Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Science

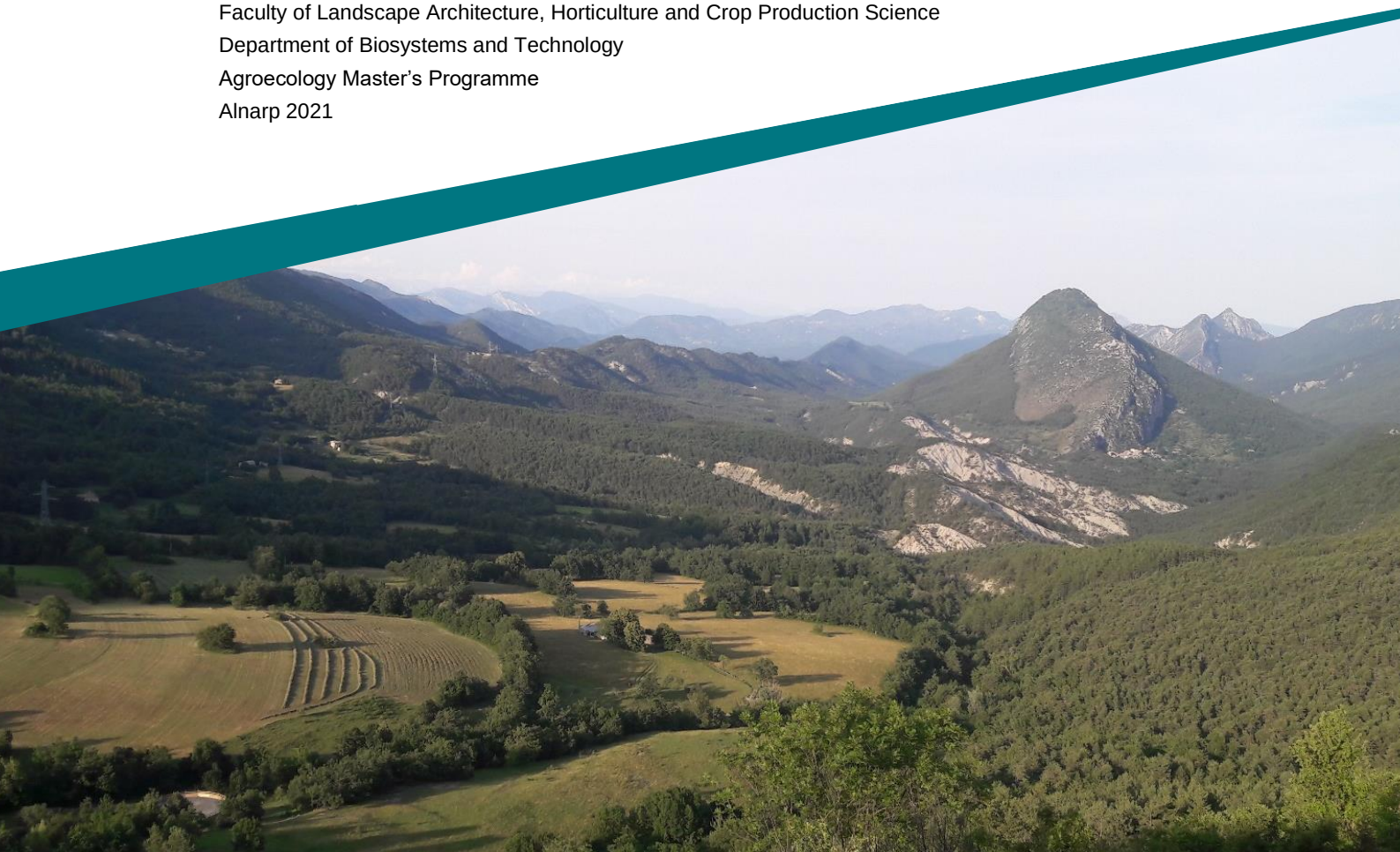
Conseil de Développement du Parc naturel régional des Préalpes d'Azur

Changement climatique et pratiques agricoles, quelles possibilités d'adaptation dans le parc naturel régional des Préalpes d'Azur

– Etude de cas multiple

Maelys Jariais

Degree project • 30 hp
Swedish University of Agricultural Sciences, SLU
Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Science
Department of Biosystems and Technology
Agroecology Master's Programme
Alnarp 2021



Résumé

Cette étude se déroule dans le Parc Naturel Régional français des Préalpes d'Azur, un territoire de moyenne montagne situé entre un littoral urbanisé (Côte d'Azur) et la haute montagne (Alpes). Cette région est et sera impactée par le changement climatique avec des températures plus élevées, des précipitations instables, des événements climatiques extrêmes et une forte variabilité des saisons. Ce travail vise à réfléchir sur les pratiques agricoles durables, la souveraineté alimentaire et le changement climatique en étudiant les pratiques agricoles et en identifiant les possibilités d'adaptation. Une étude de cas multiples avec cinq fermes, situées dans la partie nord du parc, a été réalisée. Les fermes ont été étudiées dans leur contexte global à travers une étude du système agricole. Trois entretiens complets ont été menés avec les cinq couples d'agriculteurs. Chaque système agricole a été décrit et les stratégies d'adaptation aux variations climatiques ont été identifiées. Globalement, six points ont été identifiés comme des points clés pour l'adaptation au changement climatique : favoriser les microclimats, l'adaptation génétique à long terme, avoir des systèmes résistants aux chocs, l'autosuffisance alimentaire des troupeaux, la limitation de la chaleur pour les animaux et la gestion de l'eau. Ces points sont des clés pour construire des systèmes robustes et flexibles face aux variations climatiques mais doivent être considérés dans une perspective systémique au cas par cas et à petite échelle.

Mots clés : Changement climatique, système agricole, stratégies d'adaptation, agroécologie

Table des matières

Liste des tableaux **5**

Liste des figures **6**

1. Introduction **7**

1.1. Problématique et objectifs de l'étude 9

2. Contexte **11**

2.1. Evolution de l'agriculture en France 11
2.2. PNR des Préalpes d'Azur 13
2.3. Agriculture dans le PNR 14
2.4. Changement climatique 15
2.4.1. Le climat méditerranéen est sensible au changement climatique 15
2.4.2. Scénarios d'émissions 15
2.4.3. Temperature 16
2.4.4. Précipitations 17
2.4.5. Impacts sur les écosystèmes agricoles 18
2.4.6. Impacts sur les écosystèmes forestiers 18

3. Théories et concepts **21**

3.1. Approche systémique et approche participative 21
3.2. Agroecologie 21
3.3. Atténuation et adaptation au changement climatique 22
3.4. Processus d'adaptation 25

4. Methodes **27**

4.1. Farming systems research 27
4.2. Etude de cas multiple 29
4.3. Conception de l'etude 29
4.4. Participants 30
4.5. Methode qualitative 30
4.6. Analyse des données, fiabilité et validité 33

5. Resultats **35**

5.1. Ferme 1. Ferme Brassicole Chapot Maillard 35
5.1.1. Pratiques 36
5.1.2. Valeurs, choix stratégiques et objectif 38
5.1.3. Climat 38

5.2. Ferme 2. Les ruchers de Sallagriffon 39
5.2.1. Pratiques 40
5.2.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs 43
5.2.3. Climat 44
5.3. Ferme 3. Bergerie la Giuggiola 45
5.3.1. Pratiques 45
5.3.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs 48
5.3.3. Climat 49
5.4. Ferme 4. Jardin Lou Preï 50
5.4.1. Pratiques 50
5.4.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs 52
5.4.3. Climat 53
5.5. Ferme 5. Chèvrerie de La saulée 54
5.5.1. Pratiques 54
5.5.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs 56
5.5.3. Climat 57
5.6. Conclusion sur les systèmes des fermes étudiées 57
5.7. Perception des variations climatiques et stratégies d'adaptation 58

6. Discussion 61

6.1. Et maintenant? 61
6.2. Limites et recommandations 61
6.3. Atténuation du changement climatique- Quelle place pour les ruminants ? 62
6.4. Le droit aux semences 63
6.5. Enseignement agricole et durabilité 64

7. Conclusion 66

References 67

Liste des tableaux

Tableau 1. **Évolution de l'agriculture française entre 1900 et 2020** 12
Tableau 2. **Résumé des impacts du changement climatique sur les écosystèmes forestiers et agricoles** 19
Tableau 3**. Résumé des mesures d'adaptation ayant des effets positifs sur l'atténuation et la biodiversité** 23
Tableau 4. **Thèmes des entretiens exploratoires** 32
Tableau 5. **Thèmes de l'entretien n°2**.....33
Table 6. **Thèmes des entretiens sur le changement climatique** 33
Tableau 7. **Observations et conséquences des événements climatiques sur les fermes étudiées**.....58

Liste des figures

Figure 1. **Couverture du sol PNRPA**.....13
Figure 2. **Evolution du forçage radiatif de la terre en W/m² selon les différents scénarios** 15
Figure 3. **Évolution de la température moyenne annuelle dans le RNP en °C**16
Figure 4. **Évolution des précipitations moyennes annuelles dans le RNP en mm** 17
Figure 5. **Systemes agricoles** 28
Figure 6. **Localisation des fermes**.....30
Figure 7. **Photographie des outils urilisés pour l'entretien n°2**.....32
Figure 8. **Ferme 1- Analyse du systeme** 38
Figure 9. **Ferme 2- Analyse du systeme** 44
Figure 10. **Ferme 3- Analyse du systeme** 48
Figure 11. **Ferme 4- Analyse du systeme** 52
Figure 12. **Ferme 5 – Analyse du système**.....56

1. Introduction

L'évolution de certaines sociétés humaines a largement impacté et transformé l'environnent terrestre, en particulier au cours de la seconde moitié du vingtième siècle. En effet, la croissance rapide de la population mondiale, l'intensification de l'agriculture moderne et le développement des industries ont conduit à une évolution massive de l'utilisation des terres. Aujourd'hui, la quasi-totalité de la surface terrestre est gérée par l'Homme et la moitié est domestiquée pour notre usage direct, la plupart des pêcheries du monde sont surexploitées. Les effets de cette évolution sont importants et menaçants. Les activités humaines ont un impact sur la composition de l'atmosphère, dégradent les écosystèmes terrestres et aquatiques, provoquent le déclin de la biodiversité et produisent un large éventail de pollutions. Nous vivons actuellement la sixième extinction massive de la faune et de la flore sur Terre et il est urgent de lier la production alimentaire à la protection de l'environnement naturel tout en augmentant la biodiversité (Steffen, W. et al. 2006; United Nations Organization 2015).

Le changement climatique est dû à des modifications de la composition de l'atmosphère, notamment de la concentration des gaz à effet de serre (GES), qui captent, diffusent et absorbent le rayonnement thermique du soleil et contribuent à l'équilibre thermique de la Terre. Le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) montre que les trois dernières décennies ont été les plus chaudes depuis 1850. La température moyenne mondiale de l'atmosphère a augmenté de 0,85 °C entre 1880 et 2012. Il en résulte une série de menaces physiques, biologiques et socio-économiques, comme la montée des eaux, l'augmentation des événements climatiques extrêmes, la dégradation des écosystèmes terrestres et marins, la réduction de la sécurité alimentaire et l'augmentation des risques sanitaires. Environ 20 % des émissions totales de GES sont dues à l'agriculture, à la sylviculture et aux autres utilisations des terres (GREC-PACA 2016a; Reyes-García et al. 2016; P.R. Shukla et al. 2019).

En effet, l'agriculture a une part de responsabilité importante dans ces processus de dégradation des sols et d'émissions de GES. À la fin des années 60, la révolution verte a permis d'augmenter la production alimentaire en simplifiant les systèmes agricoles et en mettant en œuvre des pratiques scientifiques et technologiques telles que la manipulation génétique, le travail mécanique du sol, l'utilisation de produits agrochimiques, la monoculture, l'irrigation et la production animale intensive. Ces changements ont largement contribué au

basculement du modèle agricole dominant, ainsi passé d'une agriculture de subsistance à une forme industrielle d'agriculture moderne (Tittonel 2014; Stephen R. Gliessman 2015; IPES-Food 2016). Comme mentionné, ce modèle a permis une grande augmentation de la production de nourriture, d'aliments pour animaux et de fibres en fournissant de grands volumes aux marchés mondiaux. Entre 1961 et 2017, grâce à l'expansion des terres et à l'augmentation des rendements, la production totale de cultures céréalières a augmenté de 240 %. La production de coton a augmenté de 162 % (P.R. Shukla et al. 2019). Aujourd'hui, 1,5 milliard d'hectares sont cultivés dans le monde, dont 90 % en monoculture, principalement pour produire de la biomasse, par exemple du coton pour le textile et des cultures pour les biocarburants et l'alimentation du bétail (Altieri 2013). Ces pratiques sont intensives en intrants et reposent sur les engrais chimiques, l'énergie non renouvelable, les pesticides et l'utilisation préventive d'antibiotiques. Pour obtenir un rendement plus élevé par surface, ces systèmes sont uniformisés et largement segmentés par type de production, ce qui les rend très vulnérables à toute perturbation. L'agriculture industrielle produit également un large éventail répercussions négatives, tant environnementales que socio-économiques, tels que la malnutrition, l'augmentation rapide de l'obésité et des maladies liées à l'alimentation, des difficultés de subsistance et des problèmes de santé mentale des agriculteur.rice.s, la désertification et la dégradation des sols, les émissions de gaz à effet de serre, etc (Fraser et al. 2005; Behere & Bhise 2009; Bommarco et al. 2013; Tittonell 2014; Gliessman 2015; IPES-Food 2016). Si l'agriculture contribue au changement climatique, elle en subit également les effets directs et indirects dans le monde entier. Nous observons déjà des changements dans la phénologie des cultures, l'utilisation des terres, la dégradation des sols, et la disponibilité en l'eau. Les effets indirects sont l'augmentation des ravageurs et des maladies, des espèces envahissantes et des événements climatiques extrêmes. Le changement climatique induit une cascade d'effets à la fois économiques et sociaux en influençant la quantité, la qualité et le prix de la production et donc la structure des échanges, les revenus agricoles et les prix des denrées alimentaires. (EEA 2019).

Il est essentiel d'améliorer la sécurité alimentaire dans le cadre de ces changements climatiques et socio-économiques. Il est urgent d'agir pour mettre un terme à la surexploitation des ressources et aux effets négatifs qui en découlent. Pour cela, la production et la consommation alimentaires doivent évoluer. Nous devons mettre en œuvre des stratégies pour garantir une production alimentaire durable et promouvoir la résilience en concevant et en gérant un système alimentaire complet, du secteur de la production à la consommation, qui réduise les pertes, soit économiquement viable et favorise la santé environnementale et sociale. En effet, des agroécosystèmes sains garantissent des moyens de subsistance sûrs, maintiennent le carbone dans le sol, soutiennent la biodiversité,

reconstituent la fertilité des sols et maintiennent les rendements au fil du temps (Francis et al. 2003; IPES-Food 2016). Pour y parvenir, des actions coordonnées sont nécessaires, du niveau mondial au niveau local, incluant la recherche, les politiques, les secteurs privé, public et la société civile (Lipper et al. 2014).

1.1. Problématique et objectifs de l'étude

Cette étude se déroule dans le Parc Naturel Régional (PNR) des Préalpes d'Azur et a pour objectif de mener une réflexion sur les pratiques agricoles durables, la souveraineté alimentaire et le changement climatique en étudiant les pratiques agricoles. Ce parc naturel situé dans le sud-est de la France, en région méditerranéenne, est et sera largement impacté par le changement climatique. Il est plus que jamais important de travailler à la résilience de ce territoire. Pour cela, deux aspects principaux doivent être pris en compte : la protection de l'environnement et la production alimentaire.
Ce travail est réalisé en collaboration avec le "Conseil de développement" (CdD) du parc. Le CdD est une association à but non lucratif et un organe indépendant du PNR, il a pour objectif d'apporter des idées et de réfléchir aux problématiques perçues par les habitants. Pour cela, les membres du Conseil de Développement sont des habitants et des associations volontaires du territoire. Leur organisation est basée sur la démocratie participative, ils travaillent ensemble pour faire émerger la voix des collectivités locales avec des propositions, des réflexions, des réunions publiques, des débats. A l'issue du processus, ils font des propositions aux instances décisionnelles du PNR. Préoccupés par les impacts potentiels du changement climatique sur leur territoire et leur souveraineté alimentaire, ils ont décidé de questionner la place de l'agriculture au sein du parc dans le futur. Cette étude vise à comprendre les projections climatiques à l'échelle locale et leur impact sur les systèmes agricoles existants afin d'identifier des options d'adaptation. Une étude de cas multiples sera réalisée auprès de cinq fermes, sélectionnées pour leur intérêt pour les pratiques innovantes. L'analyse de leurs systèmes permettra de décrire les solutions et les opportunités déjà émergentes, adaptées localement, pour améliorer la capacité des fermes à faire face au changement climatique. De fait, le changement climatique génère des adaptations "spontanées" de la part de nombreux agriculteur.rice.s. Le secteur agricole tente de s'adapter au réchauffement climatique de manière événementielle. Par exemple, une étude menée dans les Pyrénées montre qu'en cas de complications climatiques, les producteurs sont plus enclins à innover afin de maintenir leurs activités et leurs revenus avec des solutions localisées telles que de nouvelles variétés, de nouvelles espèces ou de nouvelles pratiques (Sérès 2010). Pour cela, il est important de comprendre comment les fermes sélectionnées fonctionnent, quels sont les défis auxquels elles sont confrontées et comment elles y répondent.

Cette collecte de données permettra dans un deuxième temps de diffuser les connaissances sur le changement climatique et les pratiques d'adaptation tant pour les décideurs politiques que pour les autres agriculteur.rice.s du territoire afin de les sensibiliser et de développer la flexibilité des systèmes de production agricoles.

La question de recherche globale de cette étude est "comment pérenniser et développer l'activité agricole dans le parc naturel régional des Préalpes d'Azur face aux changements climatiques actuels et futurs ?". Pour être plus précis, cette étude se concentrera sur la question " comment les agriculteur.rice.s des fermes étudiées s'adaptent et prévoient de s'adapter aux variations climatiques ? ". Dans le cadre de cette étude, nous tenterons de comprendre les relations et les interactions entre les agriculteur.rice.s, les écosystèmes et les pratiques face à la menace du changement climatique. Une attention particulière sera accordée à leurs observations et perceptions de leur environnement climatique.

2. Contexte

2.1. Evolution de l'agriculture en France

Pour mieux comprendre les systèmes agricoles que nous allons étudier dans le cadre de ce travail, il est important d'avoir une vue d'ensemble de l'évolution de l'agriculture française au cours du siècle dernier.

