

Synthèse des résultats 2024 du projet VITAE

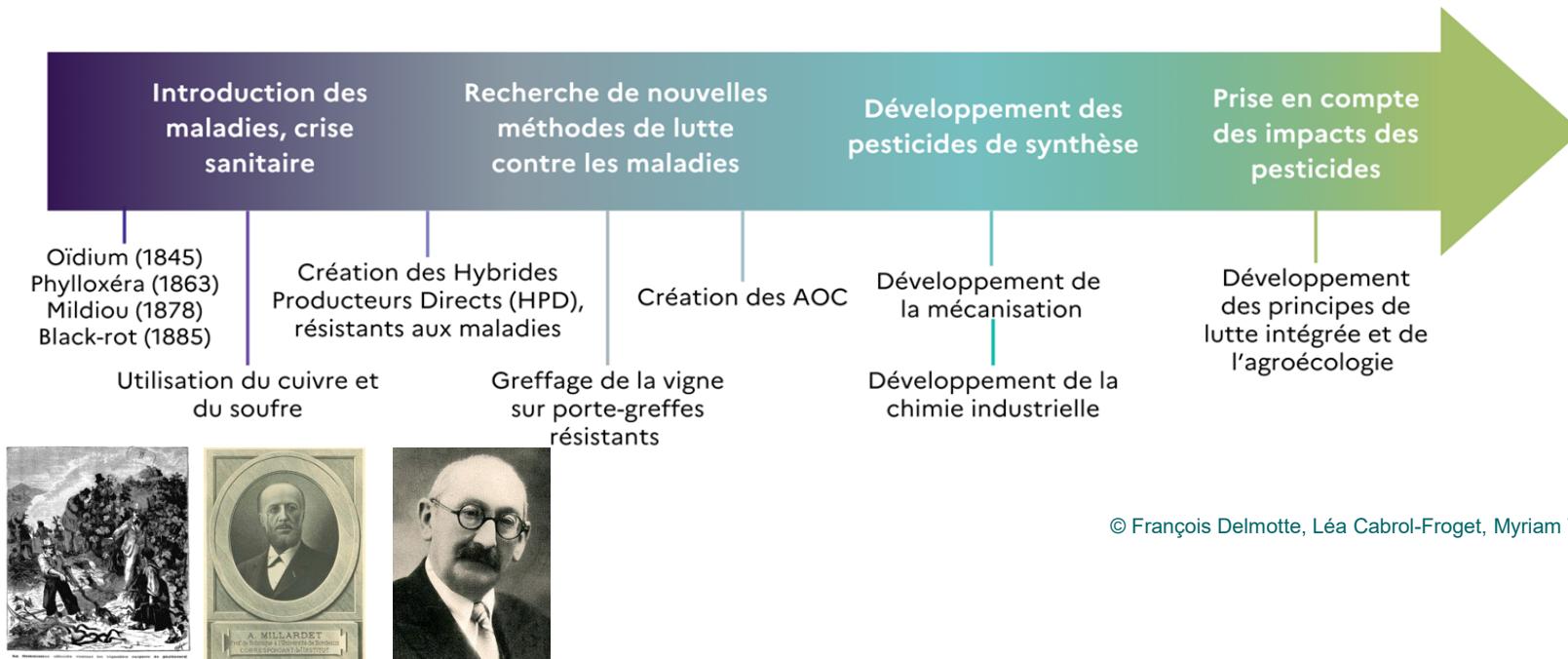
Présentée le 11 mars 2025 par la cellule PEC (animation scientifique)



anr[®] INRAE

CULTIVER
PROTÉGER
autrement

Une crise sanitaire résultant de l'introduction ancienne d'agents pathogènes et de ravageurs en Europe





Évaluer la chaîne de valeur de la vigne au vin avec des systèmes de culture sans pesticides



Stimuler la recherche pour le développement de solutions alternatives aux pesticides



Intégrer les connaissances et fournir des scénarios de transition



Créer des outils pertinents pour éclairer les politiques publiques et accompagner les viticulteurs



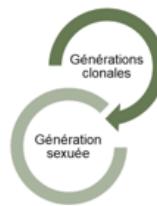
Les recherches dans VITAE



Créer et déployer les variétés résistantes



Développer de nouvelles options de biocontrôle



Rompre le cycle sexué des agents pathogènes



Favoriser la biodiversité face aux bioagresseurs



Comprendre les choix innovants

Les recherches dans VITAE



**Créer et déployer les
variétés résistantes**





Mobiliser durablement la résistance génétique



Identifier de nouvelles sources de résistance



Créer des variétés de bonne qualité œnologique



Déployer durablement les gènes de résistances



Massifier l'utilisation des variétés

Oïdium
Mildiou
Blackrot
Flavescence





Nouvelles sources de résistances au black rot

- Mise au point d'une méthode d'évaluation en conditions contrôlées (laboratoire, serres)

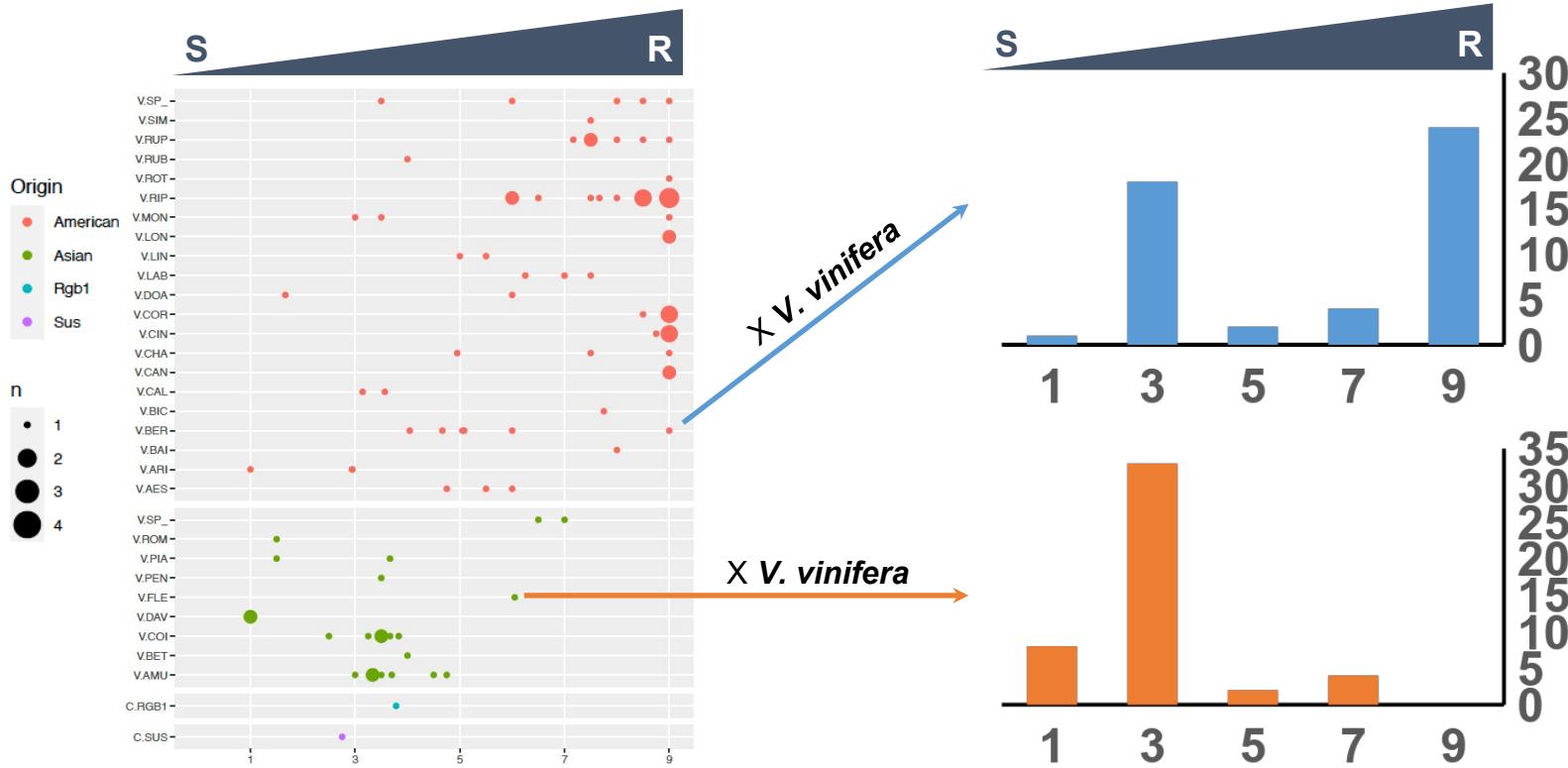


- Identification de nouvelles sources de résistances chez plusieurs *Vitis* spp. à l'aide d'un test en conditions semi-contrôlées et d'observations au vignoble





Analyse génétique de populations issues de sources de résistances au black rot





Construire l'épidémio-surveillance des variétés résistantes : le cas du mildiou

14 gènes de résistances chez la vigne,
mais **aucun gène d'avirulence connu**
chez le mildiou de la vigne

Identification des premiers locus d'avirulence chez le mildiou

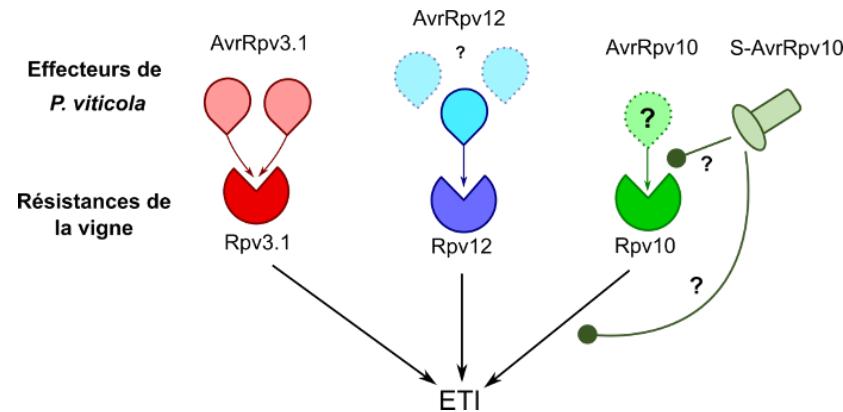
- Association génétique à l'échelle du génome (GWAS)
- Cartographie génétique

