



## **EcoVitiSol**

Cyril Zappelini, Lionel Ranjard, Samuel Dequiedt, Pierre-Alain Maron, Vincent Masson, Jean Masson

### **► To cite this version:**

Cyril Zappelini, Lionel Ranjard, Samuel Dequiedt, Pierre-Alain Maron, Vincent Masson, et al.. EcoVitiSol. INRAE. 2022. <hal-05505033>

**HAL Id: hal-05505033**

**<https://ofb.hal.science/hal-05505033v1>**

Submitted on 11 Feb 2026

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

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



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License



**Rapport Final**

# **EcoVitiSol**

**Avril 2022**



## Résumé

La viticulture est un secteur d'activité agricole stratégique pour la France car elle représente le 1<sup>er</sup> poste exportateur du secteur agroalimentaire pour seulement 3% de la SAU Française. Toutefois, elle est aussi une forte consommatrice de produits phytosanitaires avec 20% des pesticides utilisés en France à elle seule, couplé aussi à une forte mécanisation. Tout ceci entraîne une dégradation de la qualité des sols, qu'elle soit physique ou biologique. Face à ces constats, la viticulture biologique (AB), voire biodynamique (BD) se développent fortement avec un taux moyen de conversion de 1-2% par an. Toutefois, à ce jour nous manquons encore de connaissances sur les impacts de ces modes de production et sur les pratiques associées notamment sur la qualité des sols viticoles.

Dans ce contexte, le projet EcoVitiSol est la première étude menée à grande échelle et en impliquant directement les viticulteurs pour évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des sols dans différents modes de production. L'originalité et priorité de ce projet est d'aborder cette problématique avec des approches participatives en impliquant directement 145 viticulteurs de Bourgogne et d'Alsace qui ont mis à disposition leur parcelle sur lesquelles les chercheurs sont venus échantillonner le sol. En parallèle ils ont décrit précisément les pratiques et participé au final à l'interprétation des résultats obtenus avec les chercheurs. Ce réseau de parcelles a été élaboré avec une répartition équilibrée entre conventionnel, AB, et BD au sein des deux territoires.

Les outils modernes utilisés ont permis de caractériser l'abondance, la diversité et les interactions microbiennes par des approches moléculaires ainsi que la qualité de la matière organique des sols par la technique Rock-Eval® en plus des caractéristiques physico-chimiques classiques (pH, texture, C/N, teneur en Cu...). Tout cela a permis d'appliquer un diagnostic opérationnel et robuste grâce aux référentiels d'interprétation nationaux validés par la recherche scientifique.

Seulement 20% des parcelles viticoles analysées dans ce projet sont dans un mauvais état microbiologique. Il n'y a donc pas d'état d'urgence sur la qualité microbiologique des sols viticoles des territoires étudiés mais plutôt un état de surveillance. L'impact des pratiques viticoles montrent un effet négatif du travail du sol, sous toutes ses formes, sur la qualité microbiologique et sur la teneur en carbone actif et à l'inverse les pratiques d'enherbement et de restitution des sarments sont démontrées vertueuses. L'analyse des modes de production montre une amélioration significative de la qualité microbiologique en AB et BD, mais pas de la teneur en carbone actif. L'analyse des réseaux d'interactions microbiens montrent plus d'interactions et de complexité au sein des parcelles menées en BD en comparaison des sols en AB et en Conventionnel. Tout ceci confirme la meilleure qualité écologique des sols pour les modes de production en BD, tendance en accord avec les conclusions d'une méta analyse scientifique internationale portant sur l'impact des modes de production sur la qualité écologique des sols (Christel et al., 2021).

EcoVitiSol a permis de démontrer que les approches participatives associant les chercheurs et les viticulteurs stimule un échange de savoirs à même de répondre à des questions de recherche fondamentale mais aussi très finalisée. Il est prévu que ce projet continue sur les dix prochaines années en ciblant un nouveau territoire viticole de France chaque année afin de vérifier les tendances observées sur l'impact des pratiques viticoles et des modes de production sur la qualité écologique des sols.

## **I-Rappel des objectifs du projet**

Le projet EcoVitiSol a pour objectif de combler le manque de connaissances sur l'impact des modes de production (conventionnel, AB, Biodynamie) sur la biodiversité des sols. Plus précisément, il a pour objectif d'évaluer l'influence des différentes pratiques viticoles (conventionnel vs AB vs Biodynamie) sur la qualité microbiologique des sols. Ce projet est basé sur un réseau de parcelles viticoles chez les viticulteurs au sein de 3 territoires : l'Alsace (vignobles de Westhalten et Dambach la ville), la Côte d'or (vignoble de la côte de Nuits et de Beaune) et la Saône et Loire (vignoble de côtes Chalonnaise et Mâconnaise). Une cinquantaine de parcelles ont été étudiées dans chaque territoire en équilibrant la représentativité des parcelles en pratiques conventionnelle, AB et en Biodynamie. La variabilité des pratiques au sein des différents systèmes a aussi été prise en compte afin de hiérarchiser leur impact sur la qualité biologique des sols (enherbement, travail du sol, réduction des pesticides, amendements organiques). Une des originalités de notre projet est d'aborder cette problématique en faisant appel à des méthodes de sciences participatives associant les viticulteurs lors de la visite de leurs parcelles, des enquêtes sur leurs pratiques et de la restitution et co-interprétation des résultats.

La qualité microbiologique des sols a été analysée par des outils modernes de microbiologie moléculaire basés sur l'extraction et la caractérisation de l'ADN du sol. Ces outils appliqués sur un tel réseau de parcelles viticoles, permettent d'améliorer significativement nos connaissances sur l'impact des pratiques viticoles sur la qualité des sols. Ces outils ont aussi été validés, avec le collectif d'acteurs impliqués (viticulteurs et interprofession), comme des bioindicateurs pertinents de la qualité du sol afin d'en réaliser un diagnostic opérationnel grâce à des référentiels d'interprétations nationaux. Les connaissances produites pourront, (1) servir de support aux politiques publiques dans le cadre de la transition agroécologique, et (2) permettre aux collectifs impliqués une appropriation des indicateurs développés dans leurs pratiques au jour le jour. Nous attendons également une réflexivité collective dont la structuration devrait favoriser les interactions entre acteurs ainsi qu'un engagement dans le changement des pratiques viticoles. Les restitutions et discussions des résultats obtenus ont été réalisées avec l'ensemble des acteurs, notamment les différents groupes de viticulteurs.

## **II-Partenaires et rôle dans le projet**

Dans ce projet financé par l'OFB, le partenariat implique :

- l'INRAE de Colmar et plus particulièrement l'équipe « Ecophysiologie et génomique de la vigne » au sein de l'UMR Santé de la vigne et qualité du vin.
- La société Biodynamie services pour l'aide à la mise en place du réseau de viticulteurs.
- L'association Soin de la terre, dirigé par Vincent Masson et spécialiste de la biodynamie pour l'expertise sur les pratiques dans ce mode de production.

Le projet EcoVitiSol a aussi obtenu un financement du BIVB à son AO 2018 à hauteur de 79k€ pour deux ans. Ce budget a permis de consolider le budget obtenu auprès de l'OFB et aussi d'agréger une nouvelle équipe : celle du laboratoire de Géologie de l'ENS Paris avec P Barré et C Girod (CNRS) qui nous a permis d'analyser plus précisément la qualité et la dynamique du Carbone organique dans les sols viticoles.

En Bourgogne, le GEST (Groupement d'Etude et de Suivi des Terroirs) a adhéré à ce projet par la mise à disposition de son réseau de viticulteurs (environ une centaine) et un soutien logistique dans la communication de ce projet sur le territoire de la Bourgogne.

## **III- Mise en place du réseau de viticulteurs dans les différents territoires**

Au début du projet, la principale tâche entreprise a été de mettre en place un réseau de viticulteurs en Bourgogne et en Alsace. L'objectif était d'échantillonner 50 parcelles en Bourgogne et 25 en Alsace en 2019 et autant en 2020, afin de remplir l'objectif de 150 parcelles étudiées à la fin du projet.

Cet objectif a été atteint grâce notamment au soutien du BIVB et de son réseau de parcelles de références en Bourgogne du Nord et du sud, mais aussi du GEST et de Biodynamie services pour cibler plus spécifiquement des viticulteurs en AB et Biodynamie. En Alsace le réseau a pu être consolidé grâce à l'implication de l'INRAE Colmar dans le cadre d'un de ses projets de recherche action sur la santé de la vigne. Trois réunions d'information (en Alsace à Rouffach et en Bourgogne à Beaune et à Macon) ont permis aussi de sensibiliser et de faire adhérer des viticulteurs. Dans le cadre du projet, un ingénieur de recherche a été embauché en CDD pour élaborer et animer le réseau de viticulteurs et aussi prendre en charge la logistique des campagnes d'échantillonnage de sols et les analyses de qualité microbiologique des sols. Fin 2021 cet ingénieur a été titularisé en tant qu'ingénieur de recherche INRAE dédié à l'animation des réseaux d'agriculteurs pour les projets de sciences participatives sur les sols. Au cours du projet nous avons démarché plus de 150 viticulteurs dont 145 ont proposé au moins une parcelle. En tout 156 parcelles ont été échantillonnées entre 2019 et 2020 en gardant la répartition équitable entre les territoires et entre les modes de production conventionnel, biologique et Biodynamie (figures 1 et 2).

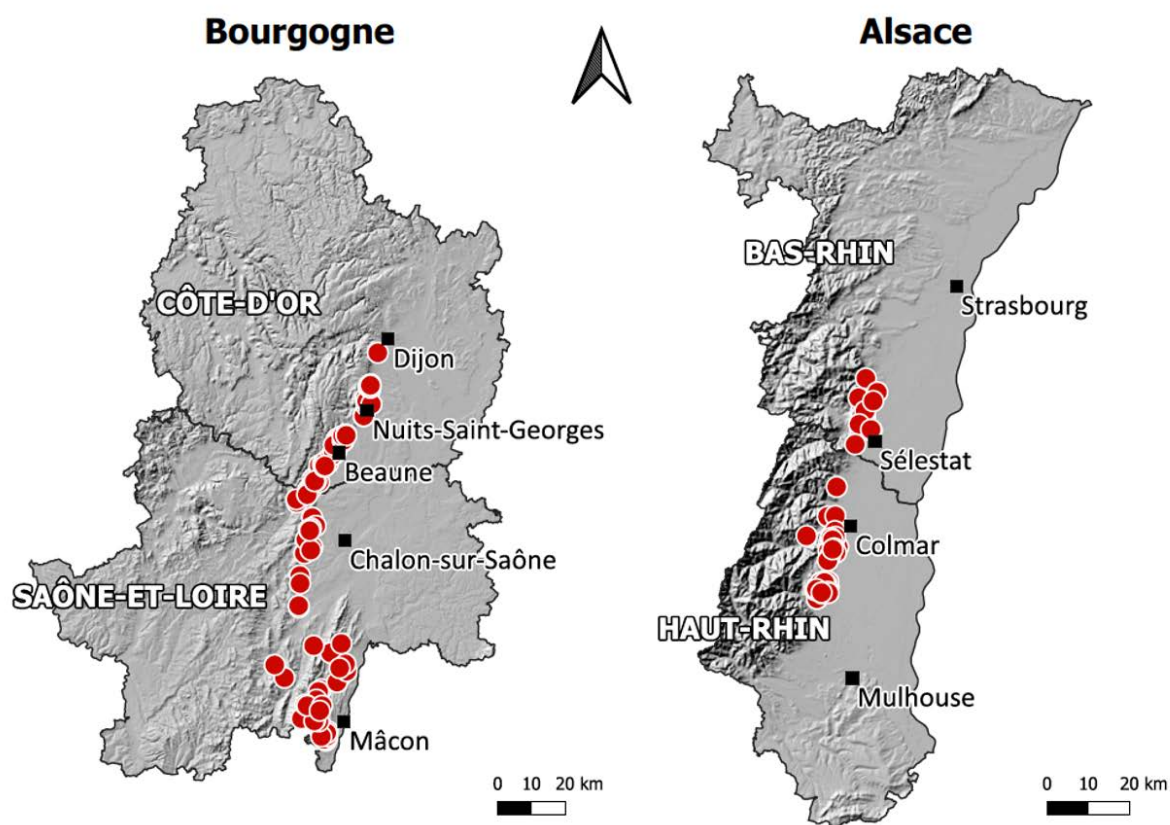


Fig 1 - Distribution spatiale des parcelles échantillonnées dans le réseau EcoVitiSol en Bourgogne et en Alsace

