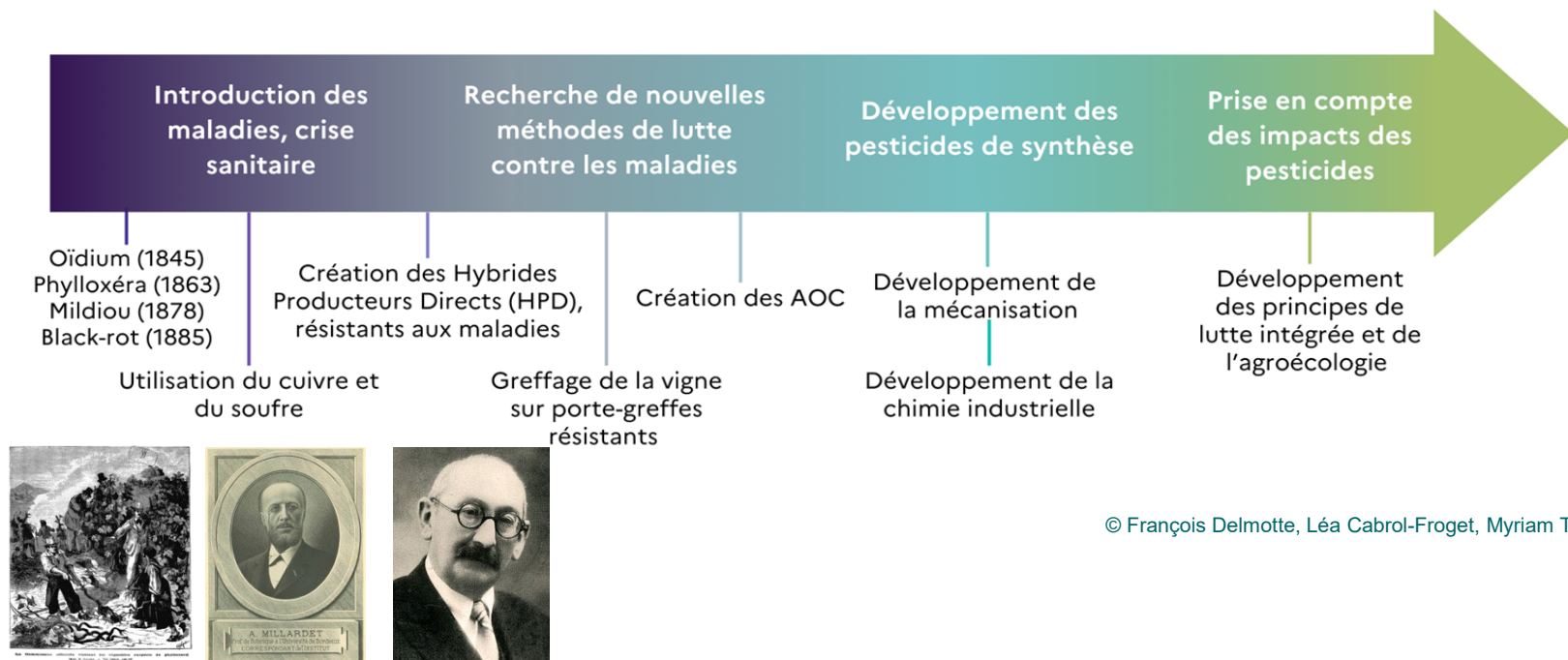


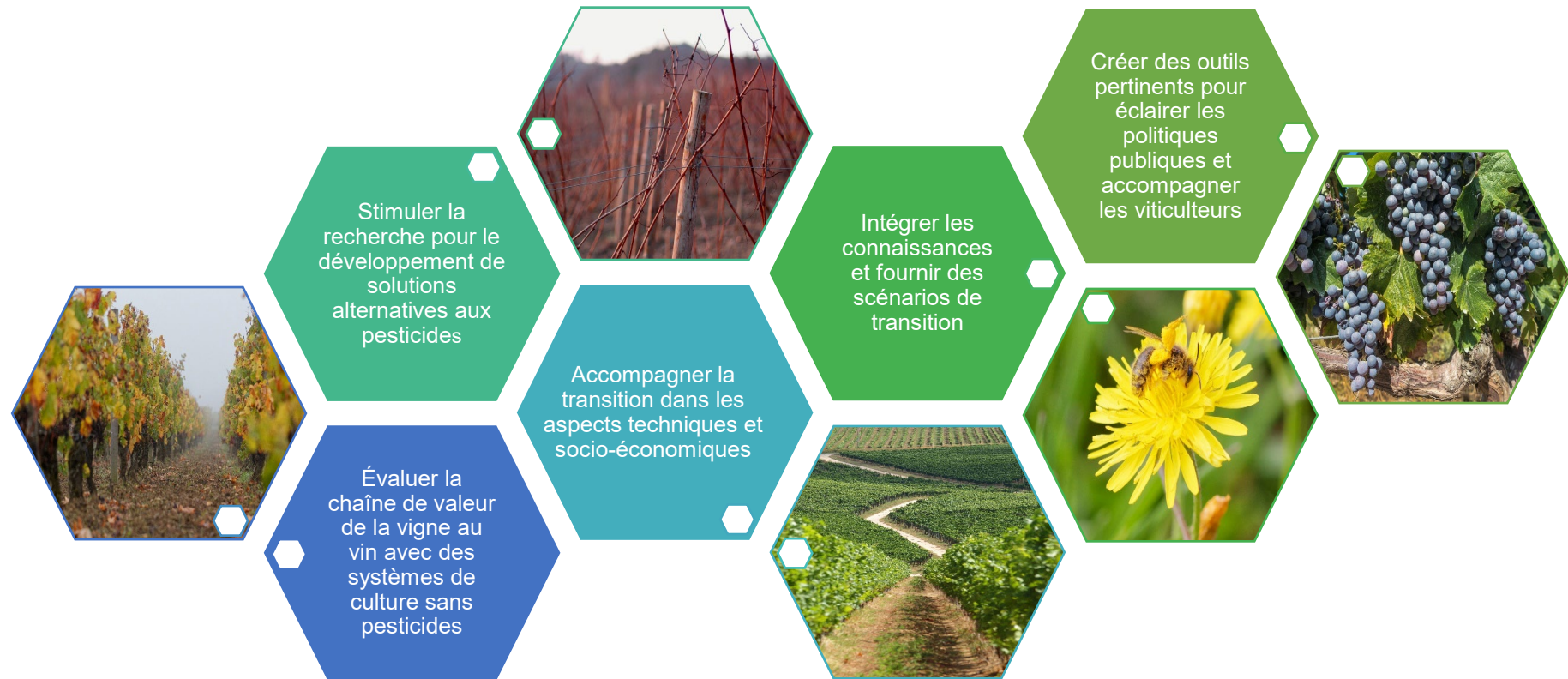
# Synthèse des résultats 2024 du projet VITAE

