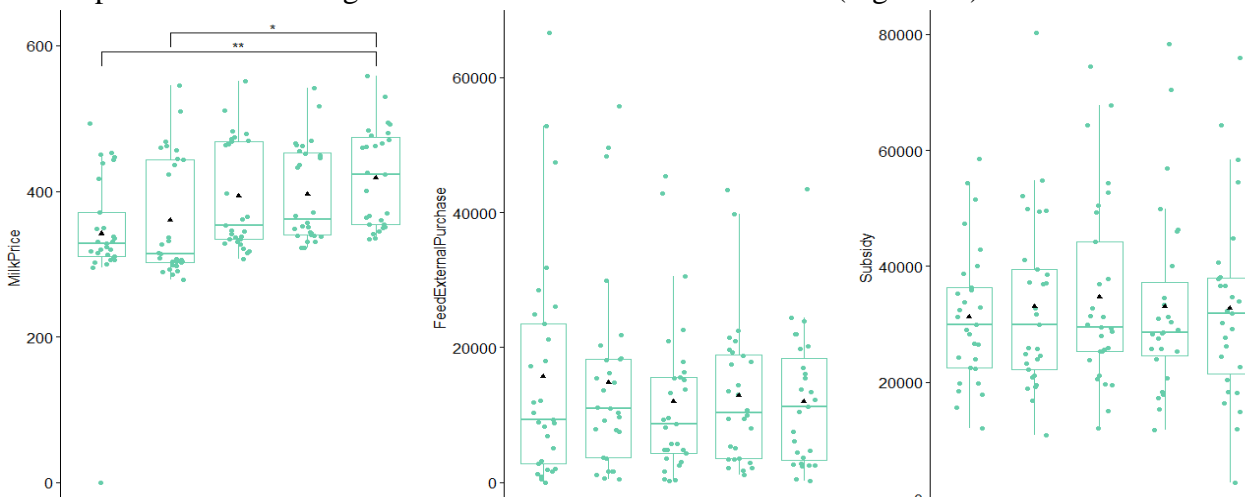


Figure 17 : Box plot des variables d'expositions économiques déterminé sur les années 2015 à 2019 pour le groupe (\* = 5%, \*\* = 1%, \*\*\* = 0,1%, \*\*\*\* = 0.01%)

### 2.3. Lien entre les variables de vulnérabilité et les variables d'exposition

L'analyse de modèle linéaire mixte a permis de nous rendre compte de l'effet des variables d'exposition sur les variables de vulnérabilité, avec l'année comme effet aléatoire. Cette analyse est complémentaire à la précédente, car au lieu de vérifier les variations interannuelles avec les moyennes annuelles du groupe, cette méthode permet de rendre compte des variations inter-individuelles entre fermes.

Concernant la variable de vulnérabilité « Marge brute lait / ha SFP », on se rend compte d'un effet significatif et positif des variables d'exposition « Coût d'achat des aliments extérieurs » (p-value = 0.03) et « Prix du lait » (p-value < 0.001). Les coûts d'achat des aliments ainsi que le prix du lait améliorent la marge brute par hectare des fermes.

La variable « Litre lait /VL », est corrélée de façon significative et positive à la variable d'exposition « Coût achat aliments extérieurs » (p-value < 0.001) et négativement au « Prix du lait » (p-value < 0.001). En d'autres termes, au cours des 5 années étudiées, on observe que la production laitière et le coût des aliments évoluent dans la même direction. Tandis que la production laitière et le prix du lait évoluent dans les sens opposés.

La variable de vulnérabilité « Marge brute / produit » est corrélée de façon significative et positivement par les variables « Subventions » et « Prix du lait » et négativement par « Coût achat aliments extérieurs » (p-value < 0.005). La « Marge brute / produit » va augmenter avec une augmentation des subventions et du prix du lait et lorsque le coût des achats en aliments diminue.

La variable de vulnérabilité « Efficacité de la main-d'œuvre (EBE / UTH) » augmente lorsque la pluviométrie printemps-été » augmente (p-value = 0.025).

Enfin, la variable « Revenu » est liée positivement aux variables de « prix du lait » et de « subventions » (p-value < 0.005).

## 3. Caractérisation du lien entre vulnérabilités aux aléas avec les variables de caractérisations des fermes (contexte et pratique d'élevage)

### 3.1. Niveau de corrélation entre les coefficients de variation et les moyennes des variables de vulnérabilités

Le test ACP montre un certain nombre de corrélations entre les coefficients de variation et les niveaux de productivité moyens des variables de vulnérabilité. Ces variables expliquent sur 4 dimensions 77,6% de la variance observée (Figure 18). Les corrélations ont été vérifiées via une analyse de corrélation de Spearman à un degré de significativité de 5%.

Dans un premier temps on constate que les fermes ayant un niveau d'efficacité de la main-d'œuvre (EBE/UTH) supérieur sont celles qui pour cette même variable ont un coefficient de variation plus élevé, donc fluctue le plus d'une année à l'autre (p-value=0.01).

On constate également que les fermes ayant leurs marges brutes lait fluctuant le plus d'une année à une autre ont une efficacité de la main-d'œuvre supérieure (p-value=0.03). Ces mêmes fermes ayant une efficacité de la main d'œuvre supérieure ont un niveau de revenu également plus élevé (p-value=0.03).

De même, les fermes avec des variations interannuelles plus importantes sur le volume de lait produit par VL ont une moyenne efficacité économique (Marge Brut/Produit) supérieure (p-value= 0.009). En revanche ces fermes ont également une production moyenne en volume de lait significativement inférieure (p-value < 0.005).

On notera enfin une corrélation entre le niveau moyen de production laitière/VL et le niveau de marge brute lait produit/ha SFP (p-value=0.01).

En d'autres termes, les élevages qui ont une moins bonne stabilité dans la production laitière, de l'efficacité économique et d'efficacité de la main-d'œuvre, sont celles ayant des niveaux d'intensité de la production laitière inférieure en volumes. Néanmoins ces fermes ont des niveaux moyens d'efficacité économique et de main-d'œuvre et de rémunération supérieure.

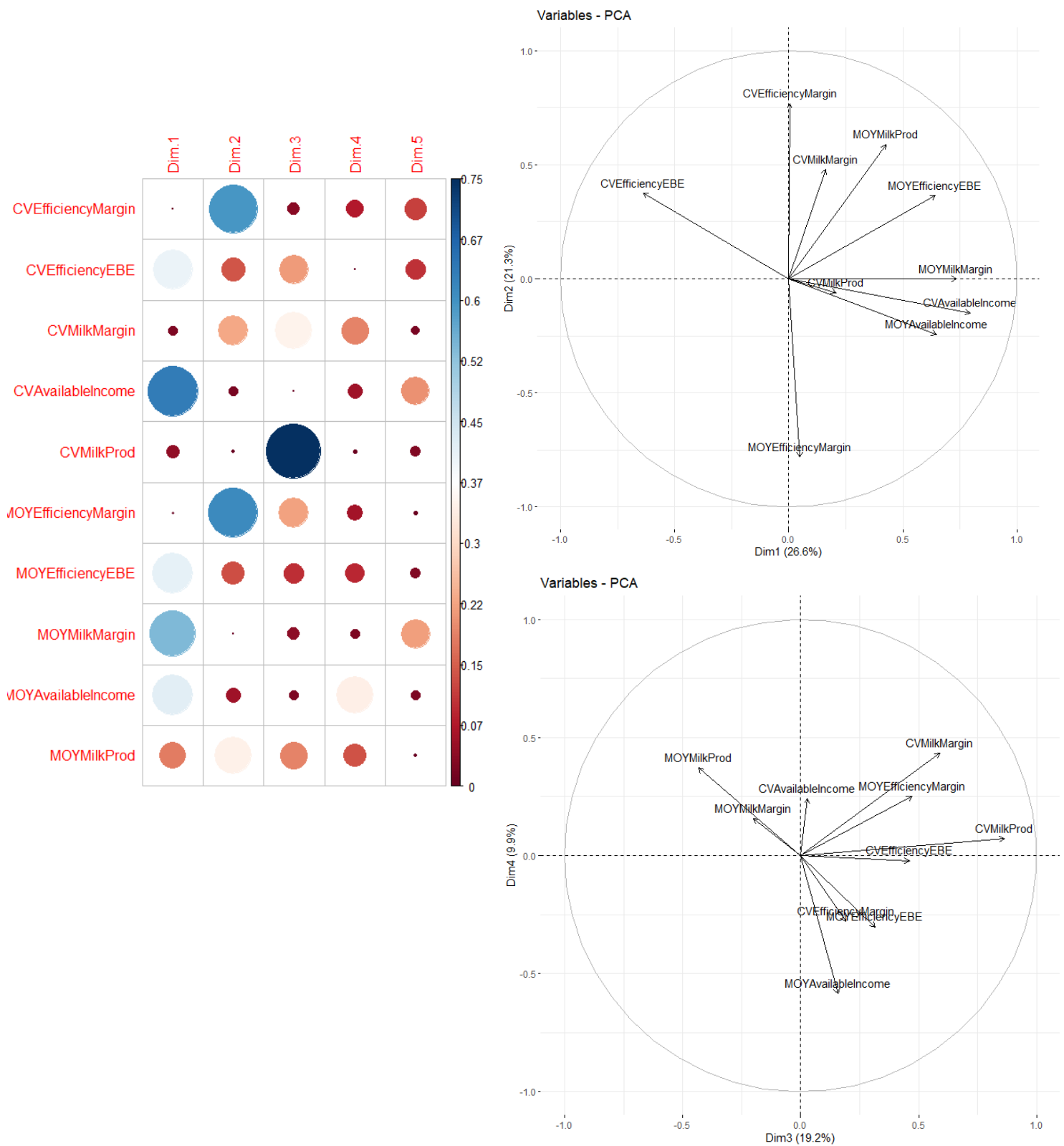


Figure 18 : ACP des corrélations entre les coefficients de variation et les niveaux de productivité moyens des variables de vulnérabilité

### 3.2. Niveau de corrélation entre les variables de vulnérabilités et les variables de caractérisations des fermes

Un test de corrélation nous a permis de croiser les variables de vulnérabilité avec les variables de caractérisation des exploitations enquêtées. Les corrélations ont été vérifiées via une analyse de corrélation de Spearman à un degré de sécurité de 5%.

Parmi les 5 indicateurs de vulnérabilité, on constate que c'est le coefficient de variation (CV) de la production laitière volumique qui est le mieux expliqué par les variables explicatives. En effet, on constate que le CV production laitière est corrélé positivement à la part d'herbe dans la ration (Figure 19), au pourcentage de prairie non assolée, à la part d'herbe pâturée dans la ration, au nombre de week-ends libres / an et le niveau de spécialisation laitière (p-value < 0.05). Le CV production laitière est également corrélée négativement à la part de concentrés dans la ration, au coût alimentaire, à la part de maïs dans la ration (Figure 19), au pourcentage de prairie assolée, à l'étalement des vêlages, au nombre de cultures de vente, au nombre d'heures/semaine (p-value < 0.05).

Concernant le CV de la marge brute lait, on observe que les fermes ayant le moins de prairies assolées dans l'assolement, sont les plus vulnérables (p-value=0.03). Le CV de l'efficacité de la main-d'œuvre (EBE/UTH), est corrélé négativement à la part de prairies assolées (p-value=0.02) et au nombre de jours de vacances (p-value=0.03). Le facteur de vulnérabilité CV de l'efficacité économique (Marge Brute/Produit), est corrélé positivement à la part de maïs dans l'assolement (Figure 20) (p-value=0.02), au taux de renouvellement (p-value=0.03), au coût de reprise (p-value=0.03), et est corrélé négativement au linéaire de haie (p-value=0.03). Enfin concentrant le facteur de vulnérabilité sur le revenu, les fermes les plus vulnérables sont celles ayant un nombre de lactation par vache plus faible (p-value < 0.005), et un pourcentage de zone séchante plus faible (p-value=0.05).

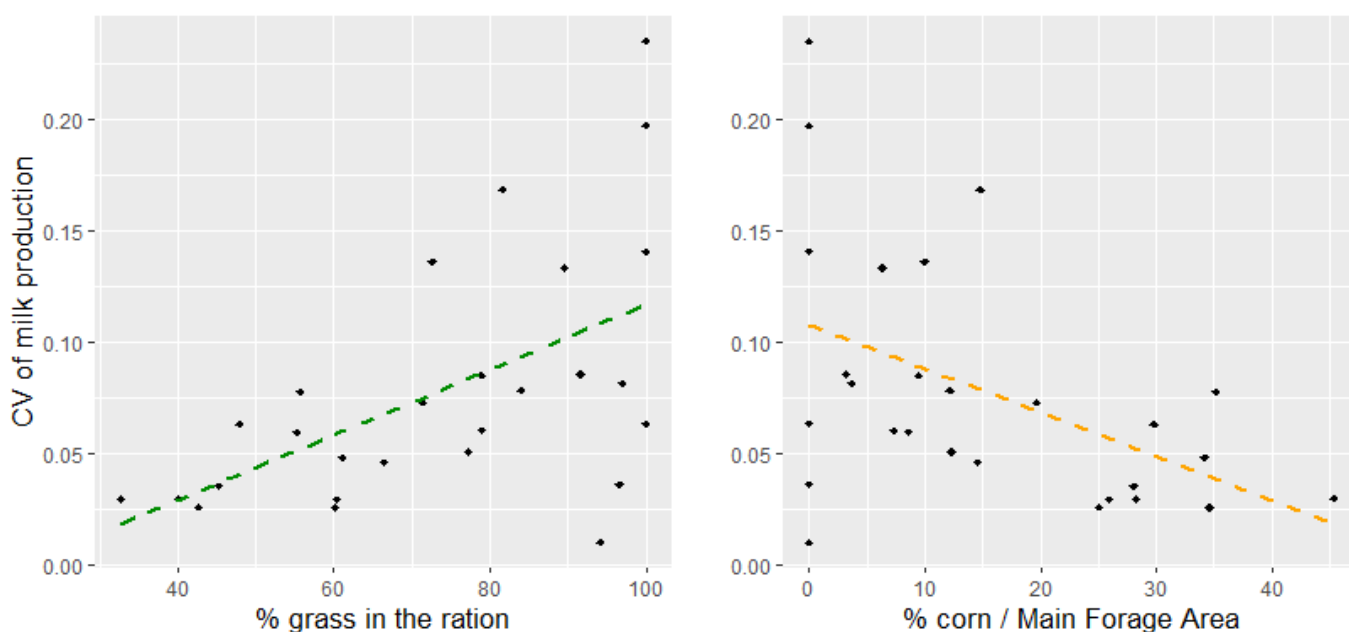


Figure 19 : Corrélation du coefficient de de variation (CV) de la production laitière avec la proportion d'herbe dans la ration (à gauche) et la part de maïs dans la SFP (à droite)

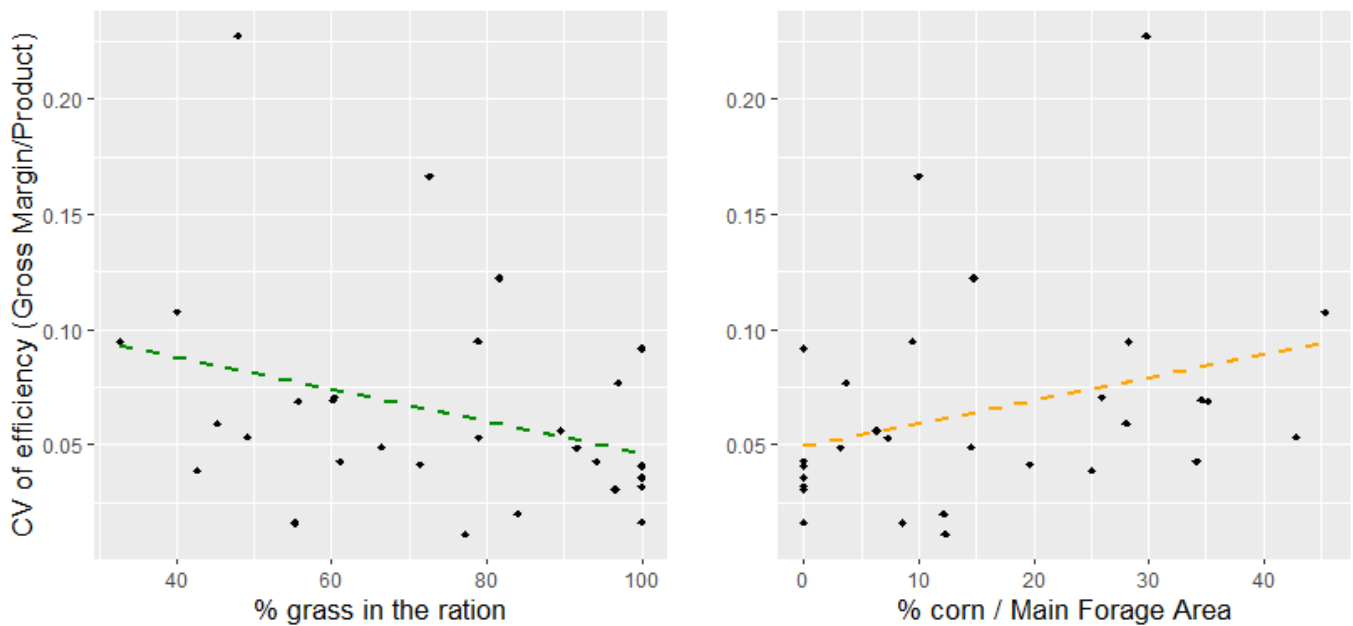


Figure 20 : Corrélation du coefficient de de variation (CV) de l'efficacité économique (Marge brut / Produit) avec la proportion d'herbe dans la ration (à gauche) et la part de maïs dans la SFP (à droite)

