

Projet VERTIGO II :

Couverts Végétaux Inter-Rangs Naturels Ou Semés Dans Le Vignoble Bordelais



Compte-rendu technique

CIVB
BORDEAUX

Table des matières

1.	CONTEXTE ET ENJEUX	1
1.1.	Objectifs	1
1.2.	Réseau de parcelles	2
1.3.	Dispositifs expérimentaux	2
1.4.	Actions et résultats attendus	3
1.5.	Calendrier	8
2.	GESTION DES COUVERTS VEGETAUX / DEVELOPPEMENT D'OAD.....	9
2.1.	Réseau de parcelles et dispositif	9
2.2.	Pratiques de gestion des sols engagées et étude technico-économique (OP1 - A1.3)	12
2.2.1.	Matériel innovant.....	12
2.2.2.	Suivi des pratiques culturales.....	18
2.3.	Gestion des couverts naturels (OP1 - A1.1).....	26
2.3.1.	Méthodologie d'Inventaires floristiques	26
2.3.2.	Résultats des inventaires floristiques.....	27
2.3.3.	Etude de la diversité floristique et de ses traits fonctionnels	37
2.3.4.	Elaboration de l'OAD GARANCE / diagnostic agronomique.....	37
2.4.	Suivis biodiversité / Petite faune auxiliaire (OP2-A2.5).....	38
2.4.1.	Abondance et diversité selon les différents enherbements inter rang (naturel, semé ou travaillé) – en 2020	38
2.4.2.	Abondance et diversité selon les modalités Pratiques alternatives (PA) et Témoin (T) pour chaque parcelle – en 2021	39
2.4.3.	Analyse de la distribution des familles d'insectes selon la parcelle : Analyse Factorielle des Correspondances	41
2.4.4.	Répartition des parcelles selon l'occupation du sol associée	42
2.4.5.	Lien Faune auxiliaire / Flore	43
2.5.	Gestion des couverts semés (engrais verts) (OP1 – A1.2).....	45
2.5.1.	Choix des espèces	45
2.5.1.	Développement des couverts	46
2.5.2.	Evaluation restitution : Méthode MERCI	48
2.5.3.	Etude annexe : Evaluation du potentiel de phytoextraction du cuivre par les couverts semés - le projet EXTRACUIVRE	54
2.6.	Impacts sols (OP2 – A2.1)	56
2.6.1.	Analyse de la teneur en matières organiques (MO)	56
2.6.2.	Analyses du rapport C/N et de la teneur en azote totale	56
2.6.3.	Sélection des indicateurs sols et création de la BOCQS	57
2.6.1.	Evolution de la BOCQS	58
2.6.1.	La BOCQS sur une parcelle du réseau : Gardegan / GARD	59

2.6.2.	Etude annexe : projet ENDLESS - Evaluation De La qualite des Sols viticoles : impacts des pratiques sur la biodiversité multi-taxa et le fonctionnement des sols	65
2.7.	Impacts vigne (OP2 – A2.2)	67
2.7.1.	Alimentation minérale et développement végétatif de la vigne	67
2.7.2.	Potentialités œnologiques de la récolte	69
2.7.3.	Bilan pluriannuel	71
2.8.	Impacts vins / Dégustations (OP2 – A2.4)	72
2.8.1.	Les vins rouges	72
2.8.2.	Les vins blancs	72
2.9.	Bilan de l'impact des pratiques de gestion durable des sols	74
2.9.1.	Analyse globale	74
2.9.2.	Synthèse des résultats.....	75
3.	DIFFUSION ET ACCOMPAGNEMENT DES VITICULTEURS	77
3.1.	Poursuite du développement des OAD	77
3.1.1.	Perspectives des outils	77
3.1.2.	Guide DECISOL – Référentiel technique couverts végétaux (OP4 – A4.1)	78
3.2.	Journées techniques et Démonstrations (OP3 – A3)	78
3.2.1.	En 2018.....	78
3.2.2.	En 2019.....	79
3.2.3.	En 2020.....	79
3.2.4.	En 2021.....	80
3.3.	Articles / Communications (OP4 – A4.2)	81
3.3.1.	Rédaction d'articles (2018 à 2021).....	81
3.3.2.	Evénements et communications (2018 à 2021).....	82
3.4.	Réseaux sociaux et supports pédagogiques (2019/2020) (OP4 – 4.3).....	83
3.5.	Tests et validation réseaux DEPHY (2019/2020) (OP5).....	83
3.5.1.	Formation à distance.....	83
3.5.2.	Atelier en présentiel.....	84
3.6.	Formation DECISOL (2021) (OP5)	84

Compte-rendu - Projet VERTIGO II

1. CONTEXTE ET ENJEUX

Le **projet VERTIGO II** s'inscrit dans la continuité des projets et programmes « **Flore des Vignes en Gironde** » (2014-2016, financement CIVB), « **Gestion Intégrée des Adventices et de la Fertilité des sols** » (2012-2016, financement FranceAgriMer, Région Aquitaine et CIVB) et « **VERTIGO** » (2017 – 2020, financement CIVB).

L'ambition majeure du projet VERTIGO II est de **promouvoir les couverts végétaux** inter-rangs et sous le rang, naturels ou semés, dans le vignoble bordelais. Dans cette optique, ce projet vise à poursuivre l'acquisition de connaissances, à concevoir des outils d'aide à la décision (OAD) et à élaborer des supports pédagogiques, pour **accompagner les viticulteurs dans la gestion des équilibres biologiques** d'agro-écosystèmes viticoles intégrant plus de couvertures végétales, dans l'espace (inter-rangs / rangs) et dans le temps (au cours de l'année). Ce projet s'intègre pleinement dans les priorités « Biodiversité » et « Réduction des produits phytopharmaceutiques » établies par le CIVB.

1.1. Objectifs

La finalité de promouvoir une **viticulture de conservation des sols dans le vignoble bordelais** se divise en 3 grands objectifs stratégiques (OS) :

- Un premier (OS1) qui vise à acquérir et consolider les connaissances sur les **leviers de gestion durable des sols** à travers **l'arrêt du désherbage chimique**, la **réduction du travail des sols** et le **développement des couverts végétaux** (naturels / semés) **rangs et inter-rangs**. L'objectif étant d'optimiser les services éco-systémiques rendus par ces couverts pour mieux concilier protection des sols, de la biodiversité et performances technico économique des exploitations.
- Un second (OS2) qui a pour objectif d'étudier les **impacts des couverts végétaux** sur la diversité **floristique** (structurelle et fonctionnelle), la qualité des **sols** (résilience, porosité, microbiologie...), la **faune auxiliaire** (insectes, microarthropodes...) et les **performances viti-viticoles** (alimentation minérale, sensibilité aux maladies, rendement ...)
- Un troisième (OS3) qui vise à **accompagner** la mise en œuvre de ces leviers de **gestion durable des sols** auprès des différents **acteurs de la filière** à travers des démonstrations terrain, l'élaboration de supports pédagogiques, d'Outils d'Aide à la Décision (OAD) et la réalisation de supports de formations.

La démarche de création d'un observatoire et l'approche participative reposent sur :

- La **pérennisation de 10 parcelles** issues de projets antérieurs et suivies depuis 2013 pour les plus anciennes : constitution d'une **base de données pluriannuelle**.
- La mise à disposition d'un « **terrain de jeu** » pour des études complémentaires : **AGRIFAUNE** 2019-2021 (CRANA Philippe BLONDEAU Financement OFB) / **SOLAR** 2019/2022 (IFV Gaillac Laure GONTIER Financement PNDV) / **EXTRACUIVRE** Phyto-extraction Cu 2020/2023 (JY CORNU INRAE Financement CIVB) / **ENDLESS MICROBIOLOGIE SOLS** 2020/2023 (Brice GIFFARD BSA Financement CIVB). Cela encourage la **construction de projets scientifiques** en collaboration avec différentes équipes, dans une **logique pluridisciplinaire**.
- Le **transfert de savoir-faire** méthodologiques, techniques, des OAD [...] développés via **VERTIGO** par notre engagement au sein de nombreux autres projets (**SAVE IT** CA33 Financement Région NA / **OPERA** INRAe Bordeaux A RUSH Financement ECOPHYTO II / **ESSOR** VITINNOV E FULCHIN Financement Région NA / **BEE** IFV X BURGUN Financement ECOPHYTO II / **ALTGLYPHO** IFV A DAVY Financement Région NA).
- La volonté de **créer un groupe d'échanges** entre tous les acteurs portant des projets en faveur de la **biodiversité** à l'échelle du **vignoble Girondin** (INRAE Bordeaux, Vitinnov, CA33 , CBNSA, FDC, Arbres et Paysages 33 ...).

Enfin, le projet VERTIGO s'inscrit pleinement dans la dynamique du Plan National « Dépérissement du Vignoble ».

1.2. Réseau de parcelles

Le projet VERTIGO s'appuie sur un **réseau de 12 parcelles** (Tableau 1), sélectionnées à partir des différents réseaux suivis par la Chambre d'Agriculture de la Gironde depuis 2012, dans le cadre des programmes GIAF, ECOVITI (DEPHY Expé) et VERTIGO.

Tableau 1 : Appellations et densités de plantation des 12 parcelles sélectionnées

Parcelle	Commune	AOC	Densité (pied/ha)	Début du suivi
Vignobles à faible densité de plantation (<4000 pieds/ha)				
COUT	Coutures sur Dropt	Bordeaux	3333	2014
NAUJ	Naujan et Postiac	Bordeaux rouge	3636	2013
Vignobles à densité de plantation moyenne (4000 à 5000 pieds/ha)				
BRIE	Monbazillac	Monbazillac	4280	2013
COURP	Courpiac	Bordeaux rouge	4500	2020
STML	Saint Martin Lacaussade	Côtes de Blaye	4545	2014
GARD	Gardegan et Tourtirac	Côtes de Bordeaux Castillon	5000	2014
MONT	Montagne	Montagne	5000	2017
Vignobles à densité de plantation élevée (> 5000 pieds/ha)				
CORM	St Emilion	Saint Emilion grand cru	6060	2017
LTB	Bommès	Sauternes	6173	2013
STEM	Saint Emilion	Saint Emilion grand cru	6494	2014
LABR	La Brède	Graves	6666	2014
LIST	Listrac Médoc	Listrac Médoc	7020	2021

Les 12 parcelles sélectionnées sont représentatives des **principaux types de sols du vignoble bordelais** : sols graveleux, sols argileux calcaires plus ou moins épais, sols limoneux lessivés (boulbènes), sols sableux colluvionnés... Elles offrent en outre une bonne représentativité des **différents systèmes de production**, (notamment en termes de densité de plantation), caractéristiques des multiples AOC du vignoble bordelais.

Ce réseau permet ainsi d'appréhender la gestion couverts végétaux inter-rangs dans des **contextes pédo-climatiques variés**, avec des **contraintes et objectifs technico-économiques différents**, donc de faciliter le transfert des résultats obtenus vers un grand nombre de viticulteurs. Dans le cadre des précédents projets, chaque parcelle a déjà fait l'objet d'une **caractérisation complète** : **climat, sol** (description et analyses de profil pédologiques), **système de conduite, pratiques et itinéraires techniques, comportement végétatif des vignes** (viguer, carences), **rendement, qualité des raisins...**

2 nouvelles parcelles ont été intégrées pour renouveler une partie du groupe de viticulteurs partenaires et aller plus loin dans les pratiques de gestion durable des sols engagées au sein du projet.

1.3. Dispositifs expérimentaux

Chaque parcelle est divisée en 2 parties :

- **1 modalité « Témoin »**, sur laquelle les viticulteurs mettent en œuvre leurs pratiques et itinéraires techniques habituels ;
- **1 modalité « Alternatives »**, sur laquelle ont été testés des pratiques (approche factoriel) ou des itinéraires techniques (approche « système ») alternatifs, visant à réduire l'utilisation des herbicides et des engrais minéraux et à limiter le nombre d'interventions.

Depuis 2013-2014, les principales pratiques testées sur ces parcelles ont été les suivantes :

- **Couverts hivernaux semés (engrais verts)** : choix des espèces adapté aux problématiques agronomiques identifiées sur chaque parcelle. Implantation des couverts dans les mêmes inter-rangs chaque année.

- **Gestion extensive des couverts naturels** : limitation du nombre de tontes réalisées, retardement de la première tonte en saison.

Dans le cadre du projet VERTIGO II, ces 2 pratiques seront mises en œuvre chaque année, sur les 12 parcelles du réseau.

1.4. Actions et résultats attendus

Le projet VERTIGO est construit autour 3 OS déclinés en **6 Objectifs Opérationnels** (OP).

OP0 : Suivi / Animation / Coordination du projet

L'objectif de cet OP est d'assurer le bon déroulement du projet, de gérer les relations entre les différents partenaires et de faire le lien avec les financeurs. Concrètement, les actions mises en œuvre dans le cadre de cet OP seront les suivantes :

- **Réunion de lancement** (février 2021) : présentation des objectifs, des actions et du calendrier ; validation des protocoles de suivi. Participants : membres du comité de pilotage, équipe projet et viticulteurs partenaires.
- **Réunions annuelles / comité de pilotage** : point sur l'avancement du projet. Participants : membres du comité de pilotage et équipe projet.
- **Réunions trimestrielles / équipe projet** : point sur l'avancement du projet ; coordination des travaux (actions et calendrier). Participants : équipe projet, CDD, stagiaires.
- **Suivi technique, administratif et financier**, pour l'élaboration des rapports intermédiaires et finaux.
- **Livrables** : Diaporamas et compte rendus de réunions ; rapports techniques ; justificatifs financiers

[OS1] OP1 : Gestion des couverts végétaux inter-rangs et sous les rangs

Action 1.1. Gestion des couverts naturels (flore spontanée)

Cette action a pour objectif de poursuivre l'acquisition de **nouvelles connaissances sur les couverts naturels**. Dans cette optique, des **relevés floristiques** seront réalisés chaque année, sur 2 périodes (sortie hiver / été), selon la méthode développée par la Chambre d'Agriculture de la Gironde. Ceci permettra de poursuivre les mesures d'**impact des pratiques viticoles sur la diversité et la structuration des communautés** et de voir leur évolution sous l'effet des pratiques alternatives.

Les articles scientifiques prévus qui en découlent seront finalisés et porteront sur : a- Les facteurs clés de l'évolution et de la composition des cortèges floristiques en vigne dans le bordelais ; b- les **traits fonctionnels** associés à la flore des vignes en Gironde.

Pour aller plus loin, la biomasse produite sera évaluée ainsi que sa composition par des analyses laboratoire (%MO ; C/N). Les restitutions associées aux couverts naturels pourront ainsi être prises en compte dans le bilan organo-minéral de chaque parcelle.

- **Partenaires** : CA33, INRA Dijon / UMR Agroécologie (S. CORDEAU) ; ANSES / LSV (G. FRIED) ; Montpellier SupAgro / UMR System (A. METAY)
- **Livrables** : articles scientifiques, nouvelles connaissances sur les restitutions (%MO ; C/N) associées aux couverts naturels, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I, enrichissement de l'OAD flore « GARANCE » permettant d'identifier et de caractériser la flore des vignes.

Action 1.2. Gestion des couverts semés hivernaux inter-rangs et légumineuses sous les rangs

Cette action a pour objectif de poursuivre l'acquisition des **connaissances sur les couverts semés inter-rangs et sous les rangs**.

La première partie de cette action concernera le choix des pratiques de gestion du rang selon les problématiques agronomiques et contraintes techniques identifiées.

L'optimisation du matériel de semis et de destruction sous les rangs est prévue en collaboration avec les viticulteurs.

La seconde partie de cette action sera consacrée au suivi du **développement des couverts**, à l'évaluation de la **biomasse produite** (pesée à destruction) et à l'estimation des **restitutions organiques et minérales** générées (méthode MERCI / analyses laboratoire %MO ; C/N).

- **Partenaires** : CA33, Semenciers, Agro-équipementiers, Montpellier SupAgro / UMR System (A. METAY)
- **Livrables** : nouvelles connaissances sur les couverts semés inter-rang et rang, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I, une plaquette choisir ses espèces sous les rangs.

Action 1.3. Evaluation technico-économique

Cette action a pour objectif d'évaluer les **performances techniques et économiques des matériels et des itinéraires techniques mis en œuvre pour la gestion des couverts végétaux inter-rangs et rangs** (implantation, destruction, contrôle). Ces performances seront évaluées à travers différents indicateurs : réussite des semis, nombre d'interventions, coûts de production...

Dans cette optique, un **enregistrement des pratiques** sera réalisé chaque année : dates d'interventions, matériels utilisés (outils et traction), temps de travaux, intrants utilisés (semences)...

- **Partenaires** : CA33, Viticulteurs partenaires
- **Livrables** : références technico-économiques sur la gestion des couverts végétaux sous les rangs, fiches techniques / matériels innovants, mise à jour de la BDD MATEVI, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I.

[OS2] OP2 : Impacts des couverts végétaux

Action 2.1. Sur les sols.

Cette action a pour objectif d'évaluer l'**impact des pratiques viticoles sur la qualité biologique et structurale des sols** et de mettre en évidence les **bénéfices engendrés par une gestion durable des couverts végétaux**.

Le but est de continuer les **inventaires BOCQS** (Boîte à Outils de Caractérisation de la Qualité des Sols) développés dans le cadre de VERTIGO I pour poursuivre la validation des indicateurs initialement sélectionnés et d'en ajouter sur les **aspects biologiques**.

Ainsi sont également prévues des mesures renseignant sur la **microbiologie des sols** par l'évaluation des **MO libres et liées**, des **dynamiques de minéralisation du carbone et de l'azote** (activité microbienne du sol) via le projet SOLAR sur 3 parcelles VERTIGO et le suivi du niveau de **mycorhization** des racines de la vigne via des protocoles simplifiés qui seront développés en interne.

- **Partenaires** : CA33, Projet SOLAR IFV GAILLAC L.GONTIER
- **Livrables** : références concernant l'impact des couverts sur la qualité biologique des sols, enrichissement de l'OAD BOCQS, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I.

Action 2.2. Sur les vignes.

Cette action a pour objectif d'évaluer les **impacts des couverts végétaux sur les vignes** et de mettre en évidence les **bénéfices potentiels induits par une gestion raisonnée des couverts végétaux**.

Les observations et mesures mises en œuvre concerneront les stades **phénologiques (lien avec risque de gelées)**, la **vigueur** (pesée des bois de taille), l'**alimentation minérale** (azote des sols, azote assimilable dans les raisins à récolte), le **rendement** (estimation à récolte), la **qualité des raisins** (analyses à récolte) et la **concurrence hydrique** via le **delta C13**.

- **Partenaires** : CA33, Montpellier SupAgro / UMR System (A. METAY)
- **Livrables** : connaissances sur l'impact des couverts végétaux inter-rangs et rangs sur les vignes, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I.

Action 2.3. Sur les maladies de la vigne.

Cette action a pour objectif d'évaluer **l'impact des couverts végétaux inter-rangs et sous les rangs sur le volet maladies de la vigne**. VERTIGO I a permis de constater que les pratiques de gestion durable des sols mises en œuvre permettaient d'assainir les parcelles et de générer un micro-climat moins favorable aux maladies. Cependant le manque de mesures terrain ne permet pas d'étoffer ces observations. En outre il semblerait que les contaminations mildiou soient moins importantes en systèmes enherbés sous les rangs. Les observations porteront donc sur des suivis maladies au niveau du **blackrot, du mildiou et de l'oïdium**.

- **Partenaires** : CA33
- **Livrables** : références sur l'impact des couverts sur les maladies de la vigne, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I.

Action 2.4. Sur les vins.

Cette action a pour objectif d'évaluer les **impacts des couverts végétaux sur les caractéristiques organoleptiques des vins**.

Dans cette optique, des **micro-vinifications** seront réalisées suite aux **vendanges 2023**. Des **dégustations** seront ensuite organisées en 2024 pour réaliser une **analyse sensorielle**. Cette action sera réalisée pour les parcelles sur lesquelles les résultats agronomiques seront les plus significatifs (sélection de 4 parcelles sur 12), afin de comparer les modalités « témoin » et « alternatives ».

- **Partenaires** : CA33
- **Livrables** : connaissances sur l'impact des couverts végétaux sous les rangs et inter-rangs sur les vins ; résultats des dégustations et analyses sensorielles ; 6 bouteilles par modalité testée, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I.

Action 2.5. Sur la petite faune auxiliaire

Cette action a pour objectif d'évaluer les **bénéfices des couverts végétaux sur la petite faune auxiliaire**.

Dans cette optique, des inventaires seront entrepris selon **3 protocoles de suivi des auxiliaires** de culture (piège à cornet, piège pot barber, filet fauchoir). Ces inventaires prendront la suite du travail entrepris via le projet **AGRIFAUNE (OFB)** et seront réalisés sur **6 parcelles** du réseau jusqu'en **2022**. Ainsi nous disposeront de **3 années de données collectées** pour pouvoir évaluer l'impact d'une gestion durable des sols sur la petite faune auxiliaire.

- **Partenaires** : CA33
- **Livrables** : connaissances sur l'impact des modes de gestion des sols sur la petite faune auxiliaire, enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I.

[OS3] OP3 : Démonstrations de matériels

Action 3. Organisation de Journées Techniques, Ateliers thématiques, Rencontres bout de parcelle.

Cette action a pour objectif de **démontrer la faisabilité technique des pratiques innovantes de gestion des couverts végétaux inter-rangs et rang**. Deux thématiques principales seront développées :

- **L'implantation** (semoirs combinés, semis direct...), la **destruction / gestion des couverts** (dates et méthodes via broyeurs, rouleaux, faucheuses...).
- La **présentation des OAD, plaquettes méthodologiques, guides techniques...** développés dans le cadre du projet par la CA33.

Ces démonstrations seront organisées dans le cadre de **journées techniques** (Tech & Bio), **d'ateliers thématiques** ou de **rencontres « bout de parcelle » type « innov'action »**. Elles permettront de faire vivre le réseau et d'encourager les échanges entre les différents acteurs (viticulteurs, techniciens, conseillers, constructeurs...).

Les parcelles du réseau seront valorisées au maximum pour ces démonstrations, en tant que « **sites vitrines** », en profitant notamment des interventions réalisées dans le cadre du projet.

En parallèle, cette action vise également à **tester des matériels innovants** (semoirs combinés, semis direct, fauchage...) et à **développer des partenariats avec les constructeurs de matériels et nos viticulteurs partenaires**, pour élaborer de nouveaux matériels plus performants (co-conception de cahiers des charges).

- **Partenaires** : CA33, constructeurs, Agro-équipementiers, semenciers
- **Livrables** : livrets, photos, poster, animations, vidéos et autres supports de communication créé à l'occasion d'une démonstration.

[OS3] OP4 : Diffusion des références, des OAD et des supports pédagogiques

Action 4.1. Articles / Communications

Cette action vise à **diffuser les connaissances et références acquises au cours du projet**, sous différents supports et canaux : articles scientifiques, articles techniques dans la presse spécialisée (nationale et régionale), communications lors de journées techniques (Rencontres Viticoles d'Aquitaine, Vinitech...)

- **Partenaires** : CA33, partenaires scientifiques
- **Livrables** : diaporama, articles, posters, livrets et autres supports créé pour ce volet.

Action 4.2. Référentiels techniques

Cette action a pour objectif de poursuivre la réalisation du **guide technique sur la Gestion durable des sols viticoles**, initié dans VERTIGO I. Ce guide compilera les nouvelles connaissances et références acquises via le dispositif expérimental VERTIGO II et d'autres dispositifs, en particulier sur la gestion du rang. La création de fiches thématiques facilitera le transfert à plus large échelle des pratiques, du matériel, des démarches innovantes validées par le biais du projet VERTIGO.

- **Partenaires** : CA33
- **Livrables** : enrichissement du guide « Gestion durable des sols viticoles » prévu dans VERTIGO I

Action 4.3. Réseaux sociaux

Cette partie vise à **communiquer sur les actions menées dans le cadre du projet auprès d'un plus large public** en valorisant tous les supports réalisés : photos (flore spontanée, engrais verts), livrets, vidéos...

Dans cette optique, les **sites internet du Vinopôle et de la Chambre Agriculture de la Gironde** seront régulièrement actualisés avec ces éléments. Il est également prévu de partager les avancées régulières du projet et les étapes clés (sorties terrain, journées techniques...) sur la **chaîne Youtube du Vinopôle** pour les vidéos.

Il est également prévu en parallèle de diffuser nos résultats en ligne sous la forme de **webinaires**.

- **Partenaires** : CA33 (service communication)
- **Livrables** : pages dédiées au projet sur le site internet CA33, page Facebook actualité VERTIGO, chaîne youtube, WEBINAR...

[OS3] OP5 : Supports pédagogiques pour la formation

Action 5. Supports pédagogiques

Cette action vise à élaborer des **supports pédagogiques pour la formation** des viticulteurs, des techniciens et conseillers, des professeurs et étudiants.

Les contenus proposés seront axés sur (i) les **connaissances** et les **références** liées à la gestion et aux impacts des couverts végétaux inter-rangs et rangs, (ii) **l'utilisation des OAD** conçus dans le cadre du projet, (iii) des **cas concrets**, élaborés à partir des parcelles les plus représentatives du réseau.

Les supports pédagogiques seront testés auprès de différents types de public, pour les adapter / décliner en fonction du public visé et des formats de formation.

- **Partenaires** : Professeurs EPLEFPA, Conseillers CA33, réseaux DEPHY Fermes.
- **Livrables** : supports pédagogiques (PPT/Fiches Méthodes...), sur les connaissances et références liées à la gestion des couverts, sur l'utilisation des OAD, sur des cas concrets.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 7 / 89

[OS3] OP6 : Création d'un groupe d'échange sur la biodiversité dans le vignoble bordelais

Action 6. Développer des synergies entre les différents acteurs locaux œuvrant en faveur de la biodiversité

Cette action vise à identifier les acteurs œuvrant en faveur de la biodiversité dans le vignoble Girondin et à créer des passerelles pour se rencontrer et échanger sur nos projets respectifs. L'objectif est d'avoir une plus grande visibilité sur les travaux réalisés dans les différentes structures pour mutualiser nos travaux et aller dans la même direction. Cette partie se fera en 3 étapes :

- 1- Identifier les acteurs (CA33; INRAE Bordeaux; VITINNOV; FDC 33; Arbres et Paysages 33...)
- 2- Définir entre acteurs les objectifs liés à ces moments d'échanges
- 3- Planifier entre acteurs le temps à consacrer à ces moments d'échanges

- **Partenaires** : Déjà identifiés : CA33; INRAE Bordeaux; VITINNOV; FDC 33... à contacter : Arbres et Paysages 33 ; CBNSA ...
- **Livrables** : groupe d'échanges

Compte rendu d'activité

2. GESTION DES COUVERTS VEGETAUX / DEVELOPPEMENT D'OAD

2.1. Réseau de parcelles et dispositif

Le projet VERTIGO II s'appuie sur un **réseau de 12 parcelles** (Figure 1), sélectionnées à partir des différents réseaux suivis par la Chambre d'Agriculture de la Gironde depuis 2012 pour les plus anciennes, dans le cadre des programmes GIAF et ECOVITI (DEPHY Expé) et VERTIGO I (CIVB).

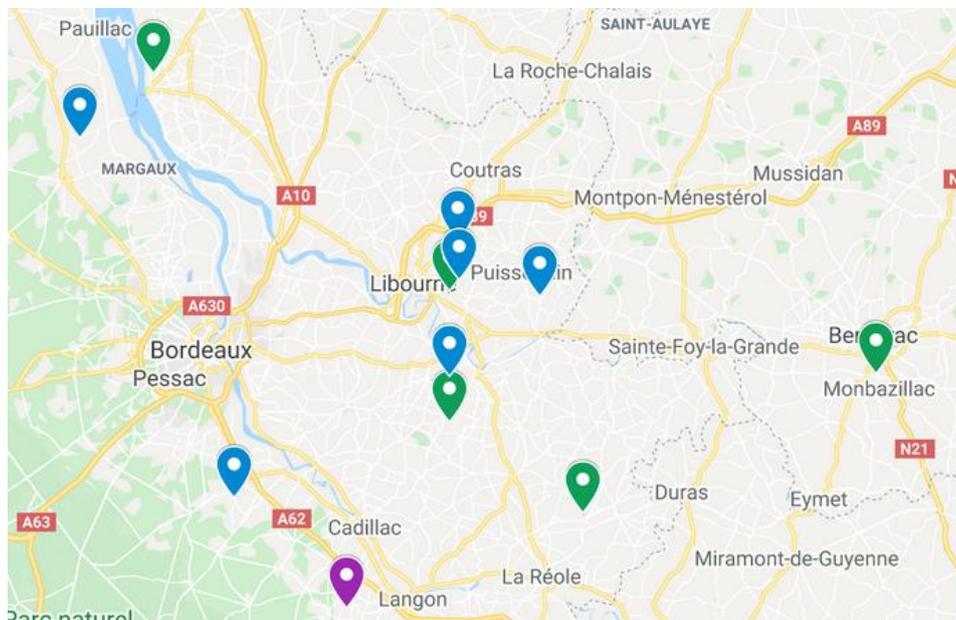


Figure 1 : Localisation des 12 sites d'étude : bleu = conventionnelles ; vert = AB ; violet = conversion

Les parcelles sélectionnées sont représentatives des **principaux types de sols du vignoble bordelais** et offrent en outre une bonne représentativité des **différents systèmes de production**. Les pratiques culturales durables testées sur les parcelles sont les suivantes :

- **Alternatives aux herbicides sous les rangs** (travail du sol ou tonte) : réduction des intrants herbicides, amélioration de la qualité des eaux...
- **Couverts temporaires hivernaux** (engrais verts) dans les inter-rangs : restructuration et protection des sols, réduction des intrants engrais...
- **Gestion « extensive » des couverts naturels** (réduction du nombre de tontes) : limitation de la concurrence, préservation de la biodiversité, limitation du nombre de passages (tassement, carburant)...
- **Apports massifs de matières organiques (MO)** (20 tonnes de compost végétal / Touban Vigne LA GRANDE JAUGUE) : restructuration des sols dégradés...

Afin de déterminer les pratiques les plus adaptées aux différents « systèmes » étudiés, chaque parcelle a fait l'objet d'un diagnostic agronomique basé sur :

- La **caractérisation agronomique des sols** : description de **fosses pédologiques** et évaluation des propriétés texturales, calciques, organiques et minérales, selon la **méthode du « Profil Ressources »** développée dans le cadre du projet GIAF / FranceAgriMer 2016;

- La **caractérisation du comportement des vignes** : évaluation de la vigueur, des rendements, des sensibilités à la sécheresse, aux carences... par **enquête auprès des viticulteurs** et **analyses / mesures complémentaires** (pétioles, estimation rendement, qualité des raisins) avant le début du suivi (point zéro) (Annexe 1).

Sur la base de ce diagnostic, une ou plusieurs pratiques ont été identifiées pour chaque parcelle.

Tableau 2 : Evolution des pratiques alternatives engagées pour l'essai

ID Parcelle	2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO	Tonte SLR	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO	Tonte SLR	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO	Tonte SLR	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO	Tonte SLR	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO	Tonte SLR	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO	Tonte SLR	Engrais Verts	Tonte extensive	Apport MO/calciq	Tonte SLR				
BRIE																																
CORM																																
COURP																																
COUTU																																
GARD																																
LABR																																
LEVSA																																
LIST																																
LTB																																
MONT																																
NAUJAN																																
SEL																																
STEM																																
STML																																

Leur mise en œuvre effective a été validée ou non, en fonction des contraintes technico-économiques des exploitations (matériel indisponible, investissements trop lourds, manque de disponibilité du personnel...).

Le tableau ci-dessus permet de faire le récapitulatif des pratiques mises en œuvre par parcelle. Ces pratiques sont enregistrées depuis 2014. En 2017 des apports massifs de MO à raison de 20t/ha ont été réalisés sur les parcelles aux sols très dégradés afin de favoriser l'implantation des couverts hivernaux. La société LA GRANDE JAUGUE a fourni la MO.

En ce qui concerne les alternatives aux herbicides sous les rangs :

- 1 parcelle (NAUJAN) a modifié ses pratiques dans le cadre du projet et essaye de la tonte sous le rang.
- 3 parcelles sont en essai de semis sous le rang (CORM, GARD et LABR).
- Pour les autres (8 parcelles), le système initialement en place c'est-à-dire un travail du sol a été conservé.

Ces parcelles permettent ainsi de tester l'intégration de la pratique des engrais verts dans des itinéraires techniques déjà orientés vers une démarche de gestion plus durable des sols.

Au final, les engrais verts et les tontes extensives sont les techniques les plus régulièrement mises en œuvre dans le cadre de ce projet.

Le dispositif expérimental mis en place est le même sur toutes les parcelles (Figure 2). Chaque parcelle est découpée en **2 parties**, avec :

- **1 modalité « Témoin » (T)** : itinéraire technique classique du viticulteur,
- **1 modalité « Pratique Alternative » (PA)** : intégration d'une ou plusieurs pratique(s) alternative(s).

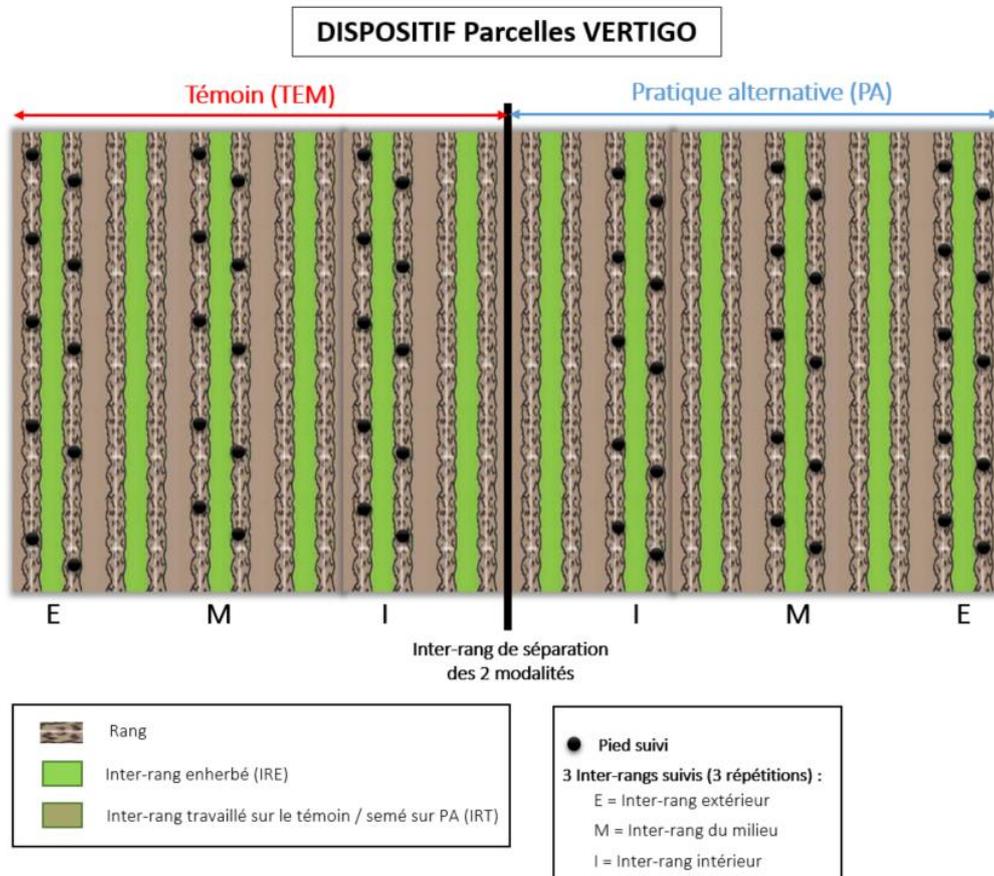


Figure 2 : Dispositif expérimental mis en place sur les parcelles d'étude

Pour chaque modalité, **3 rangs de suivi** sont identifiés. Sur chaque rang, **10 ceps** sont marqués. Au total, le suivi vigne est donc réalisé sur **30 pieds par modalité**.