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

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



© François Delmotte, Léa Cabrol-Froget, Myriam Tisserand



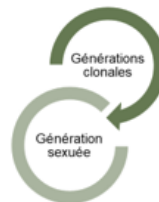
# Les recherches dans VITAE



**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

---

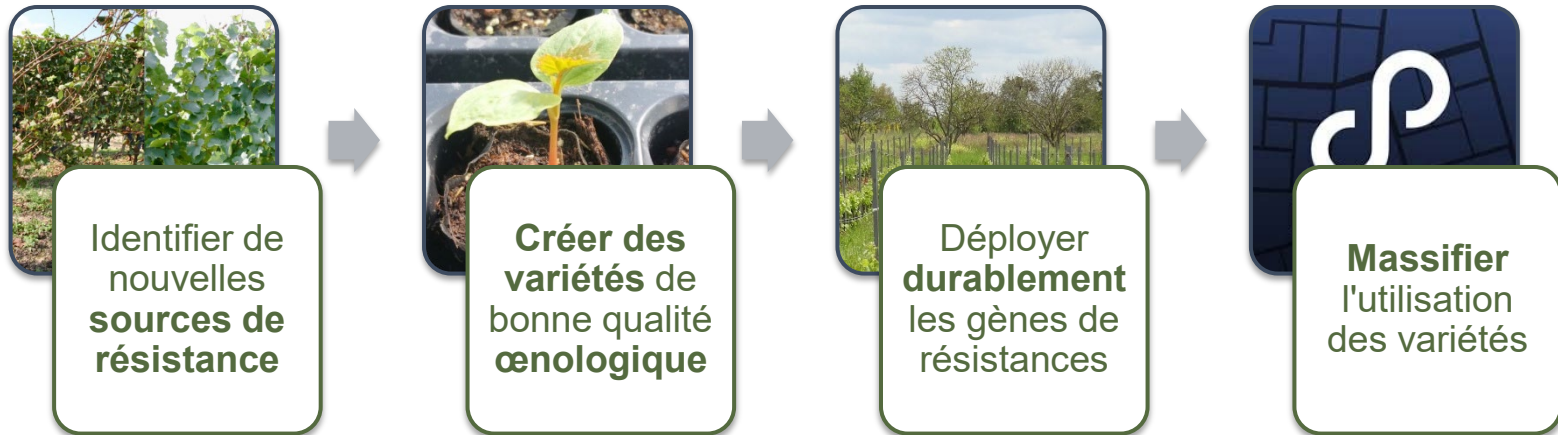


**Créer et déployer les  
variétés résistantes**





# Mobiliser durablement la résistance génétique



Oïdium  
Mildiou  
Blackrot  
Flavescence





# Nouvelles sources de résistances au black rot

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

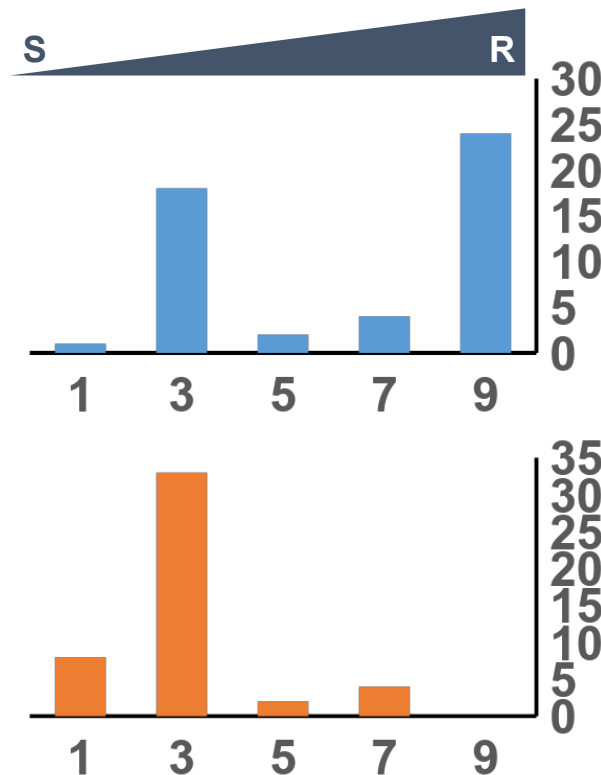
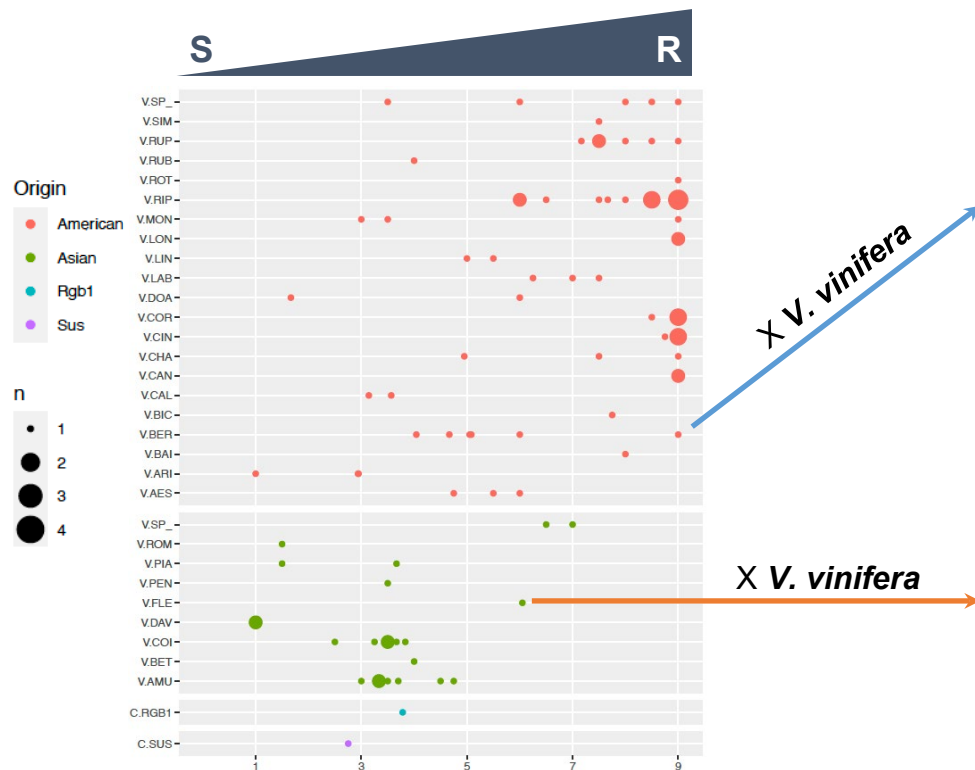