Date	Evolution notable	Système de production dominant	Population Agricole
1900	Poursuite de l'exode rural initié dans les années 1850 au profit de la révolution industrielle.	Polyculture-Polyélevage, autoconsommation, vente des excédents dans des circuits locaux ou régionaux.	Plus de la moitié de la population active
1930	Période de l'entre-deux-guerres, riche en innovations, intensification de la recherche (sélection génétique, nouvelles machines, utilisation d'engrais)	Pas de rupture évidente dans les systèmes de production	Pas de données
1950	Après la Seconde Guerre mondiale : développement de l'industrie agroalimentaire, un plan de modernisation est mis en œuvre pour nourrir la population française et développer l'exportation de matières premières.	L'agriculture française est encore une affaire de famille basée principalement sur le travail manuel et les productions diversifiées, mais on perçoit le développement de l'enseignement agricole combiné aux nouveaux outils de mécanisation, à la chimie et aux antibiotiques	27% de la population active
1960-1970	-1957 Traité de Rome -Communauté économique européenne (CEE) -1962 PAC (Politique Agricole Commune) : Marché agricole européen visant à assurer des débouchés aux agriculteur.rice.s et à maintenir un revenu dans un contexte de concurrence internationale.	La première PAC était basée sur la libre circulation des produits et la préférence communautaire (les prix européens sont plus élevés que les prix mondiaux), les revenus agricoles augmentent, les agriculteur.rice.s investissent, la productivité augmente, les exploitations sont plus grandes et plus spécialisées, les exploitations qui n'ont pas les moyens financiers d'investir disparaissent	14% de la population active
1970-1990	Apparition d'une crise liée à la surproduction des principaux produits agricoles (lait, céréales, viande bovine), stockage des excédents, subvention des exportations, mise en place de politiques de quotas.	La retraite est encouragée, une partie des terres est gelée (jachère) ; la population agricole diminue ; le système de production dominant est basé sur de grandes exploitations en monoculture.	6% de la population active
1990-2010	Plusieurs réformes sur les subventions directes : d'abord par production puis par hectare	Les agriculteur.rice.s doivent se concentrer sur la productivité mais aussi sur les normes sanitaires et environnementales, les	4,5% de la population active

	Des crises sanitaires apparaissent, l'opinion publique dénonce les pratiques agricoles	contraintes étant de plus en plus fortes.	
2010-2020	Des mesures d'environnement et de développement rural sont ajoutées pour soutenir certaines productions fragiles, afin d'éliminer les disparités entre les productions.	Les systèmes de production intensive sont de plus en plus vulnérables mais restent dominants.	3,5% de la population active

Tableau 1. **Évolution de l'agriculture française entre 1900 et 2020**

From (Desriers 2007; Lisa Gauvrit 2012; Duru et al. 2014; Jacques-Jouvenot 2014; Spoljar 2015; Mabire 2017)

Cette synthèse met en évidence la transformation des systèmes agricoles en France, des petites fermes familiales aux entreprises agricoles, le siècle dernier a connu une uniformisation et une standardisation des méthodes de production (Duru et al. 2014). Des changements profonds et rapides ont massivement affecté la nature du travail agricole en organisant la production alimentaire autour de marchés internationaux hautement productifs basés sur de gros investissements et une faible maitrise du prix des productions (Spoljar 2015 ; Roy & Tremblay 2016). L'agriculture est devenue une industrie dépendante de crédits qui s'appuie sur les fluctuations imprévisibles des marchés mondiaux où les agriculteur.rice.s locaux sont souvent dispensables pour l'économie locale. Cette situation entraîne une perte des liens entre les populations, l'agriculture, l'alimentation, la santé et l'environnement (Roy & Tremblay 2016 ; Francis et al. 2003). Le nombre de fermes et d'agriculteur.rice.s ne cesse de diminuer depuis 1900, la surface agricole utilisée diminue également avec une forte redistribution des terres, spécialisées par productions, ce qui permet des rendements plus élevés. En termes de surface, en 2003, 59 % des terres étaient utilisées à des fins agricoles, contre 72 % en 1950 en raison de l'abandon des terres les moins productives. Ce déclin s'est fait au profit de deux autres secteurs : les bois et forêts d'une part, passant de 20 à 30% du territoire entre 1950 et 1990, et les zones urbaines et les réseaux de circulation d'autre part (Desriers 2007). En revanche, des mouvements paysans émergent dans tout le pays dès 1950, notamment dans les régions les plus désertifiées (Martin 2014).

2.2. PNR des Préalpes d’Azur

Situé au sud-est de la France dans la région Provence Alpes cotes d'Azur (PACA) et le département des Alpes-Maritimes, le PNR des Préalpes est un territoire de moyenne montagne à cheval entre un littoral urbanisé (Côte d'Azur) et la haute montagne (Alpes). Cette situation crée une hétérogénéité en termes de démographie, d'activité économique et de climat. En effet, la population du PNR est marquée par une forte dualité : rurale au nord et urbanisée sur la frange sud. Le nombre total d'habitants est d'environ 32 000 sur un territoire de 100 000 ha. La partie haute est un milieu rural de montagne avec des vallées orientées est-ouest et peu de routes, un faible taux annuel de logements et un fort taux de logements secondaires. En effet, les communes rurales ont connu un déclin démographique dans le Nord dans un passé proche en raison d'un manque de services et d'activités économiques entraînant la migration des jeunes et des travailleurs. La pression urbaine au sud entraîne un développement résidentiel et une extension des zones urbaines. La surfréquentation touristique est un enjeu majeur pour certaines zones du parc. La forêt représente 50% du territoire avec une majorité de conifères dans la partie nord du parc.

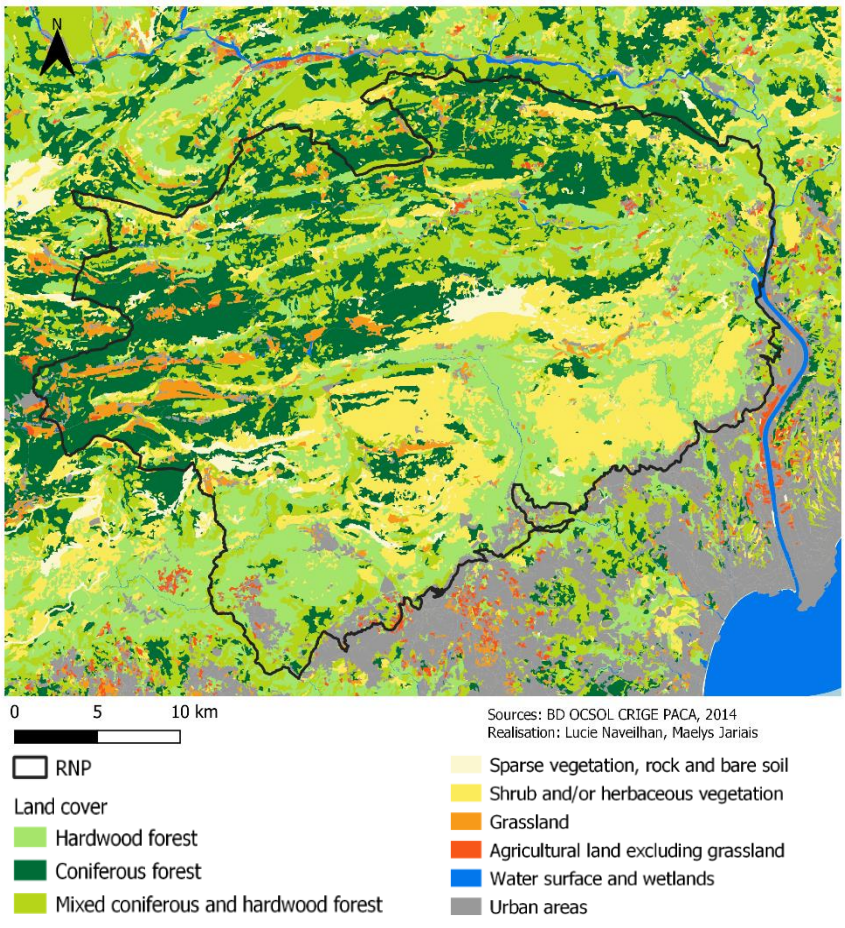


Figure 1. **Couverture du sol PNRPA**

TLe PNR des Préalpes a été créé en 2012, avec pour objectif le développement économique, social et culturel et la protection du patrimoine environnemental et culturel. Une charte représente le document de référence pour le développement des actions menées par le PNR. Cette charte est construite autour de trois axes :

- Fédérer les acteurs du territoire autour de la protection et de la gestion de la biodiversité et des paysages exceptionnels du parc incluant la biodiversité, l'agriculture, la forêt, la gestion de l'eau.
- Permettre le développement d'un territoire exemplaire, solidaire et dynamique incluant le développement de l'économie rurale, les ressources énergétiques et la gestion de la mobilité.
- Consolider l'identité du territoire en valorisant son patrimoine, notamment les paysages, la culture et la gestion du tourisme.

2.3. Agriculture dans le PNR

Historiquement, ce territoire était principalement cultivé et pâturé. En raison du manque de terrain plat, de nombreux murs ont été construits sur le flanc des montagnes pour former des parcelles de culture avec une couche de sol conséquente. Ces parcelles étaient principalement présentes aux abords des villages, elles étaient utilisées pour cultiver un large éventail de cultures telles que les légumineuses, les céréales, les légumes et les fruits. Une quantité importante de bois était utilisée pour la construction et le chauffage. La révolution industrielle et les politiques agricoles d'après-guerre ont entraîné un fort exode rural et l'abandon de ces petites parcelles non mécanisables n'offrant pas de surfaces suffisantes pour répondre aux exigences d'une monoculture. Le département des Alpes-Maritimes a perdu la moitié de ses fermes entre 1988 et 2000 (AGRESTE). Les fonds de vallée, qui offrent des surfaces plus importantes, resteront cultivés pour le foin, les pommes de terre et le bétail. Cet exode rural et cette déprise agricole vont favoriser le retour de la forêt sur une grande partie du territoire (**Fig 1.**).

Le PNR compte actuellement environ 200 fermes principalement destinées aux productions animales, à la culture du foin, et plus marginalement aux cultures maraîchères, à l'oléiculture, aux plantes aromatiques et médicinales. Les productions animales les plus importantes sont les ovins avec environ 18 000 animaux, les caprins (1600), les bovins (370) et les ruches (1300). Ces productions sont réparties de manière hétérogène sur le territoire, bien que l'élevage et la culture du foin soient prédominants au nord et que le maraîchage et les cultures horticoles soient plus présents dans les communes du sud et de l'est du territoire. Aujourd'hui, 22% du territoire du PNR est pâturé. La production de fromage est très courante car le territoire bénéficie d'une importante clientèle composée des populations urbaines de la Côte d'Azur. Les terres arables sont

principalement utilisées pour la production de foin. L'accès au foncier, notamment agricole, est très complexe : les terres sont très morcelées, les prix sont élevés, et les propriétaires semblent adopter une attitude prudente vis-à-vis de la location ou de la vente de leurs terres, ce qui n'encourage pas les nouvelles installations et conduit à l'abandon et à l'embroussaillement des terres.

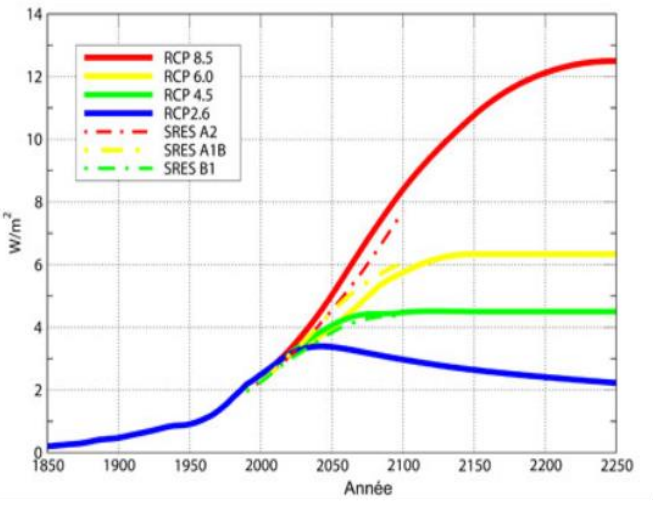
2.4. Changement climatique

2.4.1. Le climat méditerranéen est sensible au changement climatique

La région PACA, avec son climat méditerranéen et sa forte densité de population, est particulièrement sensible aux effets du changement climatique. Le climat méditerranéen est caractérisé par des étés chauds et secs, des hivers doux, des précipitations instables et de nombreux microclimats. Le GREC (Groupe d'experts régionaux sur le climat), qui rassemble des chercheurs de toutes disciplines et des spécialistes du climat, a travaillé sur la descente d'échelle des données mondiales et nationales au niveau régional pour permettre l'élaboration de politiques adaptées au niveau local (Reyes-García et al. 2016). Sur ce territoire, des séries sans précédent d'années sèches et très chaudes ont été enregistrées au cours des vingt dernières années : cinq années successives de 2003 à 2007, trois années de 2015 à 2017, et l'année 2019. Cette région est déjà largement impactée par le changement climatique ; cependant, de nombreux impacts climatiques ont et vont augmenter en fréquence et en sévérité.

2.4.2. Scénarios d'émissions

L'intensité du changement climatique au cours du prochain siècle dépendra des concentrations de gaz à effet de serre émises dans les années à venir. Le GIEC présente ses projections climatiques sous la forme de scénarios, appelés "Representative Concentration Pathways" (RCP). Ils fournissent une simulation simplifiée de la chimie de l'atmosphère à travers la valeur estimée du forçage radiatif de la terre pour les horizons futurs. Si le forçage est positif, il conduit à un réchauffement de



(Les projections du SRES correspondent à une ancienne génération de scénarios) Source : (GREC-PACA 2020)

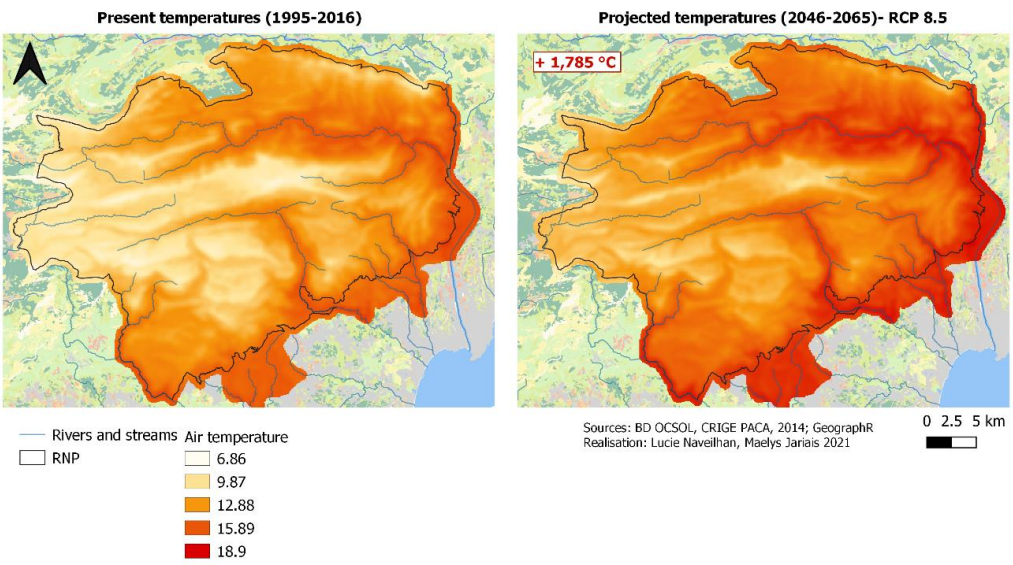
Figure 2. **Evolution du forçage radiatif de la terre en W/m² selon les différents scénarios**

l'atmosphère. Si le forçage est négatif, il entraîne un refroidissement. Il existe quatre scénarios (**Fig 2.**), le premier RCP 2.6 est optimiste et implique une réduction drastique des émissions de GES par la communauté internationale. Il est le seul à limiter le réchauffement climatique à 2°C. Ensuite, il y a deux scénarios intermédiaires, RCP 4.5 et 6.0. Le RCP 4.5 simule les effets si des mesures sont prises pour réduire et stabiliser ce déséquilibre atmosphérique, c'est-à-dire atteindre la neutralité carbone en 2050. Le RCP 8.5 est basé sur la croissance du forçage radiatif actuellement mesuré, il représente donc la température future si rien n'est fait, pour l'instant c'est la plus probable. Il faut noter que ces modèles présentent des incertitudes liées à la complexité du système climatique et aux limites des connaissances sur le sujet, cependant ces modèles constituent un support de communication utile en fournissant des estimations des variations futures de température et de précipitations.

2.4.3. Temperature

La température de l'air n'est pas homogène dans l'espace et dépend de facteurs tels que le sol, le type de végétation, la proximité de la mer et l'exposition au soleil. Par exemple, les zones urbanisées sont nettement plus chaudes que les zones végétalisées. Malgré cette hétérogénéité, les scénarios prévoient une augmentation de la température moyenne annuelle avec une grande variabilité entre les années. Avec ce changement, le nombre de jours de gel diminuera, et le nombre de jours chauds (au-dessus de 25°C) augmentera. Par conséquent, les hivers seront plus doux avec une diminution de la durée de la couverture neigeuse au sol, tandis qu'en été, les vagues de chaleur seront plus longues (Rousset & Arrus 2004 ; GREC-PACA 2016a). La carte ci-dessous (**Fig.3**) représente l'évolution de la température moyenne annuelle vers 2050 sur le territoire selon le RCP 8.5. Cette projection prévoit une augmentation moyenne de 1,8°C.

Figure 3. **Évolution de la température moyenne annuelle dans le RNP en °C**



2.4.4. Précipitations

En ce qui concerne les précipitations, les projections indiquent une diminution des précipitations estivales et une augmentation des précipitations hivernales, mais les modèles ne convergent pas, ce qui met en évidence une grande incertitude. Une grande variabilité interannuelle et de fortes concentrations de précipitations sont attendues. Les résultats du GIEC prévoient une diminution du stock de neige et donc une diminution des ressources en eau d'ici 2050. Cette menace pourrait entraîner des tensions sur l'utilisation de l'eau. De plus, la variabilité des précipitations, tant en quantité qu'en temps, accentue l'intermittence des réserves d'eau dans les aquifères. Enfin, une augmentation des sécheresses estivales et des épisodes pluvieux intenses est à prévoir (GREC-PACA 2016a). Sur la carte ci-dessous **(Fig.4)** on peut voir que les précipitations diminuent sur tout le territoire mais, comme mentionné, la variabilité entre les saisons et les années sera très élevée et difficile à prévoir.

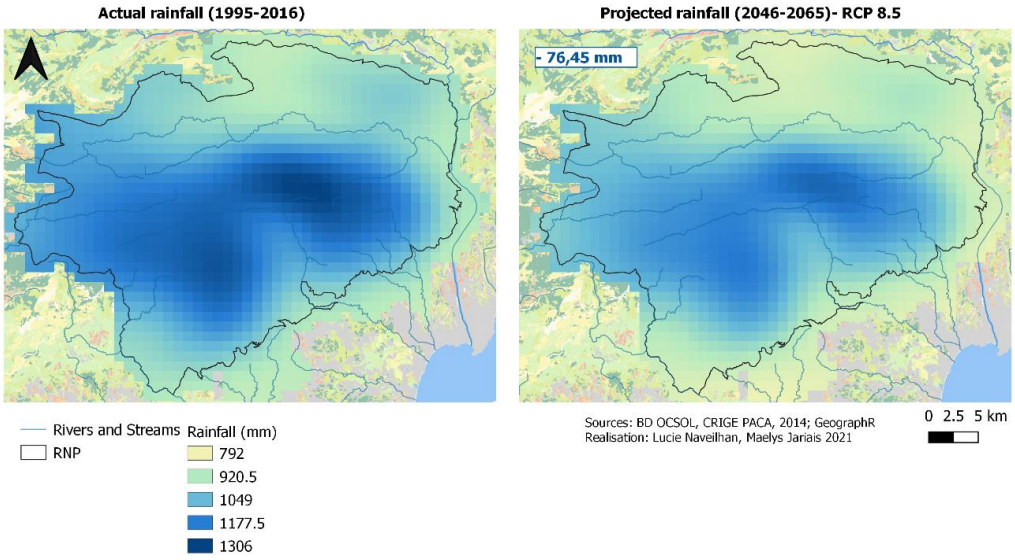


Figure 4. **Évolution des précipitations moyennes annuelles dans le RNP en mm**

Dans le contexte du changement climatique, le territoire est également plus vulnérable aux risques d'incendies, d'inondations et de glissements de terrain. Ces changements importants et rapides des températures et des précipitations ont un impact direct sur la faune et la flore, qui disposent d'un temps limité pour s'adapter. Les effets du changement climatique ne sont pas uniformes d'un point de vue spatial et temporel, car la topographie a un impact sur le climat à une échelle locale (topo-climatologie). En montagne, le relief joue un rôle particulier : en été, le réchauffement est plus marqué en altitude ; en hiver, la situation est

inversée. L'ampleur du réchauffement varie selon les facteurs locaux (relief, latitude, couverture végétale et minérale, etc.). (Rousset & Arrus 2004; Brisson & Caubel 2008; Sérès 2010; GREC-PACA 2016a).