2.2. Pratiques de gestion des sols engagées et étude technico-économique (OP1 - A1.3)

Le développement et l'entretien des couverts végétaux nécessitent l'adoption d'un matériel spécifique et le raisonnement des pratiques culturales en réponse aux problématiques détectées. Cette partie présente les **innovations en termes d'équipement et d'opérations culturales**. La suite du rapport permettra d'évaluer l'impact de ces innovations sur l'ensemble de l'agrosystème : flore, faune auxiliaire, sols, vigne et vin.

2.2.1. Matériel innovant

2.2.1.1. Les semoirs inter-rang

Les premières innovations au niveau du matériel sur le réseau de parcelles portent sur les semoirs. En effet, la majorité des viticulteurs n'étant pas équipés lors de la constitution du réseau en 2014 un travail collaboratif a permis selon les configurations d'exploitations et objectifs de répondre aux différents besoins par la création d'outils adaptés. En suivant sont présentés 3 semoirs développés sur le réseau et 1 semoir développé en parallèle (AGROMET).

- Semoir simplifié AGROMET : GAEC de CAZAILLAN



Semoir de semis simplifié AGROMET

Se compose : d'un déchaumeur à disque muni de 8 disques, d'un rouleau crosskill et de 2 doseurs pneumatiques Delimbe

Largeur de travail : 1,25

Débit de chantier : variable (5 à 10 km/h)

Avantages : Matériel polyvalent (travail du sol et semis). Débit de chantier important. Système de double trémie facilite les associations de semences de différentes tailles (féverole).

Limites : Inadapté sur les sols limoneux. A éviter en présence d'adventices à rhizomes car la herse entraîne les mottes d'herbes.

- Semoir direct STML



Semoir de semis direct, projet issue de la collaboration avec l'atelier paysan

Se compose : d'un cadre muni de 5 dents à pointes en T inversé, de coutres circulaires et d'un doseur pneumatique Delimbe

Largeur de travail : 1m

Débit de chantier : environ 5 km/h

Avantages : Faible coût d'investissement. Matériel adapté aux contraintes du viticulteur qui souhaitait semer en 1 seul passage afin de limiter la charge de travail et les phénomènes de tassement des sols.

Limites : Inadapté sur les sols compactés, nécessite à minima un passage de disque pour éliminer les adventices les premières années.

- Semoir combiné LABR



Semoir de semis combiné

Se compose : d'une herse rotative, d'un rouleau, de disques concaves et d'un doseur Vitiméca

L'ajout de disques à l'avant du cadre de la herse permet le buttage du cavillon lors du semis

Largeur de travail : 1m

Débit de chantier : 4,5/5 km/h

Avantages : 3 actions en 1 passage (préparation du lit de semence, semis et buttage du cavillon).

Limites : Technique non adaptée sur les sols limoneux. Débit de chantier limité par le travail de la herse rotative.

- Semoir à double trémie LIST



Semoir à la volée, combiné cover-crop
Entraînement électrique

Se compose : d'un cover-crop, d'un rouleau et d'une double trémie Delimbe : intérêt pour semer des graines de taille différente.

Largeur de semis : 0,75 m

Débit de chantier : 4 à 5 km/h

- Semoir direct LEVSA



Semoir combinant le semis direct et à la volée
: auto construit par le viticulteur

Se compose : d'un cadre à largeur variable, de dents à pointes en T inversé, de coutres circulaires, de pneumatiques de tassement et de 2 doseurs pneumatiques (APV et Delimbe)

Largeur de travail : 2,10m

Débit de chantier : variable (5 à 7 km/h)

Avantages : Largeur de semis variable. Système de double trémie facilite les associations de semences de différentes tailles notamment la féverole que le viticulteur sème sur son parcellaire chaque année.

Limites : Inadapté sur sols compactés et nécessite pour les graines semées à la volée un travail du sol en amont avec à minima un passage de disques.

Différentes techniques de semis sont disponibles sur le marché. Les semoirs présentés ci-dessus sont adaptés à différentes configurations d'exploitations (écartements inter-rangs), de types de sols (texture, teneur en éléments grossiers...), d'objectifs agronomiques (rendements, entretien des sols) et de budgets (auto-construction, adaptation matériel des exploitations ...).

Les équipements de semis simplifié ou combiné sont privilégiés par les viticulteurs, car l'investissement est limité (adaptation d'un doseur sur un matériel présent sur l'exploitation). Cependant, cette stratégie peut atteindre ses limites lorsque l'on souhaite implanter des semences de tailles différentes (installation double trémies) ou réaliser de la modulation intra parcellaire...

- Afin d'optimiser la pratique des engrais verts, les agro-équipements vont devoir évoluer afin de :
- simplifier l'implantation des couverts végétaux : dosages assisté par GPS comme en grandes cultures type trémie Aurensan (LEVESA trémie jaune à l'avant),
 - permettre d'effectuer des semis précoces avant les vendanges : développement semis direct et réorganisation du calendrier des opérations selon la climatologie en septembre / octobre,
 - limiter le nombre de passages nécessaires à l'entretien des sols sans herbicides : adjonction de disques ou autre matériel pour combiner semis et entretien du cavaillon (parcelle LABR).

2.2.1.2. Les semoirs sous le rang : 2019 - 2020

- Semoir CORMEIL FIGEAC



Semoir à la volée : auto construit par le viticulteur avec le soutien technique de la CA33.

Récupération des pièces à dispositions pour un semoir à moindre coût. Se compose d'une double trémie sur cadre d'actisol sur lequel ont été monté les points de pivot de petites tondeuses intercep vitimeca pour avoir un système d'effacement mécanique puis sur lesquels ont été ajouté des doigts de râteau faneur (herse étrille) avec des roues de tondeuse pour assurer le rappuyage. Le système de double trémie avec les descentes gravitaires fonctionnent très bien mais il faut retravailler le rappuyé via les roues.

10kg/ha dose hectare très faible donc distribution très hétérogène selon les aléas du terrain. En attente du retour terrain pour retravailler, valider l'outil.

→ Perspective rouleau en mousse (distributeur type Haitchinson) pour permettre des densités de semis encore plus faibles.

Convient à des vignes de 1.5m de large.

Débit de chantier : 4-5 km/h

Avantages : Système de double trémie facilite les associations de semences de différentes tailles. Matériel fabriqué à moindre coût.

Limites : Système de rappuyage à modifier. Mettre les roues sur un pivot pour qu'elles puissent davantage se rapprocher du pied tout en s'effaçant pour ne pas rester coincées. Deux systèmes de rappuyage des graines ont été conçus en 2020 pour y répondre.



Elaboration de deux prototypes pour le rappuyage des graines qui était le point d'amélioration à apporter aux semoirs sous le rang.

Premier modèle avec roues de tracteur tondeuse à perfectionner.

Modèle retenu ci-contre monté sur palpeur de décavaillonneuse. Principe avec 2 plaques métalliques et caoutchouc qui recouvre idéalement les graines.

Pour plus d'informations techniques retrouver la vidéo de démonstration sur le lien suivant :
<https://www.youtube.com/watch?v=os2Qt4hxiY&feature=youtu.be>

- Semoir NAUJAN



Semoir à la volée : auto construit par le viticulteur

Se compose : d'une trémie de semoir à céréales cadre à largeur variable 2.5/3m.

Débit de chantier : variable (5 -6 km/h)

Semoir non combiné à un matériel de travail du sol ou de rappuyage.

Attelage à l'avant du tracteur afin de pouvoir mettre un outil de rappuyage à l'arrière lors de prochain semis.

Avantages : Largeur de semis variable. Semoir à entraînement mécanique. Densité de semis proportionnelle à la vitesse d'avancement. Attelage avant facilitant le travail.

Limites : Nécessite un travail du sol en amont car semoir non combiné. Il faudra envisager d'ajouter un matériel pour rappuyer les graines.

Peu de matériel de semis sous les rangs est aujourd'hui disponible sur le marché. Le matériel qui était le plus abouti jusqu'à maintenant était l'hydroseeding. Cependant sa forte consommation en eau (12m³/hectare) et le temps de remplissage très long de la cuve n'en font pas un outil d'avenir. Les travaux de la CA33 en partenariat avec les viticulteurs du réseau VERTIGO ont permis l'élaboration de 2 semoirs mécaniques fonctionnels et à moindre coût. Ils répondent à la demande des viticulteurs de limiter le travail du sol sous les rangs tout en conservant des rendements à l'objectif.

En 2021, le matériel d'un constructeur a été utilisé pour démultiplier les essais de semis sous le rang, permettant de tester cette technique sur 2 parcelles supplémentaires du réseau.

2.2.1.3. Le matériel de destruction du couvert

Actuellement la destruction des couverts se fait selon 2 méthodes :

- Le **gyrobroyeur / broyeur à marteaux** : broyage fin de l'engrais vert, rapide décomposition et minéralisation, effet mulch limité (salissement plus rapide).
- Les **rouleaux hacheurs** : l'engrais vert est couché via l'action d'un rouleau très lourd mis à l'arrière du tracteur. La décomposition est ici plus lente car le broyage est grossier, l'effet mulch est important mais l'efficacité de la technique est limitée lorsque le rouleau est passé sur un engrais vert pas suffisamment mature notamment pour les céréales (avoine, orge...).

Les améliorations portent donc sur l'élaboration d'une faucheuse avec une barre de coupe semblable aux systèmes de fauches pour les prairies qui serait modulable selon l'écartement des inter-rangs et viendrait à l'avant du tracteur pour optimiser la coupe au niveau de la bande de roulement. Cette méthode a été testée en 2019 et est présentée ci-dessous.

	<p>Faucheuse à tambours (petits couteaux) pas de barre de coupe</p> <p>Largeur de travail : 1.4m fixe</p> <p>Débit de chantier : 10km/h</p> <p>Montage avant tracteur</p>
--	---

Avantages : Matériel léger, débit chantier important, effet mulch largement favorisé dans le temps (4 mois), l'emplacement à l'avant du tracteur limite les zones non coupées car écrasées par le passage du tracteur.

Limites : Largeur fixe, nécessite d'effectuer un second passage en saison si le couvert n'est pas coupé à épiaison ou fin floraison. Le mulch est tellement conséquent que lors du second passage l'outil bourre). Il est nécessaire de passer les disques en été dans l'objectif de semer dans les mêmes inter-rangs à l'automne car le mulch est trop dense pour passer un outil rotatif et semer les graines dedans à la volée.

Cet outil nécessite encore des améliorations (voir barre de coupe) mais offre des perspectives intéressantes en particulier sur l'effet mulch.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 18 / 89

2.2.2. Suivi des pratiques culturales

2.2.2.1. Enregistrement et analyse de l'évolution des pratiques

Cette action vise à élaborer des **indicateurs traduisant les impacts des itinéraires techniques** de gestion des sols, à partir de l'enregistrement de ces itinéraires techniques.

Elle doit permettre de mettre en évidence des indicateurs simples et pertinents pour mieux caractériser les itinéraires techniques et prendre conscience des leviers d'amélioration.

Pour ce faire la première étape a d'abord consisté à créer un document Excel d'enregistrement des données pratiques renseignable directement par les viticulteurs. Un didacticiel réalisé en parallèle accompagne les viticulteurs pour la saisie des informations (Annexe 2).

En 2021, une base de données des pratiques culturales a été initiée afin d'enregistrer et de centraliser les pratiques culturales des 12 parcelles. Cette base de données renseigne l'historique des pratiques depuis 2018 (extrait en Annexe 3). Elle a pour objectif de suivre l'évolution des pratiques et de mesurer leur impact sur la gestion durable des sols. Les indicateurs sélectionnés nous serviront de variables réponses dans la perspective de réaliser un traitement global de ce projet. Par exemple, nous renseignons le nombre d'opérations de travail du sol, de tontes de l'enherbement, d'amendements, de la gestion des sarments ainsi que des travaux en verts.

Le traitement des pratiques culturales nous informe d'une **homogénéisation des pratiques culturales entre les modalités « Témoin » et Pratiques alternatives** », notamment sur la gestion des inter-rangs enherbé naturellement (environ 2 tontes/an). Nous remarquons que les viticulteurs ne discriminent pas les modalités lors de cette gestion de l'enherbement. En revanche, cette gestion des tontes sera millésime dépendant en fonction des conditions climatiques.

En effet, les stratégies engagées sur les parcelles d'essai VERTIGO tendent à se transférer à l'ensemble du parcellaire pour plusieurs viticulteurs du projet. La modalité Témoin est discriminée essentiellement par la gestion des couverts végétaux semés, avec la préparation du sol, le semis et la destruction.

2.2.2.2. Sélection des indicateurs et création d'IDEFICS - 2019

Afin de valoriser les données récoltées au près des viticulteurs, une recherche bibliographique a été réalisée afin de lister les indicateurs existants.

L'ensemble des indicateurs ainsi identifiés ont été notés selon plusieurs critères, ce afin d'évaluer leur pertinence et leur applicabilité dans le contexte viticole bordelais.

Cette sélection a permis de conserver 19 indicateurs au total : 6 indicateurs économiques, 11 indicateurs environnementaux et 2 indicateurs sociaux.

L'outil **IDEFICS (Indicateurs de Durabilité pour Evaluer le Fonctionnement d'itinéraires techniques et Comparer les Systèmes de conduite)** ainsi créé permet de **comparer différents itinéraires techniques** et d'évaluer leurs pertinences sur différents paramètres importants : bilan Carbone, bilan économique, consommation de carburant, etc. Une fonctionnalité intéressante de l'outil est de **simuler un changement de pratiques** de gestion des sols pour observer les impacts générés sur les indicateurs.

Ces indicateurs ont été testés sur une parcelle du réseau : NAUJ afin d'ajuster les méthodes de calcul et de mettre au point des sorties graphiques pertinentes et synthétiques.

Par la suite certains des indicateurs ont pu être appliqués à l'ensemble du réseau afin d'évaluer l'impact des itinéraires culturaux alternatifs.

Stage de Céline BIROLLEAU, 2019 : Mémoire disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I.

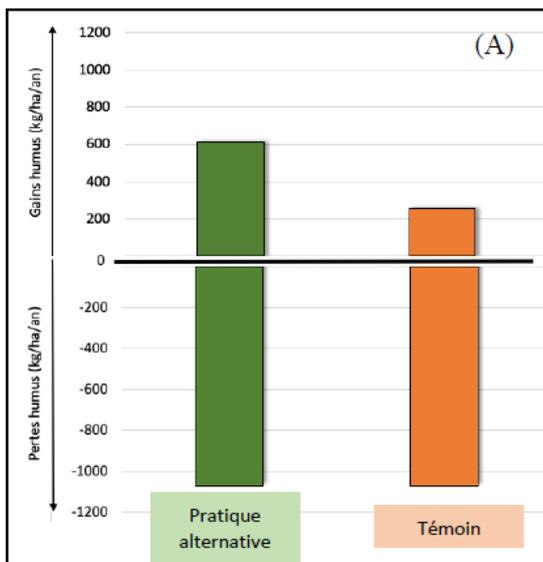
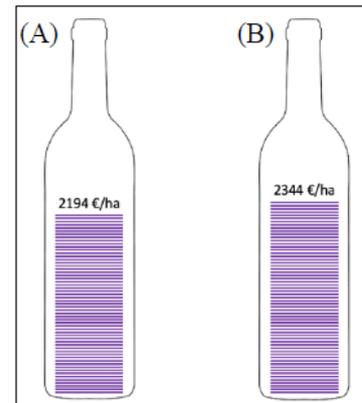
2.2.2.3. Application d'IDEFICS sur NAUJ – 2019

Tableau 3 : Indicateurs économiques IDEFICS sur la parcelle NAUJ en 2019

	Pratique alternative		Témoin		Moyenne (Réf. Éco. 2018)	
	€/ha/an	%	€/ha/an	%	€/ha/an	%
Coût main d'œuvre	1228	53,2	1172	54,3	1034	38,5
Coût mécanisation	995	43,1	940	43,6	1097	40,8
Coût engrais verts	40	1,7	0	0,0	NA	NA
Coût produits fertilisants	0	0,0	0	0,0	86	3,2
Coût produits phytosanitaires	46	2,0	46	2,1	470	17,5
TOTAL	2309	100	2159	100	2687	100

Les indicateurs économiques (Tableau 3) appliqués sur la parcelle de NAUJ ont permis de mettre en valeur une faible différence des coûts entre la partie Témoin (2 159 €/ha/an) et Pratique alternative (2 309 €/ha/an).

Cette faible différence se retrouve dans l'efficacité (gains – coûts) représenté par des bouteilles qui se remplissent avec l'augmentation des gains. Témoin (B) 2 344 €/ha/an et Pratique alternative (A) 2 194 €/ha/an.



Pour la partie environnementale (Tableau 4), la différence entre les deux modalités est plus marquée. Cette différence se retrouve notamment sur le bilan humique (gains d'humus – pertes d'humus) où la partie Témoin à un bilan humique de – 800 kg/ha/an alors que la partie Pratique Alternative a un bilan humique de – 450 kg/ha/an. On peut facilement expliquer cette différence par les semis de couverts végétaux sur la partie Pratique Alternative qui font un apport non négligeable de matière humique sur la parcelle. Cet apport compense en partie les pertes naturelles d'humus.

Tableau 4 : Indicateurs environnementaux IDEFICS sur la parcelle NAUJ en 2019

	Pratiques alternatives		Témoin		Différence (PA-T)	
		h/ha/an		h/ha/an		h/ha/an
Engrais vert	1,93	h/ha/an	0,00	h/ha/an	+1,93	h/ha/an
Herbicides	0,00	h/ha/an	0,00	h/ha/an	0,00	h/ha/an
Travail du sol	2,42	h/ha/an	4,42	h/ha/an	-2,00	h/ha/an
Tontes	4,43	h/ha/an	1,43	h/ha/an	+3,00	h/ha/an
Fertilisation	0,00	h/ha/an	0,00	h/ha/an	0,00	h/ha/an
Autres	20,06	h/ha/an	20,06	h/ha/an	0,00	h/ha/an
TOTAL	28,84	h/ha/an	25,91	h/ha/an	+ 2,93	h/ha/an

Enfin concernant les indicateurs sociaux, on observe un temps de travail légèrement plus élevé pour la Pratique Alternative que pour la partie Témoin. Cette différence s'explique par les passages nécessaires au semis et à la destruction des couverts végétaux semés dans la partie Pratique Alternative. Cette augmentation du temps de travail reste faible comparée aux services environnementaux et aux apports réalisés par les couverts.

2.2.2.4. Application d'IDEFICS sur l'ensemble du réseau - 2019

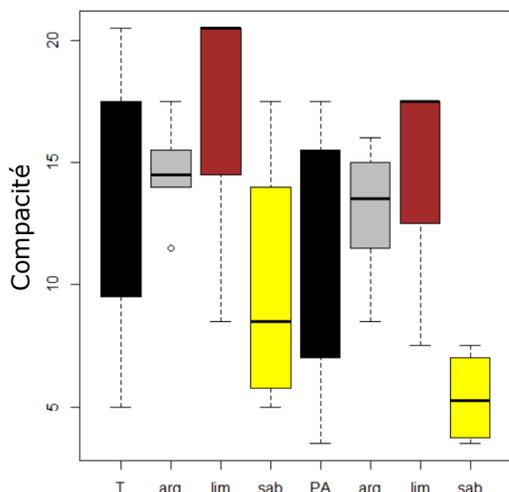


Figure 3 : Evolution de l'indicateur Compacité selon le type de sols

L'application de l'indicateur de compacité des sols sur l'ensemble des parcelles du réseau ne montre pas de différence significative. En revanche des tendances s'observent (cf graphique ci-joint), notamment lorsque les parcelles sont comparées en fonction de la texture de leur sol (Figure 3).

En effet sur les parcelles avec un sol argileux (en gris sur le graphique) on constate une moyenne de note de compacité proche entre le Témoin (T) et la Pratique Alternative (PA). Cependant la note maximum de l'échantillon et le premier quartile sont plus bas sur PA que sur T, ce qui signifie qu'il y a plus de notes en dessous de la moyenne sur PA que sur T.

Sur sol limoneux (en brun) et sur sol sableux (en jaune) les moyennes sont bien plus basses sur PA que sur T. De plus sur sols sableux, la gamme des notes est très restreinte sur PA (de 4 à 8) alors que sur T elle s'étale beaucoup plus, pouvant atteindre une note maximale de 17 (minimum 5).

Ces résultats montrent que les pratiques alternatives ont tendances à diminuer la compacité des sols. C'est un des effets recherchés par la mise en place des couverts végétaux.

L'indicateur Bilan Carbone (Figure 4) appliqué à l'ensemble des parcelles du réseau a permis de mettre en valeur des différences significatives (p.value > 0.01 selon le test de Kruskal-Wallis). En effet la modalité PA présente un bilan C moyen de -19 kg/ha/an tandis que la modalité T a un bilan C moyen de 213 kg/ha/an.

Cet indicateur prend en compte le carbone émis indirectement (production des graines d'engrais verts) et directement (consommation du carburant sur l'ensemble de l'itinéraire technique).

Ceci permet de mettre en évidence la pertinence de l'incorporation de couverts végétaux dans l'itinéraire technique. Le bilan C étant négatif sur PA cela signifie que les émissions de carbones sont totalement compensées par le stockage par les couverts.

L'ensemble des sorties visuelles des indicateurs doivent être retravaillées pour être plus pertinentes. Par ailleurs en 2020 la réalisation de macros sur Excel permettent d'automatiser le traitement des données et l'obtention des sorties graphiques.

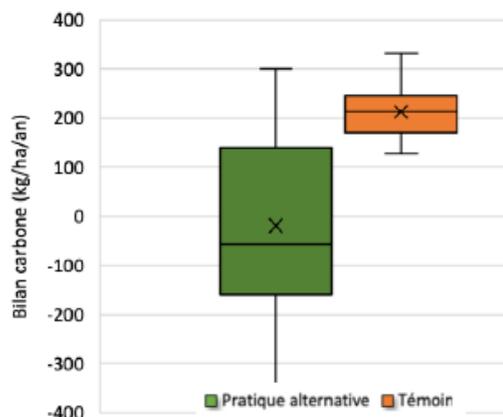


Figure 4 : Evolution de l'indicateur Bilan Carbone selon les modalités

2.2.2.5. Perfectionnement de l'outil IDEFICS - 2020

En 2020 nous avons accueilli un stagiaire en collaboration avec le service entreprises (Philippe ABADIE) pour avancer cet OAD et ainsi améliorer le traitement des données pratiques culturales. Mémoire de Jim CARBONEL-RABOCELLI disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I.

Ce travail a permis de d'automatiser le calcul des indicateurs développés en 2019 via l'élaboration de macro sur le logiciel Excel. Des sorties visuelles ont été réfléchies pour traduire l'évolution des indicateurs.

15 indicateurs composent alors l'outil IDEFICS (Tableau 5).

Tableau 5 : Sélection des indicateurs de l'outil IDEFICS en 2020

TYPE	ID	INDICATEURS
ECONOMIQUES	Eco1	Coût produits phytosanitaires
	Eco2	Coût produits fertilisants
	Eco3	Coût engrais verts
	Eco4	Coût main d'œuvre
	Eco5	Coût mécanisation
	Eco6	Total des coûts par poste de dépense
SOCIAUX	Soc1	Charge de travail
Environnementaux - PHYTOS	Env1	IFT global
	Env2	IFT herbicides
Environnementaux - SOLS	Env3	Pourcentage de recouvrement annuel
	Env4	Risque de compaction
	Env5	Restitution d'humus (bilan humique)
	Env6	Bilan des disponibilités en P, K
Environnementaux - GLOBAUX	Env7	Bilan azoté
	Env8	Bilan carbone

Chaque indicateur est associé à une formule de calcul ainsi qu'à une sortie visuelle simplifiée pour que l'utilisateur puisse rapidement voir les niveaux de performances liés à son itinéraire cultural. Ci-dessous est présenté le visuel associé à l'indicateur global sous la forme d'une pâquerette (Figure 5) et met en avant les niveaux de performances de la parcelle de NAUJ.

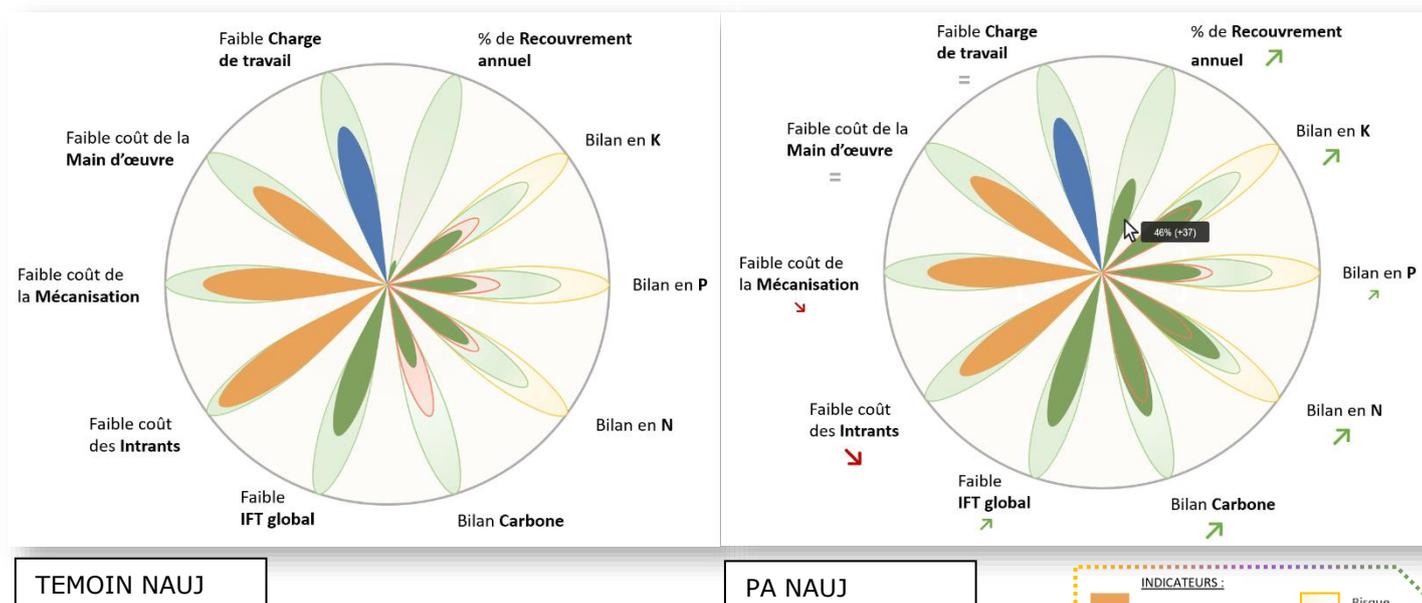


Figure 5 : Représentation vulgarisée des indicateurs IDEFICS

Plus les pétales de cet indicateur sont grands meilleurs sont les niveaux de performances. Ici NAUJ PA est sur le plan environnemental très positif mais on perd très légèrement sur les aspects économiques en lien avec la pratique des engrais verts qui génère 2 passages de plus par an. Les résultats sont dans ce cas peu contrastés car les deux itinéraires se différencient peu. Il sera pertinent de valider l'ensemble de ces indicateurs sur des exploitations ayant un système de culture moins optimisé, plus traditionnel où les économies d'échelle à faire sont plus importantes au niveau de l'itinéraire de gestion des sols.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 22 / 89

2.2.2.6.Perfectionnement de l’OAD IDEFICS - 2021

En 2021, nous avons de nouveau accueilli un stagiaire en collaboration avec le service entreprises (Philippe ABADIE) pour avancer cet OAD et ainsi améliorer le traitement des données pratiques culturales.

[Mémoire de stage Camille Vuillard](#), 2021 en Annexe 4.

Le stage a permis de faire évoluer l’outil de l’échelle de la parcelle à **l’échelle de l’exploitation**. Cette évolution de l’outil permet d’évaluer la durabilité des itinéraires techniques au niveau de l’exploitation viticole, subdivisé en îlots. La notion d’îlots fait référence à un ensemble de parcelles où le viticulteur réalise le même itinéraire technique.

De plus, l’évolution de l’outil à l’échelle de l’exploitation nécessite l’ajout de **nouveaux indicateurs** économiques et environnementaux (efficacité économiques, seuils, infrastructures agroécologiques) Ainsi, cet outil regroupe **17 indicateurs au total** : 8 indicateurs économiques, 8 indicateurs environnementaux et 1 indicateur social.

L’**automatisation** des calculs, l’ergonomie du tableur Excel ainsi que l’ergonomie dans la saisie des données ont été revues et améliorées. Cette phase d’automatisation permettra à terme d’appliquer l’ensemble des indicateurs sur l’intégralité du réseau (testé sur 3 parcelles actuellement).

Pour la suite du perfectionnement de l’outil, nous réfléchissons à l’automatisation des sorties visuelles ainsi qu’à l’amélioration de l’outil (calcul, ergonomie). L’objectif est de permettre à l’utilisateur d’avoir directement accès aux résultats sous forme de tableaux synthétiques et de schémas et graphiques reprenant les informations essentielles.

2.2.2.7.Application de la nouvelle version d’IDEFICS sur la parcelle NAUJ - 2021

3 îlots ont été caractérisés, ils sont dénommés M1, SM1/SM2 et SV1 dans le graphique ci-dessous. Le « Total » représente la moyenne des indicateurs sur l’exploitation.

1- Indicateurs Economiques :

Sur la Figure 6, après le calcul automatisé des indicateurs économiques, nous pouvons obtenir des graphiques synthétiques visant à visualiser le cout des opérations culturales par ilot ainsi qu'à l'échelle de l'exploitation.

L'objectif étant d'observer l'impact économique des pratiques culturales des viticulteurs sur les différentes opérations mais également d'effectuer des simulations de changement de pratiques. Les simulations permettront aux viticulteurs d'appréhender davantage leurs changements de pratiques sur les aspects économiques.

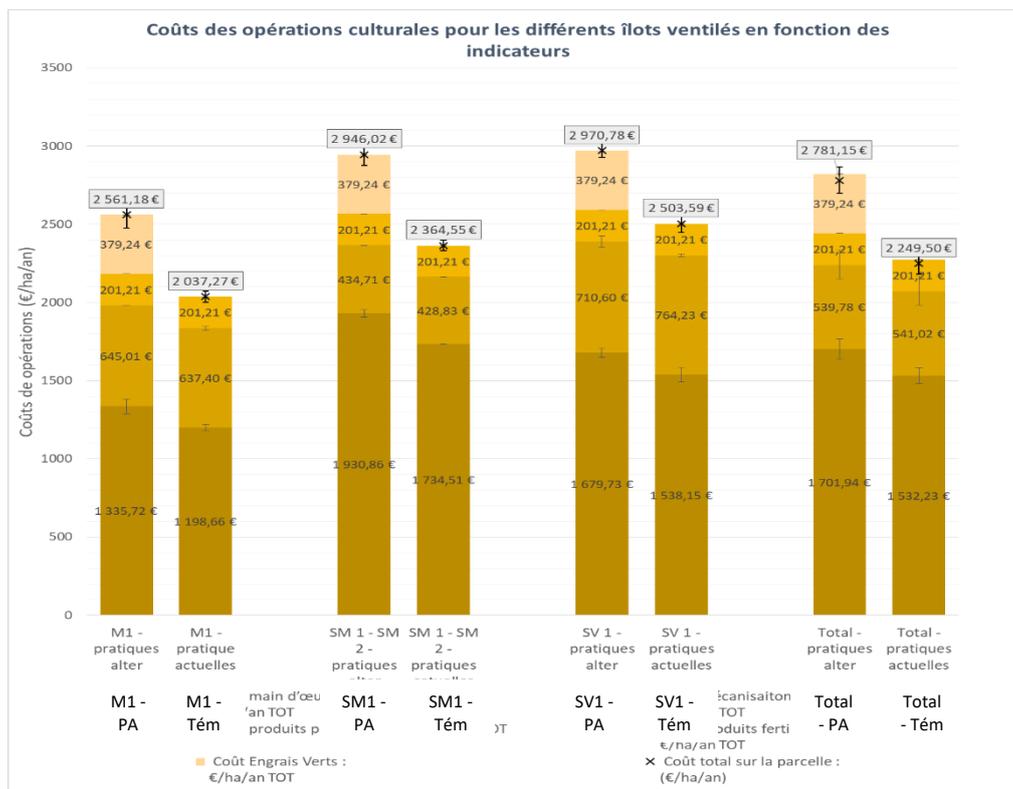
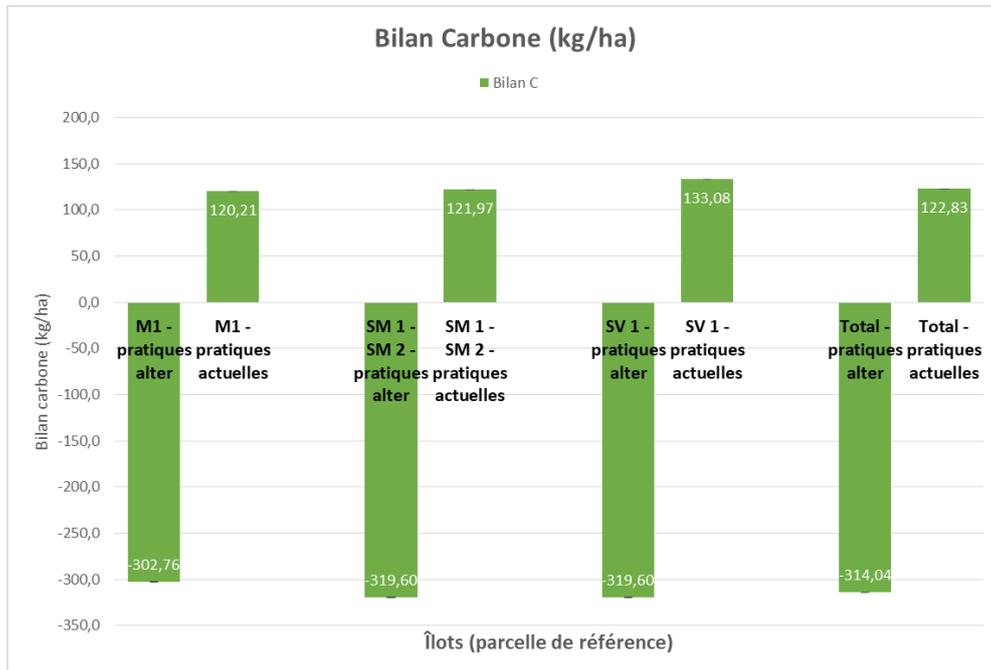


Figure 6 : Représentation des indicateurs économiques sur la parcelle NAUJ en 2021

2- Indicateurs environnementaux :

Concernant les indicateurs environnementaux (Figure 7), de nombreux graphiques permettront d'évaluer l'impact des pratiques culturales. Nous pouvons observer, ci-dessous, l'impact des pratiques culturales actuelles et des pratiques alternatives sur le bilan carbone ainsi que sur le bilan des éléments minéraux du sol. Lorsque l'on met en place des pratiques alternatives, les indicateurs peuvent évoluer de manière positive ou négative, comme ici sur la mise en place des couvertures végétales. Néanmoins, l'observation des autres indicateurs est indispensable pour la compréhension plus globale de cette pratique.