- Identification de nouvelles sources de résistances chez plusieurs *Vitis* spp. à l'aide d'un test en conditions semi-contrôlées et d'observations au vignoble





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







# Construire l'épidémiologie-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

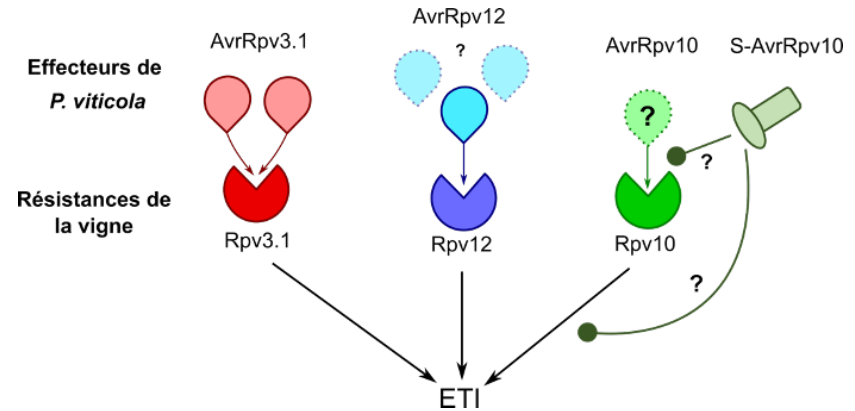
- Association génétique à l'échelle du génome (GWAS)
- Cartographie génétique

### => perte d'effecteurs

- AvrRpv3 => délétion de deux effecteurs
- AvrRpv12 => délétion d'un effecteur

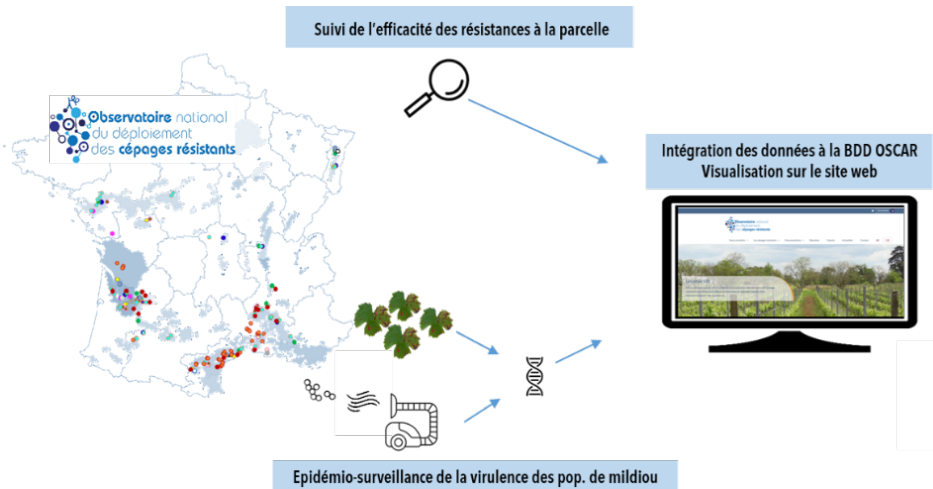
### => gain d'un nouveau gène par admixture

- AvrRpv10 => gain d'un allèle qui supprime la reconnaissance du pathogène par la plante