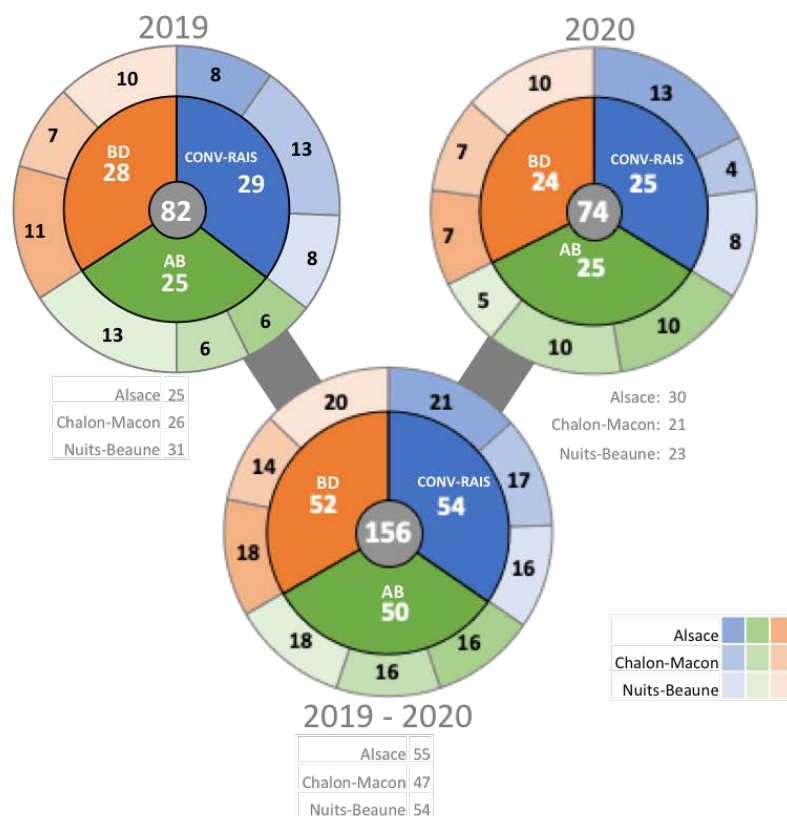


Fig 2 - Répartition des parcelles échantillonnées entre les modes de production en fonction des territoires

## IV-Échantillonnage des sols des parcelles

Les sols de toutes les parcelles viticoles ont été échantillonnés sur deux campagnes menées en 2019 et 2020 pendant le mois d'octobre, après les vendanges. Chaque parcelle a été échantillonnée par une équipe du projet qui rencontrait à chaque fois le vigneron sur son domaine pour décider ensemble du choix de la parcelle et de la zone d'échantillonnage au sein de la parcelle. Les critères du choix de la parcelle sont : une parcelle en vigne depuis plus de 20 ans et dans un mode de production depuis plus de 7 ans. Tout ceci afin que la qualité physico-chimique et biologique des sols soit stabilisée suite à des changements de mode d'usage ou de mode de production.

Une fois la parcelle identifiée la zone d'échantillonnage a aussi été définie avec le viticulteur sur la base de critères d'homogénéité et de représentativité de la parcelle. Au cours de l'échantillonnage les échanges entre le viticulteur et l'équipe projet sont assez riches et permettent de commencer à référencer les pratiques actuelles et historiques conduites sur cette parcelle. Une enquête plus précise sur les pratiques viticoles a été distribuée pour bien analyser la typologie des pratiques au sein du réseau de parcelles du projet et uniquement pour l'inter-rang des parcelles (cf figure 3). Les pratiques référencées sont celles associées :

- au travail du sol : buttage, débattage, griffage, labour
- à la couverture végétale : enherbement temporaire, permanent, hivernale
- à la protection de la vigne : nombre et familles de pesticides de synthèse utilisés, quantité de cuivre utilisée
- aux modes et à la récurrence de la fertilisation : minérale, organique, organo-minérale ; 1/an, 1/2ans et 1/3 ans.

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Date : _____                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Projet EcoVitiSol<br>Fiche parcelle                                                                                                                                    |  | Code parcelle : _____         |  |
| Nom du domaine : _____                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Personne référente : _____                                                                                                                                             |  | Numéro d'exploitation : _____ |  |
| Appellation de la parcelle : _____                                                                                                                                                                                                                                            |  | Coteau et lieu-dit : _____                                                                                                                                             |  |                               |  |
| Coordonnées GPS : Latitude : _____                                                                                                                                                                                                                                            |  | Longitude : _____                                                                                                                                                      |  |                               |  |
| Topographie : <input type="checkbox"/> plaine <input type="checkbox"/> plateau <input type="checkbox"/> pente (steep (% de pente : ...))                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Exposition : <input type="checkbox"/> Nord <input type="checkbox"/> Nord-Est <input type="checkbox"/> Est <input type="checkbox"/> Sud-Est <input type="checkbox"/> Sud <input type="checkbox"/> Sud-Ouest <input type="checkbox"/> Ouest <input type="checkbox"/> Nord-Ouest |  | Mode de production : <input type="checkbox"/> Conventuel <input type="checkbox"/> Raisonné <input type="checkbox"/> Pratiques AB <input type="checkbox"/> Biodynamique |  |                               |  |
| Depuis : ... ans                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| <b>Caractéristiques de la vigne</b>                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Cépage : _____                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Porte-greffe : _____                                                                                                                                                   |  | Age : _____                   |  |
| Repiçage : <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> < 20% <input type="checkbox"/> > 20%                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Densité de plantation : ... m x ... m soit ... pieds/ha                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Vigueur : <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Faible                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Rendement moyen sur les dernières années : ... kg/ha Rendement visé : ... kg/ha                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| ⇒ Application qualitative du raisin et des pieds de vigne :                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| <b>Caractéristiques du sol</b>                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Appréciation morphologique du sol : _____                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Nature du sol : _____                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |
| Qualité du sol observé : _____                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                        |  |                               |  |

|                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Taux de cuivres en surface (> 2 cm) : <input type="checkbox"/> 0-1% <input type="checkbox"/> 2-10% <input type="checkbox"/> 11-20% <input type="checkbox"/> 21-30% <input type="checkbox"/> 31-50% <input type="checkbox"/> > 50% |  |  |  |  |  |
| Sensibilité à la sécheresse : <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> moyenne <input type="checkbox"/> forte                                                                                                     |  |  |  |  |  |
| Sensibilité à l'humidité : <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> moyenne <input type="checkbox"/> forte                                                                                                        |  |  |  |  |  |
| <b>Entretien et traitement</b>                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |
| Type de tracteur utilisé : <input type="checkbox"/> Porteur <input type="checkbox"/> Charrue <input type="checkbox"/> Moteur <input type="checkbox"/> Autre : ...                                                                 |  |  |  |  |  |
| Poids du matériel : ...                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |
| Type de récolte : <input type="checkbox"/> Manuelle <input type="checkbox"/> Mécanique                                                                                                                                            |  |  |  |  |  |
| Nombre de passages mécanisés sur la parcelle par an : <input type="checkbox"/> < 5 <input type="checkbox"/> 5-10 <input type="checkbox"/> 10-15 <input type="checkbox"/> 15-20 <input type="checkbox"/> > 20                      |  |  |  |  |  |
| En cuivre : ... En fongicides de synthèse : ... Herbicides : ... Autres : ...                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |
| Quantité totale de cuivre utilisée en traitement par an : ... kg/ha                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |
| <b>Mode d'entretien du sol :</b>                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> Travail du sol : inter-rang + rang <input type="checkbox"/> Inter-rang : Travail du sol + Rang : Désherbage chimique                                                                                     |  |  |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> Enherbement : inter-rang + rang <input type="checkbox"/> Inter-rang : Travail du sol + Rang : Enherbement                                                                                                |  |  |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> Travail du sol : inter-rang + rang <input type="checkbox"/> Inter-rang : Enherbement + Rang : Désherbage chimique                                                                                        |  |  |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> Inter-rang : Enherbement + Rang : Travail du sol                                                                                                                                                         |  |  |  |  |  |
| <b>Si enherbement :</b> <input type="checkbox"/> Permanent <input type="checkbox"/> Temporaire                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |
| Type d'enherbement : <input type="checkbox"/> Naturel <input type="checkbox"/> Semé <input type="checkbox"/> Semé Variétés semées : ...                                                                                           |  |  |  |  |  |
| <b>Si travail du sol :</b> Type de travail : <input type="checkbox"/> Labour <input type="checkbox"/> Griffage <input type="checkbox"/> Buttage/débattage                                                                         |  |  |  |  |  |
| Profondeur du travail : <input type="checkbox"/> Surface <input type="checkbox"/> < 5 cm <input type="checkbox"/> < 15 cm <input type="checkbox"/> > 15 cm                                                                        |  |  |  |  |  |
| <b>Apports</b>                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |
| Habitude de fertilisation : <input type="checkbox"/> Tous les ans <input type="checkbox"/> Ponctuellement <input type="checkbox"/> Jamais                                                                                         |  |  |  |  |  |
| <b>Amendement</b> <input type="checkbox"/> Tous les ans <input type="checkbox"/> Ponctuellement <input type="checkbox"/> Jamais                                                                                                   |  |  |  |  |  |
| Engrais <input type="checkbox"/> Tous les ans <input type="checkbox"/> Ponctuellement <input type="checkbox"/> Jamais                                                                                                             |  |  |  |  |  |
| Pourquoi : <input type="checkbox"/> Apport systématique <input type="checkbox"/> À partir d'analyse du sol <input type="checkbox"/> À partir d'observations de la vigne                                                           |  |  |  |  |  |

| Année                                                                                                                                 | Amendement organique |             | Engrais        |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|----------------|-------------|
| Année en cours                                                                                                                        | Non commercial       | Quantité/ha | Non commercial | Quantité/ha |
| Année dernière                                                                                                                        |                      |             |                |             |
| Il y a deux ans                                                                                                                       |                      |             |                |             |
| Apports foliaires : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non                                                         |                      |             |                |             |
| Date                                                                                                                                  | Non commercial       | Doses       |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
|                                                                                                                                       |                      |             |                |             |
| Restitution des sarrasins : <input type="checkbox"/> Oui, jusqu'à : ... <input type="checkbox"/> Non                                  |                      |             |                |             |
| Pratiques biodynamiques : <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Apport de 500 <input type="checkbox"/> Apport de 500P |                      |             |                |             |
| <b>Informations complémentaires</b>                                                                                                   |                      |             |                |             |

Fig3 - Enquête sur les pratiques viticoles développée au sein du projet EcoVitiSol

## **V- Stratégie analytique**

Les sols échantillonnés sur les parcelles des viticulteurs du réseau ont été tamisés et stockés au sein de l'UMR Agro écologie. Une partie de ces sols a servi pour les analyses physico-chimiques grâce à une prestation avec le laboratoire Auréa. Les caractéristiques mesurées sont :

- pH, texture, Corg, Ntotal, C/N, teneur en Cu.

Une autre partie de ces sols a servi pour les analyses de microbiologie moléculaire (Dequiedt et al., 2020, [https://www2.dijon.inrae.fr/plateforme\\_genosol/protocoles](https://www2.dijon.inrae.fr/plateforme_genosol/protocoles)). L'ADN du sol a été extrait pour être quantifié et servir à la mesure de la biomasse moléculaire microbienne. Ensuite, l'ADN est purifié pour quantifier les gènes taxonomiques microbiens par qPCR et en déduire le rapport Champignons/Bactéries qui est un indicateur de l'équilibre microbien du sol. Une partie de l'ADN purifié est aussi séquencée pour évaluer les indicateurs de diversité bactérienne et fongique. Tous ses indicateurs bénéficient de référentiels d'interprétation nationale basés sur les données du RMQS (Dequiedt et al., 2020).

En complément de ces indicateurs, l'analyse des réseaux d'interactions microbiens a été entrepris entre les territoires et entre les modes de production (Karimi et al., 2017). Ces réseaux renseignent sur la complexité des interactions au sein des communautés microbiennes qui est synonyme de stabilité et fonctionnalité des communautés.

En parallèle, les sols ont été envoyés à l'Institut des Sciences de la Terre de Paris (ISTeP) pour être caractérisés en analyse thermique Rock-Eval®. Les résultats ont été traités par François Baudin (ISTeP), Pierre Barré et Coline Girod (laboratoire de géologie de l'ENS de Paris) permettant de quantifier les différentes formes (stables et actives) du carbone du sol (Cecillon et al., 2021).

L'INRAE de Colmar a pris en charge des analyses de santé de la vigne dans certaines parcelles du réseau alsacien. La santé de la vigne est évaluée à partir de mesures physiologiques en vignoble et d'analyses moléculaires de défenses de la vigne à partir d'échantillons prélevés depuis 2014 sur un réseau de 14 parcelles qui depuis s'est élargi à 33, toutes situées en Alsace. Des mesures de fluorescence des feuilles reflétant l'activité physiologique des feuilles sont réalisées en juin et en juillet, tous les ans. Des mesures de poids de bois de taille sont réalisées en automne-hiver, tous les ans, et sont un indicateur fiable de la vigueur de la vigne pour l'année étudiée. Une analyse de transcriptomique ciblée permet d'évaluer l'activité des défenses de la vigne et les réponses face aux stress abiotiques et biotiques (Soustre-Gacougnolle et al., 2018)

## **VI- Résultats**

### **Taux d'implication des vignerons**

Malgré l'ambition du projet il n'y a pas eu de problèmes majeurs pour la constitution du réseau de viticulteurs dans les trois modes de production et dans les trois territoires ciblés. Ceci est dû aux partenaires locaux impliqués dans le projet et à la sensibilisation des viticulteurs à la question de la qualité de leur sol et à l'impact de leurs pratiques.