M1 - PA	M1 - Tém	SM1 - PA	SM1 - Tém	SV1 - PA	SV1 - Tém	Total - PA	Total - Tém
---------	----------	----------	-----------	----------	-----------	------------	-------------

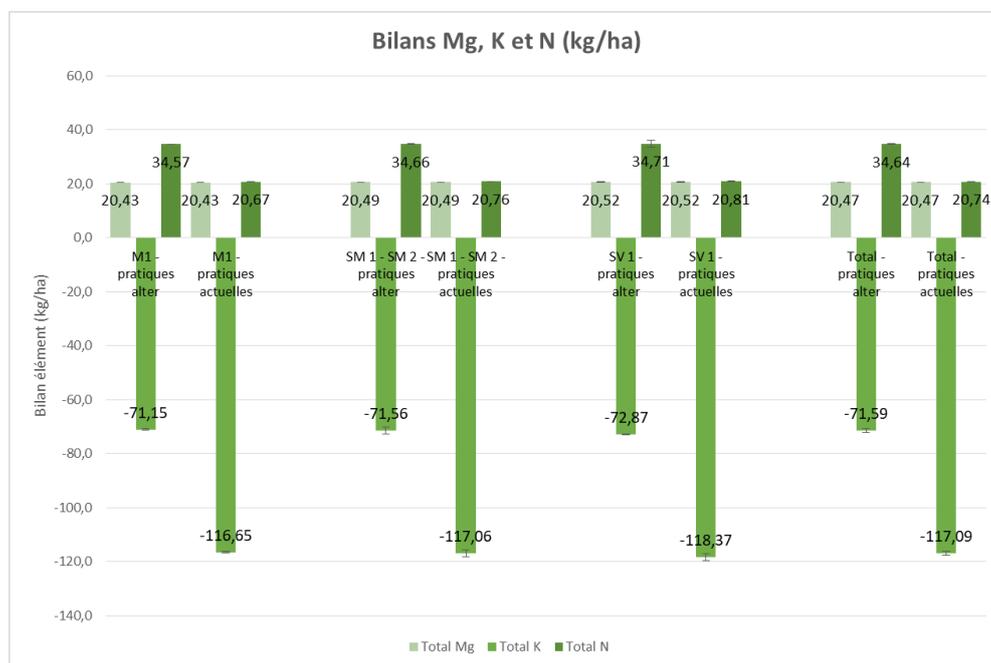


Figure 7 : Représentation des indicateurs environnementaux sur la parcelle NAUJ en 2021

3- Indicateur social :

Pour le seul indicateur social, qui est la charge de travail, les représentations graphiques (Figure 8) permettent d'observer le potentiel gain ou surplus de charge de travail en fonction de l'évolution des pratiques.

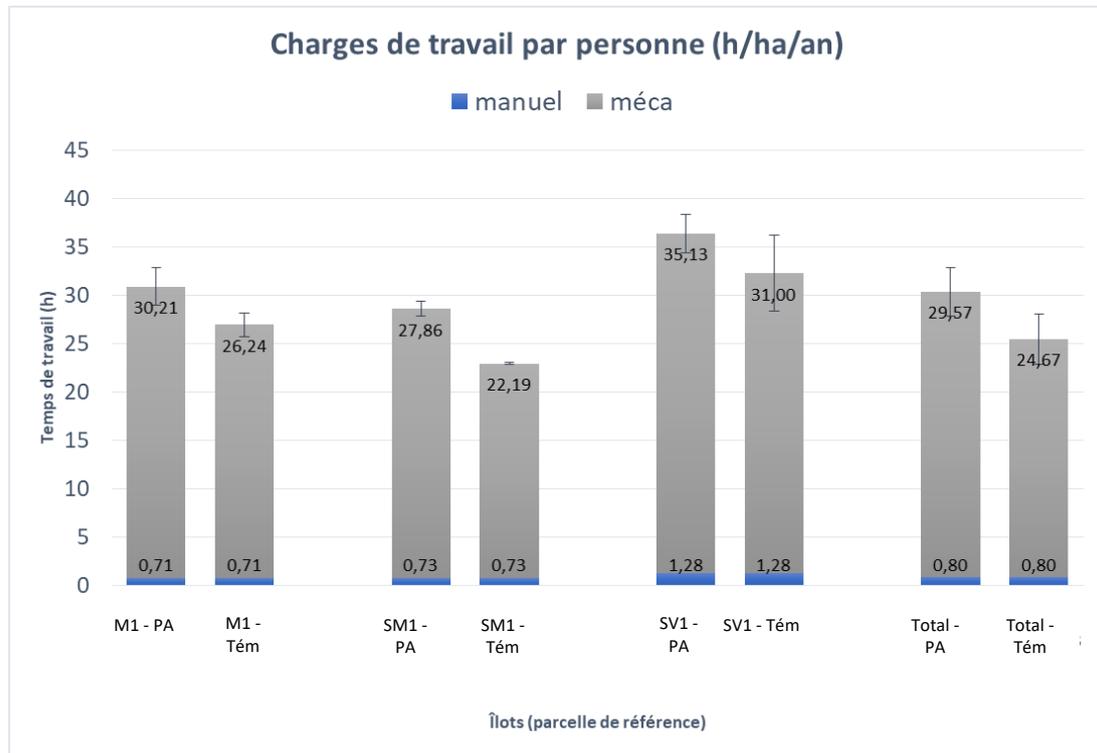


Figure 8 : Représentation de l'indicateur social sur la parcelle NAUJ en 2021

A la lecture de ces indicateurs, nous observons une hausse des coûts de production sur la modalité « PA » par rapport au Témoin, en lien avec l'implantation des couverts semés (opération de semis, main d'œuvre, coût des semences). En revanche, les bilans en éléments nutritifs (N, K) sont plus favorables et permettent de réduire l'utilisation d'intrants fertilisants et de limiter les pertes. Sur le long terme, on peut s'attendre à ce que l'amélioration du bilan humique, des éléments nutritifs et la réduction des risques de compaction engendrent une amélioration du rendement et de la rentabilité de l'exploitation.

Sur cette exploitation, le viticulteur est déjà dans une démarche de réduction des travaux du sol, ce qui peut expliquer les contrastes réduits en termes de charge de travail.

L'outil IDEFICS traduit la faisabilité des changements de pratiques de gestion des sols sur les plans économique, social et environnemental.

Le recensement des pratiques culturales fournit des variables réponses pour la suite du traitement de données afin de mesurer leur impact de changement de pratiques sur les couverts végétaux, les sols et la vigne.

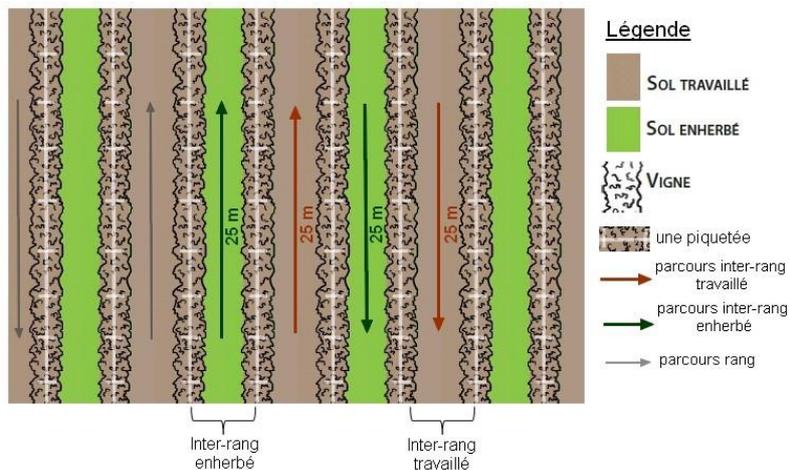
Sur le réseau VERTIGO, la gestion des inter-rangs enherbés tend à s'homogénéiser entre les 2 modalités (nombre de tontes équivalent). L'implantation d'un couvert semé vs le travail du sol est la principale pratique qui diffère.

2.3. Gestion des couverts naturels (OP1 - A1.1)

2.3.1. Méthodologie d'Inventaires floristiques

On distingue trois zones de notation : sous le rang, dans l'inter-rang enherbé et dans l'inter-rang travaillé. Pour chaque parcelle, un parcours d'un total de 150m est réalisé pour le relevé. Le parcours se décompose de la façon suivante:

- **Parcours inter-rang travaillé** : 25m aller – 25m retour pour un total de 50 m (environ 5 piquetées). La flore adventice présente dans l'inter-rang travaillé est recensée.
- **Parcours inter-rang enherbé** : 25m aller – 25m retour pour un total de 50 m (environ 5 piquetées). La flore adventice présente dans l'inter-rang enherbé est recensée.
- **Parcours sous le rang** : 25m aller – 25m retour pour un total de 50 m (environ 5 piquetées). La flore adventice présente sous le rang est recensée.



Les relevés sont effectués à deux périodes différentes :

- **1^{ère} période de notation** : fin mars/début avril, avant la première intervention d'entretien du sol (labour ou désherbage chimique ou tonte).
- **2^{ème} période de notation** : fin juin/début juillet, avant l'intervention d'entretien du sol (labour ou désherbage chimique ou tonte).

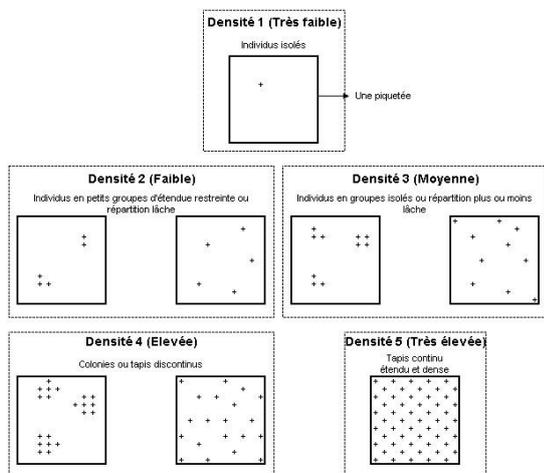
Les espèces sont listées au fur et à mesure tandis que la fréquence, la densité et le taux de recouvrement du sol sont déterminés à la fin de chaque parcours.

- Evaluation de la fréquence :

Sur 5 piquetées, l'observateur note combien de fois la plante a été observée dans chaque piquetée. Cette méthode simplifiée s'inspire des travaux de Theau et al, 2010.

Classe	Fréquence
5	espèce observée toutes les piquetées
4	espèce observée toutes les 2/3 piquetées
3	espèce observée toutes les 4/6 piquetées
2	espèce rare (quelques individus)
1	individu seul

Tableau décrivant les différentes classes de fréquence



Grille d'évaluation de la densité des espèces par piquetée

- Evaluation de la densité : L'observateur détermine à la fin de chaque parcours la densité de chacune des espèces recensées par piquetée. La grille d'évaluation est inspirée de l'échelle de sociabilité de Braun-Blanquet.

- Evaluation du taux de recouvrement du sol : L'observateur détermine à la fin de chaque parcours le taux de recouvrement du sol de la flore adventice. Un sol nu aura un taux de recouvrement nul tandis qu'un sol recouvert d'adventices aura un taux élevé.

2.3.2. Résultats des inventaires floristiques

2.3.2.1. Répartition des relevés

En 2021 c'est au total 144 inventaires floristiques qui ont été réalisés sur le réseau de parcelles VERTIGO.

La répartition des inventaires de 2015 à 2021 (Figure 9) selon les 3 modalités de gestion des sols (Inter-Rangs Enherbés ; Travaillés; Rang) permet de voir que les IRT (Inter-Rangs-Travaillés) sont moins échantillonnés. En effet il arrive régulièrement qu'un travail du sol soit réalisé juste avant notre passage ce qui ne permet pas l'inventaire floristique.

Cela pose la question de la pertinence du suivi sur cette modalité car il n'intervient pas au même stade de repos du sol et de fait pas au même stade de développement des adventices. Les résultats obtenus ne sont donc pas comparables entre les parcelles sur cette modalité.

Les inventaires dans les IRT permettent donc seulement de voir l'évolution des cortèges floristiques en lien avec les restitutions nutritives et l'occupation du sol des couverts hivernaux.

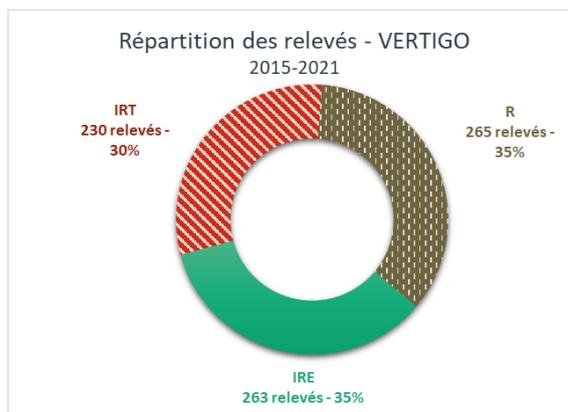


Figure 9 : Répartition des inventaires floristiques de 2015 à 2021

2.3.2.2. Analyse descriptive des données floristiques

Au total, **253 espèces** ont été identifiées sur les 859 relevés depuis 2015 (12 parcelles × 2 parties (Témoin / PA) × 2 périodes de relevés × 2 ou 3 modalités (Inter Rang Enherbé (IRE), Inter Rang Travaillé (IRT), Sous Le Rang (R)).

La richesse spécifique (RS) moyenne (6 années) est de 47 espèces (Tableau 6). Le nombre minimum d'espèces est de 24 pour la parcelle de MONT partie témoin en 2019 et le maximum de 73 pour la parcelle de LABR partie PA en 2016.

Tableau 6 : Evolution de la richesse spécifique (nombre d'espèces floristiques)

	2015	2016	2018	2019	2020	2021
RS Générale	50	52	44	38	48	51
RS Témoin	50	51	44	37	45	50
RS PA	50	51	43	40	52	52

L'évolution de la richesse spécifique est analysée par des comparaisons de moyenne entre modalités et entre années grâce à des tests de Kruskal-Wallis ci-dessous.

2.3.2.3. Evolution de la richesse spécifique

2.3.2.3.1. RS tous modes de gestion des sols confondus

La Figure 10 met en avant la RS observée sur les parcelles de réseau VERTIGO toutes modalités confondues (témoin ; PA ; IRE ; IRT ; R). On observe une baisse significative du nombre d'espèces inventoriées à partir de 2018 et en 2019 et une reprise à partir de 2020 où la RS retrouve le niveau de 2015 et 2016.

La Figure 11 permet d'observer l'effet de la modalité (« PA » / « Témoin ») sur la RS. On constate une baisse significative de la RS dans les deux modalités en 2018 et en 2019, qui s'inverse en 2020. En 2021, la RS est significativement plus grande qu'en 2019. Elle retrouve le niveau de 2015 et 2016.

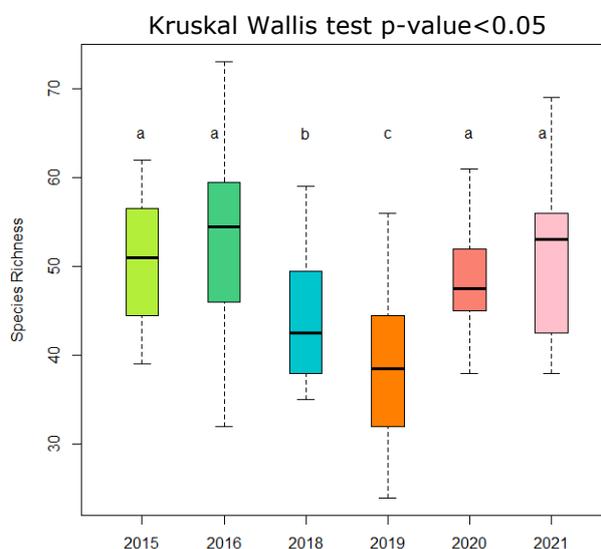


Figure 10 : Evolution de la richesse spécifique au cours des années de suivi

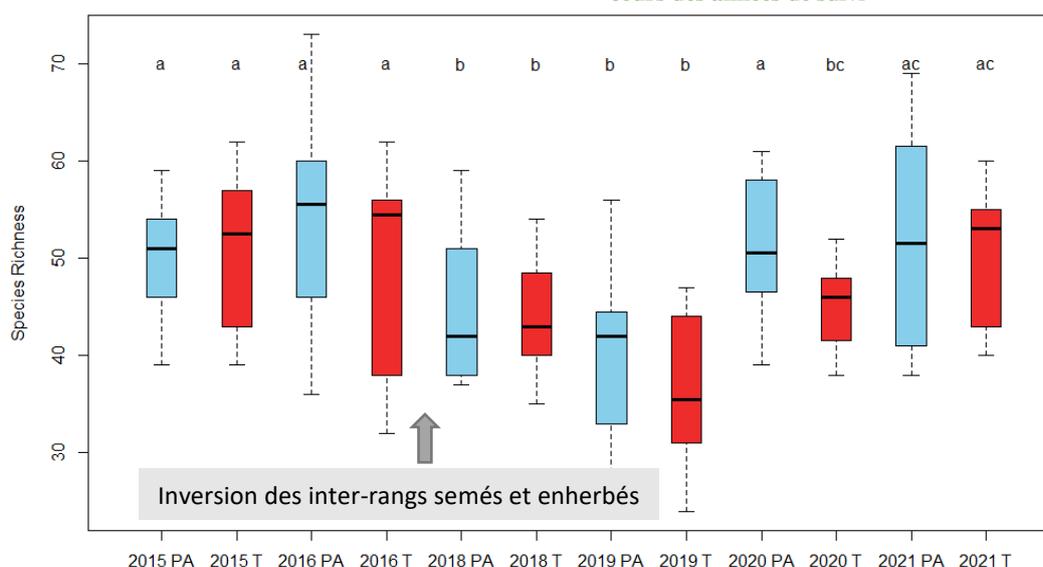


Figure 11 : Evolution de la richesse spécifique selon les modalités - tous modes de gestion des sols confondus

La comparaison par millésime de chaque modalité « PA » vs « Témoin » au niveau de la RS ne donne aucune différence significative pour les millésimes 2015, 2018 et 2021.

Une tendance s'observe pour les millésimes 2016 et 2019 : la richesse spécifique apparaît plus faible pour la modalité « Témoin » par rapport à la modalité « PA ».

En 2020, il est intéressant de constater que le nombre d'espèces est significativement plus élevé sur la modalité « PA » que sur le « Témoin ». Ce changement intervient 3 ans après le changement de pratiques (les inter-rangs enherbés et semés ont été inversés). En 2021, la RS de la modalité « PA » est significativement semblable à celle de « PA » 2020.

2.3.2.3.2. Richesse spécifique dans l'inter-rang enherbé

Etant donné que les inventaires dans les modalités IRT et R n'interviennent pas au même stade de développement des adventices les traitements statistiques suivants font le focus sur la modalité IRE.

Si on regarde l'évolution de la RS au cours des millésimes sur les parties « PA » vs « Témoin » (Figure 12) on constate une diminution du nombre d'espèces comme vu précédemment jusqu'à 2019. En 2020 et 2021, on observe une augmentation significative de la RS sur « PA » et sur « Témoin ». En 2021 le niveau de RS est équivalent au maximum de 2015 sur « PA » et sur « Témoin ».

Lorsque l'on observe l'amplitude des boîtes à moustache, la variabilité est plus restreinte sur la modalité « Témoin », indiquant une influence marquée de chaque millésime. Au contraire sur « PA », la gestion extensive de l'enherbement permet de tamponner cette variabilité pour maintenir un niveau de diversité plus stable. Les relevés des années suivantes permettront de confirmer si un cycle s'installe, avec un rafraîchissement du couvert herbacé qui permettrait d'optimiser la RS au bout de 3-4 années, avec une reprise des espèces spécialistes.

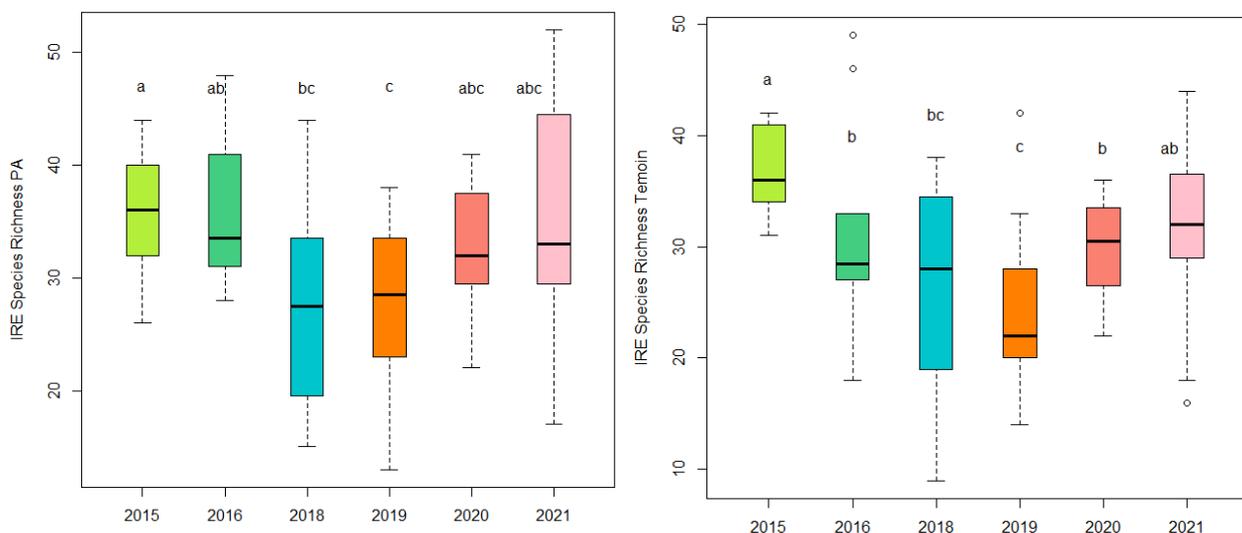


Figure 12 : Evolution de la richesse spécifique selon les modalités - sur l'inter-rang enherbé (Kruskal Wallis test p-value<0.001)

2.3.2.4. Evolution du Cycle biologique des espèces (annuelles / vivaces)

Les pratiques de gestion de l'enherbement expliquent en grande partie la répartition du couvert végétal selon leur cycle biologique. Par exemple, les tontes fréquentes et rases sont favorables à l'implantation d'espèces vivaces gourmandes en ressources hydriques et minérales. Le travail très régulier du sol va plutôt faire s'exprimer des espèces annuelles et adaptées aux perturbations.

2.3.2.4.1. Tous modes de gestion des sols confondus

Toutes modalités confondues l'observation du cycle biologique des espèces (annuelles / vivaces) en Figure 13 permet de voir que la baisse de la RS en 2018 et 2019 provient de la baisse significative du nombre d'espèces vivaces. En 2020 l'équilibre Annuelles/Vivaces observé en 2015 et 2016 est rétabli. Les résultats de 2021 confirment ceux de 2020.

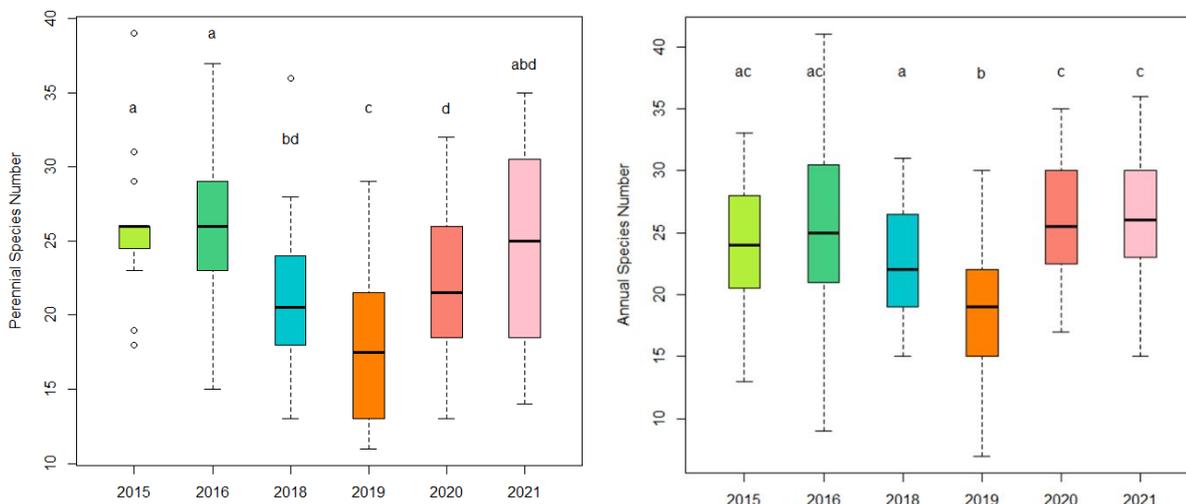


Figure 13 : Evolution du cycle biologique des espèces - tous modes de gestion des sols confondus (Kruskal Wallis test p-value<0.001)

Depuis 2019, le taux d'espèces annuelles a tendance à être plus élevé que celui des espèces vivaces sur la modalité « PA » contrairement à la modalité « Témoin » (Figure 14). Ainsi, le nombre d'espèces vivaces a tendance à diminuer au profit des espèces annuelles sur la modalité « PA ». En 2021, on observe 46% de vivaces et 54% d'annuelles sur la modalité « PA » et 51% de vivaces et 49% d'annuelles sur la modalité « Témoin ».

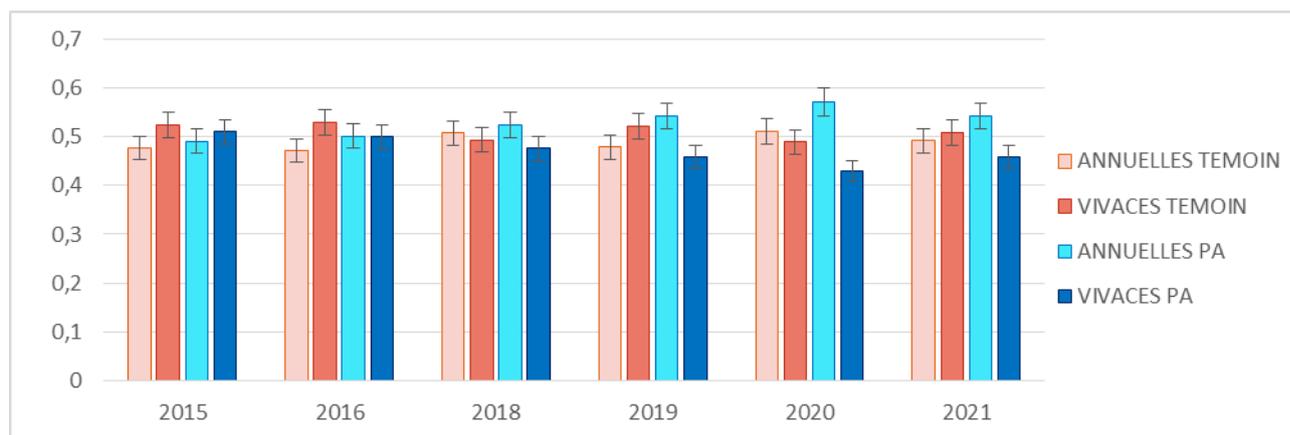


Figure 14 : Pourcentage d'espèces annuelles et vivaces en fonction des années et des modalités

2.3.2.4.2. Sur l'inter-rang enherbé

La baisse de la RS sur l'IRE en 2019 s'explique à nouveau par la baisse significative du nombre d'espèces vivaces. L'impact du changement de pratiques entre 2017 et 2018 est bien marqué, avec moins d'espèces vivaces sur l'inter-rang précédemment en engrais verts et leur retour progressif lorsque l'IRE est soumis uniquement à des tontes. En 2021, le nombre d'espèces vivaces est semblable à celui de 2016, avant la baisse de RS en 2018.

Le nombre d'espèces annuelles reste stable au cours du temps. Ces espèces ne dépendent pas directement de l'itinéraire de gestion par des tontes sur l'IRE.

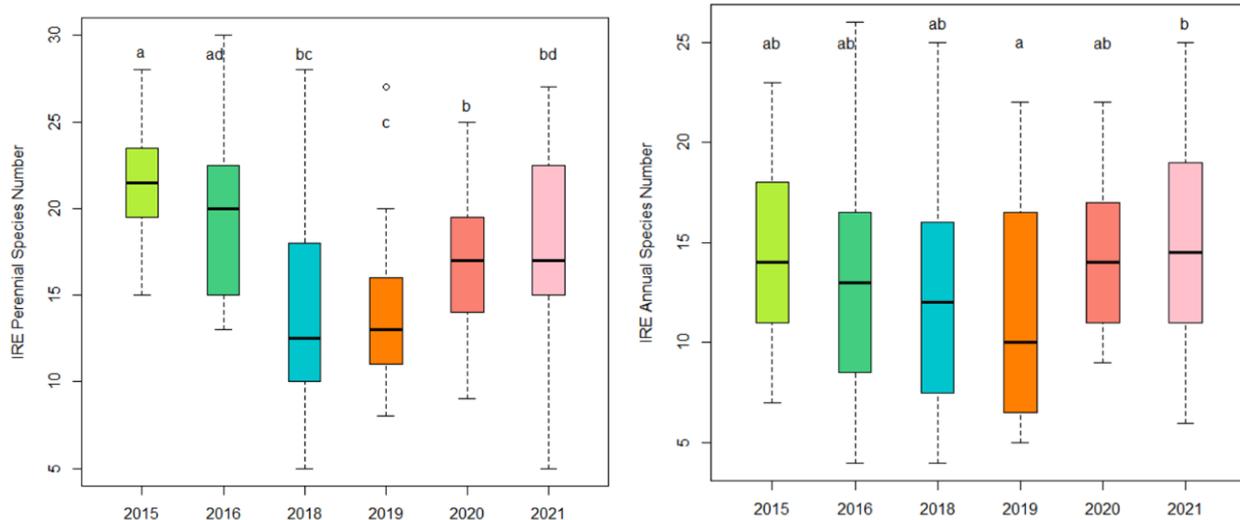


Figure 15 : Evolution du du cycle biologique des espèces - sur l'inter-rang enherbé

2.3.2.5. Evolution de la stratégie de reproduction des espèces : classe GRIME

La stratégie de reproduction des espèces selon la théorie de GRIME classe les espèces dans 3 catégories :

- C = espèces compétitrices consommant beaucoup d'eau et de nutriments, milieux riches
- S = espèces tolérantes au stress évoluant dans des milieux contraignants (stress hydrique/ stress nutritif / Stress lié à des sols à pH très acide ou inversement...)
- R = rudérales, espèces des milieux primaires évoluant dans des zones perturbées (travail du sol, herbicides...)

Elle renseigne sur les relations entre espèces au sein du cortège floristique sur l'IRE.

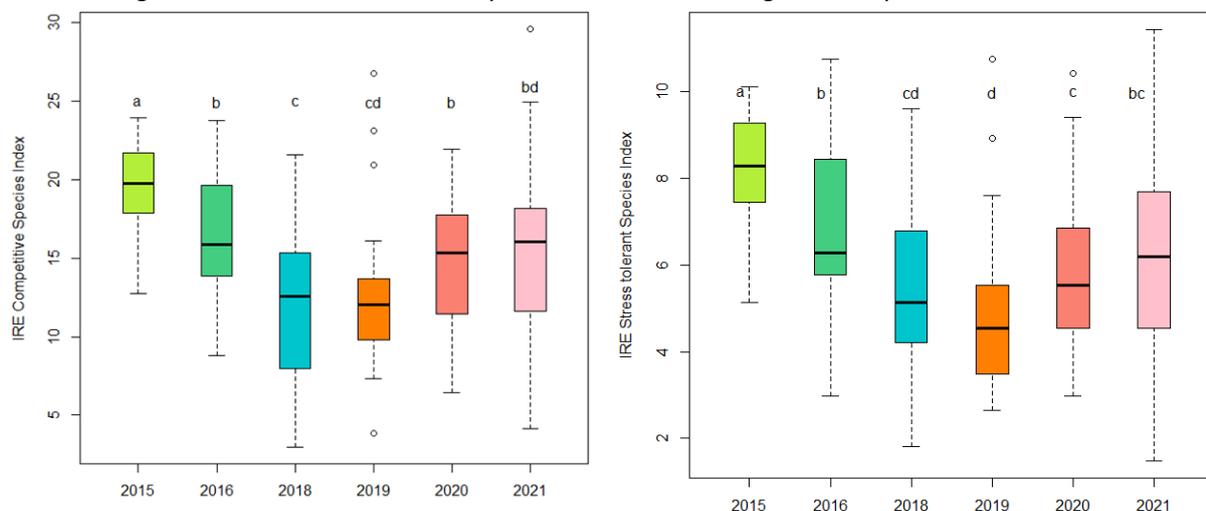


Figure 16 : Répartition des espèces selon leur stratégie de GRIME

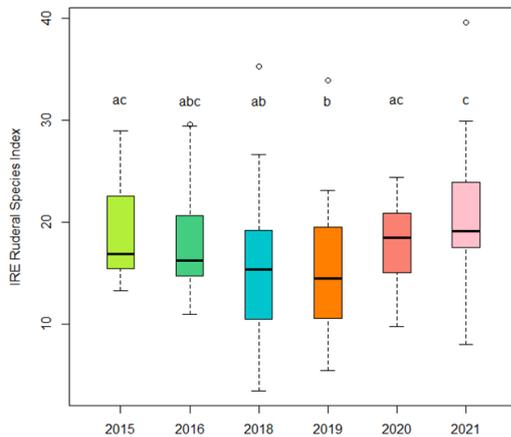


Figure 16 :

- Jusqu'à 2019, les espèces compétitrices sont en diminution de manière significative. On peut l'associer à la baisse des espèces vivaces de type Fétuque élevée. Elles progressent de nouveau à partir de 2020.
- Les espèces tolérantes au stress suivent la même tendance.
- Les espèces rudérales restent assez stables dans le temps avec une légère augmentation après 2019. En effet, quelle que soit la modalité et l'année, elles témoignent d'un niveau de perturbations constant dans les inter-rangs enherbés (pas de travail du sol régulier).

2.3.2.6. Evolution du statut des espèces

Concernant l'évolution du statut des espèces sur l'inter-rang enherbé, on peut voir en 2021 une augmentation du nombre d'espèces protégées et une stagnation des espèces communes et exotiques.

	STATUT – IRE					
	2015	2016	2018	2019	2020	2021
Commune	63	76	72	59	73	75
Exotique	4	6	7	3	6	4
Protégée	40	43	41	39	44	49

2.3.2.7. Evolution de la diversité floristique

2.3.2.7.1. Similarité des relevés – Indice de Sorensen

La réalisation de l'indice de Sorensen a permis de voir que les espèces à travers l'ensemble des relevés floristiques au niveau des IRE sont assez différentes.

En effet, **83,6% des relevés ont moins de 25% des espèces similaires** et 16,4% ont entre 25 et 50% des espèces identiques.

L'indice de Sorensen a été comparé sur les modalités « PA » des IRE de chaque année (Figure 17).

Les parcelles étudiées possèdent chacune un type de sol et un environnement spécifique ce qui explique la valeur moyenne assez faible des indices pour chaque année.