2.4.5. Impacts sur les écosystèmes agricoles

L'agriculture est directement affectée par le climat ; la chaleur entraîne des cycles de végétation plus courts pour les cultures annuelles, ce qui a un impact négatif sur les rendements en raison du temps réduit pour la formation de la biomasse. La floraison est également retardée, ce qui peut compliquer les interactions entre plantes et pollinisateurs et augmenter le risque de gel au printemps. Les précipitations sont un facteur déterminant car de longues périodes de sécheresse répétée entraînent une perte de la capacité biologique des sols ; un phénomène appelé désertification (GREC-PACA 2016b). Le stress hydrique a un impact négatif sur la photosynthèse, l'évapotranspiration et le développement des racines des plantes. La chaleur augmente également l'activité saisonnière des ravageurs et des maladies. Pour l'élevage, les périodes de sécheresse ont un impact direct sur le bien-être animal et impactent fortement les écosystèmes herbacés en modifiant leur composition floristique et leur appétence. Les milieux ouverts présentent une forte exposition au soleil et une faible réserve en eau. D'un autre côté, l'allongement des périodes de pâturage pourrait être une conséquence positive pour les animaux. A grande échelle, la menace la plus importante pour les écosystèmes agricoles est l'instabilité et l'augmentation de la variabilité inter-saisonnière et inter-annuelle des événements climatiques (Rousset & Arrus 2004; Brisson & Caubel 2008; GREC-PACA 2016b; EEA 2019).

2.4.6. Impacts sur les écosystèmes forestiers

Les conséquences sur les écosystèmes forestiers sont très variables selon les espèces et le contexte topographique. En général, ces écosystèmes sont sensibles au stress hydrique, qui affecte directement la santé des arbres. Dans des conditions de stress répétées, les conséquences peuvent aller d'une réduction du nombre et de la taille des fruits et des graines au dépérissement et à la mortalité des arbres. Par exemple, les sécheresses prolongées affaiblissent les jeunes arbres qui n'ont pas le temps de développer leur pivot racinaire. Pour les arbres adultes, on observe une réduction de la surface et de la quantité de feuilles, du nombre de branches, ou encore de la taille des aiguilles. La chaleur affecte la phénologie des arbres, les températures hivernales trop élevées ne permettent pas de lever correctement la dormance de certaines graines et modifient le cycle de croissance des arbres. Ces deux facteurs combinés peuvent entraîner une migration à long

terme des espèces, impactant la composition floristique du sous-bois, mais aussi la diversité de la microfaune du sol et la qualité du sol. Aujourd'hui déjà, une forte mortalité du pin noir, du pin sylvestre, du chêne pubescent et du hêtre est observée dans la région. Aucune des espèces méditerranéennes n'est favorisée par ce réchauffement, pas même les deux espèces dominantes, le pin d'Alep et le chêne vert, qui seraient les plus adaptées localement à un climat plus chaud et plus sec. En effet, elles souffrent toutes deux d'une réduction de leur productivité et d'une mortalité supérieure à la moyenne. Ce dépérissement des espèces augmente la combustibilité des forêts. Une autre menace importante est la virulence des pathogènes fongiques et entomologiques, qui sont moins régulés par le froid en hiver et augmentent ainsi leur nombre de générations par an. (Seguin 2003; Badeau et al. 2007; Marty et al. 2018; Taccoen 2019; Michel Vennetier 2020; Seguin & Lefevre 2020).

En résumé, les projections pour le territoire prévoient des températures plus élevées, des précipitations instables, des événements climatiques extrêmes et une forte variabilité des saisons. Il en résulterait des étés longs et chauds avec un grand nombre de jours sans pluie, et des hivers doux avec un stress hydrique important et des réserves en eau instables. Ce qui causerait un arrêt tardif de la végétation, une reprise précoce, une multiplication des cycles intra-annuels (alternance d'accélérations et d'arrêts de croissance), des dégâts dus au gel, des parasites abondants et agressifs.

Catégories d'écosystèmes	Impacts du changement climatique
Foret	Stress hydrique répété, réduction de la taille des fruits et des graines, dépérissement et mortalité (pin noir, pin sylvestre, chêne pubescent, hêtre), virulence des agents pathogènes, combustibilité des forêts, modification de la couverture du sol, phénologie des arbres multiplication des cycles intra-annuels, santé du sol, perte d'habitat et de biodiversité.
Écosystèmes agricoles	Stress et disponibilité de l'eau, raccourcissement du cycle de croissance (cultures annuelles), décalage de la floraison, modification des interactions plantes-pollinisateurs, risque de gel, sécheresses répétées ayant un impact sur la capacité biologique des sols, cycle de vie des parasites et des maladies, diminution de la disponibilité et de la qualité des pâturages, stress thermique pour les animaux.

Tableau 2. **Résumé des impacts du changement climatique sur les écosystèmes forestiers et agricoles**

Sources: *(Sérès 2010; EEA 2019)*

Nous pouvons conclure cette partie par les défis du changement climatique auxquels l'agriculture de ce territoire est confrontée et devra faire face de maniére plus intense à l’avenir :

- Adaptation aux températures élevées et aux longues périodes de sécheresse (troupeaux et cultures, productivité des prairies)
- Adaptation à la variabilité saisonnière
- Adaptation aux événements extrêmes (grêle, vent, pluie)
- Accès et partage de l'eau
- Gestion des ravageurs et des maladies
- Qualité des sols

3. Théories et concepts

3.1. Approche systémique et approche participative

La pensée systémique permet de comprendre et de gérer la complexité en considérant les interconnexions entre les éléments d'un système. Elle part du principe que des systèmes plus petits, en interaction et interdépendants, forment un système plus grand, complexe et unifié. Cela signifie que l'on considère la relation entre les éléments plutôt que de se concentrer sur un élément spécifique de manière isolée. Une attention particulière est accordée à la dynamique des systèmes, aux limites, aux synergies et à la relation avec l'environnement. Cette façon de penser est utilisée pour mettre en évidence les différentes perspectives, valeurs et composantes de notre monde et ainsi faire des choix plus efficaces pour mettre en œuvre des solutions qui représentent mieux la réalité (Schiere et al. 2002 ; Darnhofer et al. 2012). Les approches participatives telles que l'évaluation rurale participative (PRA) sont des méthodes utilisées pour inclure les acteurs sociétaux dans la recherche afin de comprendre leurs perceptions, leurs connaissances et leurs valeurs. Elle vise à responsabiliser les parties prenantes dans le processus de prise de décision afin de proposer des plans plus réalistes et plus appropriés (Chambers 1994 ; Garforth et al. 1998 ; Cornwall 2008 ; López-Marrero & Hermansen-Báez 2011).

3.2. Agroecologie

L'agroécologie est un concept qui vise à concevoir et à gérer des agroécosystèmes durables basés sur des stratégies à long terme pour atteindre une fertilité à long terme et des moyens de subsistance sûrs. Ce concept s'articule autour de l'interaction entre l'engagement social, les connaissances scientifiques et l'innovation sur le terrain (Francis et al. 2003 ; Tittonell 2014 ; Gliessman 2015). L'agroécologie considère que les systèmes agricoles et alimentaires doivent être diversifiés et multifonctionnels pour renforcer la justice sociale, la sécurité alimentaire, la souveraineté alimentaire et la durabilité. Elle vise à soutenir les systèmes alimentaires locaux résilients aux perturbations et aux stress en utilisant plusieurs approches telles que les variétés et les races adaptées localement, les chaînes d'approvisionnement courtes, la diversification dans le temps et l'espace,

le recyclage des déchets dans le cadre d'un cycle complet des nutriments, l'économie circulaire, etc. L'objectif ultime de l'agroécologie est de construire des systèmes alimentaires équitables qui soutiennent la biodiversité, reconstituent la fertilité des sols et maintiennent les rendements dans le temps tout en permettant la coopération et la création de connaissances (Wezel et al. 2009 ; Altieri 2013 ; IPES-Food 2016).

3.3. Atténuation et adaptation au changement climatique

L'agriculture est et sera fortement touchée par le changement climatique, mais elle fait également partie de la solution car elle est capable, grâce au processus de photosynthèse, d'augmenter le stock de carbone dans le sol au détriment du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. À cette fin, des mesures d'atténuation et d'adaptation sont mises en œuvre. L'atténuation vise une réduction planifiée des gaz à effet de serre pour éviter les conséquences du changement climatique à moyen et long terme tandis que l'adaptation est la mise en œuvre de mesures pour faire face aux effets du changement climatique (Marquet & Salles 2014).

A titre d'exemple, l'agriculture intelligente face au climat (CSA) a été mise en place par la FAO en 2010, afin de promouvoir des pratiques agricoles qui améliorent la sécurité alimentaire et sont adaptées au changement climatique tout en travaillant à son atténuation. Pour cela, la gestion de la séquestration du carbone est un élément clé, les techniques visant à améliorer la gestion de l'eau, des sols, des nutriments et des ressources génétiques sont encouragées, par exemple la réduction ou l'élimination du travail du sol, l'augmentation de la matière organique du sol, la plantation de cultures de couverture. Les solutions sont flexibles, dépendent du contexte et incluent une réflexion à court et à long terme pour la gestion des paysages et des communautés. La spécificité de la CSA est de travailler au niveau de la ferme mais pas seulement, elle considère que des transformations significatives sont nécessaires à plusieurs échelles à partir de l'implication des parties prenantes, des secteurs privé et public, et de la société civile (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture 2014 ; Lipper et al. 2014 ; Marquet & Salles 2014 ; Gosnell et al. 2019).

La CSA est un bon exemple d'une approche systémique en ne se concentrant pas uniquement sur le problème climatique mais inclut également la dynamique rurale, la souveraineté alimentaire et la préservation de la biodiversité en favorisant une adaptation autonome et planifiée. L'agroécologie ou l'agriculture régénérative promeuvent également cette philosophie avec un ensemble de pratiques pour améliorer et restaurer des systèmes résilients soutenus par des processus écosystémiques fonctionnels, ces pratiques sont également bénéfiques

pour la biodiversité et l'adaptation et l'atténuation du changement climatique (**Tableau 3**.).

Tableau 3**. Résumé des mesures d'adaptation ayant des effets positifs sur l'atténuation et la biodiversité**

Sources: (Delgado et al. 2011; Graux 2011; Dugué 2012; Food and Agriculture Organization of the United Nations 2014; Lipper et al. 2014; Reyes-García et al. 2016; Wilson & Lovell 2016; Isbell et al. 2017; Torquebiau 2017; WRI 2018; EEA 2019; Poux & Aubert s. d.)

Résumé des mesures d'adaptation ayant des effets positifs sur l'atténuation et la biodiversité

Stratégies globales	**Mesures**	**Commentaires**
	Augmentation de la fertilité	Légumineuses, complémentarité bétail-cultures (systemes mixte ou coopération étroite avec d'autres fermes), cycle et équilibre des nutriments reflétés de manière circulaire.
	Gestion extensive	Plus de pâturages, troupeaux plus petits, moins d'intrants, moins de céréales, priorité à l'alimentation Humaine (puis à l'alimentation animale, puis aux autres utilisations) ; petites et moyennes fermes en fonction des ressources disponibles.
	Couverture permanente du sol	Meilleure résistance à la fois à l'excès d'eau (dû à des précipitations de forte intensité) et au manque d'eau (dû à des périodes de sécheresse prolongées), la matière organique améliore et stabilise les structures du sol.
	Agriculture biologique	Moins d'émissions de gaz à effet de serre, amélioration de l'activité biologique
	Adaptation génétique	Promotion de l'utilisation de plantes et d'animaux indigènes et adaptés aux conditions locales, sélection et multiplication locales des variétés de cultures, diversité génétique.
	Lutte intégrée contre les parasites et les mauvaises herbes	Stratégies de prévention et de contrôle avec le moins de perturbations possible
	Utilisation des connaissances locales	Valeurs culturelles, expériences et observations
	Systèmes intégrés agriculture-élevage-foresterie	Les systèmes mixtes sont multifonctionnels et plus résilients
	Observation physique de l'environnement	Relation et utilisation des ressources naturelles, observation et expériences, utilisation d'un large éventail de ressources disponibles, par exemple, fruits sauvages, arbustes.
	Micro-climat	Identification et promotion à différentes échelles (champ, ferme, paysage)
	Diversification de la production et des revenus	Résilience économique, développement des économies locales, valeur ajoutée
	Diversity	Time/space, inter/intra species, natural ecosystems/agroecosystems
Gestion des sols/cultures	Agroforesterie et cultures pérennes	Arbres et arbustes, haies pour améliorer la sécurité alimentaire, le cycle de l'eau, favoriser le microclimat, améliorer la qualité du sol, atténuer les événements extrêmes, donner de l'ombre aux animaux.
	Prairies Naturelles	Bénéfiques pour la séquestration des GES et pour une meilleure gestion des pâturages.
	Conservation des sols	Couverture permanente du sol et perturbations minimales, pratiques sans labour.
	Calendrier cultural	Adaptation du calendrier en fonction de la phénologie des cultures
	Gestion intégrée de la fertilité des sols	MO produite sur la ferme, réduction des pertes de nutriments (conservation des sols et de l'eau)
	Rotation	Plus longue et plus diverses, inter-cultures, légumineuses
Energie	Utilisation raisonnée et efficace de l'Energie	Réduction du travail du sol, efficacité énergétique, systèmes à forte intensité de main-d'œuvre humaine, énergie renouvelable, optimisation
Eau	Rétention d'eau et collecte des eaux de pluie	Récupération des eaux de toitures, systèmes à la ferme, sans déséquilibrer l'environnement naturel.
	Utilisation efficace de l'eau	Couverture du sol, tampon (microclimat), irrigation de précision
Production animale	Sécurisation de l'alimentation animale	Plus de stockage, plus de pâturages

	Pâturage tournant	Adapter les zones de pâturage aux ressources disponibles
	Santé animale	Races en fonction de la compatibilité avec l'environnement local
Société	Formation adaptée	Formation adaptée pour les agriculteur.rice.s
	Apprentissage de pair à pair	Réseaux, collaboration, co-création de connaissances, dynamique collective, assistance mutuelle
	Politiques	Politique commerciale, politique agricole
	Régime alimentaire	Plus équilibré, moins de produits animaux, plus de protéines végétales

3.4. Processus d'adaptation

L'adaptabilité est la capacité à s'adapter à l'évolution des processus internes et des facteurs externes. Elle représente la capacité d'apprentissage d'un système par la combinaison des connaissances et des expériences. Les cycles adaptatifs sont variables, complexes, non linéaires et dynamiques (Park et al. 2012). La compréhension des processus de changement dans les systèmes de production agricole est importante dans le cadre des réflexions sur l'adaptation au changement climatique. La résilience est la capacité de réorganisation d'un système, l'adaptation est une clé pour y parvenir.

Pour s'adapter, il est important d'être capable de transformer un système (Folke et al. 2010). Gosnell (et al. 2019) ont identifié trois sphères de transformation des systèmes agricoles : pratique avec les solutions techniques, politique avec la contrainte et les possibilités qu'elle représente, et personnelle avec les visions du monde et les valeurs individuelles et collectives. Même si ces sphères sont en interactions étroites, les transformations dans la sphère personnelle entraînent des conséquences plus puissantes car elles peuvent influencer la façon dont les individus voient les autres sphères. En effet, les individus, dans notre cas les agriculteur.trice.s, ont un rôle majeur dans le processus d'adaptation. Leur capacité d'innovation est directement liée à l'adaptabilité de la ferme et donc à sa résilience. L'innovation peut être définie comme la création de nouvelles connaissances par l'application inédite de connaissances (McKenzie 2013).

C'est pourquoi il est intéressant et pertinent d'essayer de comprendre pourquoi certaines fermes en sont venues à s'intéresser aux agricultures alternatives. Le processus d'adaptation peut être dirigé par de nombreux facteurs tels que les dettes, les revenus, les conseils, les normes sociales, les intrants disponibles, les pairs et les réseaux relationnels (Gosnell et al. 2019). Une attention spécifique devrait être allouée à l'histoire derrière leurs changements et évolutions. D'autres études soulignent également que l'âge, le niveau d'éducation, l'expérience agricole, l'accès limité aux terres agricoles, le manque de facilités de crédit, l'accès limité aux marchés agricoles et la taille de la ferme sont des facteurs qui ont un impact significatif sur les pratiques d'adaptation en Malaisie (Masud et al. 2017). L'adaptation au changement climatique est également variable selon le type de système agricole, l'observation physique personnelle de l'environnement et les

expériences de stress (financier, environnemental, mental ou physique) (Niles et al. 2015 ; Cross & Ampt 2017 ; Zahm et al. 2019 ; Van Huynh et al. 2020).

Même si les agriculteur.rices.s ont un rôle important à jouer en matière d'adaptation, des institutions et des systèmes solides sont nécessaires pour mettre en œuvre des actions dans l'optique de la résilience et ainsi apporter flexibilité et robustesse pour faire face à l'incertitude (Birchall & Bonnett 2021).

4. Methodes

Une étude qualitative a été réalisée. Cette méthode a été choisie afin d'appréhender la complexité des situations en ayant une vision d'ensemble d'un système. Nous tendons ainsi à appréhender les systèmes de pensées en incluant les agriculteur.rice.s pour comprendre leur perception de leurs systèmes, leurs stratégies, et leurs valeurs. Cette méthode est appelée Farming system research (FSR) et a été réalisée à travers une étude de cas multiples.

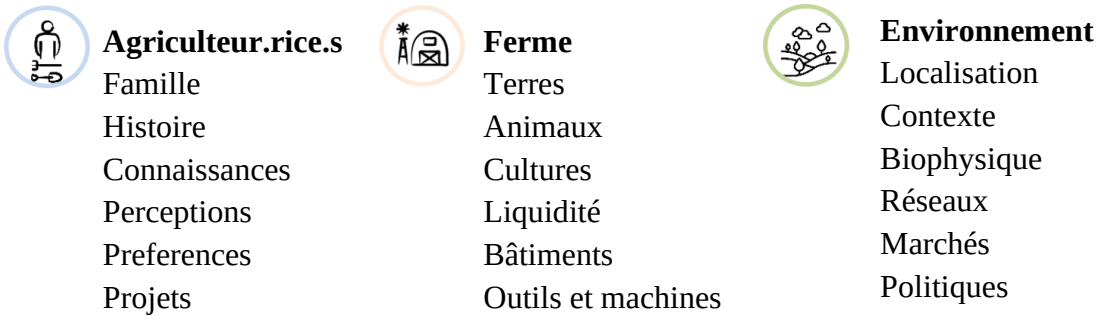
4.1. Farming systems research

Lorsqu'il s'agit d'étudier la production agricole et alimentaire, plusieurs niveaux d'étude peuvent être utilisés. En effet, on peut trouver le niveau de la plante, de l'animal et du sol, le niveau du système agricole et le niveau de la communauté et du paysage. Ces différents niveaux sont utilisés en fonction de l'objectif de chaque étude et peuvent être utilisés en complémentarité. Il est bénéfique d'être flexible entre les échelles. Lier l'échelle du systèmes agricoles et le changement climatique est pertinent en raison des effets en cascade du changement climatique, par exemple les impacts non climatiques comme l'incertitude, la perte de confiance dans l'adoption de nouvelles technologies, le bien-être physique et mental ou les réserves financières (Hayman et al. 2012). Se concentrer sur un seul aspect de la ferme ne permettrait pas de saisir la complexité des impacts du changement climatique sur les fermes et les processus de mise en œuvre des stratégies d'adaptation.

La recherche sur les systèmes agricoles est un processus utilisé pour comprendre les systèmes agricoles et leur procédure de prise de décision. Ce processus est adapté à une situation spécifique et ne cherche pas à promouvoir une approche généralisable. L'objectif est d'essayer de comprendre la réalité complexe des participants au sein de leur environnement plutôt que de rechercher l'optimisation et les gains de productivité d'un aspect spécifique de la ferme, par exemple le rendement des cultures. Cette méthode de recherche reconnaît que les fermes sont diverses et multifonctionnelles et est utilisée pour analyser différents types de systèmes avec des types de sols variés, des systèmes de cultures mixtes et différents facteurs sociaux et culturels. Elle reconnaît également que l'évolution des fermes est étroitement liée aux projets familiaux et aux modes de vie agricoles et qu'elle s'inscrit dans des territoires dotés de réseaux relationnels et de paysages naturels spécifiques. La gestion des fermes, comme les activités, les choix

technologiques et les méthodes de production, sont donc influencés par des facteurs internes et externes (**Fig 5**).