#### 4. Comparaison de la résilience des élevages enquêtés les plus herbagers et les moins herbagers

Pour aller plus loin sur la question de la résilience, nous nous intéressons à une analyse des différents indicateurs de résiliences (Annexe 1). Ces indicateurs comportent des variables de caractérisation des fermes et des variables de caractérisation des pratiques et de résultats. C'est une approche multicritère qui a pour objectif de comparer les systèmes les plus herbagers (SPH) des système les moins herbagers (SMH). Pour ce faire nous caractérisons les systèmes herbagers par leur part de maïs dans la SFP et la part d'herbe dans la ration. Afin de comparer les deux systèmes, nous cherchons un lien de corrélation (Test de Spearman) des variables « part de maïs dans la SFP » (VPM) et « part d'herbe dans la ration » (VPH) avec les variables de caractérisation des fermes. Nous avons fait le choix de corrélérer les indicateurs de résilience à ces deux variables qui sont en théories inversement corrélées afin d'avoir des résultats plus solides, car la variable « part d'herbe dans la ration » est une donnée calculée à partir de données approximatives des agriculteurs et la variable « part de maïs dans la SFP » une donnée issue de la comptabilité. Vous trouverez en annexe (Annex 3) un tableau récapitulatif des résultats présentés ci-après.

##### 4.1. Structure des exploitations

Si l'on s'intéresse à la structure des fermes de l'étude, on se rend compte que ce sont des fermes qui ont globalement la même taille de SAU quelle que soit leur part d'herbe ou de maïs dans la ration et SFP. On n'observe pas non plus de caractéristique pédologique séchante ou hydromorphe particulière. Néanmoins, les élevages les plus herbagers (SPH), ont une surface accessible effective significativement supérieure (p-value VPH=0.04, p-value VPM=0.04). (Figure22)

Concernant la main-d'œuvre, on remarque que le nombre d'UTH est négativement corrélé à la part de maïs dans la SFP et positivement corrélé à la part d'herbe dans la ration (p-value VPH=0.002, p-value VPM=0.007) avec des fermes herbagères ayant une main-d'œuvre supérieure. La date d'installation ne montre pas de différence entre les SPH et les SMH. (Figure22)

Du point de vue de la productivité à présent, les fermes les plus herbagères sont aussi des fermes qui produisent moins de lait par vache laitière (p-value VPH < 0.005, p-value VPM < 0.005). Avec des troupeaux de même effectif pour les SPH et SMH. Au sujet du débouché du lait, on se rend compte que les fermes les plus herbagères sont davantage en Agriculture biologique (p-value VPH < 0.005, p-value VPM < 0.005) (Figure 21).

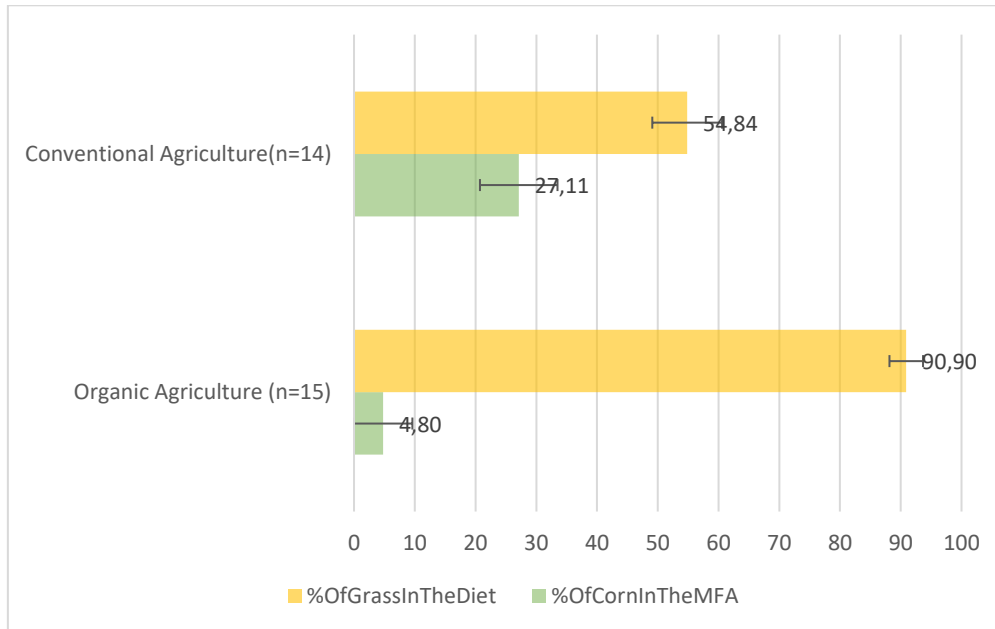


Figure 21 : Débouché du lait en fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

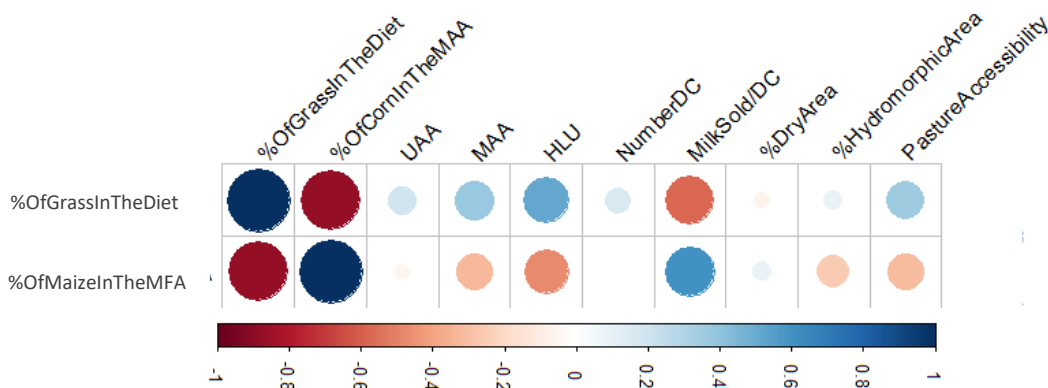


Figure 22 : Corrélation des variables de structure d'exploitation avec les variable fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

## 4.2. Robustesse de l'atelier animal

### 4.2.1. La ration alimentaire

Concernant l'alimentation des animaux dans les SPH, nous constatons que la part de concentré dans la ration est significativement inférieure (p-value VPH < 0.005, p-value VPM < 0.005), ces fermes ont aussi une part d'herbe pâturée significativement supérieure (p-value VPH < 0.005, p-value VPM < 0.005). Ces fermes ont également des coûts alimentaires / 1000 litres de lait significativement moindres (p-value VPH < 0.005, p-value VPM < 0.005).

#### 4.2.2. Pratiques d'élevage

Au sujet des pratiques d'élevage, on constate que les élevages SPH pratiquent davantage les groupages de vêlage. Aussi nous pouvons voir que les élevages avec groupage de vêlage de printemps sont basés sur une ration à 95% d'herbe dans la ration contre 63.7 % dans la ration des fermes faisant vêler toute l'année (Figure 23) (p-value VPH <0.005, p-value VPM < 0.005).

Parmi les pratiques spécifiques de ce groupe d'agriculteurs on a le croisement de races. 15 éleveurs pratiquent le croisement multivoie contre 14 éleveurs en race pure. On constate également que les éleveurs pratiquant les croisements multivoies ont dans des stratégies alimentaires basées sur l'herbe avec 5.14% de maïs dans la SAU contre 23.34 % pour les fermes avec des animaux en race pure (Figure 24) (p-value=0.003).

Aussi on constate que ces éleveurs en SPH ont davantage de linéaire de haie dans leurs parcelles (p-value VPH <0.005, p-value VPM < 0.005).

En revanche nous ne voyons pas de différence significative entre ces deux groupes pour le taux de renouvellement du troupeau, et le nombre de lactation moyenne des vaches. (Figure 25)

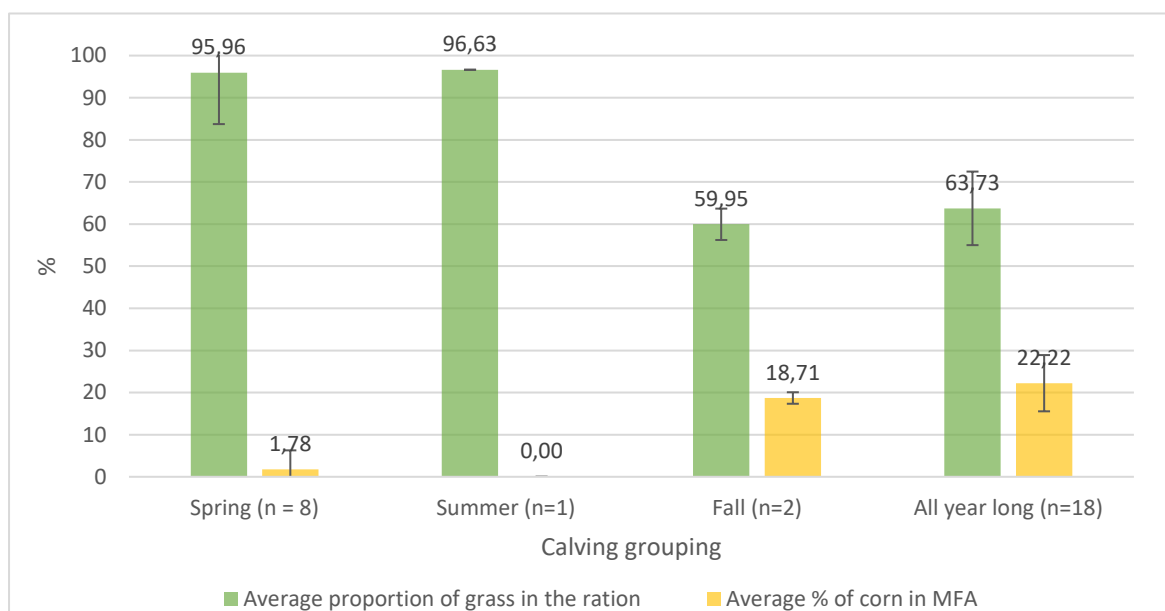


Figure 23 : Moyenne de la part d'herbe dans la ration et de maïs dans la SFP par catégorie de groupages de vêlage

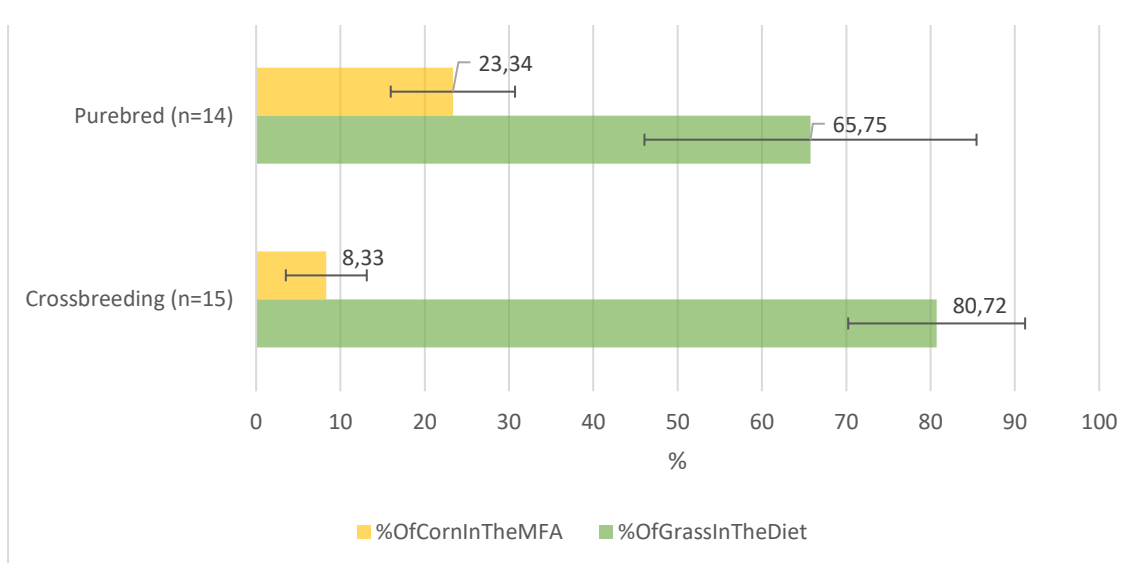


Figure 24 : Moyenne de la part d'herbe dans la ration et de maïs dans la SFP par catégorie de stratégie de diversité génétique du troupeau



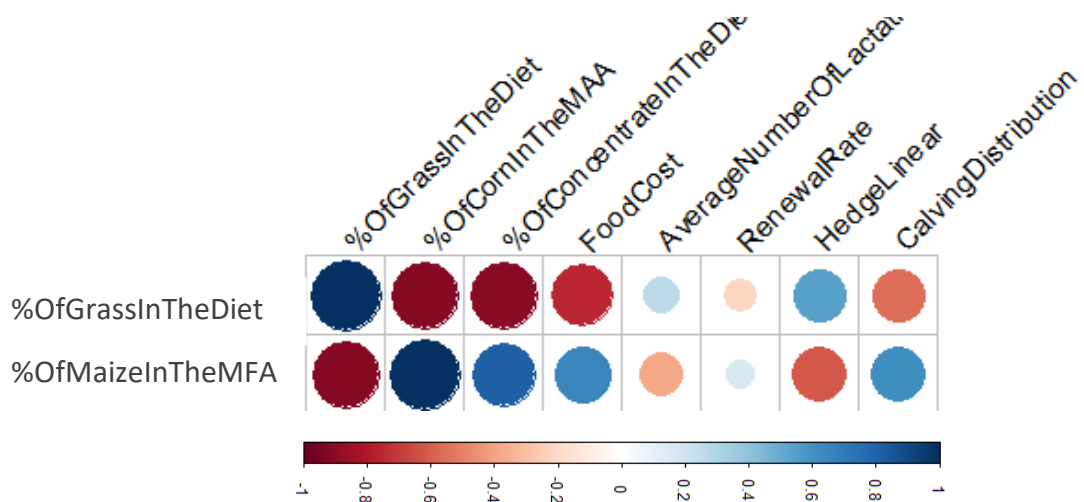


Figure 25 : Corrélation des variables de robustesse de l'atelier animal avec les variable fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

#### 4.3. Robustesse de l'atelier végétal

En premier lieu on constate que les élevages SPH ont une diversité moindre de cultures de vente (p-value VPH = 0.05, p-value VPM = 0.007), et de culture fourragère (p-value VPH = 0.006, p-value VPM < 0.005). En revanche nous n'observons pas de différence significative sur la proportion de prairies assolées ou non assolées.

Le chargement est quant à lui significativement moins important dans les SPH (p-value VPH < 0.005, p-value VPM < 0.005).