Pour les IRT et R les relevés sont également similaires au niveau de la diversité floristique.

À partir de 2019, l'indice de Sorensen est légèrement plus élevé qu'en 2018 de manière significative. En effet, les pratiques culturales peuvent avoir tendance à homogénéiser le pool d'espèces en sélectionnant les espèces dont les traits biologiques leur permettent de survivre dans un milieu où les perturbations anthropiques sont importantes.

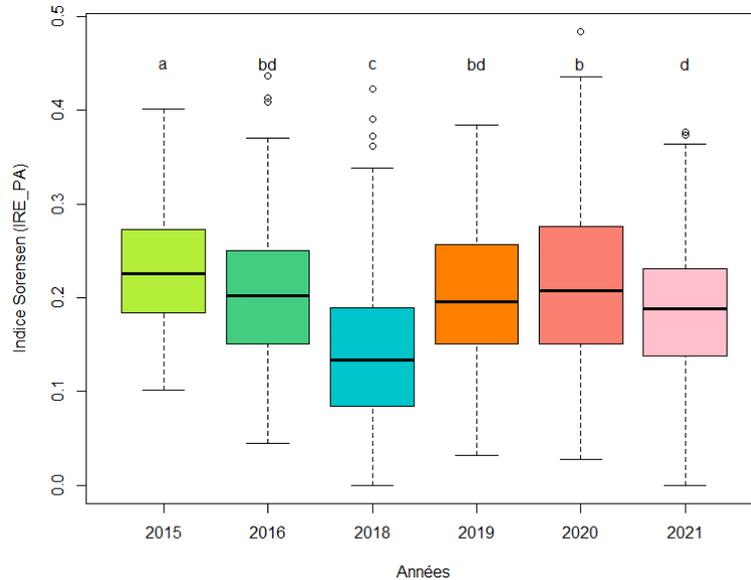


Figure 17 : Evolution de l'indice de Sorensen au cours du temps

2.3.2.7.2. Fréquence d'occurrence des espèces

Au sein de l'IRE, 137 des 191 espèces identifiées (72%) ont une fréquence d'occurrence inférieure à 10% c'est-à-dire qu'elles sont présentes sur moins de 27 relevés (Figure 18).

A l'opposé, 6 espèces sont présentes sur plus de 50% des relevés :

- *Agrostis stolonifera*,
- *Plantago lanceolata*,
- *Trifolium repens*,
- *Lolium perenne*,
- *Geranium dissectum*,
- *Bellis perennis*.

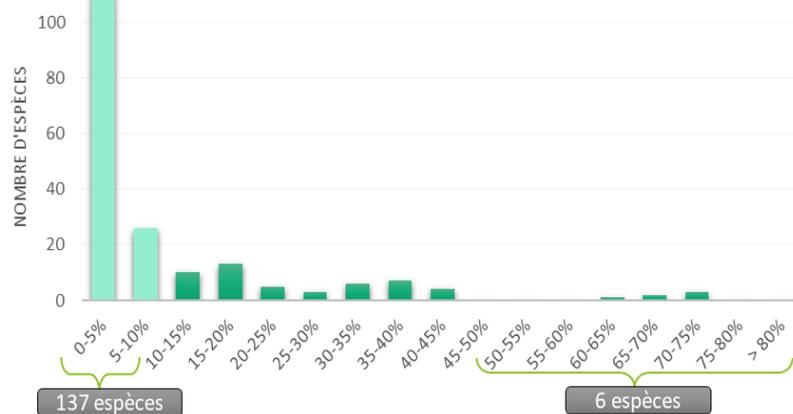


Figure 18 : Pourcentage d'occurrence des espèces sur 270 relevés IRE

Cette asymétrie de la distribution du nombre

d'espèces en fonction de la fréquence de présence correspond à une séparation des espèces en deux, **un premier groupe numériquement important d'espèces locales et un second groupe, plus réduit, d'espèces à large répartition géographique.**

Les espèces locales (spécifiques à un terroir) sont de plus en plus nombreuses (69 espèces en 2021 contre 45 en 2015). Les tontes extensives ont une influence positive sur l'expression des espèces patrimoniales (par exemple *Spergula arvensis*, *Agrimonia eupatoria*, *Scandix pecten-veneris*, etc.).

A l'inverse, on constate une diminution de la fréquence d'occurrence des espèces majoritaires. En effet aujourd'hui 8 espèces au lieu de 10 auparavant sont présentes sur plus de 50% des inventaires. On observe par exemple une régression de la *Festuca arundinacea* (Fétuque élevée) et de *Potentilla reptans* (Potentille rampante) au profit d'Astéracées (*Crepis*, *Sonchus*).

Sur 6 espèces majoritaires sélectionnées, celles-ci sont présentes sur :

- entre 75% - 95% des relevés en 2015,
- entre 68% - 85% des relevés en 2016,
- entre 48% - 70% des relevés en 2018,
- entre 67% et 88% des relevés en 2019,
- entre 67% et 83% des relevés en 2020,
- entre 59% et 76% des relevés en 2021.

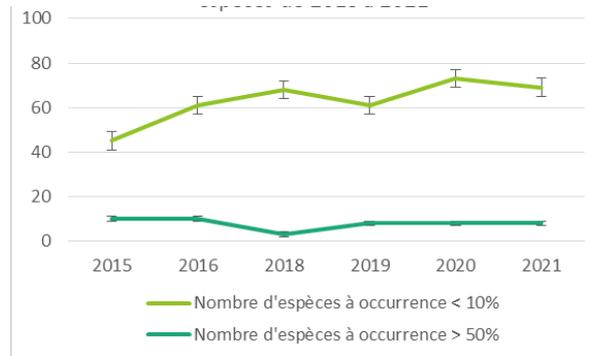


Figure 19 : Evolution de la fréquence d'occurrence des espèces de 2015 à 2021

Ces espèces restent majoritaires mais sont présentes sur un nombre moindre d'inventaires floristiques IRE depuis 2015 (Figure 20). En 2018 une espèce annuelle faisait son entrée au sein des espèces majoritaires : *Sonchus asper* mais laisse la place en 2019 et 2020 à une vivace : *Crepis taraxacifolia*. En 2021, c'est une autre vivace *Hypochoeris radicata* que l'on retrouve dans les espèces majoritaires. Contrairement à 2020, la *Bryohyta sp.* ne fait plus partie des 10 espèces les plus présentes sur l'ensemble des relevés en 2021.



Figure 20 : Fréquence d'occurrence des espèces majoritaires dans les IRE à travers 6 millésimes

2.3.2.7.3. Recouvrement des espèces

Si on regarde du côté des espèces avec les recouvrements les plus importants sur les modalités « PA » vs « Témoin » (Figure 21) on observe en 2018 une forte baisse des espèces vivaces (souligné en vert = annuelles / en rouge = vivaces). Ce changement floristique est associé au passage des IRE en IRT et inversement. En 2019 les vivaces sont à nouveau bien installées d'où les recouvrements plus importants dans les deux modalités. Ce constat met l'accent sur la nécessité de rajeunir régulièrement les couverts herbacés pour favoriser le développement des espèces annuelles moins concurrentielles.

En 2020 on observe quelques annuelles bien installées comme *Mibora minima* qui se renouvelle bien en configuration de tontes extensives.

En 2021, on observe la présence de *Arrhenatherum elatius* uniquement dans la modalité « PA », cette espèce étant une annuelle. Dans la modalité « Témoin », on observe principalement du *Trifolium sp.*, une espèce vivace.

En parallèle, à partir de 2018, on observe aussi une diminution des mousses (*Bryophytia*) qui ne figurent plus dans la liste des espèces les plus couvrantes. En 2021, la mousse refait surface mais principalement dans la modalité « Témoin ».

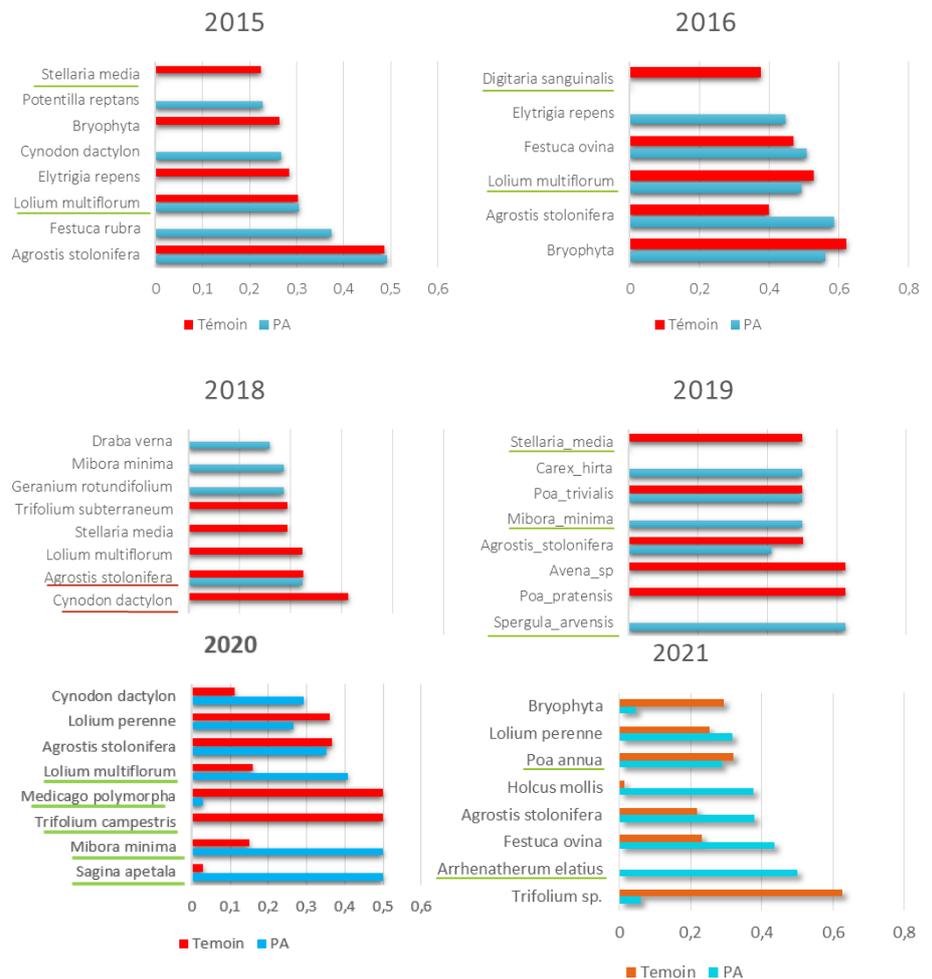


Figure 21 : Evolution des recouvrements des espèces majoritaires

2.3.2.8. Évolution des notes agro-écosystémiques

Une note agro-écosystémique (AE) a été mise en place afin d'établir un bilan des bénéfiques et limites associés au couvert végétal. Cette note AE se base sur les caractéristiques des quinze espèces majoritaires d'un relevé floristique d'une parcelle. Elle renseigne les restitutions organiques et azotées, l'effet décompactant, le potentiel concurrentiel, la hauteur dérangeante, les bénéfiques apportés aux pollinisateurs et la diversité floristique du couvert. Elle a pour but de donner une évaluation simple et vulgarisée de l'état des couverts végétaux afin de permettre aux viticulteurs de reconcevoir plus facilement leurs pratiques de gestions. Cette note a été améliorée lors de formations données auprès de viticulteurs.

Les notes AE ont été calculées sur l'ensemble des parcelles (Annexe 5). Les moyennes de ces notes (Tableau 7) montrent qu'en 2021, les couverts végétaux des parcelles étudiées étaient plus favorables aux restitutions organiques et azotées et possédaient une plus grande richesse spécifique qu'en 2018 sur les IRE des modalités « PA » en hiver.

Tableau 7 : Notes AE moyennes sur les 12 parcelles de VERTIGO en 2018 et en 2021

	Hauteur non dérangeante (/30)	Favorable aux restitutions organiques (/30)	Favorable aux apports d'azote (/20)	À effet décompactant (/20)	Peu concurrent (/30)	Favorable aux pollinisateurs (/20)	Grande richesse spécifique (/20)
Moyenne 2018	24,4	18,2	12,3	13,8	16,9	12,6	9,0
Moyenne 2021	22,8	18,5	13,9	13,5	16,9	11,6	10,7

Toutefois les résultats des moyennes des notes AE de 2018 et 2021 restent uniquement indicatifs étant donné que chacune des 12 parcelles possèdent leurs propres problématiques. Par conséquent, les résultats d'une seule parcelle, ceux de NAUJAN, sont présentés plus en détails et permettent de rendre compte de l'évolution des couverts végétaux entre 2018 et 2021.

En 2021 (Figure 22), la hauteur du couvert est plus dérangeante et apporte moins d'azote qu'en 2018. Néanmoins, la hauteur du couvert est un paramètre facilement contrôlable afin de limiter la gêne occasionnée auprès du personnel. De même, des légumineuses (espèces apportant de l'azote dans le sol) peuvent être semées dans les IRT et améliorer les apports azotés dans l'ensemble du sol de la parcelle. Le couvert végétal est autant favorable aux pollinisateurs en 2018 qu'en 2021. En revanche, la richesse spécifique, les restitutions organiques et l'effet décompactant du couvert végétal sont plus élevés en 2021 qu'en 2018. Le couvert est également moins concurrent en 2021 qu'en 2018.

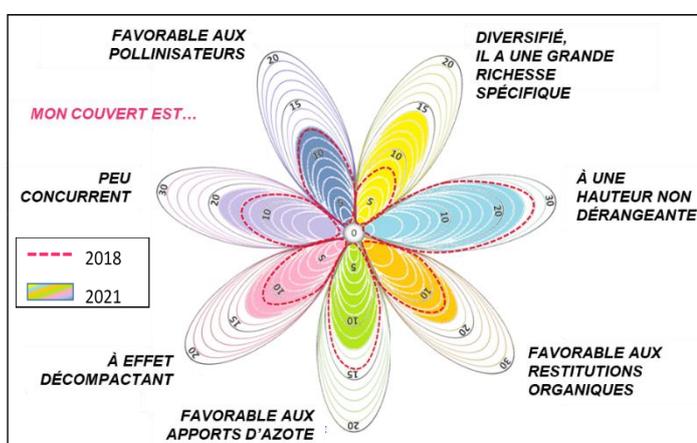


Figure 22 : Représentation vulgarisée de la note AE sur la parcelle NAUJAN : évolution de 2018 à 2021

Les pratiques culturales mises en place sur la modalité « PA » sont des tontes moins fréquentes et moins rases ce qui permet une diversification des espèces vivaces au profit des annuelles. Cette gestion extensive favorise des espèces moins concurrentielles avec un système racinaire plus décompactant.

2.3.2.9. Bilan

Les inventaires floristiques réalisés sur 6 années montrent que le nombre d'espèces floristiques différentes en viticulture reste important (253 espèces différentes). Cette richesse d'espèces (RS) se compose toujours d'un groupe numériquement important d'espèces qui sont présentes de façon localisée (**espèces spécialistes**) et d'un groupe plus restreint d'espèces présentes sur presque l'ensemble des relevés (**espèces généralistes**), qui tend à se réduire.

L'analyse des traits biologiques des espèces met en évidence l'installation d'un **cycle très lié aux pratiques de gestion de l'enherbement**.

- en 2015 et 2016, les inter-rangs enherbés depuis 3-4 ans minimum indiquent une **richesse spécifique maximale** avec une proportion d'espèces vivaces et/ou compétitrices importante.
- en 2018 et 2019 suite à l'inversion entre IRE et IRT, le couvert bénéficie de l'influence des engrais verts présents les années précédentes et du travail du sol régulier pour rajeunir les couvertures végétales en place. Les **espèces pionnières** adaptées aux milieux perturbés (rudérales) s'installent dans un premier temps, c'est pourquoi la RS est en baisse en lien avec la perte d'espèces vivaces autant sur la partie « PA » que « Témoin ». Cette observation met l'accent sur l'impact important du travail du sol sur les cortèges floristiques et en particulier sur les espèces vivaces. Les résultats obtenus à travers le recouvrement des

espèces vont également dans ce sens avec en 2018 une année après le travail du sol une majorité d'espèces annuelles puis le retour des espèces vivaces en 2019.

- en 2020 et 2021, on retrouve une composition floristique similaire à celle présente en 2015/16 : grande richesse spécifique et retour des **espèces vivaces** qui profitent d'une absence prolongée de perturbations. Par ailleurs les espèces sous protection s'expriment avec parfois des recouvrements élevés. Les relevés des années suivantes permettront d'observer si cette tendance se confirme.

La réalisation de l'indice de Sorensen permet de voir une faible similarité des espèces entre les inventaires tant sur les modalités IRE, IRT que R. Cette **hétérogénéité des espèces** résulte de la diversité des parcelles étudiées. En effet, elles possèdent chacune un type de sol, un paysage et un climat qui leur sont propres et qui sélectionnent certains types d'espèces. À partir de 2020, on observe davantage **d'espèces rares et protégées**. Les pratiques alternatives (engrais verts, fauches tardives des ENM) mises en œuvre ne semblent pas favoriser une plus grande diversité d'espèces (différence « PA » vs « Témoin » seulement en 2020) mais en 2019 et 2020, on observe une baisse des vivaces tant sur leur nombre que sur leur fréquence d'occurrence sur les relevés ou sur leur taux de recouvrement au sein des parcelles. En 2021, la proportion de vivaces est également plus faible que celle des annuelles sur la modalité « PA » contrairement à « Témoin ».

Les résultats des notes agro-écosystémiques mettent en évidence une amélioration du couvert végétal entre 2018 et 2021, notamment avec baisse de concurrence envers la vigne.

Toutefois, au cours des années les pratiques de gestion de « Témoin » sont devenues de moins en moins intensives et tendent à se rapprocher de celles de « PA ». Par conséquent, l'écart entre « PA » et « Témoin » se referme petit à petit au fil des ans, ce qui réduit les différences entre les résultats flore de « PA » et de « Témoin ».

2.3.3. Etude de la diversité floristique et de ses traits fonctionnels

2.3.3.1. Etude de la diversité floristique

Stage de Maude ANGAUD sur la caractérisation de la flore adventice en viticulture :

Importance du paysage, du pédo-climat et des pratiques agricoles dans la structuration des communautés. Mémoire disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I.

2.3.3.2. Etude des traits fonctionnels

Stage de Cécile BLANCHET portant sur comment les traits des espèces floristiques peuvent renseigner sur les pratiques de gestion des sols en viticulture. Mémoire disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I.

2.3.4. Elaboration de l'OAD GARANCE / diagnostic agronomique

L'outil **GARANCE** est un Guide d'Aide à la Reconnaissance des Adventices en Nouvelle-Aquitaine et Conseils pour la gestion des Enherbements. Cet outil est principalement destiné aux viticulteurs, aux conseillers et aux techniciens viticoles. Il doit permettre à un public non expert d'identifier la flore présente en vignes.

Constitué d'une **clé de détermination** simplifiée, interactive et numérique, GARANCE accompagne l'utilisateur dans la détermination de l'espèce qu'il rencontre. Cet outil d'aide à la décision (OAD) permet ainsi de différencier les espèces dont les caractéristiques morphologiques sont proches.

Une fois l'espèce déterminée, l'utilisateur aboutit à sa **fiche** associée, qui détaille :

- Ses caractéristiques morphologiques pour confirmer l'identification
- Ses traits biologiques et écologiques pour comprendre les potentiels et limites de l'espèce
- Une catégorie Conseils/Expertise et une note associée pour obtenir des **conseils de gestion**

Différents stages ont été conduits pour le développer :

- Stage de Marie FERRAGUT en 2019 (Mémoire disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I) :
 - o Développement de **2 clés de détermination** (graminées / dicotylédones) automatisées pour une identification des espèces simplifiée sur le terrain

- Création d'un ensemble de fiches faisant le recueil des caractéristiques biologiques et écologiques de chaque espèce pour apporter un conseil de gestion via ses pratiques culturales.
- Stage d'Estelle DOMINIQUE BARROSO en 2020 (Mémoire disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I) : création d'une [vidéo tutoriel](#) pour accompagner à l'utilisation de l'outil.
- Stage de Cyriane PERRET en 2021 (Annexe 6) :
 - Développement d'une nouvelle clé pour les espèces dicotylédones au **stade plantule**/ en l'absence de fleurs facilitant la reconnaissance en toute saison
 - Développement d'une **note agroécosystémique** dressant un bilan détaillé des bénéfiques et limites associés au couvert végétal : restitutions organiques et azotés, effet décompactant, potentiel concurrentiel, hauteur dérangeante, etc.

Actuellement au format PDF interactif, les **perspectives** sont de développer l'outil en application numérique afin d'offrir des fonctionnalités nouvelles :

- Identification des espèces via une navigation dans la clé de détermination plus intuitive
- Saisie d'un relevé floristique complet
- Calcul automatisé de la note agroécosystémique pour aboutir au diagnostic floristique et orienter sur des pratiques durables de gestion des sols.

L'étude des cortèges floristiques de l'enherbement spontané indique des variations dépendantes :

- des pratiques : sélection de traits biologiques et écologiques selon le mode de gestion des sols
- des millésimes : évolution des communautés en lien avec la climatologie de l'année.

A travers la partie suivante, l'étude de la biodiversité faunistique est réalisée pour la mettre en relation avec le développement des couverts végétaux (spontanés et semés).

2.4. Suivis biodiversité / Petite faune auxiliaire (OP2-A2.5)

Le projet AGRIFAUNE s'appuie sur 6 parcelles du réseau VERTIGO pour mesurer l'impact de la présence de couverts végétaux en inter-rangs viticoles sur l'attraction de la faune auxiliaire. Ces auxiliaires sont prédateurs de nombreux ravageurs de la vigne (cicadelles, tordeuses, cochenilles). Les sites inventoriés sont LIST, STML, MONT, GARD, NAUJ et COUT.

Trois systèmes de piégeage sont utilisés :

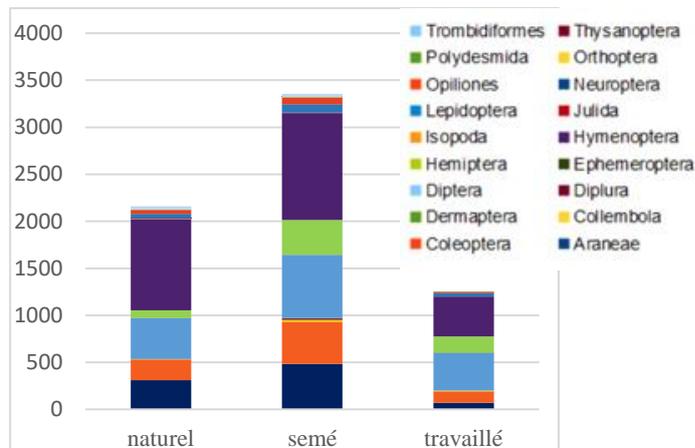
- pots barber pour les AUXILIAIRES RAMPANTS (carabes, araignées, staphylins...)
- pièges cornets pour les AUXILIAIRES VOLANTS (hyménoptères parasitoïdes, syrphes, coccinelles...)
- filet fauchoir pour capturer les auxiliaires présents dans la strate herbacée.

La période d'échantillonnage a été revue en 2021 pour couvrir les périodes de développement et de floraison des couverts semés. La collecte des individus est réalisée sur 3 à 4 périodes et est suivie d'une identification à la famille et/ou à l'espèce.

Année	2020	2021
Période d'échantillonnage	début juin à début août	mi-avril à mi-juillet
Nombre total d'insectes capturés	6770	6284

Les résultats ont pu mettre en évidence que les données se répartissent selon 3 groupes distincts selon le système de piégeage. Les pièges sont donc adaptés et complémentaires pour récolter un panel d'insectes d'ordres diversifiés.

2.4.1. Abondance et diversité selon les différents enherbements inter rang (naturel, semé ou travaillé) – en 2020



Sur l'ensemble des parcelles (Figure 23), malgré la représentation graphique encourageante, il n'y a pas de différences significatives d'abondance entre les 3 modalités de couverture des sols (enherbement naturel, enherbement semé et sol travaillé).

Le test de kruskal-wallis donne une p-value > 0,05.

Figure 23 : Somme des individus récoltés selon le mode de gestion des sols

Concernant la diversité, l'indice de Shannon a été déterminé (Tableau 8). Il permet d'exprimer la diversité spécifique d'un peuplement étudié en prenant en compte la répartition des espèces.

Tableau 8 : Indice de Shannon selon le mode de gestion des sols

Type de couvert	Naturel	Semé	Travaillé
H'	1,5757	1,5380	1,4901

L'indice de Shannon présente une différence significative selon le type de couvert, toutes parcelles confondues (p-value < 0,05).

Le couvert en inter-rang « naturel » apporte une diversité plus importante que les autres couverts, bien que la richesse spécifique soit plus forte dans le couvert semé.

2.4.2. Abondance et diversité selon les modalités Pratiques alternatives (PA) et Témoin (T) pour chaque parcelle – en 2021

A l'échelle de l'ensemble des parcelles (Figure 10), il n'y a pas de différences significatives entre les modalités expérimentale et témoin en ce qui concerne l'abondance et la diversité (p value > 0.05). Les graphiques ci-dessous permettent de détailler ces 2 indicateurs à l'échelle de chaque parcelle.

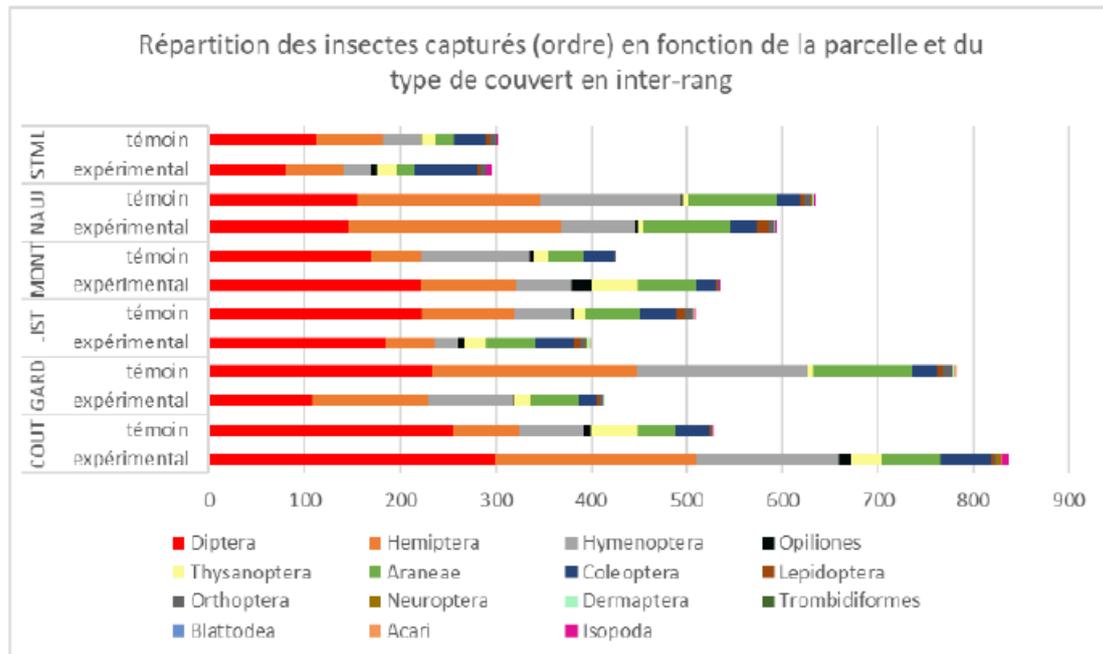


Figure 10 : Représentation graphique du nombre d'insectes capturés (différencié par ordre) en fonction de la parcelle et du type d'inter-rang. p-values des tests de Kruskal Wallis par parcelle : COUT : 0,1656, GARD : 0,1484 LIST : 0,2362 MONT : 0,1088 NAUJ : 0,2662, STML : 0.173, n= 14

- ✓ Il n'y a pas de différences significatives d'abondance entre les modalités expérimentale et témoin.
- ✓ Le test de Kruskal-Wallis donne une p-value > 0.05.

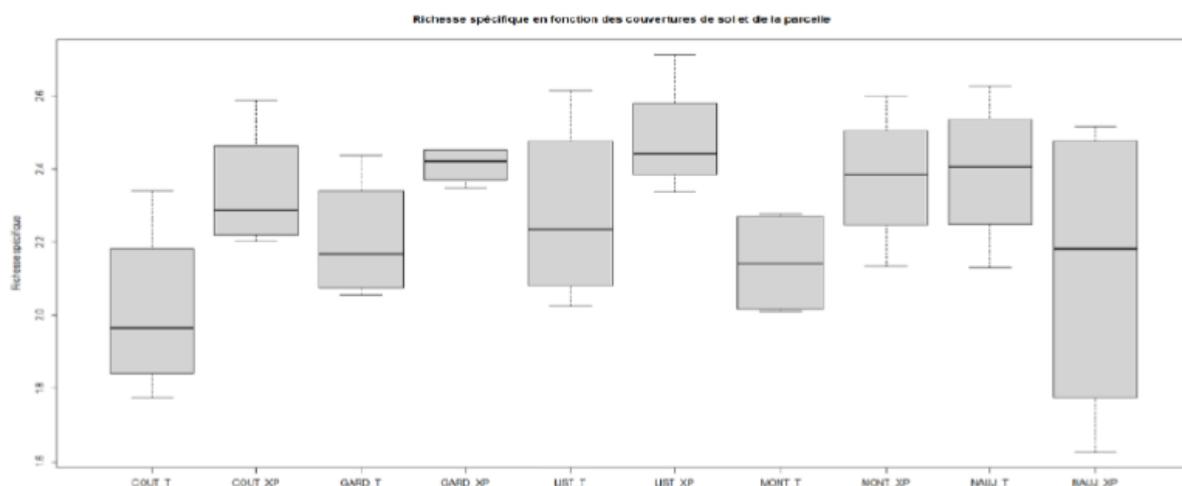


Figure 11 : Boxplots des richesses spécifiques calculés en fonction de la parcelle et du type d'inter-rangs. p-values des tests de Wilcoxon par parcelle : COUT : 0,2 GARD : 0,1143 LIST : 0,2 MONT : 0,1143 NAUJ : 0,4857, n=4

- ✓ Il n'y a pas de différences significatives de diversité entre les modalités expérimentales et témoin selon la parcelle (Figure 11).
- ✓ Le test de Wilcoxon donne une p-value > 0.05.
- ✓ Une tendance de richesse spécifique plus élevée en expérimental qu'en témoin est cependant à noter pour les parcelles COUT, GARD et MONT.

Les différences inter-sites peuvent s'expliquer par la gestion des couverts : Ex. : Enherbement naturel en inter-rang T parfois plus fourni floristiquement que l'enherbement inter-rang PA semé. Par ailleurs, les contextes paysagers sont variés (présence/absence d'éléments arborés à proximité des parcelles, cultures...).

2.4.3. Analyse de la distribution des familles d'insectes selon la parcelle : Analyse Factorielle des Correspondances

Une analyse Factorielle des Correspondances a été conduite pour répondre à la question : Des parcelles se distinguent-elles par une distribution de familles d'insectes? : Figure 24.

- ✓ Plus la famille est proche de la parcelle sur la projection plus elle y est retrouvée.
- ✓ On observe **61 familles communes à au moins 2 parcelles**.
- ✓ Lorsque les familles sont projetées directement de la parcelle et non du centre de l'AFC, cela représente les **familles uniques** à la parcelle. On y retrouve notamment quelques **familles d'araignées** et de **ravageurs de cultures** (meloidae, sciaridae).

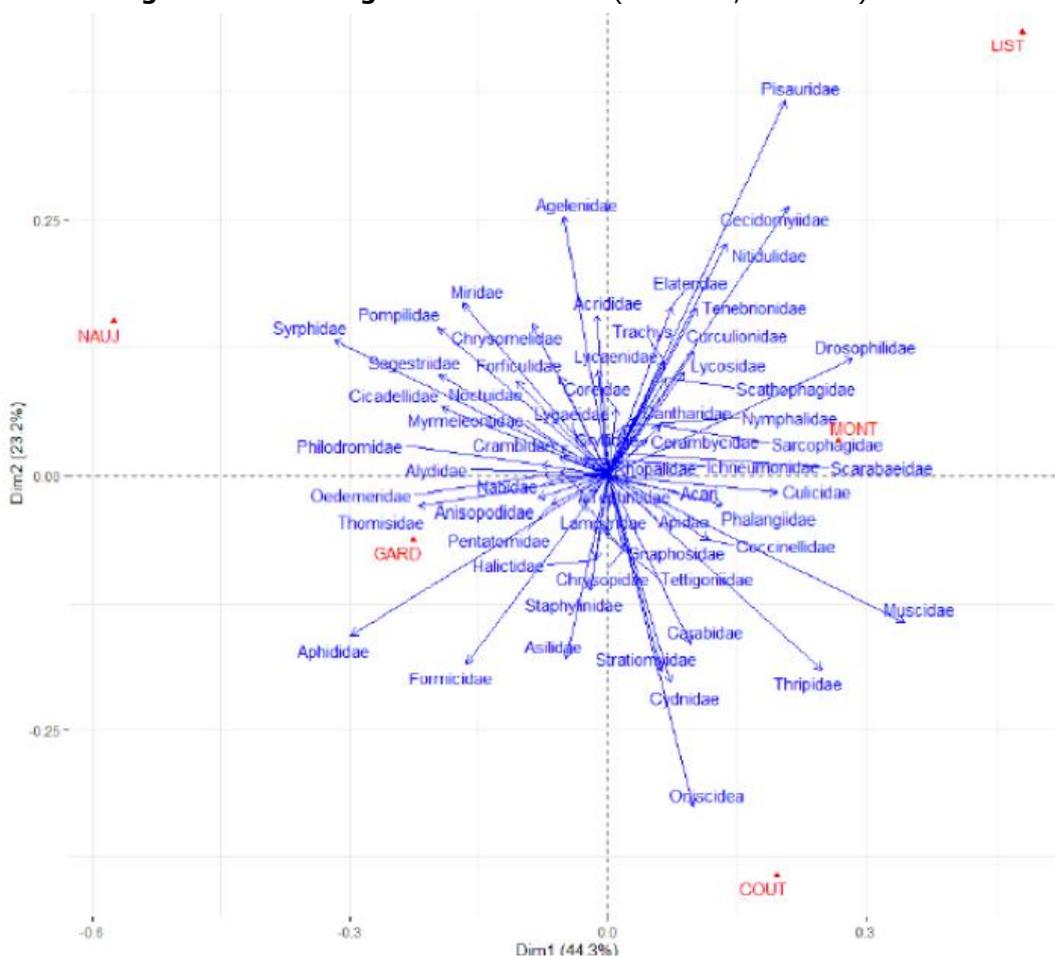


Figure 24 : AFC asymétrique de la distribution des familles d'insectes communes aux parcelles

- ✓ Certains individus de familles **d'auxiliaires de cultures** sont retrouvés sur certaines parcelles, il s'agit de :
 - Les **Syrphidae** pour NAUJ
 - Les **Thomsidae** pour GARD
 - Les **Carabidae** pour COUT

2.4.4. Répartition des parcelles selon l'occupation du sol associée

Une analyse paysagère a été conduite grâce à un travail de cartographie qui a permis de mettre en évidence l'occupation du sol autour des sites. **Les variables paysagères à 250 mètres** autour de chaque site ont été inventoriées pour identifier des groupes de parcelles.

