



Traque aux systèmes viticoles innovants diversifiés dans le Sud de la France

Rapport de stage de césure



Stage réalisé de septembre 2022 à février 2023



Résumé

Aujourd'hui, le changement climatique contraint la viticulture du Sud de la France à changer de modèle, sous peine de provoquer des conséquences fortes sur l'économie de la région. Une des stratégies prometteuses pour sauvegarder la viticulture dans ce territoire est la diversification. L'objectif de ce stage a été d'identifier et de caractériser des systèmes viticoles diversifiés dans le Sud de la France. On a voulu savoir quels sont les systèmes viticoles dominants dans ce territoire et quelles alternatives diversifiées existent afin de les comparer. Pour cela, la méthode de la traque aux innovations développée par Salembier et al. (2016) a été utilisée. Cette méthode consiste à définir les systèmes dominants à l'aide de données bibliographiques et d'entretiens avec des conseillers techniques locaux, puis à chercher et identifier des viticulteurs innovants en interrogeant un réseau le plus large possible. Une analyse des systèmes viticoles innovants identifiés et caractérisés est ensuite menée pour comprendre comment le système innovant est mis en place (espèces associées, disposition spatiale, caractéristiques technique...), ce qui a motivé le viticulteur à le mettre en place (objectifs), selon quel(s) critère(s) le viticulteur évalue son système et s'il en est satisfait. On cherche aussi à comprendre si le viticulteur a bénéficié d'une aide extérieure provenant de son réseau sociotechnique, et le cas échéant à identifier cette aide. Les systèmes innovants identifiés et caractérisés ont été classés selon le type de diversification (agroforesterie, pastoralisme, céréales, maraîchage, agrivoltaïsme...), leur disposition spatiale (à la place du rang de vigne, dans le rang, en inter-rang...) et leur temporalité (association pérenne vs annuelle, temporaire vs permanente...). Ces systèmes innovants répondent à plusieurs objectifs (changer les pratiques culturales, générer un revenu suffisant, favoriser la biodiversité...) et ne sont par conséquent pas évalués de la même manière. Globalement, les viticulteurs sont satisfaits de leur(s) système(s) innovant(s). Ils ont cependant mentionné des avantages et inconvénients spécifiques qui pourront être réinvestis pour la conception d'autres systèmes innovants. Les résultats ont montré qu'il existe un réseau sociotechnique soutenant certaines des exploitations innovantes, soit *via* des structures de conseil ou des associations, soit *via* un réseau de proximité. Enfin, nous avons réalisé un changement d'échelle pour mieux comprendre la cohérence entre les systèmes innovants et les exploitations, notamment avec l'étude des trajectoires et des changements conduisant à la mise en place des systèmes innovants. Il est apparu que ces derniers constituent l'aboutissement d'une réflexion plutôt qu'une étape, bien que les viticulteurs soient encore amenés à réaliser des changements dans leur exploitation (généralisation du système innovant, nouvelles innovations...).

Mots clés

Diversification, systèmes innovants, viticulture, atténuation du changement climatique, traque à l'innovation, freins et leviers sociotechniques

Pour citer ce document :

Bernard--Michinov, Rémi, 2023, Traque aux systèmes viticoles innovants diversifiés dans le Sud de la France. Mémoire de stage de césure, Institut Agro Montpellier. Nombre de pages : 110

Abstract

Today, climate change is forcing viticulture in the South of France to change, or it will have strong consequences for the region's economy. One of the major strategies to safeguard viticulture in this area is diversification. The objective of this internship was to identify and characterise diversified viticultural systems in the South of France. We wanted to know which winegrowing systems are dominant in this area and which diversified alternatives exist. For this purpose, the innovation tracking method developed by Salembier et al (2016) was used. This method consists of defining the dominant systems using bibliographic data and interviews with local technical advisors, and then searching for and identifying innovative winegrowers by interviewing a network as large as possible. An analysis of the innovative winegrowing systems identified and characterised is carried out to understand how the innovative system is set up (associated species, spatial layout, technical characteristics, etc.), what motivated the winegrower to set it up (objectives), according to which criterion/criteria the winegrower evaluates his system and whether he is satisfied with it. We also seek to understand whether the winegrower has benefited from external assistance from his socio-technical network, and if so, to identify this assistance. The innovative systems identified and characterised were classified according to the type of diversification (agroforestry, pastoralism, cereals, market gardening, agri-voltaics, etc.), their spatial layout (in place of the vine row, in the row, in the inter-row, etc.) and their temporality (perennial vs. annual, temporary vs. permanent association, etc.). These innovative systems meet several objectives (changing cultivation practices, generating sufficient income, favouring biodiversity, etc.) and are therefore not evaluated in the same way. Overall, the winegrowers are satisfied with their innovative system(s). However, they mentioned specific advantages and disadvantages that could be reinvested in the design of other innovative systems. The results showed that there is a socio-technical network supporting some of the innovative farms, either via advisory structures or associations, or via a proximity network. Finally, we have carried out a change of scale to better understand the coherence between the innovative systems and the farms, in particular with the study of the trajectories and changes leading to the implementation of innovative systems. It appeared that the latter are the culmination of a reflection rather than a stage, although the winegrowers are still led to make changes in their farms (generalisation of the innovative system, new innovations, etc.).

Key words

Diversification, innovative systems, viticulture, climate change mitigation, innovation tracking, socio-technical brakes and levers

Remerciements

Je remercie sincèrement mes encadrants Laure Hossard et Raphaël Métral pour leur implication, leurs conseils avisés et leur remarques et avis qui m'ont toujours été très utiles. Leur encadrement fut sans reproche, sans eux je n'aurais pas pu fournir un tel travail.

Je remercie les personnes m'ayant aidé à identifier les viticulteurs innovants mentionnés dans ce travail, sans qui ce dernier serait bien moins riche.

Je remercie les viticulteurs innovants qui ont eu la patience de répondre à mes questions. Ce sont leur ouverture d'esprit, leur curiosité, leurs valeurs et leurs idées qui ont permis de produire ce travail sur la diversification des systèmes viticoles. Je les remercie de m'avoir ouvert leurs portes et de m'avoir accueilli avec autant de bienveillance. J'espère que les résultats de ce travail leur seront utiles.

Je remercie enfin les membres des UMR Innovation et ABSys, le personnel administratif et financier qui a contribué au bon déroulement de ce stage. Merci aux gestionnaires pour tous ces ordres de mission validés à la dernière minute qui m'ont permis de partir à la rencontre des viticulteurs. Merci aux collègues de bureau pour votre sympathie et votre bienveillance.

« Il n'y a pas de plus grande qualité que celle de savoir analyser une situation en s'affranchissant du bruit ambiant de la tradition, et de lui trouver une solution adaptée, à l'ombre de « ce qu'on a toujours fait » »

Ben Mazué, *Les correspondants* (2022)

Table des matières

I.	Introduction	8
II.	Contexte institutionnel et scientifique.....	9
1.	Cadre de l'étude.....	9
2.	État de l'art	10
a)	Viticulture en France et dans le monde	10
i.	Histoire courte de la viticulture et du vignoble français.....	10
ii.	La production viticole en France aujourd'hui.....	11
b)	Changement climatique et diversification en viticulture.....	12
i.	Impacts du changement climatique en viticulture	12
ii.	Diversification des systèmes viticoles par l'intégration de troupeau dans les vignes.....	14
iii.	Diversification des systèmes viticoles par des pratiques agroforestières	14
iv.	Diversification des systèmes viticoles en y associant des plantes aromatiques.....	15
c)	Démarche ascendante de la traque aux innovations	15
3.	Terrain d'étude	16
III.	Problématisation du sujet	18
1.	Questions de recherche	18
2.	Hypothèses	18
3.	Stratégie de recherche	19
i.	Méthode de récolte des données.....	19
ii.	Objet d'étude et échelle d'étude.....	19
IV.	Matériel et méthode	20
1.	Méthode de la traque aux innovations et adaptation au sujet d'étude.....	20
2.	Définition du (des) système(s) dominant(s)	20
3.	Identification et caractérisation des systèmes innovants.....	21
a)	Identification des viticulteurs innovants.....	21
b)	Taille de l'échantillon	23
c)	Dispositif d'enquête	23
d)	Analyse des systèmes innovants.....	24
V.	Résultats.....	25
1.	Le système dominant	25
a)	Le système dominant conventionnel	25
b)	Les variations entre les systèmes dominants conventionnel et biologique	29
c)	Les différences entre les caves particulières et les caves coopératives	29
d)	Que peuvent changer les systèmes innovants par rapport aux systèmes dominants ?	30
2.	Les systèmes viticoles innovants	31
a)	Description des viticulteurs enquêtés.....	31

i.	Viticulteurs enquêtés	31
ii.	Philosophie de la diversification	32
b)	Configuration des systèmes innovants : présentation des principaux systèmes.....	33
i.	Type de systèmes innovants.....	33
ii.	Systèmes agroforestiers	35
iii.	Systèmes pastoraux	39
iv.	Systèmes céréaliers.....	42
v.	Systèmes maraîchers.....	43
vi.	Systèmes avec des cépages diversifiés	45
vii.	Système agrivoltaïque.....	46
viii.	Autres systèmes étudiés	47
c)	Évaluation des systèmes innovants	49
i.	Critères d'évaluation de ces systèmes	49
ii.	Résultats des systèmes innovants	51
iii.	Avantages et inconvénients des systèmes innovants.....	55
d)	Émergence des systèmes innovants	60
i.	Les facteurs de choix à la diversification.....	60
ii.	Les motivations du choix de la diversification et les objectifs associés.....	62
iii.	Rôle des réseaux sociotechniques	68
e)	Cohérence des systèmes innovants à l'échelle de l'exploitation	70
i.	Trajectoire des EA	70
ii.	Systèmes innovants, exploitations innovantes ?.....	77
VI.	Discussion	82
1.	En quoi ces résultats répondent aux objectifs initiaux ?	82
2.	Hypothèses validées et résultats attendus	82
a)	Hypothèses	82
b)	Résultats attendus	83
3.	Mise en perspective des résultats avec littérature scientifique.....	86
a)	Comparaison des résultats aux innovations renseignées par la bibliographie.....	86
b)	Réseaux sociotechniques	87
c)	L'importance de l'étude des trajectoires	88
d)	Méthode de la traque et mobilisation future pour la conception	89
VII.	Conclusion.....	91
	Références bibliographiques	92
	Annexes :	99

Tables des illustrations

Figure 1 : Superficie du vignoble par pays à l'échelle mondiale (OIV, 2019).....	11
Figure 2 : Surfaces viticoles bio et en conversion en 2021, et classement des principaux départements (Agence Bio 2022) ..	12
Figure 3 : Évolution des températures en France selon le scénario (RCP8.5) d'émission de gaz à effet de serre de plus défavorable, adaptée de Quénol et al. (2017).....	13
Figure 4 : Présentation des surfaces en vigne parmi la surface agricole utile dans le terrain d'étude.....	16
Figure 5 : Diagrammes ombrothermiques à Montpellier, Perpignan et Orange (Climate data, 2022).....	17
Figure 6 : Part de la superficie irriguée en 2010, en % (Agreste, 2022b)	17
Figure 7 : Part de surface enherbée (a) dans l'inter-rang et (b) sous le rang par bassin de production (Agreste, 2021b)	26
Figure 8 : Détail des IFT en 2019 par bassin de production (Agreste, 2021b).....	27
Figure 9 : Schéma définissant le système dominant en viticulture conventionnelle.....	28
Figure 10 : Indice de Fréquence de Traitement moyen et en agriculture biologique en 2019 (Agreste, 2021b).....	29
Figure 11 : Localisation et type de diversification principal des viticulteurs enquêtés	32
Figure 12 : Schéma des principaux espaces de diversification possible dans une parcelle viticole	33
Figure 13 : Exemples d'un système avec une rangée d'arbres fruitiers à la place du rang : (a) SI 12, (b) SI 01, (c) SI 70	36
Figure 14 : exemples de SI avec des arbres dans le rang avec (a) un SI avec des arbres complantés à la place de ceps morts (SI 09) et (b) un SI avec des arbres plantés dans le rang dans une parcelle en pente (SI 06).....	37
Figure 15 : Exemple de rangées d'arbres en bordure de terrasse (SI 05).....	38
Figure 16 : Calendrier de travail des cultures associés vignes-arbres	38
Figure 17 : photographie des vaches dans une pâture printanière (SI 68).....	40
Figure 18 : Photographies de (a) brebis Raïoles, (b) de vaches Highlands et (c) de vaches Galloway	41
Figure 19 : Exemple (a) d'un système avec de l'orge en inter-rang (SI 16) schématisé et (b) en photo. (c) photographie du blé avant la récolte (SI 57)	42
Figure 20 : Calendrier de travail des cultures associés vignes-céréales	43
Figure 21 : Exemple d'une culture maraîchère (a) en inter-rang (SI 15) et (b) sous des vignes en pergola (SI 71)	44
Figure 22 : Calendriers de plantation et de récolte des cultures maraîchères associées.....	44
Figure 23 : Photographie du système agrivoltaïque.....	46
Figure 24 : Molène présente dans l'inter-rang (SI 26).....	47
Figure 25 : Schéma représentant les principaux systèmes innovants caractérisés	48
Figure 26 : Localisation des SI sur l'arbre retraçant les principaux facteurs de choix d'association, dans des vignes en place.....	60
Figure 27 : Localisation des SI sur l'arbre retraçant les principaux facteurs de choix d'association, dans des vignes plantées.....	61
Figure 28 : Schéma global des liens entre systèmes innovants et objectifs associés	64
Figure 29 : Liens entre les types de systèmes innovants et les objectifs liés aux changements de pratiques culturelles	65
Figure 30 : Liens entre les types de systèmes innovants et les objectifs liés à la génération d'un revenu suffisant	66
Figure 31 : Liens entre les types de systèmes innovants et les objectifs liés à la biodiversité	67
Figure 32 : Durée d'exploitation avant la mise en place des systèmes innovants chez les viticulteurs enquêtés	70
Figure 33 : Premiers changements réalisés par les viticulteurs à leur reprise/installation.....	71
Figure 34 : Trajectoire de l'exploitant 31 - Haies et rangées d'arbres à la place du rang.....	72
Figure 35 : Trajectoire de l'exploitant 17 - pastoralisme par les animaux de l'exploitant.....	73
Figure 36 : Trajectoire de l'exploitant 7 - orge en inter-rang et complantation d'arbres dans le rang.....	74
Figure 37 : Trajectoire de l'exploitant 32 - maraîchage dans le rang et vignes mariées.....	75
Figure 38 : Trajectoire de l'exploitation 19 - diversification de cépages, complantation d'arbres dans le rang et pastoralisme en faisant appel à un berger	76
Figure 39 : Nombre de système(s) innovant(s) par exploitant et par type de diversification	77
Figure 40 : Cohérence du SI 16 vignes-orge dans le fonctionnement global de l'exploitation	78
Figure 41 : Cohérence du SI 29 vignes-figuiers de barbarie dans le fonctionnement global de l'exploitation.....	79
Figure 42 : Diversification des revenus à l'échelle de l'exploitation	80
Figure 43 : Distribution des surfaces viticoles des exploitations, comparaison avec les surfaces des systèmes dominants	85

Tableau 1 : Liste des personnes ressources ayant contribué à la recherche de viticulteurs innovants.....	22
Tableau 2 : Surface moyenne des exploitations viticoles dans les départements de la zone d'étude	25
Tableau 3 : Nombre total de viticulteurs identifiés et enquêtés au cours de la traque	31
Tableau 4 : Nombre de viticulteurs ayant mis en place chaque type de système dominant	34
Tableau 5 : Noms des systèmes innovants agroforestiers	35
Tableau 6 : Nombre de systèmes innovants selon l'espace de diversification et la temporalité.....	36
Tableau 7 : Noms des systèmes innovants pastoraux (entre parenthèses sont indiqués les nombres d'animaux)	39
Tableau 8 : Nombre de systèmes innovants selon les propriétaires des animaux et les animaux pâturants	39
Tableau 9 : Noms des systèmes innovants céréaliers	42
Tableau 10 : Noms des systèmes innovants maraîchers.....	43
Tableau 11 : Noms des systèmes innovants avec une diversification des cépages	45
Tableau 12 : Nom du système agrivoltaïque	46
Tableau 13 : Noms des autres systèmes innovants étudiés.....	47
Tableau 14 : critères d'évaluation des systèmes innovants repérés chez les viticulteurs	49
Tableau 15 : Nombre de critères d'évaluation utilisés pour évaluer les SI, par type de SI	50
Tableau 16 : Évaluation des systèmes innovants par niveau de satisfaction estimé par l'exploitant.....	51
Tableau 17 : Nombre de critères d'évaluation des SI satisfaits, par type de critère.....	53
Tableau 18 : Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers avec des rangées d'arbres à la place du rang	55
Tableau 19 : Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers avec des arbres dans le rang	56
Tableau 20 : Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers avec des arbres à l'extérieur des vignes	57
Tableau 21 : Avantages et inconvénients de chaque animal dans les systèmes pastoraux.....	58
Tableau 22 : Nombre de systèmes innovants mis en place par conviction, opportunisme, ou les deux	62
Tableau 23 : Liste des objectifs globaux et des méta-objectifs auxquels répondent les systèmes innovants	63
Tableau 24 : Nombre de viticulteurs enquêtés par mode de conduite et de commercialisation	83

I. Introduction

La vigne est une culture caractéristique du bassin méditerranéen, faisant partie intégrante du patrimoine et du paysage et ses régions. *Vitis Vinifera*, la vigne telle qu'on la connaît est une liane de la famille des *Vitaceae*. Elle a été domestiquée, puis s'est répandue en Europe occidentale au 1^{er} millénaire avant J.-C. (Brun, 2011). Les premières traces de vinification apparaissent pendant le VI^{ème} siècle avant J.-C. (Bouby, 2017). Le vin est un des produits incontournables en France où il a une importance socio-économique forte. La France était en 2019 le 2^{ème} consommateur de vin, avec une consommation annuelle moyenne de 40 L/habitant (CNIV, 2022). En France, la viticulture a longtemps subsisté de manière traditionnelle (Amiel, 2014), mais la crise du *phylloxéra* ayant conduit à l'arrachage massif du vignoble français, a donné l'occasion aux viticulteurs de planter des parcelles adaptées dans un premier temps à la traction animale, puis à la mécanisation (Bouvier, 2009). Cette culture ancienne a subi l'industrialisation de l'agriculture avec ses retombées sanitaires (Bal, 2005) et environnementales aujourd'hui bien connues. Deville et Becker (2021) estiment qu'à l'échelle de la France (avec 45 millions d'hL produits en 2020), l'empreinte carbone de la filière française est de l'ordre de 6,5 millions Teq CO₂/an, autant que les villes de Toulouse et Rennes réunies. Cela correspond à 146 kg eq. CO₂ par hectolitre de vin, soit 1,1 kg eq. CO₂ par bouteille de vin. En plus de contribuer au réchauffement climatique, la viticulture conventionnelle en subi déjà ses conséquences (Naulleau, 2021). Dans ce contexte, des systèmes viticoles diversifiés pourraient présenter des alternatives plus durables (Altieri et al., 2015). Par exemple, Duru et al. (2015) ont montré que les systèmes agroforestiers ont un plus faible impact environnemental que les systèmes monospécifiques.

Ce stage s'effectue dans le cadre du projet PRIMA Biodiversify, visant à construire et évaluer des stratégies de diversification de différents types de systèmes sur le pourtour méditerranéen. Le projet contribue à apporter des solutions innovantes pour répondre aux défis de la durabilité de l'agriculture dans la région. Identifier et analyser les systèmes viticoles diversifiés existants à l'aide de la méthode de la traque aux innovations développée par Salembier et al. (2016) et apporter des références pour construire des stratégies de diversification (Meynard et al., 2012) est un des moyens de répondre à ces défis. L'objectif de ce stage est donc d'identifier et de caractériser des systèmes viticoles diversifiés dans le Sud de la France afin de construire des références mobilisables pour la conception de systèmes viticoles plus durables.

II. Contexte institutionnel et scientifique

1. Cadre de l'étude

Le stage est effectué à l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (Inrae), au sein des Unités Mixtes de Recherche (UMR) « Innovation » et « Agrosystèmes biodiversifiés » (AbSys). Inrae est un établissement public à caractère scientifique et technologique français sous la tutelle conjointe du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Ces deux UMRs réunissent des agents d'Inrae, du Cirad et de l'institut Agro de Montpellier. La mission principale de l'UMR Innovation est de « produire des connaissances et contribuer aux débats scientifiques et sociétaux sur les processus d'innovation qui participent aux transformations et transitions des systèmes agricoles et alimentaires », et celle de l'UMR AbSys est « *d'améliorer la durabilité de l'agriculture en mobilisant la diversité végétale dans les agrosystèmes à base de plantes pérennes, dont l'agroforesterie* ». Notre objectif finalisé est d'accompagner la transition agroécologique dans divers environnements méditerranéens et tropicaux ». Ce sont deux UMRs dont les recherches s'effectuent en France et à l'international. Ce stage s'effectue dans le cadre du projet Biodiversify (2020-2023) financé par le au programme PRIMA (Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area). Ce programme a pour objectif de financer des projets contribuant à l'utilisation durable des ressources naturelles, à la croissance économique et à la stabilité des régions méditerranéennes. Il finance ainsi des projets en lien avec la gestion de l'eau, les systèmes de culture, et les chaînes de valeurs agroalimentaires. Le projet Biodiversify a pour objectif la construction et l'évaluation de stratégies de diversification dans les régions méditerranéennes.

Au cours des 30 dernières années et en réponse aux politiques visant à l'intensification de la production agricole, les ménages agricoles des régions méditerranéennes ont suivi des trajectoires qui ont généralement augmenté les revenus et l'orientation vers le marché des systèmes agricoles. La pression économique a encouragé la spécialisation, ce qui a abouti en partie à des systèmes en monoculture. Cela a conduit à des dégradations de l'environnement, par exemple la perte de biodiversité, qui menace la fourniture de services écosystémiques. Le projet Biodiversify cherche à concevoir des systèmes à même de favoriser la diversité spécifique à travers le temps (rotations...) et l'espace (assolements, inter-rang, agroforesterie...) pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources (eau et nutriments), la résistance aux stress abiotiques (sécheresse notamment) et le contrôles des adventices, maladies et ravageurs sans un usage systématique des pesticides. Ces systèmes de cultures diversifiés peuvent permettre de produire des aliments destinés aux humains ou aux animaux. L'objectif de la diversification est ainsi de réduire la sensibilité de ces systèmes au changement climatique et de contribuer à la sécurité alimentaire. Le projet Biodiversify se concentre sur trois systèmes de production principaux qui sont répartis dans des conditions climatiques et des contextes socio-économiques représentatifs du bassin méditerranéen et qui soutiennent la base du "régime méditerranéen sain" :

- les systèmes de culture à base de céréales pour la production de grains et de fourrage ;
- les vignobles pour la production de raisins et de vin ;
- les systèmes agroforestiers de culture d'arbres, tels que les systèmes à base d'olives pour la production d'olives et d'huile.

Les systèmes étudiés durant le stage sont des systèmes viticoles pour la production de raisins et de vin, correspondant au deuxième système de production décrit précédemment.

2. État de l'art

a) Viticulture en France et dans le monde

i. *Histoire courte de la viticulture et du vignoble français*

Le vignoble et le vin marquent le paysage et l'économie des pays méditerranéens depuis des millénaires. Bien que des milliers de cépages soient répertoriés à travers le monde (Alleweldt and Blaich, 1988), une immense majorité des cépages traditionnels ont été domestiqués à partir de la vigne sauvage *Vitis Vinifera* subsp. *Sylvestris*, dans un premier temps dans le sud-ouest asiatique, d'où le patrimoine génétique des vignes modernes provient majoritairement (Alleweldt and Blaich, 1988). La diffusion s'est faite progressivement en Europe occidentale pendant le I^{er} millénaire avant J.-C. En France « il n'existe actuellement aucun témoignage de viticulture avant que les Grecs de Marseille ne commencent à produire et commercialiser leur vin, dans le courant du VI^{ème} siècle av. J.-C. » (Bouby, 2017). La romanisation du Midi de la France va entraîner un développement fulgurant de la viticulture, dès le I^{er} s. av. J.-C., qui va s'étendre aux zones plus tempérées en moins de deux siècles (Brun 2004, 2011). Au moins jusqu'au Moyen-Âge, et l'arrivée de noms de cépages familiers dans les textes, les variétés de vigne cultivées sont inconnues (Bouby, 2017). « *L'image stéréotypée de la vigne, monotone mer de souches déferlant à l'infini, est une réalité récente, née, avec l'impérieux essor, à la fin du XIX^{ème} siècle, de la monoculture viticole dans le Languedoc. « Dans les vignes avant, il y avait de tout, on y avait des petits pêcheurs, des cerisiers, des amandiers, des pruniers, des abricotiers, des figuiers, de tout... ! » [...]. Les arbres n'ont cependant pas tous disparu. Relégués sur les bords ou tolérés en plus petit nombre au milieu des rangées, ils continuent de prodiguer leurs fruits aux viticulteurs qui ont su trouver dans le compromis une façon satisfaisante de ménager tradition et modernité, productions domestiques et rentabilité de l'exploitation. Il semble même qu'aujourd'hui, après la grande vague d'arrachages consécutive à l'arrivée massive, au lendemain de la dernière guerre, des engins agricoles motorisés, il y ait, chez certains du moins, une légère tendance à la replantation. Disposés pour faire haie, groupés dans un coin de la vigne où « ils ne gênent pas », les fruitiers ressurgissent ici et là. On ne saurait donc opposer, sans nuance, la splendeur passée de la vigne complantée à un déclin présent inexorable, et ce d'autant moins que le problème de leur présence au cœur des souches alimente déjà les écrits anciens sur la viticulture. » (Amiel, 2014).*

A partir de la fin du XIX^{ème} siècle, la viticulture française entre dans une course effrénée à la production, délaissant la qualité au profit de la quantité, passant de 40 millions hL en 1788 à 85 millions hL en 1875, « Âge d'or » de la viticulture française (Dion, 2011). La crise du phylloxéra (entre 1864 et 1890) détruisit une immense majorité du vignoble français (et européen), obligeant les viticulteurs à arracher et à replanter des pieds américains résistants auxquels étaient greffés les cépages locaux. En 1880, la production a chuté à moins de 30 millions hL. Ce fut l'occasion de mettre en place de nouvelles pratiques culturales, comme la plantation en rangs et le palissage pour permettre un travail en traction animale (Bouvier, 2009). Alors qu'avant les vignes étaient conduites en gobelet, avec des cépages différents co-plantés dans les parcelles, les parcelles viticoles sont aujourd'hui conduites en rangs, palissées et majoritairement avec un unique cépage.

La région du Languedoc-Roussillon, grand bassin viticole français est historiquement une vieille région viticole. Cependant, elle eut une réputation particulièrement négative. C. Montaignac (2012) évoque la perception des vins méridionaux dans les années 1980 : « *Entre le gros rouge qui tâche et la piquette, le vin du Languedoc passait encore à cette époque pour du jus de raisin trafiqué, de la bibine,*

un petit vin de table ». Hormis quelques pionniers et quelques viticulteurs résistants à la tentation de la facilité de produire du vin de basse qualité, « il faudra attendre les impacts de la politique agricole commune (notamment les arrachages et les primes de replantation de cépages de qualité qui y sont associées) puis la prise de conscience d'une partie de la filière locale pour voir, depuis une quinzaine d'années maintenant, la combinaison de l'impératif de qualité et le souci du consommateur devenir une priorité » (Bras, 2018). Ce virage qualitatif fut initié par des caves particulières aujourd'hui renommées pour cela, notamment dans les environs de Gignac en Hérault.

ii. La production viticole en France aujourd'hui

Aujourd'hui, la France est un des premiers pays en termes de surface, accompagnée des autres pays du sud de l'Europe localisé sur l'arc méditerranéen (Espagne, Italie et Turquie notamment, Figure 1).

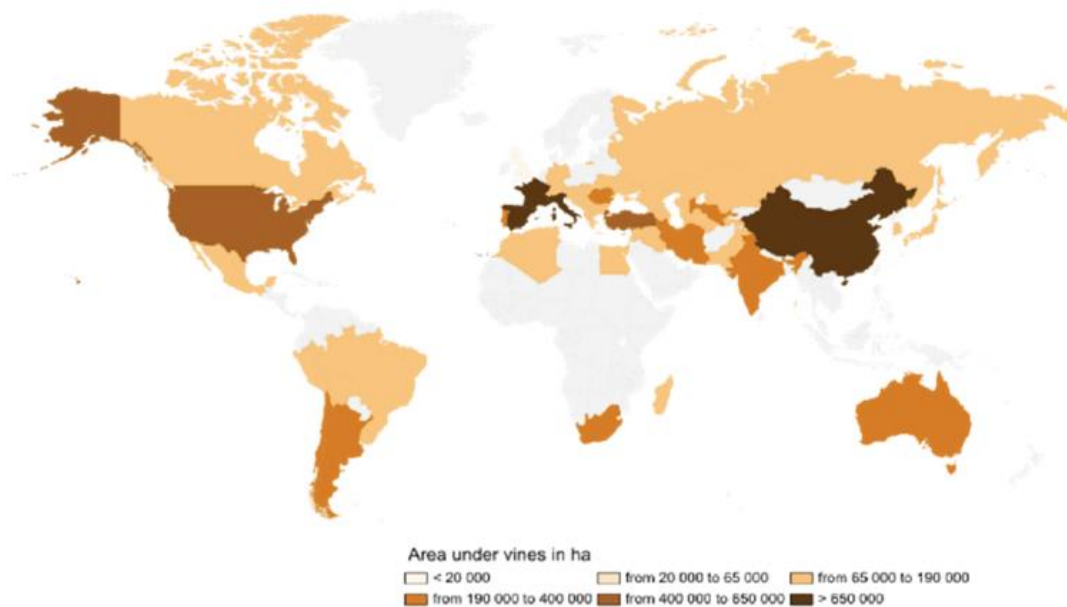


Figure 1 : Superficie du vignoble par pays à l'échelle mondiale (OIV, 2019)

En 2020, la France était aussi le deuxième producteur mondial avec près de 800 000 ha de vignes en production et 4,7 milliards de litres produits. La production est divisée entre les vins d'appellation (329 AOP pour les vins et autres alcools, 46 % de la production vinicole), les vins d'indication géographique protégée (74 IGP, 28 % de la production) et les vins « de France » sans dénomination d'origine particulière (8 % de la production, le reste étant distillé) (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2022a). Plus particulièrement dans le Sud de la France, la récolte 2022 a permis la production de 13,1 MhL en Languedoc-Roussillon et 5,1 MhL en région Sud-Est, dont 5,8 MhL en AOP (18% de la production en Languedoc-Roussillon et 66% dans le Sud-Est (Agreste, 2022a). Ces volumes représentent 41% de la production française (La revue du vin de France, 2022).

C'est dans le Sud de la France que l'on retrouve le plus grand nombre de viticulteurs certifiés ou en conversion vers l'agriculture biologique. En effet, avec la fusion des régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées, la région Occitanie cumule plus de 23 000 ha de surface viticole en bio¹, soit près de 30 % de la SAU viticole bio nationale en 2014. Il s'agissait en 2014 de la première région viticole bio de France, la seconde étant la PACA (Sud et Bio, 2016). La Figure 2 montre qu'en 2021, Les sept

¹ Dans ce paragraphe, on entendra par « surface viticoles bio » les surfaces viticoles certifiées bio et celles en conversion.

départements de la zone d'étude se trouvent dans les dix départements avec la plus grande surface viticole en bio, cumulant plus de 73 000 ha de surface viticole bio. Ces sept départements représentent à eux seuls 46 % de la surface viticole bio nationale en 2021 (Agence Bio, 2022). Une étude (Coll et al., 2011) a montré que l'agriculture biologique a entraîné une augmentation de la matière organique du sol, de la teneur en potassium, de la biomasse microbienne du sol et des densités de nématodes se nourrissant de plantes et de champignons sur les parcelles étudiées. Cependant, ces pratiques ont aussi augmenté la compaction du sol et diminué la densité des vers de terre endogés (Coll et al., 2011).

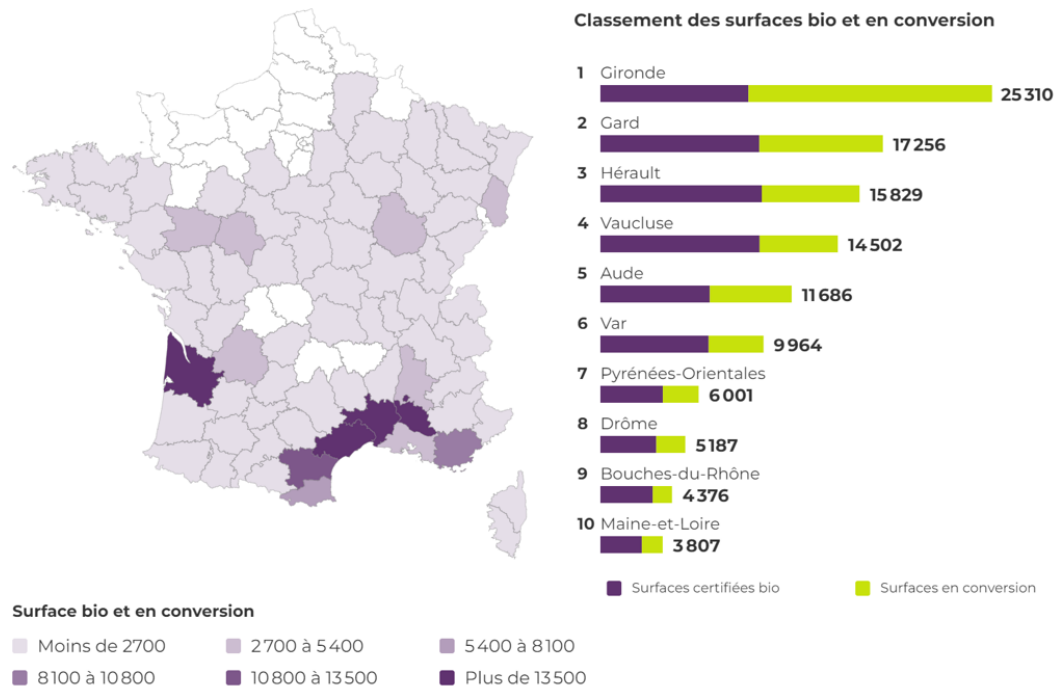


Figure 2 : Surfaces viticoles bio et en conversion en 2021, et classement des principaux départements (Agence Bio 2022)

b) Changement climatique et diversification en viticulture

i. Impacts du changement climatique en viticulture

Aujourd'hui, les impacts du réchauffement climatique sur les vignes sont déjà présents, et vont continuer de s'accroître dans les décennies à venir. Dans le Languedoc-Roussillon notamment, les producteurs ont déjà fait état des impacts négatifs du changement climatique (Lereboullet et al., 2014). Bientôt, le climat des aires de production vitivinicole actuelles sera très différent d'aujourd'hui, avec notamment des degrés-jour annuels pouvant être jusqu'à 1,5 fois supérieur (Figure 3) sur la période 2081-2100 par rapport à la période 1986-2005 (Quénol et al., 2017). Pour certaines régions viticoles européennes, en Italie, en Allemagne et en France, des études ont déjà signalé un raccourcissement de la période de végétation et des événements phénologiques plus précoces (Chuine et al. 2004, Marta et al. 2010, Bock et al. 2011, Daux et al. 2011), entraînant une maturation pendant une période plus chaude, qui peut avoir des effets négatifs sur la qualité du vin (Webb et al., 2008).

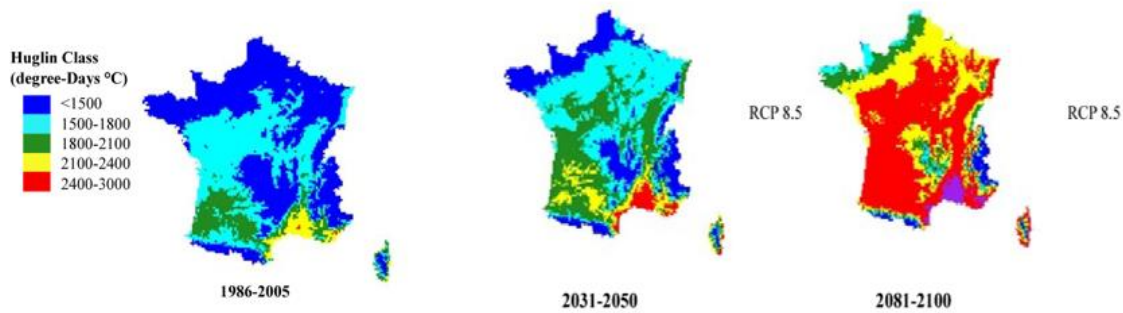


Figure 3 : Évolution des températures en France selon le scénario (RCP8.5) d'émission de gaz à effet de serre de plus défavorable, adaptée de Quénot et al. (2017)

Trois changements sont alors possibles pour systèmes vitivinicoles actuels. Le premier est le dépérissement, ou *a minima* la diminution de la qualité des vins produits. En effet, « pour les régions produisant des raisins de haute qualité aux marges de leurs limites climatiques, le changement climatique futur dépassera un seuil climatique tel que le mûrissement des fruits équilibrés requis pour les variétés et les styles de vin existants deviendra progressivement plus difficile » (Jones et al., 2005). La deuxième est l'évitement. « Dans d'autres régions, les changements climatiques historiques et prévus pourraient pousser certaines régions vers des régimes climatiques plus optimaux pour la production des cépages actuels. En outre, les conditions plus chaudes pourraient conduire à des endroits plus polaires, potentiellement plus propices à la culture de la vigne et à la production de vin » (Jones et al., 2005). Cependant, cela aurait « des conséquences dramatiques pour l'économie de régions dont la superficie plantée en vignes est importante et/ou pour lesquelles la production et les activités connexes (négoce, œnotourisme) y constituent une ressource majeure » (Bois, 2013). L'ultime option consiste à mettre en place des systèmes de culture plus résilients face au changement climatique. La perception du changement climatique et de ses impacts notables a conduit à un intérêt croissant pour les options d'adaptation des systèmes viticoles (Battaglini et al., 2009). Plusieurs leviers d'adaptation sont envisagés notamment pour pallier la contrainte hydrique de plus en plus forte. L'adaptation technique des systèmes viticoles en est un, avec par exemple la mise en place de l'irrigation, la modification des propriétés du sol ou encore la densité de plantation (Brisson et al., 2011). La diversification des systèmes viticoles est un autre de ces leviers. Il s'agit d'un des moyens d'améliorer la résilience des exploitations viticoles jusque-là vulnérables au changement climatique. En effet, l'agriculture conventionnelle, « fondée sur la monoculture, la mécanisation et l'emploi massif d'énergie fossile et d'intrants chimiques, a réduit le nombre d'espèces et de variétés cultivées et a simplifié considérablement les paysages agricoles de la planète » (Malézieux et al., 2022). Les adaptations les plus durables pour s'adapter au changement climatique résulteront « probablement de mesures agroécologiques plus radicales qui renforceront la résilience des agriculteurs et des communautés rurales, telles que la diversification des agroécosystèmes sous la forme de polycultures, de systèmes agroforestiers et de systèmes mixtes culture-élevage, accompagnée d'une gestion organique des sols, de la conservation et de la récolte de l'eau, et d'une amélioration générale de l'agrobiodiversité » (Altieri et al., 2015).

ii. *Diversification des systèmes viticoles par l'intégration de troupeau dans les vignes*

La diversification des systèmes viticoles peut prendre plusieurs formes. L'intégration de troupeau dans les parcelles viticoles, ou vitipastoralisme en est une. L'intégration de troupeau n'est pas nouvelle dans certaines régions du monde, elle était déjà pratiquée jusque dans les années 1950 en France où les troupeaux locaux ou les transhumants inverses (troupeau d'altitude qui descend dans les plaines), pâturaient en automne et en hiver l'herbe des vignes et des vergers (Napoleone et al., 2021). De plus, la réduction du fauchage de l'enherbement hivernal, notamment par l'intégration de troupeau ovin dans les vignes, peut également offrir des avantages environnementaux par la réduction de l'utilisation de combustibles fossiles et l'accueil d'une faune auxiliaire plus riche que dans des systèmes fréquemment fauchés (Garbuzov et al., 2015), ce qui peut par ailleurs réduire l'utilisation d'herbicide (pour les systèmes qui en utilisent). Cette diversification offre de nouvelles opportunités de valorisation de produits en intégrant un argument de vente supplémentaire (Niles et al., 2018; Ryschawy et al., 2021). Cette pratique serait d'autant plus intéressante qu'elle ne réduirait pas les rendements de la vigne à court terme ni ne réduirait la qualité des baies de raisin (Lazcano et al., 2022).

iii. *Diversification des systèmes viticoles par des pratiques agroforestières*

On peut définir trois pratiques agroforestières appliquées à la viticulture. La première est la mise en place de haies, définies comme des systèmes dans lesquels une forte densité de résineux et feuillus entoure les parcelles agricoles. Ces systèmes sont soumis fortement aux vents, qu'ils protègent des cultures (Liagre, 2006). La seconde est la mise en place de lignes d'arbres intra-parcellaires, avec des arbres de toute essence possible (feuillus en majorité) plantés à densité faible ou moyenne (jusqu'à 100 arbres/ha) entre les parcelles (Dupraz and Liagre, 2011). Les arbres (oliviers, fruitiers) ont été historiquement associées aux vignes dans les parcelles (Liagre, 2008). Cependant avec l'évolution et la mécanisation de la viticulture, cette diversification est devenue peu adaptée à la mécanisation du vignoble. Le Languedoc Roussillon est pionnier sur la recherche en agroforesterie viticole. En 1995, l'INRA et le Conseil Général de l'Hérault s'associent pour installer le site expérimental du domaine de Restinclières, au nord de Montpellier. Cette expérience est réalisée sur plus de 50 hectares et associe arbres, grandes cultures et vigne (Liagre, 2008). Depuis, l'Occitanie méditerranéenne accueille un grand nombre de structures techniques ou scientifiques qui effectuent des études pour en savoir plus sur le fonctionnement de systèmes agroforestiers ou pour avoir des pistes d'amélioration des performances du secteur (Agrooof Scop, IFV Occitanie entre autres). Il a depuis été montré que dans l'ensemble, l'incorporation d'arbres dans les vignobles peut « *créer des agroécosystèmes plus résilients, améliorer certains paramètres de qualité et de production du raisin, accroître les économies des agriculteurs et améliorer l'environnement de nombreuses façons* » (Favor and Udawatta, 2021). Vingt-quatre ans plus tard, l'expérience accumulée sur les parcelles expérimentales de Restinclières a permis de tirer des conclusions sur les effets bénéfiques du microclimat agroforestier, avec jusqu'à six degrés de moins en agroforesterie par rapport à la parcelle témoin dans les périodes les plus chaudes, mais aussi sur les effets négatifs de l'agroforesterie, comme la compétition pour l'azote entre les arbres et la vigne, qui n'est significative que sur la rangée de vignes la plus proche de l'arbre (Gosme et al., 2019). Une synthèse bibliographique menée par K. Favor (2021) dans le cadre de sa thèse a mis en évidence que « *l'ensemble des connaissances existantes sur les systèmes agroforestiers de vignobles montre que l'incorporation d'arbres dans les vignobles réduit la pression exercée par les ravageurs et les maladies, prévient les dommages causés par le vent et l'érosion, augmente l'ouverture stomatique et la surface foliaire, et protège les vignes contre les dommages causés par la chaleur et le gel* ». En ce qui concerne les recherches existantes sur la concurrence pour les ressources dans les systèmes viticoles agroforestiers, différentes études suggèrent que la concurrence pour l'eau peut ne pas

affecter les vignes de manière négative, mais que la concurrence pour les nutriments peut affecter les vignes dans un rayon de 4 m des arbres (Grimaldi et al., 2017). D'autres études suggèrent que les arbres peuvent améliorer la qualité du sol des vignobles (Favor, 2021). L'agroforesterie peut aussi s'appuyer sur la préservation et/ou la restauration de végétation indigène. Une étude au Chili a montré que 84,9 % des espèces présentes ont été détectées dans les vestiges forestiers au sein des vignobles. Les espèces endémiques, insectivores, granivores et omnivores étaient toutes plus abondantes dans les vignobles avec des vestiges de végétation indigène que dans les vignobles sans vestige de végétation indigène (Muñoz-Sáez et al., 2021).

iv. Diversification des systèmes viticoles en y associant des plantes aromatiques

Des travaux sont en cours dans le cadre du projet DivertiViti sur l'association vigne-thym au Domaine expérimental de Piolenc (EcophytoPic, 2022). Sur la parcelle sont plantés 0,3 hectare de cépages blancs en association (Vermentino, Clairette, Colombard, Muscat d'Alexandrie), 0,3 hectare de cépage rouge résistant créé par Inrae (résistant au mildiou et à l'oïdium, moindre sensibilité au black rot) et entre chaque rang de vigne, un rang de Thym à linalol (pour la production d'huile essentielle). De la piloselle est aussi semée sous le rang. Les objectifs du système sont de (1) répondre aux attentes des vignerons en matière de rentabilité économique et de faisabilité technique, (2) relever les défis du plan Ecophyto (réduire les fongicides et insecticides, supprimer les herbicides et diminuer la pénibilité du travail), (3) améliorer le fonctionnement du sol et la gestion de l'eau et (4) développer les interactions entre acteurs du territoire.

c) Démarche ascendante de la traque aux innovations

Dans un nombre croissant d'initiatives, le monde de la recherche et du développement agricole cherche à apprendre des pratiques des agriculteurs qu'ils décrivent comme innovantes, hors du commun, divergentes ou prometteuses. Ces initiatives mobilisent la traque à l'innovation. La méthode de la traque à l'innovation est une démarche participative et ascendante. Au lieu d'être considérés comme des adoptants de la technologie, les agriculteurs dans cette approche participative sont moteurs de l'innovation agricole (Chloe Salembier et al., 2016). Le partage de leurs connaissances permet de stimuler la conception de systèmes agroécologiques et de favoriser une adoption à grande échelle au sein de la communauté (Périnelle et al., 2021). Dans mon étude, la traque est dite exploratoire, l'objectif étant d'explorer les innovations de diversification à l'échelle de la parcelle existantes dans le Sud de la France.