## OSCAR – 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)



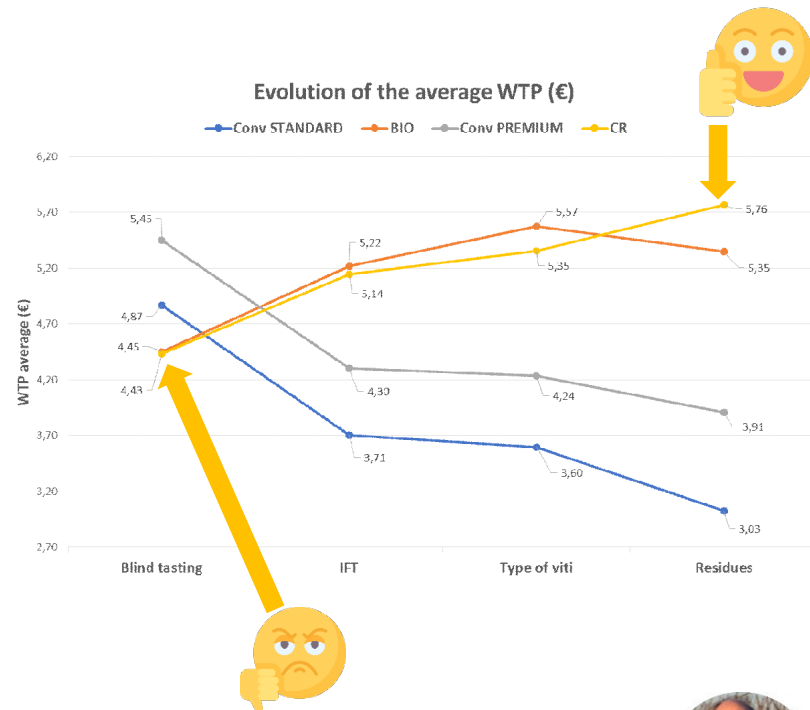


# Vins issus de variétés résistantes :

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 c 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<sup>ère</sup> génération de variétés résistantes

2nd generation ?





# 2<sup>nd</sup> génération de VR : L'enjeu de la substitution

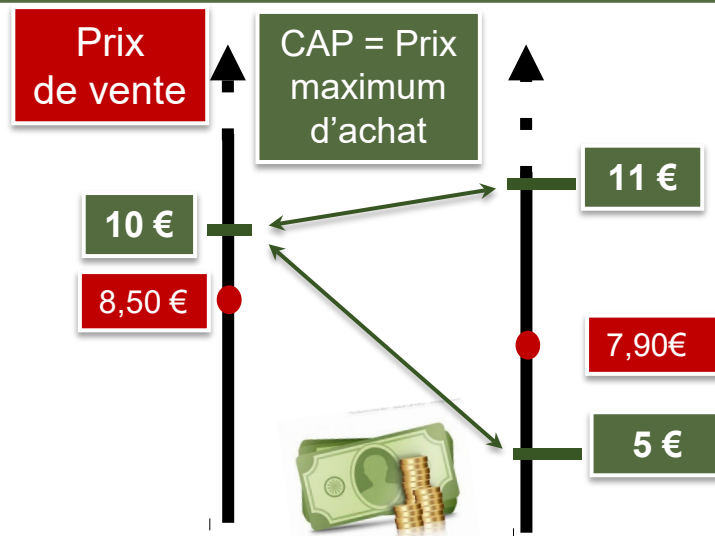
Protocole innovant en économie expérimentale



Mesurer l'arbitrage des consommateurs dans deux situations :

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

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



**AOC  
Bordeaux**  
Sauvignon  
blanc



**IGP  
Atlantique**  
Sauvignier Gris



# Les recherches dans VITAE

---



**Créer et déployer les  
variétés résistantes**



**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



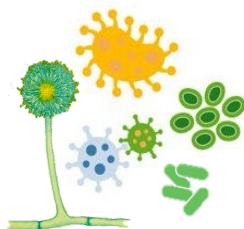
Macro-organismes

Insectes, acariens,  
nématodes  
auxiliaires...



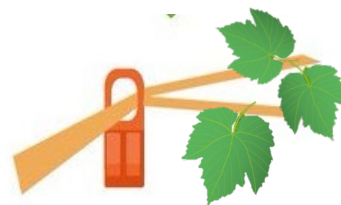
Micro-organismes

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 velenzensis* Buz14

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

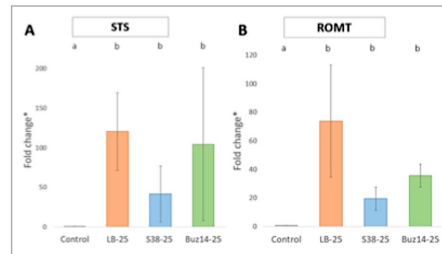
2 **Effet direct** contre *G. bidwellii* et *P. viticola*

Gb : inhibition de la croissance mycélienne.

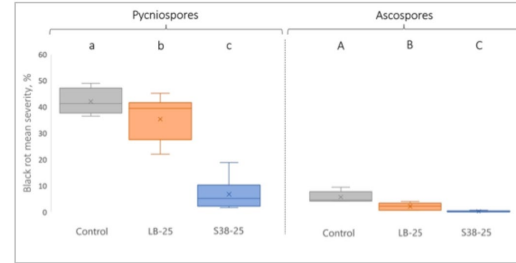
Pv: inhibition de la libération et mobilité des zoospores, et de la croissance mycélienne

3 **Effet SDP**

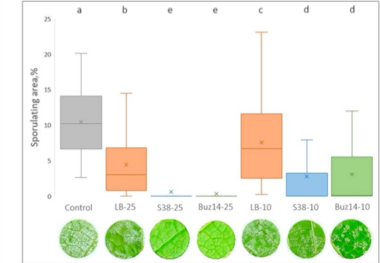
expression de gènes de défense  
 synthèse de phytoalexines



Activation de l'expression de gènes de défenses  
 (STS : stilbene synthase,  
 ROMT : resveratrol-O-methyl 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  
 prédiction des molécules actives

Coll. P. Jacques 

**Analyse métabolomique**

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





# Combiner désinhibition et stimulation des défenses pour une meilleure efficacité des SDP

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

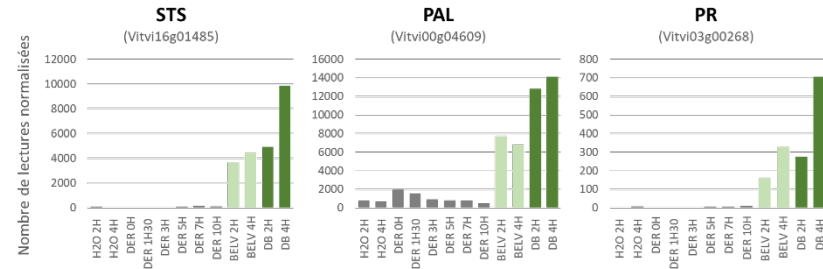
Dés : Désinhibiteur de  
défenses des plantes  
SDP : Stimulateur de  
Défenses des Plantes