FSR est une approche systémique, interdisciplinaire et participative qui tend à comprendre la logique des systèmes agricoles et les interactions entre les différentes composantes (Gamble et al. 1996 ; Darnhofer et al. 2012 ; Drinkwater 2016). Dans le cadre de cette étude, nous chercherons à comprendre les relations et interactions entre les agriculteur.rice.s, les écosystèmes et les pratiques face à la menace du changement climatique. Il sera donc important de comprendre les perceptions et les valeurs des agriculteur.rice.s et d'étudier les fermes dans leur environnement avec des territoires, des opportunités économiques et des valeurs culturelles uniques.



from (Bawden & Packham 1998; Darnhofer et al. 2012)

Figure 5. **Systemes agricoles**

Avec cette figure (**Fig 5**.), nous considérons différents sous-systèmes complexes qui, par leurs interactions, forment un système complet. Les systèmes agricoles sont ouverts, réfléchis et dynamiques dans le temps et l'espace, ce qui signifie que les objectifs sont atteints en fonction des ressources disponibles et en réponse à des influences internes ou externes. Les agriculteur.rice.s ont un rôle clé en tant que décideurs grâce à une gestion adaptative. Les connaissances sont générées en permanence par l'observation et l'expérience. Ils sont donc influencés par des facteurs non climatiques et beaucoup de changements sont effectués en réponse à la variabilité d'une année sur l'autre pour faire face à l'incertitude, c'est pourquoi il est important de faire de la recherche avec les agriculteur.rice.s plutôt que de faire de la recherche sur des fermes.

4.2. Etude de cas multiple

Une étude de cas est une approche méthodologique, accompagnée de plusieurs techniques de collecte de données, qui vise systématiquement à recueillir suffisamment d'informations sur une personne, un événement ou un système social pour permettre au chercheur de comprendre son fonctionnement ou son comportement. Les études de cas sont utilisées pour mieux comprendre une situation spécifique et complexe, le "cas" étant étudié dans son contexte réel. L'objectif est de mieux comprendre le phénomène incarné par le cas, sans chercher à généraliser les résultats. C'est une approche de terrain, au cœur du phénomène étudié, qui permet un accès privilégié à des données riches dans un contexte réel. Pour réaliser une étude de cas, les informateurs sont anonymisés pour éviter toute identification et sont consentants pour réaliser l'étude. L'approche par étude de cas est utilisée ici pour comprendre la réalité des agriculteur.rice.s et donc leur comportement. L'étude de cas multiples est une approche qui consiste à étudier plusieurs cas simultanément pour avoir une vision plus large du sujet (Barlatier 2018 ; Yin 2018).

4.3. Conception de l'etude

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un stage de février à juillet 2021 au sein du Conseil de développement du parc naturel régional des Préalpes d'Azur.

Phase 1 : Analyse bibliographique, élaboration des questions et de la méthode de recherche, compréhension du territoire : impact du changement climatique, projections du changement climatique à l'échelle locale.

Phase 2 : Collecte des données : entretiens.

Phase 3 : Analyse des données, identification des stratégies résilientes adaptées au territoire.

Cette collecte de données permettra dans une deuxième phase de diffuser les connaissances sur le changement climatique et les pratiques d'adaptation tant pour les décideurs politiques que pour les autres agriculteur.rice.s du PNR afin d'engager des discussions et des réflexions autour du changement climatique et des pratiques agricoles. Pour cela, des ateliers et des réunions publiques seront organisés par l'organisation pour présenter les résultats et les discuter.

4.4. Participants

Cinq fermes, gérées par des couples d'agriculteur.rice.s, sont étudiées dans cette étude. Elles sont toutes situées dans la même zone géographique au nord du PNR (**Fig 6.**) et sont représentatives d'une large gamme de productions (ovins, bovins et bière, caprins, apiculture et maraîchage). Ces fermes n'ont pas vocation à être représentatives de la ferme type de la région, elles mettent toutes en œuvre des pratiques que l'on pourrait définir comme innovantes : elles évoluent dans des systèmes paysans, en agriculture biologique. Tous les participants ont acceptés de participer à cette étude et de partager leurs connaissances et leurs expériences.

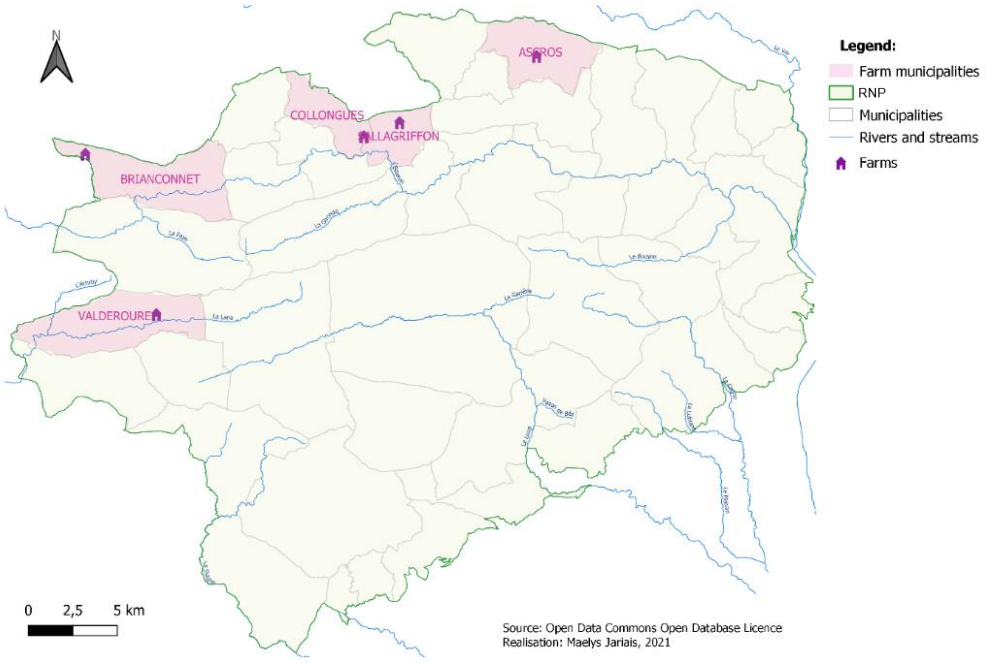


Figure 6. **Localisation des fermes**

4.5. Methode qualitative

La méthode utilisée pour cette étude consiste principalement en des entretiens approfondis sous la forme d'entretiens compréhensif articulés autour d'un large ensemble de thèmes. Les entretiens compréhensifs associent les formes traditionnelles d'entretiens semi-directifs mais avec un discours plus narratif qu'informatif, un dialogue réciproque entre le questionneur et le répondant est construit. Ces entretiens sont ouverts et accompagnés d'un cadre de thèmes à explorer. L'objectif est de recueillir des informations sur les systèmes agricoles, le changement climatique et les pratiques agricoles. Avec cette approche, il est important d'être flexible pour laisser la discussion évoluer naturellement tout en

ayant une conversation détaillée, sans donner lieu à des possibilités illimitées. Des thèmes directeurs sont utilisés pour hiérarchiser les dimensions du dialogue. Des techniques telles que : la répétition des mots et de la phrase qui vient d'être dite pour confirmer que l'interviewer et le répondant se comprennent et pour approfondir l'idée exposée (techniques en miroir) et les demandes de clarification, sont importantes pendant les entretiens (Elodie Fayel 2012 ; McKenzie 2013 ; Ferreira 2014). Peu de notes ont été prises pendant les entretiens afin de rester pleinement concentré sur la discussion. Les questions ont été écrites et présentées après coup pour laisser l'interviewé finir son raisonnement. Au cours du processus, les réflexions ont été écrites dans un journal de bord pour aider l'analyse. Trois entretiens ont été réalisés avec chaque couple d'agriculteur.rice.s, le premier était un entretien exploratoire, le second visait à avoir une compréhension plus profonde du système, et le dernier était axé sur le changement climatique. Des outils utilisés dans le PRA ont été utilisés, la cartographie par exemple permet de générer beaucoup d'informations et de créer un dialogue. Un calendrier saisonnier a été utilisé pour explorer les activités agricoles dans le temps. A chaque contact, il était proposé de fixer une date pour aider aux travaux agricoles afin de compenser le temps utilisé et d'avoir l'opportunité de mieux comprendre la façon de travailler des agriculteur.rice.s.

Étape 1 : entretien exploratoire : approche globale de la ferme

Ce premier entretien permet de rencontrer les agriculteur.rice.s de chaque ferme et de comprendre le fonctionnement général de la ferme. Pour guider l'entretien, une trame d'entretien listant les principaux thèmes à aborder a été préparée à l'avance (**tableau 4**). Après une courte introduction, une question introductive a été posée : " Pouvez-vous nous parler de votre ferme ? ". Cette question est ouverte et laisse à chaque personne interrogée la liberté de parler de ce qui est important pour elle. L'entretien se base sur les commentaires des agriculteur.rice.s sur les différents sujets abordés sans poser de questions directes. L'idée est de découvrir les sujets importants que les agriculteur.rice.s évoquent. Si possible, une visite de la ferme a été effectuée. Les entretiens ont duré entre une et deux heures et ont été enregistrés.

Agriculteur.rice.s	Presentation, historique, date d'installation, conditions d'installation, accès aux terres
Ferme	Developments majeurs, autonomie, partenaires, pratiques, productions, terres, employés, système de commercialisation, economie
Relations avec les autres acteurs locaux	Qui? Entraide? Conflits?
Relations aux ecosystemes	Lesquels? Quels usages? Lien au territoire
Changement climatique	Connaissances, observations, importance accordée,

	adaptation
Coherence interne	Valeurs, orientation des décisions, formations, connaissances, sources d'information

Tableau 4. **Thèmes des entretiens exploratoires**

Pour l'analyse, les entretiens ont été retranscrits dans une grille d'analyse réalisée en fonction des différents thèmes. A partir de ces données, un document de présentation de chaque ferme a été rédigé et un pré-zonage des terres utilisées a été réalisé pour permettre l'impression de plans pour l'entretien suivant.

Étape 2 : Entretien approfondi : Compréhension approfondie du système et des pratiques

La deuxième étape de cette méthode consistait à approfondir les pratiques agricoles des agriculteur.rice.s dans l'espace et dans le temps. Pour cela, un second entretien a été réalisé avec une nouvelle grille (**tableau 5**). Différents outils ont été utilisés au cours de l'entretien pour appuyer le discours des agriculteur.rices.s : des cartes des fermes avec des photos satellitaires, des cartes d'occupation du sol, et une ébauche de calendrier agricole. Il a été demandé aux agriculteur.rices.s de réaliser un calendrier des activités saisonnières pour résumer leurs activités sur une année et de le relier à un plan de leur ferme imprimé au format A2 pour identifier simultanément les pratiques dans le temps et dans l'espace (**Fig7**). Les délimitations dessinées sur les plans étaient numérotées pour être référencées dans le calendrier. Le calendrier a servi de support à la discussion pour rebondir entre les différentes pratiques. Les entretiens ont été réalisés à la ferme, en extérieur, pour faciliter la discussion sur l'espace (signes, gestes). Un support en bois a été apporté pour utiliser les plans facilement à l'extérieur, des stylos/crayons ont été utilisés pour les dessins. Les entretiens ont été enregistrés, la durée a varié en fonction du temps que les agriculteur.rice.s ont pu nous accorder.

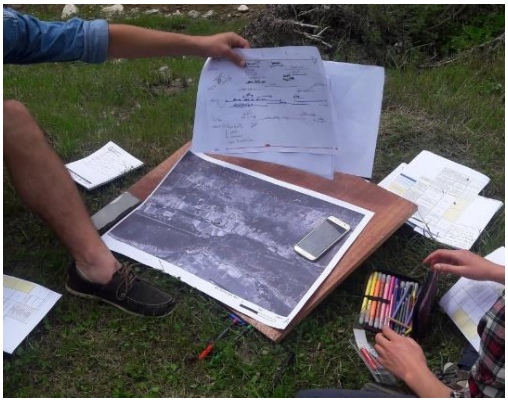


Figure 7. **Photographie des outils urilisés pour l'entretien n°2**

Cultures	Type	Rotation
	Travail du sol	Quoi, quand
	Graines	Varietés
	Fertilisation	Gestion des effluents d'élevage et de la fertilité
	Gestion des maladies	Quoi? Pourquoi?
	Gestion de l'eau	Irrigation? Besoins
	Test/experimentation	Quoi? Pourquoi?
	Agroforesterie	Foret, haies
Animaux	Reproduction	Calendrier
	Alimentation	Céréales, foin
	Patures	Quels type? Où? Quand?
	Santé animale	Accés à l'eau, parasites, comportement, soins

Tableau 5. **Thèmes de l'entretien n°2**

Etape 3: Climat

Ce troisième entretien avait pour but d'identifier les pratiques et les projets des fermes qui répondent aux menaces du changement climatique. Ces menaces, identifiées dans la section contexte, sont : l'augmentation de la température, les précipitations instables, les événements climatiques extrêmes et la variabilité saisonnière. Le **tableau (6.)** contient les observations que les agriculteur.rice.s auraient pu faire, il a été utilisé pour alimenter la discussion. Les entretiens ont été enregistrés, la durée a varié en fonction du temps que les agriculteur.rice.s ont pu nous accorder.

Observation climatique	**Temperature**	Moyenne, extremes, fluctuation
	Precipitation	Moyenne extremes, distribution
		Secheresses, grêle, neige
	Vent	Vitesse, direction, tempête
Observation sur les ecosystemes	**Eau**	Inondations, disponibilité, couverture neigeuse
	Sol	Humidité du sol, érosion
	Phenologie	Plante, champignon, animaux : croissance, reproduction

Table 6. **Thèmes des entretiens sur le changement climatique**

4.6. Analyse des données, fiabilité et validité

L'analyse qualitative de contenus se concentre sur l'interprétation des données recueillies, par le biais d'un processus de classification. Le contenu est plus

susceptible d'être interprété de manière sélective ou biaisée, c'est pourquoi l'honnêteté, la transparence et l'ouverture sont des valeurs très importantes pour effectuer l'analyse (Neethling 2016). Ces entretiens ont été menés de manière très ouverte afin de donner aux agriculteur.rice.s la possibilité d'exprimer leurs sentiments et leurs expériences. Tous les entretiens ont été réécoutés et transcrits afin de pouvoir analyser le discours et extraire des informations pertinentes pour l'étude.

Pour cette étude, même si la stratégie d'échantillonnage est limitée, les résultats sont susceptibles d'être transférables à d'autres fermes du PNR car les études de cas permettent d'obtenir des résultats localisés avec une analyse dépendante du contexte. La compréhension du système agricole par l'utilisation de l’espace était adaptée à cette étude en raison des contextes climatique et topographique qui impliquent une utilisation extensive de l'espace par les agriculteur.rice.s.

5. Resultats

Cette étude vise à identifier les options d'adaptation liées aux impacts potentiels du changement climatique dans le nord du PNR. La problématique est " Comment les agriculteur.rice.s des fermes étudiées s'adaptent-ils et prévoient-ils de s'adapter aux variations climatiques ? ". Les pratiques d'adaptation dépendent du contexte et sont étroitement liées au système agricole, au sein de cette section, nous présenterons chaque ferme étudiée à travers l'analyse de leurs valeurs, stratégies agricoles et objectifs. Cette analyse permettra de mieux comprendre les observations, les conséquences et les réponses face au changement climatique qu'ils perçoivent sur leurs fermes.

5.1. Ferme 1. Ferme Brassicole Chapot Maillard

Cette ferme biologique située à 1100m d'altitude, produit des vaches à viande Salers et des bières. Après une formation en agriculture biologique et quelques années en tant qu'agriculteur salarié, le propriétaire de cette ferme a décidé de s'installer dans la région où il a découvert une forme d'agriculture qui, selon ses mots, *"se fond dans la nature et où le produit est transformé et vendu directement"* sans avoir besoin d'un grand emprunt. Il s'est installé en 2000 avec son épouse qui garde une autre profession. Avant d'évoluer en 2014, cette ferme était en poules pondeuses et en Salers, l'activité des poules a été arrêtée pour produire de l'orge afin de la transformer en bière. Aujourd'hui, la ferme compte 4 salariés dont 2 à temps partiel. Les principales productions sont la viande et la charcuterie, le fourrage, l'orge et la bière. La transformation de la charcuterie et du malt est réalisée par des partenaires locaux. La vente se fait principalement en direct : vente à la ferme, groupes de consommateurs, épiceries locales. Cette ferme utilise 110 Ha de terres, la structure foncière est très fragile, seul 1/3 de cette surface est en propriété ; le reste est loué ou utilisé grâce à des accords verbaux. Sur cette surface, 60% sont des bois pâturés, 30% sont des prairies naturelles ou des prairies temporaires et les 5% restants sont cultivés en orge. Dans cette ferme, l'agriculture est un processus à long terme, c'est pourquoi il est important que la ferme soit un outil transmissible. Pour cela, ils accordent une attention particulière à l'équilibre financier en évitant par exemple les investissements lourds dans de nouveaux équipements, ou en transformant et en vendant directement leurs produits pour les valoriser. L'objectif est d'avoir une ferme rentable mais aussi confortable pour ses travailleurs.

5.1.1. Pratiques

Production animale

Aujourd'hui la ferme compte 25 vaches reproductrices, la race Salers a été choisie pour sa rusticité son instinct maternel et sa capacité à valoriser les bois pâturés. Depuis le début, une attention particulière est portée à la sélection génétique, il est important d'avoir des vaches adaptées et adaptables aux conditions de montagne. Les critères de sélection sont : bon caractère, bonne morphologie, bonne masse musculaire, force, facilité de vêlage, bonne intégration dans le troupeau, robustesse en conditions de semi-liberté et bon instinct maternel. Les animaux sont en semi-liberté dans les parcours presque toute l'année en fonction des ressources disponibles, en hiver lorsque les conditions l'obligent, ils sont dans un abri avec accès extérieur. Les vêlages sont espacés afin d'avoir une production de viande répartie sur l'année. La ferme est autonome en foin et en paille, l'alimentation est basée sur un système de " foin à volonté " sans autre complément.

Dans son système, l'agriculteur garde toujours un œil sur les ressources disponibles sans vouloir tout rentabiliser ou surexploiter. A titre d'exemple, l'observation du comportement du troupeau permet d'éviter le surpâturage car on peut déplacer les vaches lorsque leur attitude change, évitant ainsi le piétinement. Il en va de même pour la santé des animaux, l'observation et la prévention sont essentiels pour maintenir un troupeau en bonne santé. L'accès maximal à l'extérieur (semi-liberté), la proximité du troupeau, la qualité et la diversité du foin et une flore diversifiée sont les points clés pour prévenir les maladies. Il utilise également des soins homéopathiques et des huiles essentielles *"en cas d'urgence ou de soins prolongés"*. Il s'efforce d'avoir des prairies et des foins variés et diversifiés et de garder les foins riches et appétissants pour les vaches faibles. Un approvisionnement diversifié leur permet de choisir ce dont elles ont besoin. Selon lui *: "On conçoit l'être vivant différemment, il ne faut pas entrer dans un problème - un remède, c'est plus global que cela, l'agriculture n'est pas de la mécanique"*.

Pâturages

Les zones de pâturage sont tournantes en fonction des ressources, la plupart des zones de pâturage sont des bois dans des barres rocheuses. Pendant l'été, les berges des rivières sont pâturées pour la fraîcheur. Les deux versants de la vallée sont utilisés à des fins différentes, "l'adret" bénéficie d'une longue exposition au soleil, "l'ubac" est exposé au nord. Ce dernier est très rocheux et composé principalement de pins et de buis ; il est utilisé pour l'élevage des troupeaux. Le versant de l'Adret se caractérise par sa flore diversifiée, l'eau, la fraîcheur, la variété des fleurs, et surtout un terrain sans contraintes pour que les vaches et les

veaux mangent tranquillement. Parmi les ressources évoquées par l'agriculteur, on peut citer : le trèfle, l'herbe, les arbres à feuilles caduques, le tilleul, le frêne, le saule, les vieux arbres fruitiers, les vieux pommiers, les vieux poiriers, l'églantier. Ce côté est également plus proche de la ferme.

Sur certains des pâturages cultivés plus plats, des haies ont été plantées avec des arbres fruitiers pour encourager la faune, briser le vent et fournir de l'ombre au troupeau.