=> perte d'effecteurs

- AvrRpV3 => délétion de deux effecteurs
- AvrRpV12 => délétion d'un effecteur

=> gain d'un nouveau gène par admixture

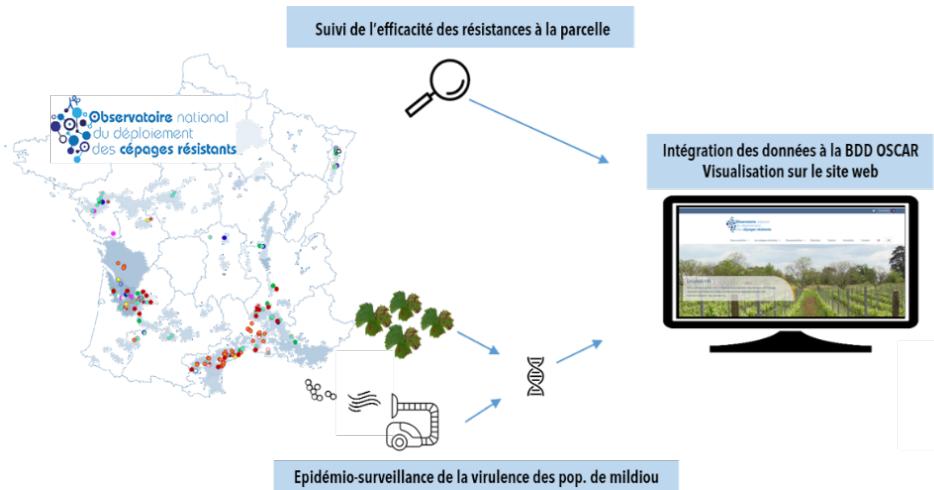
- AvrRpV10 => gain d'un allèle qui supprime la reconnaissance du pathogène par la plante





OSCAR, l'observatoire

OSCAR – Observatoire national du déploiement des cépages résistants





Quel est le potentiel œnologique des variétés résistantes ?



Évaluation des paramètres de maturation des raisins

Profil de maturation des raisins - adéquation avec critères attendus



Intégration de marqueurs analytiques et liens avec la qualité

Analyses fines de marqueurs de qualité/lien avec perceptions sensorielles



Vinification en conditions contrôlées et évaluations sensorielles

Microvinifications standardisées selon critères de vinification en cave et évaluations sensorielles descriptives et discriminatives par panels experts

Thèse de Marie Amélie Alayrac 2023-2026
Codirection UMR Œnologie (Philippe Darriet), UMR BSE (Yann Raineau)





Vins issus de variétés résistantes :

Quelle perception de la qualité et quel consentement à payer ?



Step 1 :
Blind testing

	STANDARD	ORGANIC	PREMIUM	RESISTANT
--	----------	---------	---------	-----------

Step 2 :
TFI

	TFI = 16,9	TFI = 2	TFI = 12,7	TFI = 2
--	------------	---------	------------	---------

Step 3 :
Production method

Conventional wine	Organic wine	Conventional wine	Resistant variety wine
-------------------	--------------	-------------------	------------------------

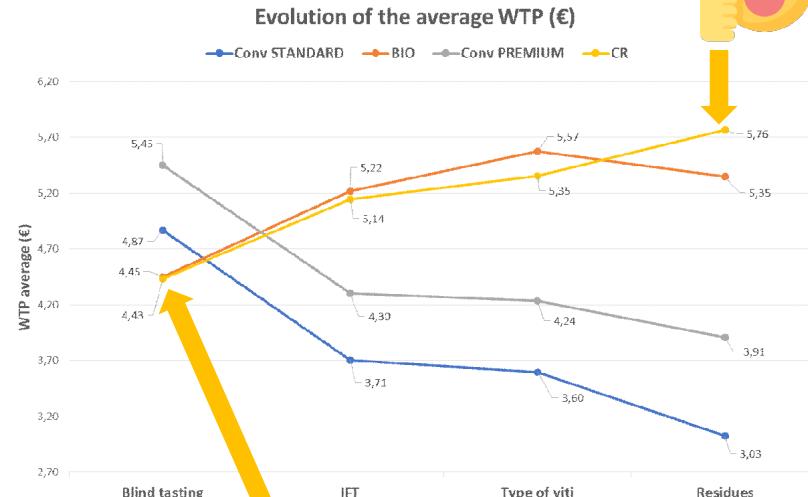
Step 4 :
Residues

6 pesticides residues	Residues copper		6 pesticides residues	
-----------------------	-----------------	--	-----------------------	--

Giraud-Héraud, E., Hubert, A., Fuentes Espinoza, A., Raineau, Y. (2024), "Les variétés résistantes aux maladies le seront-elles également au marché? " pp 315-324 in "Vignes tolérantes aux maladies fongiques, Ed. France Agricole, 456p, ISBN : 9782855578620; sous la direction de Thierry Lacombe, Hernan Ojeda, Laurent Torregrosa.

1^{ère} génération de variétés résistantes

2nd generation ?





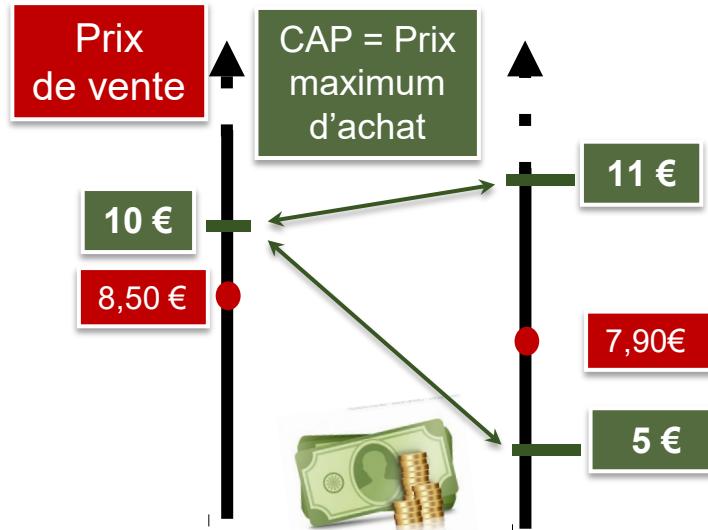
2nd génération de VR : L'enjeu de la substitution

Protocole innovant en économie expérimentale



Mesurer l'arbitrage des consommateurs dans deux situations :

- 1. Concurrence** Vin conventionnel – Vin innovant
- 2. Substitution** du Vin conventionnel par le Vin innovant



**AOC
Bordeaux**
Sauvignon
blanc



**IGP
Atlantique**
Sauvignon Gris



Giraud-Héraud, E. Raineau, Y. Seabra Pinto, A. (2025)
“A surplus comparison mechanism for multiple-good valuation”

Les recherches dans VITAE



Créer et déployer les variétés résistantes

Développer de nouvelles options de biocontrôle





Développer de nouvelles options de biocontrôle

Le biocontrôle a été défini comme le recours à « des agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures ».

Article L253-6 du Code rural de la pêche maritime

4 catégories



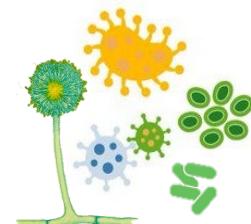
Macro-organismes

Insectes, acariens, nématodes auxiliaires...



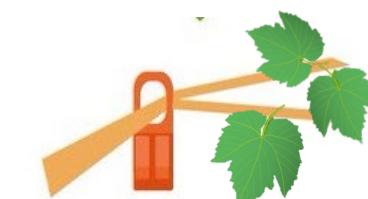
Micro-organismes

Bactéries, champignons, virus ...



Médiateurs chimiques

Substances produites par un organisme vivant qui agit sur un autre : phéromones, kairomones



Substances naturelles

d'origine végétale, animale, minérale ou microbienne



dont des SDP



Étude de l'activité et du mode d'action de surnageants de milieux de culture bactériens

Raveau – Ilbert et al. J. Fungi 2024, 10, 471.
<https://doi.org/10.3390/jof10070471>

Bacillus ginsengihimi S38 & *Bacillus velezensis* Buz14

1 **Polyvalence** : protection contre le black-rot, le mildiou et la pourriture grise en conditions semi-contrôlées

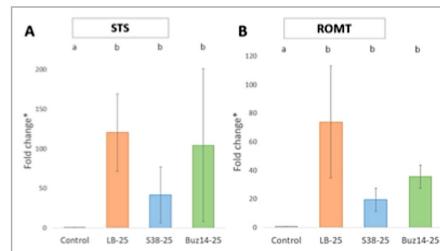
2 **Effet direct** contre *G. bidwellii* et *P. viticola*

Gb : inhibition de la croissance mycélienne.