Une Analyse en Composantes Principales a été réalisée sur ces variables paysagères : Figure 25.

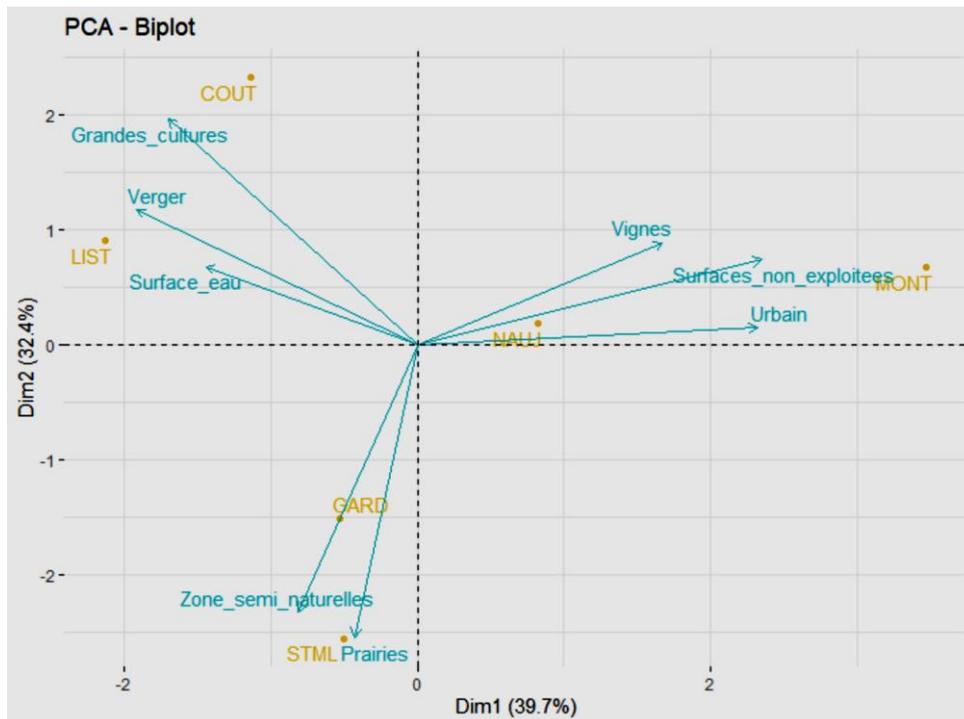
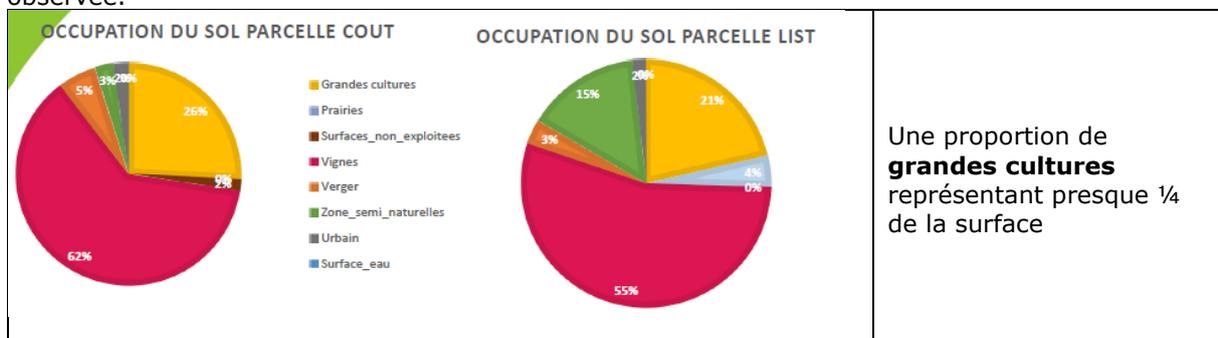


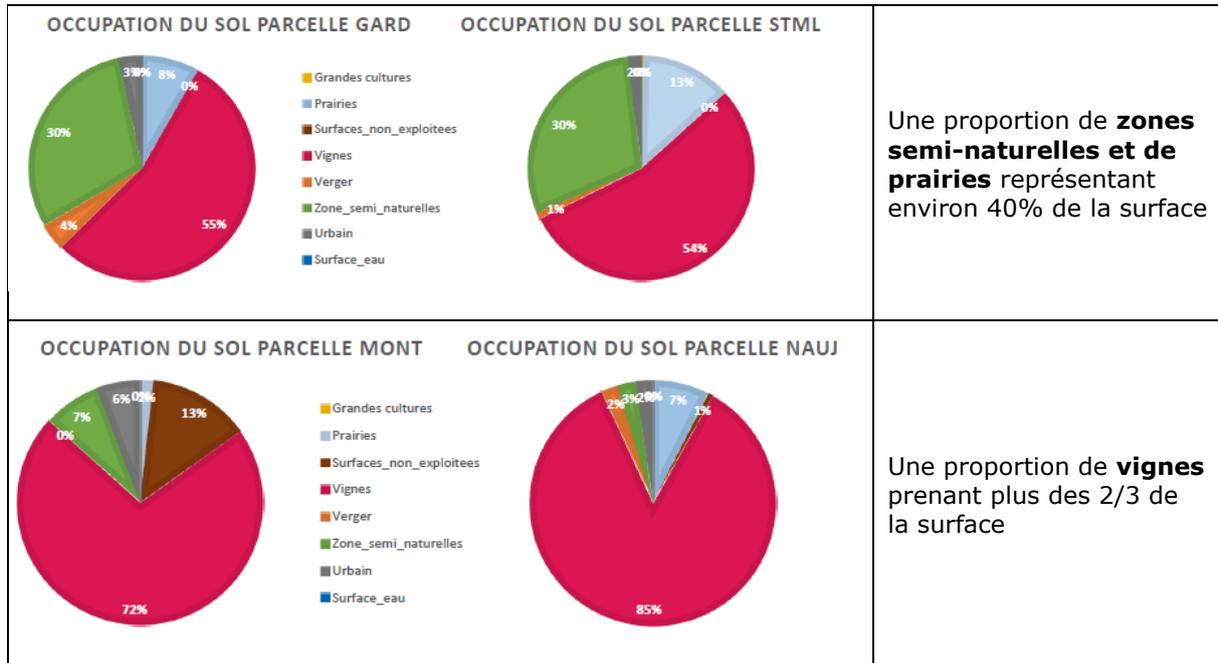
Figure 25 : ACP représentant la répartition des parcelles selon l'occupation du sol associé

- L'axe 1 est fortement structuré par les **Surfaces Non Exploitées (SNE) et les zones urbaines** à plus de 60%.
- L'axe 2 quant à lui est structuré par les **prairies et les zones semi-naturelles** à plus de 60%.

3 groupes de parcelles aux typologies différentes se distinguent de cette étude.

Ces profils d'occupation des sols sont à mettre en lien avec la répartition de la faune auxiliaire observée.





2.4.5. Lien Faune auxiliaire / Flore

Afin de mettre en évidence un lien entre la flore et la petite faune auxiliaire, le nombre d'espèces floristiques différentes et le nombre de taxons différents de la faune auxiliaire par parcelle ont été mis en évidence pour l'année 2021 : Figure 26.

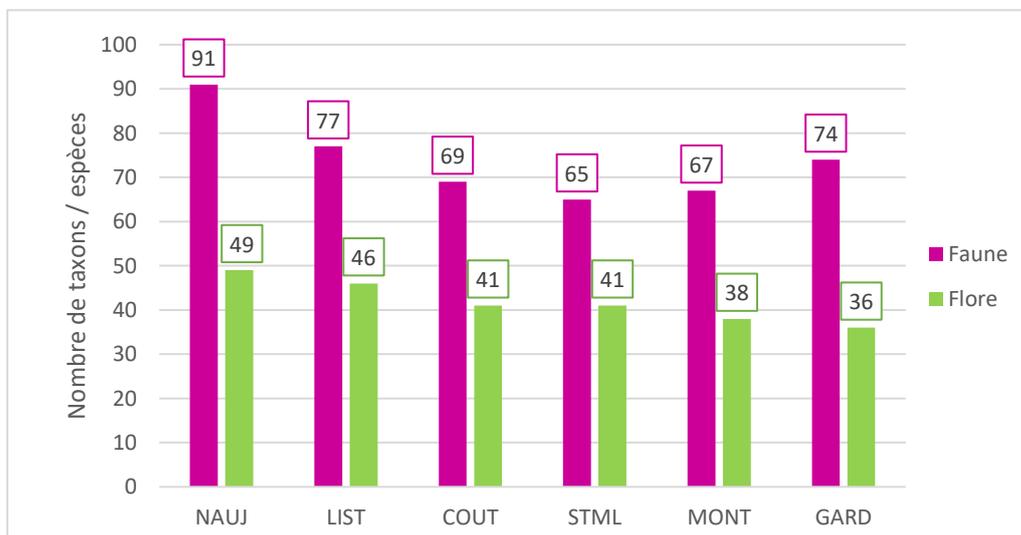


Figure 26 : Graphique comparatif de la diversité floristique et faunistique de 2021

*seule la richesse spécifique de la flore en été a été prise en compte étant donné que les relevés faunistiques auxiliaires ont eu lieu en mi-Avril/mi-Juillet.

La tendance des résultats montre que la diversité floristique est liée à celle faunistique. Lorsque la diversité floristique est plus faible, la diversité faunistique l'est également (à l'exception des parcelles « MONTAGNE » et « GARDEGAN »). Ainsi, une grande diversité floristique serait propice à la faune auxiliaire. En effet, elle permettrait d'abriter une faune plus nombreuse et plus diversifiée.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 44 / 89

Les ressources fournies par l'enherbement intra-parcellaire ne sont pas les seules à prendre en compte pour le développement de la faune auxiliaire : comme vu précédemment, le contexte paysager est déterminant. La présence d'IAE comme les haies et les forêts explique aussi cette variabilité inter-parcellaire.

Afin de confirmer ces résultats, il serait intéressant de réaliser une comparaison des indices de biodiversité entre la flore et la faune. Prendre en compte la période de floraison, le recouvrement du sol (sur sols enherbés / travaillés / semés) et la hauteur d'enherbement serait également pertinent. Ces paramètres permettraient d'avoir une idée de l'impact de la qualité du couvert sur la présence de la faune auxiliaire. De même, la mise en relation des familles botaniques et des familles d'arthropodes serait judicieuse pour mettre en évidence un lien entre la faune et la flore.

La diversité et l'abondance de la faune auxiliaire ne présentent pas de différence selon le type de couvert. Les sites d'étude sont très divers par leur contexte paysager et l'occupation des sols, ce qui aboutit à des niveaux d'abri des auxiliaires également variés.
On note une tendance concernant le lien entre diversité floristique et diversité faunistique. Le niveau de floribondité et de biomasse des couverts, qu'ils soient naturels ou semés, sont également à relier à ces indicateurs faune auxiliaire.
Suite à l'étude des couverts naturels, la partie suivante expose les résultats concernant les couverts semés temporaires (engrais verts).

2.5. Gestion des couverts semés (engrais verts) (OP1 – A1.2)

2.5.1. Choix des espèces

Sur les 12 parcelles, le choix des espèces à implanter a été déterminé à partir du diagnostic agronomique réalisé sur chacune des parcelles (Annexe 1).

Le Tableau 9 permet de faire le bilan par parcelle du rendement (Faible / Correct) et des caractéristiques des sols. Ainsi on peut voir les différences de texture qui vont de sols lourds à forte capacité de rétention en eau (A = argiles) à des sols très filtrants (S = sables) en passant par des sols plus intermédiaires (AS = argilo-sableux, SA = sablo argileux, SL = sablo-limoneux, LS = limono-sableux, LAS = limono-argilo-sableux).

Les couleurs renseignent par indicateur :

- IB= Indice de Battance (Non Battant à Très Battant)
- IT = Indice de Tassement (Très faible à Très important)
- MO% = pourcentage de Matières Organiques (Très Faible à Très Elevée)
- C/N = rapport carbone-azote (Très Faible à Très Elevé)
- pHeau (Acide à Basique)

Elles indiquent si la situation est favorable (blanc) ou non (rouge foncé). Elles alertent également sur la nécessité d'intervenir via les pratiques de gestion durable des sols.

Tableau 9 : Caractéristiques agronomiques et pédologiques des 12 parcelles VERTIGO II

PARCELLE	VIGNE	SOLS					
	RENDEMENT	TEXTURE	IB	IT	MO%	C/N	pHeau
BRIE	F	LAS	NB	Timp	F	F	N-
CORM	F	S	NB	Fa	TE	N	N-
COURP	C	LAS	NB	Imp	N	N	A++
COUT	F	SL	TB	Fa	TF	TF	A+
GARD	F	A	NB	Imp	TF	F	B+
LABR	F	SA	NB	Tfa	N	TE	A+
LIST	F	AS	NB	Tfa	F	N	B+
LTB	F	S	NB	Tfa	TE	E	N
MONT	F	SL	NB	Imp	N	N	N
NAUJ	F	LAS	NB	Timp	N	N	N
STEM	F	S		Fa	N	N	B
STML	F	A	NB	Fa	TF	F	B+

Globalement, la grande majorité de ces parcelles se caractérise par des rendements inférieurs aux objectifs de production. Au niveau des sols, la plupart des parcelles présentent des teneurs en matières organiques faibles à très faibles, qui accentuent les problématiques de tassement ou de battance, notamment sur les sols sensibles à ces phénomènes de dégradation. Enfin certaines d'entre elles possèdent un pHeau déséquilibré ce qui peut entraîner des problèmes d'assimilation des nutriments mais aussi bloquer l'activité biologique.

Ces caractéristiques communes à la plupart des parcelles ont orienté les choix de semences vers des mélanges à base de graminées et de légumineuses.

- Les **graminées** (avoine, orge, seigle...) sont utilisées sur l'ensemble des semis. Ces espèces fournissent une biomasse importante, humifère et permettent une bonne structuration du sol en surface par le système racinaire fasciculé. Ces bénéfiques sont recherchés sur l'ensemble des parcelles des réseaux où les sols sont pauvres en matières organiques, déstructurés et ne permettent pas de tamponner les aléas climatiques. Elles sont également utilisées pour assainir les parcelles confrontées à des problèmes d'hydromorphie ou bien pour limiter le développement d'adventices problématiques comme le chiendent rampant.

- Les **légumineuses** (trèfle, vesce, féverole, pois...) via leurs nodosités captent l'azote atmosphérique et le restituent au sol. Ces espèces sont privilégiées lorsque rendements et vigueur sont inférieurs aux objectifs de production de l'exploitant, ou bien sur des problématiques de déficit en azote assimilable dans les moûts. Tout comme les graminées, elles peuvent également limiter le développement d'adventices problématiques via leur faculté à former des tapis denses de végétation (notamment les trèfles).

- Les **crucifères** (radis, moutarde...) mobilisent le soufre présent dans les sols et le mettent à disposition en surface, créant un léger effet acidifiant. Ces espèces ont donc été ajoutées aux mélanges graminées / légumineuses implantés sur les sols basiques (B à B+), afin d'améliorer l'assimilation des éléments nutritifs par la vigne. Elles favorisent également les mécanismes de défense contre les ravageurs (champignons, nématodes...) et la décompaction des sols en profondeur par leur racine pivotante.

Pour les semis, les mélanges d'espèces ont été privilégiés au monocouvert afin d'assurer le développement des engrais verts et d'optimiser les bénéfiques (Tableau 10).

Tableau 10 : Choix des espèces et de la dose réelle semée en 2020 en fonction des caractéristiques agronomiques et pédologiques des parcelles VERTIGO 2

PARCELLE	VIGNE	SOLS						ENGRAIS VERTS														DOSE SEMIS (kg/ha) 2020							
	RENDEMENT	TEXTURE	IB	IT	MO%	C/N	pHeau	Avoine rude	Seigle multicaule	Vesce commune d'hiver	Vesce érigée	Vesce velue	Vesce de Narbonne	Trèfle incarnat	Trèfle de Perse	Trèfle d'Alexandrie	Trèfle de Micheli	Trèfle squarrosus	Trèfle flèche	Trèfle balansa	Pois fourrager	Colza	Navette fourragère	Moutarde d'abyssinie	Moutarde blanche	Radis fourrager	Prévue	Réelle	
BRIE	F	LAS	NB	Timp	F	F	N-	44%						20%	10%	20%	6%											100	102
CORM	F	S	NB	Fa	TE	N	N-	70%						18%	9%		3%											102	97
COURP	C	LAS	NB	Imp	N	N	A++	70%						18%	9%		3%											102	86
COUT	F	SL	TB	Fa	TF	TF	A+	50%										25%										120	132
GARD	F	A	NB	Imp	TF	F	B+	40%		15%								40%						5%				175	175
LABR	F	SA	NB	Tfa	N	TE	A+		60%	30%				10%														125	146
LIST	F	AS	NB	Tfa	F	N	B+	70%						10%				12%	4%	4%								85	91
LTB	F	S	NB	Tfa	TE	E	N	24%				5%	42%	25%													4%	80	76
MONT	F	SL	NB	Imp	N	N	N	38%	42%			10%		10%														100	120
NAUJ	F	LAS	NB	Timp	N	N	N	69%						10%				12%	4%	4%				2%				87	95
STEM	F	S		Fa	N	N	B	36%		34%	16%	8%											2%		4%			75	67
STML	F	A	NB	Fa	TF	F	B+	47%						16%				19%	6%	6%					6%			128	221

D'une manière générale, les doses de semis sont régulièrement plus importantes que celles couramment préconisées, afin d'assurer la réussite des couverts notamment dans le cadre de semis tardifs (mi-octobre) ou bien de première implantation. Les sols étant globalement assez pauvres en matières organiques et plus ou moins déstructurés, ce sur-dosage s'est avéré nécessaire pour optimiser l'installation des couverts.

En 2020, 33% des semis ont eu lieu avant vendanges étant donné la précocité de ces dernières, mais 11 parcelles sur 12 ont été semées avant fin septembre dans des fenêtres climatiques favorables à la germination des graines.

2.5.1. Développement des couverts

Le suivi du développement des engrais verts est assuré par un passage régulier sur les parcelles (toutes les 2 à 3 semaines), à partir du mois d'avril, afin d'évaluer la hauteur, le recouvrement et le stage végétatif des espèces (Fiche de suivi en annexe 7).

Depuis 2013, cette démarche est également mise en œuvre pour suivre le développement des couverts naturels, dans le but d'inciter les viticulteurs à une gestion plus « extensive » de ces couverts, basée sur une réduction du nombre de tontes et de hauteur de coupe, notamment en début de saison. Cette démarche a pour objectif de limiter le nombre d'interventions mécanisées (diminution des risques de tassement et de la consommation de carburant), mais également de favoriser l'expression de la biodiversité floristique (limitation de la sélection par tontes régulières) et limiter le caractère concurrentiel des couverts par phénomènes de surcompensation.

A chaque passage, les viticulteurs décrivent les problématiques perçues par rapport au développement des couverts, selon une grille de notation normalisée : risques de gelées, risques

phytosanitaires pour la vigne, risques de concurrence hydro-azotée, gêne pour le passage des engins/outils, gêne pour le passage du personnel, prolifération des couverts (grenaison), floraison des espèces mellifères, aspects esthétiques, ... Le déclenchement des interventions (dates et modalités) est déterminé en fonction de ces perceptions et de l'avis des expérimentateurs. Le développement des couverts est illustré en Figure 27.

Avril 2021
Début de
saison



Mai 2021
Avant
destruction



Mai 2021
Après
destruction



Figure 27 : Développement du couvert semé sur la parcelle COURP aux différents stades de son développement

Juin 2021
Après
destruction



Cette démarche de conception participative des itinéraires techniques vise à identifier les freins à l'évolution des pratiques de gestion des couverts et à déterminer les indicateurs de pilotage et les règles de décision pertinents, en fonction notamment de l'évolution de la trajectoire climatique du millésime.

Les résultats obtenus au cours des dernières années montrent que les viticulteurs craignent souvent le gel ou les maladies en début de saison, dans des cas où les risques ne sont pas vraiment avérés. Plus tard, en saison, c'est essentiellement l'aspect esthétique, et l'image renvoyée aux pairs, qui constitue le principal frein, psychologique, à une gestion plus extensive des couverts naturels en particulier.

FOCUS 2020-2021 :

Le millésime 2021 a été marqué par des épisodes de gel printanier ainsi qu'une forte pluviométrie estivale. Malgré les risques de gel, les couverts n'ont pas été détruits permettant ainsi d'évaluer la répercussion sur la vigne (cf partie 2.7). Par ailleurs la forte pluviométrie a favorisé la levée des adventices malgré la formation d'un mulch dense pour une majorité des parcelles. Enfin, en raison de ces conditions climatiques particulières, les couverts détruits par la méthode de roulage se sont relevés et ont donc nécessité un second passage.

2.5.2. Evaluation restitution : Méthode MERCI

La biomasse et les éléments minéraux restitués par les engrais verts sont fonction des espèces sélectionnées. L'évaluation de la biomasse fraîche produite par le couvert est une étape indispensable pour évaluer la qualité du futur paillage (mulch) et ses restitutions nutritives (Annexe 8). La [méthode MERCI](#) développée par la CRANA (S. Minette) s'est révélé être un outil idéal pour réaliser cette évaluation. De plus, depuis 2020, la panoplie d'indicateurs calculés par cette méthode s'est étoffée. En effet, il est maintenant possible d'avoir accès à la quantité de matière sèche racinaire produite mais aussi au C/N des matières sèches aériennes et racinaires caractérisant le couvert. Les volets portant sur la restitution du couvert et leur contribution au stockage du carbone dans le sol se sont également renforcés, grâce notamment aux calculs de la dynamique de minéralisation de l'azote (de 30 à 180 jours) et à l'évolution de la MO. Enfin certains seuils ont quelque peu évolué du fait de l'intégration, dans la méthode, de nouvelles références sur les couverts végétaux.

2.5.2.1. Production de biomasse verte

Une fois détruit, le couvert assure un paillage en surface permettant de limiter la reprise des adventices jusqu'au semis suivant. Le mulch ainsi constitué représente en recouvrement jusqu'à 75% de la surface de l'inter-rang. L'effet de maintien de l'humidité du sol a un intérêt particulier au

vu des épisodes de canicule à répétition. De plus, lors de millésimes caractérisés par une forte pluviométrie comme en 2021, ce mulch se révèle être un atout pour limiter les phénomènes d'érosion et de battance. Afin de bénéficier de ces avantages, le mulch se doit d'être conséquent c'est-à-dire issu d'une forte production de biomasse fraîche.

Le Tableau 11 montre une importante disparité au niveau des apports en matière fraîche (MF) (en t/ha) sur l'ensemble des parcelles au cours des sept années de suivi. Cette disparité s'explique par le fait que, malgré une meilleure maîtrise de la technique de semis et une meilleure adéquation entre le choix des semences et le type de sol, la réussite du semis reste millésime dépendante. De plus la date de semis est un facteur prépondérant dans cette réussite. En effet, les semis tardifs limitent la levée de certaines graines notamment les légumineuses.

Tableau 11 : Production de matière fraîche après destruction des engrais verts (t/ha) entre 2015 et 2021

Parcelles	Production de matière fraîche rapportée à 1/3 de la parcelle (t/ha)						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BRIE	6,1	20,5	3,1	10,7	6,0	5,2	6,4
CORM							6,4
COURP							9,3
COUJ	15,3	14,3		11,8	7,4	12,9	8,4
GARD	6,4	14,2	12,1	15,3	17,2	4,4	7,8
LABR		3,5	3,9	12,3	2,5	3,0	3,9
LIST	5,1	2,6		4,3	11,8	5,1	6,7
LTB			4,8	21,5	14,6	9,1	6,1
MONT	9,6	15,6	4,0	7,4	1,2	4,7	4,9
NAUJ	7,7	2,4	5,9	12,3	8,1	10,2	4,9
STEM	3,9	30,3	10,7	1,9	4,0	2,1	0,4
STML	6,9	6,9	3,4	5,2	9,7	6,2	5,6

Deux autres facteurs jouent un rôle important dans la production de biomasse : le choix de la date de destruction et la proportion des espèces développées. Effectivement, une destruction tardive permettra au couvert de maximiser sa production de biomasse, sous réserve de conditions climatiques favorables. Néanmoins attention aux espèces précoces, telle que la moutarde, qui seront en phase de dessèchement et ainsi perdront tout intérêt dans la production de biomasse fraîche à contrario des mélanges de trèfles. Ainsi, une destruction trop précoce du couvert limitera la biomasse produite mais une destruction tardive favorisera un risque de ressemis d'espèces gênantes (moutardes, radis...) dans le cavaillon et une diminution de la biomasse. Pour éviter ce risque de dissémination tout en favorisant une production de matières fraîches, un de nos viticulteurs partenaires a fait le choix, même si cela implique d'ajouter un passage, de faucher les espèces précoces à une hauteur relativement conséquente afin de laisser les espèces plus tardives se développer.

Il est également à noter que certaines espèces contenant de l'eau en grande proportion seront moins intéressantes dans la constitution d'un mulch épais, une fois sèches. La féverole est un exemple typique de ce phénomène, c'est en partie pour cela qu'elle n'est plus utilisée dans les semis du projet.

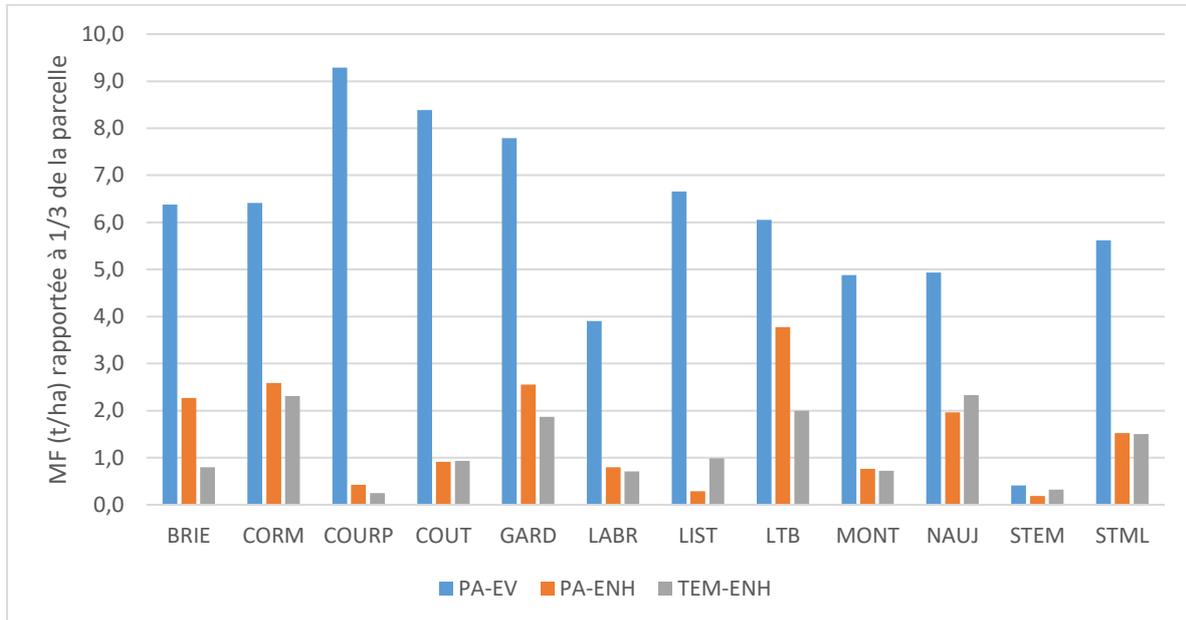


Figure 28 : Biomasse en matière fraîche produite par les couverts semés (T/ha), ramenée à 1/3 de la parcelle (2021)

Afin de bénéficier des différents atouts du mulch, il est nécessaire de produire une quantité de biomasse fraîche importante. La Figure 28 met en évidence l'intérêt des engrais verts vis-à-vis des enherbements naturels pour la production de cette biomasse.

FOCUS Saison 2020-2021 :

D'après la Figure 28, la production de biomasse fraîche est satisfaisante en termes de quantité produite avec une moyenne du réseau égale à **6,2 t/ha de MF**. Deux parcelles ont toutefois une production faible (LABR) voir très faible (STEM).

Concernant la parcelle STEM, ceci est dû à un problème de réglage du semoir lors de l'implantation du couvert. En effet, la distribution des graines ne s'est pas faite de manière homogène sur l'ensemble de la parcelle. Seuls les rangs externes (non suivis) ont bénéficié de la dose préconisée. A propos de la parcelle LABR, cette faible biomasse s'explique en partie par le fait que le semis fût réalisé relativement tardivement (30/09/2020), donc dans une fenêtre climatique moins favorable à une production quantitative de biomasse. De plus, cette parcelle a comme antécédent un retournement d'horizons lors de la plantation. Ainsi l'horizon de surface reste encore peu fertile. Enfin ces deux parcelles se composent en majorité de sols sableux donc dépourvus en matières organiques ce qui limite la formation d'un couvert abondant en biomasse.

Selon la méthode de destruction du couvert par le viticulteur, des mulchs épais ont été créés (notamment par roulage). Leur lente dégradation a pu être constatée lors des suivis agronomiques effectués au cours du reste de la saison. Néanmoins, le millésime 2021 étant caractérisé par une forte pluviométrie estivale, l'effet du mulch sur le développement des adventices s'est révélé difficile. Cet effet reste toutefois à mettre au regard du mode de destruction du couvert et de sa densité. Il est également à noter que les couverts couchés précocement dans la saison à l'aide d'un rouleau se sont fortement relevés, en raison des conditions climatiques, obligeant ainsi à multiplier les passages de roulage.

Ci-dessous, il sera mis en évidence que cette production de biomasse 2021 est également très correcte en termes d'apports et de restitutions nutritionnelles.

2.5.2.2. Apports et restitutions associés aux engrais verts

Les apports et restitutions associés aux engrais verts sont dépendants de la composition du couvert mais aussi de la quantité de chacune des espèces. Par exemple, un couvert composé de légumineuses permet d'augmenter la quantité d'azote disponible pour la vigne à contrario des graminées ou crucifères. Ainsi, il est important de connaître les espèces qui se sont développées à la suite du semis afin d'en déduire au mieux les apports et restitutions.

Suite aux pesées de biomasse réalisée via la méthode MERCI, la Figure 29 a pu être construite afin de représenter la composition de l'engrais verts (en matière sèche) avant sa destruction en 2021. L'histogramme prend notamment en compte la proportion de chaque famille d'espèces issues du mélange mais également les adventices liées au salissement du couvert. Les crucifères n'apparaissent pas sur ce graphique pour deux raisons. La première est que les crucifères semées sont peu productives en biomasse et précoces (moutarde blanche, radis fourrager). Ceci signifie qu'à la date de la pesée du couvert, ces espèces étaient soit arrivées au stade grenaison (faible biomasse) ou bien déjà sèches donc non prise en compte dans la pesée. La seconde raison est que certaines espèces non jamais levées (navette fourragère, moutarde d'Abyssinie) ou bien en très faible quantité, ce qui est principalement lié à la qualité du semis.

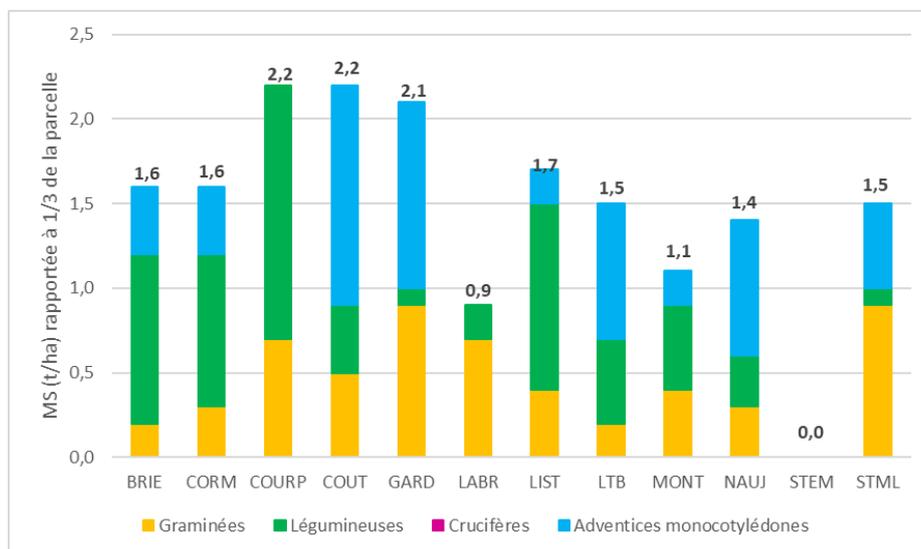


Figure 29 : Biomasse produite par les couverts en matière sèche (T/ha) en 2021, rapportée à 1/3 de la parcelle

Ce graphique met également en évidence le salissement de certains engrais verts par des adventices monocotylédones tels que l'Agrostis stolonifère et la Folle avoine. Ceci est dû à la qualité du semis mais aussi au semoir utilisé. Par exemple, l'engrais verts de la parcelle GARD a été semé en semis direct. Avec ce type de semoir, il est tout de même nécessaire de préparer un minimum le sol avant le semis, notamment lorsque l'enherbement précédent est bien implanté, afin de favoriser au maximum l'implantation de l'engrais verts face aux adventices présentes.

La Figure 30 représente les apports et restitutions en éléments nutritifs (kg/ha) des couverts via la méthode MERCI. Pour rappel les besoins annuels de la vigne pour une production de 40 à 60 hL/ha sont de :

- 30 kg/ha d'azote (N)
- 10 kg/ha de phosphore (P2O5)
- 60 kg/ha de potassium (K2O)

(Delas J. 2000. Fertilisation de la vigne. Ed. Féret.)

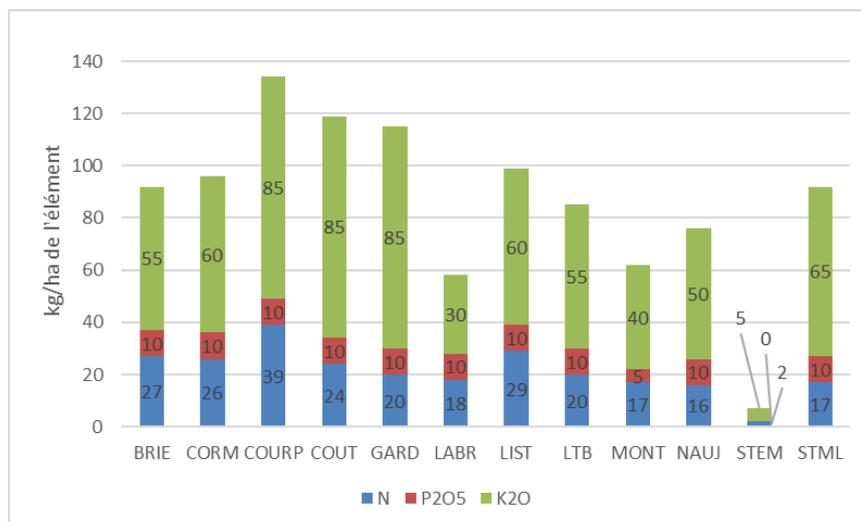


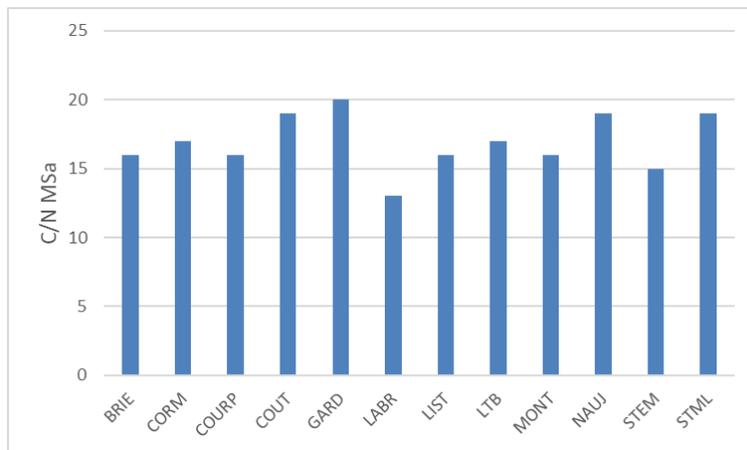
Figure 30 : Restitutions des couverts en éléments nutritifs (kg/ha) estimées par la méthode MERCI (2021)

En Gironde, les rendements moyens autorisés par les différentes appellations varient entre 45 et 55 hL/ha. La Figure 30 met en évidence le fait que les apports et restitutions des engrais verts couvrent une majorité des besoins de la vigne notamment en phosphore et potasse. Concernant l'azote, le besoin n'est pas couvert pour toutes les parcelles. Cependant, les apports étant corrélés à la biomasse produite, les parcelles qui ont d'importants apports d'azote sont celles où les légumineuses se sont bien développées comme COURP ou LIST. Ainsi les couverts les plus performants en termes d'apports et de restitutions sont ceux avec une forte production de biomasse mais aussi un taux de recouvrement des légumineuses important.