3. Terrain d'étude

Bien que la vigne soit présente dans des lieux avec des types de climats bien différents, l'étude se limitera ici à l'arc méditerranéen français, des Pyrénées-Orientales (Occitanie) aux Alpes Maritimes (PACA).

Le choix de ne pas étendre la zone d'étude aux départements non côtiers (à part le Vaucluse) en Occitanie et en PACA se justifie d'une part par le changement de climat (plateau du Larzac, Pyrénées Ariégeoises...), d'autre part par le fait que ce sont des départements où la production viticole est faible, voire marginale (Tarn, Ardèche). Le département des Alpes Maritimes a été mis à l'écart du fait de sa faible production viticole, seulement représentée par l'AOP Bellet et quelques IGP (Alpes Maritimes, Maures). Une demande pour savoir si le syndicat de l'AOP avait connaissance de viticulteur(s) diversifié(s) a tout de même été menée, mais aucun viticulteur n'a pu être identifié. La répartition de la surface viticole est détaillée dans la Figure 4.

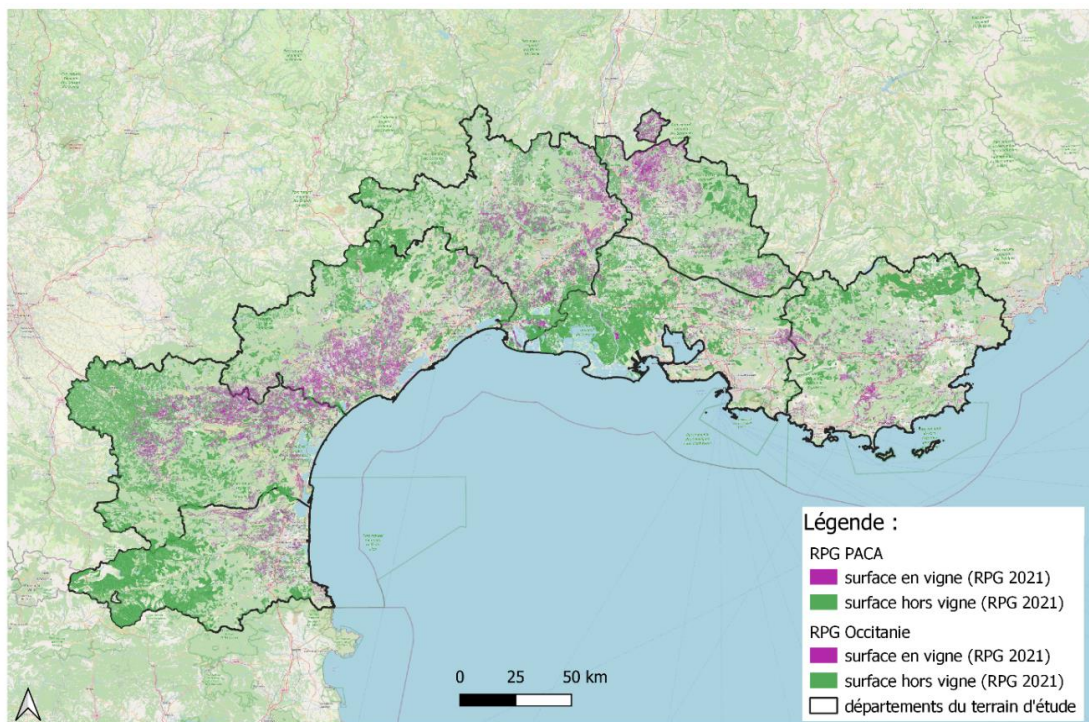


Figure 4 : Présentation des surfaces en vigne parmi la surface agricole utile dans le terrain d'étude

Bien que l'on reste en zone méditerranéenne, les conditions pédoclimatiques peuvent varier de manière parfois importante, et ainsi justifier certaines pratiques adaptées aux contraintes locales. Par exemple, les diagrammes ombrothermiques (Figure 5) des villes de Montpellier, Perpignan et Orange montrent des disparités assez importantes. On remarque notamment que le déficit hydrique en période estivale est moins important à Orange qu'à Montpellier et Perpignan, et que la zone de Perpignan connaît des précipitations moyennes bien inférieures (environ 30 mm/mois) à l'automne.

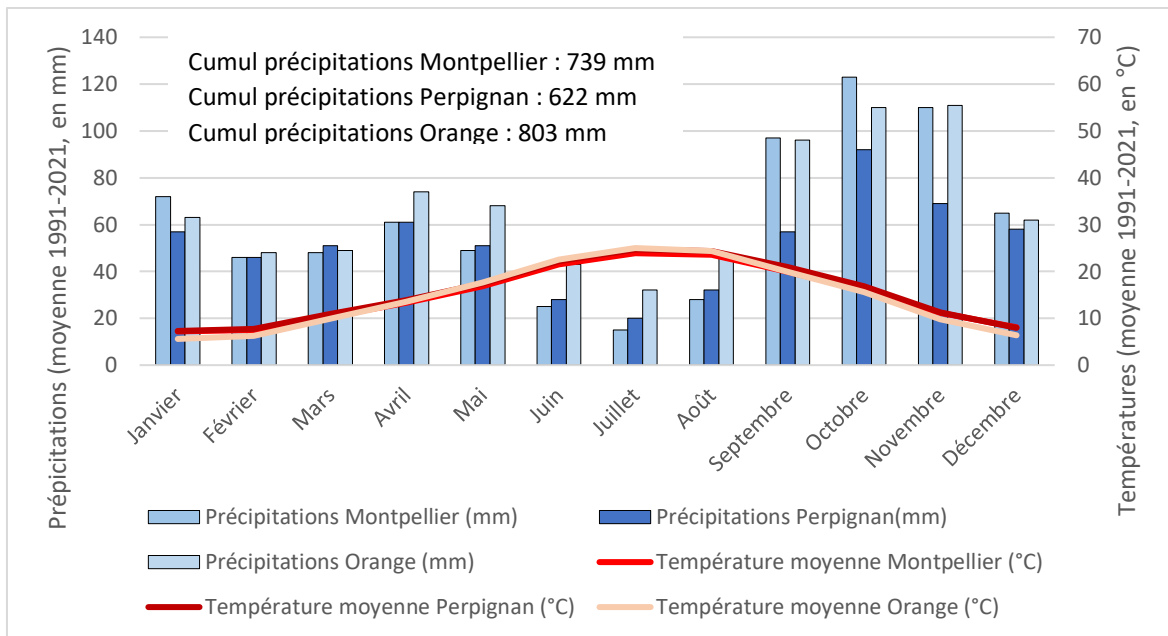


Figure 5 : Diagrammes ombrothermiques à Montpellier, Perpignan et Orange (Climate data, 2022)

On peut aussi noter qu'en 2022, la zone de Perpignan a connu une sécheresse importante avec un cumul annuel de précipitations de 307 mm (Infoclimat, 2023a), soit la moitié du cumul annuel moyen (période 1991-2021). A Montpellier, l'année 2022 a connu un déficit hydrique de plus de 200 mm (Infoclimat, 2023b) alors qu'à Orange, le déficit a été de 260 mm (Infoclimat, 2023c).

Enfin, l'accès à l'eau d'irrigation est aussi très inégal dans la zone d'étude. On retrouve ainsi des bassins de production irrigués importants comme la Camargue, la plaine de Béziers, la Vallée de l'Agly (Figure 6).

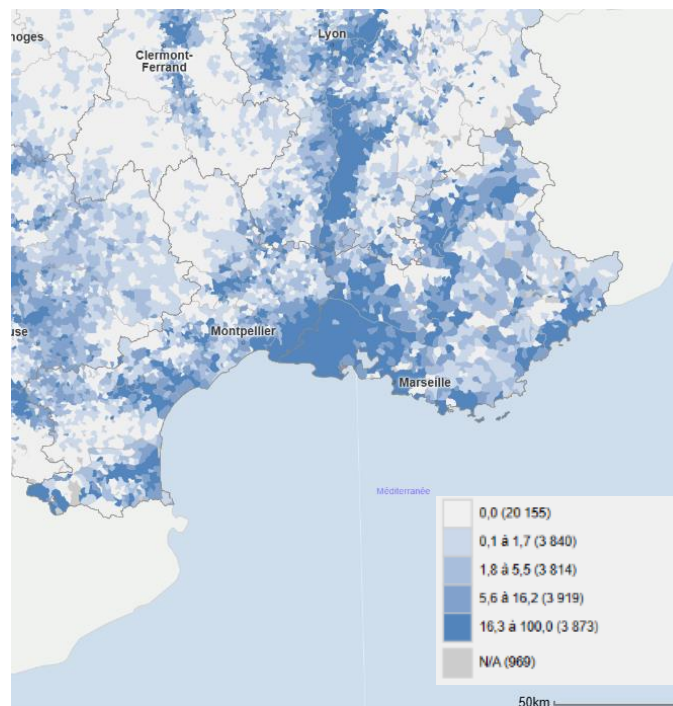


Figure 6 : Part de la superficie irriguée en 2010, en % (Agreste, 2022b)

III. Problématisation du sujet

1. Questions de recherche

L'objectif de cette étude est d'identifier et de caractériser les systèmes viticoles diversifiés dans le Sud de la France. Pour répondre à cet objectif, la démarche de la traque aux innovations a été mobilisée (Chloe Salembier et al., 2016), présentée en partie II.1.c. La problématique de cette étude peut être divisée en trois questions de recherche, découlant du choix de la méthode de la traque et de mon objet d'étude, les systèmes viticoles diversifiés. La première question est inhérente à la démarche de la traque aux innovations développée par C. Salembier, et porte sur la définition d'un système dominant (Salembier et al., 2021). La deuxième question vise à recenser et caractériser les systèmes innovants (SI). La 3ème et dernière question cherche à identifier et à caractériser les freins, leviers et réseaux sociotechniques mis en jeu dans les systèmes identifiés, dans leur émergence et/ou leur développement. On peut ainsi poser les trois questions de recherche suivantes :

- Quels sont les modèles viticoles dominants dans la zone d'étude ?
- Quels systèmes viticoles innovants existe-t-il aujourd'hui et en quoi sont-ils différents des modèles dominants ?
- Quels sont les freins et leviers à l'émergence et à l'adoption de ces systèmes viticoles innovants, et quel est l'importance et le rôle du réseau sociotechnique dans la mise en place de ces systèmes ?

2. Hypothèses

Les hypothèses à chacune des questions de recherche peuvent être formulées de la manière suivante :

- Dans le Sud de la France, il existe plusieurs modèles dominants correspondant à la combinaison entre le mode de conduite des vignes (conventionnel ou en agriculture biologique) et le mode de commercialisation (cave coopérative ou cave particulière).
- Il existe des systèmes viticoles alternatifs à ces systèmes dominants, qui peuvent être identifiés et caractérisés.
- Il existe des freins et leviers qui peuvent déterminer l'adoption ou non de systèmes viticoles innovants. Le réseau sociotechnique joue un rôle important dans l'adoption et la pérennisation d'un système innovant.

3. Stratégie de recherche

i. Méthode de récolte des données

Pour répondre à cette problématique, la stratégie mise en œuvre s'est majoritairement basée sur des entretiens, comme classiquement dans la méthode de la traque aux innovations. Les entretiens ont dans un premier temps été réalisés auprès de professionnels du monde viticole (conseillers techniques de chambres d'agriculture principalement) afin de définir les systèmes dominants. Ces résultats ont sur certains points été combinés à des données quantitatives issues d'Agreste ou des Directions Régionales de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (Draafs). Dans un second temps, les entretiens se sont déroulés sous forme d'enquête auprès des viticulteurs innovants. L'analyse des résultats d'enquête sera enrichie par une étude bibliographique afin de mieux comprendre les raisonnements agronomiques derrière les systèmes innovants.

ii. Objet d'étude et échelle d'étude

L'objet d'étude principal est le système de culture à l'échelle de la parcelle. C'est donc à cette échelle spatiale que nous caractériserons les systèmes viticoles innovants. Cependant, l'étude à cette échelle doit nécessairement être replacée dans la réflexion globale de l'exploitation, en prenant en compte les autres systèmes de production, afin de comprendre les motivations et logiques d'action du viticulteur.

L'étude du réseau sociotechnique peut s'inscrire quant à elle dans un cadre géographique plus large. En effet l'étendue du réseau peut partir d'un petit territoire proche du viticulteur (réseau de proximité), et aller jusqu'à une échelle nationale dans la cadre d'une aide ou d'une directive gouvernementale (réseau national). Tout dépendra du ou des réseaux identifiés.

IV. Matériel et méthode

1. Méthode de la traque aux innovations et adaptation au sujet d'étude

La méthode de la traque aux innovations a été théorisée par C. Salembier et se divise en 5 étapes de travail (Salembier et al., 2021) :

- (1) caractérisation du système dominant ;
- (2) identification des agriculteurs ayant mis en place des systèmes innovants ;
- (3) description et caractérisation des systèmes innovants identifiés ;
- (4) évaluation des performances des systèmes innovants ;
- (5) analyse des conditions de développement des systèmes innovants performants.

Pour répondre au sujet d'étude, les systèmes viticoles dominants dans le Sud de la France seront caractérisés. Ces derniers seront construits à l'aide de données issues de la bibliographie et de données d'enquêtes réalisées avec des professionnels de la filière viticole. L'enjeu est de déterminer quels cépages sont cultivés, quelles pratiques et opérations culturales sont employées, comment s'organise le calendrier de travail, quels sont les intrants et la main d'œuvre utilisés. La deuxième étape consiste en l'identification des viticulteurs ayant mis en place des systèmes innovants. Différents moyens ont été mis en œuvre pour identifier ces viticulteurs. Ils sont détaillés plus bas. La troisième étape s'effectue *via* un entretien, où les viticulteurs enquêtés sont invités à parler de leur(s) système(s) et de leurs pratiques. Les mêmes informations que celles permettant de définir le système dominant ont été récoltées afin de pouvoir comparer les systèmes. Bien qu'il existe des méthodes d'évaluation des systèmes viticoles, comme les méthodes IDEA 4 (Zahm et al., 2015), EIOVI, INDIGO, INSPIA (Trigo et al., 2023) et une douzaine d'autres (Van der Werf and Petit, 2002), les performances seront évaluées à partir des critères d'évaluation proposés par les viticulteurs eux-mêmes, ainsi que sur leur satisfaction vis-à-vis des critères qu'ils auront mentionnés. Enfin, la dernière étape sera réalisée en identifiant les acteurs du réseau sociotechnique impliqués dans les systèmes innovants ainsi que leur rôle, en identifiant les freins et leviers de chaque système innovant. L'identification du réseau se fait lors de l'étape 3, lors des entretiens avec les viticulteurs innovants. Plus généralement, ces étapes ne s'effectuent pas dans un ordre strictement chronologique. Par exemple, les professionnels des réseaux sociotechniques identifiés (étape 5) ou les viticulteurs enquêtés (étape 3) peuvent conduire à l'identification d'autres viticulteurs innovants (étape 2).

2. Définition du (des) système(s) dominant(s)

Le système viticole dominant dans le Sud de la France a été défini grâce à des recherches bibliographiques. Nous avons utilisé les données Agreste, celles des Draafs, des fiches techniques de l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) Occitanie ou de Sud et Bio. Les informations recherchées concernaient les pratiques culturales (gestion du sol, intensité de la mécanisation, indices de fréquence de traitement ...), la taille des parcelles, les volumes de production et rendements moyens et les calendriers de travail. Ces informations ont permis de construire une première ébauche du système dominant en viticulture. Dès cette première phase, il a été constaté des différences importantes selon le mode de culture (conventionnel ou en agriculture biologique) et selon le mode de commercialisation (cave coopérative ou cave particulière). Ces différences, mises en évidence ci-dessous, ont mené à la distinction de quatre systèmes dominant selon les combinaisons de ces deux modes. Des entretiens avec des professionnels ont ensuite été menés, afin de préciser certaines informations. Des

conseillères de chambres d'agriculture départementales (3) ont été enquêtées, en essayant de représenter la diversité spatiale de la zone d'étude (une de la CA des Pyrénées-Orientales, une de la CA de l'Aude, et une de la CA du Var). Des entretiens ont aussi été réalisés pour définir les différences entre ces quatre systèmes dominants. Un entretien avec une conseillère viticole travaillant dans l'association Sud Vin Bio a permis de mieux comprendre la différence entre le système conventionnel et le système en agriculture biologique, et d'autres entretiens, un avec une ancienne doctorante de l'UMR Innovation et deux avec des conseillers de cave coopérative (du Gard et du Var) ont permis de mieux définir les différences entre le mode de commercialisation entre caves particulières et caves coopératives. Ces entretiens ont aussi permis d'obtenir le contact de certains viticulteurs ayant mis en place des systèmes innovants, ainsi que le contact d'autres professionnels susceptibles d'en connaître.

Les informations obtenues grâce aux données bibliographiques et aux données d'enquête ont été agrégées. Pour définir les systèmes dominants en termes de chiffres (surfaces, rendements, densité de plantation ...), des moyennes ont été réalisées quand c'était possible, ou bien des intervalles ont été conservés. Les cépages étant très divers et très différents selon les bassins de productions et appellations, seuls quelques cépages ont été mentionnés dans la définition du système dominant, tout en gardant bien en tête cette grande diversité possible. L'itinéraire technique a été défini grâce à des préconisations trouvées dans des fiches d'instituts ou de livre technique comme « *Gestion des sols viticoles* » (Gaviglio, 2013).

3. Identification et caractérisation des systèmes innovants

a) Identification des viticulteurs innovants

Différents moyens ont été utilisés afin d'identifier les viticulteurs innovants. Certains ont été identifiés à l'aide du réseau interne des UMR Innovation et ABSys, mais une grande partie a été repérée hors de ces réseaux. La diversité des réseaux mobilisés est fondamentale pour ne pas rencontrer uniquement des systèmes partiellement ou totalement connus (Chloé Salembier et al., 2016). Ainsi, des entretiens auprès de conseillers des chambres d'agriculture des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône, du Var et du Vaucluse ont permis d'identifier plusieurs viticulteurs mettant en œuvre des systèmes innovants. Une autre porte d'entrée a été les structures associatives. Des conseillers des Centres d'Initiative pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu Rural (CIVAM) des Pyrénées-Orientales, de l'Aude et du Gard ont permis d'identifier d'autres viticulteurs. Trois autres associations de l'Aude (Chemin Cueillant, Vignerons Engagés et Arbres et Paysages 11), ont permis d'identifier des viticulteurs, majoritairement de ce département. D'autres viticulteurs ont été identifiés grâce à des recherches internet avec des mots clés comme « vignes diversifiées », « vignes agroécologie », « vignes agroforesterie » ... ou avec des articles de journaux spécialisés (comme Vitisphère, Terre de Vins, Mon Viti, Vign'ette...) ou non (La Gazette de Montpellier, Reporterre, L'Indépendant ...). Une visite au Salon des Vignerons Indépendants de Saint-Estève (Pyrénées-Orientales) a aussi permis d'identifier des viticulteurs innovants, soit car ils étaient présents, soit parce que des vignerons présents les connaissaient. Pour diversifier les sources, les syndicats des Appellations d'Origine Protégées (AOP) ont aussi été contactés. Enfin certains viticulteurs innovants ont été identifiés grâce à un « effet boule de neige » (Chloé Salembier et al., 2016), c'est-à-dire grâce à d'autres viticulteurs innovants enquêtés.

Au total, 36 personnes ressources sur les 55 personnes sollicitées ont contribué à identifier des viticulteurs innovants. Soit en donnant directement des noms de viticulteurs qu'ils connaissaient ou en me dirigeant vers d'autres personnes susceptibles d'en connaître, soit en me répondant qu'ils ne

connaissaient personnes répondant aux critères de la traque. Ces contributeurs ainsi que la structure professionnelle ou associative dans laquelle ils exercent ont été recensés dans le Tableau 1.

Les viticulteurs innovants identifiés ont ensuite été appelés pour confirmer que leur(s) système(s) corresponda(en)t bien aux critères de recherche de cette traque. Un rendez-vous leur était ensuite proposé pour parler plus longuement de leur démarche.

département ¹	profession	Nb de personnes ressources
Alpes-Maritimes	conseiller(e) association	1
	représentant syndicat AOP	1
Aude	chargée de mission association	1
	conseiller(e) association	2
	conseiller(e) CA	1
Gard	conseiller(e) association	1
	conseiller(e) CA	1
	responsable vignoble cave coopérative	2
Gironde	Directeur(ice) cave coopérative	1
	chargée de mission	1
	conseiller(e) association	2
Hérault	interne UMR	4
	directeur(ice) cave coopérative	1
	conseiller(e) association	1
Pyrénées-Orientales	conseiller(e) CA	2
	président(e) association	1
	chargé(e) de mission	1
	conseiller(e) CA	3
Var	directeur(ice) coopérative de lavande	1
	œnologue cave coopérative	1
	représentant syndicat AOP	2
	technicien en maison de négoce	1
	conseiller(e) CA	2
Vaucluse	chargé(e) de mission	1
	représentant syndicat IGP	1
Total général		36

Tableau 1 : Liste des personnes ressources ayant contribué à la recherche de viticulteurs innovants

¹ CA : Chambre d'Agriculture

b) Taille de l'échantillon

Dans une démarche de traque aux innovations telle que Salembier la définit (Salembier et al., 2021), la taille de l'échantillon varie selon la taille de la zone d'étude, le type d'innovations recherchées et les moyens alloués. Ainsi, la première traque mise en oeuvre par Salembier a permis d'identifier 22 producteurs dont 15 ont été enquêtés (Chloé Salembier et al., 2016). Celle menée par Verret a conduit à 47 enquêtes différentes (Verret et al., 2020) et celle menée par Perinelle a identifié 70 agriculteurs dont 22 ont été enquêtés (Périnelle et al., 2021). L'étude menée par Casagrande et al. (2017) a quant à elle abouti à la caractérisation des systèmes de 29 agriculteurs différents, sur les 179. Enfin, la traque menée par De Lange R. au sein du même projet a permis d'identifier et d'enquêter 21 oléiculteurs différents (De Lange, 2022).

Compte-tenu des différentes possibilités de diversification au sein d'une parcelle viticole, le nombre de viticulteurs enquêtés sera considéré satisfaisant à partir du moment où les systèmes innovants étudiés se ressembleront. On peut imaginer que cela se produira autour de 20-30 enquêtes réalisées.

c) Dispositif d'enquête

Suite à l'identification d'un viticulteur innovant et à la prise de rendez-vous, l'entretien a lieu afin de comprendre plus finement le(s) système(s) innovant(s) mis en place. L'entretien est de type semi-directif, laissant à l'enquêté une marge assez grande pour répondre et aux questions posées tout en maintenant le contenu sur les éléments permettant de décrire le système innovant.

L'enjeu de ces questions est de comprendre la logique et la cohérence derrière le système innovant, le raisonnement suivi par le viticulteur et les freins et leviers à la mise en place de ce système. Les questions posées doivent aussi permettre de comprendre les avantages et les inconvénients du système, ainsi que ses limites telles que le viticulteur les perçoit. Une description précise du système innovant est nécessaire (espèces associées, objectifs, rectification du système) pour sa caractérisation. La place du réseau sociotechnique dans les choix réalisés doit aussi être identifiée afin de comprendre l'importance de ces derniers dans la mise en place de systèmes innovants et ainsi répondre à la question de recherche n°3. Afin de mieux comprendre le contexte de l'innovation, il est nécessaire d'avoir une vision globale de l'exploitation agricole ainsi que de sa trajectoire au cours du temps pour en arriver au système actuel. Enfin, il sera demandé au viticulteur quels sont les critères d'évaluation de son ou ses systèmes, et s'il est satisfait des systèmes mis en place.

Pour cela, un guide d'enquête a été réalisé (Annexe 1). La première partie, la « narration » consiste à comprendre la trajectoire de l'exploitation agricole depuis sa création/reprise. Des questions comme « *comment en êtes-vous arrivé à l'exploitation telle qu'elle est aujourd'hui ?* », « *quels ont été les gros changements au cours de son histoire ?* » permettent de retracer l'histoire de l'exploitation jusqu'à la mise en place des systèmes innovants. S'ensuit une série de questions techniques sur l'exploitation et le(s) système (s) innovant(s) pour comprendre l'itinéraire technique pratiqué, avec des informations en réponse à des questions comme « *comment vos vignes sont-elles conduites ?* », « *comment gérez-vous les sols ? les maladies ?* », « *vos vignes sont-elles irriguées ?* », « *quels travaux l'autre culture vous demande-t-elle concernant les mêmes points ?* ». D'autres questions abordent le thème de la transformation et de la commercialisation (type de produits vendus, moyens de vente, prix de vente ...). Enfin, des questions sur les performances et la satisfaction sont posées, comme « *sur quels critères de performance jugez-vous votre système ?* », « *êtes-vous satisfait du système innovant mis en place vis-à-vis de vos critères ?* ». Ces questions peuvent être prolongées sur les perspectives de l'exploitant, par exemple en posant la question « *comment pensez-vous que l'exploitation va évoluer*

dans les années à venir ? ». Une fois l'entretien réalisé, il est demandé à l'agriculteur s'il connaît d'autres exploitants ayant mis en place un système innovant, ou s'il connaît une personne susceptible d'en connaître afin d'identifier d'autres contacts via l'effet « boule de neige ».

d) Analyse des systèmes innovants

L'analyse des systèmes innovants étudiés peut se réaliser en trois parties. La première partie consiste en une description des systèmes innovants de leur(s) critère(s) d'évaluation et de leur(s) résultat(s). La deuxième partie consiste à expliciter conditions d'émergence de ces systèmes viticoles, notamment en analysant les objectifs de leur mise en place et en décrivant la contribution du réseau sociotechnique dans cette émergence. Enfin, la troisième partie analyse ces systèmes innovants à l'échelle de l'exploitation, en les replaçant dans la trajectoire globale de l'exploitation et en explicitant les liens entre le système innovant et le reste de l'exploitation.

Pour réaliser cette analyse, plusieurs outils ont été employés. Le premier est une fiche synthèse des exploitations agricoles enquêtées réalisée pour chaque exploitation. Cela consiste en un résumé de l'entretien, avec un tri des éléments utiles à la compréhension (éléments de pratiques culturales, description du ou des systèmes innovants mis en place, critères d'évaluation et résultats, réseau, projet) ainsi que des *verbatim* partiels sur les éléments importants à citer. Le deuxième élément d'analyse est un schéma illustrant la trajectoire de l'exploitation agricole, avec les « éléments déclencheurs » à la mise en place des systèmes innovants, et un résumé de certaines des caractéristiques principales du système (localisation, irrigation, méthode de vendange, bref descriptif du système innovant mis en place, moyens de commercialisation et réseau(x) sollicité(s)). Des outils d'analyse globale ont aussi été mis en place, notamment des tableurs compilant les informations à l'échelle de l'exploitation (SAU, irrigation, moyens de vente, label(s) et mode de conduite ...) ou à l'échelle du système innovant (caractéristique technique du système innovant, avantages et inconvénients du système, espace de la diversification, objectifs associés au système ...). Ces tableurs, grâce à l'exploitation de tableaux croisés dynamiques, permettront notamment d'extraire les données synthétiques des enquêtes et les arbres de décision.

V. Résultats

1. Le système dominant

a) Le système dominant conventionnel

La première distinction à réaliser pour définir correctement les systèmes dominants en viticulture est la distinction du mode de conduite (i.e, mode de conduite conventionnel *versus* mode de conduite en agriculture biologique). Les professionnels enquêtés ont surtout mis en avant la grande difficulté de définir un système dominant en particulier. Les systèmes viticoles, leur conduite, les cépages implantés sont très dépendants des appellations possibles sur les parcelles (qui peuvent contraindre le choix des cépages, leur densité de plantation, le palissage ou la méthode de récolte), des sols et des microclimats des parcelles, ce qui rend difficile la compilation de certaines pratiques dans un système dominant. Nous pouvons cependant en définir les contours. Deux échelles de définition peuvent se distinguer. D'une part l'échelle de l'exploitation précise des données comme la superficie viticole moyenne, le nombre d'équivalent temps-plein (ETP) sur l'exploitation, le mode de valorisation du raisin. D'autre part l'échelle de la parcelle compile les informations plus spécifiques sur les éléments de pratiques culturales comme la gestion du sol, de l'enherbement, des maladies, les densités de plantation et la conduite de la vigne, la possibilité d'irriguer ou non.

A l'échelle de l'exploitation, la surface viticole moyenne d'une exploitation dans la région d'étude est de 18 ha (Agreste, n.d.; CA PACA, 2022; Draaf Occitanie, 2022a), avec des différences de plus de 10 ha entre les départements (Tableau 2). Concernant la main d'œuvre, en moyenne une exploitation viticole en Occitanie emploie 1,4 ETP¹ (Draaf Occitanie, 2022b) et une exploitation viticole en PACA (dans les trois départements de la zone d'étude principalement) emploie 2 ETP/exploitation (Draaf PACA, 2022). Dans les deux régions, environ 83% des ETP viticoles sont permanents, et 17% sont temporaires. Les rendements moyens gravitent entre 45 hL/ha (Agreste, 2021a) et 65 hL/ha (Draaf Occitanie, 2022a), sauf dans le cas du département des Pyrénées-Orientales où les rendements moyens sont à 28 hL/ha.

Région de la zone d'étude	Département de la zone d'étude	Surface viticole moyenne par exploitation (ha)	Rendement moyen (hL/ha)
Occitanie	Aude	23,1	59,4
	Gard	22,3	58,1
	Hérault	16,7	63,1
	Pyrénées-Orientales	15,6	28,0
PACA	Bouches-du-Rhône	18,8	65,0
	Var	11,4	43,6
	Vaucluse	18,2	45,5

Tableau 2 : Surface moyenne des exploitations viticoles dans les départements de la zone d'étude

A l'échelle de la parcelle, les systèmes dominants obtenus définissent des parcelles monospécifiques (avec de la vigne uniquement), avec un seul cépage, conduites principalement avec un palissage ou en gobelet (IFV Occitanie, n.d.). Les densités de plantation varient selon les cahiers des charges des appellations, mais sont généralement autour de 5 000 pieds/ha d'après les professionnels enquêtés. Les cépages les plus fréquents de la zone d'étude sont la Syrah, le Grenache, le Carignan, le Merlot,

¹ ETP : Équivalent Temps Plein

l’Aramon, le Cabernet Sauvignon, et le Cinsault (Draaf Occitanie, 2015). On peut aussi noter que des cépages comme le Carignan et l’Aramon connaissent une baisse spectaculaire depuis les années 1980 (perte de 140 000 ha en 30 ans pour le Carignan). Concernant l’enherbement, on constate qu’encore 70% des surfaces viticoles n’étaient jamais enherbées en inter-rang en 2016 (Agreste, 2020), et 93% ne l’étaient jamais sous le rang (Figure 7). Les couverts sont détruits par enfouissement mécanique (entre 88 et 100% des surfaces selon le bassin (Agreste, 2021b)). La faible proportion de surface enherbée dans la zone d’étude s’explique par le fait que les viticulteurs pensent l’herbe comme une source de concurrence (hydrique et azotée), même en hiver. « Pour eux, un labour vaut deux arrosages » (exploitant 17) et bien souvent, d’après la conseillère de la chambre d’agriculture des Pyrénées-Orientales, les parcelles enherbées sont celles où l’irrigation est disponible. La mise en place de l’enherbement entraîne une réduction de la vigueur et une baisse de rendement de la vigne, qui entraîne une amélioration de l’état sanitaire et une amélioration du potentiel qualitatif de la vendange et des qualités organoleptiques des vins : augmentation du degré alcoolique, baisse de l’acidité, amélioration du potentiel polyphénolique (IFV Occitanie, 2019). L’enherbement est aussi une source de matière organique, qui permet d’augmenter la vie biologique des sols, a un effet décompactant du tissu racinaire et augmente la stabilité structurale, la porosité et la perméabilité du sol, limite le ruissellement, les phénomènes d’érosion et les transferts de produits phytosanitaires, et permet de créer une niche écologique pour les auxiliaires (IFV Occitanie, 2019). L’amélioration de la stabilité structurale est un des atouts majeurs à la démocratisation de ce genre de pratique dans la zone d’étude. En effet, l’enherbement permet ainsi de pouvoir passer le tracteur rapidement après une pluie grâce à la meilleure portance des sols et à la meilleure infiltration de l’eau. Les conseillers viticoles enquêtés considèrent l’enherbement comme une nouvelle pratique culturale à démocratiser. Il est notamment décisif lors des pluies printanières qui obligent les viticulteurs à traiter le plus rapidement possible pour éviter un développement important de maladies comme le mildiou et l’oïdium. Comme l’enherbement des parcelles tend à se démocratiser d’après les personnes enquêtées, on ne le considérera pas comme une innovation dans la suite de cette traque.

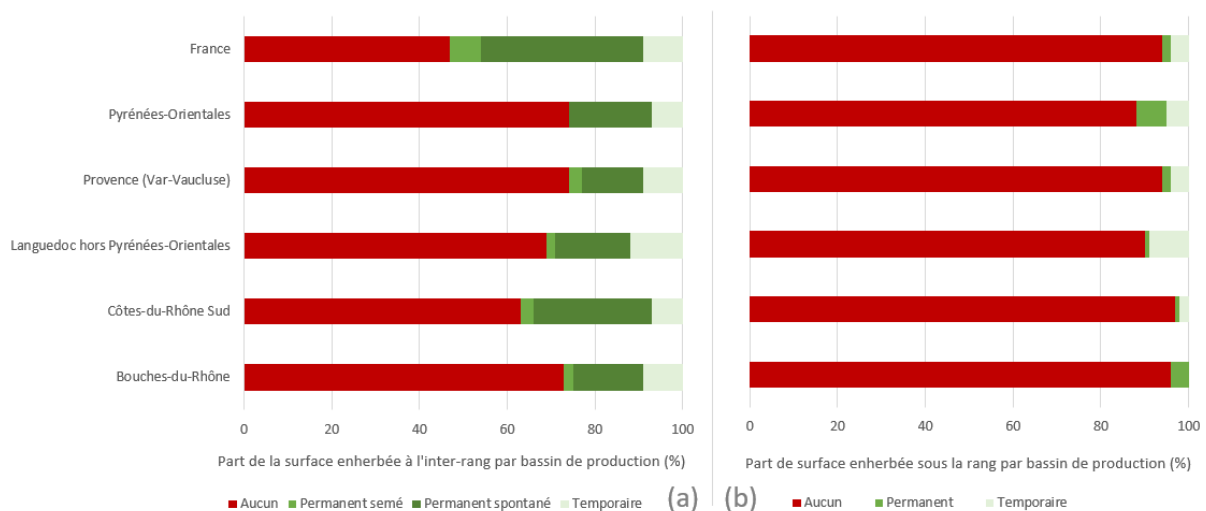


Figure 7 : Part de surface enherbée (a) dans l'inter-rang et (b) sous le rang par bassin de production (Agreste, 2021b)

La gestion ou la destruction des couverts, peut se faire de différentes manières selon les objectifs du viticulteur. La gestion du développement du couvert peut se faire par roulage, tonte ou tonte suivie d’une incorporation au sol, et est plus ou moins efficace (en termes de gestion des adventices) selon la date de destruction (Garcia et al., 2021). La destruction du couvert peut être réalisée mécaniquement *via* un travail superficiel ou chimiquement avec des herbicides de post-levée (Gaviglio,

2013). Les conseillers viticoles enquêtés ont évoqué le fait que l’entretien du rang se fait encore beaucoup à l’aide de produits chimiques en viticulture conventionnelle.

Les conditions climatiques sont aussi moins propices au développement de maladies fongiques en Occitanie par rapport à d’autres régions plus humides. L’Indice de Fréquence de Traitement¹ (IFT) total dans les bassins viticoles de la zone d’étude (IFT de 11,3) est inférieur à la moyenne nationale (IFT de 15,3) (Agreste, 2021b). La majeure partie des traitements est liée à la lutte contre le mildiou et l’oïdium, avec un IFT fongicide en moyenne égal à 9,1 (80 % de l’IFT total) soit environ 11 passages (voir IFT fongicide sur la Figure 8). Entre 9 % (Languedoc-Roussillon hors P.O) et 20 % (Bouches-du-Rhône) de l’IFT lié à l’utilisation de produit de biocontrôle². En 2016, la moyenne de cette part dans la zone d’étude (15 %) est supérieure à la moyenne nationale, qui est de 12 % (Agreste, 2021b). Les traitements sont concentrés sur la période d’avril à juillet.

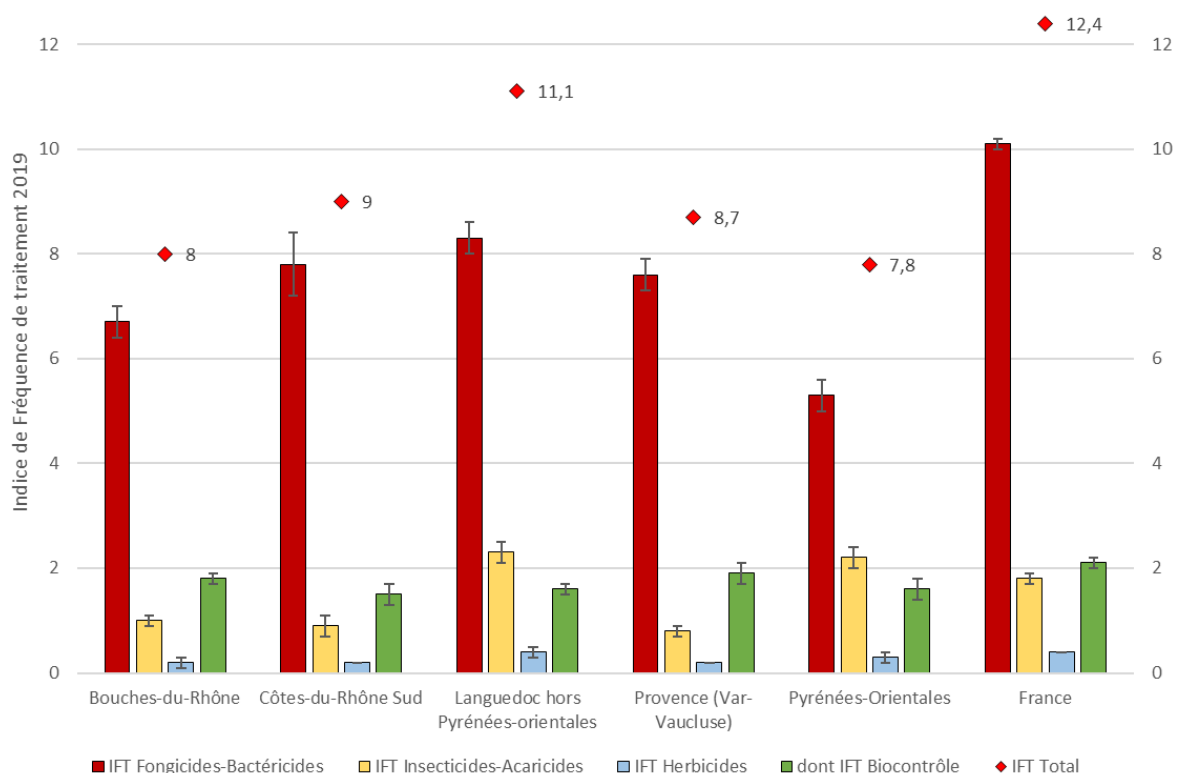


Figure 8 : Détail des IFT en 2019 par bassin de production (Agreste, 2021b)

Les principales caractéristiques du système dominant conventionnel sont décrites dans la Figure 9. En 2016, le Languedoc-Roussillon est la principale région irriguée en France avec 23 000 hectares de vigne qui bénéficient d’un apport d’eau, soit 10 % du vignoble de cette région (Fleur, 2016). Cette surface est en augmentation sous l’effet de sécheresses successives sévères auxquelles se confrontent les vignerons (Bolis, 2022).

¹ $IFT \text{ (pour un traitement)} = \frac{\text{Dose appliquée}}{\text{Dose de référence}} * \text{proportion de surface traitée, et } IFT \text{ (total)} = \sum IFT \text{ (traitement)}$

² Ici, les produits de biocontrôle incluent les micro (champignons, bactéries...) et macro-organismes (insectes...), les médiateurs chimiques (phéromones) et les substances d’origine végétale, animale ou naturelle (Agreste, 2020).

Systeme dominant Conventionnel

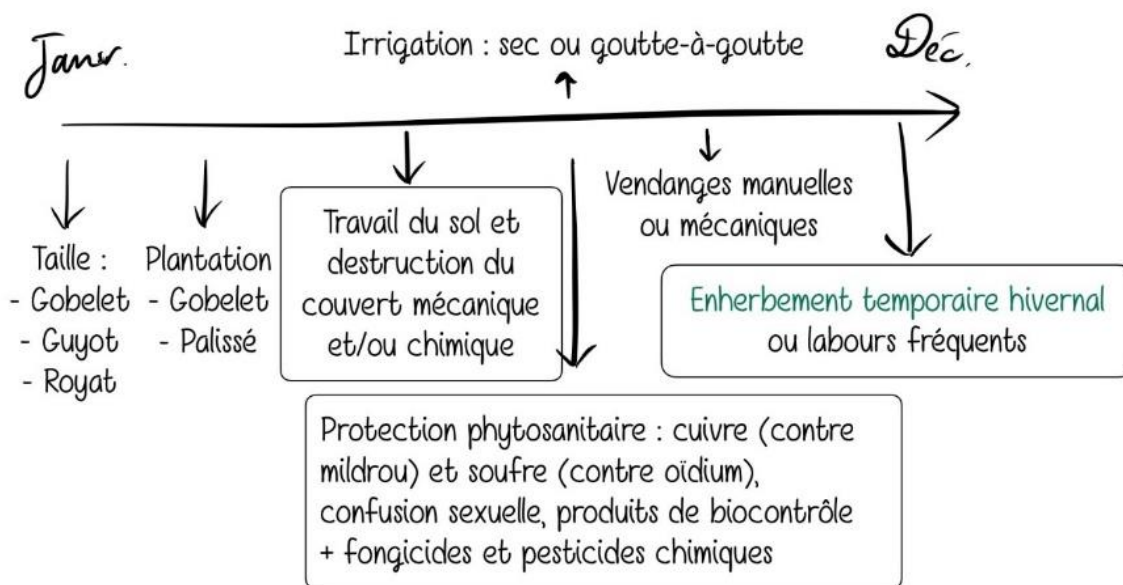
Systeme monospécifique (voire monoclonale), finalité : vin
Vinification en cave particulière ou en coopérative, culture principale

Description :

Densité entre 4000 et 8 000 pieds à l'hectare

Rendement moyen variable selon les bassins viticoles (de 28 à 65 hL/ha)

Cépages variables selon les appellations et les objectifs de production (Syrah-Grenache-Mourvèdre ... pour les rouges en L-R, Marianne, Vermentino, Roussanne ... pour les blancs)



- * Main d'œuvre : exploitations familiales, petites (quelques ha) à grandes (100 ha) avec de main d'œuvre salariée, avec 1,4 à 2 ETP/exploitation
- * Propriété des terres

Figure 9 : Schéma définissant le système dominant en viticulture conventionnelle

b) Les variations entre les systèmes dominants conventionnel et biologique

On peut distinguer les systèmes viticoles conduits en « conventionnel » de ceux conduits en agriculture biologique. Certaines contraintes et facteurs de choix sont les mêmes, mais il y a des pratiques qui diffèrent, notamment du fait du cahier des charges de l'agriculture biologique qui interdit les produits de synthèse (entre autres). Globalement, la viticulture en agriculture biologique a des indices de fréquence de traitement inférieur à la viticulture conventionnelle (Figure 10). L'IFT est réduit en moyenne de 2,2 dans la zone d'étude.