Concernant les imports d'engrais organiques, on observe chez les fermes SPH une tendance à moins importer de MO dans leurs fermes, mais la significativité n'est pas démontrée ici (p-value VPH = 0.06, p-value VPM = 0.06). (Figure 26)

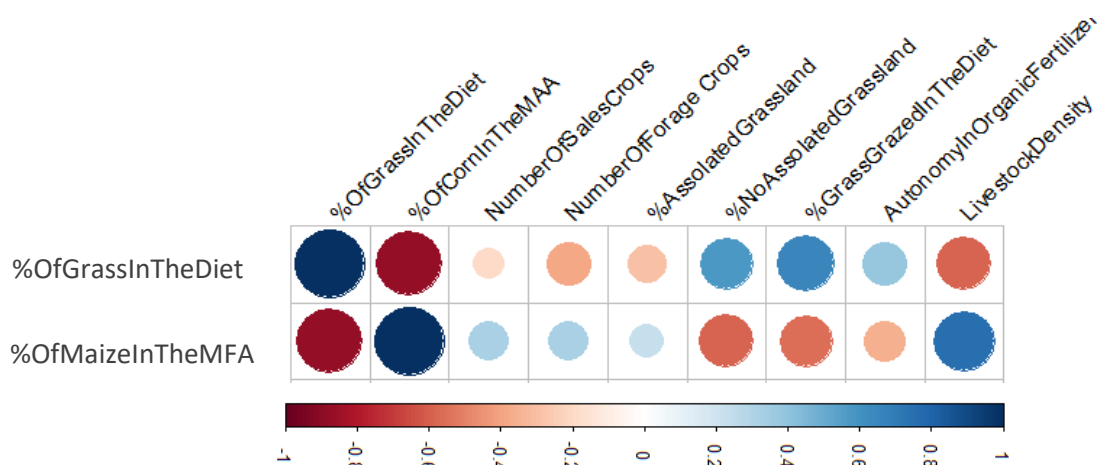


Figure 26 : Corrélation des variables de robustesse de l'atelier végétal avec les variable fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

#### 4.4. Robustesse de la main-d'œuvre

Concernant la question temps de travail et les congés, on se rend compte que les fermes SPH réalisent moins d'heures de travail hebdomadaire par UTH (p-value VPH <0.005, p-value VPM < 0.005), et prennent davantage de jours de vacances et de week-end (p-value VPH <0.005, p-value VPM < 0.005).

En rapportant le temps de travail à la rémunération (Viabilité économique = (EBE-BF) /UTH), on se rend compte que les élevages SPH ont une efficacité de la main-d'œuvre supérieure, c'est-à-dire qu'ils gagnent davantage à l'heure travaillée (p-value VPH = 0.02, p-value VPM = 0.02).

Nous nous sommes aussi intéressés à la perception que les éleveurs se font de leur temps de travail. On constate que les fermes ayant une perception « importante » et « trop importante » de leur volume horaire, ont une part de maïs supérieure aux éleveurs exprimant avoir un volume de travail « équilibré » (Figure 27). Nous ne notons toutefois pas de différence significative entre les modalités.

À présent, si on s'intéresse au nombre de jours de formation réalisés par les éleveurs, on se rend à nouveau compte d'une différence significative, avec des éleveurs au SPH réalisant davantage de formations, ou de journées d'ouverture dans l'année (p-value VPH = 0.03, p-value VPM = 0.02). (Figure 28)

Nous n'avons pas noté de différence entre les fermes SPH et SMH dans leur capacité à trouver de la main-d'œuvre de remplacement et salariale.

Enfin, nous nous sommes intéressés à la question de l'entraide, qui est un indicateur du niveau de solidarité et de l'intégration sociale de l'éleveur dans son environnement social. Nous n'avons pas noté de différence significative entre les éleveurs les plus ou moins herbagers. Malgré le constat que le chantier d'entraide le plus commun est le chantier d'ensilage de maïs, avec 17 éleveurs pratiquant l'ensilage de maïs comme activité d'entraide parmi les 25 éleveurs pratiquant l'entraide dans le groupe. Notre hypothèse que les fermes ayant le moins de maïs dans la SFP comme étant celles qui pratiquent le moins l'entraide n'est donc pas vérifiée. Nous avons noté néanmoins lors des entretiens que plusieurs éleveurs disent pratiquer de moins en moins l'entraide. Une des raisons est liée à la différence de taille entre les fermes, avec d'un côté des fermes qui s'agrandissent sur le modèle maïs ensilage et de l'autre les fermes herbagères qui réduisent leur part de maïs dans la SFP. Cela rend donc les durées des chantiers d'ensilage inégales entre les fermes.

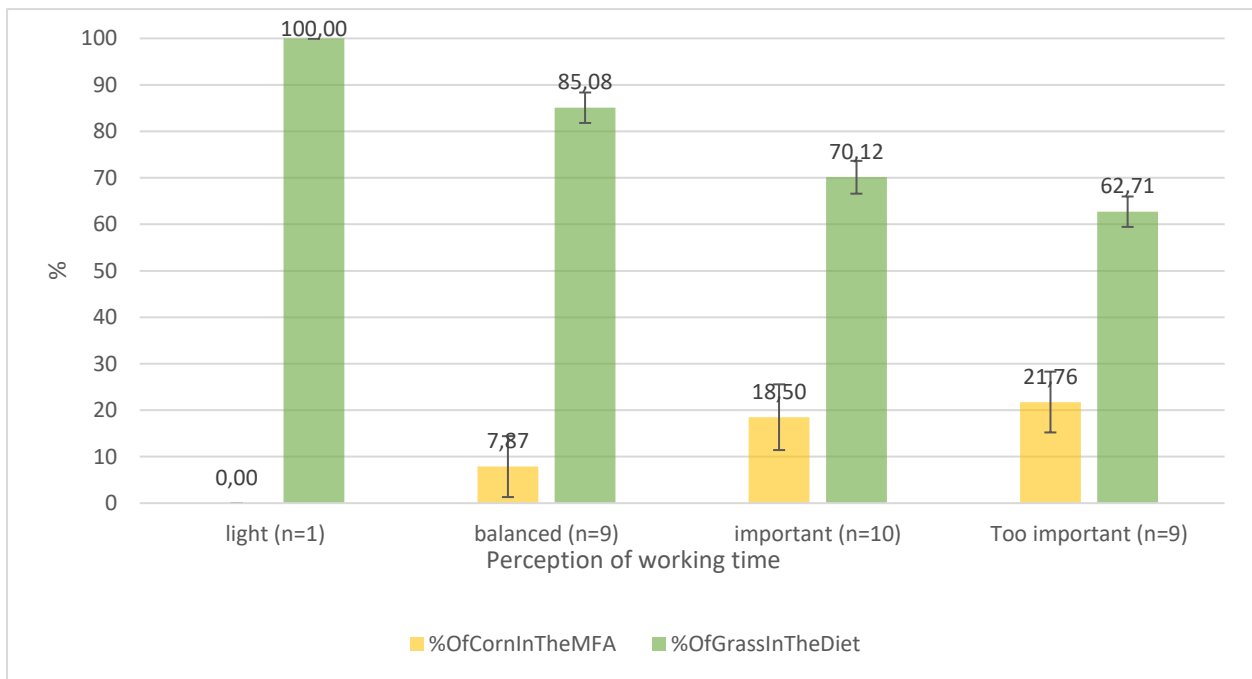


Figure 27 : Perception que les éleveurs se font de leur temps de travail en fonction de la part de maïs ensilage dans la SFP

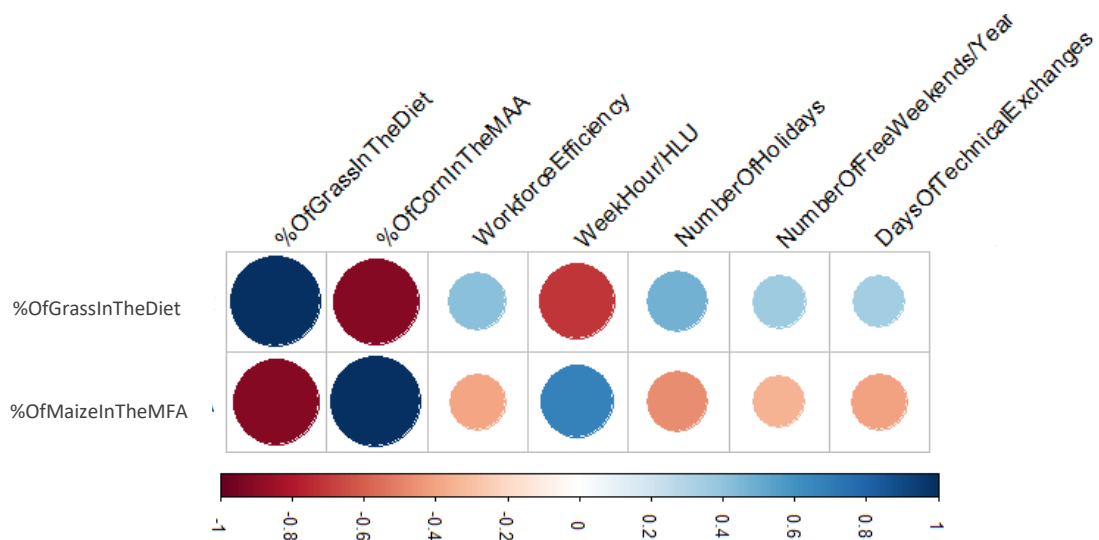


Figure 28 : Corrélation des variables de robustesse de la main d'œuvre avec les variable fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

#### 4.5. Dépendance énergétique

Concernant l'utilisation des ressources, on ne constate pas de différence significative avec la part d'herbe dans la ration et la part de maïs dans la SFP pour la quantité de fioul utilisée annuellement, ni pour le coût de mécanisation à l'hectare.

Concernant l'utilisation d'électricité/VL, on voit une différence significative du coût de l'électricité pour la variable part d'herbe dans la ration (p-value VPH = 0.04) avec des fermes SPH qui consomment moins de KW/VL, cette différence significative n'est pas vérifiée pour la variable part de maïs dans la SFP.

En revanche concernant la mise en place de bonnes pratiques pour réduire la consommation en énergies, eaux, fuels, il semblerait que les fermes les plus herbagères mettent en place davantage de dispositifs en œuvre (p-value VPH = 0.05, p-value VPM = 0.02), avec des pratiques d'économies d'eau telles que la récupération des eaux de lavage réalisée par 20 éleveurs, l'installation de pré-refroidisseur à lait (11 éleveurs), des chaudières à bois (5 éleveurs), des panneaux solaires (2 éleveurs), par une faible utilisation du tracteur (3 éleveurs), par une réduction du travail du sol (3 éleveurs), par la mise en place de tanks à lait à eau glacée qui fonctionne en heures creuses, ou encore la présence d'un tracteur économe en fuel (3 éleveurs). (Figure 29)

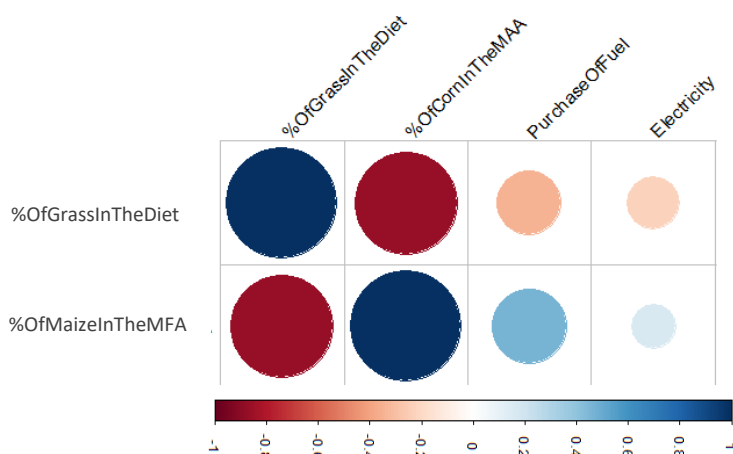


Figure 29 : Corrélation des variables d'usage des énergies fossiles avec les variables fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

#### 4.6. Robustesse économique

##### a. Solidité financière

Si on s'intéresse à l'autonomie financière des fermes, on observe pour les deux variables VPH et VPM, une tendance à plus d'autonomie pour les SPH, mais cette tendance n'est pas significative au seuil de 5% (P-value VPH = 0.08).

De même pour la viabilité économique, on se rend compte que les fermes ayant le plus d'herbe dans la ration, ont une meilleure viabilité économique (P-value VPH = 0.04), significativité non démontrée pour la variable VPM.

Les SPH sont aussi significativement moins sensibles aux aides que les SMH (p-value VPH = 0.02, p-value VPM = 0.04). (Figure 30)

##### b. Diversification

Concernant la diversification, et donc la part de la marge brute de l'atelier principal / marge brute exploitation, on ne voit pas de différence pour les variables VPM et VPH. Les systèmes plus ou moins herbagers ne sont donc ni plus ni moins diversifiés.

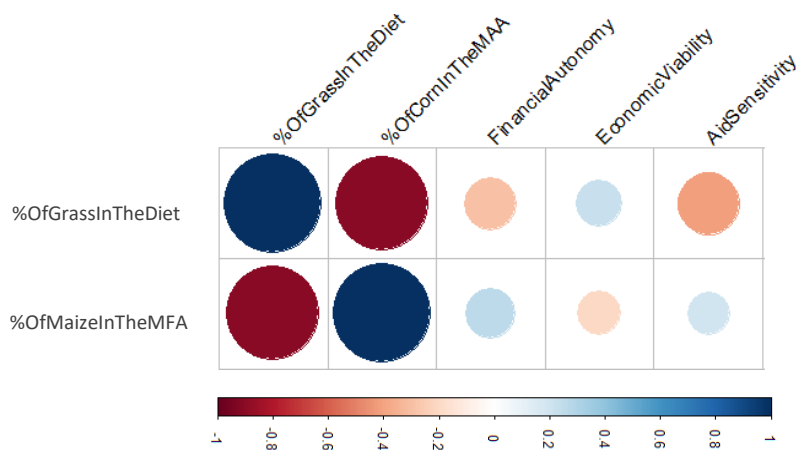


Figure 30 : Corrélation des variables robustesse économique et de diversification avec les variable fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

#### 4.7. Transmissibilité

La transmissibilité renvoie à plusieurs critères combinés qui permettent de dire si une ferme est plus ou moins transmissible.

Premièrement, concernant le coût de reprise de l'exploitation agricole, on constate que la variable VPM est corrélée positivement (P-value VPM = 0.05). Donc les fermes ayant le plus de maïs dans la SFP sont plus chères à transmettre.

Deuxièmement, le niveau de revenu, comme dit précédemment, est significativement meilleur pour les fermes à la part d'herbe dans la ration supérieure.

Troisièmement, la productivité économique des capitaux investis ne montre pas de différence notable.

Enfin, le temps de travail est inférieur pour les élevages ayant plus d'herbe dans la ration et moins de maïs dans la SFP. (Figure 31)

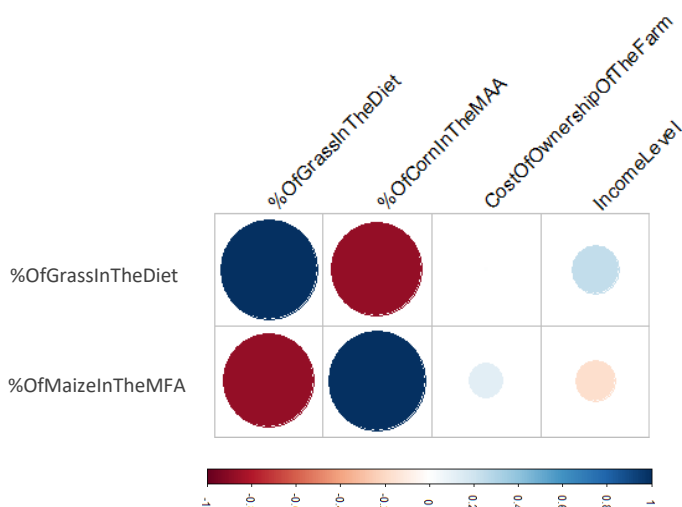


Figure 31 : Corrélation des variables de transmissibilité avec les variable fonction de la part de maïs dans la SFP et d'herbe dans la ration

## 5. Etude de la gestion des aléas par les exploitations agricoles

Le climat est une variable d'exposition que les éleveurs ne peuvent ni prévoir, ni contrôler. Le métier d'agriculteur nécessite de faire preuve d'adaptation dans un contexte de changement climatique. Dans cette partie de l'étude nous allons tenter de comprendre la perception qu'ont les éleveurs du changement climatique, et ainsi voir comment ils composent avec. Dans cette partie nous intégrons les fermes expérimentales Mirecourt et OasYs.