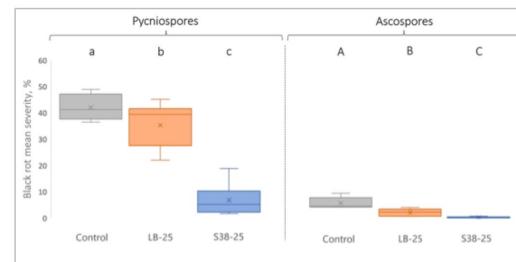
Pv: inhibition de la libération et mobilité des zoospores, et de la croissance mycélienne

3 **Effet SDP**

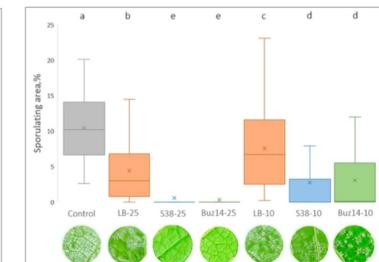
expression de gènes de défense
synthèse de phytoalexines



Activation de l'expression de gènes de défenses
 (STS : stilbene synthase,
 ROMT : resveratrol-O-méthyl transferase)



Effet des surnageants contre le black-rot



Effet des surnageants contre le mildiou

Séquençage du génome des souches:
 vérification de leur identité taxonomique et
 prédition des molécules actives



Coll. P. Jacques 

Analyse métabolomique

comparaison des profils métabolomiques des surnageants et de leur impact sur le métabolome de la vigne



Auto-régulation négative des défenses de la plante par des Histones Déacétylases de type 2.

Lever cette inhibition en traitant par un DDP (désinhibiteur de défenses des plantes) préalablement à un traitement SDP **augmente les réponses de défense et le niveau de protection** contre le mildiou et l'oïdium

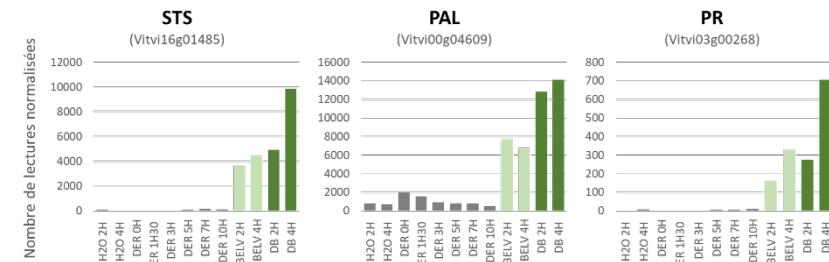
Dés : Désinhibiteur de défenses des plantes
SDP : Stimulateur de Défenses des Plantes

Demande de brevet européen N° 23307310.5 déposée le 21/12/2023
Aux noms de : Université de Bourgogne
Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

Caractérisation du mode d'action

Analyse ciblée (qRT-PCR): mise en évidence de la potentialisation précoce de l'expression de gènes de défense par le DDP


Analyse globale (RNAseq): traitement des données en cours. Identification de gènes régulés par le DDP (marqueurs?) et la combinaison DDP/SDP



Activation de l'expression de gènes de défenses
(STS : stilbene synthase, PAL : Phenylalanine ammonia lyase),
PR : PR protein 3





Combiner désinhibition et stimulation des défenses pour une meilleure performance des SDP

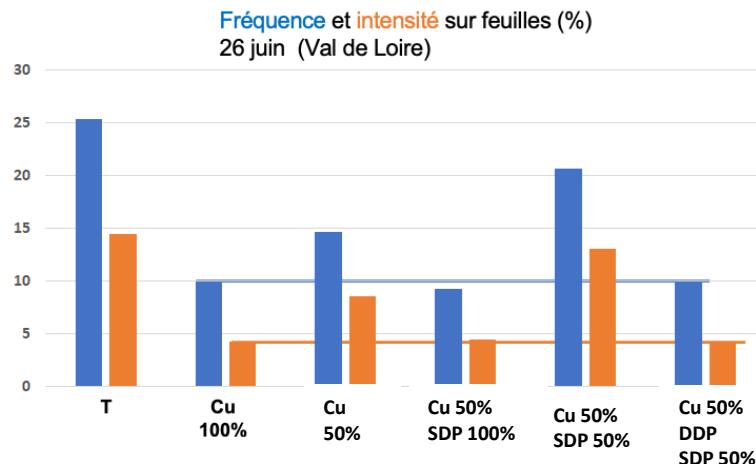


Premiers tests d'efficacité au vignoble

Projet ANR Ecophyto maturation DEREBIO (S. Bourque)



De premiers résultats encourageants au vignoble... en 2024!



SDP: Belvine
(4x avant flor.)



Importance de la stratégie d'application du SDP

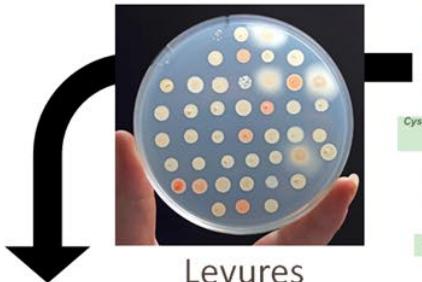
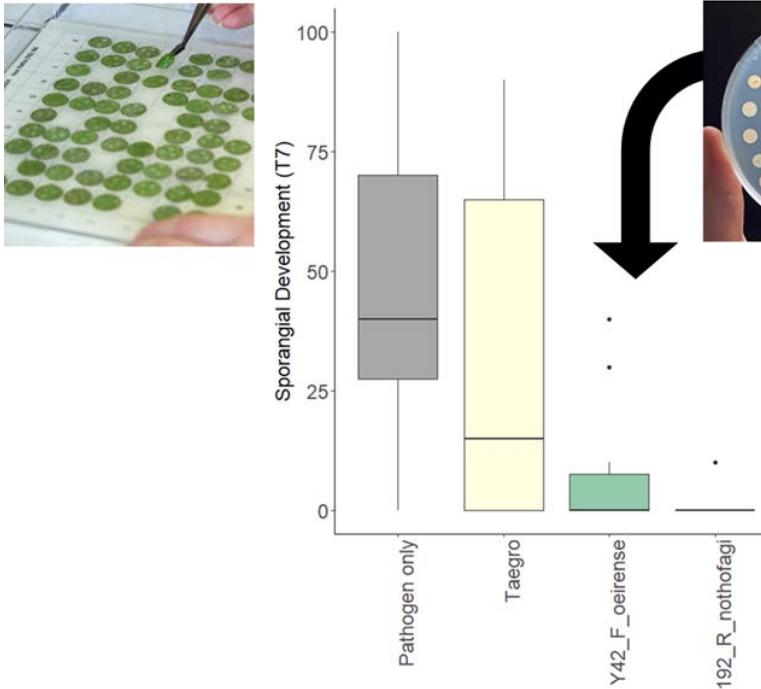
A confirmer!



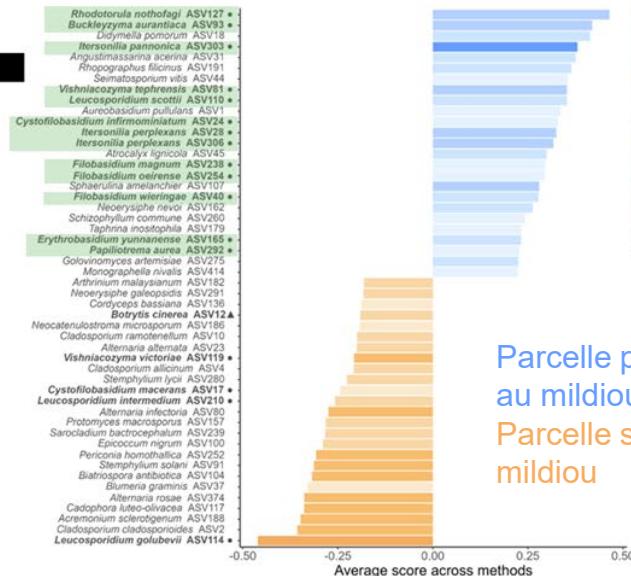


Certaines levures basidiomycètes plus abondantes dans les parcelles peu sensibles au mildiou ont un effet protecteur contre le mildiou en conditions contrôlées

Test de confrontation au laboratoire



Analyse du microbiote au champ



Parcelle peu sensible au mildiou

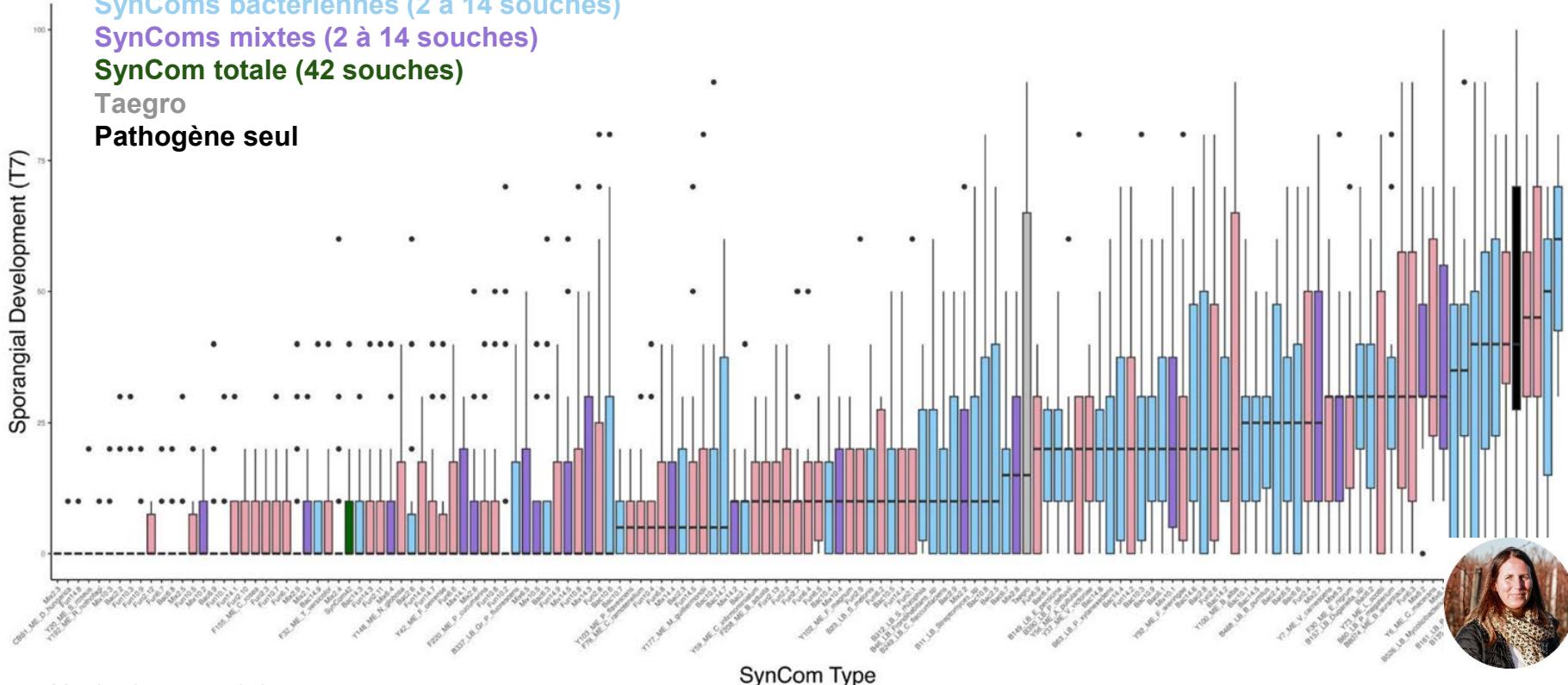
Parcelle sensible au mildiou





La plupart des consortia microbiens (SynComs) testés *in vitro* ont un effet protecteur contre le mildiou