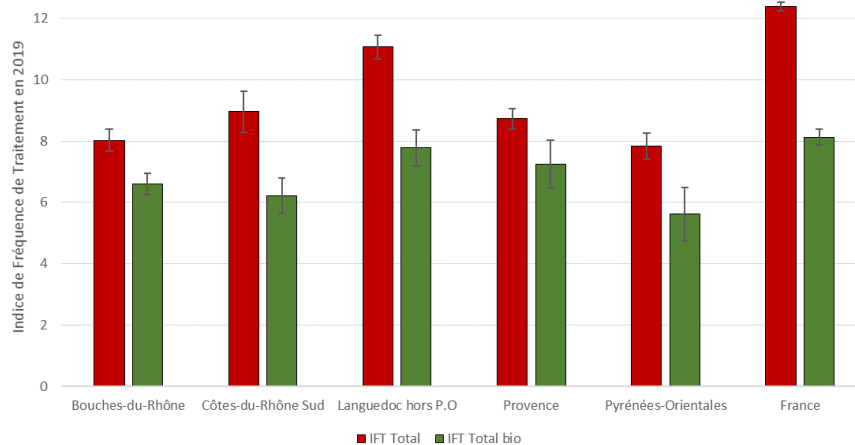


Figure 10 : Indice de Fréquence de Traitement moyen et en agriculture biologique en 2019 (Agreste, 2021b)

Les produits utilisés sont aussi différents, et la réglementation interdit tout produit de synthèse. Les produits utilisés pour lutter contre le mildiou sont à base de cuivre (avec une quantité maximale de 28 kg/ha étalée sur 7 ans), et ceux utilisés pour lutter contre l'oïdium sont à base de soufre. En complément de cela, les viticulteurs associent de l'huile essentielle d'orange douce dans la lutte contre le mildiou. Cela ne permet pas de substituer l'utilisation du cuivre, mais permet de réduire les doses utilisées (IFV and CA 33, 2021). Des phéromones et des bio-insecticides peuvent être utilisés dans la lutte contre les vers de grappe (Petit, 2022). Dans la lutte contre la cicadelle vectrice de la flavescence dorée, seul le Pyrèvert est homologué. Les conseillers viticoles enquêtés ont souligné que les viticulteurs en agriculture biologique ont souvent leurs surfaces enherbées au moins en hiver. Si le couvert est semé, il peut s'agir d'un moyen de lutte contre les adventices (Gaviglio, 2013). L'enherbement est généralement détruit mécaniquement dans l'inter-rang et sous le rang (avec un inter-cep), bien qu'il existe un herbicide (le Belukha) homologué en agriculture biologique.

c) Les différences entre les caves particulières et les caves coopératives

La voie de commercialisation est le second facteur discriminant le système dominant. En effet, un viticulteur produisant du raisin mais ne vinifiant pas (cave coopérative) n'a pas les mêmes enjeux et contraintes par rapport à un vigneron (viticulteur et vinificateur) en cave particulière. Les exploitations viticoles vendent majoritairement à des caves coopératives, à hauteur de 68 % des surfaces en Provence (CA PACA, 2022), et 85 % des surfaces en Languedoc-Roussillon (proportions similaires pour les volumes produits)(Draaf Occitanie, 2015). Dans la filière bio, 74 % des volumes sont commercialisés par les viticulteurs (cave particulière) et 26 % par les coopératives (Fédération Nationale d'Agriculture Biologique, 2022). Le prix des bouteilles est aussi supérieur en agriculture biologique. Selon le bureau d'étude IWSR, la différence moyenne de prix entre un vin bio et un vin conventionnel en bouteille de 75 cl avoisine les 33 % soit 6,14 € en moyenne pour le premier contre 4,62 € pour le second (Hermine,

2018). Concernant les investissements à réaliser, les viticulteurs en cave particulière ont des frais importants sur le matériel de vinification et liés à la commercialisation (points de vente, commerciaux...) que les coopérateurs n'ont pas. Cependant, les coopérateurs ont tendance à plus mécaniser le travail, ils ont donc tendance « à faire des investissements parfois lourds » (conseiller viticole). Pour ce qui est du temps de travail, les viticulteurs en cave particulière ont une charge importante de travail lors des vinifications. De plus, une grande majorité doit assurer la commercialisation de ses produits, que cela soit via des professionnels (cavistes, restauration, export...) ou de la vente directe (accueil de clients, salons...). Il s'agit de postes de travail que n'ont pas à assurer les coopérateurs, puisque ces derniers approvisionnent en raisin la cave coopérative, qui s'occupe ensuite de réaliser les vinifications et la commercialisation. Cela implique que sur la valorisation et la commercialisation du produit, les viticulteurs en cave particulière ont un degré de liberté plus important sur les dates de récoltes, la maturité désirée du raisin et à qui le vin est destiné, selon le prix de vente notamment (Estournet, 2020). « Les viticulteurs en cave particulière ont plus de frais, mais valorisent mieux leurs bouteilles » (conseiller viticole). Les coopérateurs ont beaucoup plus de contraintes (Estournet, 2019), avec des obligations sur la quantité et la qualité récoltées qui pénalisent leur rémunération si elles ne sont pas respectées. Ceci est d'autant plus le cas dans des caves produisant des vins avec des signes officiels de qualité. Cependant sur une année normale, le système coopératif permet une rémunération juste. Cet équilibre reste cependant précaire : « avec une récolte normale, aux alentours de 35 hl/ha dans la vallée [d'Agly] (Pyrénées-Orientales), les coopérateurs arrivent à sortir un Smic. Mais il suffit d'un aléa climatique, ce qui n'est pas rare, sécheresse, gel, grêle pour que régulièrement un gros pourcentage des vigneron se voient inscrits au minima social du RSA » (Vingtrinier, 2018). Pourtant si le système continue, bien qu'il fût fortement impacté par les primes à l'arrachage de 2000 à 2009 où le nombre de caves coopératives diminua de 360 à 210 en Languedoc-Roussillon (Saïssset, 2016), c'est parce qu'il présente des avantages certains. En effet, les caves coopératives ont historiquement permis d'absorber les quantités massives produites en modernisant les caveaux, puis de produire des vins « de qualité » en grandes quantités avec l'amélioration des pratiques de vinification, mais aussi des pratiques culturales dans les années 1980 (Rinaudo, 1994). Aujourd'hui, elles permettent la mise en commun des outils de production, réduisant ainsi les coûts de production des viticulteurs tout en leur permettant d'avoir une certaine sécurité de revenu. Elles jouent « un rôle protecteur de l'exploitation familiale, en rassemblant la production de très nombreuses petites exploitations ou d'agriculteurs dont la viticulture n'est pas l'activité principale. A ces petits viticulteurs, la coopération évite la confrontation avec un négoce et un circuit de distribution de plus en plus concentrés (Draaf Occitanie, 2020).

Ainsi, il existe bien quatre systèmes dominants distincts, qui résultent de deux modes de conduite (conventionnel et en agriculture biologique) et de deux modes de commercialisation (vente à une coopérative et vente en cave particulière) ayant des contraintes différentes.

d) Que peuvent changer les systèmes innovants par rapport aux systèmes dominants ?

On peut imaginer que la conception des systèmes innovants pourra modifier par rapport aux systèmes dominants des facteurs comme la densité de plantation, la conduite des vignes (type et hauteur de palissage), les cépages utilisés, la gestion du sol (enherbement, fertilisation), les postes de travail (main d'œuvre, calendrier) ou encore l'intensité de la mécanisation et des traitements.

2. Les systèmes viticoles innovants

a) Description des viticulteurs enquêtés

i. Viticulteurs enquêtés

Au total, plus de 60 viticulteurs innovants ayant mis en place des parcelles viticoles diversifiées ont été identifiés. Une majorité était présente dans la zone d'étude, mais il en a aussi été trouvé d'autres hors de la zone d'étude. La répartition exacte est détaillée dans le Tableau 3.

	Département	Nb de viticulteurs innovants identifiés mais non enquêtés	Nb de viticulteurs innovants identifiés et enquêtés
En zone d'étude	Aude	5	5
	Gard	5	4
	Hérault	10	12
	Pyrénées-Orientales	1	6
	Var	2	2
	Vaucluse	1	3
Hors zone d'étude	Ardèche	1	
	Gers	3	
	Gironde	2	
	Pyrénées Atlantique	1	
	Rhône	1	
	Tarn	1	
Total général		33	32

Tableau 3 : Nombre total de viticulteurs identifiés et enquêtés au cours de la traque

Nous verrons par la suite qu'un certain nombre de viticulteurs a mis en place plusieurs systèmes innovants (SI) au sein de son exploitation. La localisation des viticulteurs innovants ainsi que le type de diversification principal sont représentés dans la Figure 11. Sur la carte représentée ci-dessous, on distingue six types de diversification différentes : l'agroforesterie, le vitipastoralisme, la co-plantation de cépages, la culture de céréales, le maraîchage et l'agrivoltaïsme. Ces types de diversification seront détaillés par la suite.

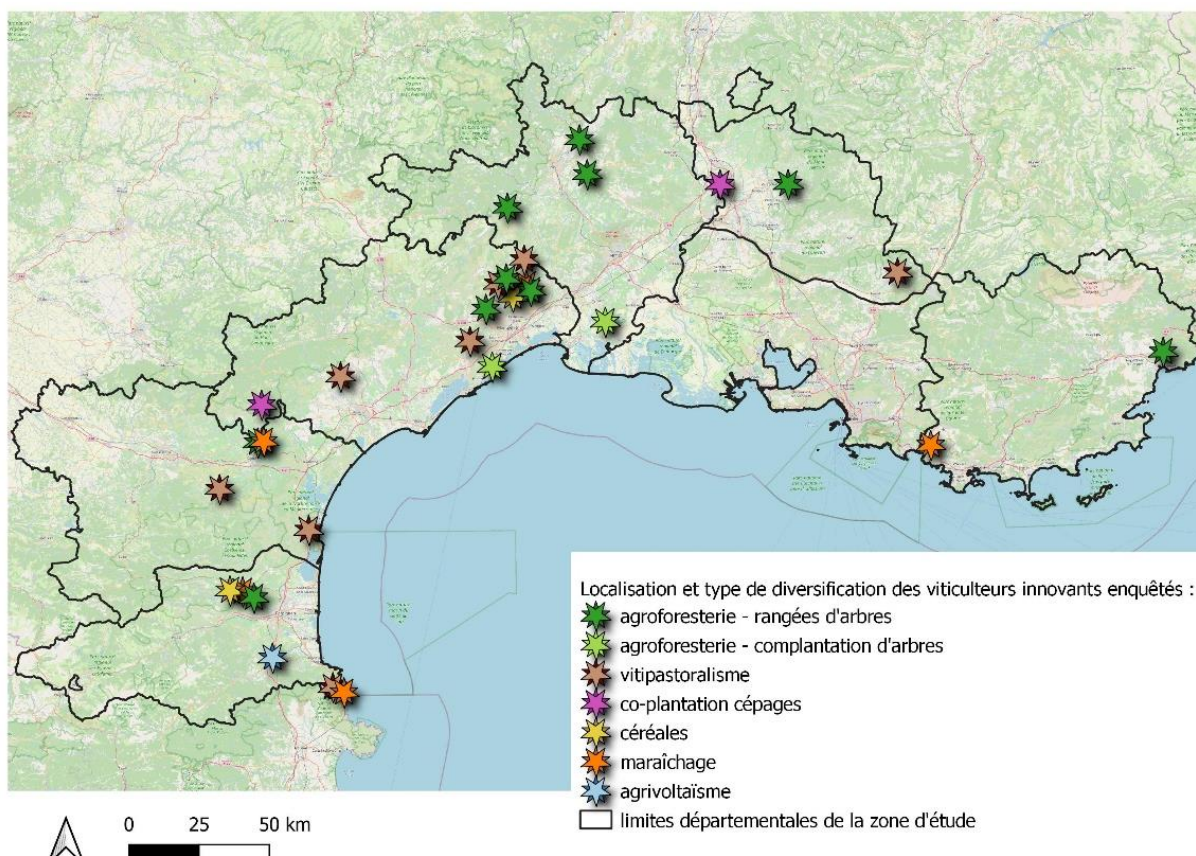


Figure 11 : Localisation et type de diversification principale des viticulteurs enquêtés

ii. Philosophie de la diversification

Malgré la grande diversité de profils rencontrés, une majorité des viticulteurs partage une même vision de l'agriculture très en lien avec la nature et la biodiversité. Ceci se confirme dans un premier temps par le mode de conduite des vignes. Seuls 4 viticulteurs rencontrés ne conduisent pas leurs vignes en agriculture biologique. 14 viticulteurs ont explicitement cité dans leurs préoccupations la biodiversité, le respect de la nature et du vivant. Les termes comme « *écosystème* », « *biodiversité* », « *insectes* », « *oiseaux* », « *vers de terre* » sont revenus assez régulièrement pour évoquer cela. En ce qui concerne les sols, on retrouve les mêmes préoccupations à travers des expressions comme « *sols vivants* », « *non travail du sol* », « *réveiller les sols* ». Le changement climatique est aussi un sujet d'inquiétude chez une grande partie des viticulteurs enquêtés, puisque 6 viticulteurs ont explicitement utilisé l'expression, et de nombreux autres l'ont laissé entendre sans en parler directement. Tous en parlaient de manière pessimiste, avec des expressions comme « *le changement climatique est un peu anxigène* », « *dans tous les cas, ça va merder* » ou « *des pans entiers de montagne sont morts, cramés* ». La plupart regrettent aussi les méthodes de culture actuelles, la « *monoculture* », le « *labour* », la « *mécanisation* » qui conduisent à « *détruire la nature* », des « *sols épuisés* » et des « *paysages lunaires* ». On peut aussi noter que 31 viticulteurs sur les 32 enquêtés ont des pratiques d'enherbement, bien qu'elles soient plus ou moins poussées (allant de l'enherbement hivernal un rang sur deux à l'enherbement total tondu une fois avant les vendanges). Cela dénote un profil de viticulteur soucieux de préserver ses sols et ayant une volonté d'améliorer ses pratiques.

b) Configuration des systèmes innovants : présentation des principaux systèmes

i. Type de systèmes innovants

Au total, 72 systèmes innovants ont été identifiés auprès des 32 viticulteurs enquêtés. Ces systèmes peuvent être regroupés selon l'espace, au sein de la parcelle, où a lieu la diversification et le type de culture associée. On distingue six espaces de diversification possibles : à la place du rang, dans le rang, en inter-rang, en bordure, en îlots et au-dessus du rang (non représenté sur la Figure 12). A ces six catégories s'ajoutent la catégorie « autre » qui prend en compte les espaces non mentionnés ci-dessus (surtout pour des cas avec des animaux où il n'est pas possible de connaître la position exacte de ces derniers).

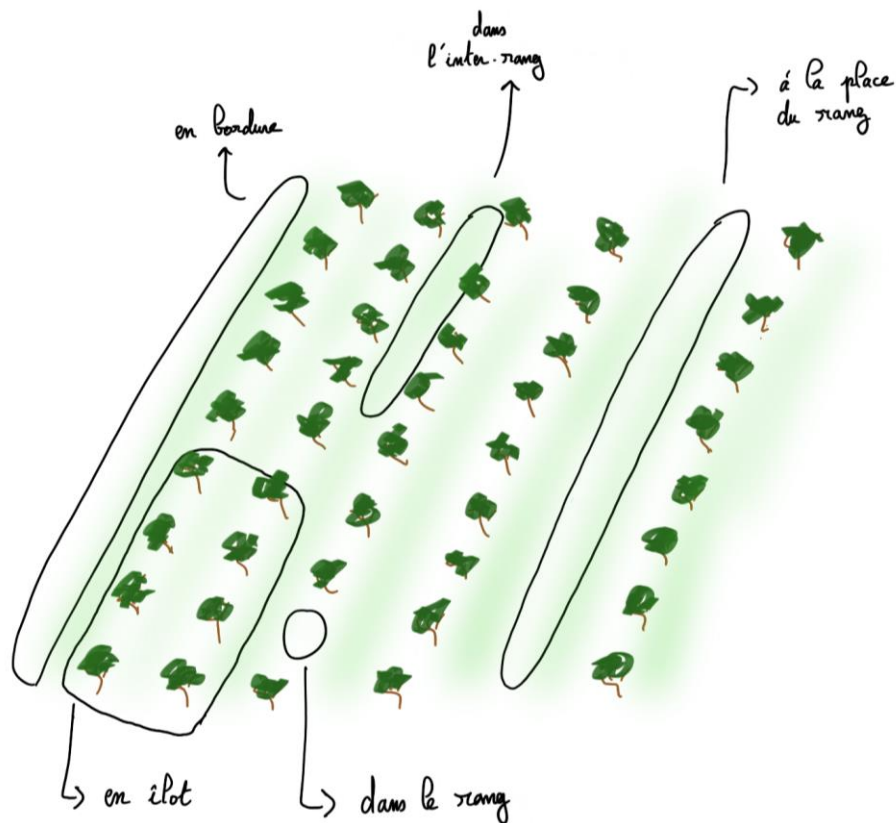


Figure 12 : Schéma des principaux espaces de diversification possible dans une parcelle viticole

Les types de culture ou de production associées ont été regroupées dans les catégories suivantes : agrivoltaïsme, agroforesterie, apiculture, céréales, diversification des cépages, maraîchage et pastoralisme. L'agrivoltaïsme est définie par l'Ademe comme une « synergie entre production agricole et production photovoltaïque sur une même surface de parcelle. L'installation photovoltaïque doit ainsi apporter un service en réponse à une problématique agricole » (Ademe, 2022). Nous prendrons ici l'agroforesterie sous sa définition la plus large, soit « l'ensemble des pratiques agricoles qui associent sur une même parcelle des arbres (sous toute leur forme : haies, alignements, bosquets, tec.) à une culture agricole et/ou à de l'élevage » (Afac, 2023). L'apiculture se définit comme l'art « d'élever et de soigner les abeilles en vue d'obtenir de leur travail dirigé le miel, la cire et les autres produits du rucher » (Larousse, n.d.). La culture de céréales est ici considérée quand l'objectif qu'elle implique est commercial (*a contrario* des semis qui peuvent être réalisés dans le cadre d'un couvert végétal). La

diversification des cépages consiste à la plantation (en co-plantation ou en complantation¹) de vignes de cépages différents sur une même parcelle. La diversification des cépages a été considérée dans cette étude car c'est une pratique en rupture avec le système dominant défini plus haut, où les parcelles ne sont constituées que d'un unique cépage, voire d'un unique clone. On considère dans cette étude comme maraîchage toute forme de culture de produits maraîchers (légumes). Enfin, on appellera pastoralisme toute forme d'intégration d'animaux dans les vignes, que les animaux appartiennent à un éleveur extérieur ou à l'exploitant, que les animaux partent en estive pâturer des espaces naturels ou non. On peut ainsi distinguer les systèmes innovants selon le type de diversification et la disposition spatiale de la production associée (Tableau 4).

type de diversification	espace de la diversification						
	à la place du rang	dans le rang	inter-rang	en bordure	îlots	au-dessus des vignes	autre
agroforesterie	19	12	1	5			1
pastoralisme					13		2
maraîchage		2	3	1			
céréales			2				
diversification cépages		4			1		
agrivoltaïsme						1	
apiculture							4
autre			1				
Total viticulteurs	19	18	7	6	14	1	7

Tableau 4 : Nombre de viticulteurs ayant mis en place chaque type de système dominant

Enfin, un troisième critère entre en jeu dans la caractérisation de ces systèmes innovants. Il s'agit de leur temporalité. Cette temporalité intervient à trois niveaux. D'une part lors de la mise en place du système innovant : les vignes ont-elles été plantées au moment de la mise en place du système innovant ? Étaient-elles déjà présentes avant ? On peut se poser les mêmes questions pour la culture associée. D'autre part, la temporalité intervient à l'échelle annuelle, sur les travaux que les deux cultures impliquent : les calendriers de travail sont-ils complémentaires ? L'association des deux cultures implique-t-elle des surcharges temporaires de travail ? Ou au contraire, permet-elle de combler efficacement les périodes de « creux » ? Enfin, la temporalité intervient sur le moyen et long terme, à propos de la durée de vie des systèmes innovants. Nécessitent-ils un engagement sur le long terme, presque irréversible, ou bien est-il possible de changer d'avis et de modifier son système facilement et rapidement ?

On peut noter qu'à l'exception des systèmes innovants avec une diversification des cépages plantés à l'échelle de la parcelle, les différents systèmes innovants ne sont pas associés à des cépages particuliers. On retrouve dans ces cas-là les mêmes cépages que pour les systèmes dominants caractérisés

¹ co-plantation : plantations simultanées
complantation : plantations successives dans le temps

ii. *Systèmes agroforestiers*

Les systèmes agroforestiers sont ici des systèmes à base de vignes et d'arbres. Au total, 38 systèmes innovants agroforestiers ont été identifiés. Ils sont recensés dans le Tableau 5.

SI	nom du système innovant
01	rangées d'arbres alignée à un arbre indigène
02	vignes implantées autour d'un bosquet
03	vignes dans une oliveraie
04	rangées d'oliviers
05	rangées d'arbres le long des terrasses
06	rangées d'arbres dans la pente
09	complantation d'arbres dans le rang
10	rangées d'oliviers et de lavandes sur une parcelle nouvellement plantée
11	rangées d'oliviers et de lavandes après arrachage de vignes
12	rangées d'arbres fruitiers
14	rangées d'arbres fruitiers et ornementaux
17	complantation d'arbres fruitiers
18	greffe d'amandiers sur des pistachiers sauvages
23	semis d'arbres fruitiers au pied de la vigne
24	bouture de lierre sous le pied de la vigne
25	complantation d'arbres fruitiers
27	plantation de haies intra-parcellaires diversifiées
29	complantation de figuiers de barbarie
30	complantation de caroubiers et d'amandiers
36	rangées d'arbres dans parcelle diversifiée
37	ancienne parcelle avec vignes et oliviers
42	complantation réfléchie d'arbres dans le rang
43	complantation aléatoire d'arbres dans le rang
46	plantation d'amandiers en coin de parcelle
48	rangées de figuiers après arrachage de vignes
50	arbres fourragers dans les déblais de pierre
51	plantation de haies intra-parcellaires diversifiées
53	arbres en coin de parcelle
56	rangées d'oliviers avec ponctuellement des chênes
59	arbres en inter-rang
60	vignes plantées dans un verger
61	plantation de haies intra-parcellaires diversifiées
64	rangées d'arbres forestiers et légumineuses après arrachage de vignes
65	rangées d'arbres forestier et légumineuses à la plantation
66	rangées d'oliviers dans les vignes
69	plantation de haies champêtre plurispécifique
70	plantation d'arbres à trognes et de fruitier à la place d'un rang arraché, bulbes en couvert
72	vignes mariées aux arbres qui ont poussé spontanément dans la parcelle

Tableau 5 : Noms des systèmes innovants agroforestiers

Les arbres peuvent être plantés de nombreuses façons dans une parcelle de vigne. Qu'il s'agisse de la disposition spatiale ou de la temporalité de la plantation (Tableau 6), une grande diversité a été

observée. De même, les essences d'arbres utilisées ainsi que les objectifs derrière leur choix sont très variés.

		Espace de la diversification				
		à la place du rang	dans le rang	dans l'inter-rang	en bordure	parcelle entière
Temporalité ¹	vignes en place	5	10	1	4	
	vignes plantées	14	2		2	1

Tableau 6 : Nombre de systèmes innovants selon l'espace de diversification et la temporalité

On constate que le type de système le plus fréquent est celui où des arbres sont présents à la place d'un rang de vignes. Majoritairement, il s'agit de systèmes où une rangée d'arbres est installée à intervalle régulier en remplacement d'un rang de vigne. Ces systèmes ont majoritairement été installés à la plantation, sauf dans les cas où des rangs de vignes ont été arrachés, que cela soit dans le but de planter des arbres (2 cas, SI 11, SI 64) ou non (2 cas où les vignes ont été arrachées initialement pour faire passer un tracteur, SI 48, SI 70). Les essences utilisées sont très diverses, allant de systèmes avec deux espèces comme l'association vignes-oliviers (5 cas, SI 03, SI 10, SI 11, SI 37, SI 66) ou vignes-figuiers (SI 48) jusqu'à des systèmes plurispécifiques très diversifiés. Certains systèmes ont une organisation spatiale répétée, avec par exemple l'alternance dans la rangées d'arbres fruitiers et ornementaux (SI 14), d'arbres fruitiers avec des Fabacées (SI 01), d'arbres ornementaux avec des Fabacées (3 cas, SI 65, SI 66) ou d'arbres fruitiers avec des trognes (SI 70). D'autres systèmes n'ont pas de schéma répétitif, comme la mise en place de haies intra-parcellaires (3 cas, SI 27, SI 51, SI 61) ou la plantation d'arbres fruitiers (SI 12). Les écarts entre les arbres pouvant être relativement élevés, il arrive que certains viticulteurs plantent d'autres espèces entre les arbres. On peut ainsi retrouver des pieds de lavande entre des oliviers (2 cas, SI 10, SI 11), des arbustes entre les arbres des haies intra-parcellaires (2 cas, SI 27, SI 51) ou encore des bulbes au pieds des trognes (SI 70). Parmi tous ces systèmes, certains ont aménagé les inter-rangs de manière à laisser plus d'espace entre un rang de vignes et une rangée d'arbres (Figure 13) avec parfois jusqu'à l'équivalent de 2 inter-rang de vignes de chaque côté des arbres (4 cas, SI 12, SI 51, SI 64, SI 65), alors que d'autres n'ont gardé que l'équivalent d'un inter-rang de vigne (3 cas, SI 10, SI 11, SI 70), voire ont rapproché le rang d'arbre à quelques dizaines de centimètres du rang de vigne (SI 48).

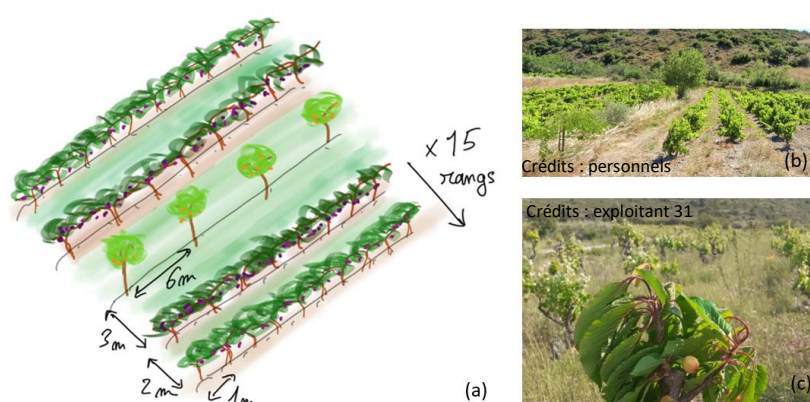


Figure 13 : Exemples d'un système avec une rangée d'arbres fruitiers à la place du rang : (a) SI 12, (b) SI 01, (c) SI 70

Le deuxième type de système le plus fréquent en agroforesterie est la présence d'arbres dans le rang de vignes. On peut alors distinguer trois types de systèmes, selon la disposition des espèces et leur temporalité : les systèmes avec des arbres complantés dans le rang (Figure 14a) en remplacement des

¹ Ici la temporalité correspond à la présence ou l'absence de vignes antérieures à la mise en place du système innovant.

ceps manquants (5 cas, SI 09, SI 43, SI 17, SI 25, SI 29), les systèmes où les arbres sont présents à côté du pied de vigne dans (3 cas, SI 18, SI 23, SI 24, SI 72) et les systèmes où un espace a été aménagé pour que des arbres soient plantés à la place de pieds de vigne lors de la plantation (2 cas, SI 06, SI 42), comme représenté dans la Figure 14b. Nous pouvons d'ailleurs noter que certains systèmes innovants de ce type ont été conçus dans l'objectif de faire des vignes mariées¹ (SI 23, SI 72). Le viticulteur du SI 70, dans lequel une vigne « oubliée » est plantée en alternance avec les arbres, ne s'interdit pas d'essayer de faire monter la vigne dans l'arbre voisin. Dans tous les systèmes présentés ici, les essences utilisées sont encore une fois très diverses, avec des fruitiers (8 cas SI 06, SI 09, SI 17, SI 23, SI 25, SI 30, SI 42, SI 43, SI 72), et des Fabacées (4 cas, SI 06, SI 30, SI 42, SI 43), mais aussi des essences plus originales comme le lierre (SI 24) ou le figuier de barbarie (SI 29). Pour la grande majorité des systèmes, les arbres sont alors présents proches des autres pieds de vigne, puisqu'ils remplacent un cep mort. Il arrive parfois que l'espace soit libéré autour de l'arbre, soit car ce dernier était en place et a fortement concurrencé les vignes proches (SI 18), soit intentionnellement lors de la plantation (SI 06).

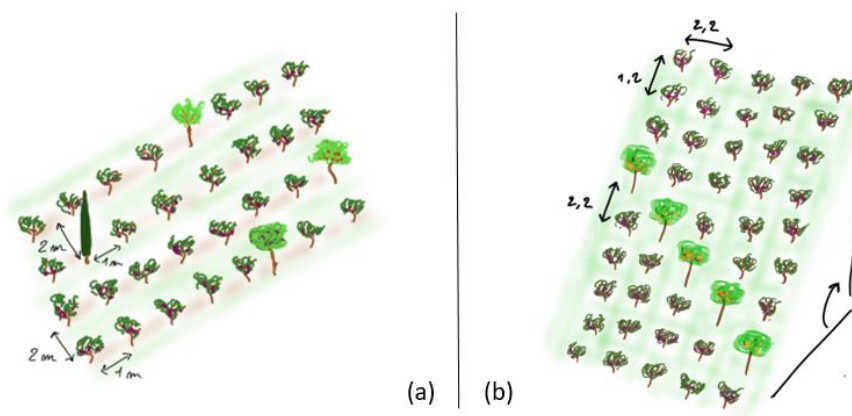


Figure 14 : exemples de SI avec des arbres dans le rang avec (a) un SI avec des arbres complantés à la place de ceps morts (SI 09) et (b) un SI avec des arbres plantés dans le rang dans une parcelle en pente (SI 06)

Les systèmes innovants caractérisés en bordure de parcelle l'ont été car ils avaient un impact sur les pratiques culturales ou avait des objectifs bien spécifiques. Par souci de simplification et de synthèse, les haies en bordure de parcelle n'ont été considérées comme un système innovant qu'une seule fois. Le choix du système a été fait *a posteriori*, afin de caractériser un système le plus représentatif possible de ce qui a été rencontré, que cela soit en termes d'espèces présentes ou d'objectifs associés. Sinon, ont été considérés « en bordure » les arbres plantés en coin de parcelle afin de rentabiliser un maximum l'espace disponible tout en simplifiant les travaux mécanisés (SI 53 et SI 46), et les arbres plantés en bordure rendant des services non négligeables au viticulteur, comme le maintien des terrasses (SI 05, Figure 15), la production de fourrage à destination des animaux de l'exploitant (SI 50) ou un rempart face au vent nécessaire à la survie des vignes (SI 69). Dans le cas des arbres en bordure, les systèmes ont été conçus pour répondre à ces objectifs spécifiques. Les arbres plantés en coin de parcelle l'ont été en même temps que la plantation des vignes, et la disposition de la parcelle a été prévue à cet effet.

¹ Les vignes mariées sont une forme de culture de la vigne où la vigne se sert de l'arbre comme d'un support, les lianes de la vigne et les branches de l'arbre s'entremêlant.

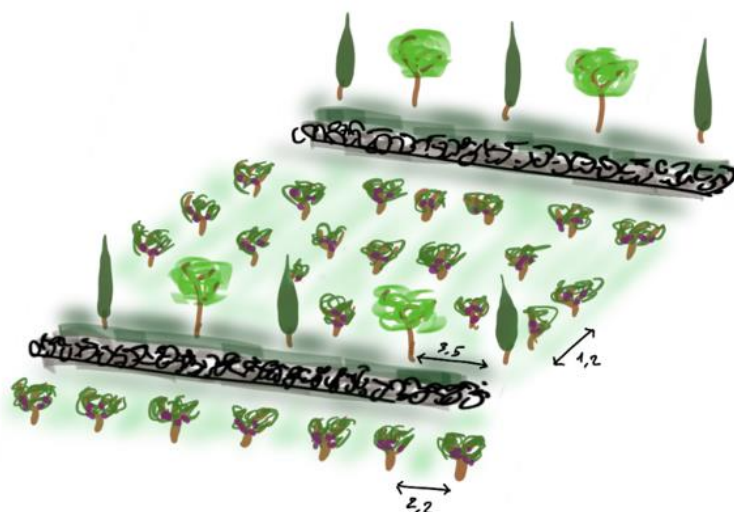


Figure 15 : Exemple de rangées d'arbres en bordure de terrasse (SI 05)

Deux autres systèmes innovants plus rares ont été repérés. L'un consiste en la présence d'arbres dans l'inter-rang (SI 59), et l'autre en la présence d'un bosquet au milieu de la parcelle (SI 02). Le SI 59 empêche toute possibilité de mécaniser la parcelle sur les inter-rangs où les arbres ont été plantés ; le SI 02 augmente le temps de travail en ajoutant un nombre conséquent de manœuvres avec le tracteur une fois les rangs raccourcis terminés.

La mise en place d'arbres dans la parcelle est aussi à prendre en compte dans le calendrier cultural. Bien qu'une fois adultes les arbres demandent peu d'entretien, les viticulteurs enquêtés ont souligné l'importance d'en prendre énormément soin les premières années. Il s'agit surtout d'arroser les jeunes plants, de les protéger face aux agresseurs (lièvres, chevreuil, sanglier ...), voire parfois de désherber, ce qui « doit se faire à la main » (exploitant 2). Une fois les arbres en place, les activités les plus chronophages sont la récolte (pour les fruitiers et oliviers) et la taille hivernale (Figure 16). Dans tous les cas, la mise en place d'arbres au sein de la parcelle oblige le viticulteur à s'engager sur le long terme, que cela soit pour attendre l'obtention d'une production (de fruits, d'olives ...) ou le développement suffisant des arbres pour que ces derniers produisent les bénéfices écosystémiques attendus (ombre, création d'humus via la chute des feuilles ...).

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
vignes	taille	Débourrement		travaux en vert & traitements				vendanges				taille
figuiers	taille							récolte				taille
oliviers	taille									récolte		taille
fruitiers	taille					récolte					taille	
figuiers de barbarie	taille							récolte				taille
ornementaux	taille											taille

Figure 16 : Calendrier de travail des cultures associés vignes-arbres

iii. Systèmes pastoraux

Les systèmes pastoraux sont les systèmes dans lequel il y a intégration d'animaux d'élevage dans les vignes. Au total, 15 systèmes pastoraux ont été identifiés. Ils sont recensés dans le Tableau 7.

systeme innovant	nom du système innovant
07	pâturage des vignes par les brebis d'un berger (non renseigné)
21	pâturage des vignes par ses brebis (6)
22	pâturage des vignes par les brebis d'un berger (15)
28	pâturage des vignes par les chevaux d'un voisin (5)
31	pâturage des vignes par ses chèvres (4)
35	pâturage des vignes par ses chevaux (3)
38	pâturage des vignes par ses vaches (10)
39	pâturage des vignes par ses ânes (3)
40	pâturage des vignes par ses brebis hors période de reproduction (150)
44	pâturage des vignes par les brebis d'un berger (500)
47	pâturage des vignes par ses vaches (4)
49	pâturage des vignes par ses brebis en période de reproduction (150)
54	pâturage des vignes par ses brebis hors période de reproduction (50)
67	pâturage des vignes par ses vaches, brebis, ânes, chevaux et poules (25)
68	pâturage dynamique des vignes par ses vaches après le débourrement (10)

Tableau 7 : Noms des systèmes innovants pastoraux (entre parenthèses sont indiqués les nombres d'animaux)

L'intégration peut se faire selon différentes modalités spatiales : dans des parcs ou en pâturage libre sur la surface de l'exploitation (Tableau 8).

		animaux					
		ânes	brebis	chevaux	chèvres	diversifiés	vaches
espace de la diversification	parcs	1	6	2	1	1	2
	ouvert		1				1

Tableau 8 : Nombre de systèmes innovants selon les propriétaires des animaux et les animaux pâturants

Parmi ces systèmes, tous sont temporaires, et 14 systèmes consistent en des pâturages hivernaux, le dernier en un pâturage printanier. Différents animaux peuvent être intégrés dans les vignes. Les plus fréquents rencontrés pendant cette étude sont les brebis (7 cas, SI 07, SI 21, SI 22, SI 40, SI 44, SI 49, SI 54), les vaches (3 cas, SI 38, SI 47, SI 68), les chevaux (2 cas, SI 28, SI 35). Les ânes (SI 39) et les chèvres (SI 31) ont été rencontrés une fois. Dans une exploitation, certains de ces animaux (vaches, chevaux, ânes, brebis, poules) ont été mis à pâturer ensemble dans les vignes (SI 67). On peut noter que l'exploitant 30 a essayé d'intégrer des cochons dans les vignes, mais qu'il a arrêté car ils étaient trop compliqués à gérer (difficultés rencontrées pour les parquer). Le nombre d'animaux est aussi très variable. La plupart des viticulteurs enquêtés s'accordent à dire qu'il faut « un hectare de pâturage pour un animal ». L'intégration des animaux dans les vignes peut se faire selon différentes modalités spatiales. En particulier, les animaux peuvent être parqués dans des espaces plus ou moins grands, voire laissés en milieu ouvert. Ainsi, les espaces de pâturage peuvent aller de petits parcs d'un hectare environ (9 cas, SI 21, SI 22, SI 28, SI 31, SI 35, SI 40, SI 44, SI 54, SI 68) à des milieux ouverts où les animaux peuvent pâturer où ils le souhaitent dans plusieurs hectares (2 cas, SI 47, SI 67).

Dans le cas du pâturage printanier (SI 68), ce dernier est effectué par des vaches une fois que l'herbe a « bien poussé » au printemps. Les vignes sont donc entrées dans leur période de croissance végétative (Figure 17). Les vaches sont alors parquées dans un petit espace (1 hectare environ) pour qu'elles mangent un maximum d'herbe. Les viticulteurs les surveillent attentivement pour s'assurer qu'elles ne mangent pas de pousses de vignes. Au bout de quelques jours (2 ou 3), quand la ressource en herbe n'est plus assez abondante, les vaches sont sorties pour qu'elles ne s'attaquent pas aux vignes. Cette pratique demande une vigilance accrue, mais permet au viticulteur d'éviter un passage de désherbage.



Figure 17 : photographie des vaches dans une pâture printanière (SI 68)

Les animaux peuvent être intégrés dans des parcelles avec des systèmes de conduite différents. Ces derniers, au sein de toutes les surfaces viticoles pâturées, peuvent être conduits en gobelet, palissés, ou les deux (mixtes). Les animaux sont surtout installés dans des espaces qui peuvent être en gobelet ou palissé selon le parc (6 cas, SI 07, SI 38, SI 39, SI 44, SI 67, SI 68), 5 systèmes sont uniquement palissés (5 cas, SI 35, SI 40, SI 47, SI 49, SI 54) et 4 sont uniquement en gobelet (4 cas, SI 21, SI 22, SI 28, SI 31). On constate aussi une forte hétérogénéité dans les espèces présentes dans ces différents systèmes, avec des espèces de petite taille (chèvres et brebis) et de grande taille (ânes, chevaux, vaches) dans chaque système de conduite de la vigne. Il ne semble donc pas y avoir de choix préférentiels d'animaux selon la conduite des vignes. Le passage des gros animaux dans des vignes palissées peut s'expliquer de deux raisons : d'une part parce que les animaux ont été mis au pâturage alors que les vignes étaient déjà en place, d'autre part parce qu'il « *ne faut pas adapter l'animal à la vigne, mais la vigne à l'animal* ». C'est ainsi que l'exploitant 30 a fait le choix de supprimer les fils porteurs de ses palissages, afin que les animaux puissent passer de rangs en rangs.

L'intégration d'animaux pose aussi la question de à qui appartiennent ces animaux. La pratique la plus fréquente est de faire appel aux animaux d'un berger. Durant cette traque, ces systèmes ont été caractérisés quatre fois (SI 07, SI 22, SI 28, SI 44), mais ont été identifiés à de nombreuses autres reprises. Parmi eux, tous ont mis en place une association sur le moyen-long terme, qu'elle reste informelle (SI 07, SI 28, SI 44) ou qu'elle soit dans le cadre d'un projet (SI 22). Tous ces systèmes pastoraux sont encore en place, sauf le SI 22 qui s'est arrêté en même temps que les financements du projet. L'autre possibilité est que les animaux appartiennent à l'exploitant, avec une activité d'élevage pour la vente (6 cas, SI 31, SI 38, SI 40, SI 49, SI 54, SI 68) ou à destination non commerciale (5 cas, SI 21, SI 35, SI 39, SI 47, SI 67). Dans le cas où des animaux sont vendus, cela peut être pour la

production de viande (SI 31, SI 40, SI 49, SI 54, SI 68) ou pour la vente d'animaux vivants à destination d'autres exploitations et fermes pédagogiques souhaitant acheter des vaches (SI 38). Parmi les exploitants ayant leurs propres animaux, un des critères récurrents de choix a été la race. La plupart des exploitants ont choisi des races « rustiques » bien adaptées au climat méditerranéen, comme les brebis Raïoles (SI 54), les Caussenardes de garrigues (SI 49) ou les Rouges du Roussillon (2 cas, SI 21, SI 22), les chèvres catalanes (SI 31), les vaches Highland (2 cas, SI 38, SI 47) ou Galloway (2 cas, SI 67, SI 68). Certaines de ces races sont représentées dans la Figure 18. Dans un autre cas, la race de l'animal a été choisie car elle permet une meilleure valorisation de la viande en AOP « Agneaux de Sisteron » dont les trois races acceptées sont la Mérinos d'Arles, la Préalpes du Sud et la Mourérous (INAO, 2022).



Figure 18 : Photographies de (a) brebis Raïoles, (b) de vaches Highlands et (c) de vaches Galloway

iv. Systèmes céréaliers

Deux systèmes céréaliers (Tableau 9) ont été trouvés parmi les systèmes innovants.

système innovant	nom du système innovant
16	orge en inter-rang
57	blé tendre en inter-rang

Tableau 9 : Noms des systèmes innovants céréaliers

Le premier système est à base d'orge d'hiver (SI 16) et le second à base de blé tendre d'hiver (SI 57). Dans les deux cas, cette culture est réalisée en inter-rang, un inter-rang sur deux. L'autre inter-rang est semé avec un couvert végétal dans les deux cas. Les deux viticulteurs ont indiqué que cette mesure est nécessaire pour « pouvoir passer sans abîmer la culture [de céréales] ». Les deux systèmes innovants caractérisés ne sont pas irrigués, et les viticulteurs comptent sur les pluies automnales pour assurer la bonne levée des semis (Figure 19). Dans les deux cas, le semis est réalisé après un travail du sol superficiel. La récolte est quant à elle réalisée à l'aide d'une moissonneuse miniature. Un viticulteur en a trouvé une d'une largeur de coupe de 2,43 m chez un collectionneur (SI 16), l'autre en a récupéré une d'une largeur de coupe de 1,55 m chez un semencier (SI 57). Les deux viticulteurs alternent une année sur deux les inter-rangs dans lequel sont semées les céréales.

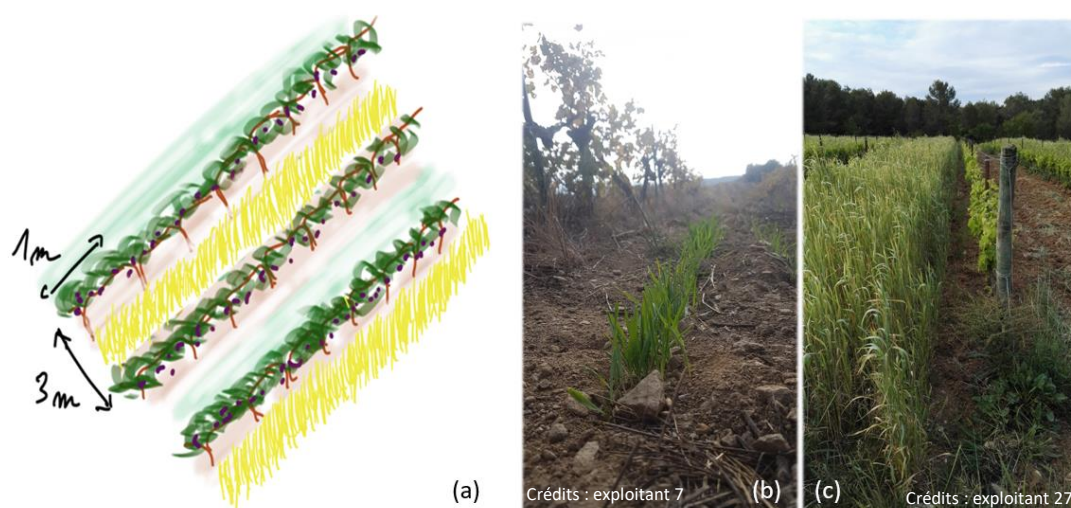


Figure 19 : Exemple (a) d'un système avec de l'orge en inter-rang (SI 16) schématisé et (b) en photo. (c) photographie du blé avant la récolte (SI 57)

Dans les deux cas, les céréales se cultivent en hiver, avec un semis à l'automne, une épiaison en fin avril pour une récolte en mai (Figure 20). Suivant le cycle physiologique normal de ces céréales, peu de concurrence hydrique devrait être constatée. En effet d'après le viticulteur du SI 16, à partir de l'épiaison, les céréales ne sont plus en croissance et leur besoin en eau ne sont pas assez importants pour concurrencer la vigne. Une des viticulteurs (SI 57) a tout de même souligné que sur le long terme, il est possible que les céréales exportent beaucoup de nutriments et que les couverts végétaux ne suffisent pas à renouveler les stocks de nutriments. L'autre (SI 16) s'inquiétait plutôt des maladies cryptogamiques, et pense à terme faire des rotations tous les deux ans de part et d'autre de la parcelle. Pour le moment, seul 1 ha sur les 2,5 est cultivé avec de l'orge en inter-rang. Le viticulteur est contraint de ne cultiver que cette parcelle en association vignes-orge, car il s'agit de sa seule parcelle où la moissonneuse peut passer dans l'inter-rang (les inter-rangs mesurent 3 mètres). Cependant, il estime

que la quantité d'orge produite sera suffisante par rapport à la capacité de production de son atelier de brassage.