Productions végétales

Sur 15ha, une rotation de 4 ans de prairie suivie de 2 ans d'orge est mise en place. La ferme produit 5ha d'orge par an. La plante dominante des prairies est le sainfoin car c'est une légumineuse, riche en protéines, qui permet un retour de l'azote au sol, facilement récoltable, mellifère, et qui possède un tanin vermifuge. Le sainfoin est mélangé à du chardon, du chiendent, de la fléole, de la fétuque, du plantain, des soucis, de la vesce, du trèfle blanc et du trèfle rouge sélectionnés au fil des années. Cette combinaison permet d'obtenir au moins trois strates de fleurs et est donc très mellifère. La plupart des semences sont produites sur la ferme ou échangées avec d'autres agriculteur.rice.s, l'objectif à long terme étant d'avoir une prairie adaptée localement et diversifié. Un apiculteur place des ruches près des prairies de mai à septembre. Les terres sont cultivées superficiellement, la ferme a un système sans labour et produit ses propres semences depuis 15 ans, sauf pour l'orge, pour laquelle une gamme de variétés biologiques est achetée. Pour la fertilisation, tout le fumier est composté et mis sur les prairies, de l'engrais organique peut être ajouté si nécessaire pour la culture de l'orge.

Menaces et défis principaux

Les principaux défis identifiés sur cette ferme sont : le foncier, les variations climatiques (sécheresse), et la charge de travail. Pour les terres, le problème est que la plupart d'entre elles sont utilisées ou louées par le biais d'accords non sécurisés, les sécheresses ont été mentionnées à plusieurs reprises par rapport à la perte de ressources, et la charge de travail était une pression difficile à gérer à certaines périodes de l'année mais rendant également difficile l'expérimentation d'autres pratiques par manque de temps, notamment la traction animale.

5.1.2. Valeurs, choix stratégiques et objectif

* Autonomie (alimentation du troupeau, paille, semences, fertilité), non-labour, haies, propres semences, diversité, agriculture biologique

Figure 8. **Ferme 1- Analyse du systeme**

Cette ferme s'inscrit dans une réflexion et une construction profondément holistique. Les productions ont été pensées en interdépendances et en circularité. L'agriculteur accorde beaucoup d'importance à l'harmonie et au lien avec les animaux et la ferme, *" il y a une question d'énergie, d'équilibre et d'harmonie "*. Pour lui, une des clés de sa ferme est aussi de savoir se satisfaire et de ne pas toujours chercher à tout rentabiliser.

5.1.3. Climat

Les observations climatiques sur cette fermes sont des sécheresses (2017/2003), des hivers de plus en plus froids et des intersaisons très courtes.

L'agriculteur a l'impression que les sécheresses sont de plus en plus dures et qu'il peut observer de plus en plus d'arbres et de végétation morts. Pour lui, le déclin de la végétation entraîne une mise à nu de la roche qui augmente encore plus la température. La disponibilité de l'eau est perçue comme une grande menace.

Les conséquences sur cette ferme sont le déclin de la végétation et donc l'alimentation du troupeau. Les pâturages et les prairies sont difficiles à pâturer en été, sauf sur les bords des rivières. Les étés secs rendent l'herbe fine et sèche en automne et ont donc un impact direct sur la productivité des prairies et des cultures. Les réponses et les stratégies d'adaptation identifiées dans cette ferme sont :

- Utiliser les arbres à la fois en encourageant le sylvopastoralisme, les arbres fournissant du fourrage et de l'ombre aux animaux (feuillus), et en plantant des haies.
- Étendre la surface de pâturage en réhabilitant les forêts (explorer de nouvelles zones, ouvrir progressivement les zones pour laisser place à la strate herbacée)
- Adapter les animaux aux forêts herbeuses (race locale, sélection génétique dans le temps, adaptation)
- Travailler sur la résistance des arbres (ex : greffes)
- Fabriquer ses propres graines pour s'adapter aux conditions locales et aux sécheresses
- Prairies permanentes (évolution spontanée au fil du temps)
- Partage de l'eau, rétention des eaux de pluie (toitures)
- Qualité et fertilité des sols (autonomie en matière de fertilité, réduction de la dépendance à la mécanisation : traction animale, pratiques sans labour)
- Augmentation de la production de foin (pour être plus sécurisé si l'hiver est plus long et qu'ils ne peuvent pas pâturer)

5.2. Ferme 2. Les ruchers de Sallagriffon

Cette ferme apicole biologique date de 1994, elle a été mise en place sur des terres familiales situées à 700m d'altitude. Ces dernières années, le couple d'agriculteurs s'est consacré davantage à l'expérimentation (agroforesterie, conservation des sols). La ferme utilise un total de 80 ha, avec 2 ha de petit épeautre, 1 ha d'orge, 35 ha de prairies naturelles et de bois pâturés, le reste est un "espace naturel" (principalement des bois rocheux). Tout est situé à proximité de la ferme. Même s'ils ont un certain confort avec le foncier, ils ne possèdent pas tout, certaines terres sont pâturées avec des accords verbaux. L'activité principale de la ferme est l'apiculture, petit à petit il a semblé pertinent de faucher les prairies sur les terres, ce qui a conduit à l'achat de brebis pour fertiliser les prairies puis à

la production de céréales pour nourrir les brebis. Aujourd'hui, ils ont 85 brebis, et environ 150 ruches. Les ruches sont de plus en plus difficiles à entretenir à cause des hivers rudes, ils ont eu jusqu'à 200-250 ruches, cette année ils ont eu des pertes inexpliquées de ruchers. La ferme dispose d'un atelier de transformation pour le miel et la viande. Les productions de la ferme sont le miel (miel de Provence IGP), l'agneau, et la farine d'épeautre. Tout est vendu à la ferme, sur les marchés, via les magasins de producteurs, et les épiceries locales. Actuellement, ils estiment ne pas avoir de grands besoins financiers (peu de charges, système bien installé, aides PAC, vente directe) ce qui donne la possibilité d'expérimenter sans trop de pression économique.

5.2.1. Pratiques

Apiculture

En moyenne 2,5 tonnes de miel sont produites par an, les abeilles sont de la race *Alpine Carnica*. Le système est transhumant, les ruches sont positionnées par groupe de 30 à différents endroits afin de ne pas épuiser les ressources. La saison en montagne est assez courte, les abeilles butinent en mai et juin pour celles situées dans les villages proches de la ferme. Ils ont également deux transhumances un peu plus loin à Valensole (champs de lavande) et à Meaille (châtaigniers) de juillet à septembre. Ils avaient l'habitude d'amener les ruches plus loin, pour avoir une saison de production plus longue, mais aujourd'hui ils privilégient la proximité. Les abeilles sont sensibles à un parasite appelé *Varroa destructor*, qui pourrait expliquer les pertes de ruches de cette année, mais cela n'a pas été prouvé.

Production ovine

Aujourd'hui la ferme compte 85 brebis, les agnelages ont lieu en mars, elles sont systématiquement isolées avec leurs agneaux pour que le contact se fasse correctement mais aussi pour être proche d'elles afin de vérifier qu'elles sont en bonne santé. Après la période d'agnelage, elles sont gérées en pâturage tournant où elles sont rentrées en bergerie tous les soirs. Ce système est pratique, il permet d'éviter les problèmes avec les loups et leur permet de ne pas emporter de l'eau sur les pâturages car elles peuvent boire dans la bergerie. Le pâturage tournant permet également d'éviter l'épuisement des ressources car le troupeau ne reste pas plus de deux jours au même endroit, les surfaces pâturées sont petites, ce qui permet un pâturage plus homogène. Cette gestion est possible car le troupeau est petit, et les terres sont situées à proximité de la ferme. Faire des parcs tous les jours représente une charge de travail importante. En été (juin-septembre), les brebis partent sur un alpage, les agneaux restent à la ferme et sont abattus, transformés et

vendus en fonction des commandes des clients. En automne, le troupeau revient à la ferme et pâture aussi longtemps que le temps le permet.

La ferme est en totale autonomie pour le fourrage, les céréales sont achetées localement pour la période de gestation. Sur les zones mécanisables, les pâturages sont broyés pour éviter l'embroussaillement, l'action des moutons n'est pas suffisante pour maintenir la zone ouverte. Lorsqu'ils pâturent, ils incluent les vallées et les zones buissonnantes pour essayer d'avoir un impact sur la végétation. Avant l'arrivée du loup, les brebis étaient libres, il n'était pas nécessaire de les rentrer la nuit, aujourd'hui il y a des endroits qui ne sont plus utilisés par les brebis. Malgré un grand changement dans leur façon de travailler, les éleveurs ne perçoivent pas le loup comme une grande contrainte et sont heureux de pouvoir bénéficier d'un aide berger 3 mois par an grâce aux aides de l'état via le plan loup.

Pour la santé des animaux, les soins se font au cas par cas en utilisant principalement des huiles essentielles. Lorsqu'ils ont un problème, ils cherchent à connaître les modes de fonctionnement et les cycles de vie des parasites pour s'en débarrasser de la manière la plus efficace possible.

Foin

La majorité des prairies sont permanentes et peu cultivées, elles sont seulement fertilisées avec du fumier et sursemées avec le semoir direct si nécessaire. Ils fauchent et récoltent le foin à partir de mai, lorsqu'ils pensent en avoir assez pour l'année, ils broient les repousses pour ajouter de la matière organique au sol. Une grande attention est accordée à l'évolution et au comportement des prairies (surpâturage, piétinement, diversité des espèces, santé du sol).

Céréales et légumineuses

Le petit épeautre est produit sur la ferme depuis de nombreuses années, c'est une culture adaptée aux conditions sèches, qui pousse bien sur les sols calcaires et pierreux, et qui n'est pas sensible au gel. Environ 2,5 hectares sont dédiés à cette culture pour faire de la farine, la culture des céréales est compliquée à cause des sangliers, aujourd'hui toutes les parcelles cultivées sont clôturées. Ils n'achètent pas d'engrais organique, seul le fumier de mouton est utilisé.

A travers de nombreuses réflexions pour limiter leur impact environnemental, la ferme est passée au non-labour et tente aujourd'hui de ne plus travailler le sol.

Aujourd'hui, les producteurs sont également en train de diversifier leurs productions pour produire plus de produits qui nourrissent directement les gens. *" L'idée est d'expérimenter et de tester, produire de la viande n'a pas de sens, enfin si, ça a du sens quand on ne peut pas faire autre chose, mais si on est capable de mobiliser des surfaces pour faire autre chose, alors on multiplie par 6 ou 7 le nombre de personnes qu'on peut nourrir* ".

Ils font des expérimentations avec l'orge, les pois chiches et les lentilles en utilisant à la fois des semences biologiques et des semences paysannes pour avoir plus de possibilités de trouver des variétés adaptées. C'est très difficile techniquement car la culture des céréales et des légumineuses a quasiment disparu dans la région, ils ont peu de soutien et de références autour d'eux. Ces essais ont commencé il y a deux ans, ils ont essayé un "surpâturage destructif" pour semer directement avec un semoir direct mais même si la culture a émergé, elle a disparu dans l'herbe, et ils n'ont pas pu récolter quoi que ce soit. Pour l'année prochaine, ils prévoient de travailler le sol en surface et de reprogrammer leur passage au semis direct de manière plus progressive.

Sur cette ferme beaucoup de matériel est fabriqué sur place et sur mesure, ils travaillent également avec une association appelée "L'atelier paysan" qui aide à la conception et à la fabrication de machines et de bâtiments adaptés à l'agroécologie paysanne par la souveraineté technique et l'autonomie par la réappropriation des savoirs et savoir-faire.

Couverts végetaux

Une partie de l'espace est dédiée à tester une multitude d'espèces sur de petites parcelles avec différentes associations. L'objectif est d'avoir 50% de légumineuses semées (tout ne germe pas) pour la fixation de l'azote, les protéines mais aussi pour avoir des ressources mellifères pour les abeilles. Là encore, ils testent une gamme de variétés issues du catalogue bio mais aussi des semences paysannes pour maximiser les chances de trouver des variétés adaptables localement. L'objectif principal est de disposer d'une couverture permanente du sol et de pouvoir y semer directement des céréales et des légumineuses. Les couverts serviront à apporter de la matière organique au sol et à bloquer les mauvaises herbes en occupant l'espace, mais ils précisent que pour l'instant ce n'est que théorique.

Il y a aussi la volonté d'implanter des plantes à tanins comme la chicorée et le plantin avec trois effets : elles sont adaptées aux conditions sèches avec leur racine pivotante, cela limite le CH4 que les ruminants rejettent, et c'est bon pour limiter les strongles sur les moutons.

Agroforesterie

Haies

Un projet de plantation de haies a été réalisé il y a trois ans sur un terrain plat pâturé qui est parfois utilisé pour des cultures. Les haies ont été plantées pour maintenir l'humidité du sol, pour fournir de l'ombre et pour avoir des arbres et arbustes pour la biodiversité (soit des espèces nectarifères, pollinifères pour les insectes, soit avec des baies pour les oiseaux). C'est un mélange d'arbres, d'arbustes, d'arbres moyens tous adaptés au territoire, il n'y a pas de lignes

identiques afin que les formes des arbres et les fleurs des arbres soient différentes tant pour la diversité que pour l'esthétique.

L'agroforesterie sauvage : pour faire des parcours

Après la première expérience d'agroforesterie, ils ont pensé qu'il serait intéressant de s'appuyer sur ce qui existe déjà *" on va faire des champs dans la forêt* ". Ils ont estimé que cela n'avait pas de sens de planter des arbres dans une zone majoritairement forestière, ainsi, dans les terrains forestiers en pente, ils décident de créer des lignes de feuillus en fonction de la pente (pour limiter l'érosion) pour permettre à l'herbe de se régénérer et ainsi utiliser ces espaces pour le troupeau. Ce projet a débuté cette année sur un petit terrain qui a été défriché en 90/95. Ils ont essayé d'identifier des lignes de feuillus tous les 10m pour ensuite broyer, si possible, entre les lignes. Cet hiver, ils couperont les pins et les arbres entre les lignes. L'objectif est d'avoir une régénération naturelle pour permettre à l'herbe de se développer entre les rangées. Ils pensent qu'à l'avenir, il sera pertinent d'avoir beaucoup *d'"îlots verts"* au lieu de pâturages et de parcours sans arbres, car les arbres permettront de créer des microclimats.

Menaces et défis principaux

Les principaux défis identifiés sur cette ferme sont : l'entretien des ruches, les sangliers (dommages importants aux cultures), le foncier, l'eau et le changement climatique (vagues de chaleur). Comme mentionné, l'entretien des ruches pendant les hivers semble être de plus en plus difficile pour des raisons non identifiées. Les sangliers sont un énorme problème dans la région, il semble qu'une grande population de sangliers ravage les cultures. Même si ces agriculteurs disposent d'un certain confort foncier, certaines terres sont utilisées sans accords officiels. Enfin, le changement climatique, avec ses longues périodes de sécheresse et la disponibilité de l'eau, a été mentionné à plusieurs reprises comme une préoccupation majeure.

5.2.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs

Cette ferme bénéficie d'un système bien ancré dans le territoire avec un certain confort foncier et une stabilité économique, les agriculteurs ont la liberté et la volonté d'expérimenter et d'essayer de nombreuses techniques et pratiques. Au cours des discussions, beaucoup de temps a été accordé aux expériences d'agroforesterie et de conservation des sols, beaucoup d'énergie y est consacrée en ce moment, tandis que les abeilles et les moutons sont un système plus stable qui a été mis en place depuis de nombreuses années.

L'impact environnemental de leur ferme est vraiment un sujet important pour ce couple qui est très conscient et préoccupé par le changement climatique.

*Haies/agroforesterie sauvage

Figure 9. **Ferme 2- Analyse du systeme**

5.2.3. Climat

Les agriculteurs sont très préoccupés par le changement climatique et leurs émissions de GES. Avec un système biologique, sans labour et sans fertilisation organique, ils estiment que les dernières possibilités de réduire leurs émissions de GES sont la rumination et la mécanisation. C'est pourquoi ils veulent mettre en place des plantes à tanin, passer à un système sans labour, mettre en place l'agroforesterie, et réduire le troupeau pour nourrir plus de personnes avec des légumineuses et des céréales.

En dehors de cela, avec leur système transhumant et leur confort en termes de zones de production de foin, ils sont un peu plus flexibles en ce qui concerne les ressources. Malgré cela, ils ont été fortement touchés par la sécheresse de 2017 et ont dû acheter du foin pour nourrir leur troupeau. Leurs observations sur les variations climatiques sont des températures élevées et des sécheresses qui ont un impact important sur l'humidité du sol, la végétation et les ressources en eau. La principale conséquence mentionnée pour cette ferme est la perte de productivité des prairies, ils ont l'impression que cela va être très compliqué dans la région de s'adapter à cause des températures élevées et des sécheresses. Les réponses et les stratégies d'adaptation identifiées dans cette ferme sont :

- Adaptation génétique en testant une multitude d'espèces herbacées, d'arbres et d'arbustes, la diversité des espèces mises en œuvre augmentera les possibilités d'avoir des espèces qui s'adapteront au fil du temps.

- Favoriser les prairies permanentes qui ont un système racinaire plus profond et donc sont plus résistantes.
- Mettre en œuvre l'agroforesterie/les îlots verts (ressources pollinisatrices et pastorales, microclimat).
- Microclimats au niveau du sol par une couverture permanente et une bonne activité biologique, au niveau de la parcelle avec les différentes formes d'agroforesterie.
- Amélioration et maintien de la qualité des sols (systèmes sans labour, couverture permanente, MO)
- Diversification de la production (nourrir les populations locales avec des cultures telles que les céréales et les légumineuses)

Ici, un aspect essentiel est l'aspect expérimentation du processus d'adaptation, ils essaient actuellement de nombreuses options pour augmenter la possibilité de succès mais sont inquiets de trouver des espèces qui s'adapteront à ces conditions climatiques rudes.

5.3. Ferme 3. Bergerie la Giuggiola

Cette ferme, située à 1200m d'altitude, est gérée par un couple d'agriculteurs qui s'est installé en 2015, pour produire du fromage. Ils ont aujourd'hui 50 brebis et 15 chèvres et utilisent environ 100 ha qui sont principalement des terres en pente avec peu de zones mécanisables. Le fromage est transformé sur place et vendu à la ferme ou à plusieurs marchés et magasins locaux. Ils ont du petit matériel pour épandre le fumier, faucher et broyer. Sur la ferme, ils ont deux bergeries, une salle de traite et une salle de transformation. Ils sont propriétaires d'une partie des terres et utilisent le reste par le biais d'accords plus ou moins stables en fonction de leurs relations avec les propriétaires. La ferme est dans un hameau avec des résidences secondaires et de vacances, ce qui pose quelques conflits d'usage avec les touristes, les chasseurs et les propriétaires terriens.

Cette ferme est assez récente, les agriculteurs apprennent et font évoluer leurs pratiques chaque année depuis leur installation, ils aiment confronter leurs pratiques avec d'autres plus expérimentés mais aussi partager leurs propres expériences. Ils ont une vision à plus long terme de la ferme et souhaiteraient qu'elle évolue encore après eux.

5.3.1. Pratiques

Production animales

Les races utilisées sont des races locales adaptées aux conditions de montagne, le troupeau est gardé c'est-à-dire qu'ils ne mettent pas les animaux dans des enclos

mais les conduisent et restent avec eux sur les parcours. Le troupeau est gardé à l'extérieur toute l'année sauf lorsque les conditions climatiques ne le permettent pas. En général, les animaux restent dans la bergerie entre 3 semaines et 2 mois en hiver. Ce système permet d'être proche des animaux et du territoire, en gardant les animaux, ils ont beaucoup appris sur les différents espaces qu'ils pâturent et les différentes ressources qu'ils peuvent valoriser. Généralement, les animaux sont gardés le matin après la traite, sont dans des enclos entre midi et deux et sont à nouveau gardés l'après-midi jusqu'à la traite du soir puis rentrent à la bergerie pour la nuit. Il y a une ou deux traites par jour selon les conditions et l'année, par exemple s'il fait trop chaud, une seule traite est faite le matin pour pouvoir brouter plus tard dans la soirée. La mise bas a lieu en février ; les agneaux sont séparés à environ 20 kg (au moins 1,5 mois). Lorsqu'ils atteignent 15 kg, les agneaux sont séparés pour la nuit, la traite du matin est donc destinée à la production de fromage et le lait de la journée aux agneaux. Les animaux sont complémentés en céréales (maïs et orge), pendant toute la période de gestation et de lactation, ils ont également du foin de luzerne. Le parasitisme ne semble pas être un gros problème ; ils considèrent que la diversité des plantes sur les pâturages est bénéfique pour avoir une automédication des animaux.