L'aspect parfois clivant de comparer les modes de production n'est absolument pas ressorti lors de nos échanges avec les viticulteurs.

Environ 65% des viticulteurs de tout le réseau sont allés jusqu'au bout du processus technique du projet (échantillonnage, enquête agricole, réunion de co interprétation des résultats) avec des différences en fonction des territoires et des modes de production (figures 4 et 5).

En effet, l'adhésion, c'est à dire la participation des viticulteurs jusqu'au bout du projet (i.e de la mise à disposition de la parcelle à la réunion de restitution des résultats) a été plus importante en Bourgogne du Nord (côtes de Nuits et côtes de Beaune) en comparaison des autres territoires et pour ceux qui sont en mode de production biodynamie par rapport aux AB et conventionnels.

**Bourgogne du Nord**



**Bourgogne du Sud**

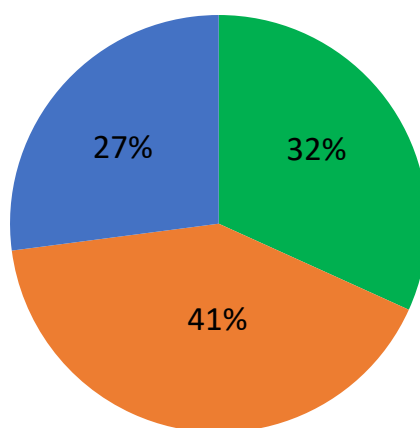


**Alsace**



*Fig 4 - Pourcentage des viticulteurs qui ont suivi le projet jusqu'au bout dans les différents territoires.*

**Conventionnel**



**AB**

**Biodynamie**

*Fig 5 - Pourcentage des viticulteurs qui ont suivi le projet jusqu'au bout en fonction des modes de production*

### Typologie des pratiques

Sur tout le réseau, environ 97% des viticulteurs ont renvoyé les enquêtes complètes sur leurs pratiques viticoles. Le contenu de ces enquêtes a permis d'analyser la typologie des pratiques selon les territoires et les modes de production (figure 6).

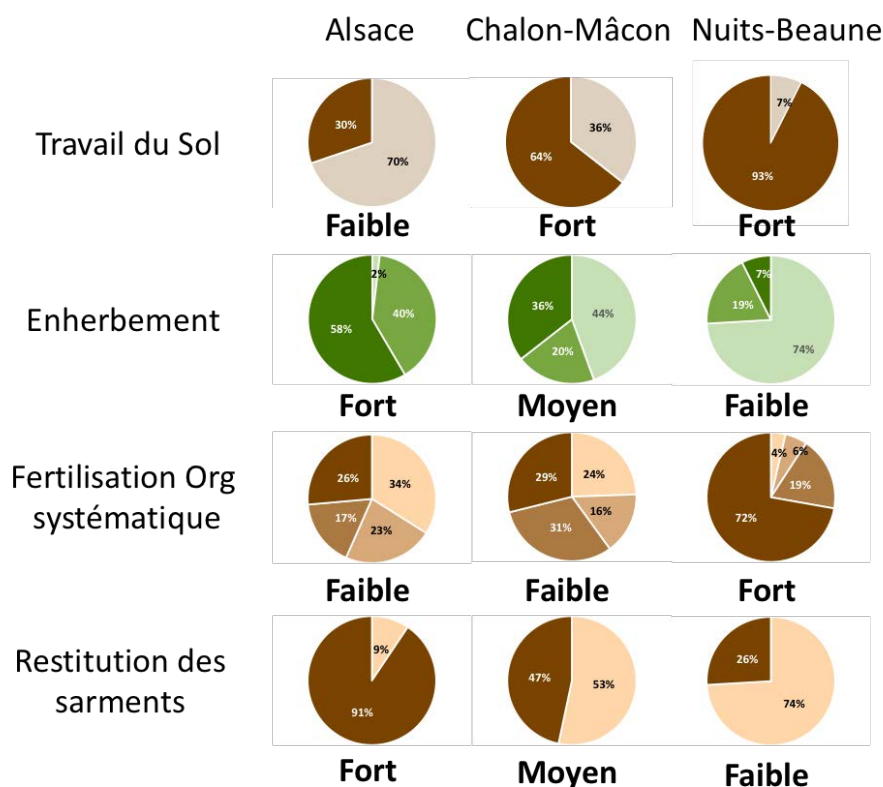


*Fig 6 - Typologie des pratiques dans les trois territoires viticoles Alsace, Bourgogne du sud (Chalon-Mâcon) et Bourgogne du nord (côtes de Nuits-Beaune)*

L'analyse par territoire montre plus de pratiques d'enherbements dans les parcelles en Alsace, en combinaison avec un faible travail du sol ; en comparaison avec les parcelles de Bourgogne qui sont peu enherbées et dont les sols sont fortement travaillés. A l'inverse, les parcelles de Bourgogne montrent une fertilisation à base d'apports organiques qui est plus importante en comparaison avec les parcelles alsaciennes. La gestion des sarments et notamment leur restitution au sol est une pratique courante en Alsace et peu développée en Bourgogne.

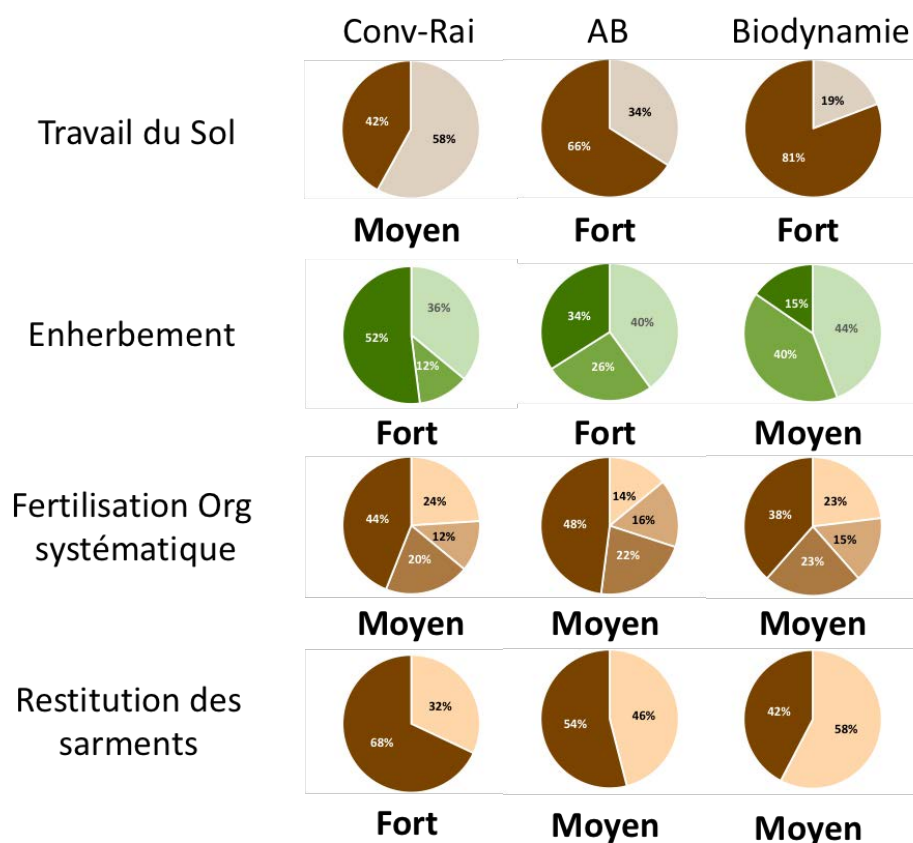


*Fig 7 - Typologie des pratiques selon les modes de production*

L'analyse par mode de production montre aussi des différences avec plus de travail du sol pour les modes de production AB et Biodynamie en comparaison avec le conventionnel et moins d'enherbement en Biodynamie (figure 7). Pour la fertilisation organique elle est équivalente entre les modes de production alors que les conventionnels utilisent plus la restitution des sarments au sol que les AB et Biodynamie.

### **Indicateurs physico-chimiques**

L'analyse des caractéristiques physico-chimiques montre une grande diversité de sols à la fois au sein, et entre les territoires étudiés.

En termes de texture, les sols sont plus argilo-limoneux en Bourgogne et varient d'argilo-limoneux à sablo-limoneux en Alsace (figure 8).

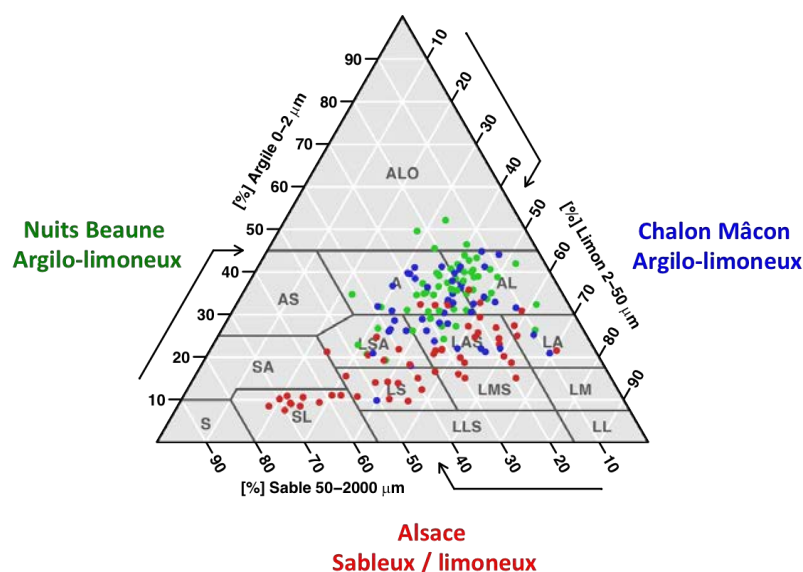


Fig 8 - Positionnement des sols des parcelles analysées dans le triangle des textures

Le pH est assez peu variable en Bourgogne et plutôt alcalin car les sols sont calcaires alors qu'en Alsace nous avons deux types de substrats, un calcaire qui entraîne des pH alcalins et un granitique qui donne des pH plus acides (figure 9).

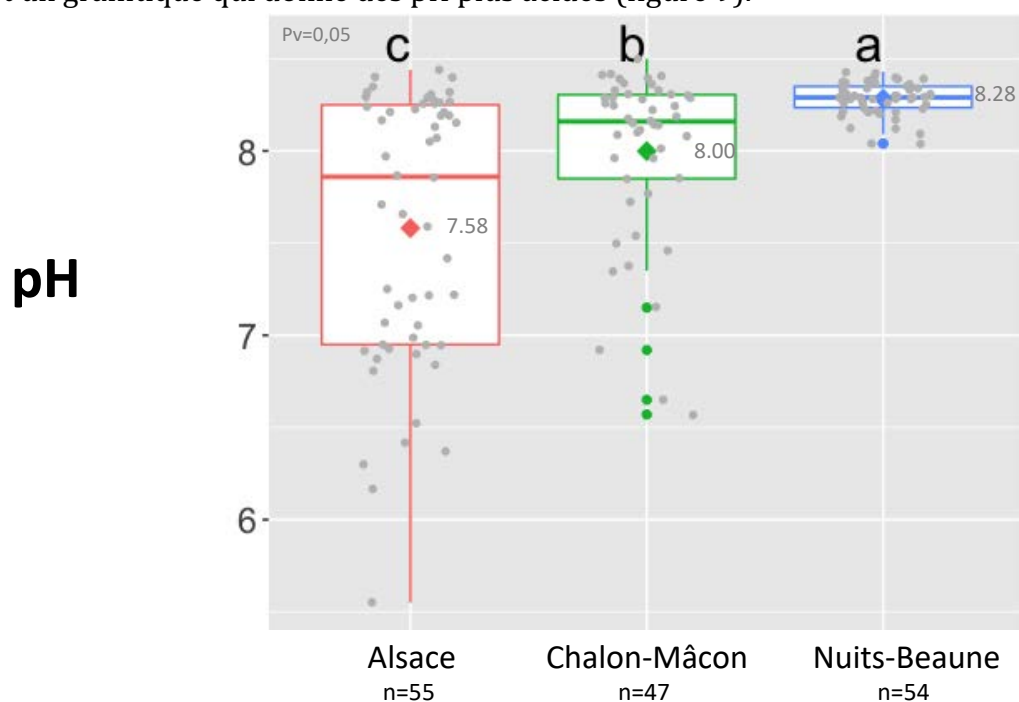


Fig 9 - Variabilité du pH du sol au sein des trois territoires viticoles (« n » indique le nombre de parcelles)

L'analyse du carbone organique montre peu de différences entre les territoires avec un taux moyen qui est d'environ 2% de carbone organique. L'analyse du rapport C/N montre aussi peu de différences entre les territoires avec un rapport bien équilibré aux alentours de 10 à 12 (figure 10).