SynComs fongiques (2 à 14 souches)
SynComs bactériennes (2 à 14 souches)
SynComs mixtes (2 à 14 souches)
SynCom totale (42 souches)
Taegro
Pathogène seul

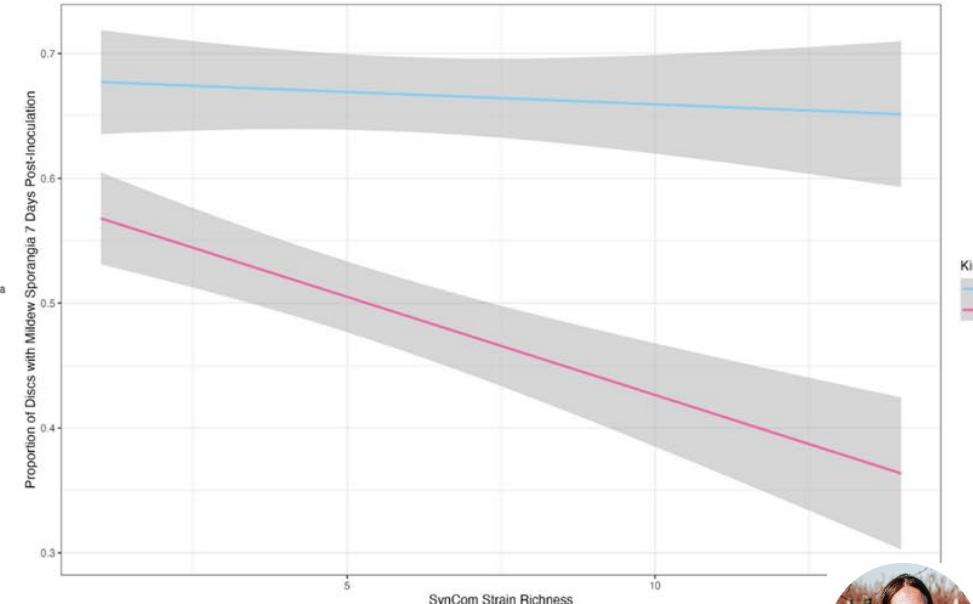
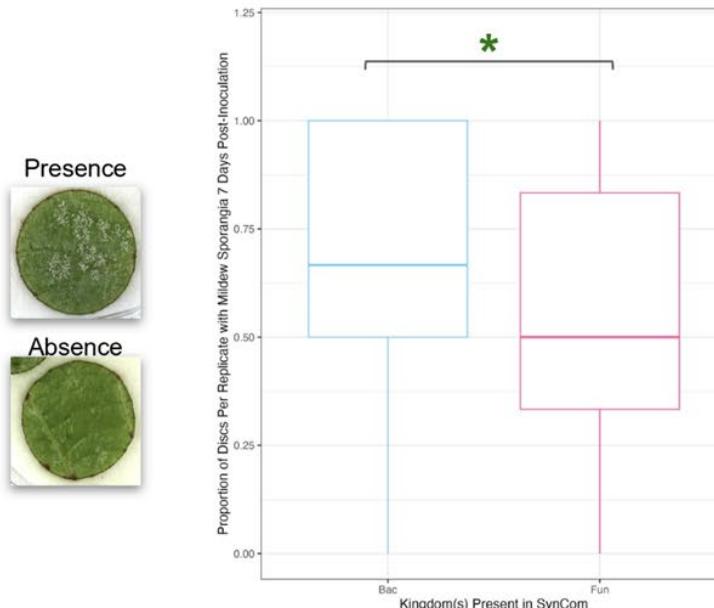




Les SynComs fongiques sont plus efficaces que les SynComs bactériennes et leur efficacité augmente avec leur richesse

SynComs fongiques (2 à 14 souches)

SynComs bactériennes (2 à 14 souches)



Martin,
Jaswa et al.,
in prep

Mildew Presence ~ Strain Richness (SR) + **Kingdom** + SR*Kingdom + 1|Replicate



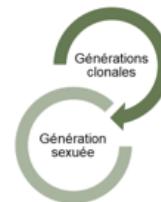
Les recherches dans VITAE



Créer et déployer les variétés résistantes

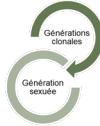


Développer de nouvelles options de biocontrôle



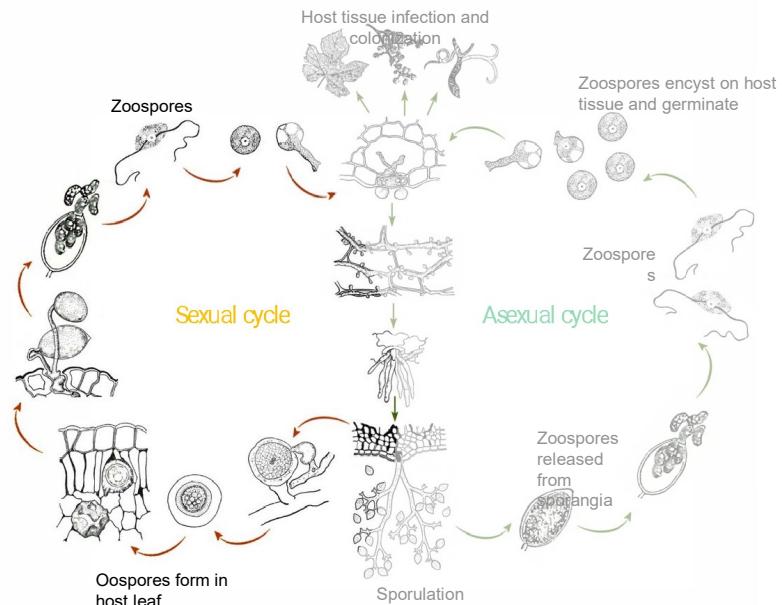
Rompre le cycle sexué des agents pathogènes





Rompre le cycle sexué des agents pathogènes

Rompre
le cycle sexué
des agents
pathogènes



Nouvelles
options
de biocontrôle

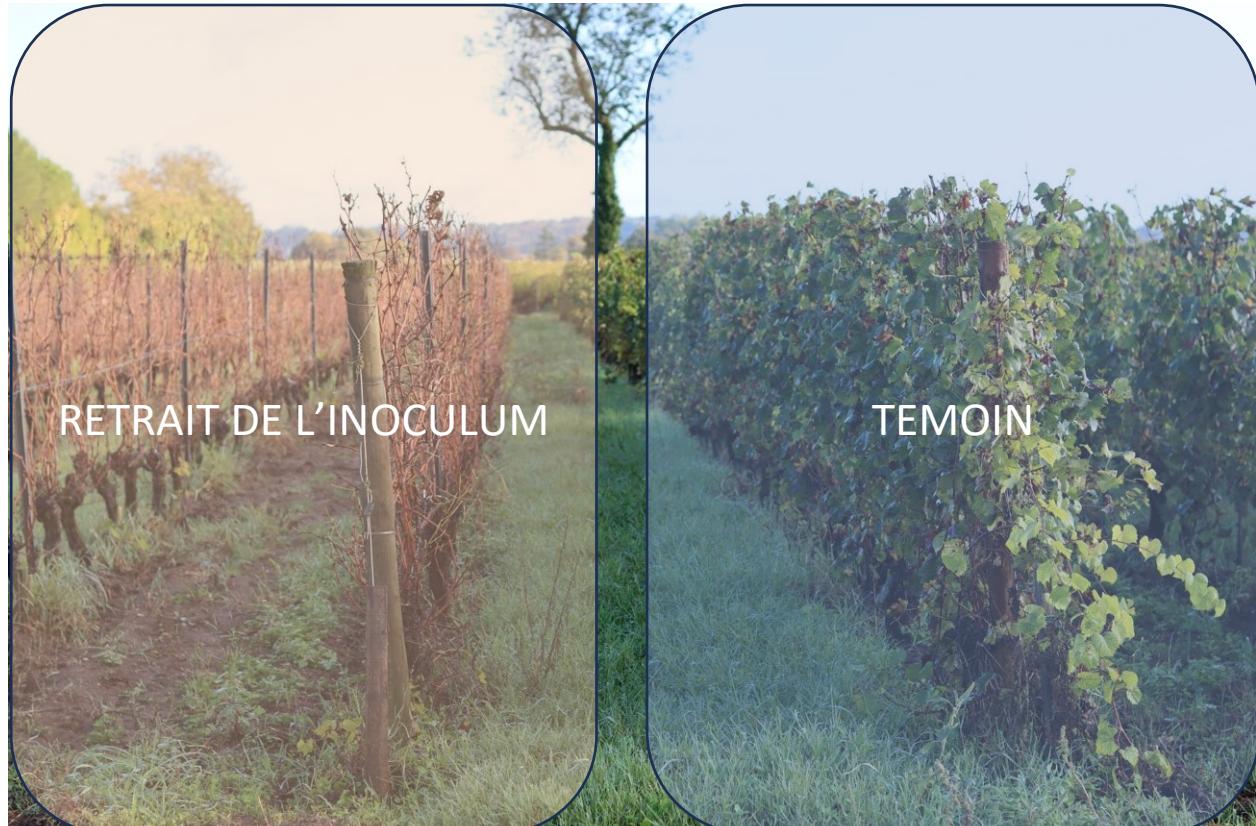
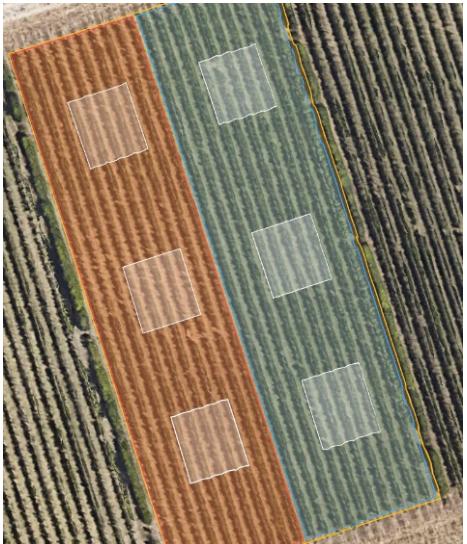