**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

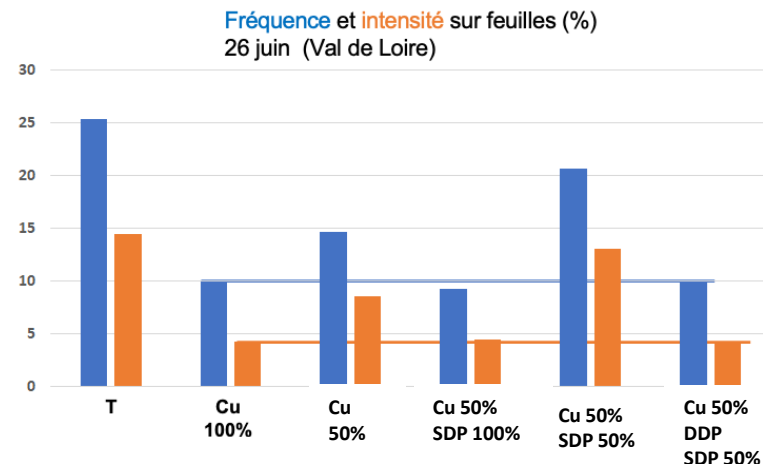


## Premiers tests d'efficacité au vignoble

Projet ANR Ecophyto maturation DERE BIO (S. Bourque)



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



SDP: Belvine  
(4x avant flor.)



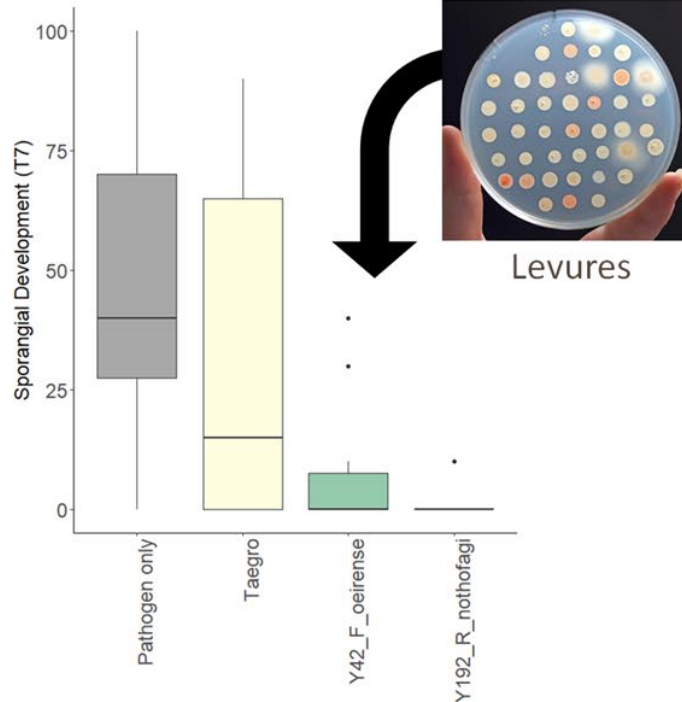
Importance de la stratégie d'application du SDP

A confirmer!

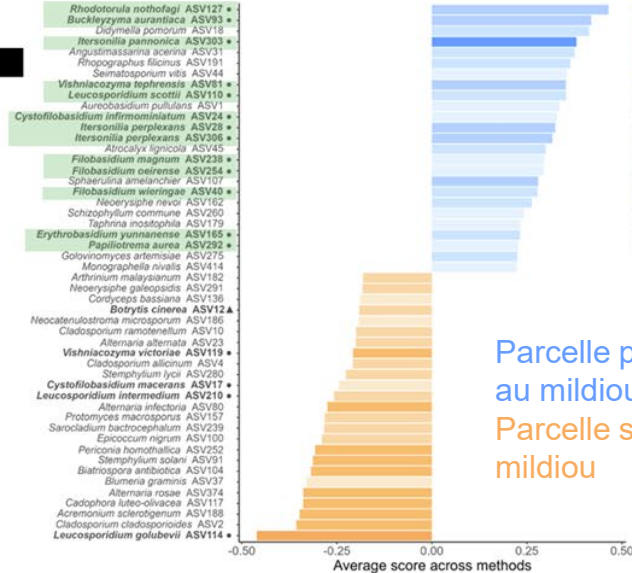


# Certaines levures basidiomycètes plus abondantes dans les parcelles peu sensibles au mildiou ont un effet protecteur contre le mildiou en conditions contrôlées

## Test de confrontation au laboratoire



## Analyse du microbiote au champ





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

SynComs fongiques (2 à 14 souches)