Comme les céréales sont des cultures annuelles, il est facile pour les exploitant de cesser leur association vignes-céréales s'ils le désirent. C'est d'ailleurs le cas de l'exploitant 27 (SI 57) qui a cessé l'association après deux ans pour passer en non-travail du sol. Le second viticulteur a réalisé son premier semis en octobre 2022. Il a encore peu de recul et adaptera ses pratiques en fonction de ses résultats.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
vignes	débourrement			vendanges								
orge	épiaison			récolte			semis					
blé tendre	épiaison				récolte		semis					

Figure 20 : Calendrier de travail des cultures associés vignes-céréales

v. Systèmes maraîchers

Au total, 6 systèmes innovants maraîchers ont été identifiés (Tableau 10).

système innovant	nom du système innovant
13	courges en bordure
15	pommes de terre, oignons et melons en inter-rang
33	pommes de terre et oignons en inter-rang
34	fèves en inter-rang
58	légumes ratatouille dans le rang
71	maraîchage en inter-rang sous des vignes en pergola

Tableau 10 : Noms des systèmes innovants maraîchers

Le point commun principal de ces cinq systèmes est que tous ont accès à l'eau d'irrigation (bien que l'irrigation ne soit pas installée dans le SI 13). Parmi ces systèmes, trois sont situés dans l'inter-rang (3 cas, SI 15, SI 33, SI 34), un en bordure (SI 13) et un dans le rang (SI 58). Quatre sont des cultures estivales (4 cas : SI 13, SI 15, SI 33, SI 58) et une est une culture hivernale (culture de fèves, SI 34). Pour les pommes de terre et les oignons (2 cas, SI 15, SI 33), les deux exploitants ont creusé un sillon au centre de l'inter-rang, y ont déposé les semences et ont refermé le sillon. Le tracteur peut encore passer, les parties végétatives étant évitées par les roues du tracteur. Le melon (SI 15) a quant à lui été planté un inter-rang sur deux, afin de pouvoir passer dans la parcelle avec le tracteur quand ces derniers sont bien développés. Les courges qui ont été semées en bordure de parcelle n'ont modifié en rien les pratiques culturales de l'exploitant, qui ne s'en est pas occupé jusqu'à la récolte. La dernière culture estivale est celle des « légumes ratatouille » (2 cas, SI 58, SI 71) dans le rang. Ces derniers ont été plantés une fois les graines levées à la place des ceps morts. Les plants montaient sur les fils porteurs de la vigne (SI 58) ou montaient à des tuteurs plantés dans le rang, maintenus par les arceaux conduisant les vignes en pergola (SI 71, Figure 21b). La culture de fèves en inter-rang (SI 34) a été faite un inter-rang sur deux et les fèves sont récoltées à la main.



Figure 21 : Exemple d'une culture maraîchère (a) en inter-rang (SI 15) et (b) sous des vignes en pergola (SI 71)

Aux vues des périodes de développement qui se chevauchent avec celle de la vigne (Figure 22), l'irrigation est nécessaire pour éviter les stress hydriques des deux cultures associées. Concernant sa gestion, les tuyaux d'irrigation des systèmes en inter-rang (3 cas, SI 15, SI 33, SI 34) ont été tirés au centre de l'inter-rang et le pilotage de l'irrigation se fait selon les besoins des cultures maraîchères. La vigne « prend ce qu'il reste » (exploitant 6). Les courges en bordure (SI 13) ne sont pas irriguées. Les légumes ratatouilles (SI 58) sont irrigués selon les besoins de la vigne, car il n'est pas possible de gérer les apports d'eau de manière différenciée sur un même rang. Parmi ces cultures, la pomme de terre, l'oignon, la courge, le melon et la fève ont été choisies pour leur compatibilité avec les traitements phytosanitaires de la vigne. Selon l'exploitant 6, les pommes de terre et les oignons sont en effet traités avec du soufre, et les melons avec du cuivre. Il n'y a donc pas d'incompatibilité et le traitement de la vigne est bénéfique pour ces cultures associées. La courge est quant à elle peu exposée au traitement du fait de sa position dans la parcelle, et les légumes ratatouilles sont sur des parcelles peu traitées d'après l'exploitant 28.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
vignes	taille	débourrement		travaux en vert & traitements				vendanges				taille
pomme de terre				plantation			récolte					
oignon				plantation			récolte					
melon				plantation			récolte					
courges				plantation				récolte				
légumes ratatouilles				plantation			récolte					

Figure 22 : Calendriers de plantation et de récolte des cultures maraîchères associées

Les cultures maraîchères étant des cultures annuelles, il est aisé pour les viticulteurs d'arrêter cette association d'une année à l'autre. Toutefois, tous les viticulteurs ayant mis en place ce genre d'association l'ont fait assez récemment, avec un début en 2019 (2 cas, SI 15, SI 71), en 2021 (SI 33) ou en 2022 (SI 15, SI 34, SI 58), mais aucun n'a arrêté. Ce sont toujours les mêmes parcelles utilisées. En effet, l'exploitant 6 réalise cette association sur sa seule parcelle irriguée, l'exploitant 13 a mis en place ses systèmes innovants sur les deux parcelles lui appartenant, l'exploitant 28 profite de sa parcelle pleine de manquants pour faire ses essais d'association, et l'exploitant 32 a une des deux parcelles utilisées qui est conduite spécifiquement en pergola pour tester l'effet de l'ombrage sur les tomates. Trois des quatre viticulteurs ayant mis en place ces systèmes ont d'ailleurs pour projet de continuer ces associations.

vi. *Systèmes avec des cépages diversifiés*

Au total, 5 systèmes innovants avec une diversification des cépages ont été recensés au cours de cette étude. Ils sont présentés dans le Tableau 11.

système innovant	Nom du système innovant
8	co-plantation de 5 cépages sur 5 porte-greffes dans une parcelle
32	co-plantation aléatoire d'une dizaine de cépages
41	co-plantation aléatoire de 13 cépages
52	co-plantation de 2 cépages résistants en 4 îlots
62	co-plantation de 6 cépages en répétant le même ordre

Tableau 11 : Noms des systèmes innovants avec une diversification des cépages

Dans ces systèmes, les différences principales sont le nombre de cépages différents plantés dans la parcelle, le mode de mise en place de ces cépages ainsi que la fonction des cépages. En effet, les parcelles ont parfois été co-plantées avec deux cépages différents (SI 52), parfois avec 5 cépages (SI 08), 6 cépages (SI 62) ou une dizaine de cépages (2 cas, SI 32, SI 41). Les densités de plantation ne sont pour autant pas modifiées, sauf dans le cas du SI 41 qui est planté à forte densité (7700 pieds/ha), supérieure aux densités habituelles. Le mode de mise en place peut aussi différer, puisque dans certains systèmes, la co-plantation est aléatoire (3 cas, SI 08, SI 32, SI 41) alors que dans d'autres, elle est réfléchie et organisée. Cette organisation peut alors prendre une forme d'îlots pour mieux étudier les différences entre cépages (SI 52) ou d'une répétition d'une succession précise de cépages sans but particulier (SI 62). Enfin le choix des cépages utilisés est différent selon les objectifs. Certains viticulteurs ont ainsi planté des cépages classiques comme la Syrah, le Mourvèdre, le Carignan ou le Grenache (2 cas, SI 08, SI 62), d'autres souhaitant préserver des cépages anciens ou représentatifs de l'appellation ont planté des cépages plus originaux comme le Picpoul noir, le Rivairenc, l'Aramon, le Cinsault, le Grenache noir, le Grenache gris, le Viognier, le Castet, le Morrastel, le Vaccarèse ou le Bourboulenc (2 cas, SI 32, SI 41), et un dernier utilise du Floréal et du Saurélie qui sont des « *cépages résistants* » (SI 52).

Concernant la mise en œuvre de ces systèmes innovants, le viticulteur du système avec des cépages co-plantés aléatoirement par un sous-traitant (SI 32) procède de la sorte : après que la commande des plantiers soit effectuée, il les reçoit avec un cépage par sac. Il faut ensuite redistribuer tous les plantiers par parcelle (un sac avec le mélange de plantiers par parcelle). Les plantiers sont ensuite plantés à la machine (ou à la main) par un sous-traitant. Le viticulteur ne sait donc pas où sont localisés les différents cépages dans la parcelle. Ces parcelles sont gérées de la même manière que les autres, et il n'y a pas de taille ou de vendange différenciées selon les ceps. Cependant, il explique qu'avec le temps, « *les maturités sont lissées* » bien que les cépages aient initialement des précocités légèrement décalées, et que les raisins manquant un peu de maturité permettent d'amener de l'acidité et de la fraîcheur qui sont recherchées dans le produit final. Un autre viticulteur a planté aléatoirement les différents cépages, mais avait la volonté de pouvoir les identifier facilement (SI 41). Il a donc mis un panneau identifiant le cépage au pied de chaque cep. Le troisième viticulteur ayant planté aléatoirement (SI 08) a planté dans un premier temps les porte-greffe (5 différents), puis a ensuite greffé dessus les 5 cépages qu'il souhaitait planter. Cela conduit donc à 25 combinaisons différentes (5 porte-greffes × 5 cépages). Le viticulteur ayant planté une succession de cépages toujours identiques les a plantés à la main, et celui ayant planté en îlot l'a fait à la machine de manière identique à une plantation classique.

Presque tous ces systèmes (4 cas, SI 08, SI 32, SI 41, SI 62) sont vendangés manuellement. Cela permet de sélectionner les grappes qui ont un degré de maturité suffisant si nécessaire. Le seul système vendangé mécaniquement est celui où les cépages sont regroupés en îlots (SI 52).

Dans les cas où les cépages ne sont pas plantés en îlots, certains choix sont faits pour faciliter le travail de ces parcelles, que cela soit dans la parcelle ou à la cave. Les cépages plantés sont majoritairement rouges, avec quelques cépages blancs. « *S'il y en a un qui se trompe et qui ramasse une grappe de rouge, dans le blanc, ça colore, et le sceau il est foutu ... donc ça a peu d'intérêt pour nous finalement* » (exploitant 19). Un viticulteur a aussi fait le choix de garder 80% d'un cépage dominant avec ses caractéristiques œnologiques connues. « *Si on avait dès le début tout assemblé à la vigne, c'est un sacré pari ... on essaye de ne pas trop se lier les mains non plus [...] on a encore le choix de faire ce qu'on veut* » (exploitant 12).

vii. *Système agrivoltaïque*

Un seul système a été identifié et enquêté dans ce cas-là (Tableau 12), bien qu'il semble que cela tende à se démocratiser ((Trévoux, 2021))

système innovant	nom du système innovant
20	mise en place de panneaux solaire au-dessus des vignes

Tableau 12 : Nom du système agrivoltaïque

Il est nécessaire de réaliser les travaux de construction avant la plantation des vignes. Les vignes ont été plantées avec trois rangs de vignes entre chaque rang de pylônes, et des vignes entre chaque pylône (voir Figure 23). Le système s'étend sur 5 ha d'un seul tenant. Ayant aussi une vocation expérimentale, le système est complété par une parcelle témoin de 2 ha, gérée de la même manière, ainsi que par un grand nombre d'instruments de mesure pour analyser les différences microclimatiques entre les vignes sous panneaux et les vignes témoins. Le système est désherbé toute l'année, chimiquement sous le rang et mécaniquement dans l'inter-rang. Les vendanges sont mécaniques sur les rangs complets, et manuelles sous les rangs avec les pylônes.



Figure 23 : Photographie du système agrivoltaïque

Le viticulteur travaille en étroite collaboration avec une société de conseil agronomique qui gère à distance l'orientation des panneaux et la récupération des données microclimatiques. Le viticulteur dit être décisionnaire du taux d'ombrage apporté à ses vignes par les panneaux entre le débourrement et les vendanges. En période hivernale, l'orientation des panneaux est réfléchi pour maximiser leur ensoleillement.

Enfin, d'autres systèmes plus secondaires ont été étudiés (Tableau 13).

système innovant	nom du système innovant
19	mise en place de 5 ruches en atelier extensif
26	sauvegarde des adventices dans l'inter-rang
45	mise en place de 1 ruche en atelier extensif
55	mise en place de 25 ruches gérée par des apiculteurs
63	mise en place de 25 ruches gérée par des apiculteurs

Tableau 13 : Noms des autres systèmes innovants étudiés

Majoritairement, il s'agit de systèmes apicoles (5 cas, SI 19, SI 45, SI 55, SI 63) avec un petit nombre de ruches appartenant au viticulteur (2 cas, SI 19, SI 45) qui fait surtout cela « pour le kiffe » (exploitant 7, exploitant 19), ou avec un nombre de ruches plus important, mais géré par des apiculteurs professionnels (2 cas, SI 55, SI 63). Dans les deux cas, cela conduit à une petite production de miel pour le viticulteur, qu'il soit produit par lui-même ou par les apiculteurs qui leur font don d'une partie de leur production.

Le dernier système (SI 26) a été relevé puisqu'il a d'original de mettre en avant la diversité et la richesse des adventices, en les sauvegardant plutôt que de les détruire. Persistent ainsi au printemps des adventices (spontanés) qui « fleurissent en plein été et récupère bien la rosée », ou encore les molènes (Figure 24), le fenouil et l'inule visqueuse qui « sont parasités par des guêpes parasitant aussi la mouche de l'olivier ». Ce type de système demande beaucoup de connaissances botaniques et fonctionnelles sur les différentes adventices présentes, mais aussi du temps de travail pour observer et reconnaître ces plantes, et effectuer un travail de sélection lors du désherbage qui se fait ici manuellement.



Figure 24 : Molène présente dans l'inter-rang (SI 26)

Un schéma regroupant les principaux systèmes innovants est détaillé dans la Figure 25. Des fiches systèmes des principaux systèmes innovants ont été réalisées en Annexe 2.

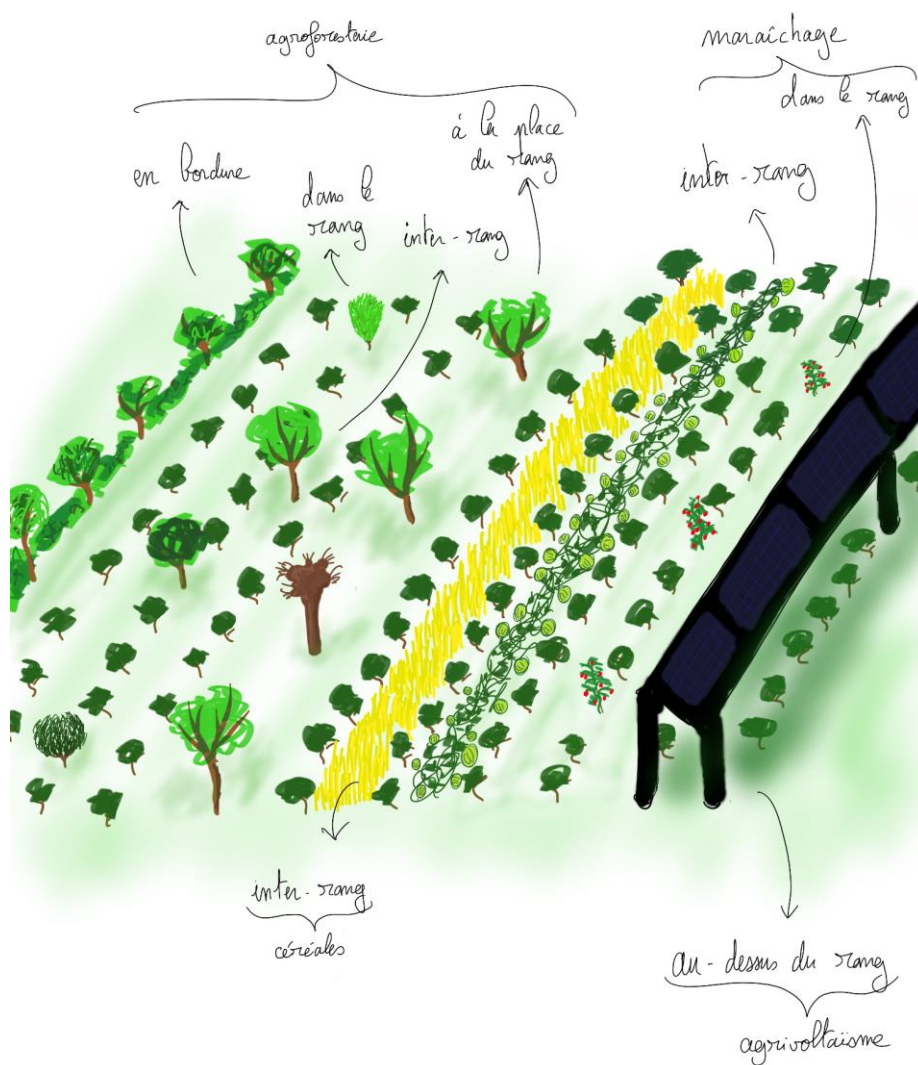


Figure 25 : Schéma représentant les principaux systèmes innovants caractérisés

c) Évaluation des systèmes innovants

i. Critères d'évaluation de ces systèmes

Une fois ces systèmes décrits, il est important de comprendre sur quelle base ils sont évalués par les viticulteurs les mettant en place. Ici, les critères d'évaluation ont été recueillis soit directement d'après les paroles des viticulteurs, soit déduits des résultats des systèmes innovants selon les viticulteurs. Au total, 32 critères différents ont été identifiés (Tableau 14). Ces critères d'évaluation ont pu être regroupés selon qu'ils étaient en lien avec la biodiversité (5 critères, repérés 31 fois), l'économie (4 critères, repérés 30 fois), la rentabilité et l'organisation du travail (5 critères, répétés 6 fois), la qualité du raisin et du vin produit (3 critères, répétés 4 fois), avec le microclimat de la parcelle et les pratiques phytosanitaires (4 critères, répétés 8 fois), l'état du sol et des vignes (7 critères, répétés 18 fois), le bien-être animal (2 critères, répétés 2 fois) et la satisfaction personnelle (1 critère, répété 3 fois).

Type de critère	critère d'évaluation	Nombre de SI
biodiversité	observation de la faune	6
	observation de la faune et des floraisons	2
	observation de la présence d'auxiliaires	1
	respects des abeilles sauvages	1
	survie des arbres	20
économie	coût	1
	quantité produite	27
	survie des vignes	3
rentabilité et organisation du travail	non concurrence avec les vignes	1
	possibilité de passer en tracteur	1
	réduction du temps de manœuvre	1
	rendement	1
	temps de travail	4
qualité du raisin et des vins	goût du vin	2
	lissage des maturités	1
	qualité des raisins	2
microclimat	observation de l'humidité	1
	observation du maintien de l'eau	2
	ombre sur les vignes	3
	réduction des traitements	1
état du sol et des vignes	fertilité apporté par les arbres	1
	gestion des adventices	1
	observation de la complémentarité des vaches et des ânes	1
	observation de la faible quantité de sarments mangés	1
	observation différence de hauteur d'herbe	12
	observation différence de hauteur d'herbe et de la repousse	1
	observation différence de hauteur d'herbe et du pré-taillage	1
bien-être animal	possibilité de voir les agneaux pour vérifier que tout va bien	1
	satiété des animaux	6
satisfaction personnelle	esthétique	4

Tableau 14 : critères d'évaluation des systèmes innovants repérés chez les viticulteurs

De plus, le Tableau 15 montre que chaque type de culture défini plus haut n'est pas évalué par les mêmes critères. Ainsi, alors que certains types de cultures sont évalués par des critères très variés (agroforesterie notamment), d'autres ne sont évalués que par quelques types de critères. C'est par exemple le cas du maraîchage et de l'agrilvtaïsme qui ne sont évalués que par des critères économiques ou des systèmes céréaliers qui sont évalués par des critères économiques et de l'état du sol et de la vigne. En lisant ce tableau dans l'autre sens, les critères liés à la biodiversité ou à la satisfaction personnelle sont utilisés en grande majorité pour décrire un type de système (les systèmes agroforestiers), alors que d'autres, notamment les critères économiques, sont transversaux à tous les types de systèmes innovants.

Type de critère	agro-foresterie	pastoralisme	céréales	maraîchage	diversification cépages	agrilvtaïsme	apiculture	autre
biodiversité	28						1	1
économique	15	1	2	5	2	1	4	
microclimatique	6			1	1			
qualité du raisin et des vins	1				4			
rentabilité et organisation du travail	5	2	1					
satisfaction personnelle	4							
état du sol et des vignes	1	16	1					
bien-être animal		7						

Tableau 15 : Nombre de critères d'évaluation utilisés pour évaluer les SI, par type de SI

De plus, on peut remarquer que de nombreux critères s'appuient sur l'observation de la faune, de l'humidité des sols, de la hauteur d'herbe coupée... (10 critères, Tableau 14) et que peu sont quantitatifs (5 critères, rendements, temps de travail, quantité produite, réduction des traitements, coût).

Finalement, une grande diversité de systèmes innovants a été observée, que cela soit par le type de culture et production (arbres, animaux, céréales, légumes...), par l'espace de cette diversification (à la place d'un rang de vignes, dans l'inter-rang, dans le rang...), leur modalité de mise en place ou encore les critères d'évaluation de ces systèmes.

ii. Résultats des systèmes innovants

Maintenant que les critères d'évaluation ont été définis, il convient de procéder à une évaluation des systèmes innovants caractérisés (Tableau 16). Globalement, les viticulteurs sont satisfaits des systèmes innovants mis en place et les évaluent positivement. En effet, 70 des 110 critères d'évaluation sont satisfaits, alors que les systèmes innovants sont jugés négativement sur seulement 7 critères d'évaluation. 23 critères ne peuvent pas être jugés par les viticulteurs, car ces derniers estiment qu'il est « trop tôt » pour l'évaluation de leur(s) système(s) innovant(s) sur ces critères. Parmi ces derniers, 20 sont liés à des systèmes innovants agroforestiers encore trop jeunes, 2 le sont sur des vignes avec une diversification des cépages mise en place récemment, et 1 sur un système céréalier qui n'a pas encore été récolté.

	Type de système innovant	Niveau de satisfaction par rapport au(x) critère(s) d'évaluation des SI				Total général
		oui	+ ou -	non	trop tôt	
agroforesterie	rangées d'arbres à la place du rang	16	2	4	11	33
	complantation d'arbres	6	4		4	14
	arbres dans le rang	1			1	2
	arbres en inter-rang	1			1	2
	rangées d'arbres en bordure	5				5
	arbres en coin de parcelle	1			3	4
pastoralisme	vignes pâturées par les animaux de l'exploitant	18	3			21
	vignes pâturées par les animaux d'un berger	4		1		5
céréales	céréales en inter-rang	3			1	4
maraîchage	maraîchage dans le rang	1		1		2
	maraîchage en bordure	1				1
	maraîchage en inter-rang	2	1			3
diversification cépages	vignes avec cépages co-plantés	5			2	7
agrivoltaïsme	mise en place de panneaux solaire au dessus des vignes	1				1
apiculture	mise en place de ruche(s)	4		1		5
autre	sauvegarde des adventices	1				1
Total général		70	10	7	23	110

Tableau 16 : Évaluation¹ des systèmes innovants par niveau de satisfaction estimé par l'exploitant

Parmi les systèmes innovants évalués négativement sur les critères ayant permis de l'évaluer (Tableau 16), quatre sont agroforestiers, un est pastoral, un est maraîcher et le dernier est apicole. Notamment, 2 systèmes innovants ont été jugés négativement car les arbres mis en place ont eu un fort taux de mortalité l'année de la plantation (2 cas, SI 48, SI 56). Un autre viticulteur n'est pas satisfait des quantités produites par la culture maraîchère associée (légumes ratatouilles dans le SI 58). Il estime que « ça n'a pas très bien marché » (exploitant 28). Un viticulteur n'est pas satisfait de son système avec des vignes dans une oliveraie (SI 03), car il considère que cela lui fait beaucoup de travail. Il a

¹ Exemple de lecture : Parmi les critères d'évaluation des systèmes innovants agroforestiers avec des rangées d'arbres à la place du rang, 15 sont satisfaits d'après les viticulteurs, tandis que 4 ne le sont pas

d'ailleurs replanté ce même système, mais en installant plus de rangs de vignes entre chaque rangée d'oliviers pour pallier cet inconvénient (SI 04, avec 4 rangs de vignes entre chaque rangée d'oliviers plutôt que 2 rangs). Le système pastoral évalué négativement est celui qui a été arrêté (SI 22), car cela coûtait trop cher à l'exploitant de payer un berger pour s'occuper des brebis. Enfin, un des viticulteurs ayant mis en place des ruches n'est pas satisfait car ses essaims sont morts. « *Il y a une grosse pression de frelons dans le secteur, et puis il y a eu un été très dur, et donc pas de fleur, pas d'eau et puis beaucoup de travail à la vigne donc je n'étais pas hyper présent ... Je viens d'une famille d'apiculteurs, et des mortalités comme celles-là je n'en ai pas vues, enfin c'est assez inexplicable. [...] A l'automne, elles ont toutes disparues des ruches, alors qu'elles se remettaient à travailler, il y avait du miel frais dans les ruches ... et il n'y avait pas non plus de ponte, donc ce sont vraiment des symptômes que je n'avais jamais vus* » (exploitant 7). Cependant, l'échec de ce système n'est pas lié directement à sa mise en place, mais à des conditions extérieures, alors que l'échec des autres systèmes innovants est directement lié à leur mise en place.

Les systèmes innovants dont les viticulteurs sont plus ou moins satisfaits sont agroforestiers (6 critères), pastoraux (3 critères), maraîcher (1 critères). Un viticulteur juge son système agroforestier moyennement satisfaisant par rapport à la survie des arbres, qui risque d'être compromise à long terme. Il s'agit du viticulteur ayant mis en place le système innovant avec des figuiers de barbarie complantés dans la parcelle (SI 29). En effet, ses figuiers de barbarie ont attrapé la cochenille, qui se développe quand les conditions sont très sèches, moins de 400 mm de pluie d'après ce qu'une personne lui a dit (rappelons qu'il a plu 307 mm en 2022 dans la zone de Perpignan (Figure 5)). « *Les figuiers de barbaries ils étaient bien partis. Bon à part cette histoire de cochenille qui nous a refroidit un peu ... On avait trouvé des débouchés sur des fruits que personne ne valorisait, c'était une très bonne initiative. On s'est refroidit parce qu'on ne sait pas trop où on va* » (exploitant 11). Trois autres viticulteurs ayant mis en place des systèmes agroforestiers sont moyennement satisfaits : (1) Le premier car la taille de la vigne et des oliviers était mal réalisée par l'ancien propriétaire (SI 37), ce qui impactait la production ; (2) le deuxième car certains des arbres plantés ont été emportés par des sangliers (SI 17) ; (3) le troisième car le choix des essences d'arbres n'était pas adapté à ses objectifs (SI 09). En effet, ce dernier aurait aimé améliorer ses sols grâce à l'apport d'humus liés à la chute des feuilles, mais il a planté majoritairement des arbres à feuilles persistantes pour d'autres raisons. Avec du recul, il aurait préféré une proportion plus importante d'arbres à feuilles caduques. Certains viticulteurs-éleveurs ayant mis en place leur système pastoral ne sont pas tout à fait satisfaits non plus. Deux de ces viticulteurs considèrent qu'ils n'ont pas assez de ressources à faire pâturer dans leurs vignes (2 cas, SI 38, SI 40). « *Aujourd'hui on les [les ressources en herbe] utilise, mais il en faudrait beaucoup plus [...] On n'en a pas assez pour rester tout l'hiver dehors* » (exploitant 18). Enfin, un viticulteur cultivant des pommes de terre en inter-rang (SI 33) n'est pas vraiment satisfait de la récolte de cette année et considère que « *ce n'était pas une année à pommes de terre* » (exploitant 13), et cela ne l'empêchera pas de recommencer sa culture associée l'année suivante.

Sur les 70 critères d'évaluation des systèmes innovants qui ont été jugé satisfaisants, une grande majorité est lié à trois types de critères : la biodiversité, l'état du sol et des vignes, et l'économie (Tableau 17), qui sont déclinés en plusieurs critères détaillés dans le Tableau 14.

Les critères de biodiversité évalués positivement sont la survie des arbres, avec des arbres qui ont seulement quelques années (9 cas, SI 10, SI 12, SI 14, SI 30, SI 59, SI 61, SI 66, SI 69, SI 70) ou des arbres qui ont plus de 5 ans (3 cas, SI 01, SI 02, SI 50) et l'observation de la faune présente sur la parcelle (7 cas, SI 01, SI 02, SI 09, SI 14, SI 42, SI 64, SI 69). « *On a de la vie sur la parcelle [...] quand on vient il n'y a pratiquement pas d'oiseaux à côté, et quand on vient sur la parcelle, il y a du monde. Entre les étourneaux, les corneilles, les rolliers ... On a aussi des nichoirs, en une année on a eu 3 occupations. [...] Là on a eu un printemps plutôt humide, et on avait des champignons qui poussaient dans nos*

vignes » (exploitant 5). « *On n'a pas d'étude, mais sur les oiseaux c'est évident [...] il y a une diversité d'oiseaux qu'on ne pourrait pas nommer mais il y en a de toutes les couleurs, tous les chants ... et puis il y en a beaucoup* » (exploitant 2). Un autre viticulteur explique quant à lui qu'à « *chaque vendange, [il] récupère deux compartiments remplis d'insectes* » (exploitant 1), bien que ces dernières soient réalisées à la main.

Type de critère	Nb de critères d'évaluation pour lesquels les viticulteurs sont satisfaits
biodiversité	21
économique	13
état du sol et des vignes	18
qualitatif	3
rentabilité du travail	6
satisfaction personnelle	3
bien-être animal	6

Tableau 17 : Nombre de critères d'évaluation des SI satisfaits, par type de critère

Concernant les critères d'évaluation d'état de la vigne et du sol, la plupart sont liés à la gestion de l'enherbement, que cela soit par l'observation de la « propreté » du blé semé (SI 57, Figure 19b) ou par l'observation de la différence de hauteur d'herbe entre avant et après le passage d'animaux dans les vignes (13 cas, SI 07, SI 21, SI 22, SI 28, SI 31, SI 35, SI 38, SI 39, SI 44, SI 49, SI 54, SI 67, SI 68). Généralement, les animaux « *ont fait un super travail* » (exploitant 30). Plusieurs viticulteurs sont d'autant plus satisfaits qu'ils font pâturer plusieurs espèces ensemble (SI 67) ou successivement (SI 38 et 39). Ces viticulteurs trouvent que les différents animaux « *ne mangent pas la même chose* » (exploitant 17). Un autre viticulteur ajoute à cela les bienfaits pour le sol : « *ce qu'on recherche ce n'est pas l'effet troupeau [...] on recherche plutôt la mixité des espèces, puisque chaque espèce est différente. Les vaches, les moutons, les chevaux, les ânes, les volailles ... Chaque animal a un tube digestif différent et va manger des strates, des branches, des herbes complètement différentes [...] et du coup l'engrais naturel qu'ils vont rejeter il va être de composantes différentes [...] il va apporter des éléments au sol qui sont complémentaires* » (exploitant 30). De plus, les animaux (vaches et chevaux) qui pâturent l'hiver font un important travail de pré-taille pour ce viticulteur qui explique que les animaux « *s'arrêtent à une dizaine de centimètre, et nous on a plus qu'à tailler à 2 yeux et le reste ça fait que dalle, ça tombe par terre, ça se décompose. C'est un énorme gain de temps et d'argent. Ça nous évite de broyer, de brûler ou de retirer...* » (exploitant 30). Enfin, ce même viticulteur se dit satisfait de l'intégration des vaches dans ses vignes pour gérer l'enherbement printanier (SI 68), qui n'ont finalement pas trop endommager les vignes. « *Elles vont un peu en croquer à droite à gauche c'est normal, ça fait partie du jeu. Mais ça permet de les nourrir et de retarder la première tonte [...] ça a été concluant* » (exploitant 30). Parallèlement à cela, certains viticulteurs évaluent leur système par rapport à l'impact qu'il a sur l'état hydrique du sol (3 cas, SI 05, SI 06, SI 24). Leur système permet ainsi de maintenir efficacement l'eau du sol dans les parcelles en pente (SI 06) ou de conserver l'humidité au pied de la vigne (SI 24), ou au contraire de drainer l'excédent d'eau dans une parcelle en bas-fond et ainsi assurer la qualité des raisins (SI 05).

Pour ce qui est des critères d'évaluation économiques, ce sont surtout les quantités produites par la culture complémentaires qui ont été jugées satisfaisantes. C'est le cas notamment pour certaines productions maraîchères (4 cas, SI 13, SI 15, SI 34, SI 71), céréalières (SI 57) fourragères (2 cas, SI 30, SI 50) ou mellifères (3 cas, SI 45, SI 55, SI 63). En particulier, l'exploitant 6 qui a planté des pommes de terre pour sa consommation personnelle a récolté « *500 kg de patates avec 75 kg de semences [...] On en donné à tout le monde* » (exploitant 6). De même, les viticulteurs ayant planté des arbres fourragers pour nourrir leurs animaux en sont satisfaits, « *les brebis adorent ça* » (exploitant 23).

D'autres viticulteurs étaient soucieux de la qualité des raisins et du vin produit à partir des systèmes innovants. Ils en sont satisfaits, que cela soit par rapport à la qualité des raisins (2 cas, SI 08, SI 41) ou au goût du vin (3 cas, SI 09, SI 32, SI 41). Un viticulteur vinifiant séparément les raisins de sa parcelle avec plusieurs cépages co-plantés trouvent que « *cela fait un vin vraiment différent, c'est très intéressant* » (exploitant 19). Un autre concède que « *a priori, difficile de savoir si cela rend le vin meilleur, mais en tout cas cela ne le rend pas pire* » (exploitant 2). Certains viticulteurs sont aussi satisfaits de la quantité de travail que permet d'économiser le système innovant. On peut citer le viticulteur ayant cultivé du blé en inter-rang (SI 57) qui est parti du principe suivant : « *plutôt que de chercher à se débarrasser des « mauvaises herbes », pourquoi ne pas cultiver de bonnes herbes ... L'idée étant de diminuer ma consommation d'énergie et mon temps. Si on désherbe, ça prend du temps* » (exploitant 27). Quelques viticulteurs faisant pâturer des animaux dans leurs vignes (SI 21, SI 67) ont aussi constaté l'efficacité des animaux à réduire leur temps de travail, notamment dans le cas de parcelles qui ne sont pas mécanisables (à cause de la pente), « *c'est là où les animaux nous aident le plus* » (exploitant 30). Le pré-taillage par les animaux est aussi « *un énorme gain de temps et d'argent. Ça nous évite de broyer, de brûler ou de retirer [...] avec une souche pré-taillée, tu gagnes du temps sur la taille* » (exploitant 30). Enfin, certains viticulteurs sont simplement satisfaits de leur système car ils leur apportent du bien-être (3 cas, SI 11, SI 46, SI 70). Un viticulteur a évoqué « *l'envie de voir autre chose dans les vignes que de la vigne. Pour moi c'était beaucoup trop monotone ... j'ai besoin de couleurs, d'avoir un autre visuel quand je taille et quand je fais mes travaux. Ça me permet d'avoir une énergie beaucoup plus positive. Ça faisait aussi partie des éléments majeurs* » (exploitant 31). Un autre parle de « *la satisfaction de voir un champ de fleurs roses quand les amandiers fleurissent* » (exploitant 20) et un dernier ajoute qu'il y a « *le côté esthétique. Là il y a une densité, une légitimité du lieu. S'il y en avait plus je serai ravi* » (exploitant 2).

Enfin, le rendement est un indicateur parlant du potentiel économique des systèmes innovants. Aucun viticulteur n'a mentionné les rendements spécifiques des parcelles innovantes, à l'exception du viticulteur 8. Il mentionne que son système (vignes sous panneaux photovoltaïques, SI 20) permet un gain de rendement de 20 hL/ha grâce à l'ombre apportée. 50 % des exploitations ont un rendement entre 15 et 35 hL/ha (avec une moyenne à 28 hL/ha), avec des rendements minimums autour de 2,5 hL/ha et des maximums atteignant les 70 hL/ha. On retrouve comme facteurs discriminants des rendements la possibilité d'irrigation (23,3 hL/ha en sec et 43 hL/ha en sec), le mode de vendanges (44 hL/ha sur des vignes vendangées mécaniquement contre 24 hL/ha avec des vendanges manuelles), le mode de conduite (53 hL/ha en conventionnel contre 25 hL/ha en bio) et la valorisation des vins (50 hL/ha pour les vins en Indication Géographique Protégée, 26 hL/ha pour les vins en Appellation d'Origine Protégée, 20 hL/ha pour les vins en Vin de France). Le mode de commercialisation (cave coopérative ou cave particulière) ne semble pas avoir d'influence sur les rendements des exploitations enquêtées.

iii. Avantages et inconvénients des systèmes innovants

Les systèmes innovants ont été identifiés et caractérisés, et leur(s) critère(s) sont explicités, il convient donc de dresser un panorama des avantages et des inconvénients de chaque type de systèmes innovants. Concentrons-nous dans un premier temps sur deux principaux types de systèmes innovants : l'agroforesterie et le pastoralisme.

Concernant l'agroforesterie, il est intéressant de noter que certains avantages sont revenus de manière régulière chez les viticulteurs, qui évoquent notamment « *tous les services liés à l'arbre* » (6 cas, SI 10, SI 11, SI 37, SI 42, SI 43, SI 64) ou les liens mycorrhiziens entre la vigne et les arbres (2 cas, SI 27, SI 48). Les inconvénients qui ressortent, quel que soit la localisation des arbres dans la parcelle, sont liés à l'entretien les premières années (4 cas, SI 27, SI 46 SI 53, SI 56) et les risques de dégradation par les sangliers (3 cas, SI 17, SI 25, SI 64). « *Le plus important ce sont les contraintes. Sur le papier tout est facile, mais après qu'est-ce qu'on fait ? Comment on gère les adventices, comment on gère l'eau s'il y a des sécheresses... tout ça c'est difficile, faut faire attention entre le rêve et la réalité... et le coût. Comment on fait pour gagner de l'argent ? [...] quand on voit ce qui font de la permaculture, à la fin de l'année ils se payent 3€ de l'heure* » (exploitant 2). Certains ont aussi évoqué les contraintes des cahiers de charges de certaines appellations ou certifications, qui peuvent freiner la mise en place des systèmes innovants agroforestiers. « *La plus grosse problématique c'est la législation en France et en Europe [...] c'est toujours interdit en France sur les AOC. Et en bio les arbres plantés doivent être bio [...] j'ai dû attendre une dérogation pour planter* » (exploitant 22). Plus spécifiquement, les systèmes agroforestiers avec des arbres à la place du rang présentent les avantages et inconvénients détaillés dans le Tableau 18.

avantages	inconvénients
Arbres déjà en place	
Pas de plantation à faire (SI 01, SI 02) Plus facilement mécanisable quand plusieurs rangs de vignes (SI 04) Les vignes profitent directement de l'ombre (SI 60)	Difficile à mécaniser (beaucoup de manœuvres (SI 02, SI 03)
Arbres plantés en même temps que la vigne	
Pas de différence dans le travail mécanique (SI 12, SI 61)	Perte de 3 rangs de vigne pour chaque rangée d'arbres (SI 12)
Arbres plantés à la place de vignes arrachées	
Sauvegarde d'une production à long terme (SI 64)	C'est difficile de se décider à arracher des plants de vignes (SI 64)

Tableau 18 : Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers avec des rangées d'arbres à la place du rang

On constate notamment que les systèmes agroforestiers avec des rangées d'arbres à la place du rang sont des systèmes qui ne changent pas particulièrement les pratiques culturales, et en particulier la mécanisation. Les vendanges peuvent s'effectuer manuellement comme à la machine (SI 12). Dans ce dernier cas, il suffit de ne pas passer dans la rangée d'arbres avec la vendangeuse. De plus, c'est un type de système qui rend propice l'expérimentation, par la création naturelle d'îlots. Ainsi, l'exploitant 5 en a profité pour réaliser des essais sur la destruction de l'enherbement dans le cadre de son GIEE¹, et l'exploitant 24 a quant à lui réalisé des îlots de cépages résistants pour tester leur résistance aux maladies et leur qualité en vinification (SI 52). Cependant, l'inconvénient principal de ce type de système est qu'il réduit la surface viticole. La réduction dépend de l'espace laissé entre les rangées d'arbres et les rangs de vignes. L'exploitant 5 estime que « *le seul désavantage, c'est l'emprise*

¹ GIEE : Groupe d'Intérêt Économique et Environnemental

au sol. Une parcelle comme ça, ça fait à peu près 20% de [vigne] non plantée ». C'est pourquoi certains viticulteurs ont préféré mettre en place des systèmes agroforestiers avec des arbres dans le rang, dont les avantages et les inconvénients relevés par les viticulteurs sont détaillés dans le Tableau 19.

Avantages	Inconvénients
Complantation d'arbres dans le rang	
Permet de garder une cohérence dans l'âge des parcelles (SI 09) Permet de diversifier la production (SI 17) Pas d'entretien en plus selon les espèces (SI 29)	Contraintes mécaniques importantes quand les arbres sont jeunes (SI 09) Problème de maladies possibles (SI 29)
Co-plantation d'arbres dans le rang	
Permet de limiter le ruissellement (SI 06) Les parcelles restent mécanisables si on réfléchit sur les passages (SI 42)	Divise les rangs de vignes (SI 06) Nécessité de suivre un parcours précis, la main d'œuvre doit être au courant (SI 42)
Sauvegarde d'arbres poussant spontanément	
Permet d'avoir des arbres adaptés aux contraintes (SI 17) Permet de gagner du temps à ne pas les arracher (SI 18) Permet de maintenir l'humidité du sol (SI 24)	Engendre une baisse de la production (vignes non remplacées, concurrence) (SI 17, SI 24)
Vignes mariées aux arbres	
L'arbre fait un tuteur naturel à la vigne (SI 25) Pas de travail particulier en plus (SI 25, SI 72)	Vendanges plus compliquées (SI 25)

Tableau 19 : Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers avec des arbres dans le rang

Les trois principaux types de systèmes innovants à base d'arbres dans le rang ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients spécifiques. Complanter des arbres à la place des pieds de vignes morts a comme avantage majeur que cela permet de garder une cohérence dans l'âge de la parcelle, et donc de limiter le risque d'oublier d'entretenir certains plantiers. Cependant cette pratique engendre des contraintes mécaniques importantes, et il peut devenir difficile de mécaniser la parcelle complantée. Un viticulteur a notamment évoqué cet inconvénient en expliquant que « *le tractoriste ça ne lui fait pas plaisir. Maintenant ça va mieux, mais au début quand c'était encore des tiges ça le gonflait. Il fallait les esquiver, et quand il passait la rogneuse, il fallait la désatteler à chaque arbre* » (exploitant 2). Cette contrainte est cependant inexistante quand les parcelles ne sont pas mécanisées, ce qui est le cas de trois des cinq viticulteurs ayant ce type de système innovant (exploitants 7, 10 et 11). De même, l'entretien des jeunes arbres peut être considéré plus difficile que pour des arbres plantés en rangées. Seul le viticulteur ayant planté des figuiers de barbarie dit ne pas avoir d'entretien en plus car « *ils poussent tout seuls, sans traitement* » (exploitant 11). Les systèmes avec des arbres co-plantés dans le rang sont plus facilement mécanisables car ils sont réfléchis pour l'être, cependant cela implique des contraintes sur l'organisation du travail de la parcelle. Enfin, les systèmes où les viticulteurs ont fait le choix de sauvegarder des arbres spontanés ont l'avantage de ne pas avoir cette phase d'entretien si contraignante par rapport à la complantation. Les arbres sont déjà adaptés au milieu, ce qui les rend plus résistants. Cependant, il peut s'agir d'arbres concurrentiels pour les vignes proches. Dans le cas particulier des systèmes innovants avec des vignes mariées (SI 25, SI 72), les viticulteurs disent ne pas avoir de travail en plus, mais qu'à terme, les vendanges peuvent se révéler plus compliquées que des vendanges manuelles classiques. Enfin, le dernier type de système innovant agroforestier est celui avec des arbres à l'extérieur des vignes (Tableau 20).

Avantages	Inconvénients
Arbres en bordure	
Permet de stabiliser les terrasses (SI 05) Aucun impact sur les pratiques culturales (SI 05, SI 69)	
Arbres en coin	
Pas de perte d'espace (SI 46, SI 53) Permet d'éviter le passage des engins agricoles dans les endroits où "on passe plus de temps à manœuvrer qu'à travailler sur la vigne" (SI 46)	Les arbres peuvent subir la concurrence avec les autres arbres en bordure (SI 53)

Tableau 20 : Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers avec des arbres à l'extérieur des vignes

Concernant les arbres plantés en bordure de parcelle sous forme de haie, l'avantage majeur est que cela n'impacte en rien les pratiques culturales du viticulteur. Mis à part les inconvénients généraux liés aux arbres, aucun inconvénient particulier n'a été évoqué vis-à-vis de ces systèmes. Pour les arbres plantés en coin de parcelle, ils ont l'avantage de ne pas faire perdre d'espace, notamment dans le cas d'une disposition spatiale réfléchie pour simplifier le passage des machines. Là-encore, peu d'inconvénients ont été relevés. Planter des arbres à l'extérieur des vignes peut éventuellement mettre ces derniers en concurrence avec des arbres déjà en place autour des parcelles (parcelles en limite de bois par exemple).