### 5.1. Perception du changement climatique

Parmi les 30 éleveurs qui ont répondu aux questions, 3 disent ne pas percevoir de changement climatique spécifique et ne se sentent pas concernés par cette problématique. Les 27 autres éleveurs nous ont partagé leurs différentes observations sur les événements climatiques qu'ils observent (Figure 32).

Le premier constat signalé par 19 éleveurs est la présence de davantage d'événements climatiques extrêmes, des événements caractérisés d'extrêmes dans leur intensité et/ou dans la durée des événements. En effet, 19 éleveurs ont classifié ces événements par des précipitations de fortes intensités, 17 évoquent des températures intenses (froides comme chaudes), 9 d'entre eux évoquent des périodes de sécheresses intenses, 9 des périodes de sécheresses longues, 4 évoquent des périodes de pluies longues et 3 des intempéries liées à des vents forts (Figure 33).

Outre la mention de ces événements climatiques extrêmes, 11 éleveurs ont évoqué la brutalité des transitions météorologiques.

Aussi, parmi les constats des éleveurs, nous notons l'évocation par 20 d'entre eux du terme « dérèglement climatique », qui se traduit par la perte de cyclicité saisonnière de la météo.

Enfin, les agriculteurs font aussi le constat de périodes hivernales plus douces en température (10) et plus pluvieuses (9), des printemps froids (7)

### 5.2. Leurs expériences et leur gestion des aléas climatiques

Chaque ferme est un cas particulier, dans son contexte géographique, pédologique et humain. Nous avons souhaité savoir si les éleveurs avaient déjà expérimenté des années de sécheresses. Parmi les 30 fermes, 3 ne perçoivent pas les changements climatiques, 13 disent avoir déjà expérimenté une sécheresse, et 17 disent ne pas en avoir subi. Parmi les 13 éleveurs ayant déjà subis des aléas climatiques, 7 disent avoir manqué de fourrage cette année-là. Concernant les fermes expérimentales, les deux fermes ont déjà subi des sécheresses, à Mirecourt des sécheresses ponctuelles avec 2018 comme exemple et Oasis avec des sécheresses estivales régulières (5 années sur 6) et des sécheresses printanières et automnales de plus en plus fréquentes.

On s'intéresse à présent aux stratégies d'adaptation face au changement climatique des exploitations agricoles. On distingue les stratégies de réaction face à un aléa et les stratégies d'anticipation aux perturbations.

Dans un premier temps, les stratégies de réaction les plus évoquées sont : achat de fourrage (9), réforme précoce (5), distribution des stocks (4), monotraite pour réduire les besoins des animaux (4). Pour Mirecourt, cela se traduit par la réduction des effectifs des animaux avec quelques réformes précoces. Pour OasYs, l'achat de fourrage est le premier levier mis en œuvre, puis dans un deuxième temps l'adaptation du chargement avec des anticipations de réformes (Figure 34).

Les stratégies d'anticipation mises en place par les élevages sont : implantation d'espèces végétales mieux adaptées (11 mentions), baisse du chargement (11), stock de sécurité (6), groupage des vèlages au printemps (5), implantation de haies (5), gestion adaptée des pâtures avec des temps

de retour plus longs (5), assurer les stocks via la production d'ensilage de maïs (4), augmentation des surfaces accessibles au pâturage (3), baisse du taux de renouvellement (3), augmentation de la surface fourragère (2), implantation de miscanthus pour être autonome en paillage (2), mise en place de cultures dérobées (2), implantation de colza fourrager (2), avoir des prairies permanentes (2), groupage des vêlages en automne (2) (Figure 35).

Quant à leurs projets de stratégies d'adaptation à mettre en place à l'avenir, différentes suggestions ont été amenées par les éleveurs : baisse du chargement (8), implantation d'espèces mieux adaptées (9), implantation de haies (7), augmentation de la surface fourragère (4), implantation d'arbres fourragers (2), monotraite (2).

Les fermes expérimentales ont évoqué des pratiques originales. Mirecourt avec la mise en place d'une salle de traite mobile pour accroître le parcellaire accessible, de pâturage Mixte (Bovin-Ovin) pour valoriser la pousse hivernale de l'herbe, de vaches nourrices pour gagner du temps et optimiser la croissance des génisses et d'une diversification des ateliers de production afin de diluer les risques, et valoriser les ressources du milieu. Et OasYs par la mise en place de groupage de vêlage combiné d'automne et de printemps pour étaler les risques, de lactation de 18 mois pour accroître la longévité des vaches, diminuer le nombre d'animaux improductifs et limiter la compétition production/reproduction et du développement de fourrages adaptés aux stress hydriques afin d'assurer les stocks

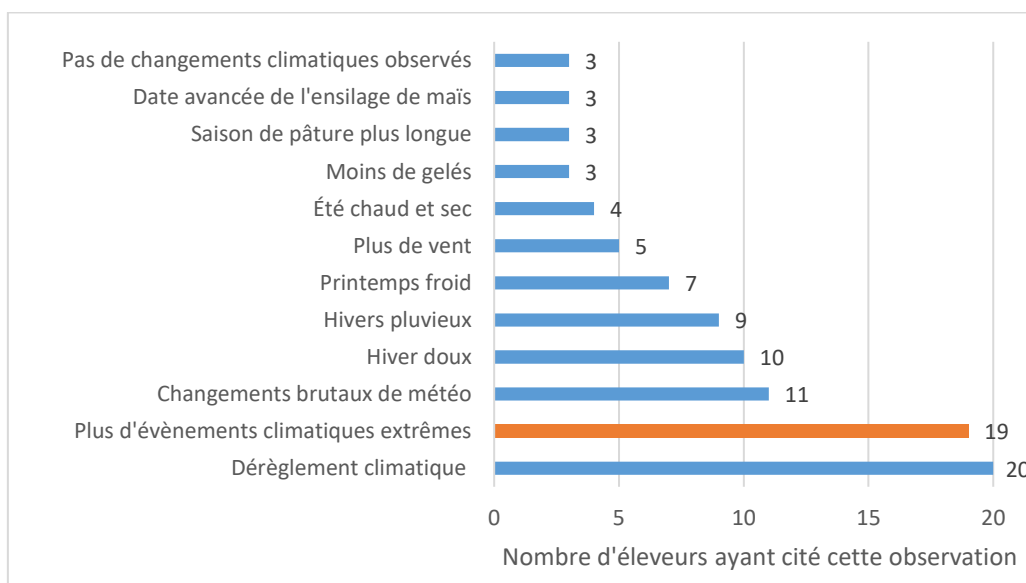


Figure 32 : Les observations des éleveurs sur le changement climatique

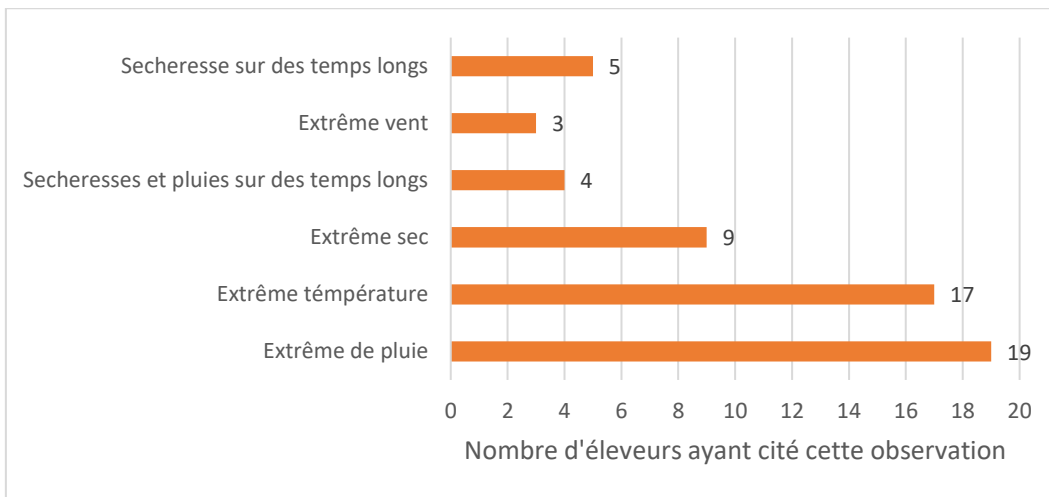


Figure 33 : Précision sur le type d'événements extrêmes observés par les éleveurs

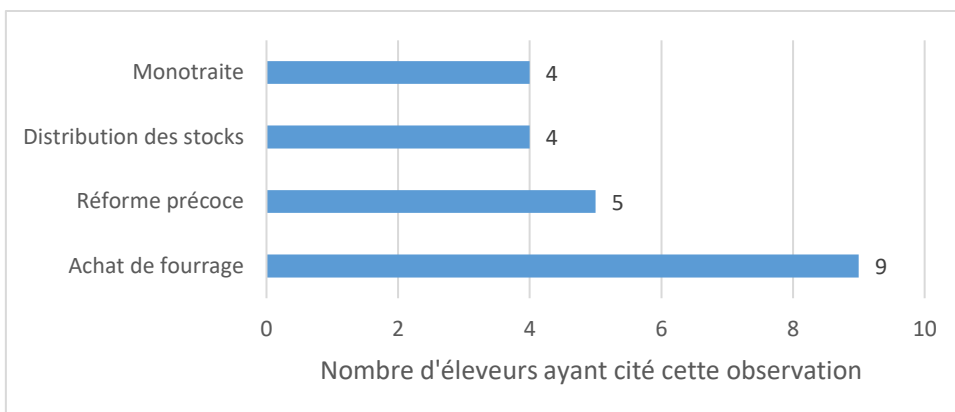


Figure 34 : Les stratégies de réaction mises en place par les éleveurs en cas d'aléa climatique

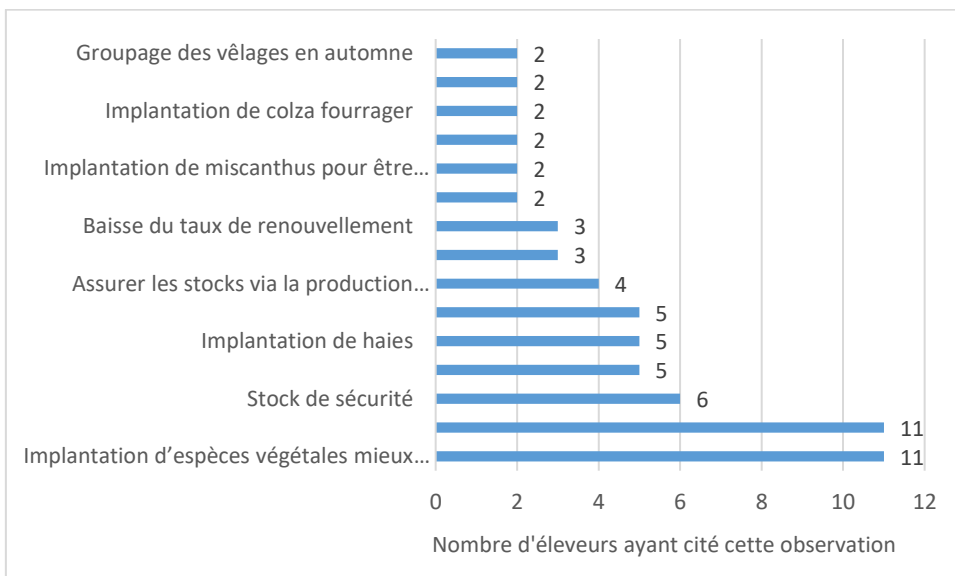


Figure 35 : Les stratégies d'anticipation mises en place par les éleveurs pour faire face aux aléas climatiques



## 6. La méthodologie répond telle aux objectifs de l'étude

La méthodologie élaborée dans cette étude tente de répondre à différents objectifs sur la question de la résilience des élevages herbagers des Côtes-d'Armor face au changement climatique. Nous proposons dans le tableau ci-dessous un bilan évaluant les atouts et les limites de la méthode dans sa capacité à répondre aux questions posées, et suggérons des pistes d'améliorations pour l'avenir (Tableau 5).

Tableau 5 : Atouts et Limites de la méthodologie dans sa capacité à répondre aux objectifs de l'étude

Objectifs de l'étude	Atouts de la méthode	Limites de la méthode	Pistes d'amélioration
Evaluer la résilience des élevages laitiers herbagers face au Changement climatique	-Permet de faire le lien entre la vulnérabilité des fermes et les facteurs d'exposition (climatique et économique)	-Intègre seulement des variables de vulnérabilité technico-économique des fermes -Ne permet pas d'évaluer la vulnérabilité sur les climats futurs	-Intégrer des nouvelles variables de vulnérabilité complémentaires -Combiner la méthodologie à des modèles de prévision météorologique
Cibler les points d'amélioration des fermes pour faire face au changement climatique	-Permet de faire le lien entre la vulnérabilité des fermes et les pratiques d'élevage (= variables explicatives)	-Choix limité de variables explicatives	-Retravailler les indicateurs de résilience
Comparer les fermes entre elles	-Permet de faire ressortir les pratiques plus ou moins vulnérables	-Ne permet pas de comparer les fermes entre elles, car se focalise sur les pratiques une à une et non pas à la combinaison de pratiques entre elles	-Développer un outil d'évaluation multicritère qui cible les fermes avec agrégation des indicateurs de résiliences
Comparer les systèmes d'élevage entre-deux	-Permet de répondre à l'objectif de comparaison de systèmes entre eux, ici des systèmes les plus ou moins herbagers	-Nécessite de bien cibler les fermes de l'étude en fonction des systèmes à comparer	-Enquêter davantage de fermes
Permettre une approche collaborative chercheurs-éleveurs	-Permet d'intégrer les différents acteurs volontaires dans la mise en place de la méthodologie, dans la collecte des données et dans l'analyse et l'interprétation des résultats	-Discussion des résultats avec les agriculteurs en fin de stage, ne figurant pas dans ce rapport	

## V. DISCUSSION GENERALE

### 1. Des fermes Bretonnes encore peu sensibles aux aléas climatiques

Les résultats montrent que la moyenne des variables de vulnérabilité de l'échantillon ne subit pas de variations interannuelles significatives. On peut donc dire qu'à l'échelle du groupe de fermes il n'y pas de variations interannuelles. Au contraire, on observe des fluctuations interannuelles pour les variables d'exposition climatique et économique.

Quand on souhaite confronter les variables de vulnérabilité et les variables d'exposition, on constate différents résultats de corrélation. Premièrement, on observe que **le prix du lait** est une variable qui va influencer positivement les résultats économiques des fermes. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études (Mauvy, 2019 ; Agreste Bretagne, 2014). Aussi nous faisons le constat que le volume du lait produit dans les fermes varie à l'inverse du prix du lait. On peut en partie expliquer ce résultat par des conversions d'exploitations de l'échantillon en agriculture biologique sur cette période, avec des fermes qui produisent moins, mais avec une meilleure valorisation du lait. Conjointement à cela, l'année 2015 est marquée par une crise du lait qui explique la faible moyenne du groupe avec une rémunération de 326€ des 1000 litres, suivi d'une augmentation progressive du prix du lait dans les années qui suivent (Agreste Bretagne, 2020). **Les subventions** vont, elles aussi, jouer un rôle important, en améliorant le revenu des élevages, ainsi que leur efficacité économique « marge brute/produit ». Cependant, la dépendance aux subventions est un facteur de vulnérabilité économique des fermes, d'autant plus dans un contexte où les aides de la Politique Agricole Commune (PAC) sont incertaines et changeantes (Bouttes *et al.*, 2009 ; Reidsma *et al.*, 2008). **Le coût d'achat en aliments** extérieurs impacte positivement la « Marge brute lait / ha SFP » et « Litre lait /VL » et négativement leur efficacité économique « Marge brute / produit ». Cette variable est plus difficile à interpréter. On peut également émettre l'hypothèse que lors des bonnes années de valorisation des prix du lait, les éleveurs s'autorisent davantage à acheter des intrants extérieurs. Enfin **les précipitations cumulées printemps-été** impactent positivement l'efficacité de la main-d'œuvre (EBE/UTH). Ce résultat n'est pas évident à interpréter, puisque les précipitations n'impactent pas la production laitière. On peut émettre l'hypothèse, que ces fluctuations soient causées par des variations interannuelles des rendements en cultures de ventes (Reidsma, 2008). Il se peut également que les années plus sèches, le manque de fourrage soit compensé par des achats extérieurs pour maintenir la production en réduisant la marge brute lait et donc l'EBE (Nettier *et al.* 2010).