Il est à noter également que les sols sableux, peu pourvus en matières organiques (MONT, LABR), limitent encore la formation d'un couvert abondant en biomasse, d'où des restitutions plus faibles. Des interventions moins répétées mais aussi un apport d'entretien en matières organiques avant semis faciliteraient un enracinement plus profond de la vigne et de l'engrais vert.

Une fois le couvert détruit, ces apports et restitutions théoriques ne sont pas tout de suite disponibles pour la vigne. En effet, un laps de temps est nécessaire pour que la minéralisation se produise et rende accessible ces éléments notamment l'azote et le potassium. Ainsi, il n'y a pas d'effet booste/correctif à proprement parlé comme pour les engrais minéraux mais plutôt un effet d'entretien.

Ce laps de temps est fonction de la méthode de destruction utilisée. En effet un broyage, qui plus est fin, accélère la vitesse de dégradation du couvert et donc favorise une disponibilité plus rapide. Cette vitesse reste toutefois dépendante de la date de destruction et de la climatologie. Néanmoins le risque avec la technique d'un broyage fin reste le fait que les nutriments ne soient pas mis à disposition au bon moment, perdus ou profitent aux adventices. Le roulage (via un rouleau type FACA ou un broyeur sans prise de force) est ainsi privilégié sur le réseau VERTIGO 2, lorsque cela est possible. Il favorise l'effet mulch, et tous ses bénéfices, mais aussi une disponibilité des éléments nutritifs sur le long terme et surtout en phase avec les pics de besoins de la vigne (stade petits pois et véraison).



Au-delà de la méthode de destruction, la proportion de chaque famille d'espèce présente dans le couvert mais aussi leur stade phénologique à destruction vont jouer sur la vitesse de dégradation du couvert. Comme le montre la Figure 31, les espèces du couverts ont en moyenne un rapport C/N faible (10-20), ce qui signifie qu'elles se dégradent relativement rapidement comme le lisier, le fumier ou bien encore les fientes à l'inverse du BRP (C/N : 30-40).

Figure 31 : Rapport C/N moyen de la partie aérienne des couverts

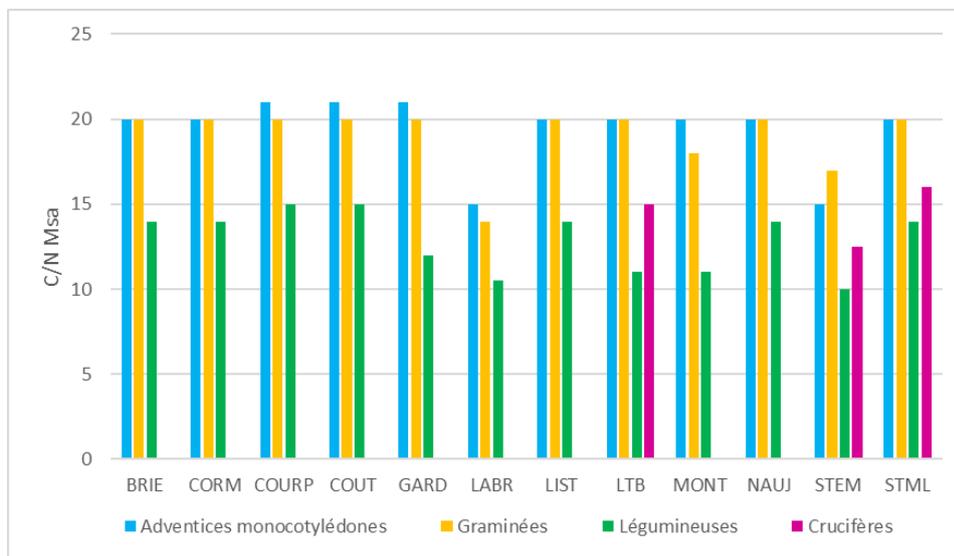


Figure 32 : Contribution des familles d'espèces au rapport C/N moyen des couverts (partie aérienne)

Maintenant à l'échelle du couvert, les légumineuses sont les plus rapides à se décomposer à contrario des graminées en raison de leur composition notamment leur forte teneur en azote (Figure 32). En moyenne, au sein du réseau en 2021, les légumineuses semées avaient un C/N de 12, les crucifères de 14 et les adventices monocotylédones ainsi que les graminées avaient un C/N de 19.

L'état végétatif de ses espèces à destruction est lui aussi important, puisqu'à floraison elles contiennent du sucre et l'hémicellulose tandis qu'à maturité physiologique elles sont proportionnellement plus riches en cellulose, en lignine et donc en carbone. Ainsi selon leur stade, leur décomposition sera plus ou moins rapide et en conséquence leur persistance à l'état humique (matières organiques stables) dans le sol également variable.

Enfin, il est important de noter que la mise à disposition des nutriments ne signifie pas forcément que la vigne pourra les assimiler. En effet, sur des parcelles au pH déséquilibré, ces éléments ne pourront être correctement assimilés. De plus, selon la texture du sol, sa proportion de matières organiques et d'ions Ca^{2+} , les nutriments seront difficilement conservés dans l'horizon de surface pour la vigne. Ainsi, les parcelles comme COUT, COURP, LABR et STEM peuvent rencontrer des difficultés dans cette assimilation.

BILAN :

La mise en place d'engrais verts sur le réseau d'essai chaque année depuis 2013 conduit à une amélioration progressive de la maîtrise des semis au niveau de la sélection des espèces, de la préparation des sols et du choix de densités adaptées. Leur implantation tend à s'optimiser tant sur la couverture au sol que sur la biomasse, assurant un effet nettoyant contre les adventices.

Les différentes observations réalisées au cours de l'implantation, du développement et de la destruction des couverts permettent de mettre en évidence certains facteurs de réussite des engrais verts : précocité des semis (avant vendanges), doses de semis élevées, synergie des espèces en mélanges, importance du roulage après semis...

ZOOM 2021- 2022 :

Pour cette huitième année de projet, en collaboration avec nos semenciers partenaires, les mélanges ont été réadaptés en fonction de nos retours terrains et de leurs nouveautés disponibles. Ainsi, par exemple, au vu de l'absence totale de moutarde d'Abyssinie au cours du développement du semis de cette année, elle a été abandonnée au profit de la moutarde blanche. Une nouvelle espèce va également être testée : le lin. En effet, son système fasciculé et plongeant est un atout majeur pour la restructuration des sols.

Les semis de cette année 2021 ont été globalement réalisés dans des conditions adéquates en raison d'une arrière-saison favorable (chaleur et luminosité). Grâce à un millésime tardif, 8 des 12 parcelles ont pu être semées avant vendanges au cours du mois de septembre. Les semis se sont étalés de début septembre (09/09/2021) à fin octobre (27/10/2021). Certaines d'entre elles ont pu bénéficier de pluies favorables après semis comme BRIE et NAUJ. A contrario, le semis de COURP s'est fait sur un sol peu ressuyé impactant la qualité de l'implantation du couvert via une agglomération de terre sur le rouleau de rappuiement. La parcelle LIST n'a quant à elle pas pu bénéficier de pluies proches du semis ce qui a limité la levée du couvert. De manière générale, les semis sont prometteurs pour assurer une bonne couverture végétale au cours de l'hiver.

Enfin, deux nouveaux semoirs ont été utilisés cette année pour les parcelles STEM et LIST. Celui de STEM est un semoir mécanique VITIVISTA non combiné à un outil de travail du sol. Néanmoins, des griffes ont été passées avant le semis afin de préparer au mieux le lit de semence. Concernant celui de LIST, il été décrit dans la partie 2.2.1.

2.5.3. Etude annexe : Evaluation du potentiel de phytoextraction du cuivre par les couverts semés - le projet EXTRACUIVRE

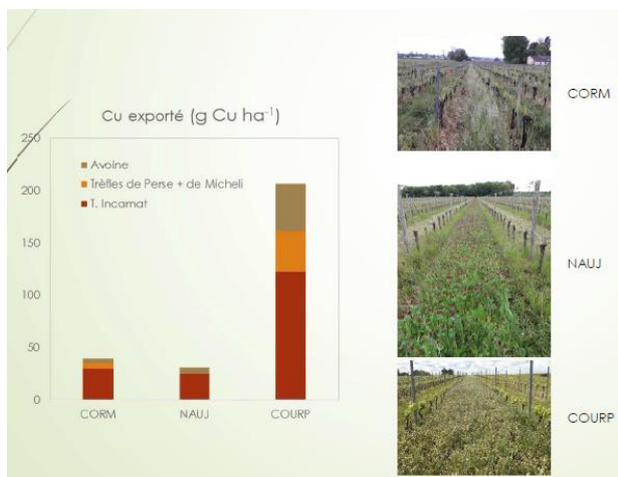
La contamination par le **cuivre** (Cu) des sols altère le fonctionnement et la durabilité des écosystèmes viticoles. Dans l'inter-rang des vignes, la culture de plantes extractrices de Cu (ou **phytoextraction**) est une solution envisageable pour réduire la teneur en Cu des sols viticoles. Cette solution reste pour l'heure peu utilisée en viticulture, notamment car les rendements de phytoextraction de Cu sont trop faibles. Ce projet « EXTRACUIVRE » élabore et teste différents itinéraires de culture simples à même de maximiser la phytoextraction de Cu à la parcelle, basés sur l'utilisation de **plantes accumulatrices** de Cu et sur l'apport au sol de sous-produits agricoles de type « thés de compost ». Ce projet explore également une voie possible de valorisation du couvert végétal enrichi en Cu qu'est l'écocatalyse.

Ce projet fait écho à la priorité de l'AMI 2020 « Des solutions et leviers pour réduire l'usage et l'impact des pratiques de protection du vignoble ». Il propose de tester un mode de remédiation des sols viticoles basé sur l'extraction du cuivre via un couvert spécifique, auquel seront associés un itinéraire de culture et un itinéraire de transformation afin d'en optimiser les performances (rendement d'extraction de Cu) et la valorisation.

- Projet porté par l'INRAE Villenave d'Ornon – Jean-Yves CORNU
- Financement : CIVB
- Période: 2021-2024

Dans ce cadre, les parcelles du projet VERTIGO ainsi que les savoir-faire développés en termes de **gestion des couverts semés** sont des ressources pour le déploiement du projet EXTRACUIVRE.

2.5.3.1. Mesures des exportations de cuivre par les couverts semés



3 parcelles ont été sélectionnées au vu de leur teneur en cuivre suffisante pour l'étude, afin de prendre en compte plusieurs types de sols : CORM, COURP et NAUJ.

Des pesées et prélèvements de biomasse ont été réalisés à la veille de la destruction des couverts.

La teneur en cuivre dans les couverts a été dosée. Les premiers résultats indiquent 2 tendances :

- Le couvert développé à COURP, composé d'une biomasse très dense, est celui qui exporte le plus de cuivre parmi les 3 parcelles, de l'ordre de 200 g Cu/ha dans les parties aériennes.
- Le trèfle incarnat semble stocker plus de cuivre que les autres espèces du couvert.

2.5.3.2. Screening de plantes accumulatrices en laboratoire

Un autre axe du projet est le semis d'espèces d'engrais verts en placettes individuelles pour mesurer le potentiel d'accumulation du cuivre des espèces prises isolément. Le semis a été réalisé sur une prairie en bord de parcelle de vigne sur un sol de graves sableux et riche en MO. Ce sol a un passif viticole et a donc reçu des apports en cuivre par le passé, de plus un apport de cuivre supplémentaire a été réalisé dans le cadre du projet.

Le plan expérimental de l'essai combine des placettes avec familles en pur et des placettes avec mélanges de familles, selon le design présenté ci-dessous. Les espèces ont été sélectionnées en concertation CA33/INRAE et les semences ont été fournies via l'un des semenciers partenaires de VERTIGO.

Le développement de ces couverts permettra de mesurer la teneur en cuivre exportée selon les modalités.



La réussite des engrais verts en termes de production de biomasse (3 à 10 T/ha de MF en 2021) et de restitutions nutritives est dépendante de nombreux facteurs comme notamment le contexte pédologique, les conditions climatiques annuelles, les espèces semées mais aussi la date et la méthode utilisée pour le semis et la destruction du couvert.

Les changements de pratiques engagées via les tontes extensives et le semis d'engrais verts ont permis d'optimiser les biomasses des couverts végétaux. La partie suivante s'intéresse à traduire les impacts en termes de fertilité des sols.

2.6. Impacts sols (OP2 – A2.1)

Les couverts végétaux, particulièrement les engrais verts, sont mis en place dans le but de bénéficier de nombreux services écosystémiques. Ces derniers correspondent notamment à l'amélioration et l'entretien de la fertilité du sol.

2.6.1. Analyse de la teneur en matières organiques (MO)

Les indicateurs sont comparés grâce à des tests de Kruskal-Wallis. Les différences significatives sont atteintes avec un risque de 5% (p-value > 0.05).

Depuis 2017, des analyses de sol ont été réalisées sur le réseau afin de comparer les modalités Témoin (rang « travaillé ») et Pratiques alternatives (rang semé). En 2021, un changement de protocole a été effectué. Ainsi, les analyses sont maintenant réalisées au sein de la modalité PA sur les deux types de couverts : inter-rangs enherbés (ENH) et semés (EV). Ce changement découle de la réflexion suivante : les modalités Tem et PA ont été comparées entre elles, néanmoins à l'échelle du réseau il existe aujourd'hui une diversité de pratiques de gestion du rang « travaillé ». En effet certains des viticulteurs ont délaissé le travail du sol au profit des pratiques alternatives, ainsi le témoin (reflet des pratiques du viticulteur) est non travaillé et peut biaiser la comparaison.

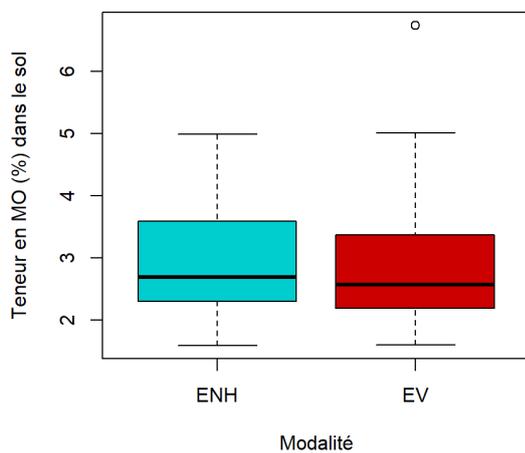


Figure 33 : Teneur en matière organique selon le mode de gestion des sols sur "PA" (ENH = enherbé, EV = engrais verts)

La Figure 33 représente la distribution de la teneur en MO sur l'ensemble du réseau Vertigo selon l'inter-rang analysé. Les boxplots ont été construits à partir des données des 12 parcelles avec 3 répétitions par modalités. De manière générale, les valeurs de MO obtenues sont légèrement plus élevées que l'optimal attendu en viticulture : 1 à 2%. En effet, les teneurs moyennes sont respectivement 2,92% pour l'ENH et 2,88% pour l'EV. Suite à cette constatation, des recherches et des dialogues ont été entrepris notamment avec nos laboratoires partenaires afin de comprendre l'origine de ces fortes teneurs (méthode de prélèvement, date de prélèvement ...).

Au sein de la modalité Pratiques Alternatives, l'alternation enherbement naturel – engrais verts n'a pas été modifiée depuis 2018 (aucun changement de fond). Lorsque les deux types de couverts sont comparés statistiquement au niveau de la teneur en MO dans le sol aucune différence significative ne ressort.

2.6.2. Analyses du rapport C/N et de la teneur en azote totale

L'hypothèse formulée à l'implantation des engrais verts était la suivante : « Les engrais verts améliorent significativement le rapport C/N et la teneur en azote totale du sol ». Afin de vérifier cette hypothèse, un focus a été fait sur 3 parcelles du réseau : MONT, NAUJ et STML. Des analyses ont été réalisées en 2020 et 2021 sur les paramètres précédemment cités dans le but de comparer les valeurs issues des modalités Témoin (rang « travaillé ») et Pratiques alternatives (rang semé). Ainsi les deux figures ci-dessous représentent la distribution de ces valeurs sur les 2 modalités. Les boxplots ont été construits à partir des données des 3 parcelles avec 3 répétitions par modalités.

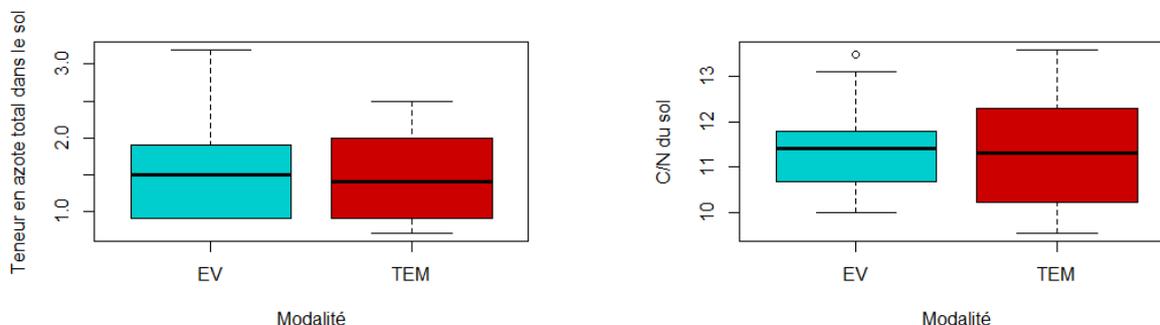


Figure 34 : Teneur en azote et C/N du sol sur les modalités PA (EV = engrais verts) et Témoin

Lorsque les deux modalités sont comparées statistiquement entre elles, pour les deux paramètres (azote total et C/N), aucune différence significative ne ressort (Figure 34). De plus, il est à noter que le rapport C/N moyen des deux modalités, respectivement 11,419 pour l'EV et 11,416 pour PA, est correct. En effet, ils sont compris entre 8 et 12, ce qui met en évidence une bonne dégradation des matières organiques par l'activité biologique des sols.

Cette absence de différence significative peut venir du fait que l'essai Vertigo est en place depuis 2015 mais qu'en 2018 les fonds de chaque modalité (travaillé ou semé – enherbé naturellement) ont été inversés afin de rafraîchir le couvert naturel. De plus des amendements organiques ont été apportés avant l'implantation du premier engrais verts puis sur l'ensemble du dispositif expérimental en 2017. Enfin, aujourd'hui certains des viticulteurs ont délaissé le travail du sol au profit des pratiques alternatives, ainsi le témoin (reflet des pratiques du viticulteur) est non travaillé et biaise peut être la comparaison.

2.6.3. Sélection des indicateurs sols et création de la BOCQS

Afin de mesurer l'impact des pratiques alternatives sur l'état qualitatif des sols, il est essentiel de compléter les analyses classiques par des tests de terrain. Ces tests mettent notamment en valeur les paramètres physiques et biologiques des sols, éléments peu développés dans les analyses.

Une recherche bibliographique a été effectuée afin de constituer une liste exhaustive des différents tests existants. Suite à cette recherche 43 tests ont été sélectionnés et regroupés en fonction du paramètre étudié. Par la suite les protocoles de ces tests ont été évalués et confrontés. L'objectif de cette phase était de sélectionner les tests répondants à nos critères et d'éviter la redondance des paramètres étudiés. Enfin les tests sélectionnés ont été testés sur le terrain pour valider leur praticité et leur faisabilité. Cette phase a également permis de regrouper les tests pour optimiser leur réalisation et le matériel utilisé (Mémoire de stage David Kapfer 2018 - disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I).

La **BOCQS** (Boîte à Outils pour la Caractérisation de la Qualité des Sols) est composé d'une fiche terrain, d'un guide d'utilisation et d'une fiche d'interprétations.

La [fiche terrain](#) reprend tous les tests sélectionnés et permet une prise de note simple et rapide. Elle est constituée d'une seule feuille recto-verso sur laquelle les notations s'enchaînent en respectant l'ordre d'exécution des tests. Une majorité des notations consistent à simplement entourer ou cocher la réponse correspondante.

Le [guide d'utilisation](#) décrit le protocole de chaque test et l'ordre d'exécution des différentes manipulations. Il est illustré afin de simplifier la compréhension pour l'utilisateur. Le guide décrit également l'intérêt de chaque test et comment compléter la fiche de notation. Le matériel nécessaire pour l'ensemble des tests est décrit au début du guide.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 58 / 89

La fiche d'interprétations est attenante à la fiche de notation, elle est simple à compléter et à interpréter et réutilise tous les indicateurs de la fiche de notation. Elle se compose d'une première partie qui se focalise sur les paramètres physiques (la texture) et chimique (carbonates) et permet de repérer les sensibilités du sol à certains phénomènes (battance, tassement, lessivage) et donne une première préconisation du type d'amendement basique à effectuer.

Cette partie est suivie par 5 indicateurs de la qualité du sol :

- L'état structural du sol : Il correspond à l'agencement de ses constituants. Il indique sa capacité à favoriser les échanges gazeux (aération et infiltration de l'eau), la profondeur d'enracinement, et se trouve inversement corrélé à la compaction.
- Les matières organiques humifères : Ces indicateurs renseignent sur la richesse en humus et la dynamique de minéralisation des matières organiques (MO) liée à l'activité microbienne du sol.
- L'activité biologique : Elle est caractérisée par l'abondance en organismes du sol et la dynamique des processus biologiques dont ils sont responsables. Elle est mesurée via la diversité en vers de terre et insectes et se traduit également par la profondeur et densité racinaire, ainsi que l'aspect des limites entre les horizons (franches ou diffuses) témoins de la continuité des échanges dans le profil de sol.
- L'emmaillotement : Il représente l'installation d'un tapis de mousse majoritaire parmi le couvert végétal, concurrençant l'implantation d'autres espèces floristiques. Il est signe d'appauvrissement des ressources en matières organiques et provoque l'asphyxie de l'horizon de surface.
- Le type de fonctionnement du sol : Il illustre les échanges entre la surface et les horizons plus profonds : fonctionnement horizontal ou vertical. L'infiltration de l'eau est un bon indicateur pour observer cette circulation : une bonne infiltration témoigne de l'absence de croûte de battance.

Ces indicateurs sont représentés sous forme de radar. Ces radars sont donc composés de paramètres étudiés sur la fiche de notation, il suffit de reporter les données en entourant les valeurs correspondantes et de lier ces points pour faire apparaître la forme de l'indicateur. Ceci permet de donner une note à l'indicateur : vert, jaune ou rouge.

Enfin la fiche d'interprétation se termine par un guide de préconisations sur le choix des engrais verts à mettre en place et sur les pratiques d'entretien du sol à effectuer ou à éviter. Ces choix de préconisations sont effectués en fonction des notes obtenues aux indicateurs précédemment décrits.

2.6.1. Evolution de la BOCQS

2.6.1.1. Version numérique de la BOCQS

La BOCQS, outil d'évaluation de la qualité du sol, permet donc de tirer un diagnostic sur les atouts et faiblesses de son sol afin de mettre en œuvre des pratiques alternatives adaptées à ses problématiques. Le spot 1 de cet outil sera bientôt disponible sous format numérique via la plateforme DECISOL. Sur cette nouvelle version, les radars des différents indicateurs sont visuellement plus aboutis et des préconisations sont proposées automatiquement une fois les données rentrées. Les préconisations correspondent aux pratiques à éviter ou à favoriser mais aussi à une liste d'espèces d'engrais verts à planter (dose de semis, restitutions...) en fonction des résultats de la BOCQS.

Les spots 2 & 3, contenant les tests d'infiltration de l'eau, de densité apparente, du slip et de la macrofaune du sol, seront développés ultérieurement.

2.6.1.2. Mesure de l'activité de décomposition par les organismes du sol : « test slip »

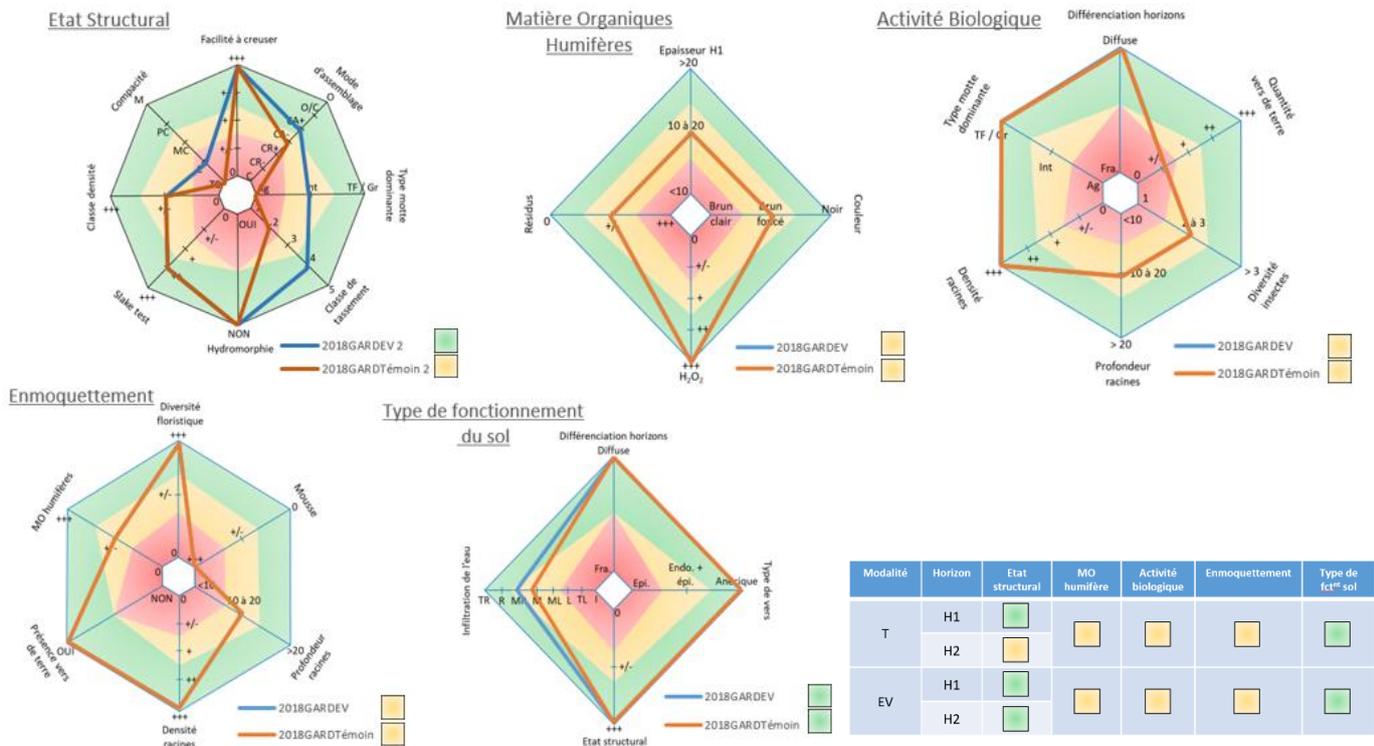
A l'heure actuelle au sein de la BOCQS, l'activité biologique du sol est évaluée en mesurant la dégradation de tissus de coton enfouis dans le sol (profondeur = 10 cm) durant 3 mois. Ce tissu est soumis à la décomposition par les organismes du sol. Ce test correspond à l'équivalent du test du slip, avec des morceaux de coton de 10x10 cm. Un pourcentage de dégradation est ensuite déterminé grâce à la mesure de la surface de tissu restant : un pourcentage de 100% correspond à une décomposition complète du tissu.

Néanmoins cette technique comporte quelques biais ne permettant de réaliser des interprétations et des comparaisons inter-millésimes pertinentes. C'est pourquoi une réflexion autour d'un nouveau protocole pour 2022 a eu lieu et a donné naissance à ces modifications : un slip avec élastane sera préféré à un carré de coton ou à un slip pur coton afin de récupérer correctement tous les petits morceaux de tissus qui restent dans la trame non dégradée d'élastane. En effet, ces morceaux ont été perdus lorsque le slip a été déterré. De plus, une pesée du slip sera effectuée avant et après (une fois lavé et séché) dans le but de comparer plus facilement les parcelles et modalités entre elles. Le slip sera également disposé verticalement entre 0 et 10 cm afin de voir correctement la répartition de la vie biologique du sol. Enfin ce test se fera essentiellement dans les rangs comportant un couvert végétal afin d'éviter une dispersion du slip via les outils de travail du sol comme ça a été le cas en 2021.

2.6.1. La BOCQS sur une parcelle du réseau : Gardegan / GARD

Sur la parcelle GARD, des engrais verts sont implantés depuis 2015. Au sein de la modalité Pratiques Alternatives, un mélange d'espèces sélectionnées est ainsi semé un inter-rang sur deux en alternance avec un enherbement naturel. En 2018, les fonds ont été inversés afin de rafraîchir le couvert naturel.

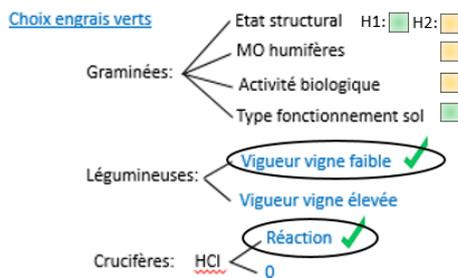
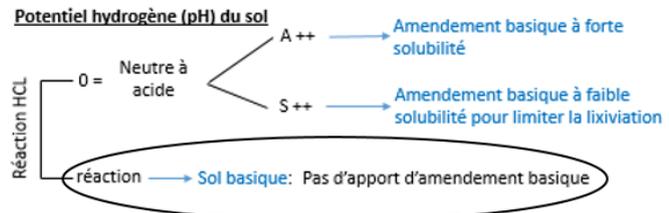
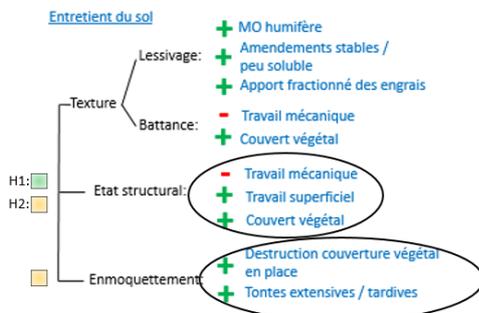
La BOCQS est réalisée depuis 2018 sur cette parcelle. Ci-dessous figurent les premiers résultats des 5 indicateurs mesurés sur les modalités Témoin et PA.



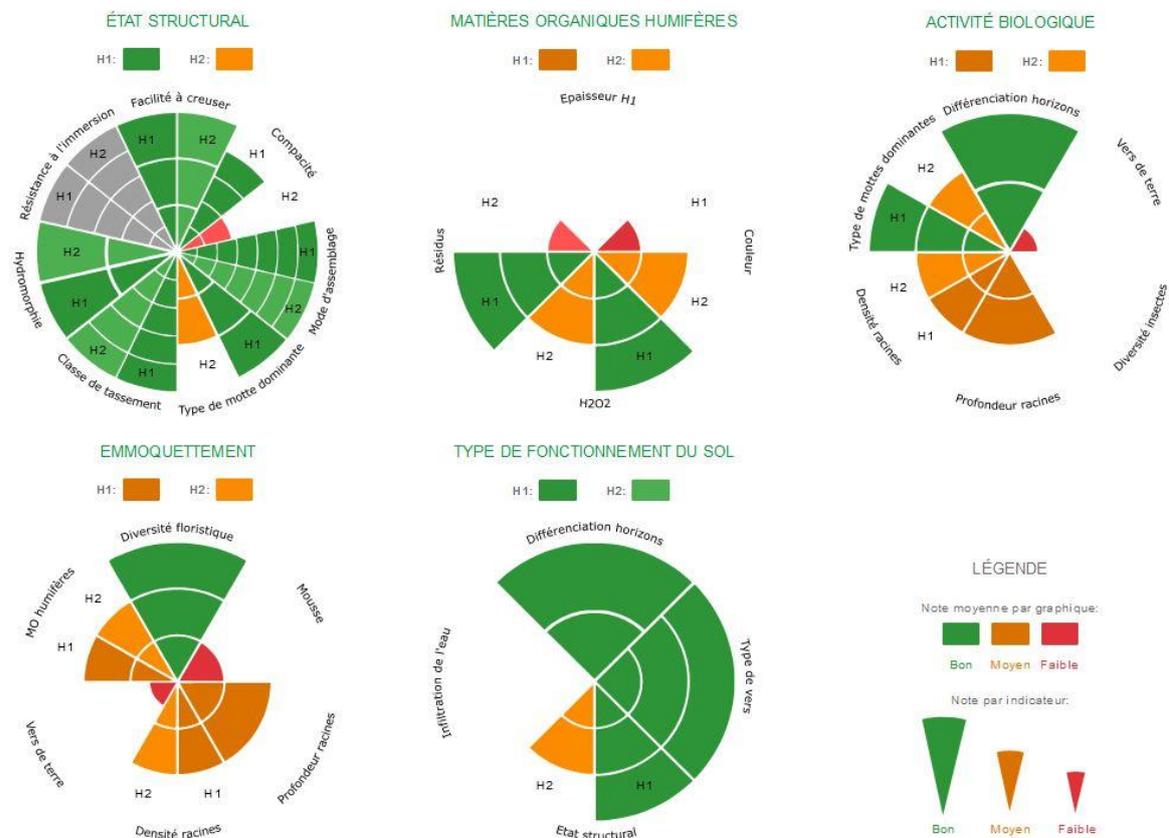
En plus, des radars l'ancienne version de la BOCQS proposait des résultats complémentaires sur les risques de sensibilité du sol à certains phénomènes de dégradation (battance, tassement, lessivage).

Horizon	Classe texturale	Taux d'argile	Sensibilité à la battance	Sensibilité au tassement	Sensibilité au lessivage
	Alo	A > 40%	0	0	0
✗	AL/A/AS+	A > 30%	0	+/- à +++	0
	LA/LAS/LM/LMS	10 < A < 30%	+/- à +++	+/- à +++	+/- à +
	SA/AS	10 < A < 30%	0	0	+/-
	LL/LLS	A < 10%	++	0	++
	SL	A < 10%	+/-	0	+++
	S	A < 10%	0	0	+++

Enfin selon les résultats obtenus, il était possible via la lecture d'arbres de décisions de préconiser des pratiques de gestion durable des sols adaptées à la parcelle.