L'intégration des animaux dans les vignes permet de « *gérer assez facilement l'enherbement sans utiliser de gazole* » (exploitant 19). C'est d'autant plus vrai sur les parcelles qui ne sont pas mécanisables (4 cas, SI 21, SI 22, SI 31, SI 67). L'inconvénient majeur est que cette intégration est temporaire, puisque les animaux sont systématiquement sortis des vignes avant le débourrement, sauf dans un cas (SI 68), et donc ne permettent pas de gérer l'enherbement printanier, le plus concurrentiel pour la vigne. De nombreux viticulteurs concèdent aussi que les animaux peuvent faire de la casse sur les pieds de vigne (6 cas, SI 07, SI 28, SI 38, SI 39, SI 47, SI 67) ou sur les palissades (2 cas, SI 35, SI 49), mais ne leur en tiennent généralement pas rigueur. « *C'est le jeu* » (exploitant 17). Un autre inconvénient est le fait que le pâturage des vignes par des animaux est dépendant de la météo. Beaucoup de viticulteurs sont contraints d'enlever les animaux en cas de pluie pour ne pas qu'ils « tassent [les] sols pour trois brins d'herbe » (exploitant 14). D'autres sont obligés d'attendre que l'herbe soit assez haute pour mettre les animaux dans les vignes, ce qui arrive de plus en plus tard avec la réduction des précipitations automnales. Pour certains viticulteurs, cela devient « *très très compliqué* » (exploitant 17) de nourrir leurs animaux à cause de cela.

Concernant les pratiques pastorales, on peut dans un premier temps distinguer les systèmes innovants où les viticulteurs ont fait appel à un berger et les systèmes innovants où les viticulteurs possèdent leurs propres animaux. Faire appel à un berger permet notamment « *de faire travailler une autre personne* » (exploitant 1) par la mise à disposition des terres tout en réduisant le temps de travail du viticulteur. C'est par exemple le berger qui va installer les clôtures. « *D'un autre côté c'est normal, il faut que tout le monde y gagne* » (exploitant 19). L'un des inconvénients est qu'il doit s'agir d'une dynamique collective, à moins d'avoir de grosses surfaces. En effet, un des freins principaux à la venue d'un berger est « un territoire trop morcelé » qui nécessite « *beaucoup de déplacements* » (exploitant 9). La venue d'un berger est aujourd'hui souvent organisée par des regroupements de viticulteurs voisins, les syndicats d'AOP ou les coopératives. Cependant cette association peut aussi poser problème. « *C'est un peu à double tranchant, je suis pour le collectif, [...] on y reste par philosophie [...], mais quand il vient pour toi il fait pâturer quand tu lui demandes, quand il doit faire plein de monde autant il te vient le jour où il pleut et il te défonce les sols [...] ou il vient après avoir fait la parcelle de quelqu'un qui a des essences dans sa vigne qui ne sont pas forcément celles que tu*

cherches (espèces envahissantes, non adaptées au pâturage...) » (exploitant 19). C'est une des raisons qui peut pousser les viticulteurs à avoir leurs propres animaux. Cependant, posséder ses propres animaux posent aussi une contrainte importante relevée par de nombreux viticulteurs : il faut s'en occuper toute l'année (4 viticulteurs, exploitants 9, 11, 14, 30), c'est « *une passion* » (exploitant 17). Faire pâturer des animaux pose aussi d'autres contraintes organisationnelles, notamment pour les déplacer de parc en parc. En effet, « *déplacer un troupeau, ce n'est pas comme déplacer un tracteur* » (exploitant 18), « *c'est toujours des moments de stress quand les trajets sont un peu longs [...] il suffit qu'il y en ait un [animal] qui tourne, et cela sème la zizanie* » (exploitant 17). Enfin, chaque catégorie d'animal possède ses avantages et ses inconvénients. Ils sont détaillés dans le Tableau 21.

Avantages	Inconvénients
brebis	
Un petit troupeau peut être élevé de sorte que les brebis restent avec l'exploitant même sans clôtures (SI 21) Elles sont obéissantes (SI 21, SI 44) Les races rustiques n'ont pas besoin de bergerie (SI 49)	L'installation de clôtures et les déplacements demandent du temps (SI 40, SI 54) Elles peuvent abîmer le palissage s'il est trop bas (SI 49)
vaches	
Les races rustiques restent dehors toute l'année (SI 38, SI 67, SI 68) Ne s'enfuient jamais loin (SI 38) Le pâturage des engrais verts favorise leur tallage et leur repousse (SI 47) Font un travail de pré-taille (SI 67) Apports de fertilité (SI 67)	Les vaches sélectionnent surtout les légumineuses (SI 47)
Chevaux et ânes	
Ils dorment dehors toute l'année (SI 35) Ils ne mangent pas la même chose que les autres animaux (les vaches en particulier) (SI 39) Apport de fertilité (SI 67)	Ont tendance à s'enfuir loin (SI 39)
chèvres	
Elles mangent de tout (SI 31)	Poser des clôtures demande du temps (SI 31) Elles ne sont pas obéissantes (SI 54)
poules	
Raclent bien le sol et mangent les graines (SI 67)	Très sujettes à la prédation (SI 67, exploitant 27)

Tableau 21 : Avantages et inconvénients de chaque animal dans les systèmes pastoraux

Pour pallier ces inconvénients, plusieurs solutions ont été développées. Afin de réduire le temps de travail, certains viticulteurs (3 viticulteurs, exploitants 17, 23 et 25) ont installé des clôtures permanentes ou semi-permanentes (quand les voisins doivent pouvoir passer). Les piquets restent en place, il y a juste à enrouler les filets autour quand les animaux quittent le parc, et à les dérouler la fois suivante. « Il faut que cela soit rapide, mais c'est tout de même de l'entretien » (exploitant 17), notamment sur le désherbage autour des clôtures. Pour gagner du temps aussi, un viticulteur participe à une expérimentation sur des colliers GPS en collaboration avec INRAE. Le collier lui est fourni et les données sont récupérées par INRAE automatiquement. Le viticulteur peut ainsi vérifier en permanence la localisation de la brebis portant le collier *via* une application portable, et a juste à aller vérifier qu'elle soit bien avec le reste du troupeau. D'autres viticulteurs ont mis en place des moyens pour prévenir la casse, notamment du palissage. Pour cela, ils ont relevé (SI 49), voire supprimé (SI 67) les fils porteurs afin que les animaux puissent passer dessous, ou les ont mis en évidence (amarres peintes en orange,

fils bleus enroulés autour de du fil entre l’amarre et les vignes) pour éviter que les animaux ne se prennent les pieds dedans (SI 35).

Concernant les systèmes innovants céréaliers, les avantages sont que le blé tendre et l’orge sont des cultures facilement commercialisables (farine, pain, bière...) et non concurrentes (en termes de ressources hydriques) de la vigne. Cependant, ce sont des cultures en inter-rang, il est donc nécessaire de les cultiver un rang sur deux afin de pouvoir passer avec les machines. Un autre inconvénient majeur est la difficulté de trouver une moissonneuse adaptée à la culture en inter-rang. Neuves, les moissonneuses sont très chères, d’occasion, elles sont rares. Enfin, la moisson intervient au printemps, il faut donc trouver une fenêtre de temps pour « *traiter sans contaminer l’orge* » (exploitant 7) , mais aussi pour récolter dans une période déjà très chargée au niveau de la vigne. Pour ce qui est des systèmes innovants maraîchers, l’avantage principal de la culture de tubercules (pommes de terre) ou de bulbes (oignons) en inter-rang est qu’elle permet d’obtenir une production complémentaire pour un nombre de passages supplémentaires très réduit. Les cultures maraîchères produites par les viticulteurs (pommes de terre, oignons, melon, tomates) ont aussi l’avantage d’avoir des traitements phytosanitaires relativement similaires à ceux de la vigne. Réaliser un traitement au soufre ou au cuivre comme en agriculture biologique pendant la période de croissance végétative de ces cultures ne pose donc pas de problème. Aucun inconvénient n’a été relevé par les viticulteurs cultivant ces systèmes. L’exploitant 6 a évoqué qu’il pourrait y avoir des maladies spécifiques si les cultures maraîchères étaient développées sur une surface plus grande, sans toutefois en être certain.

Les avantages des systèmes innovants avec une diversification des cépages sont surtout liés aux objectifs de ces systèmes innovants (réduction des pressions sanitaires, lissage des maturités ...). On peut cependant noter que le SI 32 a maintenu un cépage dominant dans la parcelle (80% des pieds de vigne). Cela permet de simplifier la vinification en conservant une base majoritaire connue. L’inconvénient principal est la plantation de la parcelle, qui prend plus de temps puisqu’il faut redistribuer les plantiers reçus selon la composition désirée de la parcelle. Un autre est la conformité au cahier des charges des appellations. Certains cépages ou composition de cépages utilisés sont interdits dans les appellations, ce qui oblige les viticulteurs soit à déclasser ces parcelles, soit à ne pas déclarer ces systèmes. Enfin, certains cépages (anciens notamment) sont parfois difficiles à trouver (SI 62), ou nécessitent un délai de commande assez long (SI 32). De même, les systèmes innovants agrivoltaïques ont des avantages principalement liés à leurs objectifs (faire de l’ombre notamment). L’exploitant 8 a tout de même relevé un inconvénient concernant la disposition des vignes sous les panneaux (SI 20). Il s’agit de l’obligation de récolter à la main un rang sur quatre, à cause de la présence des pylônes qui empêchent le passage de la vendangeuse dans le rang. Enfin, les systèmes innovants apicoles ont l’avantage d’être peu coûteux (car avec un petit nombre de ruches ou avec des ruches appartenant à un apiculteur) et de présenter peu d’inconvénients. Le seul qui a été évoqué est le fait d’intégrer la présence des ruches dans le planning de traitement pour les préserver en bonne santé (SI 55).

d) Émergence des systèmes innovants

i. Les facteurs de choix à la diversification

Pour choisir quel type de diversification installer dans leur parcelle, les viticulteurs doivent faire des choix, qui sont contraints par les caractéristiques de leur parcelle. Notamment, la diversification peut partir d'une parcelle avec des vignes déjà en place (« vignes en place », ou bien d'une parcelle en friche sur laquelle le viticulteur va planter de nouvelles vignes (« vignes plantées »). Les choix possibles dans une parcelle avec des vignes en place est plus restreint car certaines contraintes seront plus difficiles à lever, en particulier la densité de plantation et la largeur de l'inter-rang. L'espace de la diversification est donc un des facteurs importants pour comprendre l'émergence des systèmes innovants caractérisés. Vient ensuite le choix du type de culture, qui aura un impact plus ou moins important sur le long terme selon que la production associée est pérenne ou annuelle. Enfin, le dernier facteur représenté dans la Figure 26 est la possibilité d'irriguer la parcelle, que l'eau soit à destination de la vigne, ou de la production associée.

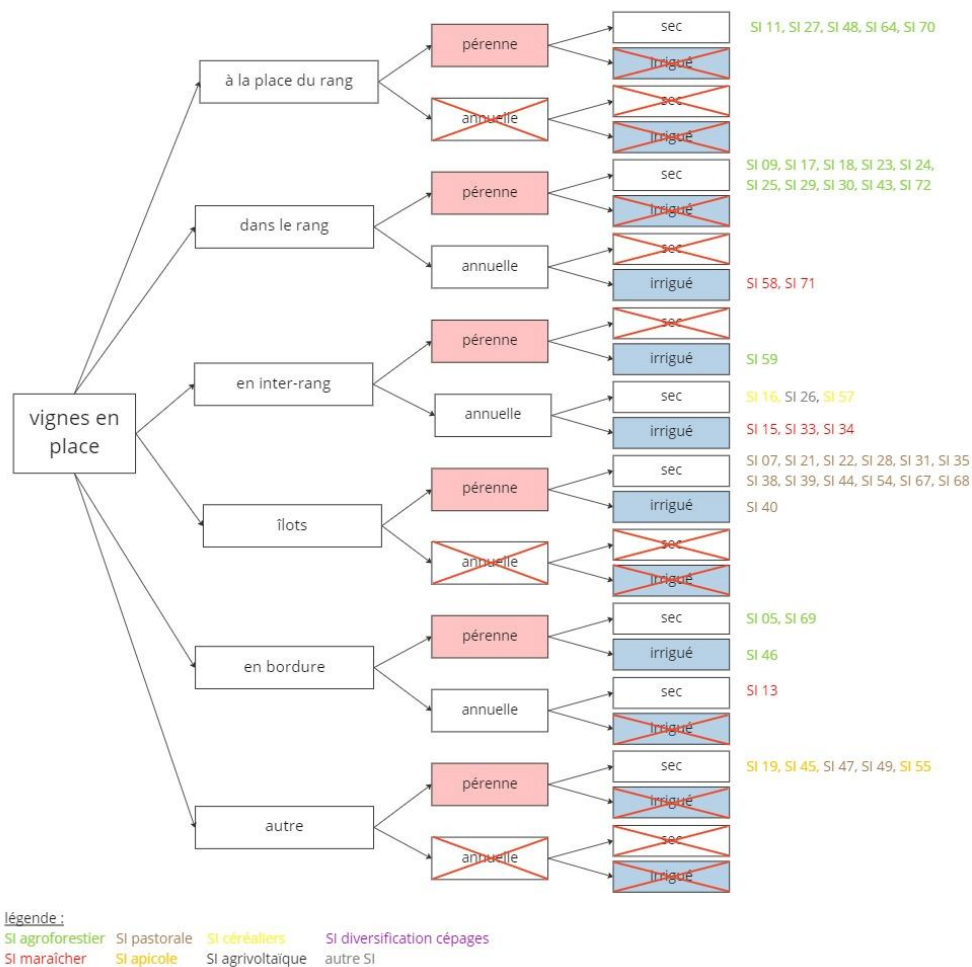


Figure 26 : Localisation des SI sur l'arbre retraçant les principaux facteurs de choix d'association¹, dans des vignes en place

¹ Exemple de lecture : j'ai une parcelle de vignes que je souhaite diversifier. J'aimerais remplacer les cepes morts en plantant dans le rang des plantes annuelles. Comme j'ai la possibilité d'irriguer, je peux installer des cultures maraîchères (SI 15 ...).

On peut noter que quand les vignes sont en place, les diversifications à la place du rang ou dans le rang sont presque systématiquement précédées d'un arrachage, que cela soit parce que le pied de vigne est mort (8 cas, SI 09, SI 17, SI 18, SI 25, SI 29, SI 30, SI 43, SI 58), ou parce qu'un rang a été arraché pour mettre en place la diversification (2 cas, SI 11, SI 64) ou faire passer un tracteur (2 cas, SI 27, SI 48, SI 70). Il est aussi intéressant de remarquer que des pratiques comme la culture de légumes ou de céréales ne se font que sur des vignes en place. Aucun viticulteur n'a aménagé ses parcelles à la plantation pour accueillir ce type de cultures associées, bien qu'un viticulteur ait adapté sa conduite de la vigne (changement opéré, SI 71) et un autre ait choisi spécifiquement sa parcelle pour avoir des inter-rang larges (SI 16). On remarque aussi que les viticulteurs ont plus tendance à diversifier quand les vignes sont en place, mais aussi que les possibilités rencontrées sont plus variées dans ce cas-là. 12 des 24 possibilités ont été mises en place sur des vignes en place, alors que 8 possibilités sur les 24 ont été mises en place à la plantation d'une nouvelle parcelle. On peut par exemple noter l'exclusion des pratiques pastorales quand les vignes sont plantées (et jeunes), le passage d'animaux dans les vignes risquant de générer trop de dégâts sur les plantiers, ou encore l'absence de cultures associées en inter-rang quand les vignes sont plantées (Figure 27). Le taux de renouvellement de la vigne est aussi une explication possible de cette différence. Enfin, ce sont surtout les plantes annuelles qui sont peu représentées alors que la minimisation du risque encouru (possibilité d'arrêter d'une année sur l'autre à moindre frais) aurait pu les privilégier.

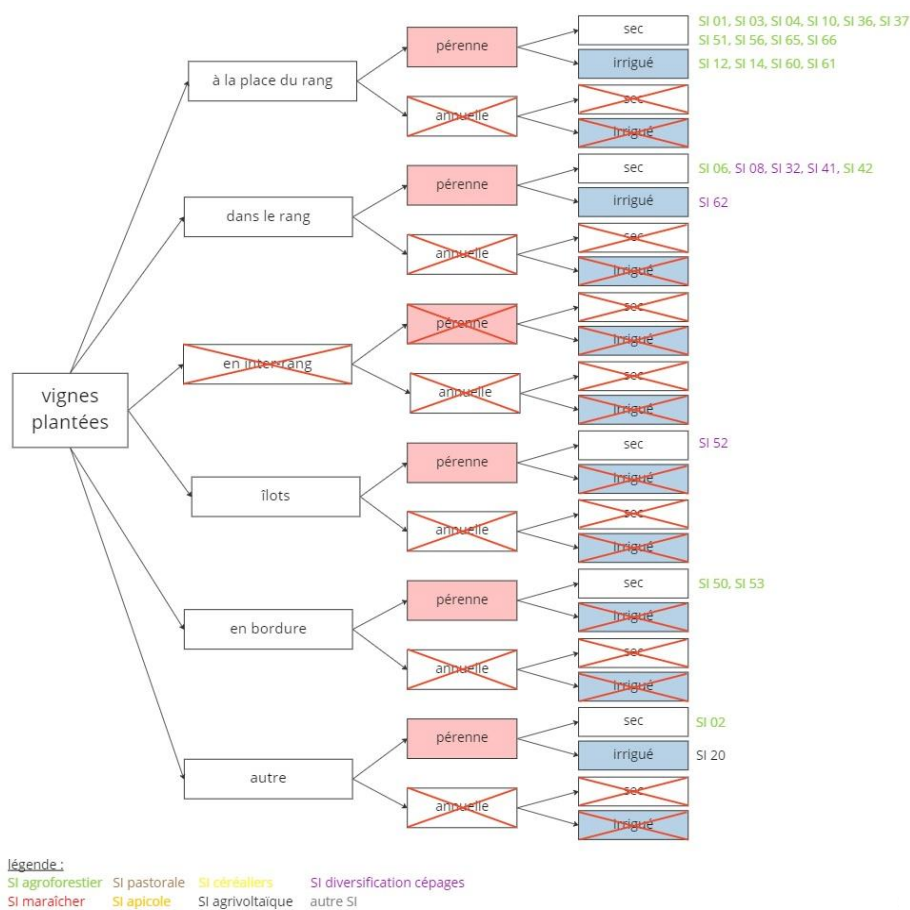


Figure 27 : Localisation des SI sur l'arbre retraçant les principaux facteurs de choix d'association¹, dans des vignes plantées

¹ Exemple de lecture : je plante des vignes. J'aimerais diversifier directement dans le rang. Seules des plantes pérennes ont été identifiées. Je ne souhaite pas mettre des arbres. Je peux donc diversifier les cépages plantés, en sec ou en irrigué.

Certaines possibilités ne sont pas réalisées par les systèmes innovants identifiés. C'est le cas de l'association des vignes avec une culture annuelle à la place de rangs de vignes. Une raison à ce que les viticulteurs n'adoptent pas ce genre de système pourrait être le fait que « sacrifier » un ou plusieurs rangs de vignes pour une association qu'ils ne sont pas sûrs de continuer sur le long terme est trop risquée. Il en va de même pour les productions annuelles en îlots qui ne sont pas représentées, contrairement aux productions pérennes qui le sont, avec notamment la diversification des cépages par co-plantation ou l'intégration des animaux dans les vignes.

ii. *Les motivations du choix de la diversification et les objectifs associés*

Deux types de raisonnement sont à distinguer, l'opportunisme ou la conviction (Tableau 22). L'opportunisme correspond à un choix motivé par l'optimisation de la surface en cultivant les espaces disponibles dans les parcelles de vignes ou motivé par l'arrivée d'une opportunité qui a favorisé la diversification, alors que la conviction est un choix motivé par une conscience écologique et la diversification apporte une réelle plus-value écologique (cycle du carbone, protection des cultures, gestion des ravageurs...) ou agronomique (fertilité augmentée, rendements stabilisés ...).

Motivation du SI	Nombre de systèmes innovants
conviction	32
opportunisme	10
opportunisme et conviction	30

Tableau 22 : Nombre de systèmes innovants mis en place par conviction, opportunisme, ou les deux

Une dizaine de systèmes innovants ont été mis en place par opportunisme avant tout. Il s'agit surtout de systèmes innovants maraîchers (4 cas, SI 13, SI 33, SI 34, SI 58) où les viticulteurs ont profité de l'espace et de l'irrigation disponibles pour se diversifier, de systèmes agroforestiers et du système agrivoltique. D'autres ont mis en place leur système innovant grâce à un évènement particulier comme la reprise d'une parcelle diversifiée (SI 37), la pousse d'arbres sauvages (SI 18), la rencontre avec un apiculteur (SI 55) ou la présence d'un voisin avec des animaux (SI 35). Une trentaine de viticulteurs les ont mis en place par conviction. Ils expliquent que « *si on ne le fait pas, on ne sera plus là demain [...] On ne sait pas ce que cela va nous apporter, mais on estime que c'est positif* » (exploitant 3). D'autre se disent que « *ça ne peut pas être une mauvaise chose [de planter des cépages différents]* » (exploitant 12). Enfin, certains mettent en avant le fait qu'ils ne le font pas pour la communication, pas « *pour donner de leçon, mais [pour] essayer d'aller dans ce qui nous semble juste de faire* » (exploitant 9). Enfin, plusieurs systèmes innovants ont été mis en place à la fois par conviction et par opportunisme, profitant de la plantation d'une nouvelle parcelle pour planter des arbres, de l'herbe disponible pour intégrer des animaux dans les vignes, ou de l'espace disponible pour mettre en application leur volonté de se diversifier dans une autre production (céréales, maraîchage ...), qui pouvait être jusque-là freinée par le fait qu'ils cultivaient uniquement des vignes en place.

Mis à part un exploitant à qui la gestion du système innovant a été confié (SI 37), tous les systèmes innovants ont été conçus par les exploitants actuels ou par un de leurs parents. Ces systèmes répondent donc à des besoins bien spécifiques qu'il est nécessaire d'éclairer. Au total, les 72 systèmes innovants répondent à 223 objectifs clairement explicités ou sous-entendus par les viticulteurs. Ces objectifs ont été regroupés sous formes de méta-objectifs (18), eux-mêmes regroupés en objectifs globaux (5). Ces regroupements sont détaillés dans le Tableau 23.

objectifs globaux (occurrences totales)	méta-objectif	Nombre d'occurrences
améliorer la qualité de vie (39)	savoir-faire traditionnels	8
	satisfaction personnelle	13
	autoconsommation	18
favoriser la biodiversité (33)	créer une continuité écologique dans la parcelle	5
	maintenir la biodiversité existante	10
	accueillir une biodiversité nouvelle	18
changer les pratiques culturales (68)	gestion de l'eau	5
	gestion des maladies / ravageurs	8
	gestion de l'enherbement	15
	gestion du sol	19
	gestion du microclimat de la parcelle	21
se dégager un revenu (70)	améliorer l'image	4
	réduire les frais	8
	rentabiliser le temps de travail	13
	rentabiliser l'espace	20
	avoir une production complémentaire	25
avoir des animaux dans les vignes (13)	bien-être animal	3
	alimentation animale	10

Tableau 23 : Liste des objectifs globaux et des méta-objectifs auxquels répondent les systèmes innovants

Ces objectifs globaux peuvent être assemblés en 3 groupes en termes de nombre d'occurrences. Il y a les objectifs avec d'une trentaine d'occurrences (2 objectifs, « améliorer la qualité de vie » et « favoriser la biodiversité »), ceux identifiés environ 70 fois (2 objectifs « changer les pratiques culturales » et « se dégager un revenu », et enfin le groupe plus marginal « avoir des animaux dans les vignes » dont les objectifs ont été évoqués 13 fois. On peut noter que ces trois groupes ont des caractéristiques différentes. Le premier correspond plus à une vision dé-monétarisée des systèmes de culture, *a contrario* du deuxième qui est plus tourné vers leur(s) aspect(s) économique(s). Le dernier groupe est centré sur les animaux.

Parmi les méta-objectifs, il est intéressant de constater que certains d'entre eux sont évoqué de nombreuses fois par les viticulteurs. Par exemple, le levier de « gestion de l'enherbement » est très majoritairement identifié par les systèmes mobilisant le pastoralisme (14/15 occurrences), et le levier de « gestion du microclimat de la parcelle » est surtout actionné par l'agroforesterie (20/21 occurrences). De même, les objectifs de biodiversité sont principalement liés à la mise en place de systèmes innovants agroforestiers (27 fois/33 occurrences des méta-objectifs). *A contrario*, les objectifs économiques tels que « avoir une production complémentaire », « réduire les frais » ou « rentabiliser le temps de travail » sont des objectifs plus transversaux, puisque ce sont des objectifs impliqués dans respectivement sept, six et quatre des principaux types de diversification. Afin d'explicitier les liens entre les systèmes innovants et leur(s) objectif(s), les systèmes innovants ont été regroupés par type de diversification (agroforesterie, pastoralisme, maraîchage, céréales ...) et par espace de diversification (à la place du rang, dans le rang, en inter-rang ...) dans la Figure 28. Ces groupes ont ensuite été liés aux méta-objectifs et l'occurrence des liens est représentée par le type et l'épaisseur de la flèche.

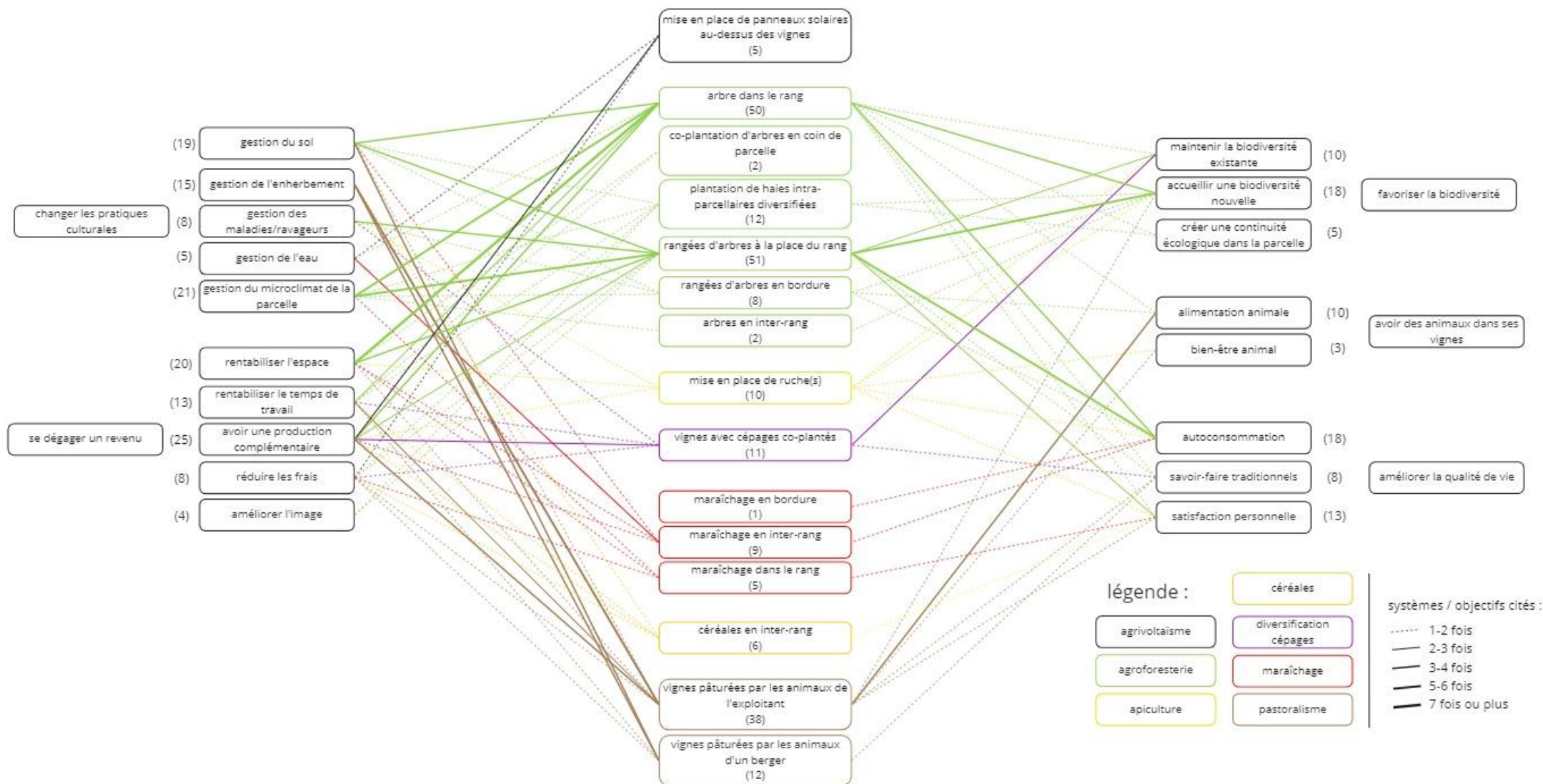


Figure 28 : Schéma global des liens entre systèmes innovants et objectifs associés

Exemple de lecture : Je souhaite changer mes pratiques culturales, et notamment ma gestion du sol. Plusieurs types de diversification ont été rencontrés. Majoritairement, ce changement de pratique passe par la plantation d'arbres, notamment à la place du rang ou dans le rang. Je peux aussi faire pâturer les vignes par des animaux appartenant à un berger. Un autre viticulteur avec le même objectif a mis en place du maraîchage en inter-rang.

Les changements de pratiques culturales peuvent s'opérer *via* de nombreux type de systèmes innovants (Figure 29). En particulier, la gestion de l'enherbement hivernal (par la coupe de l'herbe) passe beaucoup par l'intégration d'animaux dans les vignes (13 cas, SI 07, SI 21, SI 22, SI 28, SI 31, SI 35, SI 38, SI 39, SI 44, SI 47, SI 49, SI 67, SI 68). De même, la gestion du sol passe par des pratiques pastorales avec les apports de fertilité par les déjections animales (5 cas, SI 07, SI 28, SI 35, SI 44, SI 67) ou la plantation d'arbres, avec la création de matière organique grâce à la décomposition des feuilles (5 cas, SI 09, SI 42, SI 43, SI 51, SI 70), la fixation de l'azote atmosphérique par les *Fabacées* (5 cas, SI 01, SI 06, SI 30, SI 64, SI 65). La gestion du microclimat de la parcelle se fait aussi grâce à des systèmes innovants agroforestiers, notamment pour protéger les vignes du vent (7 cas, SI 01, SI 03, SI 05, SI 06, SI 69, SI 70, SI 72), faire de l'ombre (10 cas, SI 30, SI 42, SI 43, SI 48, SI 51, SI 59, SI 61, SI 64, SI 65, SI 72) ou maintenir l'humidité du sol (3 cas, SI 05, SI 06, SI 24). On peut aussi remarquer que cette gestion du microclimat peut se faire *via* la conduite de la vigne, puisque que le viticulteur du SI 71 a conduit ses vignes en pergola afin de faire de l'ombre aux tomates complantées dans le rang. La gestion de l'eau (d'irrigation) consiste surtout à trouver des systèmes économes en eau, soit en réduisant la quantité d'eau apportée (SI 20), soit en l'utilisant pour deux cultures à la fois, à savoir la vigne et les cultures maraîchères (3 cas, SI 15, SI 33, SI 34). Enfin le dernier volet d'objectif lié au changement de pratiques culturales est la gestion des maladies et des ravageurs. Pour répondre à ces objectifs, ce sont surtout des systèmes agroforestiers qui ont été mis en place. D'après les viticulteurs les ayant mis en place, il s'agit d'accueillir dans les arbres des auxiliaires capables de réguler les vers de grappe (4 cas, SI 10, SI 27, SI 69, SI 70) ou la cicadelle impliquée dans la flavescence dorée (SI 48). Cela peut aussi passer par la diversification des cépages (SI 08), et notamment la plantation de cépages résistants (SI 52).

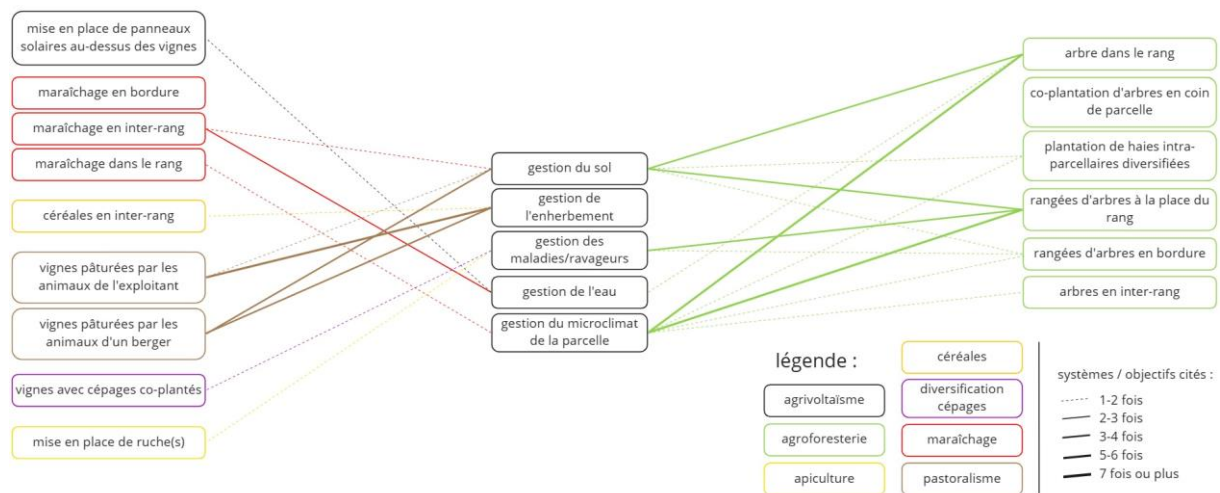


Figure 29 : Liens entre les types de systèmes innovants et les objectifs liés aux changements de pratiques culturales

Comme noté plus haut, presque tous les types de diversification répondent à des objectifs économiques (Figure 30). Cela se décline en plusieurs objectifs. Le principal est l'obtention d'une production complémentaire grâce au système innovant. Cette production peut être liée à un autre type de production : céréales (2 cas, SI 16, SI 57), légumes (2 cas, SI 33, SI 34), miel (SI 55), viande (3 cas, SI 31, SI 49, SI 54), fruits (6 cas, SI 18, SI 23, SI 25, SI 29, SI 46, SI 66) ou huile d'olive (2 cas, SI 56, SI 66) plutôt destiné à la vente. Elle peut aussi être liée à l'augmentation de la production de vin (2 cas, SI 20, SI 48). Les deux autres objectifs principaux sont la rentabilisation de l'espace et du temps de travail. Majoritairement, la rentabilisation de l'espace passe par le remplacement des ceps morts par des arbres (6 cas, SI 09, SI 25, SI 29, SI 30, SI 42, SI 43) ou des cultures maraîchères (2 cas, SI 58, SI 71), l'occupation des inter-rang (5 cas, SI 03, SI 33, SI 48, SI 60, SI 66) ou des coins de parcelle (2 cas, SI 46,

SI 53). La rentabilisation de l'espace passe aussi par l'utilisation de toute la ressource disponible, notamment dans le cas du pâturage tournant dynamique (SI 40). La rentabilisation du temps de travail est quant à elle visée dans des systèmes innovants faisant économiser du temps. C'est notamment le cas quand le système innovant ne modifie pas les pratiques culturales habituelles (3 cas, SI 42, SI 46, SI 51) ou lorsqu'il les remplace par des pratiques plus rapides. On peut citer l'intégration des animaux dans les vignes qui permet de pré-tailler les vignes, simplifiant ainsi le travail manuel (SI 54) ou la réduction du nombre de passages à la machine pour gérer l'enherbement (2 cas, SI 44, SI 57) ou pour l'épandage de produits phytosanitaires (SI 52). Ce type de système innovant remplit d'ailleurs un double-objectif, puisqu'il permet aussi de réduire les frais. La réduction des frais passe ainsi par des économies de carburant, mais aussi par des économies d'eau (SI 20) ou de produits phytosanitaires (SI 52). Enfin, il peut s'agir d'une économie de frais dans le bâti, notamment pour les viticulteurs-éleveurs ayant fait le choix de races rustiques pouvant vivre dehors toute l'année dans le climat méditerranéen (2 cas, SI 47, SI 49).

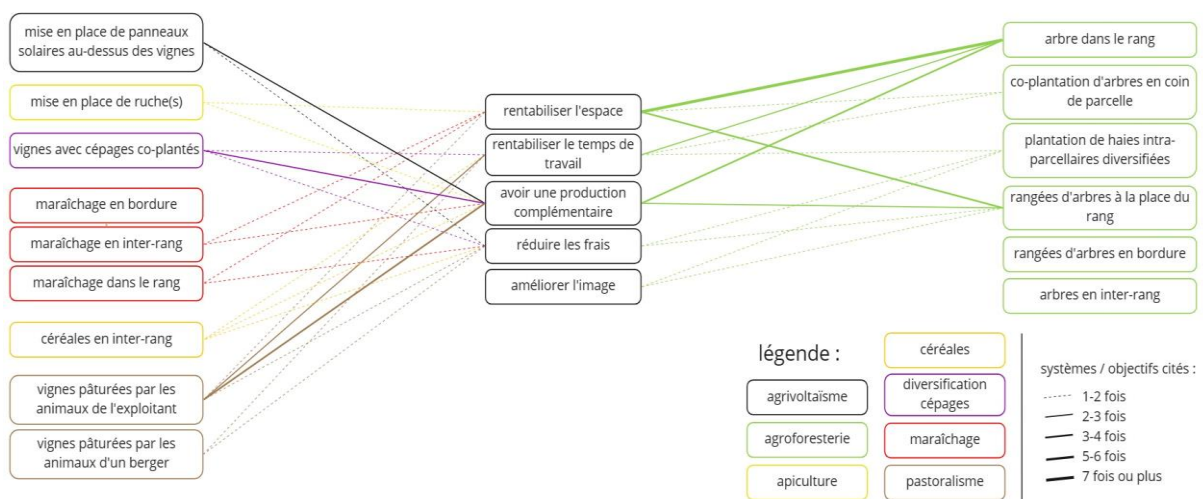


Figure 30 : Liens entre les types de systèmes innovants et les objectifs liés à la génération d'un revenu suffisant

Un autre des objectifs globaux des systèmes innovants et de favoriser la biodiversité. Cela passe par trois objectifs différents : maintenir la biodiversité existante, en accueillir une nouvelle, ou créer des continuités écologiques dans les parcelles (Figure 31). Le maintien de la biodiversité existante concerne les arbres et les cépages anciens. Pour remplir ces objectifs, certains viticulteurs ont gardé des arbres (SI 01, SI 02, SI 18, SI 72) ou des « mauvaises herbes » (SI 26) plutôt que de les arracher, d'autres ont planté des arbres afin d'avoir des floraisons et fructifications toute l'année (5 cas, SI 27, SI 42, SI 43, SI 64, SI 65). Un autre a choisi de limiter son activité apicole pour ne pas trop impacter les abeilles sauvages (SI 45). Enfin, la diversification des cépages à l'échelle de la parcelle permet de conserver des cépages rares (2 cas, SI 32, SI 41), ou simplement d'apporter de la diversité génétique à la parcelle (SI 08, SI 32, SI 41, SI 62). L'accueil d'une biodiversité nouvelle peut concerner les oiseaux et les insectes (9 cas, SI 05, SI 06, SI 09, SI 10, SI 11, SI 25, SI 63, SI 64, SI 65), les micro-organismes du sol (4 cas, SI 42, SI 43, SI 59, SI 61) ou d'autres espèces de plantes (2 cas, SI 03, SI 17).

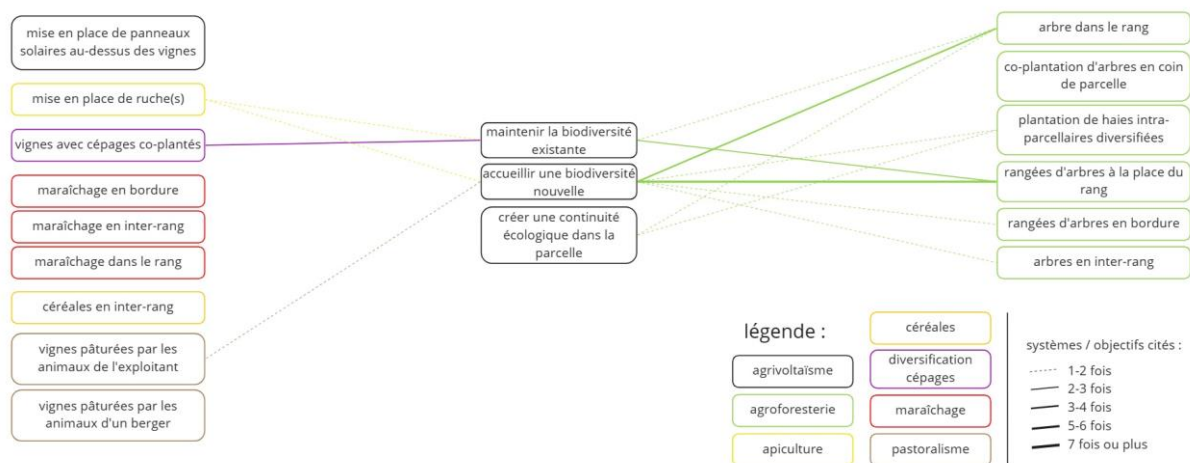


Figure 31 : Liens entre les types de systèmes innovants et les objectifs liés à la biodiversité

La biodiversité peut aussi être favorisée par l'inclusion d'animaux dans les vignes. Dans le cas où les animaux appartiennent à l'exploitant, les systèmes innovants répondent à des objectifs différents de la seule gestion de l'enherbement. L'alimentation animale devient alors un objectif auquel les systèmes innovants pastoraux (8 cas, SI 35, SI 38, SI 39, SI 40, SI 47, SI 49, SI 67, SI 68) répondent, puisqu'ils permettent de nourrir les animaux de l'exploitant sur une période pouvant atteindre la moitié de l'année. Un autre moyen utilisé pour nourrir les animaux est d'utiliser des arbres fourragers comme des caroubiers (SI 30), des robiniers, des mûriers ou des féviers d'Amérique (SI 50). Une autre préoccupation des viticulteurs-éleveurs est de ne pas faire souffrir leurs animaux. Bien que le bien-être animal soit une préoccupation transversale chez ces exploitants, trois en particulier ont évoqué limiter au maximum les déplacements des ruches (SI 19) ou des animaux (2 cas, SI 38, SI 39) pour leur éviter tout stress inutile.

Enfin, la dernière catégorie d'objectifs est l'amélioration de la qualité de vie. Cela passe majoritairement par l'autoconsommation de petites productions non commercialisables. Il peut s'agir de fruits produits par les systèmes agroforestiers (pêchers, pommier, poirier, abricotiers, amandiers, pistachiers dans 9 cas, SI 01, SI 05, SI 06, SI 12, SI 14, SI 17, SI 42, SI 43, SI 70), de légumes (2 cas, SI 13, SI 15), d'huile d'olive (6 cas, SI 03, SI 10, SI 11, SI 42, SI 43, SI 56) ou de miel (2 cas, SI 19, SI 45). Cela peut aussi passer par la préservation de savoir-faire traditionnels (SI 37, SI 49) ou leur réintroduction. C'est notamment le cas pour les viticulteurs souhaitant avoir des vignes mariées aux arbres (2 cas, SI 23, SI 72), souhaitant planter comme les anciennes parcelles avec plusieurs cépages ensemble (2 cas, SI 32, SI 41) ou souhaitant réintroduire les pratiques pastorales dans des zones où cela avait été abandonné (2 cas, SI 07, SI 44). Enfin, l'amélioration de la qualité de vie passe aussi par l'amélioration du cadre de travail. Certains viticulteurs ont ainsi sauvé ou planté des arbres pour maintenir la beauté du paysage (6 cas, SI 01, SI 02, SI 46, SI 48, SI 56, SI 70), d'autres sont devenus éleveurs pour aussi « entendre le son des cloches quand on travaille » (SI 54) ou sont devenus apiculteurs pour continuer une activité familiale qui leur plaît (SI 19). D'autres enfin ont aussi mis en place des systèmes innovants à petite échelle « pour le kiffe » (SI 17, SI 45).

iii. Rôle des réseaux sociotechniques

Une des hypothèses initiales était l'importance du rôle des réseaux sociotechniques dans l'émergence des systèmes innovants. Sur les 72 systèmes innovants caractérisés, 34 sont inscrits dans un réseau, ont bénéficié d'une formation, ont été inspirés d'autres viticulteurs ou ont reçu de l'aide extérieure. *A contrario*, les 38 autres systèmes innovants n'ont bénéficié d'aucun réseau.

Les systèmes innovants agroforestiers sont ceux qui semblent bénéficier le plus d'un réseau sociotechnique développé. En effet, 7 viticulteurs ont été accompagnés dans la mise en place de leur(s) système(s) innovant(s), que cela soit par une entreprise comme Agroof (4 viticulteurs, exploitants 2, 19, 24, 26) ou par une structure associative comme Arbres et Paysages (3 viticulteurs, exploitants 5, 11, 31). D'autres viticulteurs sont accompagnés par d'autres structures, par exemple un formateur en taille (exploitant 16) ou la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) (exploitants 1 et 32). Le second type de diversification où la présence d'un réseau sociotechnique est développée est le pastoralisme. En effet, trois d'entre eux ont été inspirés d'autres viticulteurs (3 viticulteurs, exploitants 17, 21, 30), et deux sont impliqués dans un syndicat de conservation de la race (exploitants 23 et 25). Un autre fait appel à un berger en collaboration avec le syndicat de l'AOP (exploitant 19), alors qu'un autre a réalisé la même chose dans le cadre d'un projet mené par la chambre d'agriculture (exploitant 9). Enfin, un exploitant a suivi une formation de Ver de terre production sur le pâturage tournant dynamique (exploitant 14).