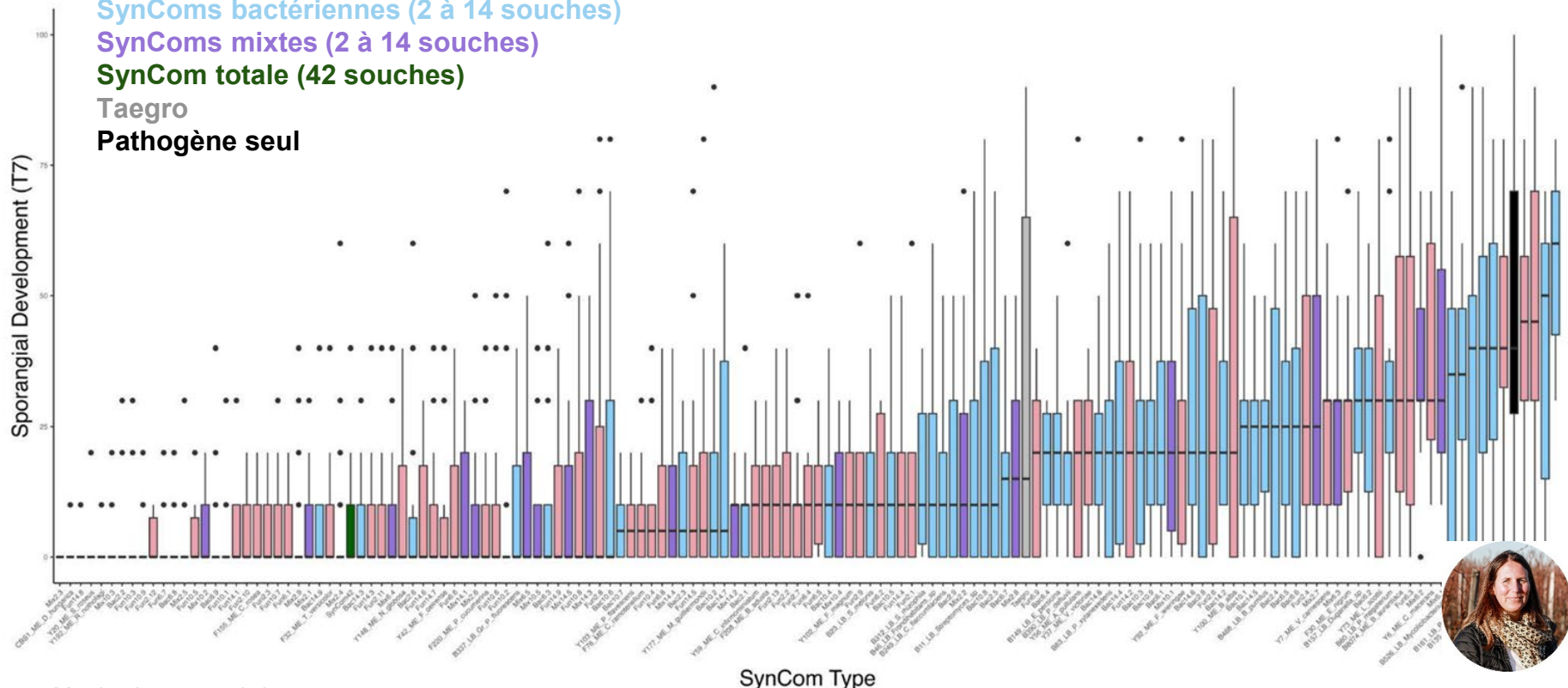
SynComs bactériennes (2 à 14 souches)

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

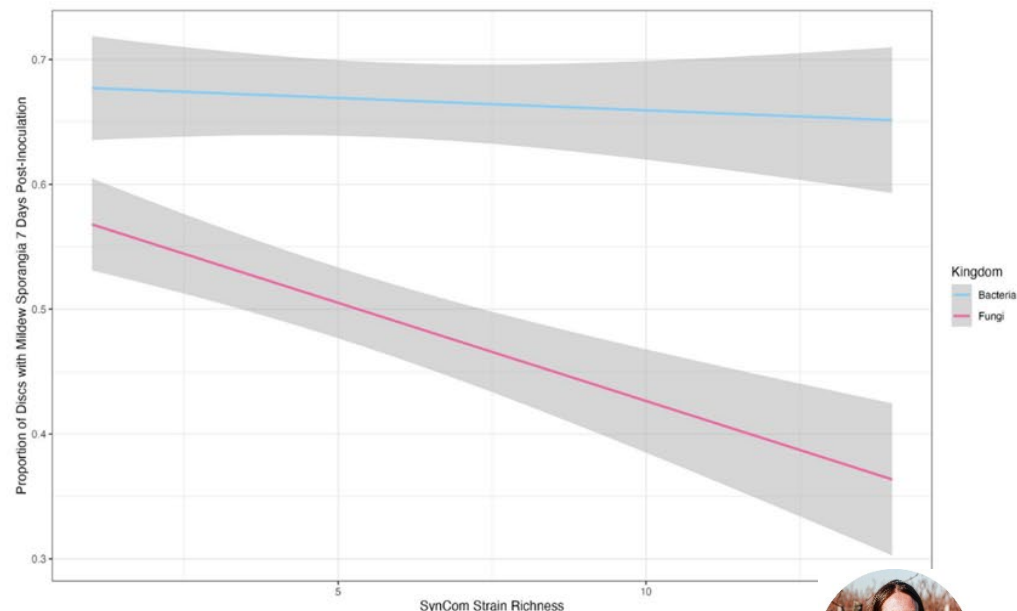
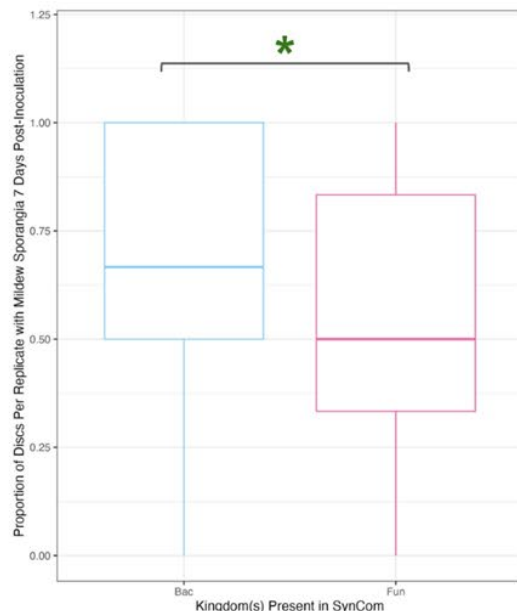
SynComs fongiques (2 à 14 souches)

SynComs bactériennes (2 à 14 souches)