Pâturages

Tout au long de l'année, les parcours sont pâturés en fonction des ressources, pour eux, il est important d'amener les animaux au bon endroit au bon moment. En général, les ressources sont disponibles à proximité de la ferme avant l'été et ils " suivent la croissance de l'herbe " ; ensuite, les conditions sont plus sèches et ils " suivent l'ombre ". Il est important que les animaux couvrent leurs besoins nutritionnels et aient suffisamment d'eau pour avoir une bonne production de lait. Les lieux pâturés dépendent donc, par exemple, de la ressource, de la température, de la distance à parcourir, du fait que les animaux soient en lactation ou non, des points d'eau, de la durée des jours avant la tombée de la nuit. Pour la gestion des ressources, ils estiment qu'il est intéressant d'avoir deux espèces différentes car elles peuvent consommer différents types de végétation.

Eux aussi font un gros travail de débroussaillage, quand ils sont avec les animaux sur les parcours, ils essaient d'ouvrir les accès avec des cisailles, ils passent aussi beaucoup de temps à broyer et couper les arbres mécaniquement. L'objectif est d'accélérer le processus naturel de succession végétale. Ils utilisent beaucoup de forêts, principalement composées de pins, et essaient de laisser un peu de place aux feuillus. Le pâturage ne permet pas le maintien d'habitats ouverts, donc lorsqu'il est mécanisable, ils déchiquettent et coupent les arbres pour maintenir et créer de nouveaux espaces à pâturer.

Foin

Sur la ferme, ils ont des petites surfaces qu'ils peuvent utiliser pour faire du foin. Ce sont des prairies permanentes qui sont gérées de manière simple, ils épandent le fumier qu'ils ont du troupeau, ils peuvent herser de temps en temps pour *" aérer un peu, remettre un peu de semences, enlever la mousse* ". Le sol est peu travaillé et ils ne sèment qu'avec les graines restées au fond des mangeoires car ils veulent profiter au maximum de la banque naturelle de graines du sol. Aujourd'hui, ils ne sont pas autosuffisants en foin, ni en quantité ni en qualité, c'est pourquoi ils achètent du foin de luzerne. Avec leur méthode de travail, ils espèrent avoir des prairies avec de meilleurs sols et donc un foin de meilleure qualité au fil du temps. C'est aussi pour cela qu'ils essaient de gagner de petites surfaces sur la forêt.

Arboriculture

Même si elle n'est pas une activité économique sur la ferme, l'arboriculture prend une place importante. En effet, ils s'intéressent au greffage et à la conservation des anciennes variétés d'arbres fruitiers. Un projet a été réalisé avec un ethnobotaniste pour rechercher les anciennes variétés d'arbres fruitiers de la région, l'objectif étant de greffer ces variétés sur la ferme pour les conserver. De nombreuses tentatives ont été faites pour planter des arbres au milieu des parcours avec de nombreux échecs à cause du troupeau et du matériel. Il est compliqué de conserver les arbres dans les zones de fauche ou de pâturage ; les animaux endommagent les jeunes pousses et les jeunes arbres, surtout les chèvres, et il est plus difficile de faucher et de récolter le foin sur les pentes avec des arbres au milieu. Aujourd'hui la stratégie est différente, les arbres déjà présents sont greffés, ce qui évite d'avoir des porte-greffes inadaptés aux conditions climatiques. De plus, on privilégie les arbres en bordure de route ou dans des endroits qui ne causent pas de gêne. Les arbres sont principalement des pommiers et poiriers greffés sur des arbres sauvages ; de nombreuses tentatives sont faites pour maximiser les chances de réussite. Il est intéressant de greffer sur des arbres sauvages car ils sont déjà développés ce qui permet de gagner du temps, et parce qu'ils pensent que c'est *" le bon arbre au bon endroit "* car il s'est développé spontanément. Ils sont convaincus du lien fort entre le bétail et les arbres, *" autour d'un arbre qui est bien planté, l'herbe est de meilleure qualité, en hiver la neige fond et les animaux vont s'abriter dessous, donc je pense que si l'arbre abrite l'animal après l'animal va faire ses déjections et donc l'arbre en profite, il limite l'érosion, et il fait aussi de l'ombre, en plus il peut être une ressource fourragère ".*

Menaces et defis principaux

Les principales menaces et défis identifiés sur cette ferme sont les différents conflits (chasseurs, propriétaires, touristes), les variations climatiques, l'autosuffisance du troupeau (foin), l'arboriculture (difficile, encore plus difficile avec les chèvres). Les conflits dans le village compliquent le travail quotidien, surtout en ce qui concerne les chiens de troupeau. Les variations climatiques, notamment les sécheresses, les longs hivers et la grêle, ont été mentionnées comme un défi par les agriculteurs. L'autosuffisance du troupeau est à la fois un objectif et un défi ; aujourd'hui, ils achètent une grande partie de leur foin mais travaillent à améliorer la qualité de leurs sols et de leurs prairies. Le point suivant est l'arboriculture qui n'est pas compatible avec les chèvres car elles mangent les jeunes pousses des arbres, pour cette raison, ils ont décidé de ne pas garder les chèvres l'année prochaine.

5.3.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs

Figure 10. **Ferme 3- Analyse du systeme**

Cette ferme est assez récente et est donc encore en phase de construction. Elle évolue au fil des années avec de nouvelles réflexions et des essais. Le système bénéficie à la fois du confort en termes d'espace (grandes surfaces) mais aussi des contraintes liées aux conflits. Avec l'installation récente, le changement

climatique est ancré dans les réflexions. Aujourd'hui, ils recherchent de meilleures façons d'utiliser la ressource (déplacement des animaux) et de gérer le troupeau (modification de la période de vêlage, troupeau monospécifique).

5.3.3. Climat

Pour les observations climatiques, ils ne sont agriculteurs que depuis 5 ans, mais ils perçoivent une forte variabilité avec des sécheresses (2017), à la fois des hivers très froids avec de longues périodes de neige et des hivers doux, des gelées imprévisibles au printemps, de la grêle et une variabilité des précipitations. De toutes ces observations, ils sont plus préoccupés par les sécheresses, car cela a un impact direct sur les ressources disponibles, provoque un stress thermique pour les animaux et limite les ressources en eau. En 2017, ils ont dû étendre leurs zones de pâturage pour nourrir le troupeau. Les arbres fruitiers sont impactés négativement par les gelées.

Les réponses et stratégies d'adaptation identifiées dans cette ferme sont :

- L'extension de la surface pâturée est apparue comme la possibilité la plus simple à court terme pour nourrir le troupeau en cas de sécheresse, mais elle n'était réalisable seulement parce qu'ils avaient la capacité de le faire, certains systèmes plus contraints par le foncier ont dû donner du foin en été.
- Autosuffisance nutritionnelle du troupeau (L'amélioration de la qualité des prairies et des sols (MO) permet de limiter les achats extérieurs et d'améliorer la qualité du foin (remplace la luzerne)).
- Prairies permanentes (favoriser l'adaptation spontanée, préserver la banque de graines, ne pas trop y toucher)
- Adapter la conduite du troupeau (Mono-traite et pâturage de nuit (chaleur), agnelage plus précoce (pour mieux valoriser la ressource au printemps), apprendre à travailler sans trop de foin de qualité (adapter le troupeau et les ressources disponibles sur place)).
- Travailler avec les arbres *"Quand il n'y a pas d'herbe, il y a encore des feuilles"* (favoriser les feuillus, greffage, préserver une diversité d'arbres).
- Ils envisagent également de limiter leur consommation d'énergie fossile (ils savent que ce n'est pas compatible avec le travail de débroussaillage, mais ne veulent pas consommer plus de carburant, ils ont proposé de travailler en collaboration avec un autre éleveur de gros bétail (vaches par exemple) pour avoir un pâturage complémentaire mais aussi de limiter leur consommation d'énergie fossile indirecte en limitant leurs achats de foin et de compléments.

5.4. Ferme 4. Jardin Lou Preï

Après avoir cherché un terrain pendant plusieurs années, c'est en 2003 que ce couple d'agriculteurs a pu construire sa ferme maraîchère biologique dans un village situé à 1000m d'altitude. Ils produisent des légumes, des fruits et des petits fruits, ils ont plus de 20 espèces et 100 variétés sur leur ferme. Pour la vente, ils composent des paniers en fonction des produits disponibles qu'ils livrent chaque semaine aux clients. Le surplus de production est vendu dans des magasins bio. Ils possèdent 3ha de terrain et cultivent 7000m². Lorsqu'ils ont acheté le terrain, c'était une prairie en pente abandonnée, ils ont dû tout construire, le maraîchage étant à l'époque quasi inexistant en montagne et l'agriculture biologique peu répandue. Depuis, ils ont remis en culture certaines parcelles abandonnées après un long travail de débroussaillage. Ils se sont beaucoup inspirés de mouvements tels que la permaculture et la biodynamie.

5.4.1. Pratiques

Sur une année, ils cultivent entre mars et novembre et vendent leurs productions entre juin et novembre. La plupart des cultures sont pratiquées en association avec deux ou plusieurs espèces. Ils ont un système de couverture permanente, ils travaillent avec un système intégratif plutôt qu'une rotation des cultures, ils essaient de travailler avec des espèces complémentaires tout au long de l'année. Par exemple, sur une petite parcelle, ils ont une ligne de tomates et d'oignons, à côté de laquelle se trouvent des betteraves et des poivrons, puis des concombres et des oignons, des choux-raves, de la laitue et des poivrons, et lorsque la laitue est récoltée, ils ajoutent des oignons ou une autre culture dérobée. Au milieu de tout cela, ils sèment des fleurs pour les insectes. Ils font très peu de travail du sol, la plupart des cultures sont semées directement, sauf celles qui ne poussent pas (haricots, pois, pommes de terre).

Depuis 2016, ils n'importent rien de l'extérieur, la ferme est presque autosuffisante. Ils fabriquent les 3/4 des graines qu'ils utilisent et tous les plants mais aussi leur propre terreau. Pour la fertilisation, ils utilisent des engrais verts comme le trèfle, des broyats ou des feuilles provenant de la taille de leurs arbres fruitiers ou des macérations de plantes cueillies sur leurs terres comme la consoude et l'ortie. Ils ont pris cette décision parce qu'ils ne veulent pas consommer de ressources indirectes et pour éviter les pollutions extérieures comme les vermifuges dans le fumier. Pour y parvenir, ils estiment que 20% est le cœur de la ferme avec les productions et que le reste est une réserve pour la biodiversité et les intrants. Ils cultivent également du foin et des céréales sur de petites surfaces pour pailler leurs cultures. Ils utilisent des paillages tissés et des bâches pour lutter contre les mauvaises herbes et mettent un paillage organique en

dessous. Ils évitent si possible le compostage en mettant les matières à décomposer directement sur les zones qui seront cultivées l'année suivante.

Pour leurs semences, ils travaillent depuis de nombreuses années avec une maison de semences locale, ils travaillent donc avec des variétés anciennes et des variétés paysannes. Au début, l'idée était de faire de la conservation et de la préservation de variétés, aujourd'hui ils sont plus sur la sélection et l'adaptation au climat. Ils veulent travailler avec des génétiques vivantes, diverses et locales pour avoir une adaptation à long terme. Ils pensent que les semences doivent être conservées dans les champs pour se développer au fil des ans plutôt que dans des congélateurs.

Tout est irrigué au goutte-à-goutte et par aspersion et l'eau est puisée dans les sources du site. Ils sont limités en eau et refusent d'utiliser de l'eau autre que celle disponible dans les sources sur leurs terres. Ils ont donc mis en place différentes pratiques pour optimiser et limiter leur utilisation d'eau : paillage, peu de travail du sol, bâches tissées, toiles de paillage permanentes, associations de cultures pour réduire la surface cultivée et donc irriguée. Ils ont creusé une mare pour avoir une petite réserve d'eau en septembre lorsque les quantités sont trop faibles.

Pour la lutte contre les parasites, sur les légumes, les parasites sont ramassés à la main. Ils travaillent beaucoup sur les niches écologiques, en favorisant une grande biodiversité et en cherchant un équilibre entre prédateurs et parasites. Pour cela, ils essaient de favoriser les oiseaux et les chauves-souris sur la ferme, et ils construisent aussi des " hôtels à insectes " sur mesure, c'est-à-dire qu'ils se renseignent sur le parasite et ses prédateurs potentiels et essaient de favoriser les habitats de ces prédateurs. Cette technique est plus compliquée sur les arbres fruitiers, ils ont tellement de parasites qu'ils récoltent rarement. Le fait que les arbres soient pérennes, les cycles de vie sont plus longs, et il est plus difficile de contrôler les parasites car la taille des arbres rend la collecte manuelle difficile. Ils espèrent trouver un équilibre sur le long terme et considèrent qu'aujourd'hui, même s'ils ne récoltent pas beaucoup de fruits, les arbres apportent de l'ombre, de la vie, des feuilles, de l'humus, limitent l'érosion et qu'ils ont leur place dans le système.

Aujourd'hui, après presque 20 ans de travail, ils estiment avoir plus de temps pour se former et sont très intéressés par la biodiversité fonctionnelle et la conservation des sols ; ils pensent que l'agriculture a beaucoup à apprendre des naturalistes. Ils se considèrent toujours comme étant en transition et ayant beaucoup à apprendre.

Au niveau économique, ils considèrent que la vente directe leur permet de vivre sur une petite surface. La réduction des coûts est une sécurité en cas de perte de production (ex : grêle, ravageurs) mais ils sont conscients que ce système est très limité et qu'ils peuvent le faire car ils n'ont pas de dettes ou de loyer à payer.

Menaces et défis principaux

Les principales menaces et défis identifiés sur cette ferme sont : la disponibilité de l'eau, la lutte contre les ravageurs, les variations climatiques (vagues de chaleur, vent, grêle, gel, pluie), les sangliers. L'accès à l'eau n'est pas un problème majeur aujourd'hui mais pourrait le devenir si les ressources diminuent. Comme nous l'avons mentionné, la lutte contre les parasites est un défi pour cette ferme. La culture maraîchère est très sensible au climat, surtout en montagne où la période de production est courte et instable. Les sangliers étaient également un gros problème dans cette ferme jusqu'à ce qu'ils installent des clôtures électriques sur toutes leurs terres.

5.4.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs

*graines, plants, terreau, fertilité, lutte contre les parasites

Figure 11. **Ferme 4- Analyse du systeme**

Le système de cette ferme est particulièrement holistique et circulaire avec des valeurs profondément ancrées d'intégration et de respect de l'environnement et des espèces vivantes qui les entourent. Ce projet de ferme était avant tout un projet de vie pour eux et leur famille. Ils acceptent l'instabilité, remettent beaucoup en question leur façon de travailler et considèrent qu'ils sont dans un système en constante évolution. Ils attachent une grande importance à l'observation et à la connaissance de leur territoire et de ce qui les entoure. Ils sont convaincus que les solutions ne peuvent fonctionner qu'à petite échelle. *"C'est vraiment un tout, beaucoup de petites choses pour réussir à suivre nos convictions".*

Ils accordent également une grande importance aux dynamiques positives entre les producteurs mais aussi les consommateurs et les autres spécialistes (généticiens, ethnobotanistes, naturalistes, etc.). Ils s'inscrivent dans un autre schéma de production qui va de pair avec un autre mode de consommation, pour eux, les consommateurs doivent se réapproprier une diversité de produits et s'habituer à ne pas choisir systématiquement ce qu'ils mangent mais plutôt apprendre à manger ce qui est disponible localement.

5.4.3. Climat

Ils considèrent qu'un recul de 20 ans est ridicule au niveau des observations pour le changement climatique mais qu'ils doivent s'adapter à un climat variable dans tous les cas. Malgré cela, ils estiment que ces variabilités se sont intensifiées ces dernières années, ils observent plus d'extrêmes : plus de grêle, de canicules et de sécheresses, de vents forts, de températures très chaudes et très froides, de fortes pluies. Ces événements provoquent de grandes pertes dans leurs productions mais aussi des tensions pour l'utilisation de l'eau. Le vent favorise l'évaporation et assèche les sols et les fortes pluies d'automne après une période de sécheresse n'ont pas le temps de s'infiltrer dans le sol.

Les réponses et stratégies d'adaptation identifiées dans cette ferme sont :

- La résilience économique (autonomie, peu de charges, peu de coûts externes, pas de crédit ni de loyer).
- Économie des ressources en eau (couverture du sol, associations, stockage de l'eau en respectant l'environnement et en la partageant).
- Diversité des cultures et des productions, être toujours dans un système évolutif.
- Adaptation génétique (semences locales et "semences vivantes", adaptées au climat et aux sols, adaptation à long terme)
- Travailler avec des microclimats à différentes échelles (vallée, parcelle, sols).
    - ➔ Sols : couverture permanente du sol, matière organique
    - ➔ Parcelle : Arbres, diversité des espèces
    - ➔ Vallée : diversité forestière plus cohérente, régénération des feuillus (chêne blanc) de manière progressive (enlever le pin progressivement)
- Adaptation des pratiques (chaque ferme a ses propres pratiques)

5.5. Ferme 5. Chèvrerie de La saulée

Cette ferme, également gérée par un couple d'agriculteurs depuis 1995, produit du fromage de chèvre biologique. Les installations de la ferme sont une salle de traite, une chèvrerie et une salle de transformation. Ils sont propriétaires de 45 ha et ont un bail communal de 85 ha. Ils vendent tous leurs produits en direct ou dans des magasins bio locaux. Ils défendent les valeurs paysannes et la justice sociale, ils sont, avec d'autres agriculteur.rice.s, à l'initiative de la confédération paysanne du département qui est un syndicat agricole français et membre fondateur de la Coordination Paysanne Européenne et de Via Campesina. Ils sont fermement opposés à l'industrialisation de l'agriculture et sont très attachés à la cohésion entre agriculteur.rice.s au niveau local et très investis dans les marchés locaux et les projets collectifs. Ils valorisent leur indépendance économique et privilégient les petits investissements

5.5.1. Pratiques

Production animale

Ils ont eu jusqu'à 60 chèvres pendant la période d'endettement, aujourd'hui ils ont 45 chèvres et prévoient de réduire progressivement jusqu'à leur retraite dans quelques années. La race des chèvres est un mélange de races provençales et British Pie. Le troupeau est gardé toute l'année. La ressource en eau ne pose pas de problème puisque les chèvres sont rentrées tous les jours à midi et tous les soirs. La période de mise bas se situe en février-mars et les chevreaux sont sevrés à deux mois minimum lorsqu'ils sont capables de boire et de manger du foin et du grain par eux-mêmes. Au début de la lactation, la traite est manuelle pendant un mois, le temps que les chevreaux sont sous la mère. Garder les petits aussi longtemps entraîne une perte de volume de lait, mais les éleveurs préfèrent les garder plus longtemps et les vendre eux-mêmes. En effet, la viande de chèvre est aujourd'hui peu consommée en France et la viande est considérée comme un sous-produit/déchet.

Les chèvres sont complémentées tout au long de la période de lactation et de gestation avec de l'orge germé et différents types de foin. Pour les parasites, ils donnent des préparations à base de plantes et des infusions non pas pour tuer les parasites mais pour équilibrer le rapport hôte-parasite. Ils attachent une grande importance à l'observation de l'état du troupeau en particulier pendant les périodes de transition (accouplement, sevrage, période printanière). Ils font une ou deux traites par jour et sont assez flexibles, par exemple, s'il fait trop chaud dans la journée, ils font des gardes de nuit avec une seule traite le matin pour pouvoir brouter plus longtemps le soir

Pâturages

A la fin de l'hiver, lorsque la végétation commence pousser, ils font des boucles autour de la ferme de plus en plus éloignées en fonction des ressources disponibles. Ils font attention aux stades végétatifs des endroits qu'ils fréquentent, par exemple, ils ne vont en forêt que lorsque les feuilles des arbres sont complètement ouvertes pour éviter que les chèvres ne mangent les arbres en bourgeons, en été ils évitent les endroits trop exposés au soleil.

Depuis l'arrivée du loup dans la région, ils ont observé que les chèvres ont réduit leurs zones de pâturage par elles-mêmes, le gardiennage est différent, le troupeau reste plus proche d'eux et se disperse moins. Ils pensent que les chèvres ressentent la présence des loups mais n'ont jamais été attaquées.