Les systèmes innovants basés sur la diversification des cépages ont quant à eux un réseau sociotechnique bien particulier. En effet, le premier viticulteur (exploitant 19) à avoir mis en place ce type de système s'est uniquement appuyé sur ses observations et de « *ce que faisaient les anciens* », et les autres se sont inspirés entre autres de ce premier viticulteur (exploitants 12 et 28). Cependant, les viticulteurs ne se connaissent pas entre eux (aucun n'a été identifié par effet « boule de neige »).

Les systèmes innovants basés sur le maraîchage, la culture de céréales et l'apiculture bénéficient au contraire un réseau de proximité. Les exploitants font appel à des personnes géographiquement proches d'eux pour se faire conseiller (exploitants 2, 19, 24, 26 faisant appel à Agroof et dont les locaux sont situés à une distance inférieure à 100 km de l'exploitation), pour travailler avec eux (4 viticulteurs, exploitants 8, 25, 28, 32), partager les outils de production *via* une CUMA¹ (exploitant 7), ou encore pour vendre leur production (exploitant 13). En particulier, la CUMA est une « *société coopérative agricole qui a pour objet la mise en commun par des agriculteurs de tout moyens propres à faciliter ou à développer leur activité économique, à améliorer ou à accroître le résultat de cette activité* (Réseau des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole, 2022). La CUMA à laquelle appartient l'exploitant 7 lui a permis de semer son orge et son couvert végétal mellifère à moindre frais, mais aussi d'avoir accès à des outils de travail du sol et de cave à prix réduit. Pour s'organiser, cette CUMA utilise un tableur collaboratif pour que chacun puisse noter dans le calendrier l'outil qu'il utilise et son intensité d'utilisation (en heure ou en hectare) afin de pouvoir calculer au *pro rata* les frais de chacun. Pour l'exploitant, cela a l'avantage d'éviter de passer par les banques. Il décrit un réseau qui fonctionne bien, où « *tous les vigneronns qui ont plus de 5 ans [i.e., après l'installation] se tirent un salaire, plus ou moins important, mais un salaire tout de même* ». Pour ce qui est de la commercialisation de la culture associée, l'exploitant 13, viticulteur et maraîcher, s'inscrit dans une démarche de circuit-court. Il est passé durant un temps par la plateforme Agrilocal pour vendre ses productions maraîchères. Il s'agit d'une plateforme qui met en relation, de manière simple, directe, instantanée et gratuite les

¹ CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

producteurs locaux et les acheteurs de la restauration publique, privée, grandes et moyennes surfaces, boutique de producteurs... (Agrilocal 11, n.d.). C'est suite à cela qu'il a été contacté par un chef de restauration collective qui lui passe commande et lui achète ses légumes à un prix raisonnable. Pour le moment, cela reste un contrat informel, mais cela oriente le choix des espèces cultivées par l'exploitant.

De plus, deux viticulteurs ont été à l'initiative de la création d'un réseau de partage de connaissances : le premier *via* une association visant à promouvoir l'agroécologie en proposant des formations et des prestations de conseil agronomique (exploitant 10), et le second a créé un groupe Facebook sur l'agriculture de conservation des sols (exploitant 27). D'autres ont aussi monté des salles de réception susceptibles d'accueillir d'autres viticulteurs pour des formations (3 viticulteurs, exploitants 2, 19 et 24) : « *il y a Agroof qui vient faire des formations ici, il y a des viticulteurs qui viennent [...] on a fait une salle de cours pour ça en haut* » (exploitant 2). Parmi les viticulteurs n'ayant pas cité de réseau sociotechnique en particulier, certains ont tout de même évoqué des sources d'inspiration. Une est revenue à plusieurs reprises. Il s'agit de l'organisme de formation et de diffusion du savoir Ver de terre production, qui met en ligne des ressources pédagogiques au service des pratiques agroécologiques et régénératrices (Ver de terre production, 2021). Leurs vidéos ont été évoquées notamment par les exploitants 19, 22, 28, 29 et 31. D'autres ont parlé de livres comme *La vie secrète des arbres* (Wohlleben and Tresca, 2017). Enfin, les exploitants ont d'autres interlocuteurs, mais qui ne sont pas impliqués dans la mise en place des systèmes innovants. On peut notamment citer les chambres d'agriculture, les syndicats des AOP, les Civam et autres associations, ou les conseillers, qu'ils soient indépendants ou salariés d'une cave coopérative. Certains viticulteurs ont une vision assez critique de ces organisations. « *[les AOP] ne m'intéressent plus puisque vu le réchauffement climatique, ils sont tellement en retard que je n'y pense même pas. J'en suis sorti en 2014, et je ne suis pas prêt d'y rentrer* » (exploitant 1). « *[Les syndicats d'AOP] sont tellement lents ... en 2021, ils ont autorisé les appellations bio, mais pas avant. Et ils ont eu le même problème avec les [extraits de] plantes, qui sont autorisés depuis 2020 au plus tôt [...] Ils sont sur un système qui doit dater des années 40 ou 60* » (exploitant 22).

Enfin, il existe des subventions et des aides spécifiques qui ont pu ou peuvent favoriser la mise en place des systèmes innovants identifiés, notamment en agroforesterie. Les viticulteurs enquêtés ont cité entre autres les Plans de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles (Pcae) (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2022b) qui sont des aides de l'Europe finançant jusqu'à 70% du projet sur le matériel végétal (arbres), le Plan de Relance de l'État (Ministère de l'Economie, 2021) qui finance à 90% le matériel arboricole et l'accompagnement technique, ou des programmes financés par le Compte d'Affectation Spécial pour le Développement Agricole et Rural (CasDAR). Des aides aux niveaux régional et départemental existent aussi, avec par exemple le Plan Arbre et carbone vivant de la Région Occitanie (Région Occitanie, 2023) ou des aides du département de l'Hérault (Département de l'Hérault, 2022). D'autres sont passés directement *via* des associations permettant de planter à tarif réduit en échange d'un engagement sur trois ans et de la réalisation de certains travaux (sous-solage, paillage, mise en place d'un couvert, arrosage et entretien...) (Arbres et paysages 11, 2017; paysarbre, 2023). « *Si les gens ont des idées ou l'envie de se lancer, ça débloque déjà le frein économique* » (exploitant 24). Cependant des progrès sont encore à faire déplorent certains viticulteurs, notamment au niveau des déclarations de la PAC¹ où « *une même parcelle ne peut pas être déclarée en vigne et en pâturage* » notamment (exploitant 9).

¹ Politique Agricole Commune, qui octroie les subventions aux agriculteurs selon leur activité et leur surface.

e) Cohérence des systèmes innovants à l'échelle de l'exploitation

i. Trajectoire des EA

Les exploitations agricoles sont des structures dynamiques amenées à évoluer au cours du temps. Aussi, la mise en place des systèmes innovants s'inscrit dans une démarche globale qu'il est nécessaire d'explicitier. Souvent, des éléments comme la reprise d'exploitation, l'installation, ou un évènement marquant sont les déclencheurs de changements. 13 des 32 viticulteurs ont repris l'exploitation familiale, alors que les 19 autres ont créé leur propre exploitation ou ont racheté une exploitation, après une expérience plus ou moins longue dans la viticulture. Parmi les 13 exploitant ayant repris l'exploitation familiale, 3 ont commencé diversifier les parcelles moins de 5 ans après leur reprise (exploitants 1, 18 et 29), 5 autres ont mis entre 5 et 10 ans (exploitants 12, 19, 23, 27, 32), et 5 ont mis en place leur système innovant plus de 15 ans après la reprise. Une grande partie des néo-installés (9 sur les 19) ont mis en place leur(s) système(s) innovant(s) dans les 5 ans suivants l'installation (Figure 32).

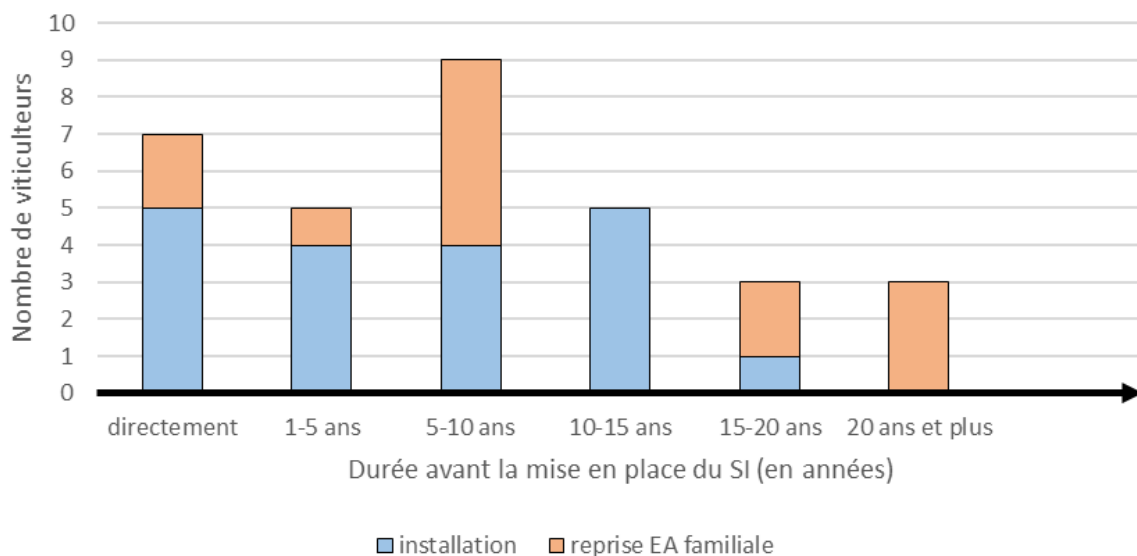


Figure 32 : Durée d'exploitation avant la mise en place des systèmes innovants chez les viticulteurs enquêtés

Cependant, plusieurs facteurs peuvent expliquer la durée, parfois longue, entre le début d'activité de l'exploitant et la mise en place du système innovant. La principale développée ici est que la mise en place des systèmes innovants est l'aboutissement (ou seulement une étape ?) d'un long travail réflexif des exploitants sur leur façon de cultiver. En effet, les enquêtes ont permis d'identifier des changements de pratiques (enherbement, réduction des intrants chimiques, passage en bio/biodynamie, réduction/arrêt du travail du sol, diversification à l'échelle de l'exploitation ...) qui peuvent être classés successivement dans la trajectoire d'une exploitation (Figure 33 et tableau en Annexe 3).

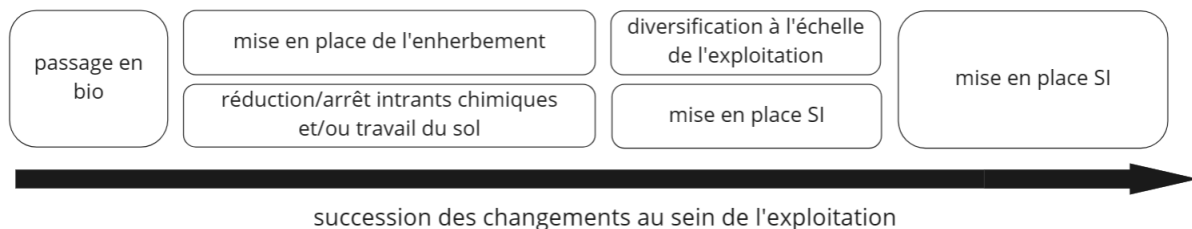


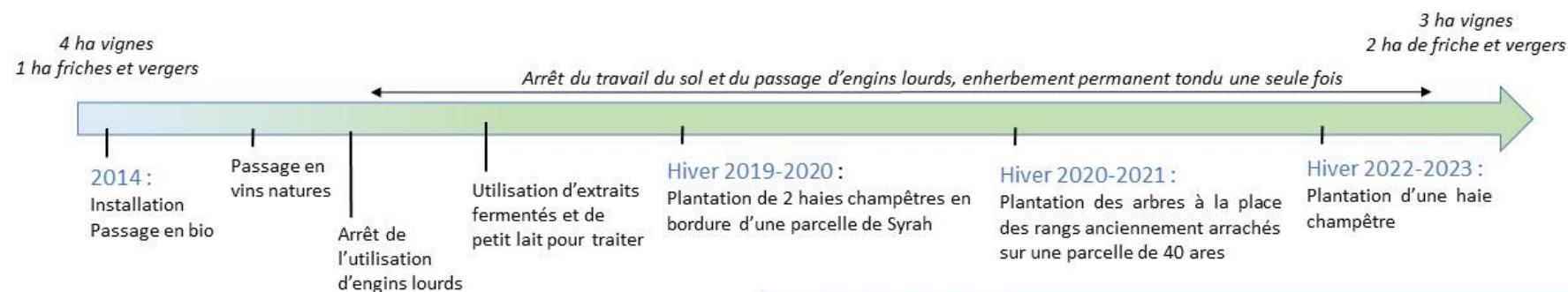
Figure 33 : Premiers changements réalisés par les viticulteurs à leur reprise/installation

Après l'analyse de ces changements, il est ressorti que la première décision prise à l'installation ou la reprise du viticulteur était de passer en agriculture biologique. En effet, pour 17 viticulteurs sur 32, ce fut le premier changement. Le second est la mise en place de l'enherbement, qu'il soit spontané ou semé. Il intervient comme premier, deuxième ou troisième changement dans 20 exploitations. D'autres changements de pratiques, bien que moins récurrents, sont aussi réalisés avant la diversification à l'échelle de la parcelle. Il s'agit notamment de la réduction ou l'arrêt d'intrants chimiques (premier ou deuxième changement dans 5 exploitations), l'arrêt total ou partiel du travail du sol (parmi les trois premiers changements de 4 exploitations) ou la diversification à l'échelle de l'exploitation (parmi les trois premiers changements de 5 exploitations).

Globalement, la diversification à l'échelle de la parcelle est un changement qui intervient assez tard dans la trajectoire globale de l'exploitation, puisque 12 des 32 viticulteurs ont réalisé 4 changements ou plus avant de réaliser une diversification intra-parcellaire. Pour 4 viticulteurs, cela a été le premier changement (exploitants 8, 16, 19, 25). Les détails des trajectoires d'exploitations révélatrices de ces évolutions sont montrés dans les Figure 34, 35, 36, 37 et 38.

Trajectoire de l'exploitant 31

Plantation de haies champêtres en bordure et d'arbres à la place du rang



Contexte et contraintes :

Aude

Climat méditerranéen sec, soumis en vent

Systèmes innovants mis en place :

- plantation de haies champêtres plurispécifiques
- plantation d'arbres fruitiers en alternance avec des trognons et des vignes oubliées à la place de rangs de vignes anciennement arrachés

« Pour moi c'était beaucoup trop monotone et j'ai besoin de couleurs, d'avoir un autre visuel quand je taille et quand je fais mes travaux. Ca me permet d'avoir une énergie beaucoup plus positive. Ca faisait aussi partie des éléments majeurs » .

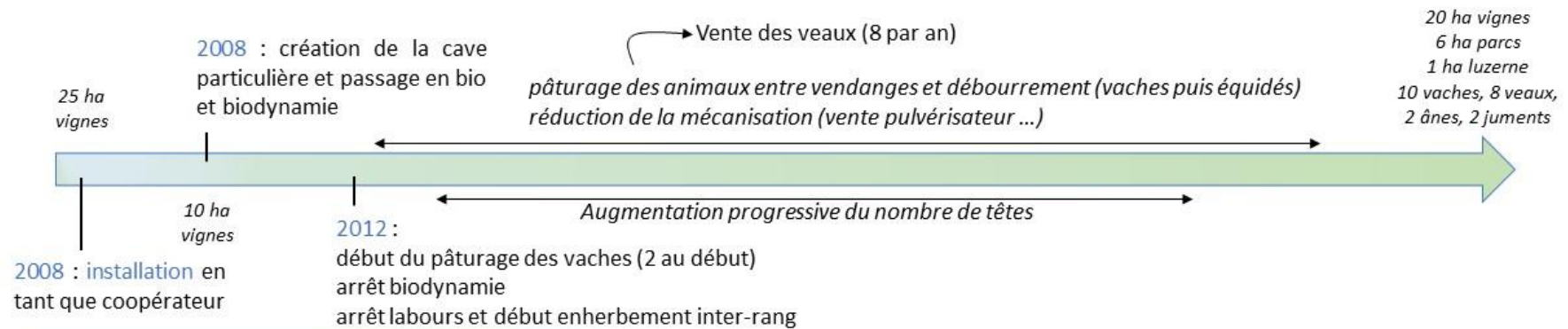
Cave particulière en bio et en VDF avec des petits rendements (10 hL/ha), vendanges manuelles, privilégie la vente directe (12€ la bouteille). Développement d'une activité oenotouristique (emplacements de camping, guinguette dans les vignes).

Plantations avec Arbres et Paysages 11, vidéos de Ver de Terre Production

Figure 34 : Trajectoire de l'exploitant 31 - Haies et rangées d'arbres à la place du rang

Trajectoire de l'exploitant 17

Vignes pâturées par des vaches, des chevaux et des ânes appartenant à l'exploitant



Contexte et contraintes :

Aude



Climat méditerranéen sec

Parcelles non irriguées



Systèmes innovants mis en place :

- pâturage par des vaches (une vingtaine), des chevaux et des ânes en hiver. Animaux qui appartiennent à l'exploitant. 2-3 passages par parcelle.

veut réduire son nombre de vaches aujourd'hui car cela lui demande beaucoup de travail, c'est avant tout par passion.



Cave particulière, en bio, entre 40 et 55 000 bouteilles, vendues entre 4,5€ et 15€ (prix pro), une bouteille qui communique sur le pastoralisme, vendanges manuelles

Vente des veaux pour la reproduction (8 par an) entre 500€ et 800€



Aide majoritairement de l'éleveuse qui lui a vendu les vaches et de son vétérinaire

Figure 35 : Trajectoire de l'exploitant 17 - pastoralisme par les animaux de l'exploitant

Trajectoire de l'exploitant 7 Vignes avec de l'orge en inter-rang

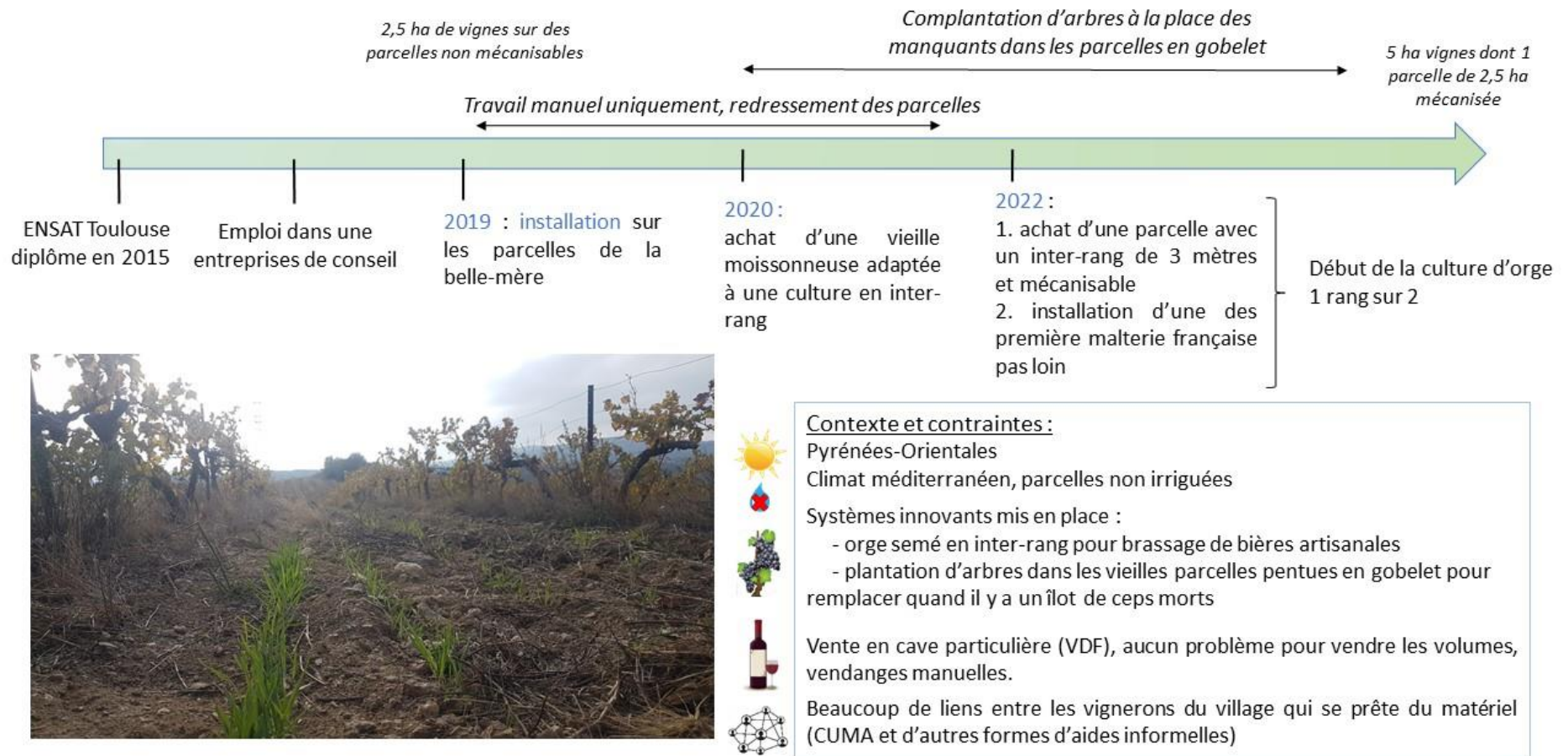


Figure 36 : Trajectoire de l'exploitant 7 - orge en inter-rang et complantation d'arbres dans le rang

Trajectoire de l'exploitant 32 maraîchage dans le rang et vignes mariées

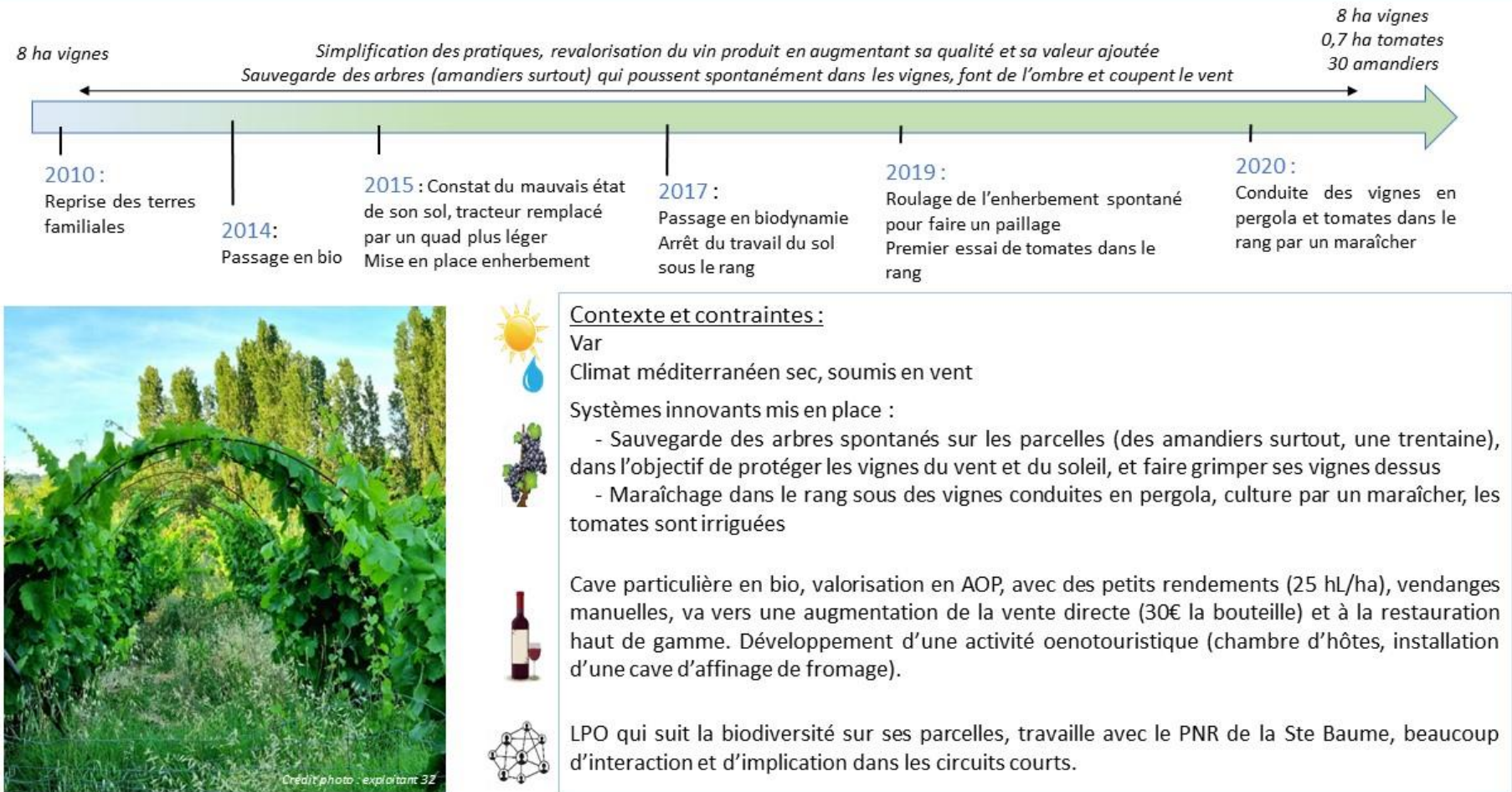
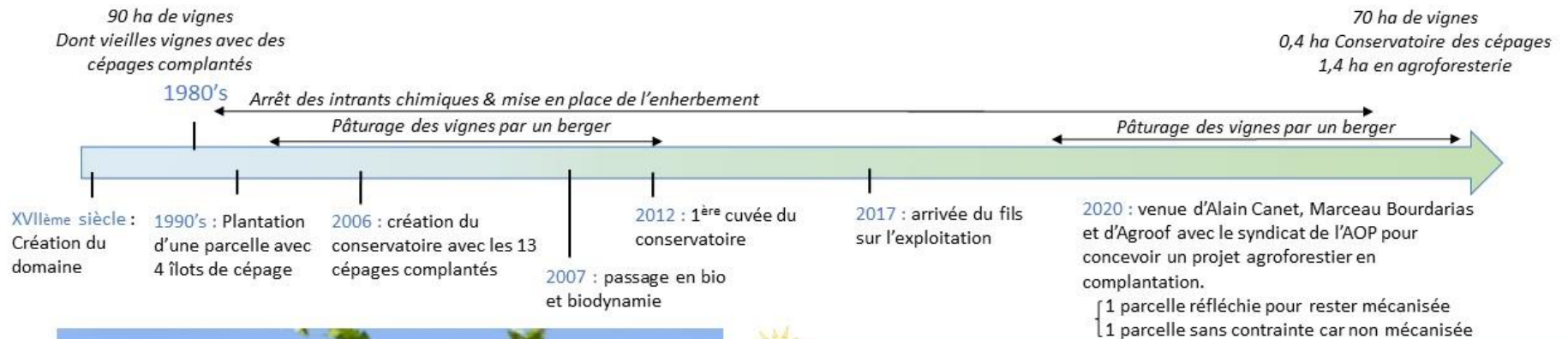


Figure 37 : Trajectoire de l'exploitant 32 - maraîchage dans le rang et vignes mariées

Trajectoire de l'exploitant 19

Vignes avec plantation de cépages, agroforesterie dans le rang et vignes pâturées par des brebis d'un berger



Contexte et contraintes :

Vaucluse



Climat méditerranéen sec
Parcelles non irriguées



Systèmes innovants mis en place :

- parcelle avec 13 cépages (et 18 expressions de cépages) complantés
- projet d'agroforesterie en complantation dans le rang
- vitipastoralisme en partenariat avec un berger



Cave particulière, en bio, 240 000 bouteilles par an environ, vendues entre 20€ et 40-60€ selon l'appellation, vendanges manuelles, stable économiquement



Intervention avec le syndicat de l'AOP d'Alain Canet, Marceau Bourdarias ...
Forte implication avec l'AOP pour diffuser les pratiques mises en place

Figure 38 : Trajectoire de l'exploitation 19 - diversification de cépages, complantation d'arbres dans le rang et pastoralisme en faisant appel à un berger

ii. *Systèmes innovants, exploitations innovantes ?*

Comme l’ont montré les trajectoires des différentes exploitations, les systèmes innovants s’inscrivent dans une démarche globale, qui ne peut être réduite à l’échelle de la parcelle. Tout porte à croire que l’on peut non seulement parler de systèmes innovants, mais aussi d’exploitations innovantes. Nous montrerons que les exploitations peuvent être innovantes sur trois aspects. Le premier est lié au nombre de systèmes innovants par exploitation. Le second aspect porte sur la cohérence et les liens entre les systèmes innovants d’une exploitation. Le dernier aspect est social, avec l’intensification de la main d’œuvre par unité de surface cultivée.

La Figure 39 montre que les viticulteurs ont mis en place entre un (15 viticulteurs, exploitations 3, 4, 5, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 26, 27) et huit (exploitant 1) systèmes innovants sur leur exploitation. Pour les exploitations avec plusieurs systèmes innovants, le nombre de type de diversification (agroforesterie, pastoralisme, maraîchage ...) est aussi un indicateur du caractère innovant de l’exploitation. Ainsi, 10 exploitations (exploitants 1, 7, 10, 11, 19, 23, 14, 25, 28 et 32) ont au moins deux types de diversification différents. Les exploitations avec plusieurs systèmes innovants ont généralement un type de diversification principal (en termes de surfaces de l’exploitation ou de revenu généré), que ce soit l’agroforesterie (5 viticulteurs, exploitants 1, 10, 11, 24, 10), le pastoralisme (exploitants 23 et 25), les céréales (exploitant 7), la diversification des cépages (exploitant 19) ou le maraîchage (exploitant 32), et un ou plusieurs systèmes innovants complémentaires qui se révèlent plus anecdotiques pour eux.

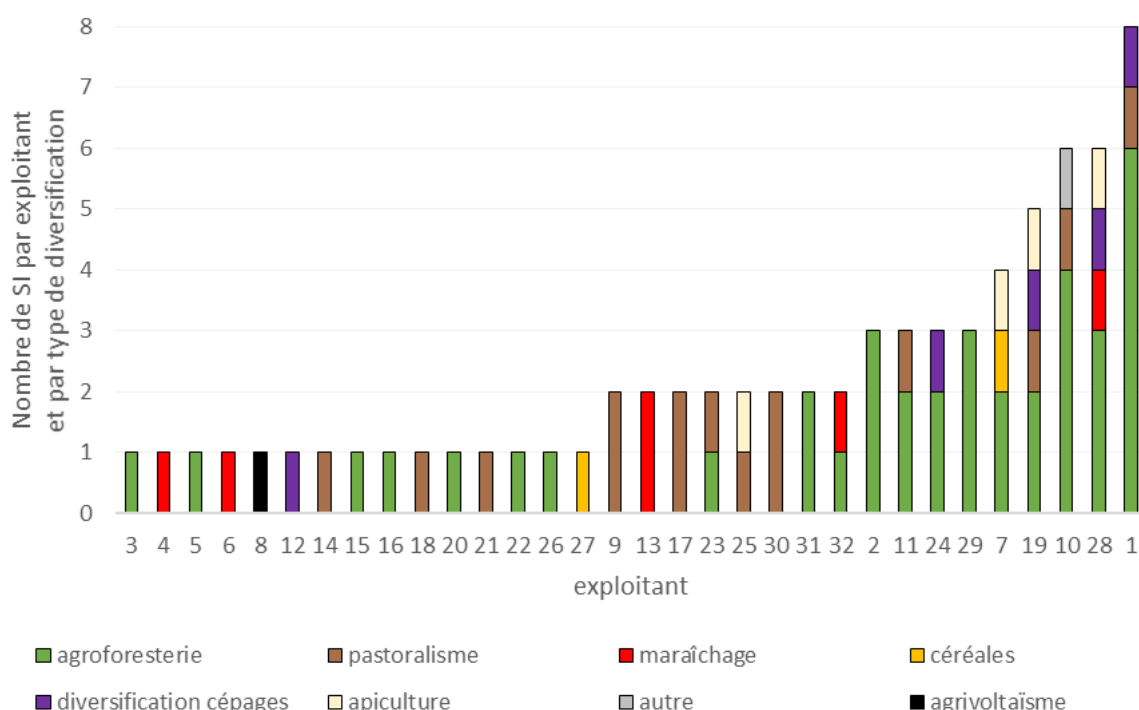


Figure 39 : Nombre de système(s) innovant(s) par exploitant et par type de diversification

De plus, ces systèmes peuvent être plus ou moins en cohérence avec le fonctionnement global de l’exploitation. Ainsi, certains systèmes sont assez isolés et impactent peu ce fonctionnement (SI des exploitants 3, 4, 5, 8, 12, 20, 22 par exemple), alors qu’autres le modifient de manière importante. On peut notamment citer les pratiques pastorales où les exploitants possèdent leurs propres animaux (9 viticulteurs, exploitants 9, 11, 14, 17, 18, 21, 23, 25, 30), dont ils doivent s’occuper toute l’année.

« Cela rythme aussi mon travail de vigneronne [...] Pour se faire plaisir c'est très bien, mais c'est vrai que l'on a plus le même rythme de vie » (exploitante 14). Bien que les systèmes innovants de ces exploitations soient liés à l'intégration des animaux dans les vignes, les seules surfaces viticoles ne suffisent pas à assurer le maintien du troupeau tout au long de l'année. C'est pourquoi il s'agit d'exploitations avec une surface agricole non viticole importante. Cela peut se matérialiser par des prairies de pâturage (2 cas, exploitant 14, 21) ou pour faire du foin (3 cas, exploitants 17, 18, 25), des espaces de garrigues ou de bois (6 cas, exploitants 9, 11, 21, 23, 25, 30) ou des estives (3 cas, exploitants 18, 23, 30) qui soit appartiennent à l'exploitant, soit lui sont louées (par des particuliers ou par les communes), soit lui sont prêtées. Ces surfaces ne sont pas nécessairement très grandes si le troupeau est de petite taille, mais restent toutefois importantes pour le maintien du troupeau hors période de pâturage de la vigne. Pour deux viticulteurs (exploitants 18 et 23), le départ des animaux en estive est nécessaire. En effet, il ne leur est pas possible de s'occuper à la fois des vignes et de leurs nombreux animaux (150 brebis pour l'exploitant 23, 400 brebis pour l'exploitant 18) dans une période où l'entretien de la vigne est très chronophage, et faire garder leurs animaux par un berger pendant 4 mois leur permet d'assurer cette double activité. D'autres systèmes non pastoraux comme le SI 16 et le SI 29 sont très intégrés au fonctionnement de l'exploitation. Le SI 16, qui associe la culture de l'orge à celle de la vigne s'intrique à la fois à l'échelle de la parcelle, mais aussi en cave (Figure 40). En effet, les lies de vin produites à l'année n seront congelées pour être utilisées l'année $n+1$ en tant que ferments au cours du processus de brassage de l'orge produit dans la parcelle.

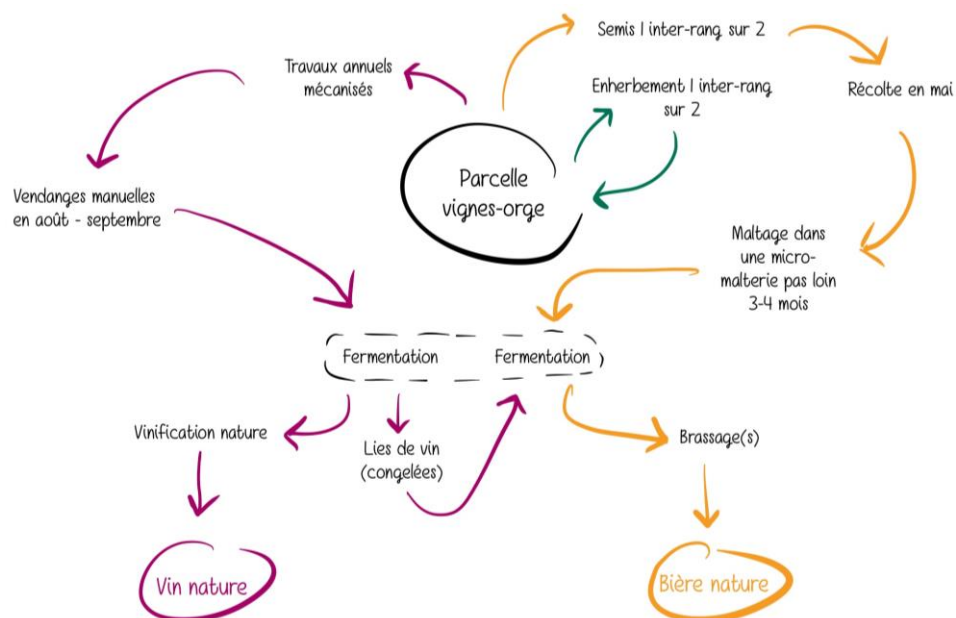


Figure 40 : Cohérence du SI 16 vignes-orge dans le fonctionnement global de l'exploitation

Le SI 29 associant vignes et figuiers de barbarie est quant à lui possible grâce à la méthode de commercialisation du viticulteur. Bien que la récolte des figues se fasse en même temps que les vendanges, le viticulteur peut s'en occuper pleinement car il délègue la récolte d'une majorité de ses raisins à un négoce qui les lui achète. Il peut donc utiliser ce temps d'une part pour récolter, cueillir et vendre les figues (Figure 41), d'autre part pour avoir un travail saisonnier un fois la période de croissance végétative des adventices passée, « quand l'herbe est grillée », qui lui permet d'arrondir ses fins de mois les années de mauvaise récolte.

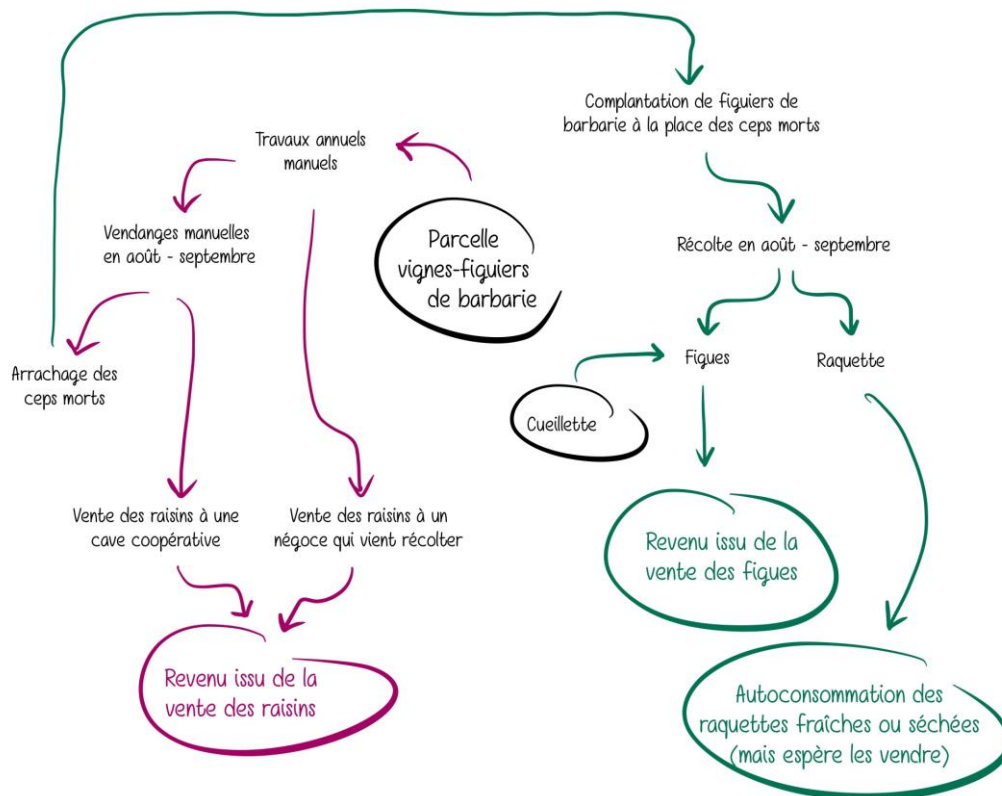


Figure 41 : Cohérence du SI 29 vignes-figiers de barbarie dans le fonctionnement global de l'exploitation

Enfin, on peut aussi noter l'existence de dynamiques d'exploitation collective de la terre. La première forme d'exploitation collective de la terre dans le cadre des systèmes innovants rencontrés est le partage du travail à l'échelle de la parcelle (2 cas, exploitants 16 et 27). Dans ces cas-là, une personne s'occupe de la vigne (le propriétaire de la parcelle dans les deux cas), et une autre de la culture associée (oliviers ou maraîchage). La seconde personne est en autonomie sur ses choix de pratiques culturales et de commercialisation (bien qu'elle doive faire avec la manière de travailler du viticulteur). Par conséquent, les revenus issus de la production lui reviennent. Dans les deux cas, il s'agit d'un « *accord verbal* » (exploitant 16) informel. Les viticulteurs ont fait appel à une autre personne pour deux raisons. La première est l'apport de compétence possible grâce à l'arrivée d'une deuxième personne, spécialisée dans la culture associée. « *C'est [le propriétaire] qui est venu nous chercher car il sait qu'on est travailleur et qu'on allait gérer correctement son oliveraie. C'est quelqu'un qui nous a recommandé* » (exploitant 16). La seconde raison est plutôt sociale. « *L'idée aussi est d'avoir un rôle social, parce que devoir tout faire avec ses employés ce n'est pas le but. Le but c'est de donner l'opportunité à d'autres agriculteurs de s'installer et donc indirectement créer plus de revenu sur la même surface. Pas forcément pour gagner plus moi, mais pour montrer que sur un même hectare, on peut augmenter la productivité en biomasse mais aussi en termes de chiffre d'affaires* » (exploitant 32). La seconde forme d'exploitation collective de la terre est le partage de la terre à l'échelle de l'exploitation. Ainsi, l'exploitant 27 loue une partie de ses terres (environ 1 ha) à une maraîchère pour 200 €/an et a construit un four à pain dans lequel une boulangère vient faire du pain deux fois par semaine pour 50 €/mois, afin de couvrir les frais liés à son activité. « *Cela ne me rapporte rien* » (exploitant 27). Enfin, les dynamiques collectives peuvent aussi avoir lieu non pas dans l'exploitation de la terre, mais dans la structure de l'exploitation agricole. L'exploitation 24 est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC). « *Le principe d'une SCIC, c'est qu'il y a plusieurs personnes, agglomérations, entreprises ... qui sont sociétaires, et donc qui ont des parts dans le domaine. Ils*

mettent de l'argent sur la table au début, et ils sont propriétaires du domaine. Ce n'est pas un propriétaire, ce sont plusieurs propriétaires [...]. C'est exactement le même principe qu'une coopérative. C'est intéressant parce que c'est collectif, c'est participatif, il y a des idées ... Dans le conseil coopératif il y a des gens qui sont vigneron et d'autres qui ne le sont pas du tout, donc ça amène des idées » (exploitant 24).

La diversification à l'échelle de la parcelle peut aussi s'accompagner d'une diversification des revenus (11 cas, exploitants 7, 11, 13, 17, 18, 20, 23, 25, 26, 29, 31) avec la vente de la production associée (céréales, légumes...) ou des animaux qui pâturent. Cependant, certains exploitants ont aussi diversifié leurs revenus par d'autres moyens, notamment à l'échelle inter-parcellaire avec la plantation de parcelles non viticoles (10 cas, exploitants 2, 4, 10, 13, 15, 16, 20, 24, 27, 29), ou grâce à des activités oenotouristiques comme la location de gîtes ou de place de camping (3 cas, exploitants 14, 25 et 31), la réalisation de visites guidées (exploitants 5 et 30), ou l'organisation d'événements réalisés au domaine (4 cas, exploitants 2, 24, 27, 32). Trois exploitants génèrent un revenu complémentaire grâce à des activités non liées à leur activité agricole. Il s'agit de l'exploitant 11 qui a un travail saisonnier quand il n'a plus à s'occuper de ses vignes, de l'exploitant 10 qui réalise des formations en permaculture, et de l'exploitant 28 qui possède trois restaurants. Aussi, la diversification des revenus semble être une préoccupation importante pour la plupart des viticulteurs, puisque 25 viticulteurs parmi les 32 enquêtés ont au moins une source de revenu complémentaire au revenu généré par la culture de la vigne (Figure 42).