Il semblerait donc que selon les variables de vulnérabilité, les variables d'exposition impactantes ne soient pas les mêmes, ce qui peut indiquer un effet relativement modéré des variables climatiques et économiques sur la vulnérabilité globale des fermes. Ce constat est également fait dans les travaux de Bouttes *et al.* (2018) et Martin *et al.* (2017). Les auteurs expliquent cela par une prédominance des variations liées aux pratiques des agriculteurs sur les variations climatiques et économiques.

Toutefois les variables d'exposition économiques prédominent sur les variables d'exposition climatique, et ce malgré des variations climatiques significatives. En effet, la Bretagne bénéficie d'un climat océanique tempéré, avec une météo dite « humide » et « douce » tout au long de l'année, favorable à la production fourragère (Belleguic *et al.*, 2012 ; Lamy, 2013). Néanmoins les fermes ne sont pas insensibles à des sécheresses prolongées. La Bretagne a déjà subi des grandes sécheresses à l'image des années 1959, 1976, 1989 ou 2003, qui ont impacté les systèmes fourragers (Lamy, 2013 ; Lemaire, 2008 ; Lemaire, 2007). Les années que nous avons prises en compte dans cette étude ne comprennent pas d'année avec des aléas climatiques suffisamment importants pour impacter les fermes, qui semblent y résister ou s'y adapter sans difficulté majeure. Il serait donc intéressant de

poursuivre l'étude à long terme afin de vérifier si les résultats technico-économiques des fermes se dégradent lors d'années climatiques extrêmes.

Néanmoins le climat fait partie intégrante des variables d'exposition économiques. En effet, les marchés agricoles sont mondialisés, volatiles et dépendants de la loi de l'offre et de la demande. Le climat est un facteur majeur de la fluctuation des cours mondiaux des produits agricoles. En effet, la présence d'aléas climatiques telle que des sécheresses ou des inondations dans de grandes régions du monde ont un impact direct sur les rendements agricoles mondiaux, et vont par conséquent influencer les prix des matières agricoles au niveau mondial (Badolo, 2013).

## 2. Différentes stratégies des fermes enquêtées pour être moins vulnérable aux aléas climatiques

### 2.1. Une stratégie de minimisation des coûts de production, plus vulnérables aux aléas climatiques mais aussi plus flexible économiquement

Parmi les stratégies mises en place par les éleveurs en système herbager de l'échantillon ainsi que par la ferme expérimentale de Mirecourt pour faire face aux aléas climatiques, nous avons la stratégie de réduction des coûts de fonctionnement et d'autonomie alimentaire.

Dans les résultats de l'étude nous observons que les fermes les plus herbagères sont celles qui ont des variations interannuelles plus importantes sur la production laitière, ce sont par conséquent des fermes plus vulnérables aux aléas climatiques. Plusieurs éléments d'explication peuvent être discutés. En premier lieu l'herbe présente des fluctuations de rendement plus importantes que le maïs fourrage (Agreste, 2021 ; Devun *et al.*, 2013). Les fermes herbagères vont par conséquent être plus vite confrontées à des problèmes de quantités et de qualités des fourrages (Caillaud *et al.*, 2013 ; Soussana, 2013). Aussi leur dépendance à une seule ressource fourragère et donc l'absence de ressource fourragère complémentaire les rend plus vulnérables (Lemaire, 2008). Par ailleurs, ce groupe d'éleveurs comprend d'avantage d'élevages en Agriculture Biologique, ils n'ont donc pas accès aux pesticides de synthèse pour protéger leurs cultures lors d'années à risque (taupins, corvidés, etc.).

Néanmoins cette variabilité interannuelle n'affecte pas les résultats économiques de ces fermes les plus herbagères, qui ont par ailleurs des meilleurs résultats économiques que la moyenne du groupe. En effet, l'herbe est un atout économique indéniable, avec des coûts de production des systèmes herbager inférieurs aux fermes non herbagères (Rubin *et al.*, 2017). Par conséquent ces fermes produisent un volume de lait en fonction de la disponibilité fourragère permise par le milieu, car produire du lait supplémentaire aurait pour conséquence d'augmenter les coûts de production (Caillaud *et al.*, 2013). Ces fermes cherchent à être autonomes et économes en réduisant les intrants extérieurs (Delaby, 2014). Ces caractéristiques permettent aux fermes herbagères d'être plus résilientes sur le plan économique face à des aléas climatiques ou crises économiques (Caillaud *et al.*, 2013; Rubin *et al.*, 2017; Michaud *et al.*, 2021).

En outre les élevages herbagers vont dépendre davantage des éléments du milieu car dans leur logique d'autonomie et d'économique du système de production, elles vont miser principalement voir exclusivement sur les ressources offertes par le milieu, et ce au détriment d'une baisse de la production laitière en cas d'années climatiques difficiles.

On peut se poser la question de l'efficacité de cette stratégie sur le long terme dans le contexte de réchauffement climatique. Si on se réfère à l'étude menée par Moreau et al (2020) dans le pays de Morlaix dans les Côtes-d'Armor, les pronostics jusqu'en 2100 de la croissance de l'herbe montrent une augmentation de la production fourragère en périodes hivernale et printanière, et un creux de croissance en période estivale, avec une moyenne de rendement annuel à la hausse. Ces prévisions ne remettent donc pas en cause ces systèmes d'élevage. Les fermes vont devoir s'adapter principalement

à faire face à des étés plus secs, avec par conséquent des périodes printanières déterminantes pour la production laitière et la constitution de stocks fourragers plus importants.

## 2.2. Une stratégie de diversification des productions fourragères, moins vulnérables aux aléas climatiques mais plus rigides économiquement

Parmi les stratégies mises en place par les éleveurs de l'échantillon ainsi que par la ferme expérimentale de OasYs pour faire face aux aléas climatiques, nous avons la stratégie de diversification des fourrages. Ce sont des fermes ayant une diversité des cultures fourragères dans le but de diluer le risque et d'assurer les stocks, grâce à des productions végétales avec différentes périodes de développement, et différents besoins en eaux, lumière, nutriments (Novak, 2013).

En revanche, le coût de production est plus important dans ce cas, car les animaux sont nourris avec des productions fourragères plus onéreuses et qui nécessite souvent un complément de la ration via des concentrés. Il y a donc une obligation de résultat dans ce type de ferme afin de compenser le coût de production.

En effet, comme nous avons pu observer dans les résultats de cette étude, les fermes les moins herbagères ont un niveau de production laitière plus stable d'une année à l'autre. Cela s'explique par une maîtrise de la stabilité de la production fourragère permise par une diversification des cultures fourragères sur les fermes et ce afin d'assurer une ration alimentaire stable d'une année à l'autre (Martin et Magne, 2015). En revanche on constate que pour la variable d'efficacité économique (Marge Brute/Produit), les fermes les moins herbagères ont des variations interannuelles plus importantes. Cette variable de vulnérabilité étant par ailleurs corrélée positivement aux variables d'exposition « Subventions » et « Prix du lait » et négativement par « Coût achat aliments extérieurs ». On peut donc dire que ces fermes sont plus résilientes face à des aléas climatiques pour ce qui concerne la production, mais moins résilientes sur le plan économique.

Les systèmes traditionnellement basés sur une ration maïs ensilage sont remis en question dans le contexte de changement climatique, car le maïs peut vite être pénalisé lors de déficits hydriques estivaux. C'est pourquoi certains élevages développent des cultures fourragères alternatives ou complémentaires, telles que la luzerne dotée d'un système racinaire profond qui lui permet de produire en conditions de sécheresse, ou le sorgho qui en condition de sécheresse produit davantage que maïs (Lemaire *et al.*, 2008). Ou encore les cultures de céréales d'hiver, moins sensibles au stress hydrique estival et à double fin, puisqu'elles peuvent être vendues les bonnes années ou ensilées en cas de déficit fourrager (Gomas *et al.*, 2008).

## 2.3. Une stratégie de diversification des productions, peu utilisée chez les éleveurs de l'étude

Parmi les stratégies d'adaptation au changement climatique, la diversification des produits est intéressante et d'ores et déjà étudiée pour la résilience des fermes. La diversification permet de diluer les risques et permet d'amortir les chocs pour assurer un revenu stable à l'agriculteur (Darnhofer *et al.*, 2010 ; Ashkenazy *et al.*, 2018). Il existe différents types de diversification (Wickham, 1953 ; Zander, 2008) :

- La diversification horizontale consiste à étendre la production déjà existante en développant une activité agricole annexe.
- La diversification verticale consiste à étendre en amont ou en aval un atelier déjà existant via le développement d'un atelier de transformation par exemple. Cette stratégie permet notamment à l'éleveur de maîtriser davantage la valeur ajoutée de ses produits (Zander, 2008).
- La diversification latérale consiste à se diversifier avec une activité ou une production non agricole, telle que le développement de l'agro-tourisme ou de la production d'énergie renouvelable.

Nous avons dans l'étude tenté de voir si les fermes les plus diversifiées étaient plus ou moins résilientes. Pour autant nous n'avons pas observé de liens de causalité entre le niveau de spécialisation laitière et la variabilité interannuelle des résultats technico-économiques. Cela peut s'expliquer par le faible niveau de diversification moyen de l'échantillon.

La diversification est un aspect intéressant dans la question de résilience, car elle permet non seulement de sécuriser le système, mais permet aussi de créer une complémentarité entre les ateliers en optimisant la valorisation des ressources du milieu disponibles et/ou des sous-produits non valorisables pour la vente. Par la création de complémentarité entre ateliers (Carlisle, 2014 ; Dumont *et al.*, 2020 ; Cournut *et al.*, 2012), ou au sein même de la rotation culturale (Gaudin *et al.*, 2015 ; Brenda, 2011), à l'image du système mis en place par la ferme de Mirecourt dans les Vosges.

La diversification permet également d'améliorer l'intégration sociale des agriculteurs, la nouvelle activité permet potentiellement d'ouvrir à de nouveaux réseaux sociaux (Darnhofer, 2014). Néanmoins un des aspects qui pose question chez les éleveurs de l'étude et dans les travaux de Perrin *et al.* (2020) est l'augmentation de la charge de travail engendrée par une nouvelle activité.

### 3. Différents aspects de la résilience des élevages les plus herbagers

#### 3.1. Des élevages plus herbagers qui travaillent sur une adaptation intégrée système/animal/milieu

En plus de leurs atouts d'économie alimentaire précédemment évoquée, les fermes les plus herbagères disposent d'une diversité génétique plus importante, avec la pratique du croisement multivoies de races. La génétique est essentielle dans les processus d'adaptation des races à leur environnement et au climat. Une amélioration génétique permet à long terme d'obtenir par exemple des efficacités thermorégulatrices meilleures (Mandonnet *et al.*, 2011). Différentes études montrent que le croisement de races permet d'atténuer certaines caractéristiques problématiques observées chez les races pures, telles que la santé des animaux et de leur fertilité (Dezetter, 2012 ; Heins et Hansen, 2012). Cette pratique de croisement de races est inhérente à la réflexion qu'ont les éleveurs herbagers à rechercher des animaux adaptés à leur système bas intrant (Delaby et Fiorelli, 2014).

Aussi ces fermes herbagères pratiquent pour une partie le groupage de vèlage de printemps. Cette pratique est couramment utilisée dans d'autres régions herbagères telles que l'Irlande et la Nouvelle-Zélande, elle est pratiquée par des systèmes qui reposent sur les ressources herbagères (McCarthy *et al.* 2013). En effet, cette pratique permet de valoriser l'herbe sur pied et ainsi réduire les coûts d'alimentation, avec un besoin en fourrages hivernaux moindres en quantité comme en qualité puisque les vaches seront taries. (Pottier *et al.*, 2007, Delaby et Fiorelli, 2014)

Enfin, ces fermes ont davantage de haies dans leur parcellaire. Les arbres sont des abris naturels pour les animaux contre les intempéries (pluie, soleil et vent). Les systèmes agroforestiers apportent une capacité à tamponner les excès climatiques, pouvant réduire la température de 3 à 6°C sur les périodes les plus chaudes de la journée et inversement la nuit, les températures baissent moins rapidement (Béral *et al.*, 2018). Dans cette même étude, il a été montré que les systèmes agroforestiers participent au bien-être des animaux : les auteurs ont mis en évidence que les animaux recherchent activement les points d'ombrage dans les parcelles.

#### 3.2. Des élevages herbagers plus flexibles en temps de travail

Un des points forts du système herbager réside dans la robustesse de la main-d'œuvre. Ce sont des fermes qui font vivre davantage d'UTH à taille équivalente. Elles sont plus souples en temps de travail (Garambois et Devienne, 2010) et les agriculteurs prennent davantage de jours de vacances et de week-end dans l'année. Aussi ce sont des fermes qui ont une meilleure efficacité de la main-

d'œuvre (Le Rohellec et Mouchet, 2008). Cela est expliqué par Jacquot *et al.* (2020) par une simplification des pratiques culturelles pour les fermes herbagères, un gain d'efficacité de la main-d'œuvre permis par des travaux saisonniers (les vêlages, les foins), la simplification de l'alimentation du troupeau au pâturage, et parfois la diminution du temps de traite (monotraite ou la fermeture de la salle de traite).

Aussi, au niveau des intégrations sociales, ce sont des fermes qui réalisent davantage de formation ou de journée d'ouverture dans l'année. De plus Jacquot *et al.* (2020) dans leur étude expliquent que les pratiques des éleveurs herbagers répondent aux enjeux sociétaux, ce qui permettrait de faciliter l'entente et la communication avec leurs voisins.

### 3.3. Des élevages herbagers qui cherchent des solutions aux ressources en énergies fossiles

Sur l'aspect durabilité les travaux de Alard *et al.* (2002) dans l'ouvrage « A la recherche d'une agriculture durable » montre que les élevages herbagers ont des pratiques moins polluantes que les fermes dites « conventionnelles », grâce à une utilisation moindre en produits phytosanitaires et grâce à une perte également moindre en excédents azotés.

Dans notre étude de la résilience, nous avons noté que les fermes herbagères consomment moins d'électricité/VL et mettent en place davantage de pratiques d'économie en ressources en énergétiques, et en eau, gage d'une volonté et d'une réflexion sur l'usage des ressources en énergie fossile. Elles ne semblent pas en revanche consommer moins de carburants, cependant il est difficile de conclure sur cet aspect car nous n'avons pas les quantités de fuel consommées par les entreprises de travaux agricoles et CUMA.

### 3.4. Des élevages herbagers plus robustes financièrement

Les fermes herbagères ont aussi une bonne robustesse économique, avec une autonomie financière et une viabilité économique supérieure, et une sensibilité aux aides moindres. Plusieurs travaux s'accordent sur ces résultats. En effet les fermes herbagères ont des meilleurs revenus tout en étant moins subventionnées (Garambois and Devienne, 2010 ; Le Rohellec and Mouchet, 2008).

### 3.5. Des élevages herbagers plus facilement transmissibles

La notion de transmission tient à cœur les éleveurs, qui sont dans une démarche de partage de leurs valeurs et de leurs pratiques. Aussi dans un contexte de vieillissement de la population agricole, avec 50% des agriculteurs qui ont plus de 55 ans (Insee, 2020), la question de la transmission est importante à intégrer dans l'analyse de la résilience des fermes sur le long terme.

Les exploitations herbagères ont l'avantage d'avoir un capital plus abordable pour des repreneurs. Bien que dans cette étude la productivité économique des capitaux investis ne montre pas de différence notable entre les groupes plus ou moins herbagers du CEDAPA, les travaux du Civam (2019) montrent quant à eux une meilleure efficacité des capitaux investis des systèmes herbagers, qui nécessitent en somme moins de capitaux pour être rentabilisés. Enfin ce sont des fermes plus attractives pour les repreneurs pour leur niveau de revenu supérieur et leur temps de travail moins chargé.