Sur les parcours pendant le temps de garde, ils ont une cisaille pour ouvrir des endroits dans les broussailles, ils prennent aussi des boutures ou des graines de plantes ou d'arbres qu'ils veulent multiplier. Par exemple, ils sèment beaucoup de plantes aromatiques, ils essaient d'avoir une grande variété de plantes, d'arbustes et d'arbres sur les parcours pour permettre aux chèvres de s'automédicamenter. Ils font plein de petites actions comme élaguer, tailler, semer, ils mettent les branches tombées perpendiculairement à la pente pour former des petits barrages, ils font des petits murs de pierres aux endroits où il y avait des ravines etc. Ils disent qu'ils ne voient pas forcément de résultats et que souvent ils ne se souviennent même pas où ils ont fait ces actions, mais que ce sont les petites choses qui comptent.

Pendant l'hiver, ils font du bois de chauffage ; ils coupent les pins pour favoriser les feuillus et ils travaillent également au débroussaillage mécanique des zones, soit avec une débroussailleuse, soit avec le gyrobroyeur. Quand ils font ça, ils laissent les branches se décomposer sur place, parce que c'est une niche pour les oiseaux, les lézards et autres petites espèces et parce que ça fait une bonne dose d'humus. Ils croient au pouvoir des petites actions respectueuses *: "À grande échelle, tu fais que des conneries, donc il faut vraiment du monde à nouveaux qui pratique des petits gestes humains, on va dire parce que la planète elle aime bien les Hommes mais ils n'ont pas compris ».*

Foin

Ils ont 3 ha qu'ils utilisent pour la production de foin, mais ils achètent quand même environ la moitié de ce qu'ils consomment pour avoir une diversité de foin plus riche ou plus facile à ingérer (ex : foin de luzerne). Ils font leur foin sur des prairies permanentes avec peu de fertilisation, ils n'épandent que le fumier qu'ils ont. Ils utilisent la herse de temps en temps, sont très attentifs à la diversité des espèces présentes et au maintien d'un bon niveau de matière organique. Pour cela, ils placent la barre de coupe assez haut (10 cm du sol) pour laisser une partie de la matière au sol et donner une chance aux plantes de repousser. Ils ne travaillent jamais le sol en profondeur et ne sèment que quelques légumineuses s'ils le jugent

nécessaire. Ils s'appuient sur la banque de semences du sol et ou avec les déjections des chèvres, en se déplaçant sur de grandes distances, elles ramènent une grande diversité de graines.

Menaces et défis principaux

Les principales menaces et défis identifiés sur cette ferme sont : Les carences en vitamines pour les chèvres, les sangliers qui dégradent les prairies, et l'épuisement des ressources. En effet, après 30 ans de pâturage en espèce unique, ils ont le sentiment que les ressources sont impactées et pensent que c'est une bonne chose de réduire leur troupeau.

5.5.2. Valeurs, choix stratégiques et objectifs

Cette ferme est établie depuis de nombreuses années, les agriculteurs ont une grande connaissance et expérience de leurs terrains et de leurs animaux. Cette ferme est vraiment construite autour de l'identité paysanne qui se reflète dans les pratiques.

*Multiplier les petites fermes, refus de l'agriculture industrielle, vivre mieux avec moins, coopération, partage, pas de dépendance économique (petits investissements, peu de dettes)
**Manger les ressources au bon moment, ne pas surexploiter les ressources

Figure 12. **Ferme 5 – Analyse du système**

5.5.3. Climat

Dans cette ferme, les agriculteurs considèrent qu'aucune année ne se ressemble et observent de plus en plus de sécheresses mais aussi des hivers froids et longs. Ces dernières années, en été, la chaleur a été très intense pour les animaux. Ils ont également mentionné la variabilité des précipitations et le fait qu'ils ont l'impression que les radiations solaires sont plus agressives. Les conséquences qu'ils ont mentionnées sont que ces longues périodes de sécheresse répétées entre les années provoquent des pertes de vitamines dans les plantes et donc des carences chez les animaux même s'ils mangent suffisamment, et que les longues périodes de pluie sont inconfortables parce que les chèvres n'aiment pas brouter quand il pleut et parce que la pluie au printemps rend la récolte du foin compliquée.

Les réponses et les stratégies d'adaptation identifiées dans cette ferme sont :

- Cultiver et acheter du foin de qualité (prairies permanentes et saines)
- Faire germer de l'orge pour compléter l'apport en vitamines des animaux.
- En cas de fortes chaleurs, passer en mono-traite pour faire pâturer les animaux plus tard dans la soirée et même garder le troupeau la nuit si nécessaire.
- Races adaptées et adaptables à un climat variable

5.6. Conclusion sur les systèmes des fermes étudiées

Ces analyses mettent en évidence le caractère unique de chaque ferme en fonction de leurs différents systèmes de production, de leur environnement, du stade de leur carrière ou de leurs expériences et des pressions extérieures, elles ont toutes des besoins et des priorités différents.

Cependant, ces fermes ont des méthodes de gestion qui sont très similaires, avec des motivations, des attitudes et des comportements partagés. Il y a des lignes directrices qui sont présentes dans chacune de ses fermes. Tout d'abord, toutes ces fermes sont des systèmes extensifs moyens ou petits en agriculture biologique qui s'interrogent sur leurs pratiques au-delà du label biologique. Elles sont critiques envers leurs systèmes et recherchent des connaissances et des expériences pour les améliorer. Elles promeuvent des pratiques agricoles adaptatives et évolutives, sans "formule" pour réussir, mais avec une grande capacité d'observation et de réflexion. Les agriculteurs et agricultrices de ces fermes recherchent un fonctionnement global de leurs systèmes sans altérer les fonctions biologiques des milieux semi-naturels tout en favorisant la biodiversité et la qualité des sols avec des pratiques telles que : peu d'intrants, favoriser les mosaïques d'habitats, l'utilisation rationnelle des ressources locales, une grande

diversité, etc. Le rejet du système économique dominant actuel de l'agriculture productiviste de consommation de masse est également très présent, tout en étant résistant aux chocs économiques par la transformation des produits, la vente directe, et la réduction des coûts externes. Pour cet aspect, les subventions de la PAC et la sécurité de commercialisation induite par un grand bassin de population sur la côte sont de grands atouts.

5.7. Perception des variations climatiques et stratégies d'adaptation

Parmi les défis identifiés, certains sont récurrents, notamment l'instabilité foncière, les sangliers et les variations climatiques. Ce dernier point est le sujet de cette étude qui vise à identifier les possibilités d'adaptation aux variations climatiques. Comme mentionné ci-dessus, chaque ferme a une combinaison unique et il n'y a pas de recette sur la façon d'appliquer la gestion. Cependant, l'étude de ces cinq fermes a permis d'identifier des solutions et des opportunités déjà émergentes et adaptées localement pour améliorer la capacité des fermes à faire face à la variabilité climatique et donc au changement climatique.

Tout d'abord, les observations et les conséquences que les agriculteur.rice.s ont observées sont regroupées dans le tableau ci-dessous (**Tableau 7**.) Les défis qui ressortent de ce tableau sont les sécheresses et la disponibilité de l'eau, la forte variabilité climatique, les événements extrêmes, la diminution de la qualité des sols qui ont un impact sur la disponibilité des ressources. Nous pouvons remarquer qu'ils sont en accord avec ce qui a été identifié dans la section contexte, ce qui signifie qu'ils sont déjà confrontés aujourd'hui à des défis qui vont être encore plus intenses à l'avenir.

Observations	Sécheresses, variabilité des températures et des précipitations, froid extrême/neige, gelées, grêle, plus de phénomènes extrêmes.
Consequences	Impact direct sur l'humidité/activité du sol, disponibilité en eau, dépérissement de la végétation (moins de ressources disponibles), vagues de chaleur pour les animaux, impact sur les arbres fruitiers, perte de vitamines végétales (carences)

Tableau 7. **Observations et conséquences des événements climatiques sur les fermes étudiées**

Strategies d'adaptation

En réponse à ces événements, des stratégies ont été identifiées dans ces fermes.

Favoriser les microclimats

- Différentes échelles (sol, parcelle, ferme, vallée)
- Utilisation d'arbres ou de techniques culturales (par exemple : couverture végétale, agroforesterie)
- Qualité du sol (autonomie en matière de fertilité, absence de travail du sol)

Adaptation génétique à long terme

- Recherche d'espèces et de semences
- Semences locales et vivantes (essais)
- Travail sur la résistance des arbres (greffage)
- Race adaptée et adaptable
- Prairies permanentes (évolution spontanée)
- Grande diversité (avoir un système évolutif)

Avoir un système résistant aux chocs

- Diversité de la production et diversité au sein de la ferme
- Peu de dépendances financières (réduction des coûts, valeur ajoutée, vente directe)
- Autonomie
- Réduire la dépendance à la mécanisation (traction animale)
- Interagir avec d'autres agriculteur.rice.s et des spécialistes d'autres horizons

Travailler à l'autosuffisance alimentaire des troupeaux

- Extension des surfaces pâturées
- Défricher les zones de sous-bois et de forêt
- Augmenter la production de foin
- Adapter les animaux à la forêt herbeuse
- Travailler sur la qualité des sols et des prairies (et donc leur productivité)
- Complémenter/avoir du foin de qualité
- Décaler la date de mise bas (adapter le calendrier)

Limiter la chaleur pour les animaux

- Pâturage de nuit (mono-traite)
- Favoriser les arbres fournissant du fourrage et de l'ombre aux animaux (feuillus)
- Microclimats

Gestion de l'eau

- Partage de l'eau
- Economiser les ressources en eau (associations, couverture du sol,

optimisation de l’irrigation)
- Rétention des eaux de pluie (sans impacter l'environnement)

Les stratégies identifiées sont des clés importantes pour construire des systèmes robustes et flexibles face aux variations climatiques. Elles sont pertinentes dans le cas des cinq fermes étudiées, c'est-à-dire dans des systèmes extensifs utilisant des pratiques durables, mais peuvent être utiles dans des systèmes plus intensifs. Comme le montre l'étude, il est important d'agir à petite échelle et en fonction du contexte de chaque ferme. A titre d'exemple, le débroussaillage de zones pour étendre la surface pâturée doit se faire en cohérence et dans le respect des habitats naturels, une coupe rase des arbres ne permettrait pas la bonne régénération de la strate herbacée et dégraderait fortement le sol et les milieux. L'extension de la surface semble nécessaire pour nourrir le troupeau mais reste un sujet discutable à prendre au cas par cas. Augmenter la production de foin est également un point difficile, plus les conditions climatiques seront difficiles, plus il sera compliqué de produire plus. C'est pourquoi ces différentes stratégies sont complémentaires et ne doivent pas être dissociées d'un système cohérent dans son ensemble. Il est possible de travailler à l'amélioration des prairies sur le long terme via leur génétique ou par des apports réguliers de fumier par les troupeaux, tout en valorisant les ressources fourragères arborées pour diversifier les sources d'alimentation.

Pour l'aspect " Défricher les zones de sous-bois et de forêt ", tous les agriculteur.rice.s rencontrés pour ce travail le font déjà à leur échelle. En effet, la forêt est tellement présente sur le territoire qu'elle colonise la grande majorité des surfaces. Aujourd'hui, ils travaillent principalement sur la partie exposée au sud (Adret), la plus ensoleillée et où sont construites les maisons et les bâtiments. C'est la plus accessible mais aussi la plus proche et donc la plus pratique, de plus, c'est là que l'on trouve aujourd'hui le plus de ressources fourragères, l'autre partie (Ubac) étant trop froide. Cette partie est intéressante pour la fraîcheur en été mais est peu utilisée aujourd'hui. A long terme et avec l'augmentation des températures cette partie de la montagne pourrait devenir intéressante, mais selon les agriculteur.rice.s travailler dans ces zones est très difficile, les endroits sont très pentus et rocheux. A certains endroits, il serait possible de faire des défrichements, mais cela demanderait beaucoup de travail et de temps que les agriculteur.rice.s ne peuvent pas engager facilement par eux-mêmes. Un soutien politique, technique et financier devrait être envisagé.

6. Discussion

6.1. Et maintenant?

Ces résultats peuvent permettre de diffuser des connaissances sur le changement climatique et les pratiques d'adaptation tant pour les décideurs politiques que pour les autres agriculteur.rice.s du territoire afin de sensibiliser et de développer la flexibilité des systèmes de production agricole et d'engager des discussions et des réflexions. Le rôle du CdD étant de travailler avec les citoyens et les élus du parc naturel ce travail peut être utilisé par l'organisme pour travailler sur l'adaptation des fermes au changement climatique.

Dans un premier temps, cette analyse pourrait être présentée aux agriculteur.rice.s participants afin de réfléchir avec eux au soutien dont ils auraient besoin pour travailler sur l'adaptabilité de leurs fermes. Il serait intéressant d'inclure un maximum d'agriculteur.rice.s sur le territoire et de diffuser les résultats afin que chacun puisse réfléchir à son propre système.

Au vu des prévisions de changement climatique, il est urgent d'agir pour maintenir les activités agricoles. Pour cela, l'intensification des relations et de la collaboration entre les agriculteur.rice.s et les autres acteurs est nécessaire. L'adaptation exige des changements importants que les agriculteur.rice.s ne peuvent pas entreprendre seuls et nécessite des incitations de la part des politiques publiques et un soutien technique. Les consommateurs ont également un rôle à jouer pour soutenir l'agriculture locale et durable.

6.2. Limites et recommandations

Cette approche par système de production est intéressante car elle permet d'avoir un aperçu des possibilités d'adaptation au changement climatique sur ces fermes mais reste limitée. En effet, les fermes étudiées ont le même mode de fonctionnement, ce qui rend les résultats assez spécifiques à ces systèmes. Cette approche gagnerait à s'ouvrir à différents types de systèmes de production en mettant par exemple en place un questionnaire plus large auprès de l'ensemble des agriculteur.rice.s de la zone afin d'identifier les besoins et les possibilités de chaque ferme, mais aussi pour favoriser le partage d'expériences entre agriculteur.rice.s. Cependant, l'hétérogénéité du territoire entraîne des pressions

très différentes sur les fermes entre le nord, qui subit un fort enfrichement, et le sud, qui subit plutôt une forte pression de l'urbanisation et de l'artificialisation des terres.

Ce travail serait également complémentaire avec des études plus précises et qualitatives sur les différents sujets abordés, par exemple l'impact du changement climatique sur la ressource en eau ou l'adaptation génétique des espèces cultivées sur le territoire. De plus, cette étude se concentre sur la partie adaptation du changement climatique et, même si la partie atténuation est prise en compte par les agriculteur.rice.s à travers leurs pratiques, il sera pertinent d'évaluer l'impact des fermes sur l'émission de GES.

Enfin, ce travail est un bon début pour considérer le changement climatique et son adaptation, mais il est encore très limité car le changement climatique pourrait avoir un impact beaucoup plus important dans la réalité. En effet, de nombreuses conséquences telles que des événements extrêmes (tempêtes, inondations, incendies) sont très susceptibles de se produire. En outre, des changements plus larges, tels que des changements socio-économiques ou géopolitiques, pourraient devenir une priorité dans les années à venir.

6.3. Atténuation du changement climatique- Quelle place pour les ruminants ?

Les fermes étudiées dans ce travail ont pour la plupart des systèmes de ruminants, mais il est désormais bien connu que ces animaux sont responsables d'une grande partie des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole. Au niveau mondial, le secteur de l'élevage émet environ 14,5 % des GES anthropiques, et les ruminants représentent 40 % de ce chiffre. Il a été démontré que la réduction du nombre de ruminants dans le monde est un point clé pour contribuer à l'atténuation du changement climatique (McMichael et al. 2007 ; Havlík et al. 2014). Pour cela, il est important de réduire la consommation de produits animaux, notamment dans les pays développés, et de s'orienter vers des aliments végétaux riches en protéines, comme les légumineuses, dont les impacts environnementaux sont moindres (Hedenus et al. 2014 ; Poore & Nemecek 2018).

Cependant, tous les systèmes d'élevage n'émettent pas la même quantité de GES, de nombreux facteurs peuvent influencer notamment les types d'animaux et les méthodes de gestion telles que les pratiques d'alimentation et l'efficacité de la reproduction. Globalement, les petits ruminants ont un potentiel d'émission de CH4 plus faible que les bovins et les productions plus intensives émettent moins de GES par kilo de viande en raison de leur productivité élevée et de leur utilisation de concentré facilement digestible (Zervas & Tsiplakou 2012 ; Ripoll-Bosch et al. 2013 ; Ripple et al. 2014 ; Monteiro et al. 2018).

En revanche, ces articles sont remis en question, en effet, ne considérer que les émissions de GES ne donnent pas une image représentative de la multifonctionnalité des systèmes d'élevage. Si d'autres aspects sont pris en compte, tels que la biodiversité et la conservation des paysages, notamment dans les zones de montagne et autres zones marginales, l'impact environnemental des systèmes extensifs devient nettement inférieur à celui des systèmes intensifs (O'Mara 2012 ; Ripple et al. 2014 ; Röös 2017). Les pâturages peuvent constituer des habitats pour de nombreuses espèces et les ruminants peuvent valoriser des ressources qui ne pourraient pas être utilisées pour l'alimentation humaine tout en contribuant au cycle des nutriments et en fournissant du fumier (Knudsen et al. 2019 ; Van Zanten et al. 2019). Il est également à noter que les systèmes intensifs offrent un faible bien-être animal et que la physiologie des ruminants n'est pas conçue pour faire face à des rations riches en céréales (Makkar & Ankers 2014). De plus, les fermes étudiées contribuent à la limitation des émissions de GES en n'utilisant pas d'engrais de synthèse et en mettant en œuvre des pratiques telles que l'agroforesterie, les pâturages permanents et le non-labour qui réduisent les émissions de GES (Dale 2020).

Les ruminants contribuent donc au changement climatique, mais il est important de considérer la multifonctionnalité de ces systèmes et d'inclure les bénéfices non mesurables qu'ils procurent.

6.4. Le droit aux semences

Une des clés de l'adaptation au changement climatique identifiée dans ces fermes est l'adaptation génétique par l'autoproduction de semences et l'utilisation de semences paysannes ; cependant, l'utilisation des semences est très réglementée en France. En effet, au cours du vingtième siècle, l'industrie semencière professionnelle s'est constituée avec des objectifs de performance et d'optimisation des variétés. Ces entreprises travaillent alors sur des variétés génétiquement uniformes et stables qui permettent des rendements élevés dans des systèmes uniformes. En 1932, un Catalogue Officiel des Espèces et Variétés a été créé en France pour réglementer cette nouvelle industrie semencière et protéger les agriculteur.rice.s des semences contrefaites. Cependant, le catalogue est devenu un instrument du "progrès génétique" et les agriculteur.rice.s ont progressivement abandonné leurs anciennes semences. En outre, pour que les sélectionneurs puissent être rémunérés pour leurs investissements, il est interdit aux agriculteur.rice.s de ressemer une partie de leur récolte. En 1949, un décret déclare que seules les variétés inscrites au catalogue pouvaient être vendues sur le marché des semences, rendant toutes les autres variétés illégales (Demeulenaere 2014 ; Peschard & Randeria 2020).

Dans le même temps, de nombreux agriculteur.rice.s, en particulier ceux en agriculture biologiques, considèrent que ces variétés ne sont pas adaptées aux formes de production agricole à faibles intrants. En 2003, le "Réseau Semences Paysannes" (RSP) a été créé dans le but de défendre les droits des agriculteur.rice.s sur les semences. Ce groupe, composé d'agriculteur.rice.s, de chercheurs, de généticiens et de juristes, a travaillé activement et a permis la création d'un passage légal pour que les agriculteur.rice.s puissent cultiver et échanger des semences avec d'autres semences non certifiées au nom de la "souveraineté des agriculteur.rice.s et de la conservation de l'agrobiodiversité". Depuis, de nombreux réseaux dans tout le pays travaillent collectivement avec des variétés génétiquement hétérogènes à fort potentiel d'adaptation locale. Ces réseaux ont initié de nouvelles formes de sélection génétique participative et collaborative combinant les connaissances des agriculteur.rice.s et la recherche scientifique (Mazé et al. 2021).