Comme évoqué précédemment, une version numérique de la BOCQS est en fin de développement. Elle très attendue par nos conseillers du fait que la création des radars et les différentes préconisations se font automatiquement. Ci-dessous figure les résultats obtenus pour les 5 indicateurs suite à la réalisation de la BOCQS en 2021 sur la modalité PA – engrais verts de la parcelle GARD.



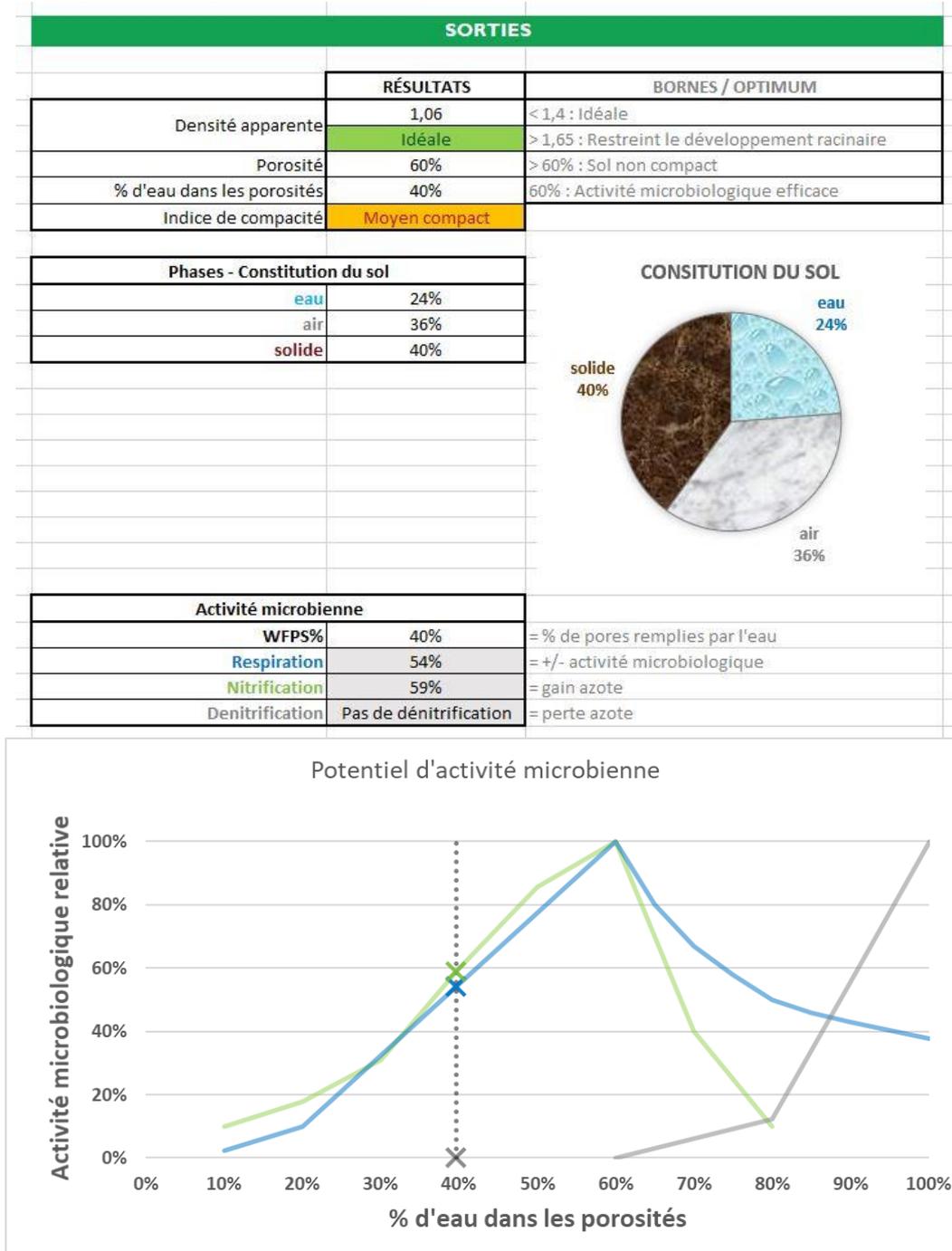
A la différence de l'ancienne version, celle-ci sort un visuel à la fois de l'horizon 1 mais également de l'horizon 2. La version numérique étant toujours en développement, les radars ne sont pas irréprochables. De plus, étant donné que les spots 2 & 3 n'ont pas été pris en compte dans le développement, certains radars sont incomplets (infiltration de l'eau, diversité insectes).

Néanmoins il est tout de même possible d'interpréter les résultats. En sachant qu'il existe toujours un biais d'expérimentateur lors de la réalisation de la BOCQS et que l'impact des engrais verts sur les sols nécessitent du temps, ces radars mettent en évidence une amélioration de l'état structural du sol de cette parcelle par rapport à 2018.

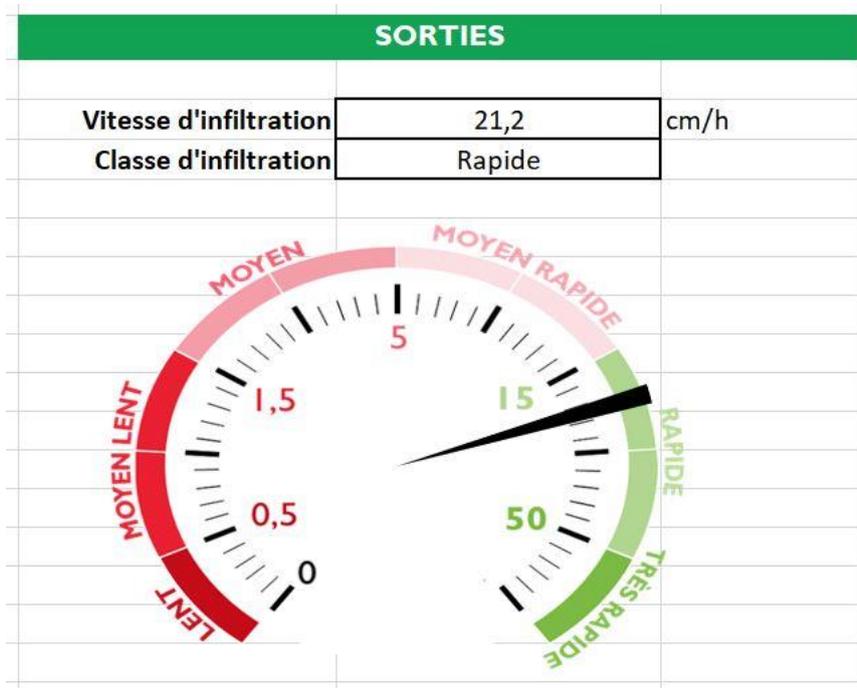
Une synthèse des 5 indicateurs est également proposée dans la version numérique.

via la version numérique. Ci-dessous figure les sorties visuelles en question suite à la réalisation de la BOCQS en 2021 sur la modalité PA – engrais verts de la parcelle GARD.

→ La densité apparente (spot 2)



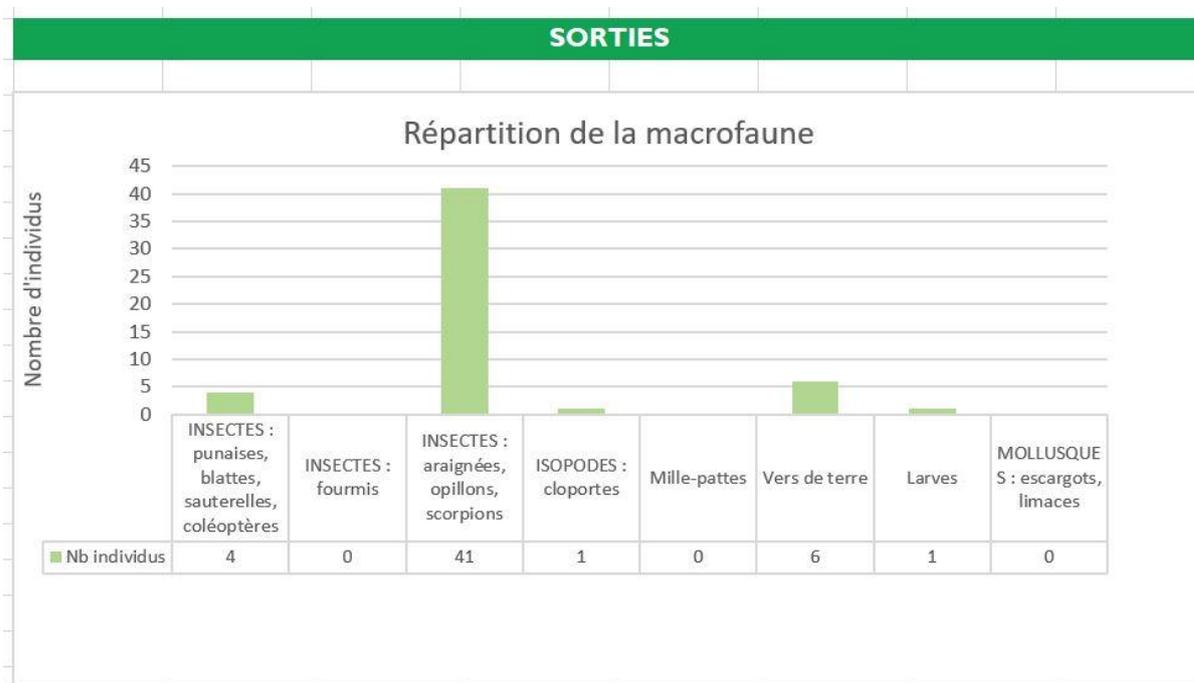
→ Infiltration de l'eau (spot 2)



→ Slip (spot 3)



→ Macrofaune (spot 3)



L'intégration des spots 2 & 3 à la version numérique de la BOCQS fait partie des perspectives du projet Vertigo.

2.6.2. Etude annexe : projet ENDLESS - Evaluation De La qualité des Sols viticoles : impacts des pratiques sur la biodiversité multi-taxa et le fonctionnement des sols

La conservation de la biodiversité est un enjeu prioritaire pour la filière viticole. La **biodiversité du sol**, moins connue et moins explorée, l'est particulièrement car elle est à la base de nombreux processus écosystémiques essentiels comme la dégradation de la MO, le recyclage des nutriments et le stockage de carbone. Cependant, peu de connaissances existent sur les **effets des pratiques viticoles** sur la biodiversité des organismes du sol et les services écosystémiques qu'elle supporte. Ce projet vise à caractériser la diversité et l'activité des organismes du sol et en particulier leur réponse à la gestion de l'enherbement et de pratiques phytosanitaires sur cette biodiversité et le fonctionnement des sols. L'objectif de ce projet est plus particulièrement de relier **abondance et diversité de groupes-clés de la pédofaune (lombrics et microarthropodes)** avec la diversité des microorganismes (bactéries et champignons), les processus microbiens de recyclage des éléments minéraux et organiques ainsi que les services associés de fertilité des sols ou de stockage du carbone.

- Projet porté par Bordeaux Sciences Agro – Brice GIFFARD
- Financement : CIVB et Bordeaux Sciences Agro
- Période: 2021-2024

Dans le cadre du projet VERTIGO est réalisée la **caractérisation des communautés de la pédofaune selon les modes de gestion des sols**.

L'échantillonnage et la détermination des microarthropodes (acariens et collemboles) 5 parcelles ont été ciblées pour cette étude : LABR, LTB, COUT, GARD et STEM.

Les prélèvements réalisés représentent 9 échantillons par parcelle :

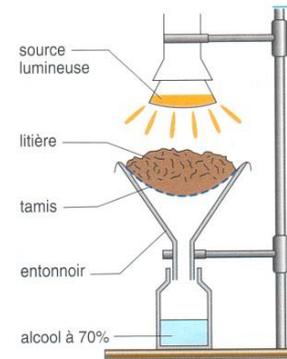
- 3 échantillons prélevés sur inter-rang semé,
- 3 échantillons prélevés sur inter-rang enherbé,
- 3 échantillons prélevés sur inter-rang travaillé.

La profondeur de chaque prélèvement est de 15 à 20 cm.

L'extraction des microarthropodes est ensuite réalisée avec un appareil de Berlèse (schéma ci-contre).

En 2021, les extractions ont été réalisées et les échantillons sont conservés, en attente de tri et de premières identifications.

Résultats à venir en 2022.



Les engrais verts sont des vecteurs de nombreux services écosystémiques dont notamment l'entretien de la fertilité du sol. Il reste aujourd'hui difficile de constater une amélioration de cette fertilité au niveau du pilier organique (MO, C/N...) compte tenu du pas de temps relativement court de cette expérimentation (8 ans). Néanmoins certains effets sont perceptibles à court terme, particulièrement sur la structure et la vie du sol, et visibles directement sur le terrain grâce à la BOCQS.

Les piliers de la fertilité des sols sont ainsi dépendants des pratiques liées aux couverts végétaux. La partie suivante permet d'évaluer la répercussion sur les performances viticoles et l'élaboration des vins.

2.7. Impacts vigne (OP2 – A2.2)

L'ensemble des indicateurs vignes qui suivent ont fait l'objet d'un traitement global et d'un traitement recentré sur les parcelles avec un certain niveau de réussite des engrais verts (Biomasse > 1t/ha ; N-restitutions > 25kg/ha ; K-restitutions > 70kg/ha). Seuls les résultats globaux sont présentés étant donné qu'aucune différence significative n'a pu être observée sur les réseaux de parcelles restreints. Les indicateurs sont comparés grâce à des tests de Kruskal-Wallis. Les différences significatives sont atteintes avec un risque de 5% (p-value > 0.05).

2.7.1. Alimentation minérale et développement végétatif de la vigne

2.7.1.1. Analyses pétioles

Avec la mise en place des engrais verts et les restitutions associées, il serait cohérent d'observer une augmentation de l'assimilation des éléments minéraux par la vigne. Cependant les premiers résultats ne sont pas concluants.

Entre 2013 et 2021, aucune analyse statistique réalisée ne met en évidence de différence significative entre les différentes modalités ([Annexe 9](#)).

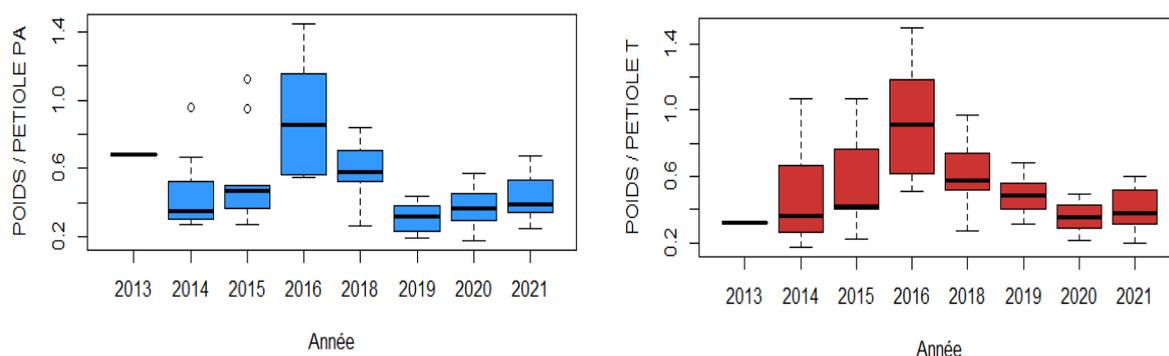


Figure 35 : Evolution du poids des pétioles au cours du temps

L'importante variabilité des résultats entre les différents millésimes confirme l'influence prépondérante du climat sur le poids des pétioles. De plus, les tendances sur le poids des pétioles sont similaires selon les modalités (Figure 35).

2.7.1.2. Vigueur : Pesée des Bois de taille

Les résultats des pesées des bois de taille ne diffèrent pas de façon significative entre les modalités PA et Témoin (Annexe 10).

Cependant on peut observer que jusqu'en 2020, les poids des pesées de la modalité PA ont tendance à augmenter légèrement plus que la partie T au fil du temps (Figure 36). Ces données renseignent notamment sur la mise en réserve qui serait donc plus conséquente pour la modalité PA, ce qui facilite la sortie de dormance et la pousse des vignes en début de saison, avant qu'elles ne deviennent autotrophes.

En 2021, cette observation n'est pas confirmée.

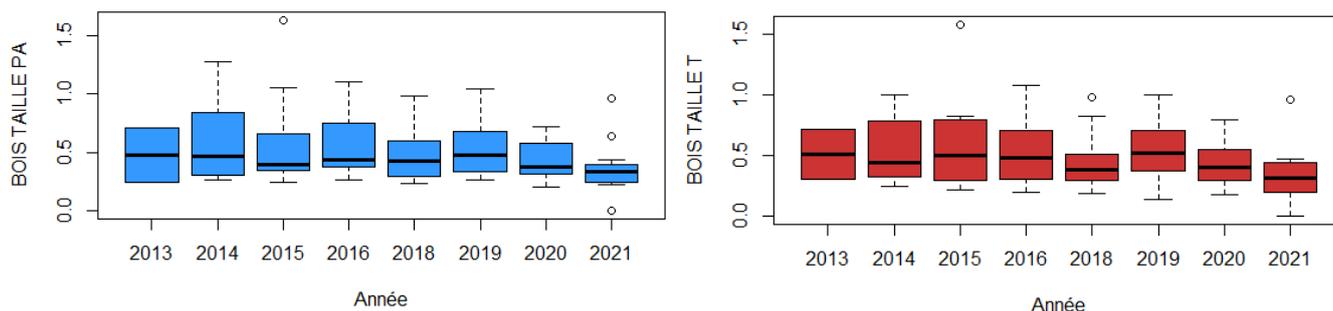
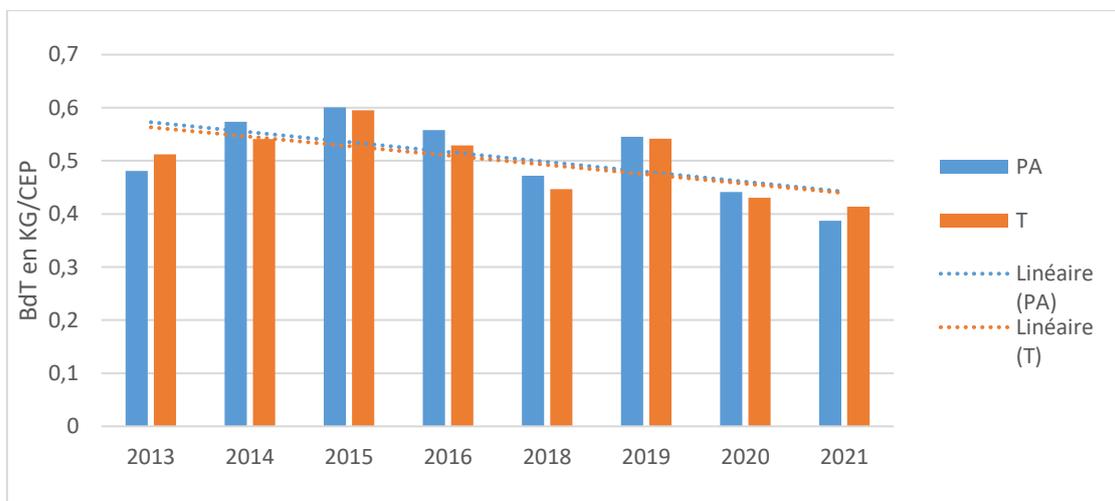


Figure 36 : Evolution du poids des bois de taille (kg/cep) au cours des années



Les années futures permettront peut-être d'avoir suffisamment de recul pour observer des différences liées à la mise en place des engrais verts.

2.7.1.3. Suivi des maladies fongiques sur feuilles et grappes

En 2021, des suivis de l'état sanitaire parcellaire ont été réalisés au travers de notation mildiou sur les 2 modalités. Ce suivi consiste en l'observation de 4 répétitions par modalités de 100 feuilles et de 50 grappes. Les suivis ont été faits au stade Véraison de la vigne (semaine du 16/08/2021). L'identification des symptômes a été facilitée par le [Guide de l'observateur Vigne](#). Les résultats présentés dans le Tableau 12 présentent une forte hétérogénéité inter-parcellaire tandis que les différences intra-parcellaires sont non significatives.

Tableau 12 : Fréquence et intensité des symptômes de mildiou sur feuilles et grappes selon les modalités

Organes	Indicateur	Unité	Traitement stat	PA		TEM	
				Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Feuilles	Fréquence Mildiou	%	NS	39,72	16,57	36,70	16,64
	Intensité Mildiou		NS	7,06	4,56	6,86	4,59
Grappes	Fréquence Mildiou	%	NS	45,87	25,55	43,77	25,34
	Intensité Mildiou		NS	10,60	10,74	10,34	10,90

L'une des limites liées à la généralisation des enherbements dans les vignobles est la crainte du maintien d'un microclimat favorable au développement des maladies fongiques.

En revanche, l'une des hypothèses émises au cours du projet est que la présence d'une couverture végétale pourrait éviter « l'effet splash » des spores fongiques.

Cette année, nous pouvons dire que la présence d'une couverture végétale n'entraîne pas d'augmentation ou de diminution significative de la pression maladie par rapport à notre modalité témoin.

2.7.2. Potentialités œnologiques de la récolte

2.7.2.1. Rendements

Le rendement est normalement un bon indicateur pour mettre en évidence l'effet d'un traitement différent au niveau de la gestion des sols sur la vigne. Les résultats globaux, sur l'ensemble des parcelles ne montrent aucun résultat significatif sur les rendements (moyenne des poids de vendange (kg) / cep) par modalité (Annexe 11). Le millésime 2021 est marqué par un fort impact du gel en avril ainsi que d'une forte pression maladies due aux conditions climatiques particulièrement pluvieuses sur l'ensemble du vignoble bordelais. Ainsi, les résultats sur ce millésime sont à nuancer au regard des conditions du millésime.

Lorsque l'on regarde l'évolution du rendement au cours des années selon les modalités (Figure 37), le rendement sur les modalités « PA » et « Témoin » sur l'ensemble des parcelles affiche une tendance à la hausse jusqu'en 2016 puis une stagnation jusqu'en 2020. En 2021, l'impact du gel ne nous permet pas d'observer la stabilisation des rendements.

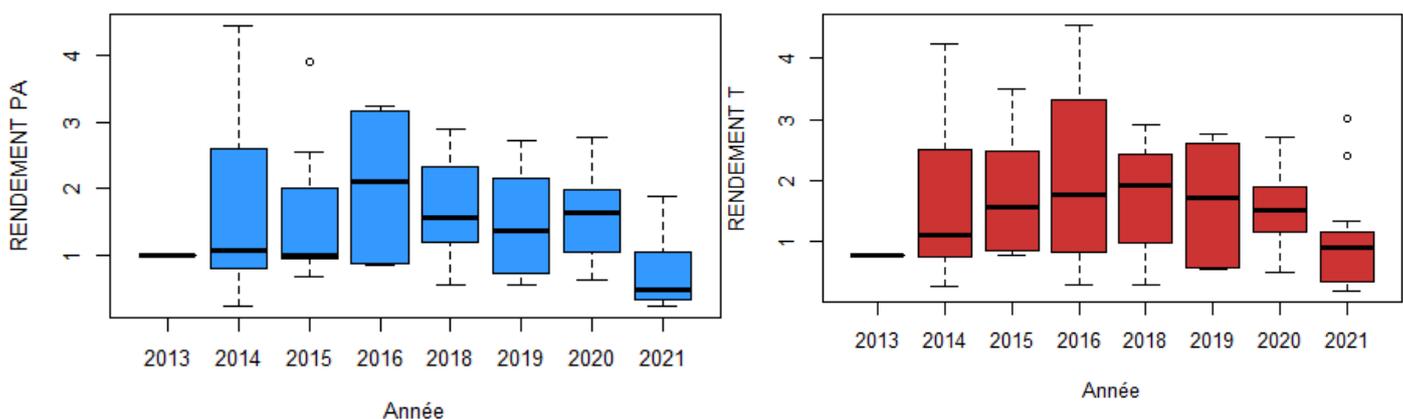
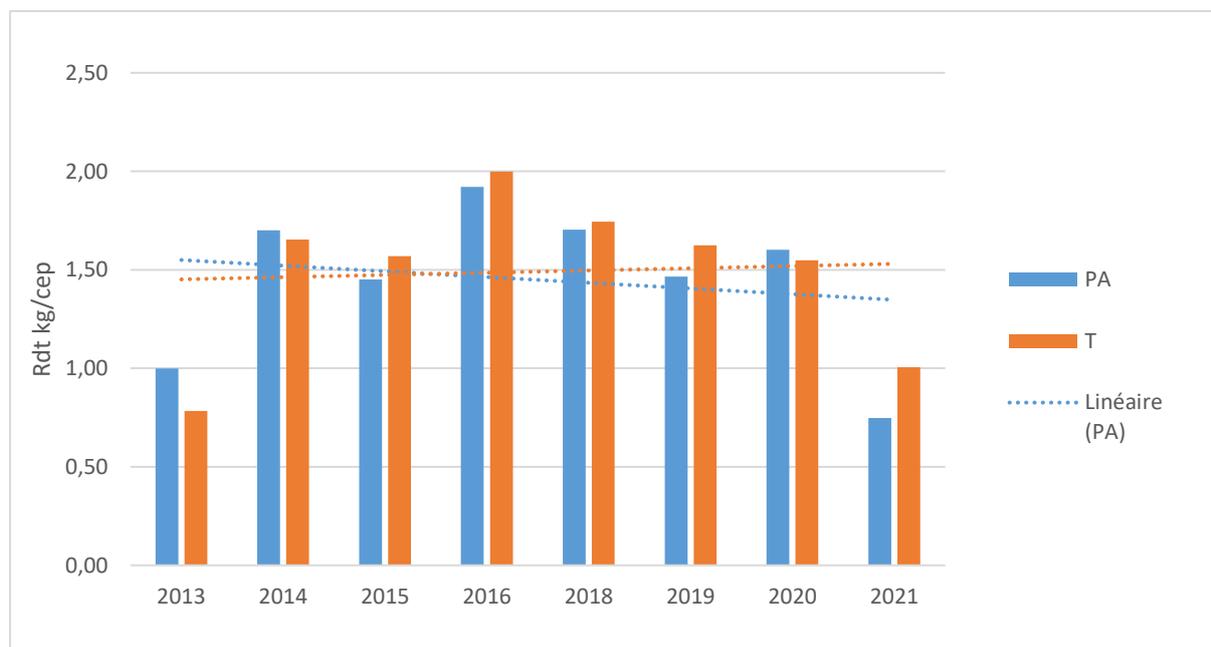


Figure 37 : Evolution des rendements (kg/cep) au cours des années

Lors de la sélection des parcelles les parties « PA » ont été implantées sur les zones les moins productives. La mise en place des engrais verts et des fauches tardives semblent donc avoir un impact positif sur le rendement car celui tend à rattraper le niveau de production du « Témoin ». L'augmentation des rendements sur la partie « Témoin » peut être liée à la destruction 1 inter-rang sur 2 de l'enherbement naturel et à l'apport nutritif que cela représente. Il sera intéressant de voir l'évolution sur les prochaines années.

Pour aller plus loin nous avons regardé l'évolution de l'écart de rendement entre le « Témoin » et la partie « PA » sur chaque parcelle et les résultats confirment la tendance générale à l'augmentation des rendements sur la partie « PA » jusqu'en 2016. En 2021, une perte de rendement d'environ 10% est observé sur l'ensemble du réseau sur la partie « PA ». En revanche, ce résultat présente également une forte variabilité (40%) selon les parcelles.



En effet, le millésime 2021, fortement impacté par les conditions climatiques et tout particulièrement par le gel, ont eu un effet sur les rendements. Nous avons quantifié et comparé le taux de gel ainsi que les rendements entre nos modalités. Le Tableau 13 en présente les résultats.

Tableau 13 : Rendement et taux de bourgeons gelés en 2021

Parcelle	2021						
	Rendement (kg/cep)				Gel (en %)		
	PA	T	DIFFERENCE	% DIFF.	PA	TEM	% DIFF.
brie	0,35	0,27	0,08	31,25	67,97	81,09	-13,12
corm	0,38	0,40	-0,02	-5,79	68,45	35,64	32,81
courp	1,87	3,01	-1,14	-37,83	7,18	4,5	2,68
coutu	1,67	2,41	-0,74	-30,57	56,58	45,48	11,1
gard	0,95	0,98	-0,04	-3,73	26,98	8,67	18,31
labr	0,28	0,47	-0,19	-40,00	33,12	21,65	11,47
list	0,23	0,26	-0,03	-11,69	55,3	49,82	5,48
ltb	0,52	1,34	-0,83	-61,54	64,95	42,46	22,49

mont	0,31	0,18	0,13	75,47	73,69	78,48	-4,79
naujan	0,85	0,91	-0,06	-6,25	3,56	2,83	0,73
stem	0,43	0,95	-0,52	-54,74	44,83	27,57	17,26
stml	1,14	0,90	0,24	26,77	22,95	17,29	5,66
Moyenne	0,75	1,01	-0,26	-9,89	43,80	34,62	9,17

Sur ce millésime, les différences inter-parcellaires sont importantes avec des secteurs aussi plus ou moins touchés par les épisodes gélifs. Ces différences peuvent s'expliquer par des contextes topographiques différents au sein même des parcelles (ltb) ou encore de leurs contextes paysagers (corm, stem).

2.7.2.1. Qualité des raisins

Les analyses sur la qualité des raisins à la récolte ne diffèrent pas de façon significative entre les modalités « T » et « PA ». L'analyse des modalités au cours des millésimes ne montre également pas d'effet millésime sur les indicateurs retenus : Sucres, azote assimilable et pH. Les résultats de l'année 2021 sont disponibles dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Indicateurs issus des contrôles maturité sur les moûts : sucres, N assimilable et pH

Indicateur	Unité	Traitement stat	PA	TEM
pH Baies	s.u	ns	3,37	3,39
Sucres	g/L	ns	209	209
Azote assimilable	mg/L	ns	116	104

Aucune différence significative n'est relevée concernant les indicateurs de qualité des raisins.

2.7.3. Bilan pluriannuel

La mise en place des pratiques alternatives, et en particulier les engrais verts, semble permettre d'améliorer les rendements et de se rapprocher voire de dépasser les performances de la modalité témoin. Pour rappel les zones « PA » ont été implantées sur les parties les moins productives.

En 2018 dans le cas de la parcelle de coutu la destruction de l'engrais vert n'ayant pas pu être réalisée fin-avril (matériel indisponible), l'efficacité des traitements mildiou (gène physique de l'engrais vert pour le traitement) était moindre et les pertes de récolte représentent environ 40%. La date de destruction du couvert doit donc impérativement prendre en compte la pression maladie, le développement du couvert (hauteur) et le matériel de traitement (type). Pour les 2 autres parcelles (Labr/Brie) l'écart qui se creuse avec le témoin est difficile à expliquer d'autant que les engrais verts ont bien fonctionné sur ces parcelles avec des restitutions importantes (biomasse, minéraux). Il faudra voir l'évolution sur les prochaines années.

Sur l'année 2019 la parcelle de mont a été semée avant vendange, cependant le terroir ne se prête pas à un semis aussi précoce, les engrais verts n'ont ainsi presque pas poussé. La parcelle de stem est une parcelle très sableuse avec une concentration en matière organique assez basse ce qui complique le développement des engrais verts. De plus il ne s'agit que de la deuxième année de suivi de la parcelle et la biomasse produite par les engrais verts reste encore faible. Cependant ces derniers produisent de plus en plus de matière fraîche, on peut donc s'attendre à une augmentation du rendement sur le long terme.

La parcelle de nauj est enherbée sous le rang sur la modalité PA. Lors de l'installation de cet enherbement en 2015 la vigne s'est retrouvé en forte concurrence ce qui a grandement baissé sa productivité. Il faut donc du temps pour rééquilibrer la vigne sur cette parcelle.

En 2020, l'engrais vert sur labr a produit relativement peu de matière sèche, ce qui n'a pas permis un apport de biomasse suffisant pour relever la mise en réserve dans les grappes. La pression Botrytis semble toutefois moins importante sur la partie « PA ». Concernant list, le rendement reste supérieur sur « PA » mais l'écart est moindre par rapport aux années antérieures : on peut soupçonner un effet des trèfles semés à la marge des inter-rangs qui ont eu tendance à envahir le cavaillon et provoquer une compétition pour les ressources.

En 2021, les résultats sur la vigne sont fortement impactés par les conditions climatiques du millésime (gel, pluviométrie). Néanmoins, nous n'observons pas d'effet négatif sur le poids des pétioles, la vigueur, l'impact maladies et le rendement entre nos modalités. Ainsi, les couverts semés, dans une année climatique particulière n'impacte pas davantage le fonctionnement de la vigne. Concernant le gel, les hypothèses étaient l'impact positif d'une couverture végétale sur la protection des bourgeons ou bien de son impact négatif sur le maintien d'un microclimat humide près des bourgeons. Nous observons une différence de gel d'environ 10% entre nos modalités. Cependant, d'autres facteurs sont à prendre en compte à l'échelle du paysage, de la topographie de la parcelle mais également son caractère gélif.

2.8. Impacts vins / Dégustations (OP2 – A2.4)

Pour compléter les indicateurs obtenus lors des contrôles maturité, des vinifications sont mises en œuvre en 2020 sur 6 parcelles d'appellations et de contexte pédoclimatiques variés : BRIE, GARD, LIST, LTB, NAUJ, STML. Elles donneront lieu à des dégustations comparatives sur les modalités « PA » et « Témoin » en janvier 2021.

Les dégustations réalisés en début d'année 2021, visant à évaluer et caractériser la qualité organoleptique des vins ne montrent pas de différence. Les résultats globaux sont présentés ci-dessous. Ils sont la synthèse de 20 descripteurs visuels, gustatifs et aromatiques.

2.8.1. Les vins rouges

	LIST_T	LIST_PA		NAUJ_PA	NAUJ_T		STML_T	STML_PA
Note Globale	11,76	12,1	Note Globale	11,38	11,48	Note Globale	10,93	11
Student 5%	A	A	Student 5%	A	A	Student 5%	A	A

Les résultats ne montrent pas de différence significative entre les modalités. Il est intéressant de noter que les vins partie « PA » ne présentent pas de différence avec la partie « TEM ». De plus, ils semblent légèrement mieux notés.

2.8.2. Les vins blancs

	BRIE_PA	BRIE_T		LTB_PA	LTB_T
Note Globale	10,76	11,31	Note Globale	10,83	11,72
Student 5%	A	A	Student 5%	A	A

Les résultats ne montrent pas de différence significative entre les modalités. Il est intéressant de noter que les vins partie « PA » ne présentent pas de différence avec la partie « TEM ».

Une dernière parcelle (gard) devait être vinifiée, cependant, la modalité « TEM » n'a pas pu atteindre la fermentation malolactique. Les analyses œnologiques (Tableau 15) ont montré des teneurs en azote assimilable légèrement plus faibles sur cette modalité (TEM : 45 mg/L ; PA : 62 mg/L). Il s'agit d'un constat que le viticulteur a également relevé lors de ses vinifications. Cependant, à la suite d'un échange en interne avec un œnologue conseil, la carence en azote assimilable des baies ne permet pas d'expliquer la non réalisation de la fermentation malolactique. D'après les résultats, la partie « TEM » présente un degré alcoolique supérieur à celui de la partie « PA ». De plus, les teneurs en acide malique sont faibles dans les 2 modalités, ce qui n'a pas facilité le départ des fermentations malolactiques.