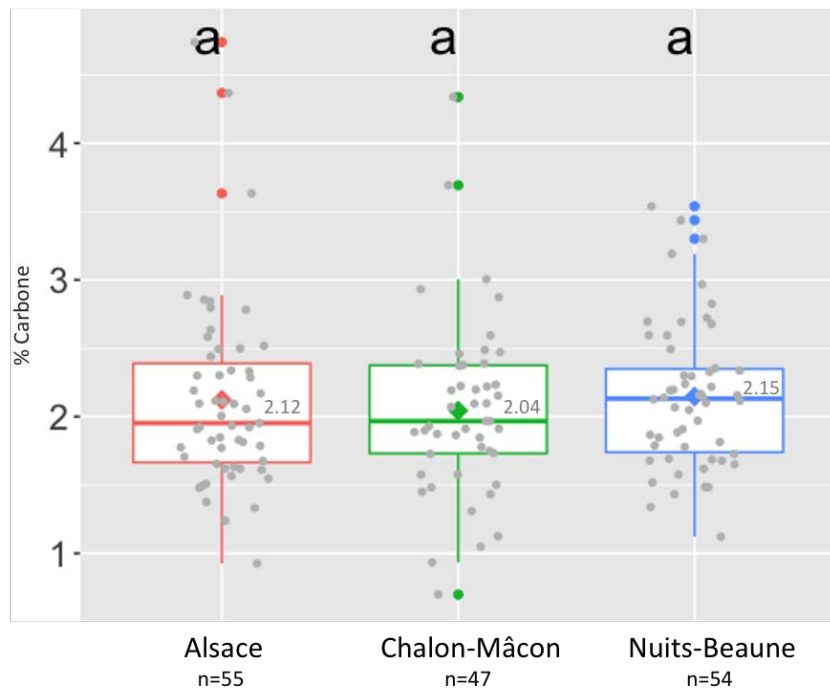


*Fig 10 - Variabilité de la teneur en carbone organique du sol au sein des trois territoire viticoles (« n » indique le nombre de parcelles)*

L'analyse du cuivre montre de fortes teneurs dans les trois territoires qui s'expliquent par l'historique d'utilisation de ce produit depuis plus d'un siècle sur ces territoires viticoles. Toutefois, ces taux sont variables selon les territoires allant de 133 ppm Cu en moyenne dans les sols d'Alsace jusqu'à 285 ppm en moyenne dans les sols de Bourgogne du nord. Ces différences peuvent s'expliquer par les pressions de maladies fongiques plus importantes en Bourgogne qu'en Alsace qui ont conduit à une utilisation historique plus intensive du cuivre en Bourgogne et donc à une accumulation plus importante dans les sols (figure 11).

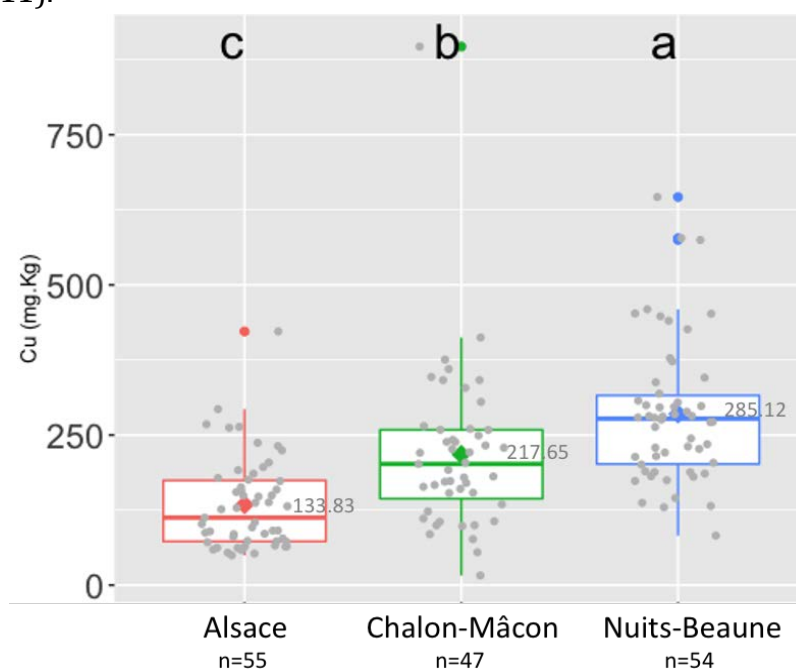


*Fig 11 - Variabilité de la teneur en cuivre du sol au sein des trois territoire viticoles (« n » indique le nombre de parcelles)*

## **Indicateurs microbiologiques**

### **Impact des pratiques viticoles**

Quatre indicateurs microbiologiques ont été utilisés, la biomasse moléculaire microbienne, le rapport de densité entre les champignons et les bactéries et les diversités taxonomiques bactériennes et fongiques.

Nos résultats permettent de montrer que seulement 21% des parcelles viticoles analysées dans tout le réseau sont dans un mauvais état microbiologique (diagnostic rouge), 35% sont dans un état non critique, mais à surveiller (diagnostic orange) et 44% sont dans un bon état microbiologique (diagnostic vert). Il n'y a donc pas d'état d'urgence sur la qualité microbiologique des sols viticoles mais plutôt un état de surveillance (figure 12).

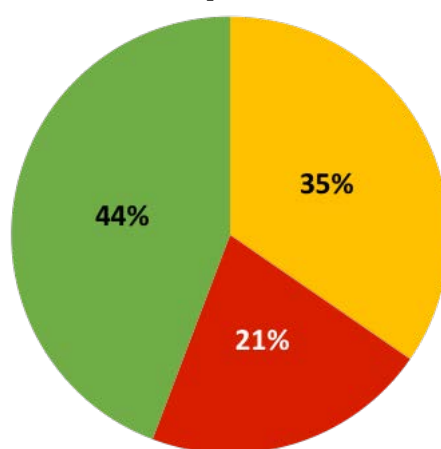


*Fig 12 - Pourcentage de parcelles du réseau EcoVitiSol en Alsace et Bourgogne dont le sol est en bon état microbiologique (vert), en état microbiologique non critique mais à surveiller (orange) et en mauvais état microbiologique (rouge).*

Les résultats obtenus sur l'impact des pratiques viticoles montrent un effet négatif du travail du sol, quelles que soient ses formes (battage/débattage, griffage, labour...), sur la qualité microbiologique. A l'inverse les pratiques d'enherbement sont plutôt favorables à la microbiologie des sols et cet effet est d'autant plus marqué que l'enherbement est pérenne et diversifié (figure 13). Pour les pratiques de fertilisation organique, il n'y a aucune différence significative entre ceux qui utilisent des apports de façon récurrente et abondante et ceux qui n'en font pas. Ces derniers correspondent à ceux qui pratiquent l'enherbement ce qui peut expliquer l'absence d'effets des amendements organiques sur l'état microbiologique des parcelles dus à des effets confondants entre amendements et enherbement.

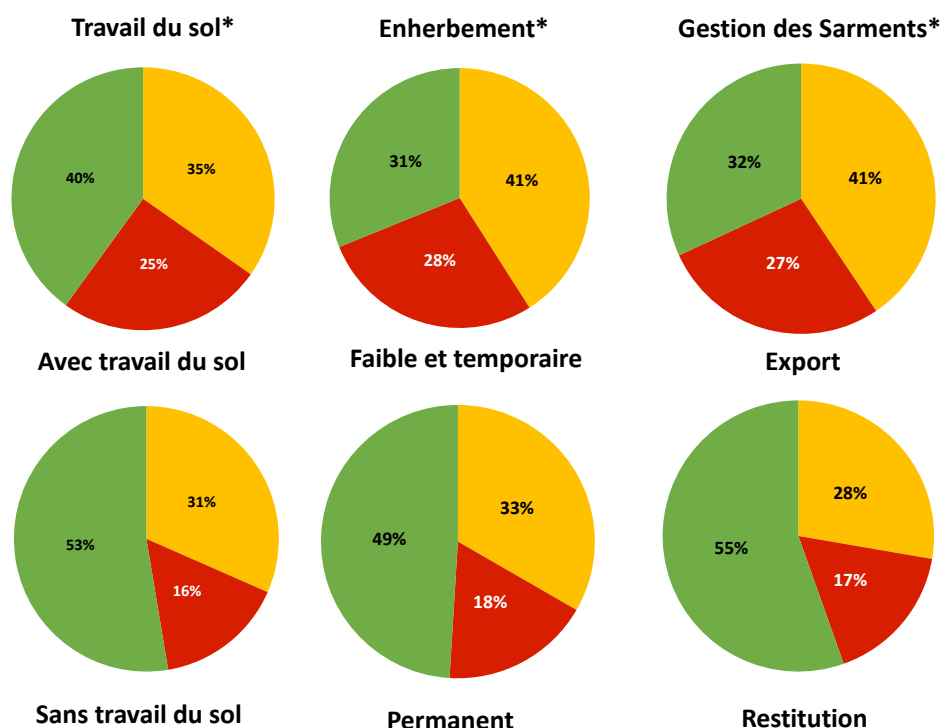


*Fig 13 - Pourcentage de parcelles du réseau EcoVitiSol en Alsace et Bourgogne dont le sol est en bon état microbiologique (vert), en état microbiologique non critique mais à surveiller (orange) et en mauvais état microbiologique (rouge) en fonction des pratiques viticoles. \*Les différences entre pratiques sont significativement différentes d'un point de vue statistiques.*

Enfin, pour la première fois nous avons considéré l'impact de la gestion des sarments et nous avons montré que la restitution des sarments au sol avait un effet bénéfique assez significatif et positif sur la qualité microbiologique des sols en comparaison de parcelles où il était exporté.

Un résumé de l'ensemble de l'impact des pratiques viticoles sur la qualité microbiologique des sols est représenté en figure 14.

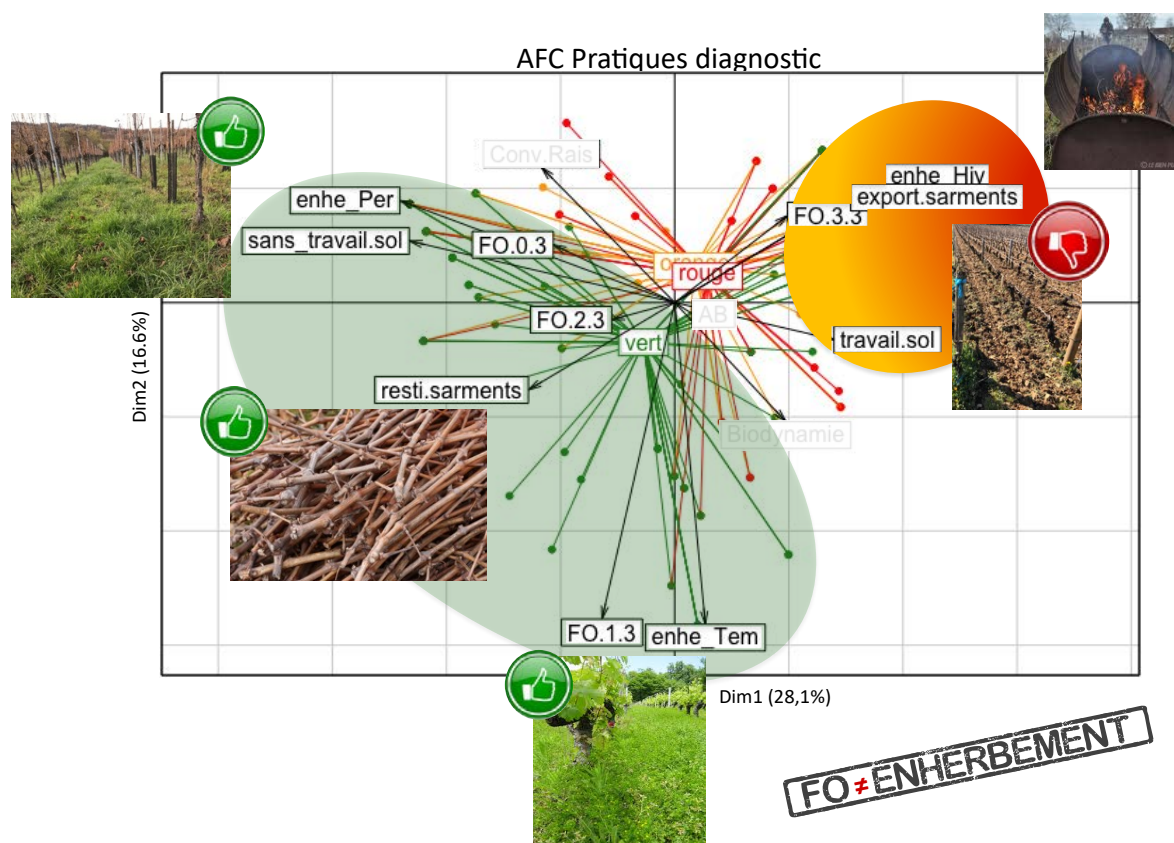


Fig 14 – AFC des parcelles viticoles selon leurs pratiques viticoles associées et le diagnostic de la qualité microbiologique.