Presence



Absence



Martin,  
Jaswa *et al.*,  
in prep

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



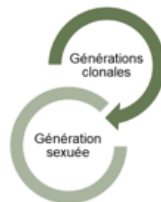
# Les recherches dans VITAE



**Créer et déployer les  
variétés résistantes**



**Développer de  
nouvelles options de  
biocontrôle**

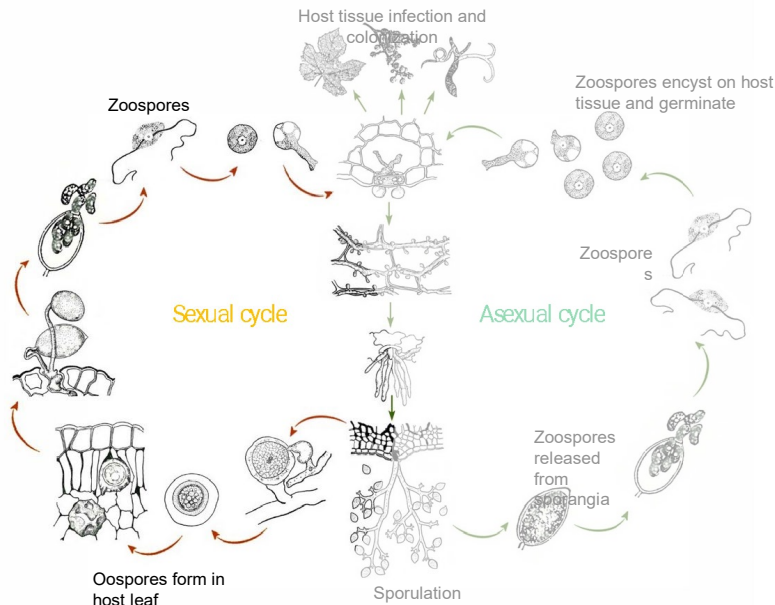


**Rompre le cycle  
sexué des agents  
pathogènes**



# 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





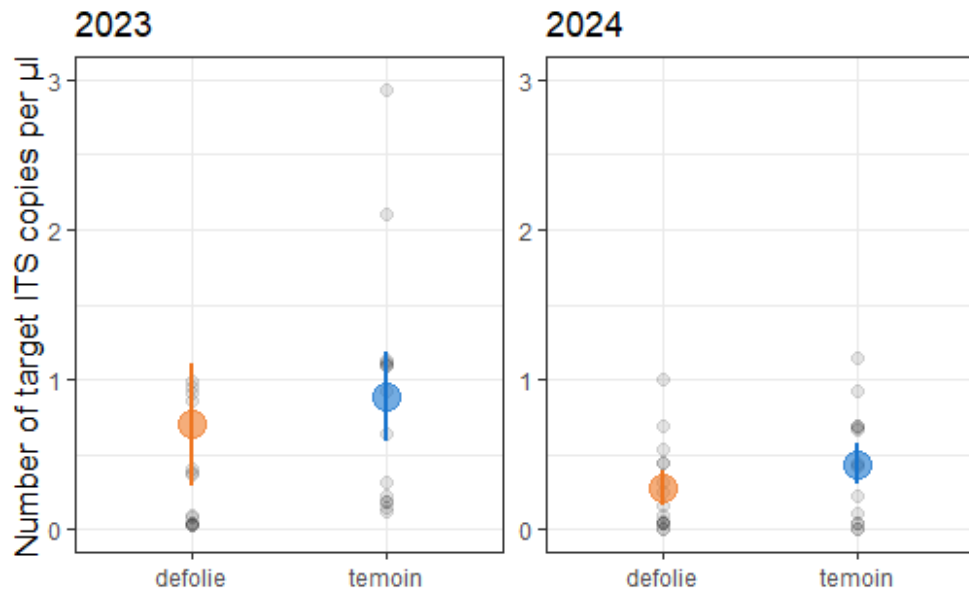
# Une expérimentation pour éliminer l'inoculum

-  Retrait inoculum
-  Témoins

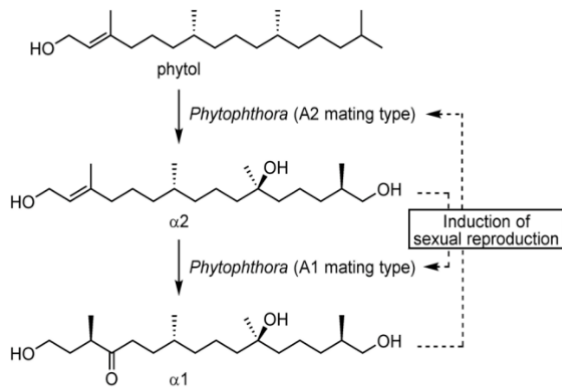




# Une réduction de l'inoculum primaire dans le sol



## 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  $\alpha 2$ , which is then converted to  $\alpha 1$  by the A1 mating type. The secreted mating hormones  $\alpha 2$  (from A2) and  $\alpha 1$  (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