Tableau 6 : Apport de l'étude sur la question de la résilience des élevages herbagers versus élevages Maïs-Herbe

<b>Force</b>		<b>Faiblesse</b>	
<i>Élevages herbagers</i>	<i>Élevages Maïs-Herbe</i>	<i>Élevages herbagers</i>	<i>Élevages Maïs-Herbe</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Flexibilité économique qui les rend moins vulnérable aux aléas économiques (prix du lait, subventions)</li> <li>-Temps de travail plus flexible</li> <li>-Diversité génétique dans le troupeau qui reflète une réflexion des éleveurs pour adapter leurs animaux à leur système</li> <li>-Meilleure valorisation des ressources liée à la pratique du groupement de vêlages</li> <li>-Économes en énergie et soucieux de réduire leurs usages en ressources du milieu</li> <li>-Un niveau de revenu supérieur à la moyenne</li> <li>-Autonomie financière et alimentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diversification des productions fourragères qui permet d'assurer les stocks et tamponner la production laitière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dépendent des ressources du milieu</li> <li>-Faible fertilisation des sols liée au faible chargement</li> <li>- Pas de diversité fourragère</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Économiquement moins flexibles car ont davantage de charges de production</li> <li>-Temps de travail plus élevé</li> <li>-Davantage dépendance aux aléas économiques : prix du lait et des intrants extérieurs</li> <li>-Système basé principalement sur le maïs ensilage, une plante peu adaptée aux sécheresses estivales</li> </ul>
<b>Opportunité</b>		<b>Menace</b>	
<i>Élevages herbagers</i>	<i>Élevages Maïs-Herbe</i>	<i>Élevages herbagers</i>	<i>Élevages Maïs-Herbe</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Système qui favorise les interactions entre éleveurs et avec le milieu non agricole</li> <li>-Répondent à des enjeux sociétaux environnementaux avec une majorité des éleveurs en AB</li> <li>-Transmission plus facile des fermes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Implantation d'espèces fourragères adaptées aux conditions climatiques séchantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Des années successives de mauvaise condition climatique ne permettant pas d'assurer les stocks de fourrage nécessaire</li> <li>-Sécheresse de printemps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Crise économique</li> <li>-Année de sécheresse estivale intense</li> </ul>

#### 4. Une gestion des aléas climatiques qui révèlent différents types de leviers d'adaptation

Les éleveurs rencontrés sont globalement conscients du changement climatique, et s'accordent sur des effets déjà observables. En effet, ils perçoivent des climats extrêmes dans leurs intensités et leurs durées, ainsi que des transitions météorologiques brusques et une dé-saisonnalité du climat. Cette observation est confirmée par le dernier rapport du GIEC (2021) qui confirme une augmentation de la fréquence et de l'intensité des extrêmes de chaleur, et des fortes précipitations.

Certains leviers évoqués et mis en place par les éleveurs se réfèrent dans la définition prédéfinie de la résilience à une capacité tampon des fermes. Ce sont des **leviers dit de réaction** qui permettent d'absorber les chocs à court terme face à une perturbation. Certains leviers font également référence à une capacité d'adaptation des fermes, avec la mise en place de pratiques qui vont être réfléchies en amont du choc afin de faire face à des perturbations sur le long terme. Cette capacité d'adaptation peut se décliner selon 3 modalités (Nettier *et al.*, 2010) :

- Les **leviers d'atténuation** acceptent les perturbations, mais vont chercher à limiter leurs impacts. Ce levier est utilisé largement par les éleveurs via les pratiques de diversification des fourrages, le choix d'espèces végétales adaptées aux conditions du milieu, le groupage de vêlages de printemps, l'implantation de haies, une gestion adaptée des pâtures via un allongement de la période de pâturage ou l'augmentation du temps de retour sur les pâtures. Ou encore le levier passage en monotraite qui permet de diminuer les exigences alimentaires des animaux de 20 à 25% (Pottier *et al.*, 2007).
- Les **leviers de contournement** vont tenter de s'extraire des aléas potentiels, certaines pratiques concernées sont aussi très utilisées par les éleveurs tels que l'achat de fourrage, la diminution du chargement, la production de stock de sécurité, la production de céréales immatures ou encore les groupages de vêlages d'automne qui permettent en cas d'étés secs de limiter les besoins des animaux sur la période (Pottier *et al.*, 2007).
- Les **leviers d'évitement** consistent à agir de façon directe ou indirecte sur la cause de l'aléa afin de se soustraire aux conséquences de la perturbation. Parmi les pratiques répertoriées chez les éleveurs de l'étude, seule une pratique et un éleveur sont concernés, avec le levier irrigation.

La capacité de transformation également évoquée dans la définition de la résilience des fermes n'est pas mise en évidence ici, en effet, les systèmes actuels fonctionnent dans le contexte actuel, elle ne nécessite pas d'être changé. Ce levier pourrait être mobilisé dans le cas où le système ne serait plus rentable ou en passe de l'être. En effet, dans leur étude Reidsma *et al.*, (2008) montrent que les fermes localisées dans des régions aux climats plus instables, sont des fermes qui mettent en place davantage de leviers d'adaptation.

#### 5. Une méthodologie à perfectionner

##### 5.1. Une définition de la résilience des élevages laitiers qui fait difficilement consensus

La résilience est un terme générique utilisé dans de nombreux domaines. Dans le domaine de l'agriculture de nombreux travaux scientifiques ont déjà été réalisés sur cet aspect. Si les grandes lignes de la terminologie de la résilience semblent faire consensus, sa définition exacte ne fait pas toujours l'unanimité. Pour cause, la résilience comprend différentes sous-catégories de terminologie (vulnérabilité, capacité d'adaptation, anticipation...) qui sont difficiles à positionner les unes par rapport aux autres (Djament-Tran *et al.*, 2011 ; Klein *et al.*, 2003). Par conséquent, les différents travaux menés sur cet aspect présentent des méthodes d'évaluation diverses et variées. De ce fait, la définition que nous avons choisie ainsi que la méthodologie mise en place dans cette étude sont discutables dans ce contexte.



Dans ce travail nous avons fait le choix dans un premier temps d'une méthodologie définissant la résilience comme un ensemble de critères évalués par des indicateurs. Chaque critère de la résilience sélectionné mériterait d'être approfondi.

Aussi, contrairement à la durabilité, la résilience se définit dans la capacité du système à perdurer dans le temps et face à des perturbations (Tendall *et al.*, 2015), elle intègre donc des notions de temporalité et de variation qui ne sont pas simples à prendre en compte dans une analyse multicritère. C'est pourquoi une approche de vulnérabilité a été mise en place, avec l'étude de la variabilité interannuelle des résultats technico-économiques des fermes. La vulnérabilité n'étant pas une approche complémentaire de la notion de résilience (Miller *et al.*, 2010).

Cette étude est en somme une première approche exploratoire de la vaste question de la résilience et mériterait d'être approfondie. Comme l'évoque Djament-Tran *et al.* (2011) dans leur publication, la résilience est un terme sur le plan théorique qui a un potentiel heuristique intéressant et qui a avant tout pour intérêt d'ouvrir à la discussion.

### 5.2. Un choix de variables fait sous contrainte d'archivage

Parmi les variables choisies de l'étude, nous avons des variables mobilisant des données précises et des variables plus approximatives. En effet, dans un premier temps les données pluriannuelles sont des variables qui ont été choisies pour leur présence dans les archives des fermes, car la difficulté de l'étude est de devoir remonter dans les années antérieures. Pour cette raison, nous avons choisi des variables issues des résultats comptables des fermes. Certaines variables ont par conséquent été mises de côté, telles que les rendements en herbe ou encore des indicateurs de pénibilité du travail. Malgré tout, certaines limites des variables sélectionnées sont à noter. Premièrement, les comptabilités des agriculteurs n'ont pas toutes les mêmes dates de clôture, une année comptable ne correspond pas toujours à une année civile. Afin de pallier cette problématique nous avons choisi d'attribuer à chaque comptabilité l'année qu'elle représente le plus. Néanmoins cela engendre des biais dans la comparaison de nos variables de vulnérabilité avec les variables d'exposition climatique.

Concernant les variables de caractérisation des fermes, elles ont été répertoriées sur une seule année. Ces données sont issues pour certaines de données archivées, mais d'autres ont été obtenues à dire d'agriculteurs. Il existe donc un biais entre les agriculteurs dans leur façon de percevoir telle ou telle variable dans leur ferme. Les variables telles que la ration alimentaire, le linéaire de haie, le nombre de lactations, la part de sol séchant ou hydromorphe, sont des exemples de variables qui ont été estimées dans la plupart des cas par les éleveurs et sont par conséquent approximatives.

### 5.3. Un échantillon d'éleveurs réduit qui induit des résultats statistiques discutables

Le choix du nombre d'éleveurs a été dépendant du temps imparti pour réaliser les enquêtes. De ce fait, nous avons pu enquêter 30 éleveurs. Une des conséquences de ce faible échantillon, est la présence de variables qui ne suivent pas de loi normale. La majorité des tests réalisés sont donc des tests non paramétriques qui sont par conséquent moins puissants. Aussi, nous avons fait le choix de réaliser des tests paramétriques (Tuckey et ANOVA) malgré le fait que les variables d'exposition (climatiques et économiques) ne suivent pas de loi normale. Par conséquent les résultats sont discutables.

## 6. Pour aller plus loin

Comme évoqué précédemment, cette étude est un premier travail exploratoire de la question de la résilience des élevages herbagers face au changement climatique.

Ce travail pourrait éventuellement se pérenniser dans le temps, par la mise en place d'un observatoire pluriannuel des variabilités interannuelles technico-économiques des exploitations

herbagères. Dans un objectif de comparer les années entre elles et afin que chaque éleveur se place individuellement dans ces résultats. En effet, le CEDAPA propose tous les ans aux éleveurs du réseau de se rencontrer afin de comparer leurs résultats technico-économiques, un volet « variabilité interannuelle et indicateurs de résilience » pourrait être ajouté et pertinent dans le contexte de changement climatique.

Aussi, il serait intéressant de poursuivre le travail par la création d'un outil multicritère dans le but d'évaluer la résilience des élevages laitiers face au réchauffement climatique. Cette méthode mobilisera les résultats de cette étude afin d'élaborer une liste d'indicateurs de résilience pertinents. Cette approche nécessitera des réunions de travail collaboratif entre agriculteurs et scientifiques afin de s'accorder sur une méthode d'agrégation ainsi que sur la pondération et les seuils des indicateurs.

## VI. CONCLUSION

Ce travail a permis de mettre au point une méthode d'évaluation de la résilience répondant sur plusieurs aspects aux questions des fermes herbagères face au changement climatique.

En premier lieu nous constatons que les variables d'exposition économiques impactent davantage les fermes que les variables d'exposition climatiques, et ce malgré des variations interannuelles de pluviométrie significatives. En effet, les effets du climat sur les résultats techniques des fermes ne semblent pas être déterminants dans le contexte climatique actuel.

Deuxièmement dans l'étude comparative des fermes les plus ou moins herbagères, nous avons observé que les fermes les plus herbagères subissent davantage de variations interannuelles sur la production laitière. Néanmoins leurs stratégies de minimisation des coûts de production leur confèrent une robustesse économique qui les protège à ce jour des aléas climatiques et économiques. Ces mêmes fermes ont des aptitudes de résilience intéressantes sur les aspects de la robustesse de l'atelier animal, de la qualité de vie au travail, de la viabilité économique et de la transmissibilité des fermes. À l'inverse, les fermes les moins herbagères ont une stratégie de diversification des productions fourragères les rendant moins vulnérables sur la production laitière face à des aléas climatiques mais vont être plus vulnérables sur le plan économique.

La diversification des productions sur la ferme est une stratégie complémentaire observée dans la ferme expérimentale de Mirecourt et encore très peu développée dans les exploitations commerciales enquêtées. Elle pourrait permettre à long terme de sécuriser les résultats économiques des explorations agricoles si le temps de travail supplémentaire reste maîtrisé.

Enfin, les éleveurs du CEDAPA sont conscients du changement climatique et en observent d'ores et déjà les effets sur leurs fermes. Ils développent de ce fait leur capacité tampon et leur capacité d'adaptation via la mise en place de leviers variés qui les rendent davantage résilients face aux aléas climatiques.

Le dernier rapport du GIEC (2021) est alarmiste, il parle d'une accentuation du changement climatique dans les prochaines décennies et concerne toutes les régions du monde. De ce fait, la question de la résilience des élevages face au changement climatique mériterait d'être approfondie sur le long terme et sur un échantillon plus large de fermes. Et permettre ainsi, d'accompagner au mieux les agriculteurs dans la transition climatique et de définir les leviers d'adaptation les plus pertinents.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTE. (2021): Productions fourragères 2020 - Baisse des rendements en prairies, *Agreste Essentiel* (3).
- AGRESTE. (2018): La filière laitière en Bretagne, *Filière lait* (2).
- AGRESTE BRETAGNE. (2020): Filière lait - ÉDITION 2020, *Filière lait* (6).
- AGRESTE BRETAGNE. (2014): La dispersion du revenu des exploitations s'amplifie. Agreste Bretagne, *La statistique agricole* (4).
- ALARD, D. & BALENT, G. (2007): Sécheresse: quels impacts sur la biodiversité en systèmes prairiaux et pastoraux? *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (190): 197–206.
- ALARD, V., BERANGER, C. & JOURNET, M. (2002): À la recherche d'une agriculture durable: étude de systèmes herbagers économes en Bretagne. *Quae*. – Institut national de la recherche agronomique, Paris.
- ALEXANDER, D. E. (2013): Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences* **13**(11): 2707–2716. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2707-2013>
- ASHKENAZY, A., CALVÃO CHEBACH, T., KNICKEL, K., PETER, S., HOROWITZ, B. & OFFENBACH, R. (2018): Operationalising resilience in farms and rural regions – Findings from fourteen case studies. *Journal of Rural Studies* **59**: 211–221. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.07.008>
- BADOLO, F. (2013): Chocs de prix, vulnérabilité climatique et sécurité alimentaire dans les pays en développement. PhD thésis. Université d'Auvergne-Clermont-Ferrand I, Clermont-Ferrant.
- BELLEGUIC, K., CONSEIL, C., EVENO, T., LORGE, S. & BARAER, F. (2012): Changement climatique en Bretagne. *Météo France*.
- BERAL C., ANDUEZA, D., GINANE C., BERNARD M., LIAGRE F., EMILE J-C., NOVAK S., & GRANDGIRARD D. (2018): Agroforesterie en système d'élevage ovin : étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. Synthèse. *ADEME* 158.
- BOUTTES, M., BIZE, N., MARÉCHAL, G., MICHEL, G., SAN CRISTOBAL, M. & MARTIN, G. (2019): Conversion to organic farming decreases the vulnerability of dairy farms. *Agronomy for Sustainable Development* **39**(2): 19. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0565-3>
- BOUTTES, M., SAN CRISTOBAL, M. & MARTIN, G. (2018): Vulnerability to climatic and economic variability is mainly driven by farmers' practices on French organic dairy farms. *European Journal of Agronomy* **94**: 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.01.013>
- BRENDA, B. L. (2011): Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *BioScience* **61**(3): 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- BROWN, K. & WESTAWAY, E. (2011): Agency, Capacity, and Resilience to Environmental Change: Lessons from Human Development, Well-Being, and Disasters. *Annual review of*

- CAILLAUD, D., COUEFFE, D. & GEORGEL, R. (2013): Les systèmes laitiers herbagers de l'Est de la France : une réussite paradoxale. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (213): 3–9.
- CARLISLE, L. (2014): Diversity, flexibility, and the resilience effect: lessons from a social-ecological case study of diversified farming in the northern Great Plains, USA. *Ecology and Society* **19**(3): 45. <https://doi.org/10.5751/ES-06736-190345>
- CARPENTER, S. R., ARROW, K. J., BARRETT, S., BIGGS, R., BROCK, W. A., CRÉPIN, A.-S., ENGSTRÖM, G., FOLKE, C., HUGHES, T. P., KAUTSKY, N., LI, C.-Z., MCCARNEY, G., MENG, K., MÄLER, K.-G., POLASKY, S., SCHEFFER, M., SHOGREN, J., STERNER, T., VINCENT, J. R., WALKER, B., XEPAPADEAS, A. & ZEEUW, A. D. (2012): General Resilience to Cope with Extreme Events. *Sustainability* **4**(12): 3248–3259. <https://doi.org/10.3390/su4123248>
- CARPENTER, S., WALKER, B., ANDERIES, J. M. & ABEL, N. (2001): From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* **4**(8): 765–781. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0045-9>
- COURNUT SYLVIE, BERTRAND J., CONRARD AMANDINE, & INGRAND S. (2012): Intérêt de la mixité d'espèces pour accroître la flexibilité des élevages : l'exemple des élevages bovin lait + ovin viande en Auvergne. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants* **19**: 273–276.
- DARNHOFER, I., BELLON, S., DEDIEU, B. & MILESTAD, R. (2010): Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **30**(3): 545–555. <https://doi.org/10.1051/agro/2009053>
- DARNHOFER, I., FAIRWEATHER, J. & MØLLER, H. (2010): Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International journal of agricultural sustainability* **8**(3): 186–198.
- DARNHOFER, I. & STRAUSS, A. (2014): Resilience of family farms: understanding the trade-offs linked to diversification. *Proceedings of the 11th European IFSA Symposium - Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies, held 1-4 April 2014. in Berlin (Germany)* : 1-4
- DAUVIER, F. & LESAIN, S. (2016): Tableaux de l'agriculture bretonne, *Agreste Bretagne - la statistique agricole, édition 2016*
- DEDIEU, B. & INGRAND, S. (2010): Incertitude et adaptation : cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. *INRAE Productions Animales* **23**(1): 81–90. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2010.23.1.3289>
- DELABY, L. & FIORELLI, J. L. (2014): Elevages laitiers à bas intrants : entre traditions et innovations. *INRAE Productions Animales* **27**(2): 123–134. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2014.27.2.3060>
- DELABY, L. & FIORELLI, J.-L. (2014): Elevages laitiers à bas intrants : entre traditions et innovations. INGRAND, S. & BAUMONT, R. (eds). – *INRA Productions Animales* **27**(2): 123–134.
- DEVUN, J., MOREAU, J.-C., LHERM, M. & MOSNIER, C. (2013): Variabilité interannuelle des productions fourragères de 2000 à 2011. Analyse par région à partir d'observations en fermes. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (215): 221–230.