Tableau 15 : Résultats du contrôle maturité sur la parcelle GARD en 2020

Couleur Millésime Lot Cuve Opération Type N° échantillon	Rouge 2020 GARD-T	Rouge 2020 GARD-PA
	MR 200919-09853	MR 200919-09854
TAP (calculé /16.83) % vol	16,04	15,63
Acidité Totale g H ₂ SO ₄ /L	2,75	2,91
pH	3,63	3,61
Acide Malique g/L	0,9	1,1
Azote assimilable mg/L	42	51
Sucres g/L	270	263

Il est intéressant d'observer que la mise en place de cette pratique, sur des millésimes chaud et sec, semble diminuer le degré alcoolique des vins et permettrait de faciliter la vinification. Une observation à suivre sur les prochaines vinifications.

**Les pratiques engagées ne permettent pas de mettre en évidence des différences significatives sur l'ensemble du réseau concernant le volet vigne.
Pour terminer, une analyse globale a été conduite pour mettre en relation l'ensemble des indicateurs.**

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 74 / 89

2.9. Bilan de l'impact des pratiques de gestion durable des sols

2.9.1. Analyse globale

STAGE 2020 Montpellier Supagro - A METAY. Cette offre de stage s'inscrit dans une partie du second axe du projet qui a pour objectif de mettre en évidence les bénéfices potentiels induits par une gestion raisonnée des couverts végétaux inter-rangs sur la vigne (vigueur, alimentation minérale, rendement et qualité des raisins), les sols et les couverts végétaux.

Mémoire de stage Daniel Pasquel - disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I.

Ce mémoire a permis de mettre en évidence que la mise en place des pratiques alternatives n'a pas d'effet significatif sur les performances viticoles mais que cela permet néanmoins d'avoir une inertie plus importante.

En effet, les rendements sont plus stables dans le temps avec la mise en place des pratiques alternatives. Les facteurs pédoclimatiques, très variables à l'échelle du vignoble bordelais, sont les principaux facteurs explicatifs du rendement, de la vigueur et des caractéristiques des baies (respectivement 84%, 71% et 75%).

Pour y voir plus clair les analyses suivantes ont été réalisées sur des groupes de parcelles aux caractéristiques pédoclimatiques homogènes.

L'analyse des performances au sein de ces groupes a montré que la mise en place de désherbages mécaniques à fréquence élevée (3 à 4 fois par an) sur le rang et l'inter-rang avec une forte densité de plantation peut augmenter le risque de perdre du rendement et de la vigueur.

La mise en place de cultures de services permet d'obtenir de nombreux services écosystémiques dont les principaux sont la couverture du sol et la restitution de matière organique et de minéraux. Ces résultats sont en faveur de l'adoption sur un plan technique de ces pratiques alternatives par les viticulteurs bordelais pour choisir une gestion plus durable des vignobles. Pour la suite du projet, un plus grand nombre de répétitions avec des mesures aux pieds, notamment pour le rendement et les poids de bois de taille sont prévus afin d'obtenir des résultats plus robustes concernant l'effet de ces pratiques alternatives sur les performances viticoles.

Ce travail de synthèse engagé en 2020 sera poursuivi au cours du projet VERTIGO II afin d'intégrer plus d'années de suivi et d'observer les dynamiques sur le long terme. En particulier, l'acquisition régulière des itinéraires techniques depuis 2018 reste à valoriser afin d'intégrer une dimension pluri-annuelle à ces traitements de données. Un stage est prévu en 2022 dans cette optique : offre en Annexe 12.

2.9.2. Synthèse des résultats

BILAN		
OBJECTIF	<p>Caractériser l'impact du changement de pratiques de gestion des sols :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sur les sols : évolution des indicateurs ed fertilité ➤ Sur la biodiversité - flore et faune : évolution des communautés / services associés ➤ Sur la vigne et les vins : performances viticoles 	
DISPOSITIF	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 12 parcelles – Systèmes et contextes pédoclimatiques variés ➤ 2 modalités : <ul style="list-style-type: none"> ○ « Pratiques Alternatives (PA) » → Semis d'engrais verts et tontes extensives ○ « Témoin » → Pratiques habituelles des viticulteurs ➤ 3 inter-rangs suivis * 10 ceps marqués par modalité ➤ Suivi annuel de 2013 à 2021 	
PRATIQUES CULTURALES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enregistrement des itinéraires techniques mis en œuvre sur « Témoin » et « PA » ➤ Valorisation à travers de 17 indicateurs économiques, environnementaux et sociaux compilés dans l'outil IDEFICS ➤ Mise en place d'une base de données pour l'enregistrement des itinéraires techniques ➤ Homogénéisation des pratiques culturales sur les 2 modalités 	
Gestion des couverts semés	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maîtrise progressive des semis sur les parcelles d'essai : <ul style="list-style-type: none"> ○ Choix d'espèces et densités adaptées, ○ Réglages des semoirs, ○ Semis précoces/avant vendanges privilégiés ➤ Apports de biomasse (3 à 10 T/ha de MF en 2021) source de restitutions potentielles couvrant les besoins de la vigne ➤ Couverture hivernale du sol + Effet mulch suite à destruction des couverts 	
FLORE	DONNEES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Relevés floristiques réalisés sur l'IRE, l'IRT et sous le rang – en Mars et en Juin ➤ 766 relevés depuis 2015 ➤ Caractérisation des cortèges floristiques et de leur évolution au cours du temps : <ul style="list-style-type: none"> ○ Richesse spécifique, ○ Cycle biologique (Annuelles/Vivaces), ○ Stratégie de reproduction (classe GRIME), ○ Statut des espèces ➤ Evolution de la diversité floristique – Indices de similarité ➤ Recouvrement des espèces clés
	RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Influence du millésime prépondérante ➤ Hétérogénéité du pool d'espèces résultant de la diversité des parcelles étudiées ➤ Stabilisation d'un cortège floristique au bout de 3/4 ans enherbés : <ul style="list-style-type: none"> ○ Richesse spécifique élevée ○ Emergence d'espèces spécialistes et protégées ○ Attention à la proportion importante d'espèces vivaces et/ou concurrentielles ➤ Importance de rafraichir régulièrement le couvert végétal pour renouveler le cortège → alternance dans le temps Enherbement semé/naturel

SOLS	DONNEES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Taux de matière organique ➤ Indicateurs BOCQS (relevés en mars sur l'IRE) <ul style="list-style-type: none"> ○ Etat structural ○ MO humifères ○ Activité biologique ○ Enmoquettement ○ Type de fonctionnement du sol ○ Décomposition par les organismes du sol : « test slip »
	RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Teneurs en MO mesurées sur les sols enherbés = 3% en moyenne → élevées ➤ C/N du sol = 11 en moyenne sur les 2 modalités → correct ➤ Évolutions très progressives et analyse à poursuivre ➤ Amélioration de la fertilité physique et biologique grâce aux couverts végétaux : meilleur structure et vie du sol sur l'horizon de surface
VIGNE	DONNEES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estimations de rendements ➤ Pesées de bois de taille – Vigueur ➤ Notation maladie et gel ➤ Pesées des pétioles ➤ Qualité des raisins ➤ Vinification des millésimes 2020
	RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Influence du millésime prépondérante ➤ Rattrapage du niveau de production du « Témoin » par la modalité « Pratiques Alternatives » implantée sur les zones les moins productives à l'origine <ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de différences significatives sur les rendements bien que particulièrement impacté par les conditions du millésimes. ○ Pas de différences significatives sur la Vigueur ○ Pas de différences significatives sur la pesée des pétioles ○ Pas de différences significatives sur les maladies et le gel en 2021 ➤ Pas de différences significatives sur la qualité des raisins et des vins

L'ensemble des résultats compilés au cours de cette synthèse est mobilisé pour construire et diffuser des outils facilitant la gestion des couverts végétaux. La partie suivante présente les moyens de diffusion et d'accompagnement des viticulteurs dans ces transitions.

3. DIFFUSION ET ACCOMPAGNEMENT DES VITICULTEURS

3.1. Poursuite du développement des OAD

3.1.1. Perspectives des outils

La synthèse des données capitalisées sur les réseaux de parcelles expérimentales au niveau du volet couvert végétaux hivernaux (engrais verts) donne lieu à plusieurs **outils d'aide à la décision** (OAD). Ces outils très complémentaires ont vocation à faciliter un **diagnostic** complet : identification des **potentialités et problématiques** associées au sol et à la flore des parcelles. Leur utilisation permet la prise en main par les conseillers et viticulteurs des pratiques de gestion durable des sols.

L'ensemble des outils, présenté via une [vidéo synthétique](#), est accessible sur le site du Vinopôle ainsi que sur l'**application DECISOL**, disponible à partir de ce lien : <https://teamsol-ca33.glideapp.io/>.

	<p>Prise en main de l'application DECISOL :</p> <p>Une fois sur la page d'accueil :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Renseignez votre adresse mail et cochez la case "Rester connecté" - Renseignez le Code PIN reçu par mail (cela peut prendre un peu de temps) - Cliquez sur la flèche de téléchargement en haut à droite pour installer l'application sur votre mobile <p>Vous pouvez désormais naviguer librement sur l'application DECISOL !</p>
---	--

Les outils ont déjà été abordés au cours du compte-rendu technique ci-dessus. Le tableau ci-dessous renseigne sur l'état d'avancement et les perspectives associées à leur développement.

Nom de l'outil	Etat d'avancement	Perspectives
BOCOS : Boîte à Outils de Caractérisation de la Qualité des Sols	V1 : Guide de terrain et fiche de saisie finalisés sous format papier et PDF.	Développement de la V2 numérique en cours de finalisation pour SPOT I. SPOT II et III encore à développer. ➔ Sorties graphiques automatisées et préconisations associées aux résultats.
GARANCE : Guide d'Aide à la Reconnaissance des Adventices en Nouvelle-aquitaine et Conseils pour la gestion des Enherbements	V2 finalisée sous format PDF interactif. Clé au stade plantule développée en 2021 (stage C. Perret).	- Cahier des charges pour application numérique en cours de rédaction. ➔ Intégration de la note agroécosystémique pour caractériser l'ensemble du couvert.
Profil Ressources : Description du profil de sol et interprétation d'analyses de sol	V2 finalisée sous format Web : - Représentations graphiques des propriétés texturales, calciques, organiques et minérales - Tableau de synthèse	V3 en cours de développement : - Préconisations de pratiques et d'apports (amendements et engrais) - Simulations des apports : impacts sur les propriétés du sol - Sorties graphiques automatisées
IDEFICS : Indicateurs de Durabilité pour Évaluer le Fonctionnement d'Itinéraires techniques et Comparer différents Systèmes	V1 aboutie : - 17 indicateurs retenus - Maquette Excel fonctionnelle - Utilisation à l'échelle de l'exploitation - Test de l'outil sur 3 exploitations VERTIGO	- Validation de l'outil sur des exploitations supplémentaires - Simplification de la saisie - Utilisation dans le cadre de démarches environnementales (ex : diagnostics Carbone) - Dépôt d'un AAP FAM en janvier 2022 : extension de l'outil à d'autres régions
Guide DECISOL : (détail ci-dessous)	V1 sous format PDF interactif finalisée.	- Enrichissement du guide : cf paragraphe ci-dessous

3.1.2. Guide DECISOL – Référentiel technique couverts végétaux (OP4 – A4.1)

En 2021, un nouvel outil nommé "Guide DECISOL" a été mis au point. Il est le fruit de notre expertise en tant que service Recherche et Développement mais également des nombreux retours de nos viticulteurs partenaires depuis 2015. L'enjeu principal de ce guide est d'accompagner le viticulteur à réadapter son itinéraire technique vers des modes de gestion plus durable des sols selon ses problématiques agronomiques et son système de production.

Cet outil est simple d'utilisation par son format numérique interactif et à la portée de tous. Il répond aux 10 principales problématiques liées à la gestion durable des sols (fertilité, herbicide, biodiversité...) via un panel de solutions agronomiques, telles que l'implantation d'engrais verts, la gestion extensive des enherbements naturels, l'adaptation des outils à la nature des sols, le choix des apports d'engrais et/ou d'amendements... Le guide ne s'arrête pas là ! Il renvoie également le lecteur vers une batterie d'outils de diagnostics essentiels et des liens externes utiles.

Le Guide DECISOL va être consolidé en 2022 notamment grâce à l'intégration d'un stagiaire, Aloïs FOURNIER, pendant 6 mois au sein de l'équipe. Cette offre de stage (Annexe 13) se décompose en deux volets : évaluer les données du projet VERTIGO 2 et valoriser ces dernières via différents moyens de communication dont le Guide. Le stagiaire aura pour objectifs, entre autres, d'intégrer les témoignages de nos viticulteurs partenaires, développer la carte des semenciers, approfondir la partie « apports exogènes » mais aussi incorporer les sorties de l'outil IDEFICS sur les volets sociaux, environnementaux et économiques des pratiques.

3.2. Journées techniques et Démonstrations (OP3 – A3)

3.2.1. En 2018

A été organisé le 18 Octobre une démonstration des méthodes de semis à la cave de Civrac Médoc avec la participation de 5 constructeurs :

- Vitimeca
- Aurenсан
- Souslikoff
- Clemens
- Braun
- Agromet



L'évènement a permis de rassembler une trentaine de viticulteurs et s'en suivra une démonstration des modes de destruction sur la même parcelle en fonction des couverts végétaux implantés. En effet nous avons testé dans ce cas un mélange d'espèces pérennes (luzerne pérenne, sainfoin) comme le souhaitait le viticulteur ainsi qu'un mélange d'engrais verts hivernaux (pois, vesce, avoine) adapté au type de sol et à la nécessité d'apporter de l'azote (plantation).

Le flyer sur comment choisir son couvert a été diffusé à cette occasion (Annexe 14).

3.2.2. En 2019

4 réunions bout de parcelles ont eu lieu en automne 2019.

L'objectif de ces réunions bout de parcelle est de présenter les pratiques de "Gestion Durable des Sols Viticoles" développées dans le cadre du projet VERTIGO pour réduire l'utilisation des produits herbicides.

Les dates des réunions sont :

- Mardi 19 novembre 9h30 - 12h30 à Listrac-Médoc (Château Clarke) Avec présentation semoir sous le rang
- Jeudi 21 novembre 9h30 - 12h30 à Saint-Emilion (Château Cormeil-Figeac) Avec présentation semoir et semis sous le rang
- Vendredi 22 novembre 9h30 - 12h30 à Naujan-et-Postiac (Vignoble Mallet-Audubert) Avec présentation semoir et semis sous le rang ENTRE DEUX MERS
- Mardi 3 décembre 14h à 17h à Saint-Martin-Lacaussade (Château Frédignac) Avec présentation semoir sous le rang BLAYAIS

Un flyer a été envoyé pour collecter les inscriptions et ainsi connaître le nombre de participants.

Lors de ces journées un livret descriptif sera distribué en format papier mais sera également téléchargeable via un lien spécifique.

Une enquête de satisfaction est également prévue pour améliorer le plan de communication futur.



AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE GIRONDE

INNOV' ACTION 2019

REDUIRE L'UTILISATION DES HERBICIDES AVEC LES COUVERTS VÉGÉTAUX

Choisir ses engrais verts et son matériel, caractériser ses sols, adapter son semoir :
4 viticulteurs témoignent

Mardi 19 novembre - 9h30 à 12h30
MÉDOC - CHÂTEAU CLARKE
33480 LISTRAC-MÉDOC

Jeudi 21 novembre - 9h30 à 12h30 LE MOIS DE LA BIO
LIBOURNAIS - CHÂTEAU CORMEIL-FIGEAC
3 CORMEIL, 33330 SAINT-ÉMILION

Vendredi 22 novembre - 9h30 à 12h30
ENTRE-DEUX-MERS - VIGNOBLES MALLET-AUDUBERT
4 MEYNIARD, 33420 SAINT-AUBIN-DE-BRANNE

Mardi 3 décembre - 14h à 17h
BLAYAIS - CHÂTEAU FRÉDIGNAC
CHEMIN DE TRESHUIT 33390 SAINT-MARTIN-LACAUSSADE

INSCRIPTIONS GRATUITES AU 05 56 35 00 00 - PLACES LIMITÉES

VINS DE BORDEAUX | 

CAUSSADE semences  ELIARD-SPCP  FranceAgriMer  Nouvelle-Aquitaine  VINOPÔLE 

3.2.3. En 2020

A partir de mars avec le CORONA-VIRUS plusieurs interventions ont dû être annulées à savoir :

- ✓ Journée techniques couverts végétaux et BOCQS en Charentes : MARS
- ✓ Journée technique détruire son couvert hivernal au Château Cormeil Figeac (St Emilion) : Avril
- ✓ Tech N BIO Ateliers sols : Juillet

Ont été maintenues 2 journées Bout de Parcelle en Novembre 2020 à l'occasion du Mois de la bio (30-40 participants chacune) :

	MAR 17 14h-17h	CHÂTEAU CORMEIL FIGEAC Victor MOREAU 33330 SAINT-EMILION	Viticulture biologique : alternatives au cuivre et gestion de la couverture des sols Deux ateliers pour partager un état de la recherche et des pratiques innovantes.	
	JEU 19 14h-17h	VIGNOBLE AUDUBERT 33420 NAUJAN ET POSTIAC	Gestion de l'enherbement en viticulture bio et engrais verts	

Présentation du projet VERTIGO et de la stratégie semis sous les rangs avec présentation des semoirs et du système de rappuyé.

Vidéos des interventions :

- [Au Château Cormeil-Figeac](#)
- [Aux Vignobles Mallet-Audubert](#)

3.2.4. En 2021

✓ **Journée technique Couverts végétaux organisée par la CA17 – Avril 2021**

50 participants.

Vidéo de retour sur l'événement [en ligne ici](#).

- Présentation de différentes techniques d'entretiens des sols : [semis sous le rang](#), couverts temporaires hivernaux, feutres de paillage
- Présentation d'outils pour accompagner dans les choix techniques : méthode MERCI et BOCQS

✓ **Journée technique FLORE DES VIGNES - Mai 2021**

20 participants.

Vidéos des interventions [en ligne ici](#).

- Témoignage de Vincent L'Amouller (Château Frédignac) sur les pratiques engagées via le projet VERTIGO : vidéo en ligne ici
- Ateliers « terrain » par groupe :
 - Identifier et interpréter son couvert végétal avec l'outil GARANCE
 - Choisir ses couverts végétaux avec la BOCQS
 - La flore patrimoniale des vignes et critères de reconnaissance

✓ **LA VIE SANS HERBI - Octobre 2021**

80 viticulteurs présents.

- Démonstration de 4 semoirs et semis de différents mélanges
 - o Semoirs directs
 - o Semoirs à la volée combiné herse
- Témoignage du viticulteur
- Présentation du Guide DECISOL



✓ **Mois de la bio - Novembre 2021**

30 participants.

2 demi-journées sur 2 parcelles du réseau VERTIGO : EARL Le clos d'Arnaudet à Courpiac et Lycée viticole de la Brie à Monbazillac.

- Présentation projet VERTIGO et enjeux associés : Réduction intrants/Sécurisation des rendements/ Intérêts enherbement.
- Présentation du Guide DECISOL.
- Témoignages Adoption des couverts végétaux sur la propriété.
- Ateliers techniques sur la BOCQS et GARANCE.
- Ouverture et description d'une fosse pédologique à Courpiac.

3.3. Articles / Communications (OP4 – A4.2)

3.3.1. Rédaction d'articles (2018 à 2021)

La synthèse des résultats et l'élaboration des OAD a donné lieu à la rédaction de nombreux articles disponibles ci-dessous (liens renvoyant vers les articles en PDF).

Date	Revue	Titre et lien de l'article	Description de l'article
Juin 2018	Avenir Aquitain	De la qualité des sols aux couverts végétaux	Pour maximiser la couverture végétale du vignoble, il convient avant tout de mieux connaître les services écosystémiques rendus. La Chambre d'agriculture propose un nouvel outil : la BOCQS.
Novembre 2019	Avenir Aquitain	Pour passer à l'herbe	Reconnaître la flore pour mieux maîtriser la concurrence générée par les enherbements naturels : GARANCE
Décembre 2019	Union Girondine	Choisir ses engrais verts : la BOCQS	Caractériser les sols, la flore et les itinéraires techniques pour une gestion plus agro-écologique des sols viticoles
Février 2020	Union Girondine	Des outils pour décrire les potentialités des sols viticoles : l'OAD Profil Ressources®	Présentation de l'OAD PR permettant de visualiser et d'interpréter sur la vision profil les analyses de sols de laboratoire
Mars 2020	Union Girondine	Reconnaître la flore des vignes pour mieux la gérer : GARANCE	Elaboration d'un guide de reconnaissance de la flore des vignes
Mars 2020	Avenir Aquitain	Un nouvel outil pour la fertilité	L'OAD Profil Ressources® est un outil pour mieux piloter la fertilité de ses sols et réussir ses plantations en viticulture
Janvier 2021	Union Girondine	Projet Vertigo : les retours de terrain	La gestion des enherbements naturels ou semés : témoignage de viticulteur
Mars 2021	Avenir Aquitain	La marche en avant - Guide numérique pour la flore (GARANCE)	La Chambre d'agriculture de la Gironde réalise des inventaires floristiques à la vigne. Aujourd'hui, elle publie un guide numérique pour aider les viticulteurs à les reconnaître.
Avril 2021	Union Girondine	La BOCQS pour l'autodiagnostic des sols viticoles	Maximiser la couverture végétale dans notre vignoble pour répondre aux enjeux de réduction des intrants herbicides et de réchauffement climatique : présentation de la BOCQS
Septembre 2021	Vitisphere	Les clés d'une gestion durable des sols viticoles	Réadapter les itinéraires techniques vers des modes de gestion plus durable des sols
Septembre 2021	Union Girondine	Couverts végétaux : quelle stratégie et comment la mettre en place ?	Le guide DECISOL : Un outil d'accompagnement pour réadapter son itinéraire technique vers une gestion plus durable de ses sols
Octobre 2021	Avenir Aquitain	Décisol : un guide pour des sols en pleine forme	La Chambre d'agriculture lance un outil numérique pour gérer durablement les sols viticoles

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 82 / 89

3.3.2. Evénements et communications (2018 à 2021)

✓ **Journée de l'AB avec AgroBio 24**

Présentation des avantages et limites de la pratique des engrais verts ainsi que comment raisonner le choix des semences pour constituer son couvert. Partie en salle 30 min puis terrain avec étalonnage des semoirs. Le ppt est en Annexe 15.

✓ **Rencontres régionales de la recherche et du développement 12/12**

Présentation sur : Gestion intégrée de la fertilité des sols en viticulture : Les couverts hivernaux
Une vidéo de la présentation sera diffusée à l'échelle nationale et le ppt ainsi que les actes sont en Annexe 15.

✓ **Rencontres Viticoles d'Aquitaine (RVA) - Janvier 2020**

Présentation du projet VERTIGO, de ses OAD associés et d'une vidéo sur l'élaboration d'un semoir sous le rang en collaboration avec les viticulteurs du réseau. Disponible en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=63Yv7xrqlXw>

✓ **Salon VINITECH – Décembre 2020**

- Veille sur le salon au niveau du stand de la DRAAF pour présenter la « BOCQS » et diffuser les flyers sur comment choisir son couvert. Elaboration de supports vidéo pour présenter comment construire et comment mettre en œuvre sur le terrain la BOCQS.
- Conférence de 1h portant sur : Suppression des herbicides, sécurisation des rendements et maîtrise des coûts de production : Quels leviers pour une gestion plus durable des sols viticoles ?
Le ppt est en Annexe 15.

✓ **Manifestation DEMOBIO - Juillet 2021**

Présentation des projets, résultats et outils via la tenue d'un stand.
Interaction avec constructeurs de semoirs et rouleaux.

✓ **PNDV Tour - Octobre 2021**

Evénement valorisant l'ensemble des actions dans le cadre du Plan National Dépérissement du Vignoble. Construction et animation de 2 ateliers :

- Quels leviers pour favoriser la qualité biologique des sols? Des résultats probants sur les amendements organiques et couverts végétaux.
- Guide DECISOL : Comment mieux gérer mes sols durablement pour limiter les dépérissements ?

[Lien vers les Carnets du plan de dépérissement.](#)

✓ **Forum environnemental et technique du CIVB – Décembre 2021**

Intervention sur la thématique « Quels leviers pour une gestion durable des sols ? Enherber pour préserver les équilibres au vignoble ». PPT en annexe 15.

✓ **Séminaire National DEPHY Viticulture à Perpignan – Décembre 2021**

Public : Ingénieurs réseau animateurs de groupes DEPHY.

- Présentation de l'ensemble des outils de la plateforme DECISOL
- Présentation des formations DECISOL et de la mobilisation de ces outils comme supports pédagogiques
- Témoignage d'une ingénieure réseau CA33 sur les outils et formations.

✓ **PNDV national – Décembre 2021**

Webinaire d'1h : « Gestion durable des sols viticoles » en collaboration avec l'IFV de Villefrance-sur-Saône.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 83 / 89

3.4. Réseaux sociaux et supports pédagogiques (2019/2020) (OP4 – 4.3)

STAGE 2020 : Cette offre de stage s’inscrit dans la dernière phase du projet VERTIGO I qui vise à valoriser l’ensemble des outils, supports pédagogiques [...] créés au cours des 3 années du projet à travers le développement d’outils de transfert et de communication.

→ Livrable : Création et réalisation d’un cahier des charges pour la promotion de l’ensemble des projets et résultats d’expérimentation en lien avec le projet VERTIGO (site Vinopôle, page Facebook...).

Mise en place d’une stratégie de communication pour valoriser le projet VERTIGO au cours du salon TECH N BIO prévu pour JUIN 2020.

Le TECH N BIO ayant été annulé, la stagiaire recrutée sur cette thématique Estelle DOMINIQUE BARROSSO a réadapté son livrable principal autour de l’organisation de formations agronomiques à destination des viticulteurs. Ces formations ont été réalisées en deux temps, une partie distancielle via des vidéos et l’autre en présentiel avec la mise en place de nombreux supports pédagogiques. Elle a également réalisé les vidéos de présentation et d’utilisation des OAD GARANCE et PROFIL RESSOURCES. Mémoire disponible [en ligne](#) et dans le CR VERTIGO I.

3.5. Tests et validation réseaux DEPHY (2019/2020) (OP5)

Valorisation des formations développées dans le cadre du stage d’Estelle BARROSSO auprès des groupes DEPHY en 2021 car annulé en 2020 en lien avec COVID 19.

Ces formations ont été testées sur des viticulteurs du réseau BACCHUS à travers le projet OPERA.

Formation sur deux jours (1 à distance + 1 en présentiel).

Cible : vitis du réseau Bacchus, dans le cadre du projet DEPHY EXPE OPERA, piloté par l’INRAE.

3.5.1. Formation à distance

Objectif : revoir / apprendre les bases agronomiques pour gérer ses sols.

6 Vidéos. Durée totale de visionnage : 46 min.

N°	Titre	Objectif	Durée
1	En route vers la gestion durable des sols ! Invitation formation site atelier BACCHUS	Introduction, présentation de la formation	2:28
2	Pas de sol, pas de culture ! Atelier sol - BACCHUS	Rappel de l’importance du sol, contexte	4:52
3	Le régime miracle pour la vigne ? L’équilibre ! Atelier sol - BACCHUS	Les bases sur les besoins de la vigne	9:20
4.1	Comment fabriquer un sol ? - Partie 1 : Les constituants du sol / Atelier sol - BACCHUS	Les constituants du sol – 1ere partie	4:30
4.2	Comment fabriquer un sol ? - Partie 2 : Piloter la fertilité / Atelier sol - BACCHUS	Les constituants du sol – 2e partie (piliers de la fertilité)	16:50
5	Il va falloir creuser ! Atelier sol - BACCHUS	Les outils de diagnostics	8:34

+ Dans la description des vidéos :

- Des activités (H5P).
- Des liens utiles pour aller plus loin (BOCQS, ephytia...)
- Un padlet pour laisser des commentaires

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 84 / 89

3.5.2. Atelier en présentiel

Objectif : Faire le diagnostic sol et flore de sa parcelle, pour en déduire des préconisations à appliquer et repenser son itinéraire technique actuel.

3.5.2.1. Fiches utilisées :

- ❑ **Fiche 1:** Ressources et disponibilités → **remobilise les connaissances**

Consignes : Associer à chaque composante les facteurs pouvant influencer les ressources nutritives de la vigne.

- ❑ **Fiche 2:** Caractérisation du sol → **Diagnostic sol à partir d'une analyse sur H1**

Consignes : Reporter les résultats de l'analyse de sol en entourant le caractère sur la fiche à l'aide du Guide d'interprétation.

- ❑ **Fiche 3:** Caractérisation de la flore - *Fiche de notation* → **Diagnostic flore à partir des 10 espèces majoritaires identifiées pendant les relevés OPERA**

Consignes : Remplir le tableau en fonction des informations trouvées dans Garance. Calculer le score de chaque indicateur.

- ❑ **Fiche 4:** Caractérisation de la flore - *Bilan agro-écosystémique* → **Caractérise le couvert pour identifier les pratiques à limiter / mettre en place**

Consignes : Reporter les résultats de la fiche 3 sur le graphique pour obtenir le bilan agro-écosystémique.

- ❑ **Fiche 5:** Diagnostic global → **Faire le lien entre sol / flore / vigne**

Consignes : Reporter avec vos mots les informations clés issues des différents bilans.

- ❑ **Fiche 6:** Construire son itinéraire technique → **Représenter les temps et actions à ajouter / enlever en comparant l'ITK actuel et l'ITK alternatif**

Consignes : Construire son itinéraire technique sur un transparent. Le réinventer en tenant compte du diagnostic global sur d'autres transparents.

- ❑ **Fiche 7:** Évaluer son itinéraire technique → **Comparer à l'aide de données techniques l'ITK actuel et l'ITK alternatif**

Consignes : Comparer les différents itinéraires construits.

3.5.2.2. Documents annexes

- Guide de description des analyses de sol (version simplifiée)
- Livret GARANCE (10 fiches espèces correspondant à chaque parcelle)
- Fiches solutions (ensemble de pratiques à mettre en place pour corriger les problèmes identifiés sur les parcelles)

3.6. Formation DECISOL (2021) (OP5)

La formation « **DECISOL, pour une gestion durable des sols** » a été développée afin de fournir des clés aux viticulteurs pour l'adaptation de leurs pratiques de gestion des sols. Une présentation de la formation est disponible ici : <https://www.youtube.com/watch?v=qxSb7P3waPc>.

Les objectifs de la formation sont :

1. Réaliser un diagnostic agronomique (sol, flore) afin d'identifier les problématiques de sa parcelle.
2. Reconcevoir son itinéraire technique pour une gestion plus agro-écologique des sols viticoles.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 85 / 89

3 modules de formation complémentaires ont été proposés selon le programme suivant (programme en Annexe 16).

SESSION	TITRE	SOUS TITRE	PERIODE	CONTENU
AGRO / SOL	Connaître ses sols pour mieux les gérer	Identifier les caractéristiques clés des sols pour faire son diagnostic agronomique et adapter ses pratiques culturales	16, 17 et 18 Février	<ul style="list-style-type: none"> - Rappels sur le pilotage de la fertilité des sols (besoins vigne, piliers fertilité physique / chimique / biologique, etc.) - Interprétation analyse de sol - Réalisation de la BOCQS
FLORE	Connaître sa flore pour mieux la gérer	Identifier ses espèces clés pour faire son diagnostic agronomique et adapter ses pratiques culturales	13, 14 et 15 Avril	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'un herbier - Apprendre à faire un inventaire botanique - Utilisation de Garance
ITINERAIRE TECHNIQUE	Reconcevoir son itinéraire technique à partir d'un diagnostic agronomique	Quelle stratégie de gestion durable des sols et outils associés ?	6, 7 et 8 Juillet	<ul style="list-style-type: none"> - Bilan des deux sessions précédentes - Point machinisme - Etude de cas et choix des pratiques à mettre en place



FORMATION DECISOL
POUR UNE GESTION DURABLE DES SOLS VITICOLES

- CONNAÎTRE SES SOLS POUR MIEUX LES GÉRER**
23 OU 24 OU 25 FÉVRIER 2021
 - Je fais le point sur mes connaissances agronomiques
 - Je teste des outils de diagnostic sur le terrain
 - J'apprends à interpréter une analyse de sol
- CONNAÎTRE SA FLORE POUR MIEUX LA GÉRER**
13 OU 14 OU 15 AVRIL 2021
 - J'apprends à faire un inventaire botanique
 - Je réalise un herbier
 - Je maîtrise les espèces concurrentielles
- RECONCEVOIR SON ITINÉRAIRE TECHNIQUE À PARTIR D'UN DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE**
6 OU 7 OU 8 JUILLET 2021
 - J'apprends à faire mon diagnostic complet sol / flore
 - Je réadapte mes pratiques culturales
 - J'intègre les couverts végétaux dans mon itinéraire technique

AU PROGRAMME :

- VIDEOS
- QUIZZ
- TRAVAIL EN GROUPE
- TEST A LA PARCELLE
- OUTILS DE DIAGNOSTIC

Logos: Agricultures & Territoires - Chambre d'Agriculture Gironde, Vinopole, Vins de Bordeaux, Nouvelle-Aquitaine, FranceAgriMer

La possibilité de ne faire qu'un module a été conservée mais la participation aux 3 modules a été encouragée afin d'établir un diagnostic plus complet.

Même format pour chaque session :

- 1 jour distanciel : apprentissage théorique en autonomie
- 1 jour présentiel : remobilisation des connaissances, étude de cas en salle + diagnostic sur le terrain

Public : vitis et conseillers.

En 2021 :

3 groupes * 3 sessions de formations (8-9 personnes / formation)
= 25 à 30 stagiaires ayant suivi le cycle complet.

Les événements climatiques de cette année (gel et pression maladies) ont limité la disponibilité des participants aux dates prévues. Ainsi les dates des prochaines sessions seront décalées à l'hiver, période à laquelle les viticulteurs seront plus disponibles.

	CR ACTIVITE VERTIGO II – 2021-2023	Date du document : 30/11/2021
	Auteurs : Equipe Gestion durable des sols viticoles	Page : 86 / 89

Perspectives pour la suite du projet Vertigo II

Nous nous situons dans la 1^{ère} année d'un nouveau cycle d'acquisition des données, qui seront poursuivies jusqu'à la campagne 2023.

Différents projets complémentaires élargissent l'évaluation des impacts des couvertures végétales :

- Sur la faune auxiliaire (AGRIFAUNE)
- Sur la pédofaune (ENDLESS)
- Sur la phytoextraction du cuivre par les couverts (EXTRACUIVRE)

Les observations sur l'enherbement du cavaillon sont une perspective intéressante pour réduire les opérations de travail sous le rang souvent chronophages.

La poursuite du projet VERTIGO II s'oriente sur :

- La poursuite de l'animation du groupe de viticulteurs
- La poursuite la validation et la diffusion des OAD
- Le travail sur la reconception des itinéraires techniques et l'évaluation de leur durabilité via l'outil IDEFICS, avec un focus sur le Bilan carbone associé aux pratiques.