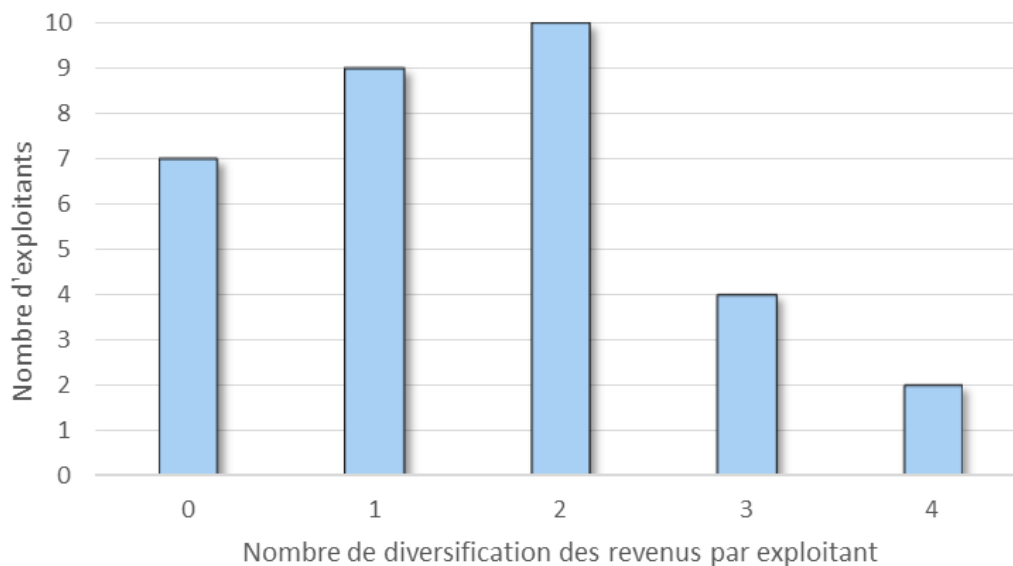


Figure 42 : Diversification des revenus à l'échelle de l'exploitation

Un dernier indicateur du caractère innovant des exploitations agricoles est le(s) projet(s) des exploitants. En effet, 15 exploitants veulent continuer dans leur démarche afin de l'étendre, que cela soit lié à la plantation de haies, d'arbres en intra-parcellaire, du maraîchage, la plantation de cépages diversifiés ou la mise en place de panneaux solaires au-dessus des vignes. En effet, les systèmes innovants caractérisés sont très rarement étendus à l'ensemble des exploitations, sauf dans le cas des systèmes pastoraux où une grande majorité des viticulteurs fait pâturer l'ensemble de la surface viticole. On peut cependant noter que certains viticulteurs ayant mis en place des systèmes agroforestiers sont assez avancés dans leur démarche. 7 viticulteurs ayant mis en place ce type de systèmes l'ont fait sur une proportion supérieure ou égale à 40 % de leur surface viticole. Sauf pour un viticulteur (qui tire un revenu de cette association), les systèmes vignes-maraîchage sont mis en place

sur une faible proportion des surfaces viticoles des exploitations (inférieure 10 %). Les viticulteurs ayant associé des céréales aux vignes l'ont fait sur respectivement 20 % et 50 % de leur surface viticole. La diversification des cépages est réalisée sur une proportion des surfaces viticoles comprise entre 1 % et 30 % des surfaces en vigne.

Les viticulteurs peuvent aussi avoir des projets autres que l'extension de leur(s) système(s) innovant(s). Six viticulteurs veulent favoriser l'intégration des animaux dans les vignes, que cela soit par le choix de la composition floristique du semis (exploitants 13 et 18), la modification du mode de conduite de la vigne (exploitants 17 et 23) ou la création d'un outil de travail facilitant l'intégration des animaux, notamment avec des poulaillers mobiles (exploitants 21 et 27). Deux viticulteurs souhaiteraient notamment concevoir une parcelle diversifiée représentative de tout ce qu'ils produisent à l'échelle de l'exploitation (exploitants 7 et 15). D'autres viticulteurs souhaitent se lancer dans une nouvelle diversification. Un viticulteur aimerait planter une parcelle en suivant les principes de l'agriculture syntropique (exploitant 10), deux souhaiteraient se lancer dans le maraîchage (exploitants 10 et 20), et un dans un atelier d'arboriculture (exploitant 23). Enfin, trois n'ont pas évoqué de projet particulier.

VI. Discussion

1. En quoi ces résultats répondent aux objectifs initiaux ?

Les objectifs du stage étaient d'identifier et de caractériser des systèmes viticoles diversifiés dans le Sud de la France pour construire des références mobilisables pour la conception ad hoc de systèmes viticoles diversifiés. 72 systèmes innovants ont pu être identifiés avec la traque à l'innovation, regroupés en plusieurs types de systèmes selon le type d'association (agroforesterie, pastoralisme, maraîchage, céréaliculture, apiculture, diversification des cépages, agrivoltaïsme) et la disposition du système innovant dans la parcelle (à la place du rang de vignes, dans le rang, en inter-rang...). Les contraintes associées à ces systèmes, à dire de viticulteurs, viennent enrichir l'analyse. Les systèmes rencontrés sont le fruit de facteurs locaux, mais aussi de préférences personnelles. Certaines combinaisons dans les arbres hiérarchisés (arbres hiérarchisés en Figure 26 et 27) ne mènent à aucun système innovant. Il serait intéressant d'explorer les possibilités de ces types de systèmes pour comprendre s'ils n'ont pas été identifiés car pas encore créés ou s'ils ne sont réellement pas faisables. Les systèmes qui pourraient naître de cette exploration ainsi que ceux qui pourraient naître directement à partir des références créées pourront convenir à des viticulteurs avec d'autres besoins et préférences.

2. Hypothèses validées et résultats attendus

a) Hypothèses

La première hypothèse était que dans le Sud de la France, il existe plusieurs modèles dominants correspondant à la combinaison entre le mode de conduite des vignes et le mode de commercialisation. Les recherches bibliographiques et les entretiens avec des professionnels sur secteur viticole ont confirmé l'existence de deux modes de conduite de la vigne (en conventionnel ou en agriculture biologique) et de deux modes de commercialisation (en cave coopérative et en cave particulière) pouvant se combiner. Une des principales caractéristiques communes de ces quatre systèmes dominants et qu'ils sont monospécifiques, c'est-à-dire avec seulement des vignes cultivées.

La deuxième hypothèse était fondée sur le fait qu'il existe des systèmes viticoles alternatifs à ces systèmes dominants, qui peuvent être identifiés et caractérisés. La traque a permis d'identifier et de caractériser 72 systèmes viticoles innovants par rapport aux modèles dominants définis. Leur identification est passée majoritairement *via* des recherches internet et des professionnels du secteur viticole (36 sources mobilisées) exerçant dans des chambres d'agriculture, des associations, des syndicats d'AOP, des centres de recherches. Quelques viticulteurs innovants ont permis d'en identifier d'autres grâce à un effet « boule de neige ». Il apparaît ainsi que la diversité des sources mobilisées permet de cibler un large spectre de viticulteurs, que cela soit géographiquement, avec au moins deux viticulteurs enquêtés dans chaque département de la zone d'étude, ou que cela soit dans la diversité des profils, avec des coopérateurs et des caves particulières enquêtés, en conventionnel ou en agriculture biologique (Tableau 24)

La dernière hypothèse est qu'il existe des freins et leviers qui peuvent déterminer l'adoption ou non de systèmes viticoles innovants, et que le réseau sociotechnique joue un rôle important dans l'adoption et la pérennisation d'un système innovant. La traque a en effet permis d'identifier un réseau sociotechnique facilitant la mise en place de certaines innovations. Notamment pour les systèmes

agroforestiers, il existe des aides à la plantation d'arbres (haies ou en intra-parcellaire) qui peuvent être accordées soit directement sur demande, soit *via* des projets de plantation accompagnés par des structures de conseil agronomique ou associative qui accompagnent les viticulteurs. Parmi les viticulteurs ayant mis en place des systèmes innovants, certains accueillent d'autres viticulteurs dans le cadre de formations afin de partager leur expérience. Les viticulteur-éleveurs ont aussi ce genre de réseau de partage de connaissances, mais il est informel, des viticulteurs se sont inspirés d'un viticulteur servant de référence et situé géographiquement proche d'eux, ont discuté avec lui avant de mettre en place des pratiques inspirées de ses méthodes de travail. D'autres sont impliqués dans les syndicats de conservation de la race, et échangent donc avec les autres éleveurs. De nombreux viticulteurs ont fait appel à un réseau de proximité pour exploiter la terre collectivement, partager les outils de production ou vendre leur production associée. D'autres encore n'ont pas évoqué de réseau particulier les ayant aidé à mettre en place leur système(s) innovant(s), mais se sont inspiré de ressources littéraires ou numériques. Enfin, on peut supposer que d'autres réseaux informels n'ont pas été évoqués par les viticulteurs.

b) Résultats attendus

L'identification des variations entre les systèmes innovants et les systèmes dominants peut se faire sur deux aspects : (1) les facteurs généraux à l'échelle de l'exploitation (profil des exploitations) et (2) les facteurs techniques à l'échelle du système (i.e, de la parcelle).

Parmi les viticulteurs ayant conçu des systèmes innovants, une grande majorité sont en agriculture biologique et commercialisent en cave particulière (Tableau 24). La surreprésentation des viticulteurs commercialisant en cave particulière va à l'encontre de la forte proportion de coopérateurs dans la zone d'étude (autours de 75 %), et ce malgré un effort différencié pour identifier des coopérateurs innovants. Une dizaine de caves coopératives du terrain d'étude ciblées comme ayant potentiellement des coopérateurs innovants (grande partie des vins commercialisés en bio, démarche RSE¹, contact par des personnes ressources...) ont été contactées. Toutes les personnes contactées qui ont répondu (employées dans 4 coopératives différentes) n'ont pas connaissance de viticulteurs innovants qui soient coopérateurs. En prenant en compte le fait que 28 des 32 viticulteurs conduisent leurs vignes en agriculture biologique, cette proportion est plus cohérente avec le fait que 74 % de viticulteurs en bio commercialisent eux-mêmes leur vin. Cette sous-représentation des coopérateurs peut s'expliquer par plusieurs facteurs.

		mode de commercialisation	
		cave coopérative	cave particulière
mode de conduite	agriculture biologique	3	25
	conventionnel	2	2

Tableau 24 : Nombre de viticulteurs enquêtés par mode de conduite et de commercialisation

Une des raisons est systémique et directement liée au fonctionnement des caves coopératives. « *Le coopérateur est rémunéré au kilo de raisin. Pour lui ce qui est le plus important avant tout, c'est que quand il va livrer ses raisins à la cave, est-ce qu'il a le quota ou pas. Je caricature un peu mais à peine, surtout dans le cas des exploitations professionnelles. C'est leur activité économique, ils en tirent de la valeur contrairement au double actif ou au retraité qui font ça plus pour le plaisir, donc le rendement reste la priorité n°1. Je n'ai pas d'exemple d'une rémunération différenciée pour le mec qui fait des petits efforts à planter des haies ou ce genre de chose... au contraire pour ce genre de chose il faut prévoir un petit peu plus d'espace. Pour lui c'est x rangs de vignes en moins par hectare, donc x kilo de*

¹ Responsabilité Sociétale des Entreprises

moins par hectare ... C'est directement impacté sur l'aspect financier. Alors que sur un domaine (c'est peut-être une vision de l'esprit) tu ne peux pas forcément répercuter tous les coûts mais tu peux communiquer sur cette image-là de vignoble agroécologique. Et quand même si tu n'es pas trop mauvais en communication réussir à valoriser tes vins mieux » (conseiller viticole Institut Coopératif du Vin). « Les viticulteurs très intéressés pour tester/expérimenter/mettre en place des pratiques innovantes ont tendance, j'ai l'impression, à s'installer en cave particulière ou à sortir des coopératives, pour avoir plus d'indépendance, plus de marges de manœuvre sur ce qu'ils peuvent faire et valoriser leurs pratiques spécifiques en en faisant un vin dédié (plutôt que des raisins qui seront mélangés au reste des raisins de la coopérative) [...] les viticulteurs en coopérative doivent avoir des pratiques qui correspondent au cahier des charges de la coopérative, suivent les conseils des techniciens de la coopérative... tout cela fait que leurs pratiques sont plus homogènes au sein d'une coopérative » (chercheuse en économie viticole). En effet, plusieurs viticulteurs sont sortis du système coopératif (3 cas, exploitants 15, 17, 29) avant de mettre en place leur(s) système(s) innovant(s), et certains ont réalisé des cuvées dédiées aux parcelles innovantes (agroforestière, communication sur le pastoralisme...). Une autre raison qui pousse les viticulteurs en cave particulière à se diversifier plus que ceux en cave coopérative serait de l'ordre de la conviction et des moyens à engager pour concevoir des systèmes innovants. « Beaucoup de vigneron indépendants sont des personnes qui ont beaucoup plus de moyens que les viticulteurs-coopérateurs (héritage familial, ou investissement de personnes qui ont des moyens dans une cave) : plus de surfaces cultivées (et donc la marge pour expérimenter sur une partie), du personnel dédié (chef(fe) de culture, œnologue, salariés...) et donc des compétences, du vin qui est vendu plus cher également... » (chercheuse en économie viticole). Alors que d'un autre côté, les coopérateurs sont peut-être moins convaincus par les intérêts d'une diversification à l'échelle de la parcelle. « Quand je parle avec les agriculteurs qui sont en cave coopérative, l'arbre c'est négatif [...] ça pompe l'eau, ça pompe les nutriments ... Il n'y a que du négatif » (responsable vignoble et qualité d'une cave coopérative).

Les deux autres leviers susceptibles de varier à l'échelle de l'exploitation sont leur taille (surface viticole) et la quantité de main d'œuvre nécessaire au fonctionnement de l'exploitation. La Figure 43 montre que la taille des exploitations agricoles enquêtées ne semble pas différer des systèmes dominants. En effet dans l'Aude et le Gard, toutes les exploitations enquêtées ont des surfaces en vignes inférieures à la moyenne calculées à partir de la définition des systèmes dominants. Les exploitations enquêtées dans l'Hérault, les Pyrénées-Orientales et le Var ont en moyenne une taille équivalente et celles enquêtées dans le Vaucluse sont plus grandes que la moyenne. Alors que les surfaces des exploitations ayant mis en place les systèmes innovants ne sont pas différentes des surfaces définies dans les systèmes dominants, il semble que les surfaces exploitées par une personne (entre 5 et 8 ha/ETP¹ dans les exploitations enquêtées) ont tendance à être inférieures à celles exploitées par une personne dans le cadre des systèmes dominants (entre 9 et 16 ha/ETP²). Cette différence pourrait s'expliquer par une intensification du travail. En effet pour une même unité de surface, deux productions sont associées. Les cycles productifs des deux cultures peuvent ne pas être sur la même période (vignes en été et céréales en hiver par exemple), donc les viticulteurs n'ont pas nécessairement deux fois plus de travail au même moment. On peut par exemple mentionner l'intégration des animaux dans les vignes qui est réalisée majoritairement entre les vendanges et le débourrement, les cultures céréalières et les légumes d'hiver qui se récoltent peu après le débourrement, et la production photovoltaïque qui est réglée pour ne pas gêner la croissance de la

¹ calcul réalisé à partir des données récupérées : surface viticole / nombre d'employés permanents sur l'exploitation

² calcul réalisé à partir des systèmes dominants : surface viticole / ETP par exploitation (Tableau 2, (Draaf Occitanie, 2022b; DRAAF PACA, 2022)

vigne entre le débourrement et les vendanges. Les arbres sont quant à eux présents toute l'année sur la parcelle, mais leur entretien (taille) et la récolte des fruits se fait généralement sur des périodes moins intenses en travail (taille pendant le repos hivernal, récolte des fruits en été avant les vendanges). Si un viticulteur (ou un ETP) ne peut travailler qu'une surface réduite par rapport au système dominant, on peut se demander ce qu'il en est de la viabilité de l'exploitation. Bien souvent, les systèmes innovants permettent de générer un revenu complémentaire (Figure 42) qui permet d'assurer la stabilité économique de l'exploitation.

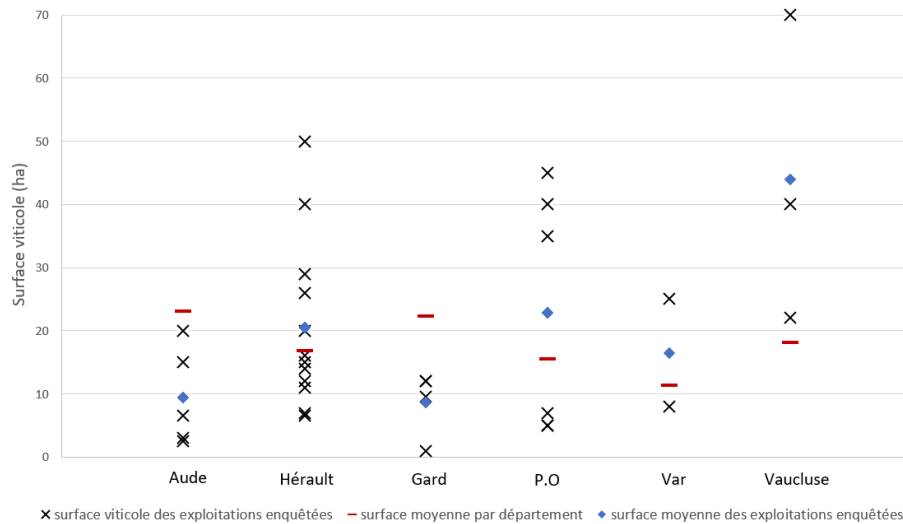


Figure 43 : Distribution des surfaces viticoles des exploitations, comparaison avec les surfaces des systèmes dominants

A l'échelle de la parcelle, un des facilitateurs majeurs à la diversification est la densité de plantation des vignes, qui se traduit dans la parcelle par l'écartement entre les rangs et entre les pieds de vigne dans le rang. Une partie des diversifications étudiées ont été réalisées grâce à la réduction de la densité de plantation. Cette réduction a été soit voulue à la plantation (systèmes avec des rangées d'arbres à la place du rang, système céréalier, système agrivoltaique), soit le viticulteur a profité de l'arrachage de pieds de vigne pour se diversifier (systèmes avec complantation d'arbres dans le rang et avec des rangées d'arbres à la place du rang, systèmes maraîchers dans le rang). D'autres systèmes comme les systèmes pastoraux, avec diversification des cépages et apicoles n'ont pas besoin d'une densité de plantation réduite. La conduite des vignes est aussi un facteur pouvant être mobilisé dans la conception des systèmes viticoles diversifiés. En effet, deux viticulteurs ont changé le mode de conduite de leurs vignes pour faciliter l'intégration des animaux dans les vignes en relevant (pour des brebis) ou supprimant (pour des vaches et des chevaux) le fil porteur de manière à ce que les animaux puissent passer d'un inter-rang à l'autre. Un autre a conduit ses vignes en pergola afin que les vignes fassent de l'ombre aux légumes ratatouille qui poussent en-dessous. « L'agencement de la végétation, l'architecture de la vigne peut être un axe de réflexion où il y a potentiellement de l'innovation à chercher, parce qu'on a l'habitude d'avoir des systèmes assez cadrés, très normés en fait [...]. Tu peux imaginer ça de plein de manière, ça pourrait aussi être de la vigne pour faire de l'ombre à d'autres cultures en dessous. Si tu prends le modèle italien, ils ont pas mal de vignes avec un palissage qui n'est pas que vertical mais aussi horizontal, il monte et ensuite la végétation est couchée à plat et les raisins pendent en inter-rang. Là tu as des systèmes où tu peux garder pas mal d'ombrage ... Et tu pourrais imaginer des cultures qui n'aiment pas être en pleine exposition implantées dans l'inter-rang » (conseiller viticole à l'ICV¹). Enfin, les systèmes innovants étudiés semblent aussi être moins mécanisés. Mis à part les systèmes céréaliers qui nécessitent une moissonneuse, aucun système ne nécessite d'outil de travail particulier. Les viticulteurs ayant mis en place ces systèmes cherchent plutôt à réduire

¹ Institut Coopératif du Vin

l'utilisation des machines, que cela soit lié à des problèmes de sol ou de coût. Un viticulteur a vendu son tracteur pour lui préférer un quad, moins lourd et moins énergivore. Un autre a vendu son pulvérisateur et traite ses petites parcelles à la machine à dos, laissant un prestataire voisin s'occuper de son gros îlot. D'autres ont économisé l'utilisation d'un chenillard grâce à l'intégration des animaux dans les vignes. Une exploitation utilise un treuil mécanique plutôt qu'un véhicule pour travailler son sol dans les parcelles les plus pentues. « *Dès lors que tu es prêt à travailler manuellement, à y mettre de la ressource humaine, tu es beaucoup moins contraint par ta standardisation des cultures, que cela soit sur l'inter-rang ou dans le rang ... tu peux beaucoup plus espacer les niveaux de culture* » (conseiller viticole ICV). En particulier, les raisins sont vendangés manuellement dans 25 des 32 exploitations, que cela soit par contrainte (plus de possibilité de vendanger à la machine, cahier des charges de l'appellation), ou par choix (pour la qualité de la récolte ou l'aspect social).

3. Mise en perspective des résultats avec littérature scientifique

a) Comparaison des résultats aux innovations renseignées par la bibliographie

Dans un premier temps, il peut être intéressant de revenir sur les résultats obtenus en les comparant à l'état de l'art évoqué en première partie. Concernant les systèmes innovants agroforestiers, les résultats sont assez similaires puisqu'il a été trouvé des systèmes avec des arbres en bordure et des arbres en intra-parcellaire à faible densité, comme décrit par (Liagre, 2006). Grâce aux espacements parfois assez importants entre les arbres et les vignes, aucune concurrence hydrique n'a encore été observée, ce qui est en accord avec les travaux de (Gosme et al., 2019) qui montrent qu'il n'y a pas de concurrence hydrique en dehors d'un rayon de 4 m de l'arbre. Certains viticulteurs ont planté des arbres pour profiter des bénéfices sur le microclimat, que cela soit pour éviter les coups de chaud ou pour couper le vent, ce qui correspond aux raisons évoquées par (Favor and Udawatta, 2021). D'autres viticulteurs ont planté des arbres pour favoriser la biodiversité et améliorer la qualité des sols. Or, il a été montré que l'intégration de l'agroforesterie améliore la diversité florale, faunistique et microbienne du sol par rapport à la monoculture et aux terres cultivées adjacentes. Le nombre d'oiseaux, d'insectes, de reptiles, d'amphibiens et d'autres animaux a augmenté dans les systèmes agroforestiers (Udawatta et al., 2021). Les organismes du sol, y compris les champignons (et les mycorhizes), les bactéries, l'activité enzymatique et les insectes, sont généralement beaucoup plus nombreux dans les systèmes agroforestiers que dans les pratiques de culture et d'élevage (Udawatta et al., 2021). Cardinael et al. (2017) ont montré le potentiel des systèmes agroforestiers pour stocker du carbone à la fois dans le sol et dans la biomasse dans les régions tempérées. L'intégration des animaux dans les vignes ne semble pas réduire le rendement de la vigne ni à court et moyen terme (Lazcano et al., 2022), ni à long terme d'après les viticulteurs faisant pâturer leurs animaux depuis plus de vingt ans. De plus, elle permet en effet à certains viticulteurs d'avoir un argument de vente en plus (Niles et al., 2018; Ryschawy et al., 2021), mais aussi une source de revenu complémentaire grâce à la vente des animaux. Aucune étude portant sur les associations vignes-céréales, vignes-maraîchage et la diversification des cépages n'a été identifiée, bien que certaines de ces pratiques soient d'ores et déjà connues (Abellan, 2023; Petit, 2016). Aussi, cette étude apporte une première pierre à la visibilité de ces pratiques et à la production de connaissances agronomiques, pouvant se baser sur les expérimentations de viticulteurs.

Les systèmes associant vigne et thym expérimentés sur le domaine de Piolenc (EcophytoPic, 2022) n'ont été identifiés chez aucun viticulteur, bien que des moyens supplémentaires à ceux indiqués dans la méthode aient été mis en œuvre. Notamment, la responsable des travaux du domaine de Piolenc, et les responsables de deux structures fortement implantées en Provence (France Lavande et

CPPARM¹) ont été contactées, mais aucune n'avait connaissance de viticulteur associant des PPAM² aux vignes. D'autres systèmes innovants différents de ceux caractérisés ont été identifiés mais n'ont été enquêtés, soit parce qu'ils étaient situés hors zone d'étude, soit parce que les viticulteurs n'ont pas répondu à ma demande. Les systèmes identifiés dans la zone d'études sont assez similaires à ceux des viticulteurs enquêtés (arbres à la place du rang, maraîchage en inter-rang, pâturage d'animaux...). Des systèmes originaux ont été identifiés hors de la zone d'étude, surtout *via* des articles de presse. On peut notamment citer la culture de safran dans le rang (au pied des vignes), la mise en place d'un couvert végétal à base de plantes succulentes, la culture de houblon dans les vignes et le pâturage hivernal par des cochons nains.

Dans cette étude, l'évaluation des systèmes viticoles diversifiés était principalement basée sur la satisfaction des agriculteurs, en fonction de leurs propres critères. Comme le soulignent Salembier et al. (2016), cela constitue un point fort de l'étude. En effet, les critères utilisés sont très pertinents et cruciaux pour orienter le changement des pratiques agricoles. Cependant, c'est aussi une faiblesse, car cela conduit à une évaluation incomplète et subjective, pas toujours pertinente pour les autres agriculteurs. Comme l'avais supposé Verret et al. (2020), nous avons supposé que les viticulteurs ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font, et que leur satisfaction est donc le signe d'une performance satisfaisante, sans autre vérification. Il pourrait cependant s'agir d'un point d'amélioration de l'étude, puisque peu de critères d'évaluation utilisés sont quantitatifs, et aucune évaluation de ces critères s'est faite grâce à des mesures. Par exemple, seuls les rendements globaux ont été mentionnés, et non pas les rendements spécifiques des parcelles innovantes. Les effets de certains systèmes sur les critères d'évaluation sont aussi difficiles à isoler des autres pratiques culturales. Par exemple, la réduction du travail du sol appliquée dans certains systèmes innovants apparaît comme un élément majeur de la restauration des communautés lombriciennes, mais qu'elle doit se réfléchir conjointement avec les apports organiques (qualité des apports, fréquence des apports) qui sont tout aussi importants dans le fonctionnement du sol (Bouthier et al., 2014).

b) Réseaux sociotechniques

D'autres études ont d'ores et déjà montré l'impact du réseau sociotechnique sur les pratiques en viticulture. On peut par exemple citer les viticulteurs du réseau DEPHY, accompagnés par des conseillers des chambres d'agriculture, qui ont réduit significativement leur IFT (Fouillet et al., 2022). Dans le cas de l'étude réalisée, il a été montré qu'il existe aujourd'hui des soutiens à la mise en place de systèmes viticoles diversifiés, notamment *via* des financements (agroforesterie), des entreprises de conseils et des associations. Certains viticulteurs sont eux-mêmes à l'initiative d'un réseau de partage de connaissances. La présence d'un réseau sociotechnique de proximité est aussi importante dans le partage d'expérience et la facilitation de la mise en place du système innovant. Les avantages agronomiques et économiques de la diversification ont été bien documentés, mais les avantages sociaux sont moins bien connus. Enfin, certains viticulteurs se sont engagés dans une dynamique d'utilisation collective de la terre. Les travailleurs employés à l'année ou pour une saison plus longue ont des revenus plus élevés, davantage d'avantages sociaux payés par l'employeur et peuvent assurer un meilleur niveau de vie à leur famille que leurs homologues saisonniers. Les agriculteurs ont trouvé de nombreux avantages à un système d'emploi à l'année ou prolongé. Parmi ceux-ci, citons une plus

¹ Comité des plantes aromatiques et médicinales

² Plantes à Parfums, Aromatiques et Médicinales

grande disponibilité des travailleurs, une productivité et une fiabilité accrues, un besoin moindre de formation des travailleurs et une plus grande satisfaction personnelle (Johnston et al., 1995).

c) L'importance de l'étude des trajectoires

Les trajectoires des viticulteurs enquêtés ont montré l'importance d'évènements marquants ayant motivé ces derniers à mettre en place leur(s) système(s) innovant(s). Les événements déclencheurs sont considérés comme la prise de conscience par l'agriculteur que « *le changement est nécessaire pour atteindre les objectifs de gestion de l'exploitation, et/ou exploiter de nouvelles opportunités* » (Sutherland et al., 2012). Les changements majeurs entraînent une réorientation importante des activités de l'exploitation et de la gestion des ressources. Le concept de trajectoire est utilisé pour étudier les processus de transition entre l'état initial et l'état final. Dans la littérature, la notion de trajectoire a été exprimée de différentes manières (García-Martínez et al., 2009). La méthode de la trajectoire a été utilisée pour identifier les moteurs de changement et prédire l'évolution des exploitations agricoles (García-Martínez et al., 2009). Les études de trajectoire peuvent aider à caractériser la façon dont les agriculteurs changent ainsi que les facteurs et le contexte de ces changements (Cerf et al., 2010). Les études de trajectoire sont réalisées à différents niveaux (organisationnel, technique, commercial, etc.) et peuvent être liées à des processus d'apprentissages (Barbier and Lémery, 2000; Cerf et al., 2010). Selon Ross et al. (2008), le processus de transition peut être décrit en fonction de trois éléments. Le premier élément est l'agent du changement, c'est-à-dire ce qui déclenche le changement (politiques publiques, facteurs psychosociaux, etc.). Dans le cadre de cette étude, nous avons vu que les conditions d'émergence des systèmes innovants peuvent être liées à un évènement déclencheur (« coup de chaud » de 2019, découverte de l'état du sol, replantations, discussion avec un viticulteurs ayant le même type de système) ou à l'installation du viticulteur sur l'exploitation. Le deuxième élément correspond à l'effet du changement, c'est-à-dire la différence entre l'état initial et l'état final. Dans les systèmes caractérisés, l'effet du changement se matérialise par l'association d'une seconde production avec la vigne. On peut distinguer le type de production (i.e, de diversification : agroforesterie, pastoralisme, maraîchage, céréales...), la disposition de la production associée (à la place du rang de vignes, dans le rang, en inter-rang...) et la temporalité de l'association (pérenne vs annuelle, toute l'année vs saisonnière). Le dernier élément est le mécanisme du changement, qui correspond au chemin parcouru entre les états, c'est-à-dire la trajectoire d'un état à un autre. La trajectoire est ici considérée comme le chemin suivi par un système lors de sa transition d'un état initial à un état final en passant par des états intermédiaires (Merot et al., 2019). Bien que la trajectoire de chaque viticulteur soit unique, certaines successions de changements ont pu être identifiées comme fréquentes dans les trajectoires des viticulteurs (passage en bio, réduction et/ou arrêt des produits phytosanitaires et du travail du sol, diversification des activités à l'échelle de l'exploitation... voir Figure 33). Dans la plupart des cas, de nombreux états intermédiaires sont identifiés avant la mise en place des systèmes viticoles diversifiés. Il est aussi important de noter que dans de nombreux cas, la mise en place des systèmes innovants constitue un aboutissement dans la trajectoire de l'exploitation.

Les changements techniques et les modes de production peuvent être décrits à l'aide du cadre Efficiency, Substitution, Redesign (ESR) (Hill and MacRae, 1996). Le cadre ESR distingue trois stratégies différentes : la première (E, efficacité) cherche principalement à optimiser les ressources, la deuxième (S, substitution) est surtout basée sur la substitution d'un ou plusieurs éléments du système et la troisième (R, reconception) se concentre généralement sur la réorganisation du système de production. La stratégie de reconception est associée à la fois aux leviers techniques et au mode de production (agriculture biologique notamment) (Fouillet et al., 2022). Dans le cadre de l'étude réalisée, les changements sont soit de l'ordre de l'efficacité (diversification des cépages pour lutter contre les

maladies, mise en place de panneaux photovoltaïques pour faire de l'ombre), soit de l'ordre de la substitution (complantation d'arbres ou de légumes en remplacement des ceps manquants, céréales à la place d'un couvert végétal...), soit de l'ordre de la reconception. On peut notamment citer dans la catégorie « reconception » les systèmes innovants qui ont conduits à l'arrachage de rangs de vignes ou les parcelles diversifiées mises en place lors de la plantation. L'étude de Fouillet et al. (2022) a montré que quel que soit le type de trajectoire considéré, une reconception profonde est complexe à mettre en œuvre et implique une prise de risque qui impacte l'ensemble des performances et l'organisation du fonctionnement de l'exploitation.

d) Méthode de la traque et mobilisation future pour la conception

La méthode de la traque à l'innovation a dû être adaptée à quelques niveaux, mais a globalement été suivie. Cette méthode a permis d'identifier et d'analyser les systèmes viticoles innovants et leur(s) conditions(s) d'émergence. Cette approche a tout d'abord permis d'identifier les systèmes viticoles dominants, puis a montré comment adapter les associations pour avoir des systèmes innovants performants. Cela permettra d'avoir plus d'informations nécessaires à la conception de systèmes viticoles diversifiés dans le futur.

Pour concevoir des systèmes de culture adaptés aux conditions locales, deux familles de méthode sont à distinguer (Meynard et al., 2012). La première, appelée conception *de novo*, vise à construire des prototypes pour trouver des systèmes en rupture avec les systèmes actuels. Des méthodes d'ateliers de conception (Bos et al., 2008; Reau et al., 2012; Vereijken, 1997) existent pour organiser cette exploration en mettant en avant la complémentarité des acteurs (agriculteurs, conseillers, environnementalistes, acteurs des marchés, acteurs politiques locaux, chercheurs, experts...). Certains des systèmes caractérisés durant cette étude ont été conçus plutôt avec cette approche. Il s'agit des systèmes conçus de manière rapide où la transition entre le système dominant et le système innovant s'est faite en une fois, généralement à la mise en culture de la parcelle innovante (système céréalier, systèmes avec diversification des cépages, système agrivoltaïque, systèmes agroforestiers). Dans la conception *de novo*, l'accent est cependant mis sur la cible à atteindre et non sur le processus nécessaire pour atteindre cette cible. D'autres agronomes pensent que les trajectoires conduisant aux systèmes de culture finaux devraient être mieux comprises et expliquées (Toffolini et al., 2016). C'est pourquoi d'autres agronomes ont proposé le concept de conception *pas à pas* (Meynard et al., 2012), pour souligner les processus menant des situations actuelles aux situations (Chantre and Cardona, 2014). Un système existant est pris comme point de départ et progressivement amélioré et transformé en un autre système qui n'était pas prédéfini en termes de caractéristiques physiques et opérationnelles, mais dont la cible de conception avait été identifiée. Ce type de méthode produit des solutions de conception très particulières et locales. La diversité des conditions dans l'agriculture peut être considérée comme un coût pour les processus de conception, mais elle est aussi une source d'idées innovantes. Cerf et Meynard (2006) ont montré que des situations spécifiques sont propices à l'émergence de concepts innovants qui peuvent ensuite être utiles dans d'autres situations. En effet, de nombreux viticulteurs innovants n'ont pas eu une transition directe entre les systèmes dominants et leur(s) système(s) innovant(s), mais une transition progressive. Cette transition entre les deux systèmes est d'autant plus intéressante à étudier qu'elle met en exergue les échecs et réajustements réalisés par les viticulteurs en replaçant la notion de trajectoire au cœur de la conception *pas à pas* des agrosystèmes. On peut citer dans le cadre de cette étude certains systèmes innovants agroforestiers, maraîchers ou pastoraux où l'association a pu se faire petit à petit (complantation, essais de maraîchage petit-à-petit avec l'intégration progressive de nouvelles espèces, intégration de plus en plus d'animaux dans les vignes...). Ces deux types de conception (*de novo* et *pas à pas*) permettent de fixer des objectifs ambitieux (la diversification intra-parcellaire) et lointains (mise en place des systèmes innovants jusqu'à plus de 20 ans après l'installation du viticulteur, voir (Figure 32),

mais ne les atteignent pas de la même manière. En effet, alors que certains viticulteurs ont conçu leur(s) système(s) avec une idée très précise du résultat final, d'autres ont plutôt procédé par petites modifications jusqu'à aboutir au système innovant. Cette conception *pas à pas* est aussi mise en évidence par les projets des exploitations. Alors que certains n'ont pas prévu de modifier de nouveau leur(s) parcelle(s) innovante(s), d'autres pensent encore faire évoluer leur(s) système(s).

Berthet et al. (2016), en comparant trois méthodes de conception collective pour favoriser l'agroécologie, montrent que le « *tournant agroécologique appelle des méthodes de conception participative qui ne sont pas seulement des outils d'aide à la décision mais aussi des moyens de favoriser l'exploration de nouvelles solutions dans des situations où les objectifs et les critères de performance sont inconnus et où les réponses génériques ne sont pas appropriées* ». Les résultats des traques aux innovations de Verret et al. (2020) ont conduit à la réalisation d'une typologie des systèmes innovants, de fiches techniques, de tableaux comparatifs, de description des logiques agronomiques et ceux de Périnelle et al. (2021) ont été utilisés pour la construction d'un processus d'innovation avec les agriculteurs locaux. Les résultats des traques aux innovations peuvent donc constituer un point de départ efficace pour un processus de co-conception. Il serait donc intéressant d'inclure les résultats obtenus au cours de cette étude dans des ateliers de conception afin d'inspirer d'autres viticulteurs désireux de se diversifier et afin de valoriser l'expérience de ces viticulteurs innovants. Cette étude se distingue par l'importance qu'elle accorde aux objectifs ayant conduit à la mise en place des systèmes viticoles diversifiés. Les objectifs généraux de la diversification sont la modification des pratiques culturales (gestion du sol, de l'enherbement, de l'eau, des maladies, du microclimat de la parcelle), la sauvegarde de la biodiversité et l'amélioration de la qualité de vie tout en maintenant une activité économique viable (rentabilisation du temps de travail et de l'espace, production complémentaire, réduction des frais...).

L'utilisation de formes et des contenus agronomiques variés permettent des capacités génératives diverses (Carvajal Pérez et al., 2018). En plus des ateliers de conception, il pourrait être imaginé des formes plus ludiques directement accessibles aux viticulteurs. Des études ont mis en valeur le développement des jeux sérieux pour la conception (Goria, 2020) ou d'*escape games* à visée pédagogique (Freudenthal, 2018). On pourrait ainsi imaginer ces types de support pour permettre une diffusion plus large des résultats et pour stimuler la volonté des viticulteurs à se diversifier. Ces formes de mise en valeur des résultats devront considérer toutes les possibilités rencontrées, y compris certaines plutôt rares, car elles pourraient renforcer la créativité des concepteurs, en surmontant les effets de fixation. Agogué et al. (2014) ont montré que le fait de voir des objets excentriques (c'est-à-dire des associations inattendues) peut conduire à la génération d'idées originales et par conséquent à la conception de nouveaux systèmes innovants. La création d'un réseau de partage des connaissances mettant en lien les viticulteurs innovants et des viticulteurs désireux de se diversifier pourrait aussi être un moyen de contourner le frein du « saut dans l'inconnu » que peut représenter ces diversifications.

VII. Conclusion

L'étude réalisée durant ce stage a montré qu'il existe de nombreuses possibilités pour diversifier une parcelle viticole. Grâce à la méthode de traque aux innovations, 72 systèmes innovants présents chez 32 viticulteurs ont été identifiés et caractérisés. Ces systèmes ont été classés selon le type de diversification (agroforesterie, pastoralisme, céréales, maraîchage, agrivoltaïsme...), leur disposition spatiale (à la place du rang de vigne, dans le rang, en inter-rang...) et leur temporalité (association perenne vs annuelle, temporaire vs permanente, en complantation vs en co-plantation...). Les conditions de mise en place de ces systèmes peuvent parfois être spécifiques ou demander des adaptations particulières. On peut notamment citer l'irrigation nécessaires à l'association vignes-maraîchage, ou l'obtention d'une moissonneuse adaptée à la culture d'inter-rang dans le cadre de l'association vignes-céréales. Ces systèmes innovants répondent à plusieurs objectifs (changer les pratiques culturales, générer un revenu suffisant, favoriser la biodiversité...) et ne sont pas conséquents pas évalués de la même manière. Globalement, les viticulteurs sont satisfaits de leur(s) système(s) innovant(s). On peut noter que dans les systèmes agroforestiers, il est souvent trop tôt pour évaluer l'impact des arbres. Les viticulteurs ont mentionné les avantages et inconvénients spécifiques à chaque système innovant, ainsi que les manière de contourner les inconvénients. Les résultats ont montré qu'il existe un réseau sociotechnique soutenant certains des exploitations innovantes, soit *via* des structures de conseil ou des associations, soit *via* un réseau de proximité. Certains viticulteurs n'ont pas été accompagnés dans la mise en place de leur(s) système(s) innovant(s) (association vignes-maraîchage, vignes-céréales, association de cépages). De nombreux viticulteurs ont mentionné le fait qu'ils étaient intéressés par les résultats de cette étude, témoin de leur envie d'apprendre et de s'inspirer des autres. Enfin, nous avons réalisé un changement d'échelle pour mieux comprendre la cohérence entre les systèmes innovants et les exploitations, notamment avec l'étude des trajectoires et des changements conduisant à la mise en place des systèmes innovants. Il est apparu que la mise en place de systèmes innovants constitue un niveau relativement avancé dans les trajectoires des exploitations. Une des limites de cette étude est le manque de critères d'évaluation quantitatifs de ces systèmes, notamment économiques. Bien que les viticulteurs enquêtés soient majoritairement satisfaits de leur(s) innovation(s), certains ont admis faire cela par passion et supporter de grosses charges de travail (les viticulteurs-éleveurs notamment). Cette surcharge de travail est aussi à mettre en regard avec la génération possible d'une autre source de revenus pouvant permettre d'employer une ou plusieurs autres personnes. D'autres viticulteurs ont quant à eux choisi de mettre en place une forme d'exploitation collective de la terre permettant à la fois de maximiser la productivité de la terre à l'hectare, mais aussi le revenu généré par les deux exploitants. Enfin, il semble important de souligner que l'ensemble des viticulteurs est convaincu de l'intérêt des associations mises en place. Aucun d'entre eux n'a clairement identifié l'argument commercial comme objectif principal de la diversification. Certains ont dédié des cuvées spéciales liées au(x) système(s) innovant(s) mis en place, mais la majorité des viticulteurs communiquent principalement sur les qualités de leurs vins, et secondairement sur les qualités de leurs pratiques et leur(s) système(s) innovant(s).

Il serait intéressant d'élargir le thème de cette traque à d'autres bassins viticoles. En effet, de nombreux systèmes innovants ont été identifiés, mais pas caractérisés à cause de leur situation géographique lointaine. Il s'agit parfois de systèmes différents de ceux étudiés, aussi leur caractérisation apporterait des informations complémentaires sur l'étude des systèmes viticoles diversifiés. Enfin, d'autres informations mériteraient d'être précisées, notamment dans les types de systèmes innovants non renseignés par la bibliographie. Il serait par exemple intéressant de mener des analyses économiques et/ou environnementales plus poussées dans ces systèmes innovants.