- DEZETTER, C. (2012): Evaluation de l'intérêt du croisement entre races bovines laitières. PhD thèse. Nantes, Ecole nationale vétérinaire.
- DJAMENT-TRAN, G., LE BLANC, A., LHOMME, S., RUFAT, S. & REGHEZZA-ZITT, M. (2011): Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00679293>
- DUMONT, B., PUILLET, L., MARTIN, G., SAVIETTO, D., AUBIN, J., INGRAND, S., NIDERKORN, V., STEINMETZ, L. & THOMAS, M. (2020): Incorporating Diversity Into Animal Production Systems Can Increase Their Performance and Strengthen Their Resilience Valuing Diversity in Animal Production Systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems* **4**: 109. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00109>
- FOLKE, C. (2016): Resilience (Republished). *Ecology and Society* **21**(4). <https://doi.org/10.5751/ES-09088-210444>
- FOLKE, C., CARPENTER, S. R., WALKER, B., SCHEFFER, M., CHAPIN, T. & ROCKSTRÖM, J. (2010): Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* **15**(4): 20-29. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- FOLLET, D., BODIN, T., TIRARD, S., ABGRALL, N. & GELINEAU, S. (2019): Résultats économiques des fermes laitières de l'ouest, *Institut de l'élevage*
- GARAMBOIS, N. & DEVIENNE, S. (2010): Evaluation de systèmes de production innovants inscrits en agriculture durable: le cas des systèmes bovins herbagers du haut-bocage poitevin. *ISDA* **13**.
- GAUDIN, A. C. M., TOLHURST, T. N., KER, A. P., JANOVICEK, K., TORTORA, C., MARTIN, R. C. & DEEN, W. (2015): Increasing Crop Diversity Mitigates Weather Variations and Improves Yield Stability. *PLOS ONE* **10**(2): e0113261. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113261>
- GOMAS, A.-L., LAURENT, M. & RUBIN, B. (2008): Alternatives au maïs ensilage: freins et perspectives dans les élevages bovins laitiers du sud des Deux-Sèvres. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* **196**: 490–494.
- GOUREC, N. & GUERNION, J.-P. (2008): Expérience des éleveurs du CEDAPA dans la conduite des prairies à flore complexe en élevage laitier intensif. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (194): 207–220.
- HEINS, B. J. & HANSEN, L. B. (2012): Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande×Holstein, Montbéliarde×Holstein, and Scandinavian Red×Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science* **95**(2): 918–924. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4523>
- HOLLING, C. S. (2001): Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems* **4**(5): 390–405. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- INGRAND, S., ASTIGARRAGA, L., CHIA, E., DAVID, C., COQUIL, X. & FIORELLI, J.-L. (2009): Développer les propriétés de flexibilité des systèmes de production agricole en situation d'incertitude : pour une durabilité qui dure. *13èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Le Mans, France.
- INSEE. (2020): Les agriculteurs : de moins en moins nombreux et de plus en plus d'hommes. *INSEE*

## FOCUS.

- IPCC. (2013): Changements climatiques 2013 - Les éléments scientifiques. *Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York* 34.
- IPCC. (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. *Cambridge University Press*. 3949.
- IPCC. (2019): Réchauffement planétaire de 1,5°C. *Organisation météorologique mondiale* 110.
- IPCC, R.K. PACHAUR & L.A. MEYER. (2014): Changements climatiques 2014: rapport de synthèse : contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, *Organisation météorologique mondiale*, Genève (Suisse), 161.
- JACQUOT, A., GERARD M., DUVAL J., & HOSTIOU N. (2020): Quels effets sur le travail des éleveurs bovins laitiers de l'adoption de pratiques agroécologiques dans l'Ouest de la France ? *Rencontres Recherches Ruminants* **25**: 565–569.
- KLEIN, R. J. T., NICHOLLS, R. J. & THOMALLA, F. (2003): Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Environmental Hazards* **5**(1): 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.02.001>
- LAMY, C. (2013): Impact du changement climatique sur la fréquence et l'intensité des sécheresses en Bretagne. PhD thèse. Université Rennes 2, Rennes.
- LE ROHELLEC, C. & MOUCHET, C. (2008): Efficacité économique de systèmes laitiers herbagers en agriculture durable (RAD): une comparaison avec le RICA. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* **193**: 107–113.
- LEMAIRE, G. (2008): Sécheresse et production fourragère. *Innovations Agronomiques*, **2**: 107–123.
- LEMAIRE, G. & PFLIMLIN, A. (2007): Les sécheresses passées et à venir: quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers? *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (190): 163–180.
- LIGNEAU, L., LEVRAULT, F. & TILLY, S. (2019): Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique - Bretagne. *Changement Climatique et Territoires* 427–432.
- LOISEAU, P., LOUAULT, F. & L'HOMME, G. (1998): Gestion des écosystèmes pâturés en situations extensives : apports de l'écologie fonctionnelle et perspectives de recherches appliquées en moyenne montagne humide. *Annales de zootechnie* **47**(5–6): 395–406.
- MARTIN, G. & MAGNE, M. A. (2015): Agricultural diversity to increase adaptive capacity and reduce vulnerability of livestock systems against weather variability – A farm-scale simulation study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **199**: 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.006>
- MARTIN, G., MAGNE, M.-A. & CRISTOBAL, M. S. (2017): An Integrated Method to Analyze Farm Vulnerability to Climatic and Economic Variability According to Farm Configurations and Farmers' Adaptations. *Frontiers in Plant Science* **8**: 1483. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01483>

- MAUVY, C. (2019): Le lait : facteur déterminant du revenu agricole régional. *Agreste* (13).
- MCCARTHY, B., DELABY, L., PIERCE, K., BRENNAN, A. & HORAN, B. (2013): The effect of stocking rate and calving date on milk production of Holstein–Friesian dairy cows. *Livestock Science* **153**(1–3): 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.01.013>
- MCMANUS, P., WALMSLEY, J., ARGENT, N., BAUM, S., BOURKE, L., MARTIN, J., PRITCHARD, B. & SORENSEN, T. (2012): Rural Community and Rural Resilience: What is important to farmers in keeping their country towns alive? *Journal of Rural Studies* **28**(1): 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.09.003>
- MEUWISSEN, M. P. M., FEINDT, P. H., SPIEGEL, A., TERMEER, C. J. A. M., MATHIJS, E., MEY, Y. de, FINGER, R., BALMANN, A., WAUTERS, E., URQUHART, J., VIGANI, M., ZAWALIŃSKA, K., HERRERA, H., NICHOLAS-DAVIES, P., HANSSON, H., PAAS, W., SLIJPER, T., COOPMANS, I., VROEGE, W., CIECHOMSKA, A., ACCATINO, F., KOPAINSKY, B., POORTVLIET, M. P., CANDEL, J. J. L., MAYE, D., SEVERINI, S., SENNI, S., SORIANO, B., LAGERKVIST, C. J., PENEVA, M., GAVRILESCU, C. & REIDSMA, P. (2019): A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems* **176**: 102656. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102656>
- MEYNARD, J. M., MESSEAN, A., CHARLIER, A., CHARRIER, F., FARES, M., LE BAIL, M. & MAGRINI, M.-B. (2013): Freins et leviers à la diversification des cultures. Étude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Rapport d'étude. INRA. 226 p.
- MICHAUD, A., PLANTUREUX, S., BAUMONT, R. & DELABY, L. (2021): Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables. *INRAE Productions Animales* **33**(3): 153–172. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.3.4543>
- MILLER, F., OSBAHR, H., BOYD, E., THOMALLA, F., BHARWANI, S., ZIERVOGEL, G., WALKER, B., BIRKMANN, J., VAN DER LEEUW, S., ROCKSTRÖM, J., HINKEL, J., DOWNING, T., FOLKE, C. & NELSON, D. (2010): Resilience and Vulnerability: Complementary or Conflicting Concepts? *Ecology and Society* **15**(3).
- MOREAU, J.-C., MADRID, A., BERGOT, M., BRUN, T., FAVE, C., PAILLER, I., RUGET, F. & SOUVERAIN, F. (2020): Résultats de l'étude CLIMALAIT pour le pays de Morlaix
- MOREAU, J.-C., MADRID, A. & LECARME, M. (2019): Fiche CLIMALAIT PLATEAU LORRAIN
- MOSNIER, C. (2009): Adaptation of suckler cow farms to weather and beef price risks: Modelling approaches. PhD thesis. AgroParisTech, Paris.
- NETTIER, B., DOBREMEZ, L., COUSSY, J.-L. & ROMAGNY, T. (2010): Attitudes des éleveurs et sensibilité des systèmes d'élevage face aux sécheresses dans les Alpes françaises. *Journal of Alpine Research / Revue de géographie alpine* (98–4). <https://doi.org/10.4000/rga.1294>
- NOVAK, S., AUDEBERT, G. & CHARGELEGUE, F. (2018): Sécuriser un système laitier avec des fourrages économes en eau et en énergie fossile. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (233): 27–34.
- NOVAK, S., DELAGARDE, R. & FIORELLI, J.-L. (2013): Conception d'un système fourrager bioclimatique : la démarche initiée à Lusignan. *Fourrages* (215): 241–246.
- OUZEAU, G., DEQUE, M., JOUINI, M., PLANTON, S. & VAUTARD, R. (2014): Le climat de la France au XXIe siècle, *Rapport de la Direction générale de l'énergie et du climat* (4).



- PERRIN, A., MILESTAD, R. & MARTIN, G. (2020): Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives. *Ecology and Society* **25**. <https://doi.org/10.5751/es-11897-250405>
- PIMM, S. L. (1984): The complexity and stability of ecosystems. *Nature* **307**(5949): 321–326. <https://doi.org/10.1038/307321a0>
- POTTIER, E., DELABY, L. & AGABRIEL, J. (2007): Adaptations de la conduite des troupeaux bovins et ovins aux risques de sécheresse. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (191): 267–284. <https://doi.org/hal-02655853f>
- REIDSMA, P., EWERT, F., OUDE LANSINK, A. & LEEMANS, R. (2008): Vulnerability and adaptation of European farmers: a multi-level analysis of yield and income responses to climate variability. *Regional Environmental Change* **9**(1): 25. <https://doi.org/10.1007/s10113-008-0059-3>
- RESTIF, J. (2019): L'observatoire technico-économique des systèmes bovins laitiers, *Agriculture durable*. 16 p.
- RUBIN, B., PERROT, C. & QUENON, J. (2017): Coûts de production et place du pâturage dans les systèmes fourragers bovins laitiers en France et chez nos compétiteurs. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (230).
- RUGET, F., DURAND, J. L., RIPOCHE, D., GRAUX, A.-I., BERNARD, F. & LACROIX, B. (2013): Impacts des changements climatiques sur les productions de fourrages (prairies, luzerne, maïs): variabilité selon les régions et les saisons. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (214): 99-109.
- SOUBEYROUX, J.-M., MARTIN, E., FRANCHISTEGUY, L., HABETS, F., NOILHAN, J., BAILLON, M., REGIMBEAU, F., VIDAL, J.-P., LEMOIGNE, P. & MOREL, S. (2008): Safran-Isba-Modcou (SIM): Un outil pour le suivi hydrométéorologique opérationnel et les études. *La Météorologie* **8**(63): 40. <https://doi.org/10.4267/2042/21890>
- SOUSSANA, J.-F. (2013): Prairies et changement climatique. *Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère* (215): 71–180.
- TENDALL, D. M., JOERIN, J., KOPAINSKY, B., EDWARDS, P., SHRECK, A., LE, Q. B., KRUETLI, P., GRANT, M. & SIX, J. (2015): Food system resilience: Defining the concept. *Global Food Security* **6**: 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.08.001>
- THOMPSON, S. R., HERRMANN, R. & GOHOUT, W. (2000): Agricultural Market Liberalization and Instability of Domestic Agricultural Markets: The Case of the CAP. *American Journal of Agricultural Economics* **82**(3): 718–726.
- TOULI, N. (2018): La gestion des risques multiples en zones urbaines : un modèle intégré d'analyses multirisques pour une résilience générale. *ISTE* **2**(1).
- VECCHI, G. A. & WITTENBERG, A. T. (2010): El Nino and our future climate: where do we stand? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* **1**(2): 260–270.
- WALKER, B., HOLLING, C. S., CARPENTER, S. R. & KINZIG, A. (2004): Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* **9**(2): 5. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- WICKHAM, S. (1953): Observations sur l'intégration et la diversification des entreprises. *Revue économique* **4**(4): 485–502. <https://doi.org/10.3406/reco.1953.406985>

ZANDER, K. (2008): Diversification and specialisation as development strategies in organic farms. *Cultivating the Future Based on Science. Cultivating the Future Based on Science 2*: 316–319.