Ce système de lois restrictives sur les semences est confronté à plusieurs problèmes pour la conservation de la biodiversité, la sécurité alimentaire et les droits des agriculteur.rice.s. Même si l'utilisation de semences paysannes entraîne des rendements plus aléatoires, elle permet une plus grande diversité génétique et donc de plus grandes capacités d'adaptation, il a été démontré qu'elle crée plus de liens sociaux tout en augmentant l'autonomie des agriculteur.rice.s (Gevers et al. 2019). A cet égard, le changement climatique avec sa grande variabilité météorologique est un argument supplémentaire pour soutenir et développer les réseaux de semences paysannes.

6.5. Enseignement agricole et durabilité

A travers les discussions avec les agriculteurs.rice.s, j'ai remarqué que tous ont mentionné négativement leur formation agricole. En effet, il est souvent revenu que leur formation n'était pas adaptée à leur façon de penser et de pratiquer, mais aussi que ces programmes " *vous apprennent à appliquer les choses sans réfléchir* ".

Il m'est alors venu à l'esprit que ces observations étaient liées à leur rejet de l'agriculture intensive mais aussi que leurs systèmes reposaient beaucoup sur l'observation et l'expérience et que cette approche de gestion adaptative n'avait peut-être pas été prise en compte dans la formation agricole. Les agriculteur.rice.s de cette étude se sont donc beaucoup auto-formés par le biais de leurs expériences, de ressources internet, de livres et de groupes de formation et de travail créés par eux-mêmes avec l'aide d'associations.

Il semble que la transition des systèmes alimentaires passe aussi par la formation agricole et l'accès aux connaissances. J'ai voulu rechercher des études

liant formation agricole et durabilité pour savoir quelles étaient les informations disponibles sur les différentes formations agricoles en France, mais aussi pour savoir comment elles avaient évolué au fil des années. Je n'ai pas pu trouver de données - les seuls articles disponibles trouvés concernaient les pays en voie de développement.

7. Conclusion

Le changement climatique est aujourd'hui une menace que l'on ne peut ignorer et l'adaptation des fermes doit être une priorité majeure. L'étude de ces fermes a montré que ces agriculteur.rice.s ont une extraordinaire capacité à gérer la complexité et l'incertitude, ainsi qu'une grande capacité d'apprentissage et d'innovation. Le développement de l'adaptation est la première étape pour construire la résilience face au changement climatique, elle est complexe et nécessite la participation active et l'action de nombreux acteurs. Ce travail exploratoire est un bon début pour initier des discussions, engager des dynamiques et soutenir les agriculteur.rice.s innovants. Les agriculteur.rice.s des fermes étudiées sont aujourd'hui très autonomes dans leur adaptation, il est important de reconnaître et de valoriser leur travail, qu'il serait bénéfique de partager avec d'autres agriculteur.rice.s.

Pour réduire les risques liés à la variabilité du climat et aux extrêmes, les stratégies d'adaptation doivent être mises en œuvre dans une réflexion globale de la ferme, dans le cadre de pratiques durables pour renforcer la résilience globale du système. Il n'y a pas de solution unique mais plutôt une combinaison de plusieurs approches et stratégies adaptées à chaque ferme.

De nombreuses possibilités existent pour aider l'agriculture à s'adapter et à évoluer face au changement climatique. Pour ce faire, il est nécessaire de faciliter le partage des connaissances et la participation afin que les acteurs puissent générer des solutions collectives adaptées à leur contexte local.

References

Altieri, M. (2013). *Agroecology and Climate Change*. https://www.youtube.com/watch?v=Vjx7kWGSFbk [2019-09-05]

Badeau, V., Dupouey, J.-L., Cluzeau, C. & Drappier, J. (2007). Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100. 8

Barlatier, P. (2018). Les etudes de cas.

Behere, P.B. & Bhise, M.C. (2009). Farmers' suicide: Across culture. *Indian J Psychiatry*, 2

Birchall, S.J. & Bonnett, N. (2021). Climate change adaptation policy and practice: The role of agents, institutions and systems. *Cities*, 108, 103001. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103001

Bommarco, R., Kleijn, D. & Potts, S.G. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28 (4), 230-238. https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012

Borquez, R., Aldunce, P. & Adler, C. (2017). Resilience to climate change: from theory to practice through co-production of knowledge in Chile. *Sustainability Science*, 12 (1), 163-176. https://doi.org/10.1007/s11625-016-0400-6

Brisson, N. & Caubel, J. (2008). Quelle adaptation de notre agriculture au changement climatique ? *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 15 (5), 324-326. https://doi.org/10.1051/ocl.2008.0219

Chakeredza S, Temu AB, Yaye A, Mukingwa S, & Saka JDK (2009). Mainstreaming Climate Change into Agricultural Education: Challenges and Perspectives. World Agroforestry Centre.

Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Challenges, potentials and paradigm. *World Development*, 22 (10), 1437-1454. https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90030-2

Cornwall, A. (2008). Unpacking « Participation »: models, meanings and practices. *Community Development Journal*, 43 (3), 269-283. https://doi.org/10.1093/cdj/bsn010

Cross, R. & Ampt, P. (2017). Exploring Agroecological Sustainability: Unearthing Innovators and Documenting a Community of Practice in Southeast Australia. *Society & Natural Resources*, 30 (5), 585-600. https://doi.org/10.1080/08941920.2016.1230915

Dale, B. (2020). Alliances for agroecology: from climate change to food system change. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44 (5), 629-652. https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1697787

Darnhofer, I., Gibbon, D. & Dedieu, B. (2012). Farming Systems Research: an approach to inquiry. In: Darnhofer, I., Gibbon, D., & Dedieu, B. (éd.) *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Dordrecht: Springer Netherlands, 3-31. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_1

Delgado, J.A., Groffman, P.M., Nearing, M.A., Goddard, T., Reicosky, D., Lal, R., Kitchen, N.R., Rice, C.W., Towery, D. & Salon, P. (2011). FEATURE Conservation practices to mitigate and adapt to climate change. *Journal of Soil and Water Conservation*, 12

Demeulenaere, E. (2014). A political ontology of seeds. *Focaal*, 2014 (69), 45-61. https://doi.org/10.3167/fcl.2014.690104

Desriers, M. (2007). L'agriculture française depuis cinquante ans : des petites exploitations familiales aux droits à paiement unique. 14

Drinkwater, L.E. (2016). *Systems research for agriculture: innovative solutions to complex challenges*. College Park [Md.]: Published by the Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) Program, with funding from the National Institute of Food and Agriculture, U.S. Department of Agriculture. (SARE handbook series; 13)

Dugué, M.-J. (2012). CARACTERISATION DES STRATEGIES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN AGRICULTURE PAYSANNE. 50

Duru, M., Fares, M. & Therond, O. (2014). A conceptual framework for thinking now (and organising tomorrow) the agroecological transition at the level of the territory. *Cahiers Agricultures*, 23 (2), 84-95. https://doi.org/10.1684/agr.2014.0691

EEA (2019). Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe EEA Report. https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture

Elodie Fayel (2012). *Agriculture et changement climatique : enquête sur la perception du changement climatique par les agriculteurs du massif des Pyrénées*. *calameo.com*. https://www.calameo.com/read/0036502651c2c1e334ba9 [2021-05-07]

Ferreira, V.S. (2014). Arts and tricks of comprehensive interview. *Saude e Sociedade*, 23, 979-992. https://doi.org/10.1590/S0104-12902014000300020

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), art20. https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014). *Climate-smart agriculture sourcebook.* http://www.fao.org/3/i3325e/i3325e.pdf

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T.A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoeft, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C. & Poincelot, R. (2003). Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22 (3), 99-118. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10

Fraser, C.E., Smith, K.B., Judd, F., Humphreys, J.S., Fragar, L.J. & Henderson, A. (2005). Farming and Mental Health Problems and Mental Illness. *International Journal of Social Psychiatry*, 51 (4), 340-349. https://doi.org/10.1177/0020764005060844

Gamble, D., Wallace, G. & Thies, J. (1996). A Multi-perspective & Systemic Approach to Analysing a Farming System

Garforth, C., Grimble, R., Sutherland, A., Great Britain, Department for International Development, & Natural Resources Institute (Great Britain) (1998). *Socio-economic methodologies: best practice guidelines.* Chatham: Natural Resources Institute.

Gevers, C., van Rijswick, H.F.M.W. & Swart, J. (2019). Peasant Seeds in France: Fostering A More Resilient Agriculture. *Sustainability*, 11 (11), 3014. https://doi.org/10.3390/su11113014

Gliessman, S.R. (2015). *Agroecology _ The Ecology of Sustainable Food Systems*. Third edition. CRC Press Taylor & Francis Group. [2019-09-08]

Gosnell, H., Gill, N. & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to 'climate-smart' regenerative agriculture. *Global Environmental Change*, 59, 101965. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101965

Graux, A.-I. (2011). *Modélisation des impacts du changement climatique sur les écosystèmes prairiaux. Voies d'adaptation des systèmes fourrragers*.

(phdthesis). Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00653360 [2021-04-26]
GREC-PACA (2016a). Climat et changement climatiqueen région Provence-Alpes-Côte d'Azur. http://www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2018/09/GREC_PACA_Cahier_Climat_CC_ref.pdf [2021-04-27]
GREC-PACA (2016b). Les effets du changement climatique sur l'agriculture et la forêt en Provence-Alpes-Côte d'Azur
Havlík, P., Valin, H., Herrero, M., Obersteiner, M., Schmid, E., Rufino, M.C., Mosnier, A., Thornton, P.K., Böttcher, H., Conant, R.T., Frank, S., Fritz, S., Fuss, S., Kraxner, F. & Notenbaert, A. (2014). Climate change mitigation through livestock system transitions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (10), 3709-3714. https://doi.org/10.1073/pnas.1308044111
Hayman, P., Rickards, L., Eckard, R. & Lemerle, D. (2012). Climate change through the farming systems lens: challenges and opportunities for farming in Australia. *Crop and Pasture Science*, 63 (3), 203. https://doi.org/10.1071/CP11196
Hedenus, F., Wirsenius, S. & Johansson, D.J.A. (2014). The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climatic Change*, 124 (1-2), 79-91. https://doi.org/10.1007/s10584-014-1104-5
IPES-Food (2016). From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems.
Isbell, F., Adler, P.R., Eisenhauer, N., Fornara, D., Kimmel, K., Kremen, C., Letourneau, D.K., Liebman, M., Polley, H.W., Quijas, S. & Scherer-Lorenzen, M. (2017). Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. (Bardgett, R., éd.) *Journal of Ecology*, 105 (4), 871-879. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12789
Jacques-Jouvenot, D. (2014). Une hypothèse inattendue à propos du suicide des éleveurs : leur rapport aux savoirs professionnels. *Études rurales*, (193), 45-60. https://doi.org/10.4000/etudesrurales.10006
Knudsen, M.T., Dorca-Preda, T., Djomo, S.N., Peña, N., Padel, S., Smith, L.G., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. & Hermansen, J.E. (2019). The importance of including soil carbon changes, ecotoxicity and biodiversity impacts in environmental life cycle assessments of organic and conventional milk in Western Europe. *Journal of Cleaner Production*, 215, 433-443. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.273
Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D., Henry, K., Hottle, R., Jackson, L., Jarvis, A., Kossam, F., Mann, W., McCarthy, N., Meybeck, A., Neufeldt, H., Remington, T., Sen, P.T., Sessa, R., Shula, R., Tibu, A. & Torquebiau, E.F. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4 (12), 1068-1072. https://doi.org/10.1038/nclimate2437
Lisa Gauvrit (2012). *AGTER - FRANCE. Quelques traits marquants de l'évolution des structures agraires au XXe siècle*. http://www.agter.org/bdf/fr/corpus_chemin/fiche-chemin-132.html [2021-05-12]
López-Marrero, T. & Hermansen-Báez, L.A. (2011). Participatory Listing, Ranking, and Scoring of Ecosystem Services and Drivers of Change. 8
Mabire, C. (2017). *Stamina of the agricultural wold : psychosocial aspects of well-being and ill-being.* Université de Lorraine. [2019-11-10]

Makkar, H.P.S. & Ankers, P. (2014). Towards sustainable animal diets: A survey-based study. *Animal Feed Science and Technology*, 198, 309-322. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.018
Marquet, V. & Salles, D. (2014). L'adaptation au changement climatique en France et au Québec. Constructions institutionnelles convergentes et diffusions contrastées. *Critique internationale*, N° 62 (1), 73-91
Martin, J.-P. (2014). Les contestations paysannes autour de 1968. *Histoire Societes Rurales*, Vol. 41 (1), 89-136
Marty, P., Vennetier, M., Lemaire, J., Poncet, M., Perri, H. & Jourdan, A. (2018). Forêts méditerranéennes et alpines face aux changements climatiques: le cas du pin sylvestre en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 87
Masud, M.M., Azam, M.N., Mohiuddin, M., Banna, H., Akhtar, R., Alam, A.S.A.F. & Begum, H. (2017). Adaptation barriers and strategies towards climate change: Challenges in the agricultural sector. *Journal of Cleaner Production*, 156, 698-706. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.060
Mazé, A., Calabuig Domenech, A. & Goldringer, I. (2021). Commoning the seeds: alternative models of collective action and open innovation within French peasant seed groups for recreating local knowledge commons. *Agriculture and Human Values*, 38 (2), 541-559. https://doi.org/10.1007/s10460-020-10172-z
McKenzie, F. (2013). Farmer-driven Innovation in New South Wales, Australia. *Australian Geographer*,. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00049182.2013.765349 [2021-05-05]
McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D. & Uauy, R. (2007). Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, 370 (9594), 1253-1263. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61256-2
Michel Vennetier (2020). Forêts et changement climatique : Le constat en région méditerranéenne. *Sciences Eaux & Territoires, INRAE*,
Monteiro, A.L.G., Faro, A.M.C. da F., Peres, M.T.P., Batista, R., Poli, C.H.E.C. & Villalba, J.J. (2018). <b>The role of small ruminants on global climate change. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40 (1), 43124. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.43124
Neethling, E. (2016). Adaptation de la viticulture au changement climatique: vers des stratégies à haute résolution. 205
Niles, M.T., Lubell, M. & Brown, M. (2015). How limiting factors drive agricultural adaptation to climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 178-185. https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.010
O'Mara, F.P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 110 (6), 1263-1270. https://doi.org/10.1093/aob/mcs209
Park, S.E., Marshall, N.A., Jakku, E., Dowd, A.M., Howden, S.M., Mendham, E. & Fleming, A. (2012). Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Environmental Change*, 22 (1), 115-126. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.003
Peschard, K. & Randeria, S. (2020). 'Keeping seeds in our hands': the rise of seed activism. *The Journal of Peasant Studies*, 47 (4), 613-647. https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1753705
Poore, J. & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360 (6392), 987-992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216
Poux, X. & Aubert, P.-M. (2018). An agroecological Europe in 2050: multifunctional agriculture for healthy eating. 74
Poux, X. & Aubert, P.-M. (s. d.). An agroecological Europe in 2050: multifunctional agriculture for healthy eating. 74

P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, R. van Diemen, E. Haughey, J. Malley, M. Pathak, & J. Portugal Pereira (eds.) (2019). Technical Summary, 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M, Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/07/03_Technical-Summary-TS_V2.pdf [2021-05-10]

Reyes-García, V., Fernández-Llamazares, Á., Guèze, M., Garcés, A., Mallo, M., Vila-Gómez, M. & Vilaseca, M. (2016). Local indicators of climate change: the potential contribution of local knowledge to climate research: Local indicators of climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7 (1), 109-124. https://doi.org/10.1002/wcc.374

Ripoll-Bosch, R., de Boer, I.J.M., Bernués, A. & Vellinga, T.V. (2013). Accounting for multi-functionality of sheep farming in the carbon footprint of lamb: A comparison of three contrasting Mediterranean systems. *Agricultural Systems*, 116, 60-68. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.11.002

Ripple, W.J., Smith, P., Haberl, H., Montzka, S.A., McAlpine, C. & Boucher, D.H. (2014). Ruminants, climate change and climate policy. *Nature Climate Change*, 4 (1), 2-5. https://doi.org/10.1038/nclimate2081

Röös, E. (2017). The sustainable farm – does it exist? 32

Rousset, N. & Arrus, R. (2004). Economie de l'adaptation au changement climatique etagriculture dans le Bassin Méditerranéen. 9

Roy, P. & Tremblay, G. (2016). L'expérience du stress chez les agriculteurs: Une analyse du genre masculin. *Nouvelles pratiques sociales*, 27 (2), 236-252. https://doi.org/10.7202/1037690ar

Schiere, J.B., Groenland, R., Vlug, A. & Keulen, H.V. (2002). 4 System thinking in agriculture: an overview. 28

Seetharam Chittoor, J. & Kumar Mishra, S. (2012). Agricultural Education for Sustainable Rural Development in Developing Countries ◆ Challenges and Policy Options. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 6 (2), 119. https://doi.org/10.11591/edulearn.v6i2.154

Seguin, B. (2003). Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. *Comptes Rendus Geoscience*, 335 (6), 569-575. https://doi.org/10.1016/S1631-0713(03)00098-1

Seguin, B. & Lefevre, F. (2020). Les impacts du changement climatique sur l'agriculture et la forêt. 3

Sérès, C. (2010). Changement climatique et agriculture d'élevage en zone de montagne : premiers éléments de réflexion. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 58 (58), 21-36

Spoljar, P. (2015). Modernisation de l'agriculture et santé mentale : les contradictions au travail. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (17-1). https://doi.org/10.4000/pistes.4430

Steffen, W., Sanderson, R. A., Tyson, P. D., Jäger, J., Matson, P. A., Moore III, B., Oldfield, F., Richardson, K., Schellnhuber, H. J., & Turner, B. L (2006). *Global change and the earth system: a planet under pressure.*

Stephen R. Gliessman (2015). Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems, Third Edition. 386

Taccoen, A. (2019). Détermination de l'impact potentiel du changement climatique sur la mortalité des principales essences forestières européennes. 235

Tittonel, P. (2014). *Feeding the world with Agroecology*. https://www.youtube.com/watch?v=wvxi4mN-Za0 [2019-09-05]
Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 9
Torquebiau, E. (2017). Climate-smart agriculture : pour une agriculture climato-compatible. *Cahiers Agricultures*, 26 (6), 66001. https://doi.org/10.1051/cagri/2017048
United Nations Organization (2015-12-14). *La population mondiale*. https://www.un.org/fr/sections/issues-depth/population/index.html [2021-05-10]
Van Huynh, C., Phuong Le, Q.N., Hong Nguyen, M.T., Tran, P.T., Nguyen, T.Q., Pham, T.G., Khanh Nguyen, L.H., Dieu Nguyen, L.T. & Trinh, H.N. (2020). Indigenous knowledge in relation to climate change: adaptation practices used by the Xo Dang people of central Vietnam. *Heliyon*, 6 (12), e05656. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05656
Van Zanten, H.H.E., Van Ittersum, M.K. & De Boer, I.J.M. (2019). The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*, 21, 18-22. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.06.003
Wals, A.E.J., Bawden, R., AFANET 2000, & Interuniversity Conference for Agricultural and Related Sciences in Europe (ICA) (Gent) (2000). *Integrating sustainibility into agricultural education: dealing with complexity, uncertainty and diverging worldviews*. Gent: ICA.
Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (4), 503-515. https://doi.org/10.1051/agro/2009004
Wilson, M. & Lovell, S. (2016). Agroforestry—The Next Step in Sustainable and Resilient Agriculture. *Sustainability*, 8 (6), 574. https://doi.org/10.3390/su8060574
WRI (2018). World resources report- Creating a sustainable food future
Yin, R.K. (2018). *Case study research and applications: design and methods*. Sixth edition. Los Angeles: SAGE.
Zahm, F., Ugaglia, A.A., Barbier, J.-M., Boureau, H., Del'homme, B., Gafsi, M., Gasselin, P., Girard, S., Guichard, L., Loyce, C., Manneville, V., Menet, A. & Redlingshöfer, B. (2019). Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité. *Cahiers Agricultures*, 28, 5. https://doi.org/10.1051/cagri/2019004
Zahra, F.T. (2018). Educating Farmers To Be Environmentally Sustainable: Knowledge, Skills And Farmer Productivity In Rural Bangladesh. 180
Zervas, G. & Tsiplakou, E. (2012). An assessment of GHG emissions from small ruminants in comparison with GHG emissions from large ruminants and monogastric livestock. *Atmospheric Environment*, 49, 13-23. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.11.039