*Ellipse verte (bonne qualité microbiologique)*

*Ellipse rouge (mauvaise qualité microbiologique)*

### Analyse comparative des territoires viticoles

L'analyse de la qualité microbiologique des sols viticoles en fonction des territoires montre des différences importantes. En effet, la proportion de parcelles de bonne qualité est plus importante en Alsace en comparaison avec la Bourgogne. Au sein de la Bourgogne c'est au sud (Mâconnais et Côte Chalonnaise) que l'on trouve plus de parcelles de bonne qualité en comparaison avec la Bourgogne du nord (côtes de Nuits et Beaune). Ceci peut facilement s'expliquer par les différents types de pratiques viticoles (figure 15). En Bourgogne du nord la moins bonne qualité microbiologique observée peut s'expliquer par les pratiques de travail du sol qui sont plus intensives et combinées à moins d'enherbement et à une faible restitution des sarments en comparaison avec la Bourgogne du sud et avec l'Alsace (Figure 6).

### 3 Territoires

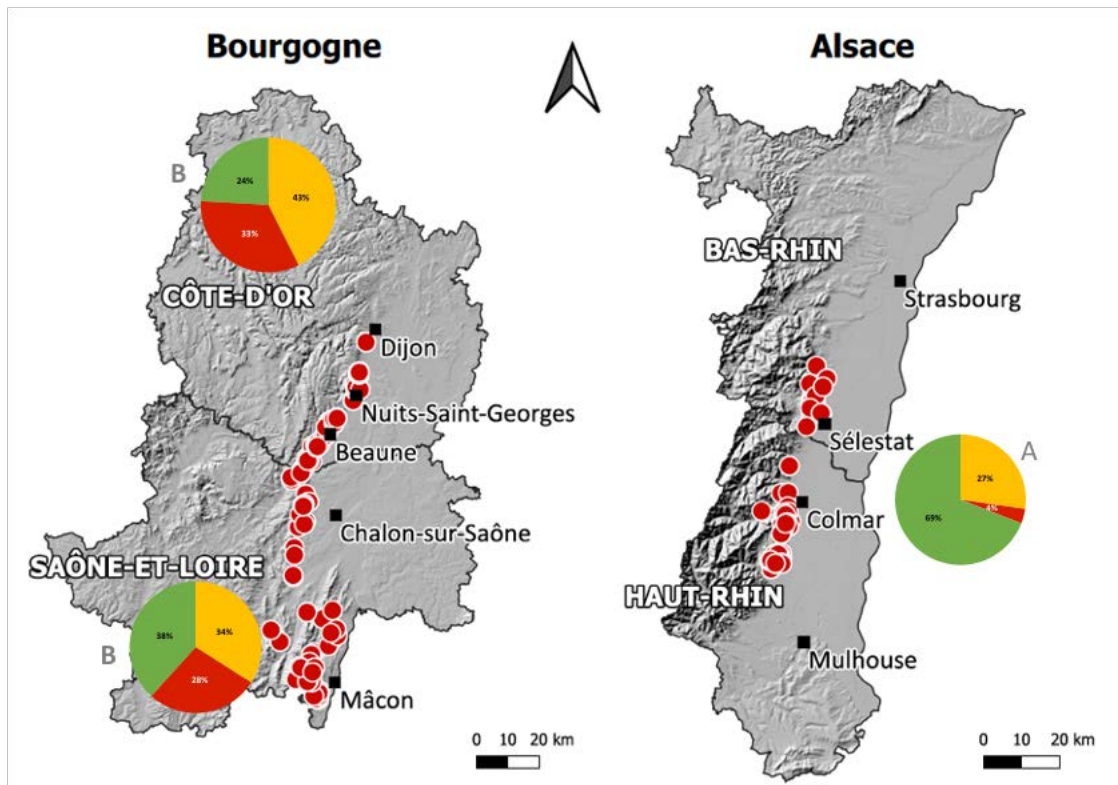


Fig 15 - Variabilité de la qualité microbiologique des sols en fonction des territoires viticoles

Plus précisément, nos travaux permettent de conclure, en comparant les territoires de façon statistiques, que les pratiques d'amendements organiques et d'enherbement des inter-rangs amènent au même niveau de carbone organique dans le sol (Figure 10). Toutefois, la meilleure qualité microbiologique observée pour les parcelles alsaciennes (Figure 15) semble démontrer que l'enherbement stimule plus efficacement la microbiologie du sol que les apports organiques exogènes. La pratique d'enherbement est donc plus agro-écologique que la pratique d'apport organique exogène (figure 16).



Paysage viticole Bourguignon

Paysage viticole Alsacien

*Fig 16 - Différence de couverture du sol en fonction du territoire viticole (photos prises au printemps © L Ranjard)*

Ces résultats sont confortés par un autre indicateur qui décrit les réseaux d'interactions microbiens. Ces réseaux sont construits grâce à des analyses de co-occurrence statistiques entre les taxons microbiens (bactéries et champignons) au sein de groupe de parcelles (Karimi et al., 2017). Il y a deux types d'interactions, des positives (coexistence = coopération) et des interactions négatives (co exclusion= antagonisme). Plus ces réseaux sont complexes (plus il y a d'interactions positives et négatives) plus la communauté est stable et fonctionnelle. Il est généralement démontré un effet délétère significatif du degré d'intensification des pratiques agricoles sur ces réseaux d'interactions microbiens (Karimi et al., 2019).

Dans ce projet, la comparaison des réseaux d'interactions microbiens entre les territoires (en intégrant toutes les parcelles d'un territoire quel que soient leur mode de production et pratiques viticoles) montre une dégradation significative en Bourgogne du nord (côtes de Nuits et Beaune) en comparaison de ceux de la Bourgogne du sud (Mâconnais et côte Chalonnaise) et surtout de l'Alsace (Figure 17).

Notre étude suggère donc que les pratiques de travail du sol couplées à un enherbement trop faible (voire nul, caractéristique de la Bourgogne du nord) ont un impact négatif sur les communautés microbiennes du sol. Cela-dit, on ne peut exclure que les teneurs en Cuivre, notamment en Bourgogne du Nord aient une influence aussi sur nos résultats (Figure 11).

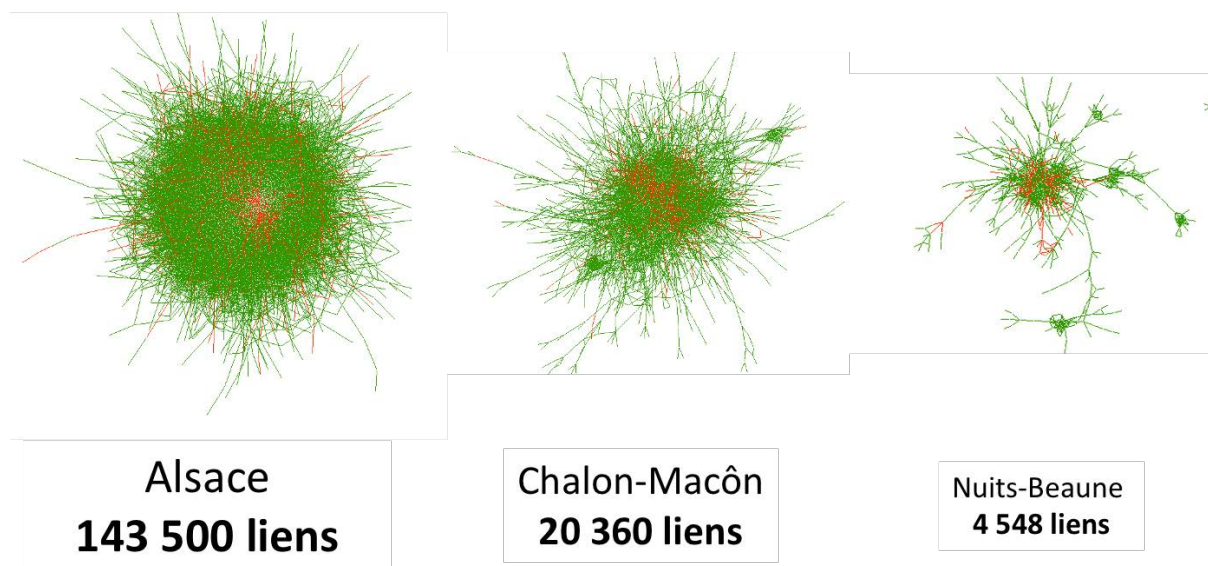


*Fig 17 - Réseaux d'interactions microbiens des sols viticoles en fonction des territoires*

### **Analyse comparative des modes de production**

L'analyse de l'impact des modes de production montre une amélioration significative de la qualité microbiologique des sols lorsque l'on passe de la viticulture conventionnelle à la viticulture biologique et aussi lorsque l'on passe de la viticulture biologique à la viticulture biodynamique (Figure 18). Ceci pourrait d'abord s'expliquer par l'application de pratiques plus vertueuses et indépendantes des cahiers des charges de ces modes de

production en AB et en BD (moins de travail du sol, plus d'enherbements...). Toutefois, au sein de notre réseau de parcelles les vigneron·nes en AB et en BD sont ceux qui enherbent le moins, qui travaillent plus le sol et qui ne restituent que faiblement les sarments, ce qui ne supporte pas cette hypothèse.

Ceci suggère que l'amélioration de la qualité microbiologique du sol en AB et en BD est donc potentiellement due à des pratiques propres à ces modes de production (réduction des pesticides, utilisation de préparations spécifiques en BD...). Ces résultats sont en accord avec les conclusions d'une synthèse scientifique sur tous les travaux de recherche internationale portant sur l'impact des modes de production sur la qualité écologique des sols (Christel et al., 2021).

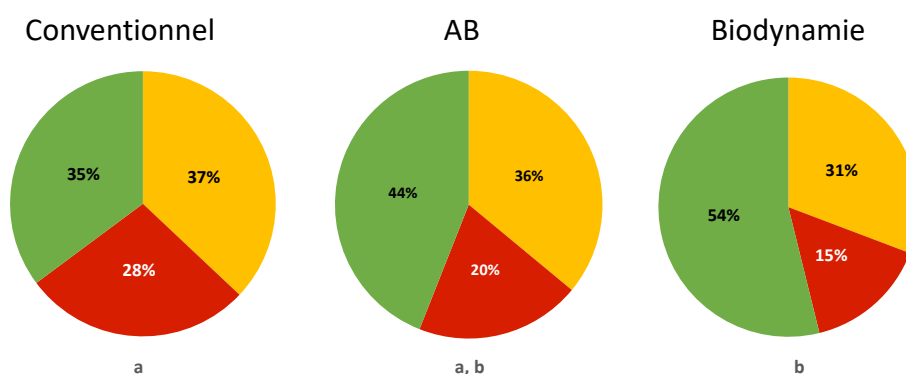


*Fig 18 - Pourcentage de parcelles du réseau EcoVitiSol dont le sol est en bon état microbiologique (vert), en état microbiologique non critique mais à surveiller (orange) et en mauvais état microbiologique (rouge) en fonction des modes de production. Les lettres en minuscule indiquent la significativité des différences statistiques.*

L'analyse des réseaux d'interactions microbiens a aussi été effectuée sur les parcelles du réseau EcoVitiSol en fonction des modes de production. Des réseaux plus complexes et structurés sont observés pour les sols des parcelles menées en Biodynamie (152 471 liens) en comparaison de ceux obtenus pour les sols en AB (61 471 liens) et en Conventionnel (91 569 liens) (Figure 19). Une dégradation de la complexité des réseaux d'interactions entraîne généralement une baisse de la fonctionnalité de la communauté mais aussi de sa stabilité, c-à-d sa capacité à résister à des perturbations et sa résilience (Karimi et al., 2017).