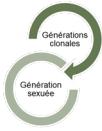
Créer et déployer les
variétés résistantes aux
maladies



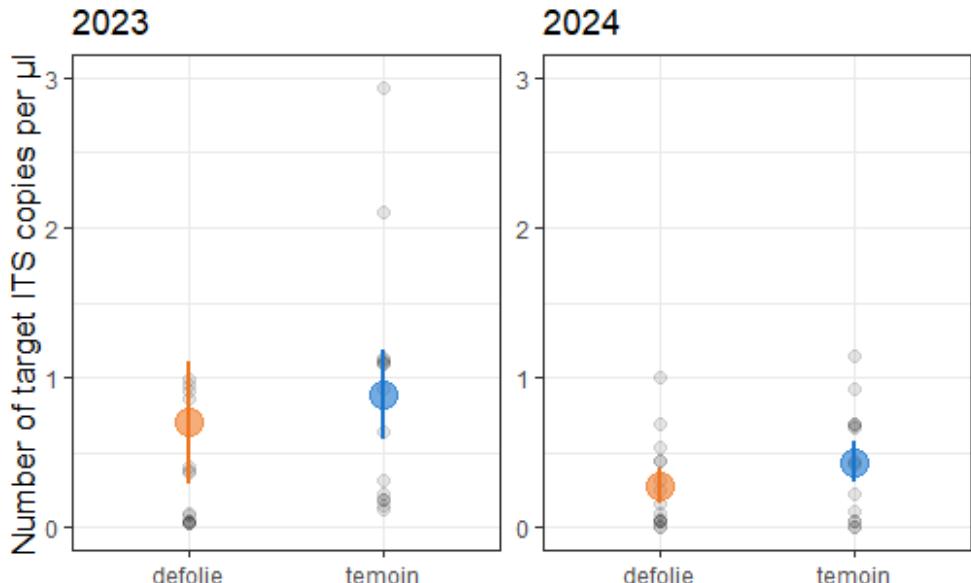
 Retrait inoculum

 Témoin





Une réduction de l'inoculum primaire dans le sol



Structure chimique complexe des hormones alpha 1 et 2

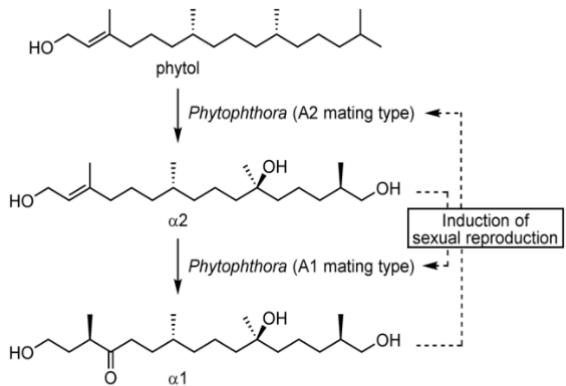


Figure 1. Mating hormones and induction of sexual reproduction in the plant pathogen *Phytophthora*. Regarding the coexistence of two mating types of *Phytophthora*, the A2 mating type converts phytol to α 2, which is then converted to α 1 by the A1 mating type. The secreted mating hormones α 2 (from A2) and α 1 (from A1) induce the sexual reproduction of the counter mating types A1 and A2, respectively.

Toura et al., 2017

Etude de la régulation hormonale de la phase sexuée chez *P. viticola*

- Synthèse chimique de H1
- Etude des effets sur l'induction de la phase sexuée
- Extraction de l'hormone du mildiou



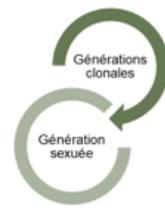
Les recherches dans VITAE



Créer et déployer les variétés résistantes



Développer de nouvelles options de biocontrôle



Rompre le cycle sexué des agents pathogènes



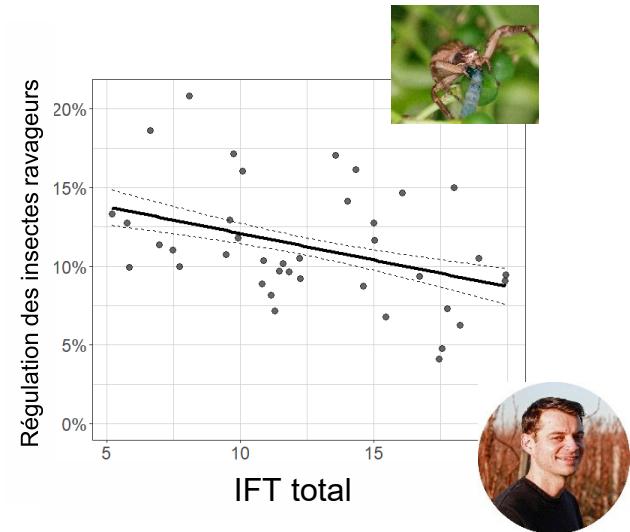
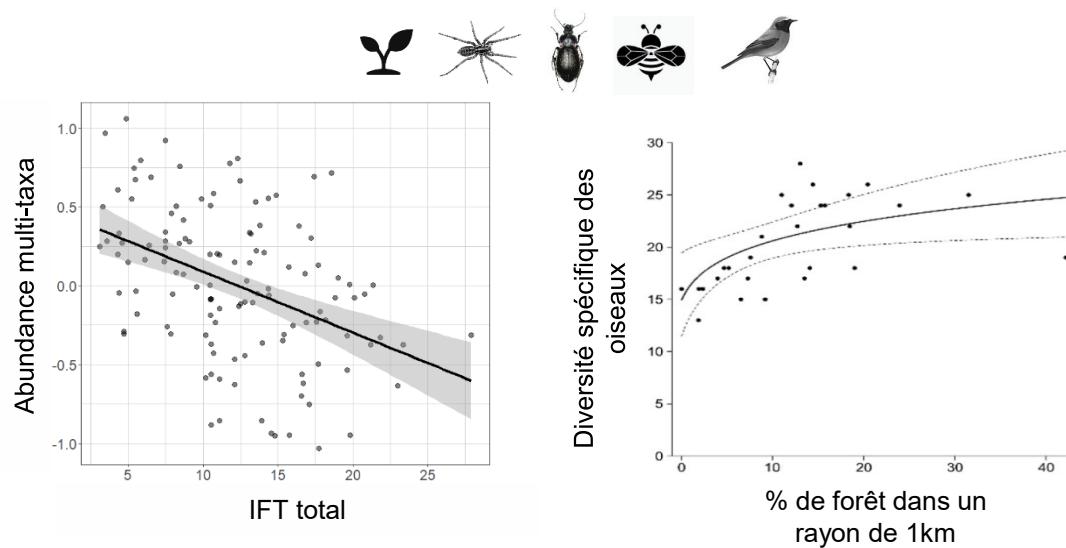
Favoriser la biodiversité face aux bioagresseurs





Mettre en évidence des pratiques qui favorisent la biodiversité & les régulations naturelles