## ANNEXES

Annexe1 : Tableau des indicateurs de résilience sélectionnés dans l'étude

Critères	Sous critères	Indicateurs	Unité	Références	
Compréhension du système	Structure de l'exploitation	Date d'installation	An		
		Années avant retraite	An		
		SAU	Ha		
		SFP	Ha		
		UTH	N°		
		Nombre de VL	N°		
		Lait vendu / VL	Litre/VL		
	Environnement de l'exploitation	% de sol en zone sechante	%		
		% de sol en zone hydromorphe	%		
		Accessibilité des pâtures	%		
Robustesse atelier animal	Ration alimentaire	Part d'herbe dans la ration	%		
		Part de concentré dans la ration	%		
		Coût alimentaire / vache	Euro/1000L lait		
	Pratiques d'élevage	Nombre de lactation moyenne	N°		
		Taux de renouvellement	%		
		Linéaire de haie / Ombrage	Mètre linéaire / ha de SAU	(Béral et al., 2018)	
		Etalement des vêlages (mois)	Mois		
		Diversité génétique	Nombre croisement et/ou nombre de race	(IDEA 2003-2007; Delaby et al., 2014)	
	Robustesse ateliers végétales	Assolement	Nombre de cultures de vente (culture régulière, non expérimentales)	N°	
			Nombre de culture fourragère	N°	
% prairie temporaire (assolées) dans la SAU			%		
% prairie temporaire et permanente (non assolées)			%		
% de maïs dans la SFP			%		
% de prairie avec des légumineuse			%		
Gestion du pâturage		% herbe pâturée dans la ration	%		
Fertilisation		Autonomie en engrais organique	%		
Stock		Besoins en stock / chargement	UGB/ha de SFP		

Robustesse de la main d'œuvre	Temps de travail et congés	Efficacité de la main d'œuvre	Heure/euro	
		Temps travail	Nombre d'heures/semaine	(ITAB, juin 2014)
		Vacances	Nombre de jours de vacances / an	(ITAB, juin 2014)
		Week-end	Nombre de Week-end libres / an	(ITAB, juin 2014)
		Capacité de remplacement	Perception	(ITAB, juin 2014)
		Capacité d'embauche	Perception	(ITAB, juin 2014)
	Interaction sociale et formation	Perception du temps travaillé	Perception	(Vilain L. (dire) et al., 2008.), (IDEA 2003-2007)
		Echanges techniques et formations	j/an	
		Intégration sociale	Entraide	
Dépendance énergétique	Ressources	Achat de fioul	Litre/ha	
		Source en eau altérative au réseau (puit, rivière, ...)	Nombre	(Diserens, 2016)
		Électricité	kw/VL	
	Pratique d'économie d'énergies	Nombre		
Mécanisation	Coût de mécanisation/ ha.	Euro/ha		
Robustesse économique	Solidité financière et économique	Autonomie financière	% : Somme (annuité) / EBE	
		Viabilité économique	euro: $VE = (EBE - BF) / UTH$ BF = $= 0.5 * (\text{amortissement} + \text{annuité})$	
		Sensibilité aux aides	% : SA = Somme (Aides directes) / EBE	
	Diversification	Marge brute de la production principale / Marge brute totale	%	
		Les débouchés	% vendu à la laiterie	
Transmissibilité	Coût de reprise de l'exploitation agricole	Euro : (immobilisation hors foncier + stock) / UTH		
	Temps disponible annuel	Heures/an		
	Niveau de revenu	VE		
	Productivité économique des capitaux investis	(Marge nette + amortissement) / (Immobilisation (hors foncier) + stock)		



## Guide d'entretien – Résilience des exploitations laitières du CEDAPA

*But : Etudiante en école d'ingénieur agronome à Clermont-Ferrand, je réalise mon stage de fin d'études à INRAE de Rennes. Mon stage s'inscrit dans un programme collaboratif entre l'INRAE et le CEDAPA. Ce programme porte sur la durabilité des systèmes herbagés en y intégrant la question de la résilience face au changement climatique. Mon travail se focalise sur ce dernier point, la résilience d'élevages laitiers des Côtes-d'Armor. Mon objectif est de déterminer quelles sont les pratiques d'élevage qui rendent les exploitations moins sensibles aux aléas climatiques, et de comparer les exploitations entre elles. J'aimerais également d'analyser les différentes stratégies de gestion des risques des élevages face aux aléas climatiques.*

**Éléments à demander en amont de l'entretien :** Comptabilité sur 5 ans, facture d'électricité, facture de fuel, cadastre d'exploitation

Code d'exploitation (RGPD) :

Date  Prénom et nom de l'agriculteur

Statut et nom de l'exploitation (le cas échéant)

Téléphone  Adresse e-mail

Adresse Postale

Commune  Code postal



Institut pour l'Agro, l'Environnement, la Santé et le Bien-être



## Informations générales de l'exploitation

Présentez-vous personnellement en quelques mots :

Pouvez-vous me présenter votre exploitation brièvement ?

Quelles sont les principales évolutions de votre exploitation ces 10 dernières années ?

Structure :

Date d'installation					
Nombre d'année avant retraite					
Spécialisation (OTEX)	Exploitations bovines / lait, élevage et vande combinés	Exploitations de polyculture et poly-élevage	Autre		
	Exploitations spécialisées / orientation lait	Transformation	Livraison + transformation		
Débouché / AB	Livraison lait	Agriculture Biologique	Autre SICO		
	Conventionnel	Depuis quand ? .....	Quoi ? .....		

% de sol en zone séchante	
% sols hydromorphes	
Accessibilité effective* des pâtures (%)	
% des terres en propriété	

\* L'accessibilité effective réfère à votre usage actuel de vos parcelles pour faire pâturer vos animaux



Institut pour l'Agro, l'Environnement, la Santé et le Bien-être



## Gestion des aléas

- Analyse de la gestion des risques dans les exploitations face aux aléas climatiques
- C'est quoi le changement climatique pour vous ?
- Avez-vous déjà été confronté à des aléas climatiques (sécheresse, inondation, ...) c'est (ces 5 dernières années) ? Si oui, pouvez-vous décrire cet aléa climatique auquel vous avez été confronté (intensité, durée, fréquence, ...) ?
- Quelle réponse avez-vous apportée suite à cet incident ?
- Quel seuil considérez-vous étant une perturbation ?
- Aujourd'hui quelle stratégie d'adaptation avez-vous déjà mise en place sur votre ferme pour faire face aux aléas climatiques ?
- Quelle réponse supplémentaire envisagez-vous à l'avenir pour répondre au changement climatique ?

Exposed	Aware of the risk	Experienced shock	Unexperienced shock	Experienced shock	Unexperienced shock
		Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Shock-related practice changes / Changements de pratiques liés au choc	Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Shock-related practice changes / Changements de pratiques liés au choc
		Long-term changes / Changements à plus long terme	Ability to project oneself / Capacité à se projeter	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Long-term changes / Changements à plus long terme	Long-term changes / Changements à plus long terme	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Long-term changes / Changements à plus long terme	Long-term changes / Changements à plus long terme	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Long-term changes / Changements à plus long terme	Long-term changes / Changements à plus long terme	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Crises management reaction / Réaction en gestion de crise	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait
		Long-term changes / Changements à plus long terme	Long-term changes / Changements à plus long terme	Nothing is done / Rien n'est fait	Nothing is done / Rien n'est fait



## Données Techniques

### Atelier animal

Année 2020	
Chargement (UGB)	Nb génisse < 1 an
	Nb génisse 1-2 an
	Nb génisse 2-3 an
Nb Taurillon	Nb Taurillon
	Autre
Âge moyen au 1er vêlage	
Âge moyen de réforme	
Diversité génétique : Nombre de croisement - Race	
Taux de renouvellement (%)	
Etalement des vêlages (mois)	
Taux butyreux (%)	
Taux protéique (%)	
Tonne de fourrage acheté (Tonne MS)	

Calendrier fourragé :

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
nb moyen d'heure/jour au bâtiment												
<b>Ration moyenne (kg MS/NL/j)</b>												
Herbe pâturée												
Herbe conservée												
Affouragement vert												
Ensilage de maïs												
Autre :												
SOMME	16											
Concentré azoté												
Concentré énergétique												



- Quel dispositif dans votre ferme permet d'assurer le bien-être de vos animaux en cas de forte chaleur ?
- Pensez-vous que vos animaux sont adaptés à votre système de production ? Pourquoi ?
- Comment adaptez-vous votre stratégie alimentaire en cas de déficit lié à une sécheresse ?

#### Atelier végétal

Assolement 2019-2020 (toutes cultures et prairies)		
Cultures	Surface (Ha)	Rendement (Tonne MS)
Maïs		

Surface en Maïs (ha)	
Nombre de cultures de vente (culture régulière, non expérimentales)	
% prairie temporaire (assolées)	
% prairie temporaire et permanente (non assolées)	

Nombre de cultures fourragères	
Maïs ensilage produit (Tonne de MS)	
Ensilage d'herbe produit (Tonne de MS)	
Enrubannage produit (Tonne de MS)	
Foin produit (Tonne de MS)	
Autre fourrage produit (Tonne de MS)	
% de prairie avec des légumineuses	
Mode de pâturage	Continu / tournant en séjour long / tournant rapide (+ petits paddocks avec 1-3 ) de séjour) avec ou sans fil avant - fil arrière / pâturage tournant dynamique / topping
Linéaire de haie / lisières de bois / bosquets / arbres isolés (m)	
Autonomie en engrais organiques	Tonne MO produite sur l'exploitation
	Tonne MO totale utilisée (Quantités exportées-importées)

DATE	2016	2017	2018	2019	2020
Production prairiale (Tonne MS produite/an)					

- Adaptez-vous vos cultures/prairies aux types de sols ? au climat ? comment ?
- Quelle stratégie de fertilisation avez-vous ?
- Avez-vous des pratiques de culturales qui limitent les aléas climatiques ?

- Avez-vous déjà manqué de stock de fourrage ? Si oui, pour quelle(s) raison(s) ? Et quelle est la récurrence de cet événement ?
- Mettez vous en place des stratégies de protection des cultures ?

### Main d'œuvre

Capacité de remplacement	Très difficile/difficile/faiblement difficile/ pas difficile
Capacité d'embauche	Très difficile/difficile/faiblement difficile/ pas difficile

- Expliquer les raisons de vos difficultés :

Echanges techniques et formations (jour/an)	
Réseau de solidarité (Perception)	Isolé/peu entouré/entouré
Comment jugez-vous votre temps de travail	Trop important/ important/équilibré/ léger

DATE	2016	2017	2018	2019	2020
Pénibilité au travail : perception de 1-10					

- Avez-vous recours à de l'entraide ?
- Avez-vous une bonne relation avec les propriétaires de vos fermages ?
- Faites-vous appel à des prestations d'entreprise (EYA) ou Cuma avec chauffeur (si oui, nombre de jours) (Travail du sol, moisson, désilage...) ?

### Heures

Définir les différentes périodes en termes de rythme de travail sur l'année (mois) \*

Jan Feb Mars Avr Mai Juin Juil Aout Sept Oct Nov Dec

Période	1	2	3	4	5
Nombre de jours dans la période					
Nombre de dimanche dans la période					
Nombre de jours consacré au travail saisonnier par période *					
Nombre d'heure/jours de travail d'astreinte par période *					
Heure semaine heure/UTH					
Nombre de jours de vacances					
Nombre de weekend dans l'année					

\*travail menée par les membres du groupe de base (hors main-d'œuvre)



## Dépendance énergétique

Source en eau alternative au réseau (puit, rivière, ...) (Nombre)					
Consommation en électricité (KW ou Prix)					
Achat fuel (Prix ou Litre)					
<b>Prix /Litre de fuel (€)</b>					

- Mettez-vous en place des pratiques d'économie d'énergie/eau/fuel ? (Énergie renouvelable, système économie d'eau, d'électricité, ...)

- L'eau est-elle une ressource limitante sur votre exploitation ? Comment vous rendez-vous compte de ce caractère limitant ?

- Comment valorisez-vous votre ressource en bois ?

## Données comptables

DATE	2016	2017	2018	2019	2020
Surface agricole utile (SAU)					
Surface fourragère Principale (SFP)					
Unité de main d'œuvre (UTH)					
Nombre de travailleur de la structure de base					
Nb de vaches laitières					
Litrage de lait vendu (Litre)					

DATE	2016	2017	2018	2019	2020
Marge brute lait (€)					
Marge brute culture de vente (€)					
Marge Brute exploitation (€)					
Production Nette (€)					
EBE (€)					
Main d'œuvre (€)					
Anuité (€)					
Variation de stock (€)					
Frais de fertilisation (€)					

DATE	2016	2017	2018	2019	2020
Prix du lait payé en (€) <i>(Prix complet, avec les bonifications)</i>					
Coût achat aliments extérieurs (€)					
Subventions (Total des aides PAC + Totales des MAE + Autres aides) (€)					
Prix /Litre de fuel (€)					

Gestion des aléas

Analyse SWOT, réflexion de l'agriculteur sur la résilience de sa ferme face au changement climatique

Forces		Faiblesses	
-		-	
-		-	
-		-	
-		-	

Opportunités		Menaces	
-		-	
-		-	
-		-	

DATE	2020
Marge brute produit principal (€)	
Coût mécanisation (€)	
Immobilisation hors foncier (€)	
Stock (€)	
Coût alimentaire / Litre lait produit	
Aide directe (€)	
Dotations aux amortissements (€)	
Charges de personnel (€)	
Frais financiers (€)	
Produits financiers (€)	
% lait vendu à la laiterie	

Ces 5 dernières années avez-vous changé votre structure ou votre système de production ? Ces changements auraient-ils pu avoir un impact sur vos résultats d'exploitation?

---



---



---

Annexe 3 : Tableau de comparaison de la résilience des élevages enquêtés les plus herbagers et des moins herbagers et du niveau de différence significative avec les variables part de maïs dans le SFP (VPM) et part d'herbe dans la ration (VPH) (- = 10%, \* = 5%, \*\* = 1%, \*\*\* = 0,1%, NS = Non significatif)

Critères	Sous critères	Indicateurs	Unité	SPH	SMH	Significativit é VPH	Significativit é VPM	
Compréhension du système	Structure de l'exploitation	Date d'installation	An	=	=	NS	NS	
		Années avant retraite	An	=	=	NS	NS	
		SAU	Ha	=	=	NS	NS	
		SFP	Ha	=	=	*	-	
		UTH	N°	+	-	***	***	
		Nombre de VL	N°	=	=	NS	NS	
		Lait vendu / VL	Litre/VL	-	+	***	***	
	Environnement de l'exploitation	% de sol en zone sechante	%	=	=	NS	NS	
		% de sol en zone hydromorphe	%	=	=	NS	NS	
		Accessibilité des pâtures	%	+	-	*	*	
Robustesse atelier animal	Ration alimentaire	Part d'herbe dans la ration	%	+	-	***	***	
		Part de concentré dans la ration	%	-	+	***	***	
		Coût alimentaire / vache	Euro/1000L lait	-	+	***	***	
	Pratiques d'élevage	Nombre de lactation moyenne	N°	=	=	NS	NS	
		Taux de renouvellement	%	=	=	NS	NS	
		Linéaire de haie / Ombrage	Mètre linéaire / ha de SAU	+	-	**	**	
		Etalement des vêlages (mois)	Mois	-	+	***	***	
		Diversité génétique	Nombre croisement et/ou nombre de race	+	-	-	**	
	Robustesse ateliers végétales	Assolement	Nombre de cultures de vente (culture régulière, non expérimentales)	N°	-	+	-	**
			Nombre de culture fourragère	N°	-	+	**	**
% prairie temporaire (assolements) dans la SAU			%	=	=	NS	NS	
% prairie temporaire et permanente (non assolements)			%	=	=	***	***	
% de maïs dans la SFP			%	-	+	***	***	
% de prairie avec des légumineuses			%	=	=	NS	NS	

	<b>Gestion du pâturage</b>	% herbe pâturée dans la ration	%	+	-	***	***
	<b>Fertilisation</b>	Autonomie en engrais organique	%	+	-	-	-
	<b>Stock</b>	Besoins en stock / chargement	UGB/ha de SFP	-	+	**	***
<b>Robustesse de la main d'œuvre</b>	<b>Temps de travail et congés</b>	Efficacité de la main d'œuvre	Heure/euro	+	-	*	*
		Temps travail	Nombre d'heures/semaine	+	-	***	***
		Vacances	Nombre de jours de vacances / an	+	-	**	*
		Week-end	Nombre de Week-end libres / an	+	-	**	**
		Capacité de remplacement	Perception	=	=	NS	NS
		Capacité d'embauche	Perception	=	=	NS	NS
	<b>Interaction sociale et formation</b>	Perception du temps travaillé	Perception	=	=	NS	NS
		Echanges techniques et formations	j/an	+	-	*	*
		Intégration sociale	Entraide	=	=	NS	NS
<b>Dépendance énergétique</b>	<b>Ressources</b>	Achat de fioul	Litre/ha	=	=	NS	-
		Source en eau altérative au réseau (puit, rivière, ...)	Nombre	=	=	NS	NS
		Électricité	kw/VL	-	+	*	NS
		Pratique d'économie d'énergies	Nombre	+	-	*	*
	<b>Mécanisation</b>	Coût de mécanisation/ ha.	Euro/ha	=	=	NS	NS
<b>Robustesse économique</b>	<b>Solidité financière et économique</b>	Autonomie financière	% : Somme (annuité) / EBE	+	-	-	NS
		Viabilité économique	euro: $VE = (EBE - BF) / UTH$	+	-	*	NS
		Sensibilité aux aides	% : $SA = \text{Somme (Aides directes)} / EBE$	-	+	*	*
	<b>Diversification</b>	Marge brute de la production principale / Marge brute totale	%	=	=	NA	NS
		Les débouchés	% vendu à la laiterie	=	=	NS	NS
<b>Transmissibilité</b>	Coût de reprise de l'exploitation agricole	Euro : (immobilisation hors foncier + stock) / UTH	-	+	NS	-	
	Temps disponible annuel	Heures/an	-	+	*	NS	
	Niveau de revenu	VE	+	-	*	NS	

	Productivité économique des capitaux investis	(Marge nette + amortissement) / (Immobilisation (hors foncier) + stock)	=	=	NS	NS
--	---	---	---	---	----	----