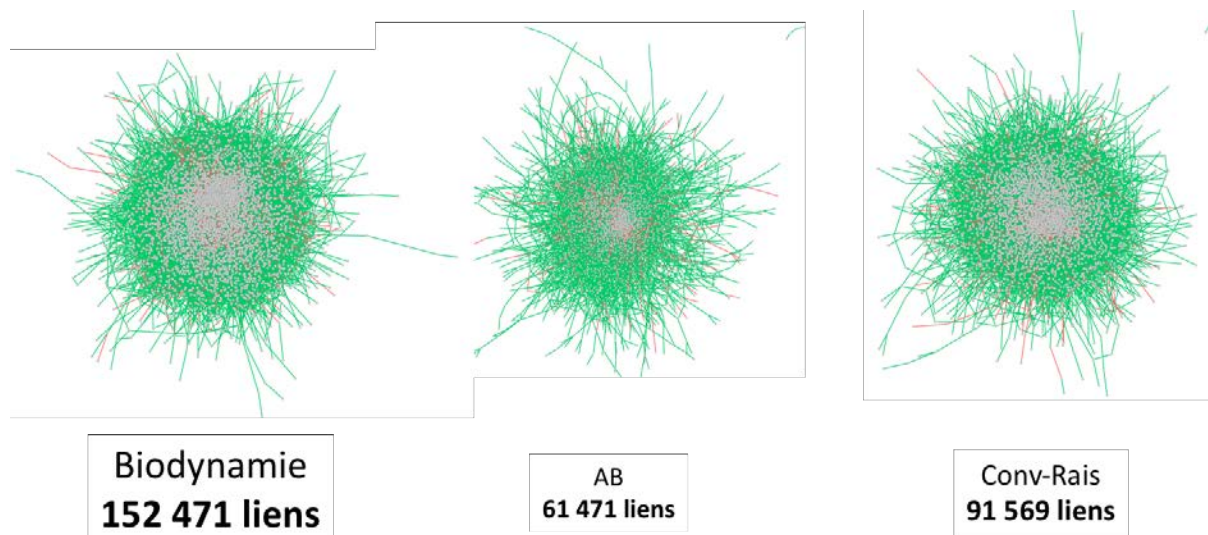


*Fig 19 - Réseaux d'interactions microbiens des sols viticoles en fonction des modes de production*

Ceci confirme que la Biodynamie a un effet plus stimulant sur la qualité microbiologique des sols en comparaison de l'AB et du conventionnel. Nous observons des réseaux moins complexes en AB, ce qui peut s'expliquer par une plus forte intensité de travail du sol sur ces parcelles couplée à un mauvais enherbement.

### **Indicateurs de la qualité du carbone.**

La caractérisation des échantillons de sol de surface (0-25 cm) des parcelles viticoles en analyse thermique Rock-Eval® ont permis d'obtenir un grand nombre de paramètres Rock-Eval®. Les paramètres les plus pertinents ont été utilisés comme variables d'entrées du modèle d'apprentissage PARTYsoc qui calcule la proportion de C stable à l'échelle du siècle, et, par différence au carbone organique totale, la proportion de C actif et donc mobilisable par l'activité biologique à l'échelle du siècle (Cécillon et al., 2021 pour des détails sur la méthode). En multipliant la proportion de C actif par la teneur en C organique total, on obtient la teneur en C actif. Des précédents travaux (Kanari et al., 2022) ont montré que le C actif ainsi calculé correspond au compartiment « C actif » du modèle de dynamique du C des sols AMG, très utilisé par les chercheurs et le développement agricole et performant pour simuler les évolutions de stock de C dans les sols agricoles français (Clivot et al., 2019). On peut donc considérer que le C actif mesuré dans le cadre du projet Ecovitisol correspond à un compartiment de C avec un temps moyen de résidence de l'ordre de 30 ans, mobilisable par les organismes vivants du sol et source de fertilité biologique.

En nous basant sur nos précédents résultats, nous avons construit un référentiel de notation à dire d'expert :

- entre 0 et 5 gC kg<sup>-1</sup> sol, le niveau de C actif est faible (zone rouge),
- de 5 à 10 gC kg<sup>-1</sup> sol, le niveau de C actif est moyen (zone orange),
- au-dessus de 10 gC kg<sup>-1</sup> sol le niveau de C actif est élevé (zone verte).

La zone rouge correspond aux sols dans lesquels la ressource pour la vie du sol est faible alors que la zone verte concerne les sols bien pourvus en ressources organiques pour les organismes du sol. Inversement, un sol « en vert » est un sol dans lequel il devra y avoir des entrées de C plus fortes pour que le stock de C soit maintenu alors que la mise en place de pratiques plus vertueuses au plan de la teneur en C dans les sols permettrait une

augmentation rapide (quelques années) des stocks de C des parcelles « en rouge ». Ce référentiel à dire d'experts sera objectivé et contextualisé dans les prochaines années.

D'une manière générale, les sols du réseau Ecovitisol présentent une teneur en C actif bonne voire très bonne (Figure 20). De rares sols (n=5) présentent toutefois des teneurs critiques. Certains sols (n=15) ont des teneurs en C actifs très élevés, supérieures à 15 gC kg<sup>-1</sup> sol. La valeur la plus haute est d'environ 30 gC kg<sup>-1</sup> sol, ce qui correspond même à une teneur observée dans des prairies permanentes. Ce résultat, a priori surprenant, est en réalité logique car cette teneur a été observée dans un sol enherbé et non travaillés depuis plusieurs décennies.

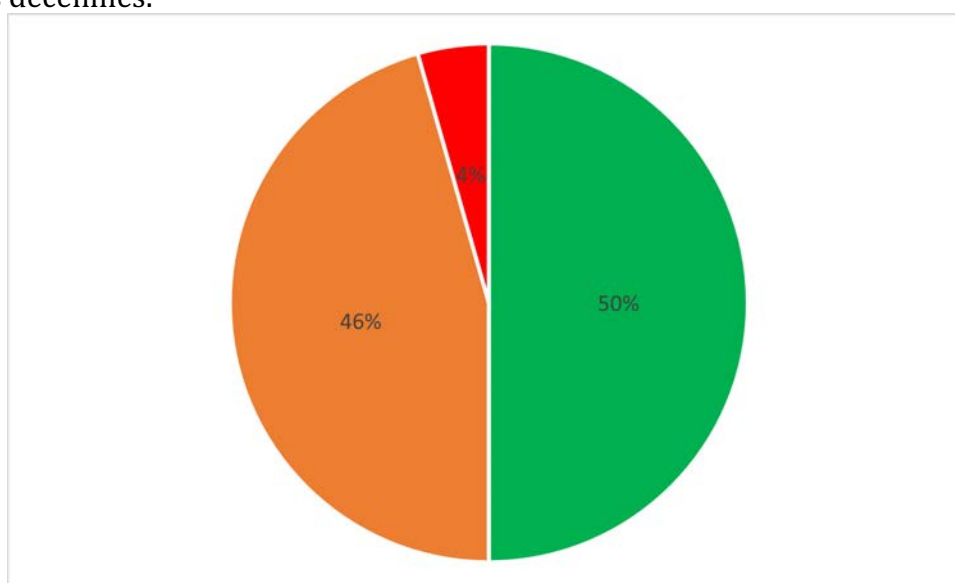


Fig 20 - Proportion des sols analysés dans le cadre d'Ecovitisol présentant des concentrations en C actif insuffisantes (rouge), intermédiaires (orange) et élevées (vert).

Les différents modes de production ne présentent pas de teneurs en C actif significativement différentes. Les parcelles menées en viticulture conventionnel, biologique et biodynamie ont des teneurs moyennes en C actif d'environ 10 gC kg<sup>-1</sup> sol.

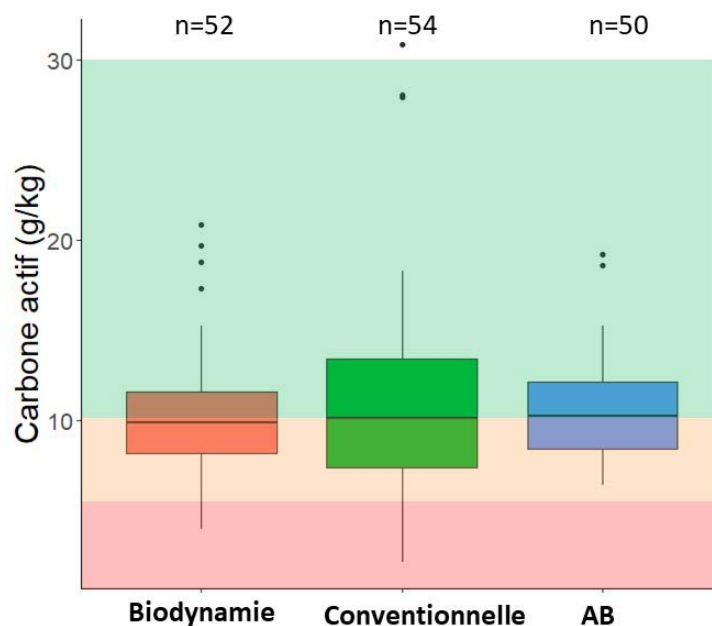


Fig 21 - Moyenne des concentrations en C actif suivant les modes de production

En revanche, les teneurs en C actif mesurées dans des parcelles dont les pratiques diffèrent peuvent présenter des différences. Par exemple, les parcelles enherbées de manière permanente ou temporaire (< 1 an) ont des teneurs en C actif significativement supérieures aux parcelles enherbées de manière hivernale (<6 mois) (Figure 22). La quantité supérieure d'apport de C frais au sol due à la présence d'un couvert enherbé explique probablement ce résultat. En revanche, si on pouvait attendre une quantité de C actif qui augmente avec la fréquence d'apport des amendements, ceci n'a pas été observé. En effet, les moyennes de C actif des parcelles ne recevant jamais d'amendements ou en recevant ponctuellement ou chaque année ne sont pas significativement différentes. Pour analyser plus finement ce résultat, il aurait été nécessaire de mieux connaître la qualité et la quantité des amendements apportés. Cependant, il n'est pas du tout certain que ces données plus précises puissent permettre d'établir un lien entre les apports d'amendements et les teneurs en C actif dans les sols des parcelles étudiées dans Ecovitisol. En effet, les sols amendés sont en général des sols moins enherbés. Comme l'enherbement est probablement la pratique permettant d'augmenter le plus les teneurs en C actif, il est probable que des sols largement amendés mais non couverts présentent des teneurs en C actif plus faibles que des sols enherbés jamais amendés. Pour éviter ces effets confondant, l'étude de l'effet des apports d'amendements devraient être faites sur des parcelles présentant des types d'enherbement identiques.

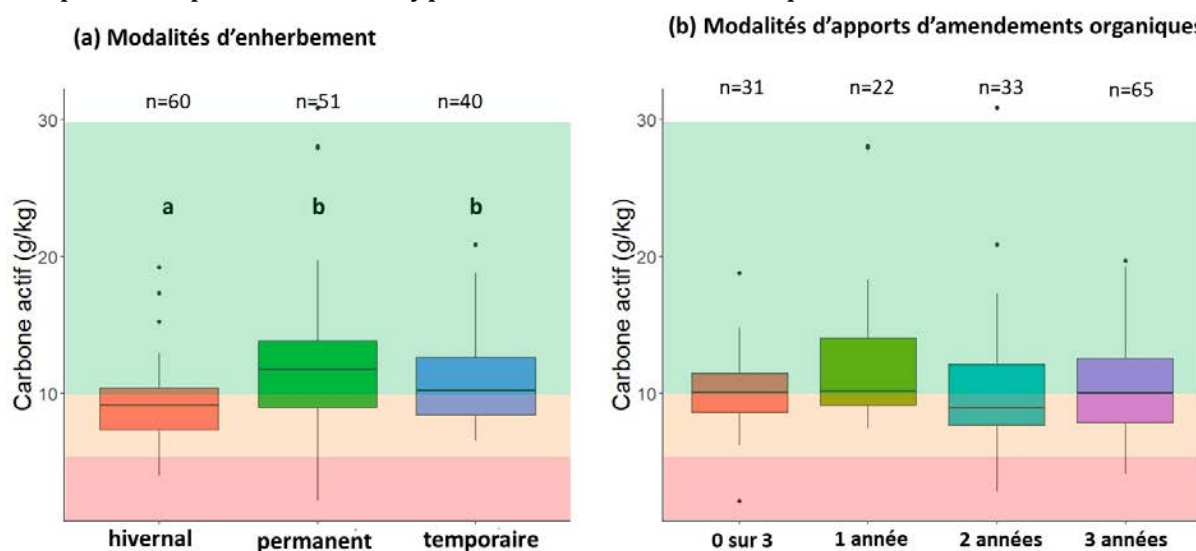


Fig 22 - Concentrations en C actif dans les sols selon les différentes modalités d'enherbement et d'apports d'amendements organiques

Les parcelles dans lesquelles les sarments sont restitués ont une teneur en C actif significativement supérieure à celles pour lesquelles les sarments sont exportés (Figure 23). Ce résultat peut s'expliquer par le fait que l'apport de sarments est un apport de C au sol ou par le choix des viticulteurs de restituer les sarments dans certaines parcelles spécifiquement. En effet, lors des restitutions, certains viticulteurs nous ont dit ne restituer les sarments que dans des parcelles pour lesquelles ils considèrent que l'activité biologique est bonne. On peut donc également faire l'hypothèse que les viticulteurs restituent préférentiellement les sarments dans les parcelles ayant déjà des teneurs en C actif élevées.