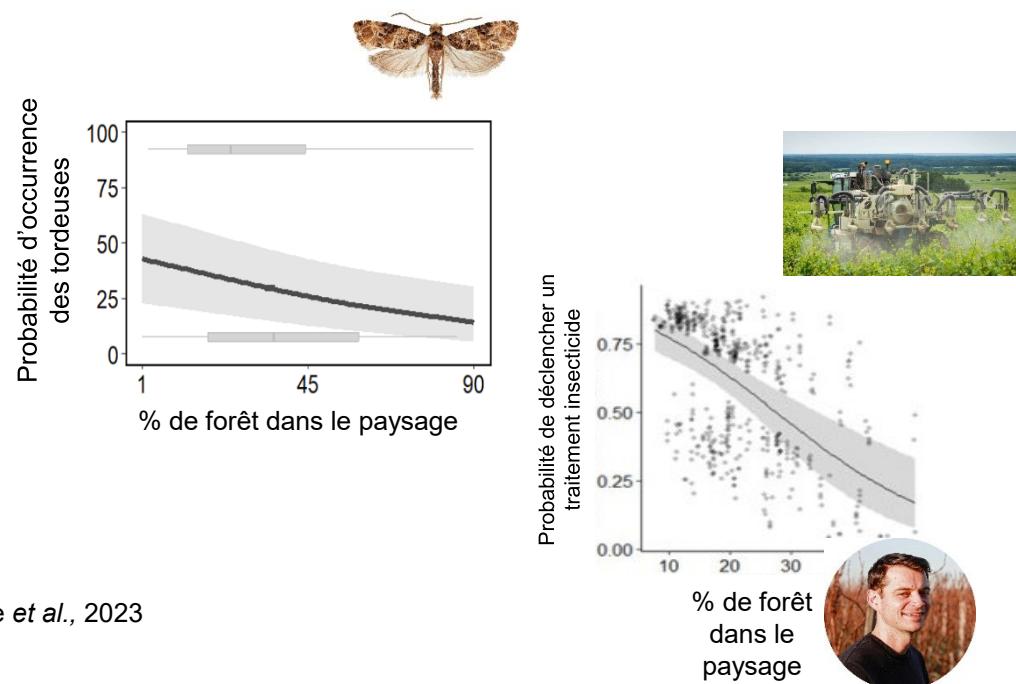
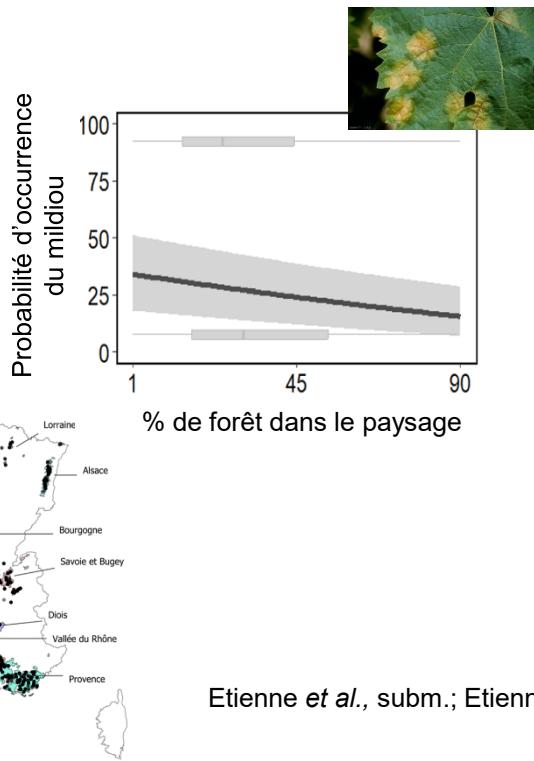
- Limiter l'usage des pesticides
- Favoriser l'enherbement et la diversité spécifique des couverts
- Augmenter l'hétérogénéité des paysages





Mettre en évidence des pratiques qui favorisent la biodiversité & les régulations naturelles

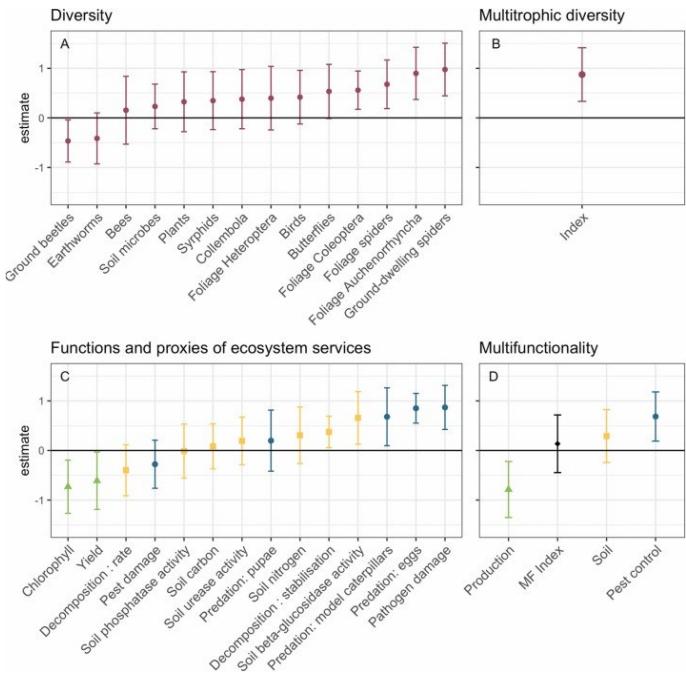
- Rôle des habitats forestiers pour diminuer les pressions de bioagresseurs et l'utilisation de pesticides



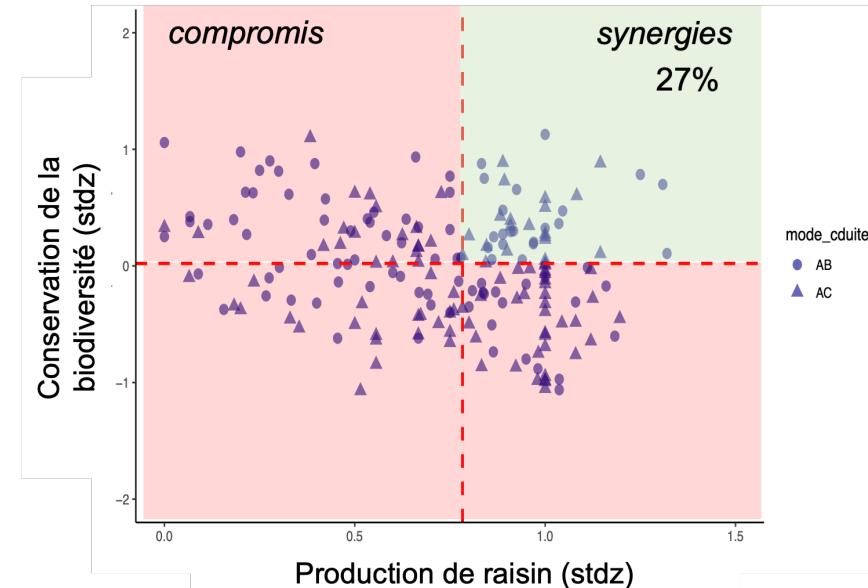
Etienne *et al.*, subm.; Etienne *et al.*, 2023



Comprendre les effets des pratiques et du paysage sur la multifonctionnalité des systèmes viticoles



Beaumelle *et al.*, 2023; Rusch *et al.*, 2025 & in prep.



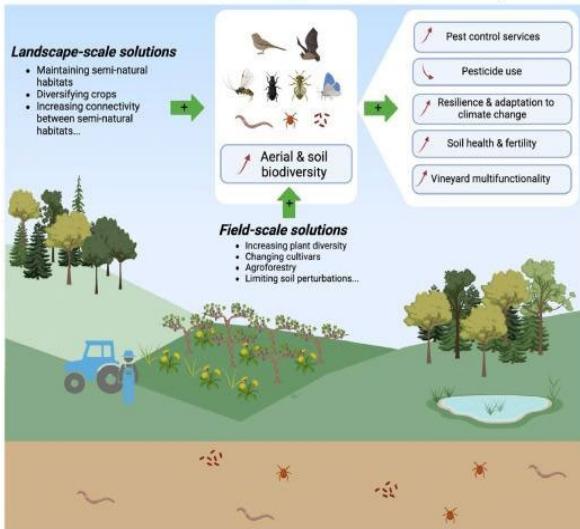
Combiner pratiques locales et aménagements paysagers = favorise les synergies



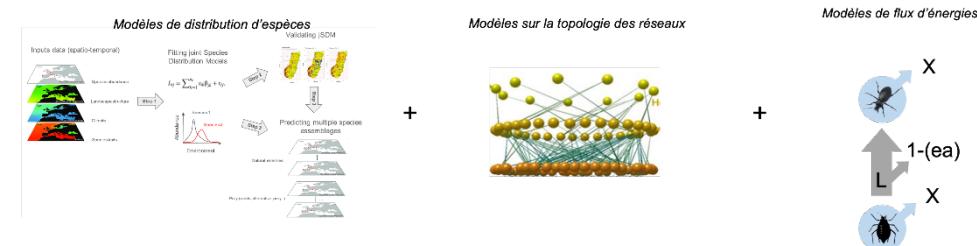


Perspectives

Nature-based solutions in vineyard-dominated landscapes



- Prédire les régulations naturelles : combiner modèles de distribution d'espèces et modèles de réseaux trophiques pour prédire les services de régulations (Projet MAIA co)



- Synergies et antagonismes entre performances dans les systèmes favorisant la biodiversité (PEPR SOLUBIOD)

Beaumelle *et al.*, 2023; Rusch *et al.*, 2025 & in prep.

Living Lab
BACCHUS
SITE ATELIER biodiversité et viticulture

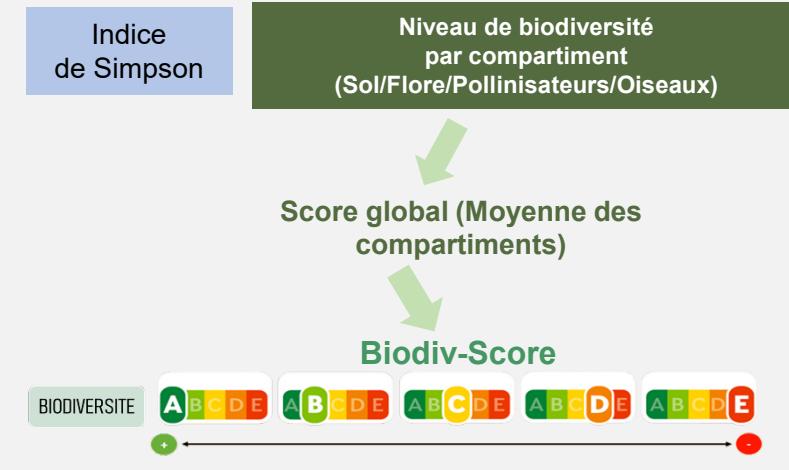




Un Biodiv-Score pour valoriser la performance environnementale... ...sur les marchés



Données de terrain



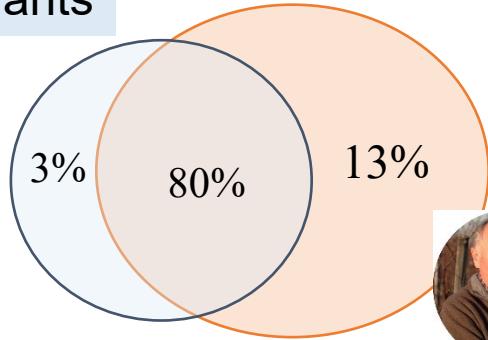
Enquête + 2 Marchés expérimentaux

630 consommateurs informés Biodiv-score et BIO



Le BIO est (doit) - il performant pour la biodiversité ?