Références bibliographiques

- Abellan, A., 2023. 7 vigneronns pour l'art d'assembler les cépages dans une parcelle [WWW Document]. URL <https://www.vitisphere.com//actualite-98696-7-vignerons-pour-lart-dassembler-les-cepages-dans-une-parcelle.html> (accessed 2.20.23).
- Ademe, 2022. Photovoltaïque et terrains agricoles : un enjeu au cœur des objectifs énergétiques [WWW Document]. ADEME Presse. URL <https://presse.ademe.fr/2022/04/photovoltaique-et-terrains-agricoles-un-enjeu-au-coeur-des-objectifs-energetiques.html> (accessed 1.25.23).
- Afac, 2023. L'agroforesterie, définition [WWW Document]. Agroforesterie Assoc. Fr. URL <https://www.agroforesterie.fr/agroforesterie-definition/> (accessed 1.25.23).
- Agence Bio, 2022. Observatoire de la production bio nationale. Agence Bio. URL <https://www.agencebio.org/vos-outils/les-chiffres-cles/observatoire-de-la-production-bio/observatoire-de-la-production-bio-nationale/> (accessed 1.23.23).
- Agogué, M., Kazakçi, A., Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B., Poirel, N., Cassotti, M., 2014. The Impact of Type of Examples on Originality: Explaining Fixation and Stimulation Effects. *J. Creat. Behav.* 48, 1–12. <https://doi.org/10.1002/jocb.37>
- Agreste, 2022a. Bilan conjoncturel 2022 [WWW Document]. Agreste Stat. Agric. URL <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/BilanConj2022/detail/> (accessed 12.19.22).
- Agreste, 2022b. Recensement agricole 2020 - Indicateurs : cartes, données et graphiques [WWW Document]. cartostat. URL <https://stats.agriculture.gouv.fr/cartostat/#bbox=412782,6560714,853336,578706&c=indicateur&i=cult1.sauirrig10&t=A01&view=map1> (accessed 2.21.23).
- Agreste, 2021a. Memento agriculture PACA 2020.
- Agreste, 2021b. Enquête Pratiques culturelles en viticulture en 2019 - IFT et nombre de traitements [WWW Document]. URL <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Chd2119/detail/> (accessed 9.7.22).
- Agreste, 2020. Pratiques phytosanitaires en viticulture - Campagne 2016 [WWW Document]. URL <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Chd2004/detail/> (accessed 1.27.23).
- Agreste, n.d. VizAgreste : le recensement agricole 2020 en dataviz [WWW Document]. URL <https://vizagreste.agriculture.gouv.fr/> (accessed 2.15.23).
- AgriLocal 11, n.d. AgriLocal 11 - Quest-ce que c'est ? [WWW Document]. AgriLocal 11. URL <https://www.agrilocal11.fr/page/qu-est-ce-que-c-est/> (accessed 2.6.23).
- Alleweldt, G., Blaich, R., 1988. The genetic resources of vitis ; World list of grapevine collections, 2nd ed. ed. Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A., Lana, M.A., 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 869–890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Amiel, C., 2014. Chapitre 1 : La vigne mariée, in: *Les Fruits de La Vigne : Représentations de l'environnement Naturel En Languedoc, Ethnologie de La France*. Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, pp. 7–53.
- Arbres et paysages 11, 2017. Haies champêtres. URL <http://arbresetpaysages11.fr/haies/> (accessed 2.9.23).
- Bal, F., 2005. Pesticides, la fin de la loi du silence ? *Rev. Vin Fr.*
- Barbier, M., Lémery, B., 2000. Learning through processes of change in agriculture: a methodological framework.
- Battaglini, A., Barbeau, G., Bindi, M., Badeck, F.-W., 2009. European winegrowers' perceptions of climate change impact and options for adaptation. *Reg. Environ. Change* 9, 61–73. <https://doi.org/10.1007/s10113-008-0053-9>

- Berthet, E.T.A., Barnaud, C., Girard, N., Labatut, J., Martin, G., 2016. How to foster agroecological innovations? A comparison of participatory design methods. *J. Environ. Plan. Manag.* 59, 280–301. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1009627>
- Bock, A., Sparks, T., Estrella, N., Menzel, A., 2011. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. *Clim. Res.* 50, 69–81. <https://doi.org/10.3354/cr01048>
- Bois, B., 2013. Impacts du changement climatique sur les vignobles et remèdes proposés. pp. 273–285.
- Bolis, A., 2022. Les surfaces irriguées en hausse depuis dix ans en France. *Le Monde.fr*.
- Bos, A.P., Koerkamp, P.W.G.G., Gosselink, J.M.J., Bokma, S., 2008. Reflexive Interactive Design and its application in a project on sustainable dairy husbandry systems, in: 8th European IFSA Symposium. Empowerment of the Rural Actors: A Renewal of Farming System Perspectives, 6 - 10 July, Clermont-Ferrand, France. Presented at the Empowerment of the rural actors: a renewal of farming system perspectives, pp. 87–99.
- Bouby, L., 2017. Diversité de la vigne et des vins archéologiques: le programme Viniculture. *ArchéOrient - Blog*. URL <https://archeorient.hypotheses.org/7096> (accessed 12.13.22).
- Bouthier, A., Pelosi, C., Villenave, C., Pérès, G., Hedde, M., Ranjard, L., Jean-François, V., Peigné, J., Cortet, J., Bispo, A., Piron, D., 2014. Impact du travail du sol sur son fonctionnement biologique.
- Bouvier, M., 2009. *Le vin c'est toute une histoire*, Jean-Paul Rocher Editeur. ed. paris.
- Bras, S.L., 2018. Peine perdue : l'oubli des produits viti-vinicoles de qualité du Languedoc (XIXe–XXe siècle) 275.
- Brisson, N., Pieri, P., Lebon, E., 2011. On the interest of introducing irrigation and changing practices tomorrow in some french vineyard areas. *Acta Hort.* 167–174. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.889.18>
- Brun, J.-P., 2011. La viticulture en Gaule tempérée. *Gall. - Archéologie Fr. Antiq.*, La vigne et le vin dans les Trois Gaules 68, 1–12.
- Brun, J.-P., 2004. *Archéologie du vin et de l'huile. De la Préhistoire à l'époque hellénistique*, Hespérides.
- CA PACA, 2022. *Viticulture en PACA [WWW Document]*. URL <https://paca.chambres-agriculture.fr/notre-agriculture/viticulture/> (accessed 1.30.23).
- Cardinael, R., Chevallier, T., Cambou, A., Béral, C., Barthès, B.G., Dupraz, C., Durand, C., Kouakoua, E., Chenu, C., 2017. Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France. *Agric. Ecosyst. Environ.* 236, 243–255. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.011>
- Carvajal Pérez, D., Araud, A., Chaperon, V., Le Masson, P., Weil, B., 2018. Generative heritage : driving generativity through knowledge structures in creative industries. Lesson from cuisine, in: *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*. Presented at the DESIGN 2018 - 15th International Design Conference, pp. 1523–1534. <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0318>
- Casagrande, M., Alletto, L., Naudin, C., Lenoir, A., Siah, A., Celette, F., 2017. Enhancing planned and associated biodiversity in French farming systems. *Agron. Sustain. Dev.* 37, 57. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0463-5>
- Cerf, M., Meynard, J.-M., 2006. Les outils de pilotage des cultures : diversité de leurs usages et enseignements pour leur conception. *Nat. Sci. Sociétés* 14, 19–29.
- Cerf, M., Omon, B., Chantre, E., Guillot, M.N., LeBail, M., Lamine, C., Olry, P., 2010. Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement pour les producteurs.
- Chantre, E., Cardona, A., 2014. Trajectories of French Field Crop Farmers Moving Toward Sustainable Farming Practices: Change, Learning, and Links with the Advisory Services. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 38, 573–602. <https://doi.org/10.1080/21683565.2013.876483>
- Chuine, I., Yiou, P., Viovy, N., Seguin, B., Daux, V., Ladurie, E.L.R., 2004. Grape ripening as a past climate indicator. *Nature* 432, 289–290. <https://doi.org/10.1038/432289a>

- Climate data, 2022. Climat France : Pluviométrie, Température moyenne France, diagramme ombrothermique pour la France [WWW Document]. URL <https://fr.climate-data.org/europe/france-216/> (accessed 1.25.23).
- CNIV, 2022. Chiffres clés [WWW Document]. CNIV. URL <https://www.intervin.fr/etudes-et-economie-de-la-filiere/chiffres-cles> (accessed 2.23.23).
- Coll, P., Le Cadre, E., Blanchart, E., Hinsinger, P., Villenave, C., 2011. Organic viticulture and soil quality: A long-term study in Southern France. *Appl. Soil Ecol.* 50, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.07.013>
- Daux, V., Garcia de Cortazar-Atauri, I., Yiou, P., Chuine, I., Garnier, E., Le Roy Ladurie, E., Mestre, O., Tardaguila, J., 2011. An open-database of Grape Harvest dates for climate research: data description and quality assessment (preprint). *Proxy Use-Development-Validation/Historical Records/Centennial-Decadal*. <https://doi.org/10.5194/cpd-7-3823-2011>
- De Lange, R., 2022. Mémoire de fin d'étude - Traque aux systèmes innovants à base d'oliviers dans le Sud de la France.
- Département de l'Hérault, 2022. Le Département de l'Hérault engagé pour le climat ! [WWW Document]. URL <https://herault.fr/actualite/126446/2-le-departement-de-l-herault-engage-pour-le-climat.htm> (accessed 2.9.23).
- Deville, T.G. & C., Becker, R., 2021. L'impact environnemental de la filière vin. Ni Bu Ni Connue. URL <https://nibuniconnu.fr/impact-environnemental-de-la-filiere-vin/> (accessed 2.23.23).
- Dion, R., 2011. Histoire de la vigne & du vin en France: des origines au XIXe siècle, Repr. ed. CNRS Ed, Paris.
- Draaf Occitanie, 2022a. Memento 2022 [WWW Document]. Draaf Occ. URL https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/16-19_viticulture_cle0ff5f3.pdf
- Draaf Occitanie, 2022b. Main d'œuvre et externalisation des travaux - Agreste Études n°24 - Septembre 2022 [WWW Document]. URL <https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/main-d-oeuvre-et-externalisation-des-travaux-agreste-etudes-no24-juillet-2022-a7433.html> (accessed 1.27.23).
- Draaf Occitanie, 2020. Prospective Coopération vinicole française (juin 2018) [WWW Document]. DRAAF Occ. URL <https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/prospective-cooperation-vinicole-francaise-juin-2018-a4434.html> (accessed 10.5.22).
- Draaf Occitanie, 2015. Panorama Agriculture et Forêts 2014 [WWW Document]. URL <https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/languedoc-roussillon-les-dernieres-publications-a94.html> (accessed 9.23.22).
- Draaf PACA, 2022. Main d'œuvre et externalisation des travaux - Agreste Études n° 128 - Juillet 2022 [WWW Document]. Draaf PACA. URL https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/128_ra2020_mo.pdf
- DRAAF PACA, 2022. Agreste étude - recensement agricole 2020 - main d'oeuvre et externalisation des travaux en PACA.
- Dupraz, C., Liagre, F., 2011. Agroforesterie: des arbres et des cultures, 2e éd. ed. Ed. France Agricole, Paris.
- Duru, M., Therond, O., Fares, M., 2015. Designing agroecological transitions; A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1237–1257. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0318-x>
- EcophytoPic, 2022. Système DiverViti Cépages sensibles - Piolenc [WWW Document]. EcophytoPIC. URL <https://ecophytopic.fr/dephy/conception-de-systeme-de-culture/systeme-diverviti-cepages-sensibles-piolenc> (accessed 2.20.23).
- Estournet, P., 2020. Les modes d'exploitation et de commercialisation (2 sur 2). EFT Cons. URL <https://eft-conseil.fr/les-modes-d-exploitation-et-de-commercialisation-2-sur-2/> (accessed 2.16.23).
- Estournet, P., 2019. Les modes d'exploitation et de commercialisation (1 sur 2). EFT Cons. URL <https://eft-conseil.fr/les-modes-d-exploitation-et-de-commercialisation-1-sur-2/> (accessed 2.16.23).

- Favor, K., 2021. Interspecific interactions between olive trees and grapevines in vineyard agroforestry systems in an arid climate region.
- Favor, K., Udawatta, R., 2021. Belowground Services in Vineyard Agroforestry Systems. pp. 65–94. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80060-4_4
- Fédération Nationale d'Agriculture Biologique, 2022. La filière viticulture bio. Produire Bio. URL <https://www.produire-bio.fr/filiere-viticulture-bio/> (accessed 2.16.23).
- Fleur, M., 2016. Irrigation de la vigne en Europe : le point sur la législation | Irrigazette [WWW Document]. Irrigazette. URL <https://irrigazette.com/fr/articles/irrigation-de-la-vigne-en-europe-le-point-sur-la-legislation> (accessed 2.20.23).
- Fouillet, E., Delière, L., Flori, A., Rapidel, B., Merot, A., 2022. Pesticide Use Trajectories During Agroecological Transitions in Vineyards: The Case of the French Dephy Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4135006>
- Freudenthal, M., 2018. LearningScape : escape game pédagogique. Presented at the Colloque scientifique international Ludovia 2018.
- Garbuzov, M., Fensome, K., Ratnieks, F., 2015. Public approval plus more wildlife: Twin benefits of reduced mowing of amenity grass in a suburban public park in Saltdean, UK. *Insect Conserv. Divers.* 8, 107–119. <https://doi.org/10.1111/icad.12085>
- Garcia, L., Peyrot, S., Kleiber, A., 2021. Gestion des cultures de services dans les vignobles. *Rev. Oenologues Tech. Vitivinic. Oenologiques* 180.
- García-Martínez, A., Olaizola, A., Bernués, A., 2009. Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. *Animal* 3, 152–165. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003297>
- Gaviglio, C., 2013. Gestion des sols viticoles, Vigne & vin. Éd. France agricole, Paris.
- Goria, S., 2020. Gamification et jeux sérieux. Presented at the Cycle de conférences sur la ludopédagogie.
- Gosme, M., Grimaldi, J., Trambouze, W., 2019. Diachronic study of the effect of growing trees on grapevine yield: 24 years of experience in the South of France. Presented at the 4. World Congress on Agroforestry, p. 933 p.
- Grimaldi, J., Dufourcq, T., Pelletier, C., 2017. Can intercropped trees mitigate heat and drought effects on grapevines? A study of microclimate patterns in agroforestry vineyards, Southern France.
- Hermine, F., 2018. Marché des vins bios : plus de demande que d'offre. *Terre Vins*. URL <https://www.terredevins.com/actualites/marche-des-vins-bios-plus-de-demande-que-doffre> (accessed 2.16.23).
- Hill, S.B., MacRae, R.J., 1996. Conceptual Framework for the Transition from Conventional to Sustainable Agriculture. *J. Sustain. Agric.* 7, 81–87. https://doi.org/10.1300/J064v07n01_07
- IFV, CA 33, 2021. Fiche Pratique : Substance Naturelle - Huile essentielle d'Orange Douce [WWW Document]. EcophytoPIC. URL <https://ecophytopic.fr/cuivre-viticulture/proteger/huile-essentielle-dorange-douce> (accessed 2.16.23).
- IFV Occitanie, 2019. L'enherbement en viticulture méditerranéenne [WWW Document]. URL <https://www.vignevin.com/article/lenherbement-sous-le-rang-en-en-viticulture-mediterraneenne/> (accessed 1.27.23).
- IFV Occitanie, n.d. Les principaux systèmes de conduite [WWW Document]. IFV Occ. URL <https://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/systemes-de-conduite/> (accessed 1.27.23).
- INAO, 2022. Fiche produit Agneaux de Sisteron [WWW Document]. INAO. URL <https://www.inao.gouv.fr/produit/3530> (accessed 1.31.23).
- Infoclimat, 2023a. Climatologie de l'année 2022 à Perpignan - Rivesaltes [WWW Document]. URL <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/perpignan-rivesaltes/valeurs/07747.html> (accessed 1.26.23).

- Infoclimat, 2023b. Climatologie de l'année 2022 à Montpellier - Fréjorgues [WWW Document]. URL <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/montpellier-frejorgues/valeurs/07643.html> (accessed 1.26.23).
- Infoclimat, 2023c. Climatologie de l'année 2022 à Orange-Caritat [WWW Document]. URL <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/orange-caritat/valeurs/07579.html> (accessed 1.26.23).
- Johnston, G.W., Vaupel, S., Kegel, F.R., Cadet, M., 1995. Crop and farm diversification provide social benefits. *Calif. Agric.* 49, 10–16. <https://doi.org/10.3733/ca.v049n01p10>
- Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K., 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Clim. Change* 73, 319–343. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-4704-2>
- La revue du vin de France, 2022. Vendanges 2022 : la production de vin en hausse en dépit de la sécheresse [WWW Document]. *Rev. Vin Fr.* URL <https://www.larvf.com/vendanges-2022-la-production-de-vin-en-hausse-en-depit-de-la-secheresse,4804561.asp> (accessed 1.23.23).
- Larousse, É., n.d. Définitions : apiculture - Dictionnaire de français Larousse [WWW Document]. URL <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/apiculture/4477> (accessed 1.25.23).
- Lazcano, C., Gonzalez-Maldonado, N., Yao, E.H., Wong, C.T.F., Merrilees, J.J., Falcone, M., Peterson, J.D., Casassa, L.F., Decock, C., 2022. Sheep grazing as a strategy to manage cover crops in Mediterranean vineyards: Short-term effects on soil C, N and greenhouse gas (N₂O, CH₄, CO₂) emissions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 327, 107825. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107825>
- Lereboullet, A.-L., Beltrando, G., Bardsley, D.K., Rouvellac, E., 2014. The viticultural system and climate change: coping with long-term trends in temperature and rainfall in Roussillon, France. *Reg. Environ. Change* 14, 1951–1966. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0446-2>
- Liagre, F., 2008. L'agroforesterie en France. *Rev. Fr. Arbres Ruraux* 07–10.
- Liagre, F., 2006. Les haies rurales Rôles -création -entretien.
- Malézieux, E., Beillouin, D., Makowski, D., 2022. Mieux nourrir la planète : diversifier les cultures pour construire des systèmes alimentaires durables. *Perspective* 1–4. <https://doi.org/10.19182/perspective/36931>
- Marta, A.D., Grifoni, D., Mancini, M., Storchi, P., Zipoli, G., Orlandini, S., 2010. Analysis of the relationships between climate variability and grapevine phenology in the Nobile di Montepulciano wine production area. *J. Agric. Sci.* 148, 657–666. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000432>
- Merot, A., Alonso Ugaglia, A., Barbier, J.-M., Del'homme, B., 2019. Diversity of conversion strategies for organic vineyards. *Agron. Sustain. Dev.* 39, 16. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0560-8>
- Meynard, J.M., Dedieu, B., Bos, A.P., 2012. Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods in practices. *Farming Syst. Res. 21st Century New Dyn.* 405–429. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_18
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2022a. Infographie - La viticulture française [WWW Document]. Ministère Agric. Souveraineté Aliment. URL <https://agriculture.gouv.fr/infographie-la-viticulture-francaise> (accessed 12.13.22).
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2022b. Plan de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles [WWW Document]. Ministère Agric. Souveraineté Aliment. URL <https://agriculture.gouv.fr/plan-de-competitivite-et-dadaptation-des-exploitations-agricoles> (accessed 2.22.23).
- Ministère de l'Economie, 2021. Programme « Plantons des haies ! » [WWW Document]. [economie.gouv.fr](https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/mesures/programme-plantons-des-haies) URL <https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/mesures/programme-plantons-des-haies> (accessed 2.9.23).
- Montaignac, C., 2012. *Le soir venu, Roman.* le Cherche midi, Paris.
- Muñoz-Sáez, A., Kitzes, J., Merenlender, A.M., 2021. Bird-friendly wine country through diversified vineyards. *Conserv. Biol.* 35, 274–284. <https://doi.org/10.1111/cobi.13567>

- Napoleone, M., Milène, C., Dufils, A., Jouven, M., Lasseur, J., Thavaud, P., 2021. Reuniting crop fanning and pastoral farming : are Mediterranean agricultural systems and regions returning to their roots or turning towards tomorrow? *Fourrages* 13.
- Naulleau, A., 2021. Co-construction et évaluation de stratégies d'adaptation au changement climatique d'un vignoble méditerranéen (phdthesis). Institut Agro Montpellier ; Université de Montpellier (UM), FRA.
- Niles, M., Garrett, R., Walsh, D., 2018. Ecological and Economic Benefits of Integrating Sheep into Viticulture Production. *Agron. Sustain. Dev.* 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0478-y>
- OIV, 2019. 2019 Statistical report on world vitiviniculture.
- paysarbre, 2023. Plantons des arbres. paysarbre. URL <https://www.paysarbre.org/plantez-des-haies/> (accessed 2.9.23).
- Périnelle, A., Meynard, J.-M., Scopel, E., 2021. Combining on-farm innovation tracking and participatory prototyping trials to develop legume-based cropping systems in West Africa. *Agric. Syst.* 187, 102978. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102978>
- Petit, A., 2022. L'eudemis [WWW Document]. IFV Occ. URL <https://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/eudemis/> (accessed 2.16.23).
- Petit, A., 2016. Recueil de pratiques observées en viticulture biologique : des pistes pour innover ?
- Quénol, H., Garcia de Cortazar Atauri, I., Bois, B., Sturman, A., Bonnardot, V., Le Roux, R., 2017. Which climatic modeling to assess climate change impacts on vineyards? *OENO One* 51, 91. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.0.0.1869>
- Reau, R., Monnot, L.-A., Schaub, A., Munier-Jolain, N., Pambou, I., Bockstaller, C.C., Cariolle, M., Chabert, A., Dumans, P., 2012. Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innov. Agron.* 20, 5.
- Région Occitanie, 2023. 4.1.3 PDR LR - Investissements en faveur d'une gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau – Europe en Occitanie [WWW Document]. Région Occ. Pyrén.-Méditerranée. URL <https://www.europe-en-occitanie.eu/4-1-3-PDR-LR-Investissements-en-faveur-d-une-gestion-qualitative> (accessed 2.9.23).
- Réseau des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole, 2022. La Cuma, qu'est ce que c'est ? [WWW Document]. Réseau Coop. Util. Matér. Agric. URL <http://www.cuma.fr/content/la-cuma-quest-ce-que-cest-0> (accessed 2.22.23).
- Rinaudo, Y., 1994. Coopérative et progrès : les caves viticoles du Midi de la France. *Cah. Méditerranée* 48, 167–183. <https://doi.org/10.3406/camed.1994.1116>
- Ross, A.M., Rhodes, D.H., Hastings, D.E., 2008. Defining changeability: Reconciling flexibility, adaptability, scalability, modifiability, and robustness for maintaining system lifecycle value. *Syst. Eng.* 11, 246–262. <https://doi.org/10.1002/sys.20098>
- Ryschawy, J., Tiffany, S., Gaudin, A., Niles, M.T., Garrett, R.D., 2021. Moving niche agroecological initiatives to the mainstream: A case-study of sheep-vineyard integration in California. *Land Use Policy* 109, 105680. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105680>
- Saïssset, L.-A., 2016. Les trois dimensions de la gouvernance coopérative agricole : le cas des coopératives vinicoles du Languedoc-Roussillon. *Rev. Int. Léconomie Soc. Recma* 19–36. <https://doi.org/10.7202/1035585ar>
- Salembier, Chloé, Elverdin, J., Jean-Marc, M., 2016. Tracking on-farm innovations to unearth alternatives to the dominant soybean-based system in the Argentinean Pampa. *Agron. Sustain. Dev.* 36. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0343-9>
- Salembier, Chloe, Elverdin, J.H., Meynard, J.-M., 2016. Tracking on-farm innovations to unearth alternatives to the dominant soybean-based system in the Argentinean Pampa. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 1. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0343-9>
- Salembier, C., Segrestin, B., Weil, B., Jeuffroy, M.-H., Cadoux, S., Cros, C., Favrelière, E., Fontaine, L., Gimaret, M., Noilhan, C., Petit, A., Petit, M.-S., Porhiel, J.-Y., Sicard, H., Reau, R., Ronceux, A., Meynard, J.-M., 2021. A theoretical framework for tracking farmers' innovations to support farming system design. *Agron. Sustain. Dev.* 41, 61. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00713-z>

- Sud et Bio, 2016. Fiche filière viticulture [WWW Document]. URL <https://www.sud-et-bio.com/viticulture/aval/fiche-marche> (accessed 1.23.23).
- Sutherland, L.-A., Burton, R.J.F., Ingram, J., Blackstock, K., Slee, B., Gotts, N., 2012. Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *J. Environ. Manage.* 104, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.013>
- Toffolini, Q., Jeuffroy, M.-H., Prost, L., 2016. Indicators used by farmers to design agricultural systems: a survey. *Agron. Sustain. Dev.* 36, np. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0340-z>
- Trévoux, M., 2021. 26 projets photovoltaïques dans le vignoble pour Sun'Agri. *Vitisphère*.
- Trigo, A., Marta-Costa, A., Fragoso, R., 2023. Improving sustainability assessment: A context-oriented classification analysis for the wine industry. *Land Use Policy* 126, 106551. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106551>
- Udawatta, R.P., Rankoth, L.M., Jose, S., 2021. Agroforestry for Biodiversity Conservation, in: Udawatta, R.P., Jose, S. (Eds.), *Agroforestry and Ecosystem Services*. Springer International Publishing, Cham, pp. 245–274. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80060-4_10
- Van der Werf, H. van D., Petit, J., 2002. Évaluation de l'impact environnemental de l'agriculture au niveau de la ferme. Comparaison et analyse de 12 méthodes basées sur des indicateurs. *Courr. Environ. INRA* 121.
- Ver de terre production, 2021. Ver de Terre production - Qui sommes nous ? [WWW Document]. Ver Terre Prod. URL <https://www.verdeterreprod.fr/qui-sommes-nous/> (accessed 2.6.23).
- Vereijken, P.H., 1997. A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. *Eur. J. Agron.* 7, 235–250. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(97\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(97)00039-7)
- Verret, V., Pelzer, E., Bedoussac, L., Jeuffroy, M.-H., 2020. Tracking on-farm innovative practices to support crop mixture design: The case of annual mixtures including a legume crop. *Eur. J. Agron.* 115, 126018. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126018>
- Vingtrinier, C., 2018. La mutation continue des caves coopératives en Languedoc [WWW Document]. www.lamarseillaise.fr. URL <https://www.lamarseillaise.fr/economie/la-mutation-continue-des-caves-coopes-en-languedoc-HGLM072467> (accessed 2.16.23).
- Webb, L.B., Whetton, P.H., Barlow, E.W.R., 2008. Climate change and winegrape quality in Australia. *Clim. Res.* 36, 99–111. <https://doi.org/10.3354/cr00740>
- Wohlleben, P., Tresca, C., 2017. *La vie secrète des arbres: ce qu'ils ressentent, comment ils communiquent, un monde inconnu s'ouvre à nous*. les Arènes, Paris.
- Zahm, F., Alonso Ugaglia, A., Boureau, H., Del'homme, B., Barbier, J.M., Gasselin, P., Gafsi, M., Guichard, L., Loyce, C., Manneville, V., Menet, A., Redlingshofer, B., 2015. *Agriculture et exploitation agricole durables : état de l'art et proposition de définitions revisitées à l'aune des valeurs, des propriétés et des frontières de la durabilité en agriculture*. <https://doi.org/10.15454/1.462267509242779E12>

Annexes :

Innovation et narration :

Pouvez-vous me décrire votre système, quel est son principe ?

⇒ Idée générale de l'innovation et du système

Avant d'aller un peu plus dans les détails, j'aimerais en connaître un peu plus sur votre histoire. Pouvez-vous me décrire votre parcours, même depuis avant votre reprise/installation ? Avez-vous suivi une formation (BPREA, BTS, autre ...)

Quelle était la situation de l'exploitation quand vous l'avez reprise / Quand vous vous êtes installé ? Quand était-ce ?

Comment en êtes-vous arrivé à l'exploitation telle qu'aujourd'hui ? Quels ont été les gros changements au cours de son histoire ?

- 1. Qu'avez-vous choisi de modifier et pourquoi l'avez-vous fait ? Ont-ils été contraints ? Choisis ? Selon vous, quels sont les atouts de ce système ? Et quelles en sont ces contraintes ?*
- 2. Comment vous est venue l'idée de ces changements ? Avez-vous reçu de l'aide (recours à des informations ou une aide venant de l'extérieur ? A un réseau ? A une formation ? A des conseillers ou des aides à la mise en place ?) Où avez-vous trouvé cette aide ?*
- 3. Quelles ont été les difficultés rencontrées pour faire ces changements ? Est-ce que cela fut une période compliquée, que cela soit en termes d'entrée d'argent ou de temps de travail, ou autre (pression sociale, stress, échecs répétés ...) ? Si oui, Pourquoi ?*
- 4. Comment avez-vous fait face à ces difficultés ? Avez-vous dû acquérir des compétences ou du matériel spécifique ? Si oui, comment les avez-vous acquis ?*
- 5. Qu'est-ce que ces changements ont changé dans votre exploitation ou votre manière de travailler ?*
- 6. Existe-il des particularités au niveau de l'itinéraire en comparaison à un système viticole classique / aux autres parcelles qui ne sont pas diversifiées ?*

Description technique de l'exploitation

Concernant l'itinéraire technique justement,

Comment vos vignes (celles inscrites dans l'innovation) sont-elles conduites ? Sont-elles conduites différemment des autres ?

- ⇒ Densité de plantation et espacements, système de taille, de palissage, orientation des parcelles ...

Comment gérez-vous les sols ?

- ⇒ Pratiques d'enherbement, de travail du sol, de fertilisation et d'amendement ...

Comment gérez-vous les maladies ? Le système rend-il les vignes plus résistantes / moins atteintes vis-à-vis de certaines maladies ? Au contraire, semble-t-il les rendre plus fragiles ? Traitez-vous moins qu'avant / moins que sur les autres vignes ? Selon vous, est-ce dû à votre innovation ou au climat ?

- ⇒ Nombre et type de traitement, contre quoi

Vos vignes ou les autres cultures sont-elles irriguées ? Pourquoi ce choix ? Est-ce que cela consomme plus / moins d'eau qu'un système classique ?

- ⇒ Type d'irrigation, volumes, période d'irrigation, coût

Votre innovation vous oblige-t-elle à modifier les travaux en vert sur les vignes ou la manière de les réaliser ? Quels sont les travaux que vous faites annuellement ? Comment les réalisez-vous ? Dans quel but ? La charge de travail est-elle moins importante avec ce système ?

- ⇒ Calendrier travaux en vert et particularités

Quels travaux l'autre culture vous demande-t-elle concernant les mêmes points (gestion du sol, fertilisation, irrigation, traitements) ? Cela diffère-t-il des méthodes traditionnelles ?

Quel atouts / contrains amène cette culture (sur le plan agronomique, économique, organisationnel) ?

Cette/ces autre(s) culture(s) vous a-t-elle demandé des investissements particuliers ? Sur votre organisation / temps de travail (dans périodes de creux, surcharge) ? Sur le matériel ?

Est-ce vous qui réalisez ces travaux ? Etes-vous seul à vous charger de cette innovation ? A qui d'autre bénéficie-t-elle (surtout s'il y a de l'élevage) ?

S'il y a plusieurs personnes, comment s'organise l'innovation ? Qui choisit les tâches à réaliser ? Comment sont partagés les bénéfices / frais de l'innovation ? Comment vous êtes-vous mis en contact pour mettre en place l'innovation ?

Transformation et commercialisation :

Transformez-vous ce que vous produisez (vignes en vin, autres cultures) ?

Comment commercialisez-vous votre production viticole ? A qui la vendez-vous ? L'autre culture est-elle commercialisable ? La commercialisez-vous ? A qui est-elle destinée ?

Performances et satisfaction :

Sur quels critères de performance jugez-vous votre système ? Etes-vous satisfait du système mis en place vis-à-vis de vos critères ? Pourquoi ?

Avez-vous l'impression de vivre mieux depuis que vous avez mis en place votre système ? Est-ce que cela fut le cas durant toute la durée de votre transition / installation ?

Dans quelle situation économique vous trouvez-vous actuellement ? Pensez-vous qu'elle est liée à votre innovation (à mettre en perspective avec la taille de l'innovation relativement à l'exploitation) ?

Perspectives :

Cette innovation est-elle l'objectif final que vous souhaitez atteindre ? Comment pensez-vous que votre exploitation va évoluer dans les années à venir ?

Quelles sont vos priorités ? Quelles sont vos préoccupations ?

Si vous deviez réaliser de nouveau cette transition, feriez-vous de la même manière ? Que changeriez-vous ? A posteriori, avez-vous manqué d'information ? Si oui de quel type ?

Souhaitez-vous conserver votre innovation ? La diffuser ? A qui, comment et pourquoi ?

Faites-vous partie d'un ou plusieurs réseaux ? Lesquels ? Quelles sont les thèmes que vous discutez au sein de ces réseaux ?

Des questions, remarques ou précisions à ajouter ?

Contacts éventuels :

Connaîtriez-vous des viticulteurs avec des systèmes diversifiés ? Des personnes susceptibles d'en connaître ?

Si oui, pouvez-vous me donner son contact ?

Annexe 1 : Guide d'entretien des viticulteurs innovants

Fiche système

Arbres à la place du rang

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- A la plantation ou sur des vignes déjà en place (si arrachage d'un ou plusieurs rangs).
- Généralement, environ 3-4 m entre vignes et arbres.
- Une rangée d'arbres tous les 2 à 15 rangs de vignes.
- Essences diverses (fruitiers – fabacées – ornementaux, arbres à trognes...).
- + Possibilité d'alterner les essences ou de planter entre les arbres (arbustes, bulbes, lavandes, vignes...).
- Ce système peut-être irrigué ou non (selon les objectifs)



Quels sont ses objectifs ?

Les objectifs de ce système sont divers et balayent plusieurs types d'objectifs. Il a notamment pour objectifs de **réduire l'impact du vent**, de **faire de l'ombre**, d'**apporter de la biomasse et/ou de l'azote au sol**, de limiter la propagation des maladies et ravageurs. Favoriser la **biodiversité** est aussi un des objectifs principaux de ce système. Ce système a aussi des objectifs économiques : il peut être mis en place pour **rentabiliser l'espace** (dans le cas de vignes arrachées préalablement) ou **améliorer l'image** du domaine. Enfin, ce système a des objectifs liés à l'amélioration de la qualité de vie, comme la conception d'un **meilleur cadre de travail** ou l'auto-consommation des fruits des arbres.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	inconvénients
Arbres déjà en place	
Pas de plantation d'arbres à faire	Difficile à mécaniser (beaucoup de manœuvres)
Les vignes profitent directement de l'ombre	
Arbres plantés en même temps que la vigne	
Pas de différence dans le travail mécanique	Perte de rangs de vigne pour chaque rangée d'arbres
Arbres plantés à la place de vignes arrachées	
Sauvegarde d'une production à long terme	C'est difficile de se décider à arracher des plants de vignes

Quels sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

Ce type de système est principalement évalué sur la **biodiversité** qu'il apporte (observation d'une faune plus présente...) et les aspects **économiques** (quantité de fruits produits par les arbres fruitiers...). La plupart des viticulteurs enquêtés s'estiment **satisfaits** de ce système. D'autres considèrent qu'il est **trop tôt** pour évaluer leur système. Quelques-uns ne sont pas satisfaits, notamment car les arbres sont morts par manque d'entretien (trop d'arbres plantés en même temps) ou arrachés par des sangliers.

Fiche système

Arbres dans le rang

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- A la plantation ou sur des vignes déjà en place (en remplacement des ceps morts).
- Généralement, même disposition qu'une vigne
- Densité selon le taux de manquants de la parcelle
- Essences diverses (fruitiers – fabacées – ornementaux, arbres à trognes...).
- + Possibilité d'alterner les essences
- Ce système peut-être irrigué ou non



Quels sont ses objectifs ?

L'objectif le plus récurrent de ce système est la génération d'un revenu complémentaire, par une **diversification de la production**, la **rentabilisation de l'espace** (remplacement des ceps morts) et/ou **du temps de travail**. Ce système a aussi été mis en place pour **couper le vent**, **faire de l'ombre**, **améliorer le sol** et **limiter le ruissellement**. Il a enfin pour but de **favoriser la biodiversité** des parcelles. Les productions peuvent être auto-consommées.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	inconvénients
Complantation d'arbres dans le rang	
Permet de garder une cohérence dans l'âge des parcelles	Contraintes mécaniques importantes quand les arbres sont jeunes
Permet de diversifier la production	Problème de maladies possibles
Pas d'entretien en plus selon les espèces	
Co-plantation d'arbres dans le rang	
Permet de limiter le ruissellement	Divise les rangs de vignes
Les parcelles restent mécanisables si on réfléchit sur les passages	Nécessité de suivre un parcours précis, la main d'œuvre doit être au courant
Sauvegarde d'arbres poussant spontanément	
Permet d'avoir des arbres adaptés aux contraintes	Engendre une baisse de la production (vignes non remplacées, concurrence)
Permet de gagner du temps à ne pas les arracher	
Permet de maintenir l'humidité du sol	
Vignes mariées aux arbres	
L'arbre fait un tuteur naturel à la vigne	Vendanges plus compliquées
Pas de travail particulier en plus	

Quels sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

Ce type de système est principalement évalué sur la **biodiversité** qu'il apporte (observation d'une faune plus présente). La plupart des viticulteurs enquêtés s'estiment **satisfaits** de ce système. D'autres considèrent qu'il est **trop tôt** pour évaluer leur système. Quelques-uns ne sont pas satisfaits, notamment car les arbres sont morts par manque d'entretien (trop d'arbres plantés en même temps) ou arrachés par des sangliers.

Fiche système

Arbres en bordure

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- A la plantation ou au bord de vignes déjà en place
- Généralement, en bord de parcelle ou de terrasse ou en coin de parcelle
- Densité variable des arbres dans la haie
- Essences diverses (fruitiers – fabacées – ornementaux, arbres à trognes, arbustes...).
- + Possibilité d'alterner les essences
- Arrosage seulement les premières années



Quels sont ses objectifs ?

L'objectif le plus récurrent de ce système est la modification des pratiques culturales : **couper le vent, limiter le ruissellement, favoriser l'accueil d'insectes auxiliaires et d'oiseaux**. Ce système permet la **diversification de la production**, la **rentabilisation de l'espace** (comblement des espaces non mécanisables) et/ou **du temps de travail** (faciliter les manœuvres dans la parcelle). Les productions peuvent être auto-consommées.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	Inconvénients
Arbres en bordure	
Permet de stabiliser les terrasses	
Aucun impact sur les pratiques culturales	
Arbres en coin	
Pas de perte d'espace	Les arbres peuvent subir la concurrence avec les autres arbres en bordure
Permet d'éviter le passage des engins agricoles dans les endroits où "on passe plus de temps à manœuvrer qu'à travailler sur la vigne"	

Quels sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

Ce type de système est principalement évalué sur la **biodiversité** qu'il apporte (observation d'une faune plus présente) et sur les aspects de **production** (fruits, fourrage pour les animaux). La plupart des viticulteurs enquêtés s'estiment **satisfaits** de ce système. D'autres considèrent qu'il est **trop tôt** pour évaluer leur système (cas où les arbres ne sont pas encore en production). Quelques-uns ne sont pas tout-à-fait satisfaits, notamment car certains arbres n'ont pas survécus (mort à cause du manque d'eau ou d'arrachage par des sangliers). De plus, la mise en place de ce système permet de ne pas modifier l'intensité de la mécanisation des parcelles.

Fiche système

Pâturage des vignes

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- Pendant la période entre les vendanges et le débourrement, sauf pour 1 système
- Dans des parcs de 0,5 à une dizaine d'hectares, sur des périodes entre quelques jours et plusieurs semaines
- Nombre d'animaux variés (de quelques bêtes à 150 animaux)
- Animaux variés (brebis, vaches, chevaux, ânes, poules) qui pâturent séparément ou ensemble



Quels sont ses objectifs ?

L'objectif le plus récurrent de ce système est la modification des pratiques culturales, notamment de la **gestion de l'enherbement** et de la **fertilisation du sol**. Parallèlement à cela, il permet de **réduire les frais** liés à la gestion de l'enherbement et de **réduire le temps de travail** du viticulteur. Il a aussi des **objectifs patrimoniaux**, avec la réintroduction d'une pratique qui a été délaissée pendant une période. Quand les animaux appartiennent au viticulteur, ce système a pour objectif **de gérer leur alimentation** la moitié de l'année, mais aussi de **générer un revenu complémentaire**.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	Inconvénients
Intégration des animaux dans les vignes	
Gestion facile de l'enherbement hivernal, d'autant plus sur des parcelles non mécanisables	Intégration temporaire d'octobre à mars Casse possible sur les vignes ou le palissage dépendance à la météo (pour éviter les tassements)
Cas où les animaux appartenant à un éleveur	
Pas de temps de travail en plus	L'éleveur fait pâturer ses animaux peut importer la météo (cas de pâturage chez plusieurs viticulteurs)
Cas où les animaux appartenant au viticulteur	
Génération d'un revenu supplémentaire par la vente des animaux	Il faut s'en occuper et gérer leur alimentation toute l'année. La gestion des parcs (clôtures) prend du temps

Les viticulteurs ont adopté certaines stratégies pour contourner certaines de ces difficultés : relevage/suppression des fils porteurs, utilisation de collier GPS, mise en place de parcs (semi-)permanents...

Quelles sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

Les viticulteurs sont globalement **satisfaits** de l'intégration des animaux dans les vignes. Ils constatent une **bonne gestion de l'enherbement** par les animaux, que cela soit pour la tonte de l'herbe, la repousse et le tallage des engrais verts, ou la quantité de sarments mangés (pré-taille). Les viticulteurs constatent aussi **l'apport de fertilité** obtenu grâce aux déjections animales, mais il reste ponctuel aux vues du chargement des parcelles. Un viticulteur s'estime satisfait de la **réduction du temps de travail** que lui permettent ses animaux. Une autre exploitation a arrêté de faire appel à un berger (salarié) car cela coûtait trop cher.

Fiche système

Association vignes-maraîchage

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- Dans l'inter-rang (oignons, pommes de terre, fève, melon), dans le rang (légumes ratatouille), en remplacement de pieds de vigne morts) ou en bordure (courge)
- Irrigation de l'inter-rang (le plus fréquent) ou du rang
- Semis et récolte des cultures maraîchères souterraines en même temps que le travail du sol
- Pas de changement dans les pratiques culturales (passage un rang sur deux quand culture rampante (melon), un viticulteur a conduit ses vignes (associées à des tomates) en pergola



Quels sont ses objectifs ?

Les objectifs de ce système peuvent être multiples. Chez certains viticulteurs, il a pour but de **mieux utiliser l'eau d'irrigation** disponible sur la parcelle. La possibilité de **rentabiliser l'espace disponible** en ayant un sol couvert le plus longtemps possible ou en comblant les espaces laissés par les pieds de vigne morts est aussi une des motivations. Enfin ce type de système a un objectif économique, puisqu'il permet soit de **générer un revenu complémentaire**, soit de réduire ses frais grâce à **l'autoconsommation de la production**.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	Inconvénients
Système vignes-céréales	
Cultures associées facilement commercialisable Pas de concurrence avec la vigne	Culture 1 rang sur 2 pour pouvoir continuer de passer avec les machines (si espèce qui s'étale) Nécessite de trouver une moissonneuse adaptée Pas de temps réduit pour traiter sans contaminer les céréales et pour récolter

Quels sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

L'évaluation du système associant vignes et cultures maraîchères est réalisée à partir de la **quantité de légumes produites**. Les viticulteurs ayant réalisé les associations en inter-rang et en bordure sont **satisfaits** de leur(s) système(s). 1 des 2 viticulteurs ayant réalisé une culture de tomates dans le rang est satisfait (il a même installé un maraîcher indépendant sur cette parcelle), l'autre moyennement.

Fiche système

Association vignes-céréales

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- Dans l'inter-rang, 1 inter-rang sur 2 (alterné avec un couvert végétal à base d'engrais verts ou mellifère), en alternance 1 an sur 2
- Semis en automne et récolte en fin de printemps à l'aide d'une moissonneuse de taille réduite pouvant passer dans l'inter-rang
- Pas d'irrigation, levée grâce aux pluies automnales



Quels sont ses objectifs ?

Ce type de système permet d'atteindre plusieurs objectifs. Le principal est la **génération d'un revenu complémentaire** (par la vente des grains de blé tendre ou de la bière). Ce système a aussi pour but de réduire les frais, notamment en étouffant l'enherbement hivernal, **réduisant ainsi le temps de travail et le nombre de passages** liés au désherbage. Enfin, ce type de système a aussi pour but d'apporter de la satisfaction personnelle aux viticulteurs, puisque l'un brasse sa bière grâce à son orge, et l'autre permet à une boulangère de panifier sur le domaine.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	Inconvénients
Système vignes-maraîchage	
Cultures associées facilement commercialisable	Nécessite l'irrigation
Selon les espèces (pommes de terre, oignon), le passage dans l'inter-rang reste possible	Selon les espèces (melon), culture 1 rang sur 2 pour pouvoir continuer de passer avec les machines
Les traitements de la vigne et de la culture associée peuvent être complémentaires (en bio)	

Quels sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

L'évaluation du système associant vignes et cultures maraîchères est réalisée à partir de la **quantité de céréales produites**. Le viticulteur ayant cultivé du blé est **satisfait** de la production et du gain de temps de travail qu'elle a permis. L'autre viticulteur qui a semé en automne 2022 n'a **pas encore assez de recul** pour évaluer son système.

Fiche système

Diversification des cépages

Quelles sont les caractéristiques techniques de ce système ?

- Co-plantation des cépages de manière aléatoire dans la parcelle, en répétant une succession de cépages ou en faisant des îlots. Les parcelles co-plantées aléatoirement peuvent avoir un cépage dominant, ou non.
- Cépages fréquents de la région (Syrah, Carignan, Grenache...), cépages anciens ou représentatifs d'une appellation (Picpoul, Rivarenc, Viognier...) ou cépages résistants (Floréal, Saurélie)
- Les porte-greffe peuvent varier
- Pas de changement dans les pratiques culturales (même date de récolte, même conduite ...) au sein de la parcelle

Quels sont ses objectifs ?

En plus de remettre en pratique des savoir-faire traditionnels, ce type de système a pour objectif principal d'**apporter de la diversité** dans les parcelles. Dans un même temps, il peut aussi permettre de réduire la pression sanitaire de la parcelle et ainsi **réduire le nombre de traitements** à effectuer dans la parcelle, et donc de **réduire les frais** associés. Ce type de système a enfin une vocation expérimentale pour les viticulteurs, puisque ce dernier a été longtemps utilisé, mais est peu renseigné aujourd'hui.

Quels sont ses avantages et inconvénients ?

avantages	Inconvénients
Système avec diversification des cépages	
Réduction potentielle des traitements, lissage des maturités des cépages	Possible seulement avec des cépages blancs dans des parcelles de cépages rouges
Maintien d'un cépage dominant pour avoir des caractéristiques de vinification connues	La plantation prend plus de temps, et il peut être difficile de trouver certains cépages chez les pépiniéristes

Quels sont ses résultats d'après les viticulteurs ?

L'évaluation du système avec une diversification des cépages est réalisée d'après plusieurs critères. Les premiers, économiques, sont la **survie des vignes** et la **qualité des raisins et du vin produit**. Il sont **satisfaits** chez tous les viticulteurs ayant ce type de système. Enfin, l'exploitation où ont été co-plantés des cépages résistants évalue son système sur la **réduction des traitements** (nombre et doses), mais il est encore **trop tôt** pour l'évaluer.

Annexe 2 : Fiches des systèmes innovants

Catégorie	Type de changement	changement n°				
		1	2	3	4	5
valorisation	passage en bio	17	3	2	2	1
	passage en biodynamie	0	2	2	1	1
gestion de l'enherbement	enherbement	4	9	7	1	0
	enherbement permanent	0	2	0	1	0
gestion de l'utilisation d'intrants chimiques	réduction des intrants chimiques	0	1	0	0	0
	arrêt intrants chimiques	3	1	0	0	0
gestion du sol	arrêt travail du sol	0	1	2	1	1
	arrêt travail du sol sous le rang	0	0	0	0	1
	arrêt passage engins lourds	0	1	0	0	0
	arrêt traction animale	0	0	0	1	0
	réduction mécanisation	0	0	0	0	0
mise en place des SI	haies bordures	0	0	0	6	0
	arbres intraparcellaires	1	2	2	5	6
	maraîchage intraparcellaire	0	0	2	0	0
	céréales intraparellaires	0	1	0	0	1
	diversification de cépages	1	0	0	2	1
	pastoralisme	1	1	3	1	3
	installation de ruches	0	0	2	0	0
stratégie échelle exploitation	diversification à l'échelle de l'EA ¹	0	2	3	0	1
	rassemblement parcelles	1	0	0	0	0
	passage cave particulière	2	1	0	0	0
	négoce	0	1	0	0	0

Annexe 3 : Premiers changements au sein de l'exploitation agricole après l'installation ou la reprise

¹ EA : exploitation agricole