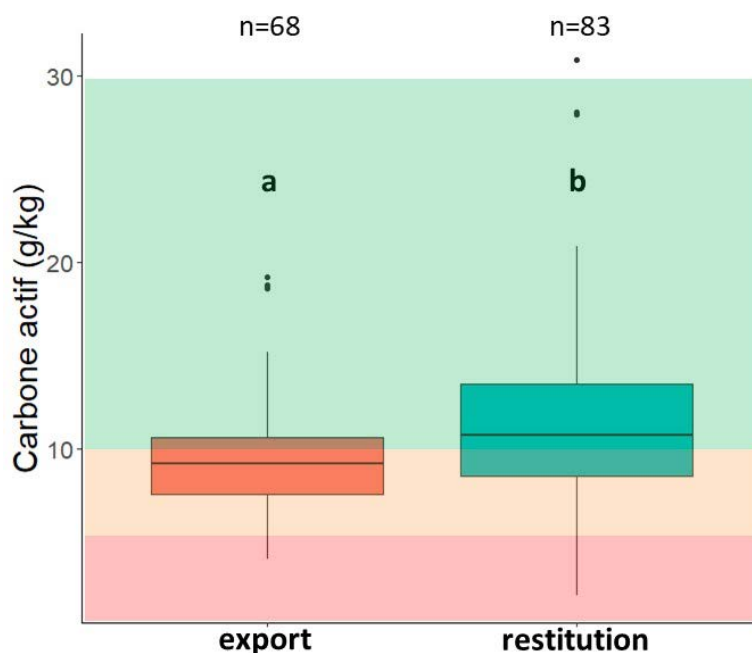


Fig 23 - Concentrations en C actif en fonction des modalités de traitement des sarments

Enfin, nos résultats montrent que les parcelles subissant un travail du sol ont en moyenne des concentrations en C actif significativement inférieures aux parcelles non travaillées (Figure 24). Cet effet peut s'expliquer par une minéralisation accrue de la matière organique consécutivement à un travail du sol. Cependant, cet effet est en général considéré comme faible voire nul sur l'évolution à long terme des stocks de C. Il est aussi possible que les parcelles non travaillées soient celles ayant un couvert végétal plus développé. L'effet « travail du sol » observé correspondrait alors, au moins en partie, à un effet « enherbement ».

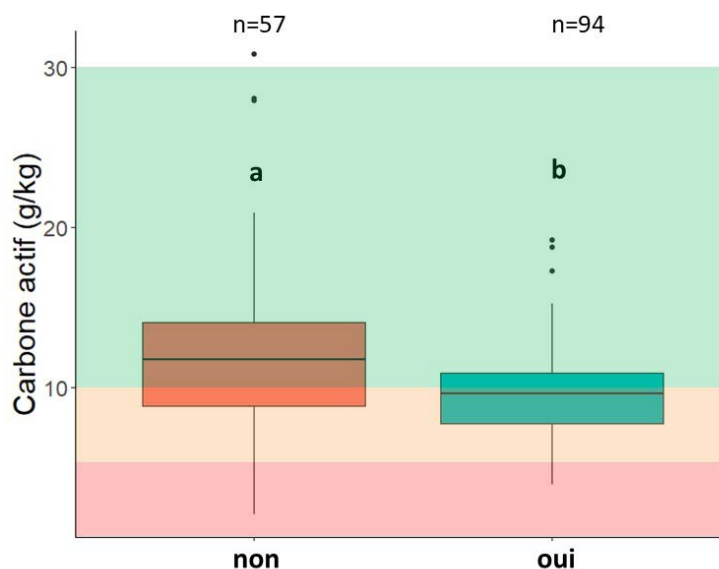


Fig 24 - Concentration en C actif dans les parcelles travaillées ou non travaillées

Les résultats suggèrent fortement que l'enherbement est la pratique la plus efficace pour augmenter les teneurs en C actif dans les sols viticoles. L'enherbement ancien

permet d'ailleurs à plusieurs parcelles de présenter des teneurs en C actif typiques de sols de prairies permanentes. Il faut rappeler que si ces teneurs très élevées constituent des ressources importantes pour la vie du sol, une réduction des entrées de C, par exemple consécutivement à un arrêt de l'enherbement, provoquerait une chute rapide des teneurs en C de ces sols. On peut également considérer que nombre des sols viticoles étudiés pourraient stocker plus de C, notamment ceux dont les teneurs en C actif sont les plus faibles.

### **Indicateurs de santé de la vigne.**

Sur 20 parcelles du réseau alsacien (1/3 dans chacune des pratiques conv, Bio, Biod), la santé de la vigne et les sols ont été étudiés.

A Westhalten, les sols sont argilo-calcaires, alors qu'à Dambach-La-Ville, ils sont faits de sables granitiques très filtrants. Pour les mesures réalisées sur le terrain, portant sur les caractéristiques physiologiques de la vigne, (fluorimétrie des feuilles et poids de bois de taille en fin de saison) les données confirment ce que nous avons obtenu (Soustre-Gacougnolle et al., 2018). Ici, le projet EcoVitiSol complète les données déjà obtenues, en prenant en compte l'influence des pratiques biologiques sur la santé de la vigne. Le poids de bois de taille (PBT) donne une évaluation fiable, et reconnue par les viticulteurs, de la vigueur à l'échelle d'une année. Cette valeur est assez sensible aux impacts des conduites viticoles, comme des effets des stress abiotiques (Soustre-Gacougnolle et al. 2018). A WES, les PBT 2016-2017 ont varié beaucoup, vraisemblablement en réponse à des années de stress abiotiques importants, stress hydrique et variations excessives de températures. On notera que ces variations semblent atténuées chez des vignes cultivées en biodynamie. Les conditions climatiques des 3 millésimes suivants étaient plutôt clémentes pour la vigne, les valeurs de PBT sont plus stables, mais légèrement plus faibles en biodynamie.

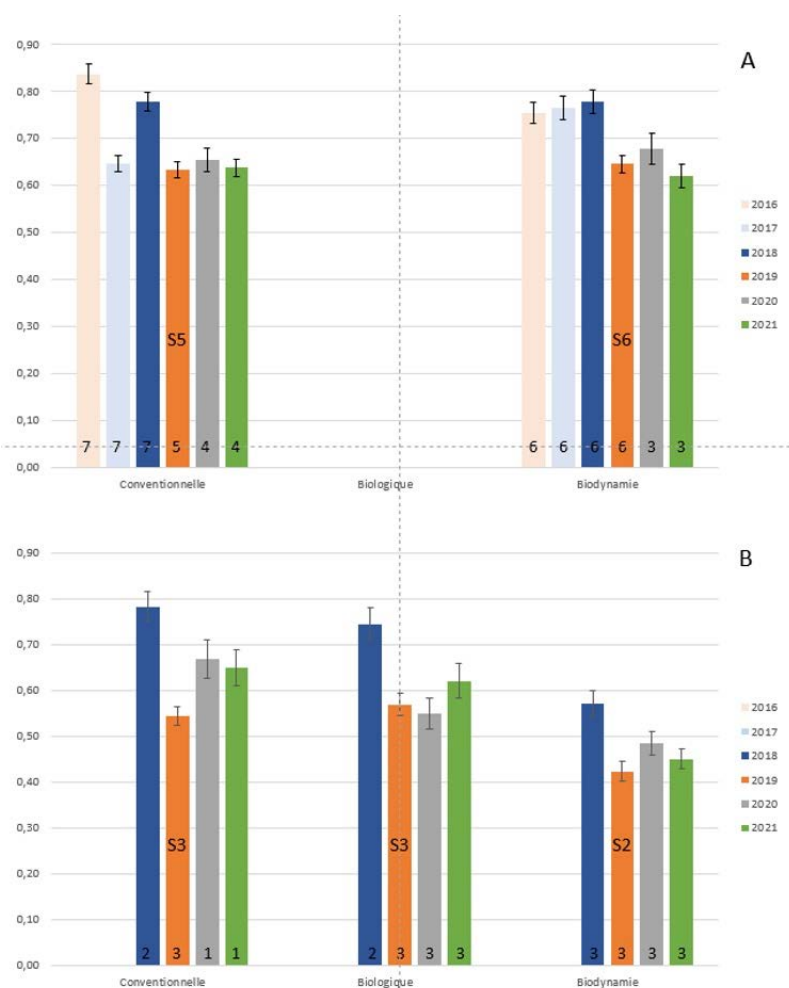


Figure 25 - Influence des pratiques viticoles sur le poids de bois de taille de l'année. Le bois de taille de chaque pied est pesé séparément à raison de 40 pieds /parcelle. Le poids moyen de bois de taille (Kg/Cep) est représenté en fonction du mode de conduite. La barre de déviation indique l'erreur standard intra-parcellaire. Le nombre de parcelles représentées est indiqué dans chaque barre de l'histogramme, le nombre de parcelles où le sol a été prélevé en 2019 est inscrit (S). A, pour Westhalten, B pour Dambach-La-Ville.

A Dambach-La-Ville (DLV), on retrouve des variations de PBT inter-millésimes qui sont importantes, en conduitespratiques conventionnelles, et plus faibles en biologique. Il y a clairement des PBT beaucoup plus faibles en conduite biodynamique à DLV. Comme les conduites ont bien été caractérisées par ailleurs et qu'il s'agit du même cépage Pinot Noir greffé sur le même porte-greffe (Soustre-Gacougnolle et al., 2018), les résultats suggèrent qu'il y a une influence de la nature des sols sur le PBT des vignes : Les sols très filtrants de DLV exacerbent les variations observées à WES

Pour les analyses moléculaires, les échantillons de feuilles ont tous été collectés en juin et juillet 2019-2020 et 2021. Les broyages ainsi que les extractions d'ARNs ont toutes été réalisées, afin d'ensuite analyser les niveaux de transcrits de gènes défense des vignes, sur une plateforme de transcriptomique. Les 36 k€ alloués par le projet ne peuvent financer complètement ces études. Cela-dit, après discussion avec l'UMR Agroécologie, nous avons pu cofinancer l'acquisition d'un robot extracteur d'ARN (INRAE/EVS/Filière Viticole Alsace) qui a amélioré la qualité des extractions d'ARNs, et choisi d'étudier les défenses des vignes pour la période de juillet 2019 correspondant à l'année du prélèvement du sol. Pour ce faire, le laboratoire a investi 15k€ (en propre) et mobilisé

toute l'équipe (inclus le CDD financé par EVS) afin d'être à même de produire des données sur la santé de la vigne, d'ici avril 2022. Les plaques Fluidigm ont été envoyées à la plateforme d'analyses transcriptomiques de l'IGBMC à l'Université de Strasbourg. Les résultats sont attendus pour mai-juin. Je pense qu'il serait intéressant de valoriser sous forme de publication scientifique une étude décrivant l'influence des trois conduites viticoles à la fois sur la santé de la vigne ET sur la vie des sols. Associées, ces connaissances scientifiques pourraient être mieux prises en compte par les viticulteurs et les encourager à reconcevoir leurs conduites, à l'instar de ce qui est engagé jusqu'à ce jour, en Alsace (Masson et al., 2021).

## **VII- Animation scientifique pour la profession**

### **Ateliers de co interprétation**

Le mode participatif du projet EVS se formalise au moment de l'échantillonnage des sols lorsque les équipes d'experts rencontrent les vignerons sur leurs parcelles et au moment des ateliers de restitution et co-interprétation des résultats (Figures 26, 27). Cette restitution se déroule en salle avec l'ensemble des viticulteurs d'un même territoire en deux phases. Une première phase de présentation des résultats du groupe et une deuxième où chaque viticulteur reçoit les fiches synthétiques des résultats de sa parcelle et échange avec différents chercheurs sur l'interprétation de ces résultats au regard de ces pratiques actuelles ou historiques.



*Fig 26 - Échanges entre chercheur et vigneron lors de l'échantillonnage de sol sur les parcelles viticoles*



*Fig. 27 - Atelier de restitution EVS sur le centre INRAE Dijon pour le groupe de viticulteurs de Bourgogne du nord*

En Alsace, au-delà de la collecte des données agrotechniques, nous avons conduit des entretiens ouverts qui ont vocation à discuter des parcours de vie, de construction d'expérience et des raisonnements des viticulteurs. Leurs contenus ont été étudiés, tout comme celui d'entretiens conduits depuis 2014. Nos résultats suggèrent que le régime de recherche-action-participative favorise l'engagement dans la reconception de pratiques, tout comme un apprentissage, un vocabulaire, et des formes de raisonnements nouveaux (Madouas et al., en révision). Mobilisés par la problématique des sols, dans le cadre de ce projet, nous avons évalué l'occurrence effective du mot 'sol' dans les discours, ainsi que la famille de mots qui lui sont associés, grâce à des outils de textométrie (iramuteq). Le discours, pour le groupe de viticulteurs impliqués dans le projet EVS et pour la période 2019-2020 montre une prévalence des mots 'travail', 'millésime' et 'vigne' (Figure ci-dessous). Le mot sol n'arrive que dans un plan secondaire, et le vocabulaire associé est peu précis. Il est notamment dissocié des questions des conduites viticoles (biologique et biodynamique) tout comme de la question des pratiques. Sous forme de perspectives, on peut s'interroger sur le rôle du format de participation, en lien avec la production de données sur les sols, et de fiches de restitution et son influence sur une réflexivité, voire sur l'engagement au changement de conduites viticoles ?