Exigeants
Croyants



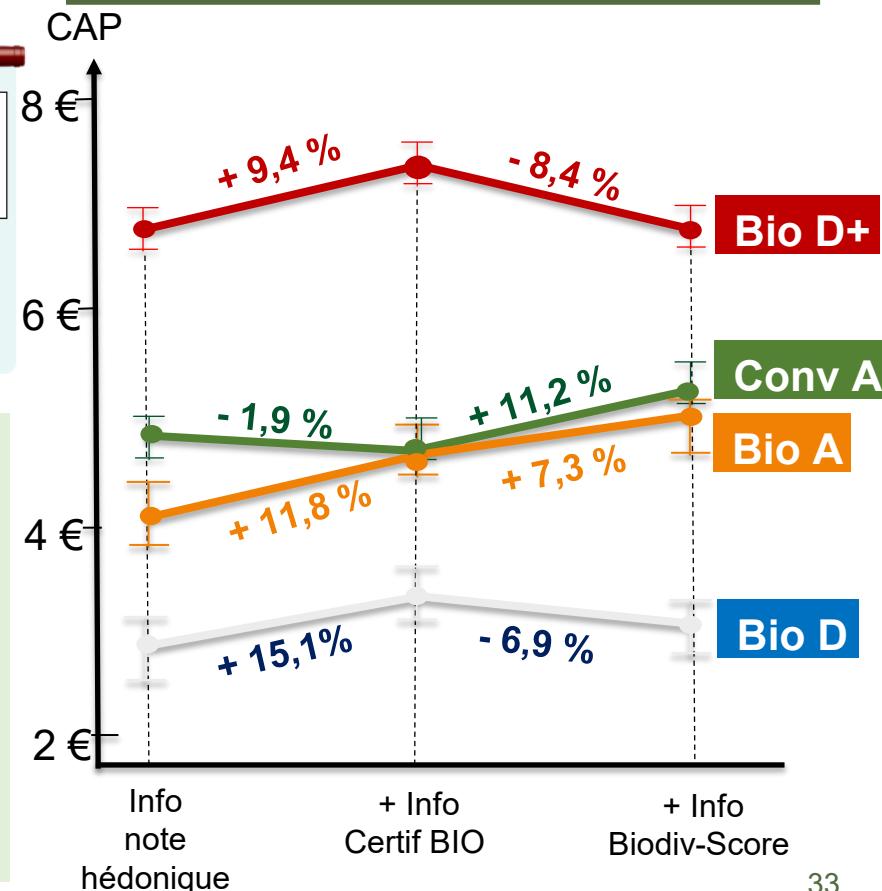
Exigence du BIO pour :
Santé : 54%RSE : 46%....Goût : 23%



Valorisation de la Biodiversité par les consommateurs

	VIN 216	VIN 859	VIN 647	VIN 453
Qualités sensorielles	<ul style="list-style-type: none"> Fruité / mûr Astringent Manque d'équilibre 	<ul style="list-style-type: none"> Belle robe Simplicité aromatique Dur en bouche 	<ul style="list-style-type: none"> Evolué Peu typique Agréable en bouche 	<ul style="list-style-type: none"> Joli fruit Fraîcheur en bouche Beau potentiel
Label	10/20	11/20	12/20	15/20
Biodiv-Score	ABCDE	ABCDE	∅	ABCDE

- Valorisation du BIO (en moyenne de 12 %)
- Valorisation du Biodiv-Score A (en moyenne de 9,3% et 53% pour 10% du panel)...proche du BIO
- Dévalorisation du Biodiv-Score D (en moyenne de 7,6%). Surtout pour le vin qualitatif.
- Pour les moins de 40 ans le Biodiv-score A est plus valorisant que le BIO
- La demande de biodiversité devient une exigence pour le BIO (devant les performances Santé et Responsabilité sociale)



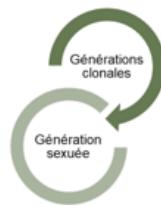
Les recherches dans VITAE



Créer et déployer les variétés résistantes



Développer de nouvelles options de biocontrôle



Rompre le cycle sexué des agents pathogènes



Favoriser la biodiversité face aux bioagresseurs



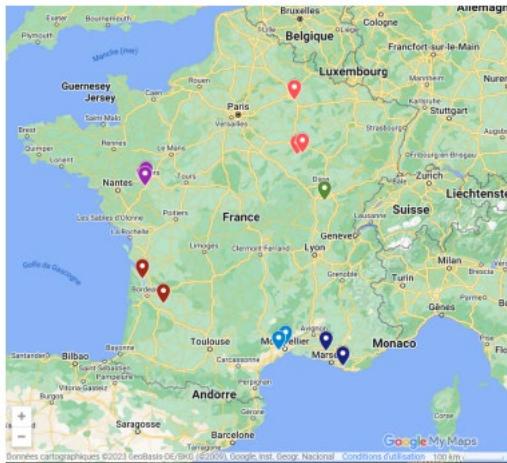
Comprendre les choix innovants





Traque aux innovations

- Caractérisation de parcelles en rupture à très bas niveau d'utilisation de pesticides : ouverture interdisciplinaire des suivis



14 parcelles suivies

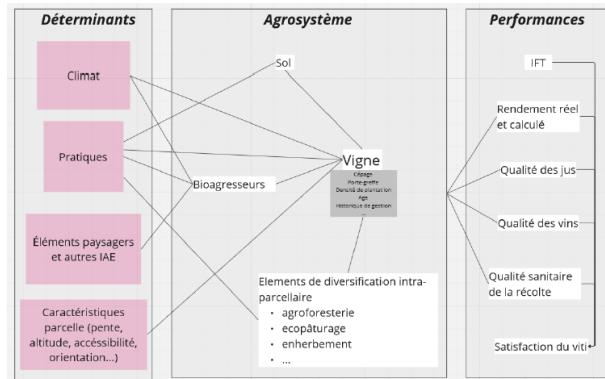


FIGURE 1 – Schéma fonctionnel de l'expérimentation



Traque aux innovations

- Caractérisation de parcelles en rupture à très bas niveau d'utilisation de pesticides : ouverture interdisciplinaire des suivis – Extension des mesures



+ vidéos modes opératoires



Compaction des sols
et stabilité
structurale

Microbiote sol et
plante



Capteurs de spores



Indice de développement végétatif

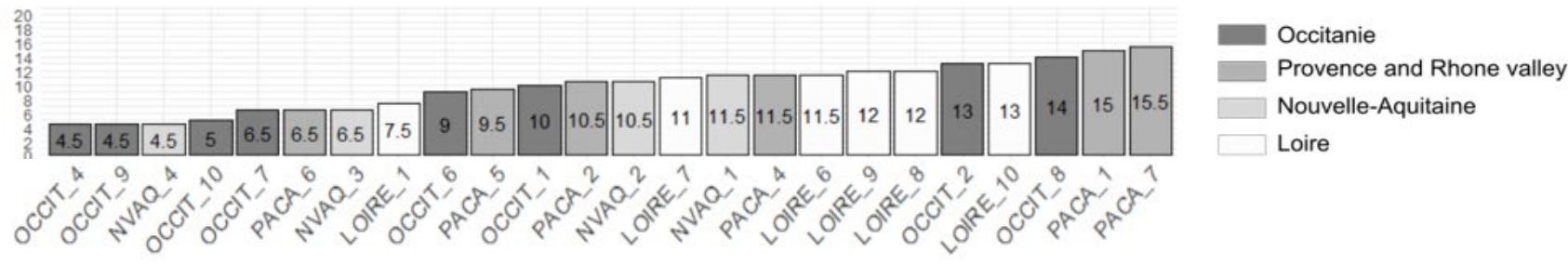
Extension du protocole avec le WP1, WP2, WP4, WP6



Transition AE et réduction des pesticides

- La réduction des pesticides dans les domaines commerciaux va de pair avec la transition agroécologique

A

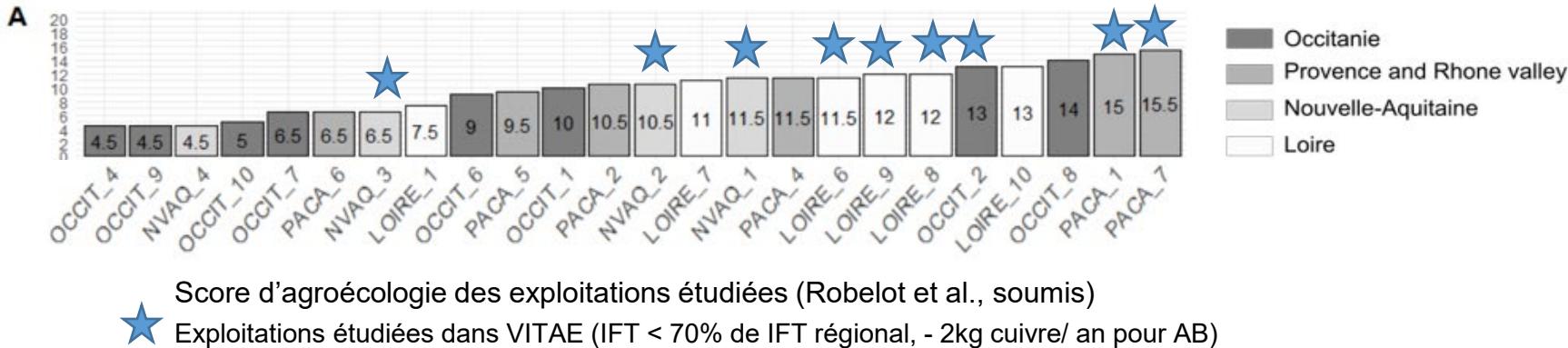


Score d'agroécologie des exploitations étudiées (Robelot *et al.*, soumis)



Transition AE et réduction des pesticides

- La réduction des pesticides dans les domaines commerciaux va de pair avec la transition agroécologique



- Pour avancer dans la transition agroécologique, la mise en place d'un raisonnement systémique est nécessaire ainsi qu'un raisonnement à l'échelle de l'exploitation
- Ce raisonnement s'appuie sur les principes de diversification biologique, l'adaptation constante des pratiques, une réflexion intégrant les facteurs de production, une production d'intrants intra-exploitation, une complémentarité de productions



- Comprendre l'impact des changements techniques à l'échelle de l'exploitation agricole
 - Comprendre les choix des producteurs en termes de stratégies de protection des cultures
- > Évaluer les incitations économiques et/ou réglementaires pour les producteurs afin de produire sans pesticides



Plantation des variétés résistantes en Champagne

- Etude conduite en partenariat avec le Comité Champagne
- Enquête auprès de 150 viticulteurs champenois en avril-mai 2024

Expérience de choix

- Viticulteurs doivent choisir un scénario préféré entre plusieurs scénarios hypothétiques
- Les scénarios diffèrent en termes de: (i) niveau d'intégration des variétés résistantes, (ii) possibilité de mutualiser matériel et salariés pour les travaux, et (iii) accompagnement technique (personnalisé ou collectif)

Résultats

- Les viticulteurs sont intéressés par l'intégration de variétés résistantes dans leurs parcelles
- D'autant plus qu'ils recevraient un accompagnement technique avant plantation
- La possibilité de mutualiser matériel et salariés pour la plantation et le traitement des vignes résistantes intéresse les viticulteurs champenois qui sont convaincus des bénéfices des actions collectives

Leduc, G., Latruffe, L., Alonso-Ugaglia, A. 2024. Resistant Grapevine Varieties: A Bubbling Investment in Champagne?, European Association of Wine Economists (EuAWE) Conference 2024





- **Quels critères sont prioritaires dans les choix des producteurs concernant la stratégie de protection des cultures ?**

- Liste de 30 critères : agronomiques (ex: pérennité de la stratégie), écologiques (ex: biodiversité), économiques (ex: coûts de production), sociaux (ex: pénibilité du travail)
- Classement des critères
- Opinions des producteurs eux-mêmes, mais également des chercheurs et conseillers

➡ **Enquête en partenariat avec le projet CAP ZERO PHYTO (arl**

CULTIVER
PROTÉGER
autrement

Lefebvre, M., Latruffe, L., Colin, M., Alonso Ugaglia, A., Borg, J., Desjeux, G., Leduc, G., Millat, A., Percepied, L., Raineau, Y. (2026), "Criteria for Choosing Crop Protection Strategies : Comparative Perspectives from Farmers, Advisors, and Researchers", Journal of Agricultural Economics.



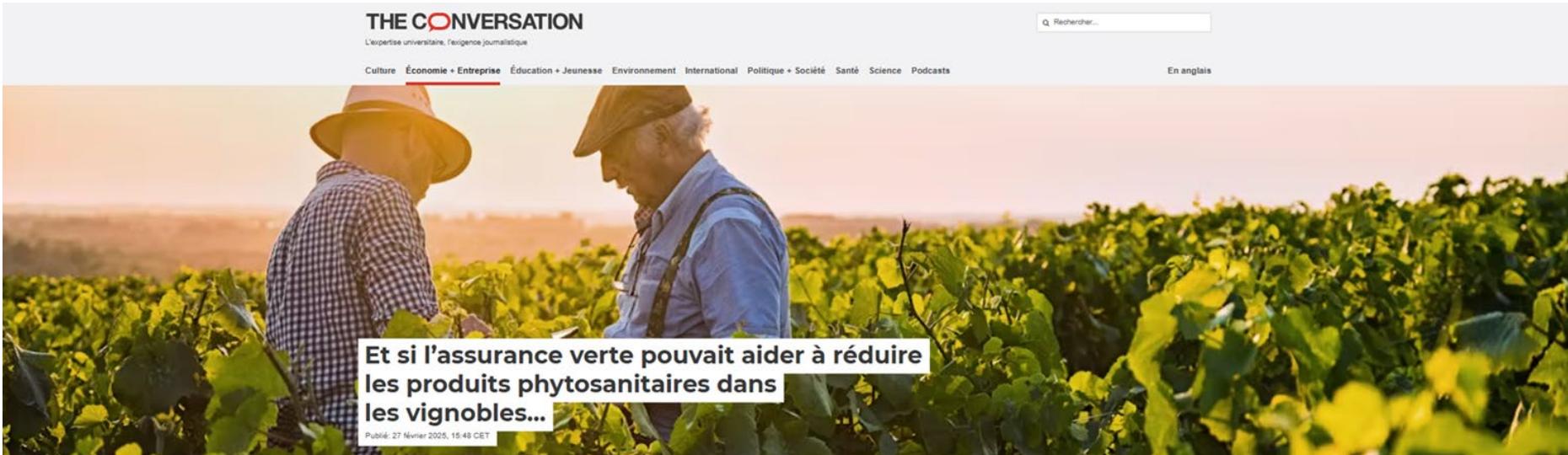


THE CONVERSATION

L'expertise universitaire, l'exigence journalistique

Culture **Économie + Entreprise** Éducation + Jeunesse Environnement International Politique + Société Santé Science Podcasts

En anglais



Et si l'assurance verte pouvait aider à réduire les produits phytosanitaires dans les vignobles...

Publié: 27 Février 2025, 15:48 CET

Sur les parcelles en expérimentation, une baisse de 30 à 55 % des fongicides a été obtenue. JackFrog/Shutterstock

Copy link
Partager par e-mail
X (anciennement Twitter)
Blusty
Facebook
LinkedIn
WhatsApp
Imprimer

18

Dans le cadre d'un *living lab* viticole aquitain, des producteurs, une compagnie d'assurance et un acteur public ont conçu une nouvelle forme d'*assurance verte*. L'objectif : permettre l'expérimentation d'un nouvel outil d'optimisation de la protection phytosanitaire des vignes, par la couverture des pertes potentielles.

De nouvelles technologies sont régulièrement mises au point pour optimiser la performance de l'agriculture, tout en réduisant son impact sur l'environnement. Mais les agriculteurs ne sont pas toujours prêts à prendre le risque de les tester ou de les mettre en œuvre à grande échelle.

Auteurs



Yann Raineau
Chercheur en économie, Inrae



Cécile Aubert
Professeur d'économie, Université de Bordeaux



Marianne Lefebvre
Enseignante et chercheuse en économie, Université d'Angers



Pauline PEDEHOUR
Maître de conférences en Sciences économiques, Université d'Angers





Prospectives co-construites pour être partagées



illustration courtesy of Vinseo, 2024



› Outiller l'interdisciplinarité

- › Elaborer des scénarios de sortie des pesticides en viticulture en organisant un dialogue entre scientifiques des WP
- › Analyser ces scénarios en plénière rassemblant l'ensemble des scientifiques du projet

› Transférer les résultats de la recherche VITAE dans la filière

- › Utiliser les scénarios élaborés pour organiser le dialogue avec les professionnels de la filière
- › Utiliser les résultats du dialogue profession / scientifiques pour élaborer des recommandations





Une méthode interdisciplinaire pour élaborer des scénarios de sortie des pesticides en viticulture

Nov 23-déc 24

- 1. Réunions de la cellule d'animation

Sur la base d'exposés des chercheurs des WP et professionnels

- Acquisition d'une représentation commune du système
- Traque aux hypothèses, formulation, sélection et agencement des hypothèses
- Agencement des hypothèses à partir d'une matrice d'influences dépendances
- Écriture des scénarios interdisciplinaires



1^{er} semestre 2025

- 2. Réunions de l'ensemble des chercheurs de VITAE pour travail sur scénarios

- Partage des scénarios et travail au sein du projet VITAE = 1 réunion

2^{ème} semestre 2025

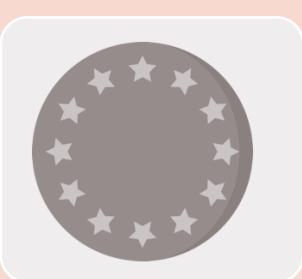
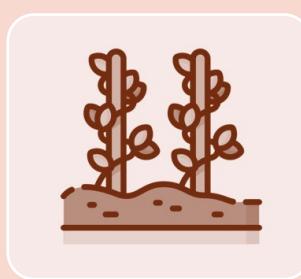
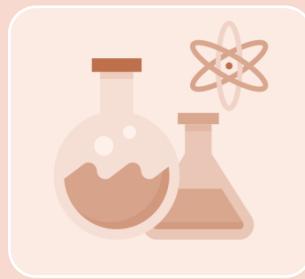
- 3. Réunions de dialogue avec la filière

- Dialogue avec la filière : 1 réunion avec IAB et réunions dans différents vignobles et avec instance de la gouvernance de la filière

Année 2026



Un élan de recherche qui se poursuit



Recherche
PEPR

Combinaisons
de leviers

Opérationnel,
transfert

Partenariats
industriels

Europe



17, 18 et 19 mars 2026

La dernière réunion annuelle
se tiendra à Bordeaux !

<https://vitae.inrae.fr/>

Contact : vitae-pmo@inrae.fr



anr[®] **INRAE**

CULTIVER
PROTÉGER
autrement