## Journée d'animation scientifique et technique sur la qualité des sols viticoles

Organisée dans le cadre du programme EcoVitiSol  
Coordonnée par C Zappellini, L Ranjard (INRA Dijon) et H Mahé (BIVB)  
Avec le soutien de l'AFB et du BIVB

AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Le 11 février 2020  
Lycée Viticole de Beaune  
Capacité d'accueil : 40 personnes  
Inscription gratuite mais obligatoire  
contact : C Zappellini ([ecovitisol@inra.fr](mailto:ecovitisol@inra.fr))

### Programme prévisionnel

9h-9h20 : accueil café des participants et des intervenants

9h20-9h30 : présentation de la journée (L Ranjard, INRA Dijon)

9h30- 10h15 : Les vers de terre comme indicateur de la qualité des sols viticoles (D Cluzeau, Univ Rennes, OPVT)

10h15-11h : Les nématodes comme indicateur de la qualité des sols viticoles (C Villenave, EliSol Environnement)

11h-11h15 : pause

11h15-12h : Les microorganismes comme indicateur de la qualité des sols viticoles (INRA Dijon)

12h-12h45 : La botanique au service de l'enherbement en vigne (B Chauvel, INRA Dijon)

12h45-14h : repas sur place (cantine des lycées viticoles)

14h-14h15 : présentation des ateliers de l'après-midi (L Ranjard).

14h15-16h30 : ateliers en alternance avec deux groupes :

- 1 h : analyse et diagnostic d'un profil pédologique d'un sol viticole (fosse pédologique) (S Follain, AgroSup Dijon)
- 1h : démonstration de slake-test (E Navarro, Vert carbone)

16h30- 17h : retour en salle, bilan de la journée avec les vignerons

### VIII- Satisfaction des viticulteurs du réseau

Une enquête de satisfaction a été menée après le projet (janvier 2022) auprès des viticulteurs de Bourgogne qui ont assisté aux ateliers de restitution. La même enquête sera menée auprès des viticulteurs alsaciens dès le printemps 2022.

63% des viticulteurs de Bourgogne ont répondu à cette enquête à la date du 10 mai 2022. Ces résultats sont donc juste indicatifs à ce jour (Figure 28).

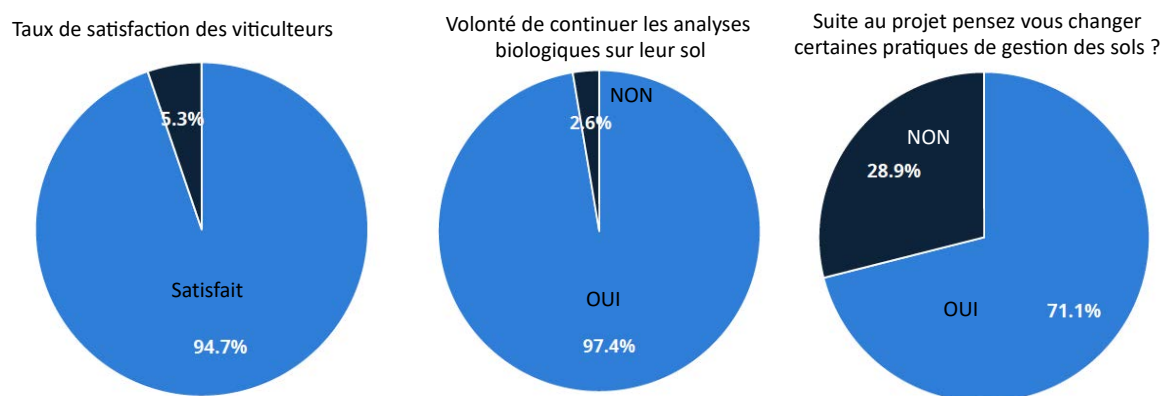


Fig 28 – Résultats de l'enquête de satisfaction des viticulteurs suite au projet EcoVitiSol.

Les résultats montrent une satisfaction globalement très bonne des viticulteurs sur le projet EcoVitiSol en termes de qualité des interventions, des résultats obtenus et des échanges entre chercheurs et viticulteurs. Les viticulteurs ont été fortement sensibilisés aux analyses de microbiologie des sols et la plupart sont prêts à continuer de faire de telles analyses en dehors du projet EcoVitiSol.

Enfin, suite aux échanges et démonstration opérationnelle de l'impact des pratiques viticoles en Bourgogne, une majorité de viticulteurs du réseau en Bourgogne est prête à faire évoluer ses pratiques viticoles pour tendre vers une meilleure qualité microbiologique des sols.

### IX- Au-delà d'EcoVitiSol.

Le projet EcoVitiSol est fini et il a permis de démontrer qu'un format de sciences participatives associant les chercheurs et les viticulteurs pouvaient stimuler un échange de savoirs à même de répondre à des questions de recherche fondamentale mais aussi très finalisée. Plus de 65% des viticulteurs impliqués ont suivi le projet jusqu'au bout. Grâce à ce projet nous avons pu décrire l'impact des pratiques viticoles sur la qualité des sols mais aussi plus largement aborder l'impact des modes de production en intégrant la Biodynamie.

Au-delà du financement conjoncturel obtenu pour le démarrage du projet EcoVitisol pour les années 2019-2021, il est prévu que ce projet continue en ciblant d'autres territoires viticoles avec les mêmes outils et les mêmes approches participatives. Ceci permettra de vérifier si les tendances que nous observons sur l'impact des pratiques viticoles et des modes de production se vérifient dans d'autres territoires qui ont des contextes pédoclimatiques, des pratiques viticoles et des objectifs de production différents. À terme (10 ans) nous aurons ainsi une vision nationale de la qualité des sols viticoles et de l'impact des pratiques en intégrant tous les territoires viticoles français. En parallèle, L'INRAE et l'IFV réfléchissent à la mise en place d'un observatoire des sols viticoles, au

sein duquel l'initiative EcoVitiSol pourrait avoir sa place au même titre que d'autres réseaux techniques et scientifiques.

## Références

- Dequiedt S., Karimi B., Chemidlin Prévost-Bouré N., Terrat S., Horrigue W., Djemiel C., Lelievre M., Nowak V., Wincker P., Jolivet C., Saby N.P.A., Arrouays D., Bispo A., Feix I., Eglin T., Lemanceau P., Maron P.A. et Ranjard L. - 2020 - Le RMQS au service de l'écologie microbienne des sols français, *Etude et Gestion des Sols*, 27, 51-71
- Heiden, S., Pincemin, B., & Decorde, M, 2015, *Manuel de TXM*, <http://textometrie.ens-lyon.fr/html/doc/manual/0.7.9/fr/manual1.xhtml>
- Henaux M., J.E. Masson. Co-conception de pratiques viticoles agroécologiques par la recherche-action participative: Impacts de la méthode REPERE construite par le GIEE de Westhalten. [Rapport de recherche] INRAE. 2021, pp.18. <https://hal.inrae.fr/ASIRPA/hal-03300564v1> or [https://www6.inrae.fr/asirpa\\_eng/Case-studies/Example-of-case-studies/Environment/Co-design-of-agroecological-viticultural-practices](https://www6.inrae.fr/asirpa_eng/Case-studies/Example-of-case-studies/Environment/Co-design-of-agroecological-viticultural-practices)
- Masson Jean E., Isabelle Soustre-Gacougnolle, Mireille Perrin, Carine Schmitt, Mélanie Henaux, Caroline Jaugey, Emma Teillet, Marc Lollier, Jean-François Lallemant, Frederic Schermesser and GIEE Westhalten. Transdisciplinary participatory-action-research from questions to actionable knowledge for sustainable viticulture development. *Humanities Soc Sci Commun* 8, 24 (2021). <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00693-7>
- Soustre-Gacougnolle I, M. Lollier, C. Schmitt, M. Perrin, E. Buvens, J-F Lallemant, M. Mermet, C. Thibault-Carpentier, D. Dembelé, D. Steyer, C. Clayeux, A. Moneyron, J. E. Masson. Responses to climatic and pathogen threats differ in biodynamic and conventional vines. *Nature Scientific Reports*. 2018 Nov 15;8(1):16857. doi: 10.1038/s41598-018-35305-7.
- Kanari E., Cécillon L., Baudin F., Clivot H., Ferchaud F., Houot S., Levavasseur F., Mary B., Soucémariadin L., Chenu C. & Barré P. (2022) A robust initialization method for accurate soil organic carbon simulations, *Biogeosciences*, sous presse.
- Karimi B, PA Maron, N Chemidlin Prévost Bouré, N Bernard D Gilbert, L Ranjard. 2017. Microbial diversity and ecological networks as indicators of environmental quality, *Environ Chemistry Letters*, 15:265-281
- Karimi B, S Terrat, S Dequiedt, C Jolivet, D Arrouays, P Wincker, C Cruaud, A Bispo, N Chemidlin-Prévost Bouré, L Ranjard. 2019. Biogeography of Soil Bacterial Networks Along a Gradient of Cropping Intensity. *Nature Scientific Report Nature*, 9 : 3812.
- Cécillon L., Baudin F., Chenu C., Christensen B.T., Franko U., Houot S., Kanari E., Kätterer T., Merbach I., van Oort F., Poeplau C., Quezada J.C., Savignac F., Soucémariadin L.N. & Barré P. (2021) Partitioning soil organic carbon into its centennially stable and active fractions with machine-learning models based on Rock-Eval® thermal analysis (PARTYSSOCv2.0 and PARTYSOCv2.0EU). *Geoscientific Model Development*, 14 (6): 3879-3898.
- Clivot, H., Mouny, J. C., Duparque, A., Dinh, J. L., Denoroy, P., Houot, S., Vertès, F., Trochard, R., Bouthier, A., Sagot, S. & Mary, B. (2019) Modeling soil organic carbon evolution in long-term arable experiments with AMG model, *Environmental Modelling and Software*, 118 : 99-113.

## Publication dans la presse grand public et technique agricole

- L Ranjard. Non, les sols viticoles ne sont pas morts ! revue La vigne, Octobre 2019.

- C Zappellini, L Ranjard, Approche participative des viticulteurs pour la qualité écologique des sols viticoles. Revue des oenologues, Mars 2021.
- L Ranjard, La microbiologie des sols au service des productions viticoles, revue Paysan Vigneron, Aout 2021
- Focus projet EcoVitiSol, revue INRAE NOVAE #1, Sciences et recherches participatives à INRAE. Janvier 2022.

### **Valorisation académique**

- C Zappellini, S Dequiedt, PA Maron, V Masson, J Masson.. L Ranjard. 2022. Impact of viticultural farming system on soil microbiological quality of regional networks of plots. In process
- C Girod, C Zappellini,... P Barré. 2022. Link between soil organic carbon and microbiological quality in viticultural soils submitted to various farming systems. In process

### **Conférences**

- Ranjard L. 2020. Quelles pratiques viticoles pour quels sols vivants ?; Webinaire Agrofîle Biodiversité cultivée et spontanée au service de la vigne : quelles pratiques vitiagroécologiques pour l'Île-de-France ?  
<https://www.youtube.com/watch?v=vDw6KndGK1U>
- L Ranjard. 2021. Soil microbiology of vineyards: which viticultural practices for a living soil ? International Congress Oenobio, Bordeaux
- L Ranjard. « La microbiologie des sols au services des productions agricoles : de la recherche aux agriculteurs », Rencontre Franco Chinoise, octobre 2021
- L Ranjard. 2021 Novembre. La qualité microbiologique des sols au service de la production viticole. Séminaire Sol projet LAccav.
- L Ranjard. 2021. La qualité microbiologique des sols agricoles : impact des pratiques agricoles et intérêt pour la protection des cultures. Séminaire CS Ecophyto, Novembre 2021.
- L Ranjard. 2022. La microbiologie des sols au service de la production agricole. Webinaire INRA Maroc, janvier 2022.
- C Zappellini, L Ranjard. 2022. Qualité microbiologique des sols viticoles : Quels impacts des modes de production et des techniques culturales ? Webinaire. Assise des vins du sud-ouest, Toulouse.
- L Ranjard. 2022. Quels impacts des modes de production (bio, biody, conventionnel, sol travaillé, enherbé...) sur la qualité microbiologique des sols ? EcoVitiSol. Rencontres nationales Vignerons engagées. Cave de Buxy, Saône et Loire.
- L Ranjard. 2022. Qualité microbiologique des sols viticoles : Quels impacts des modes de production et des techniques culturales ? Webinaire Avize Viti Guibert