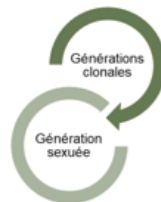
# Les recherches dans VITAE



**Créer et déployer les  
variétés résistantes**



**Développer de  
nouvelles options de  
biocontrôle**



**Rompre le cycle  
sexué des agents  
pathogènes**



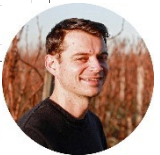
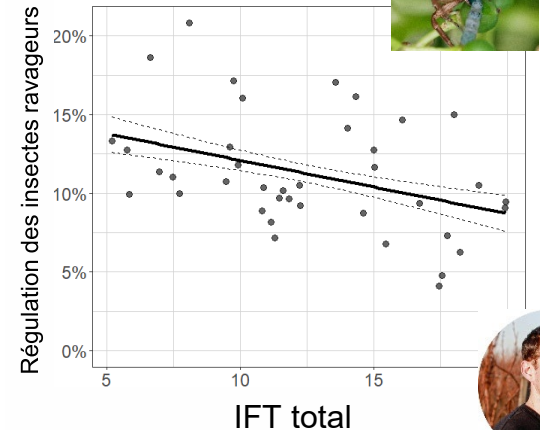
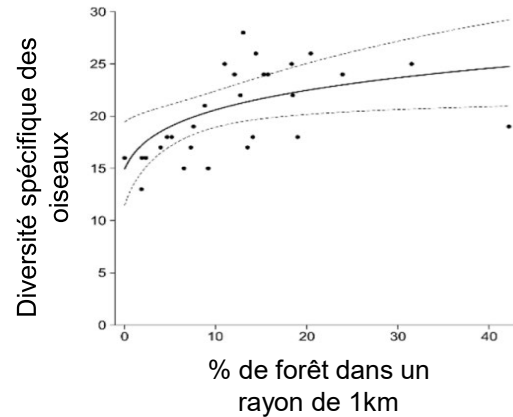
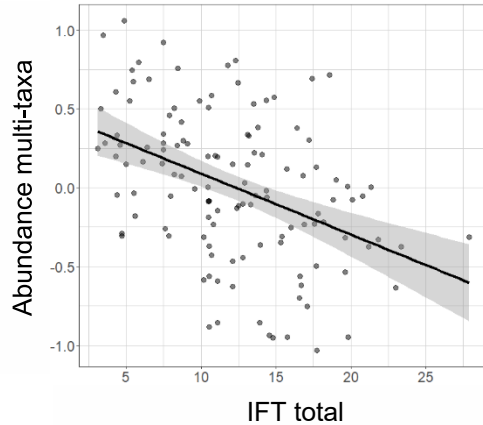
**Favoriser la  
biodiversité face aux  
bioagresseurs**





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

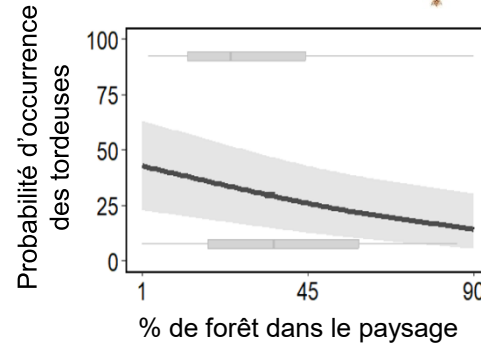
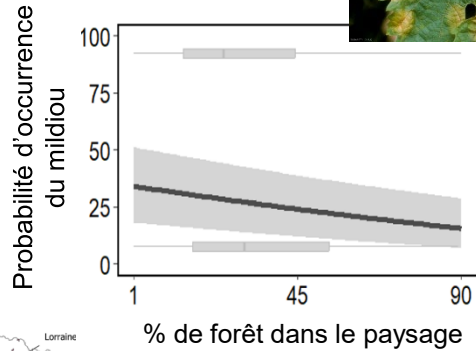
- Limiter l'usage des pesticides
- Favoriser l'enherbement et la diversité spécifique des couverts
- Augmenter l'hétérogénéité des paysages



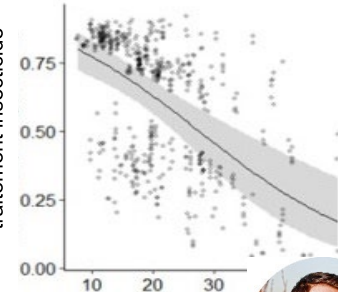


# Mettre en évidence des pratiques qui favorisent la biodiversité & les régulations naturelles

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

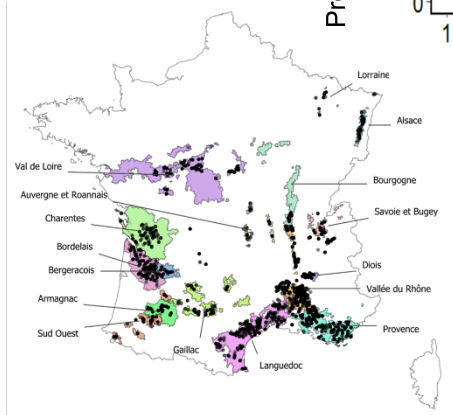


Probabilité de déclencher un traitement insecticide



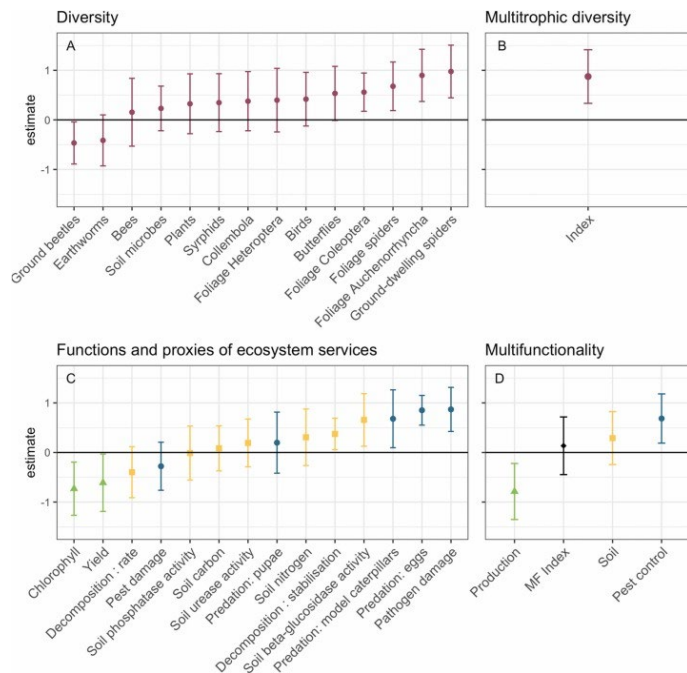
Etienne *et al.*, subm.; Etienne *et al.*, 2023

% de forêt dans le paysage

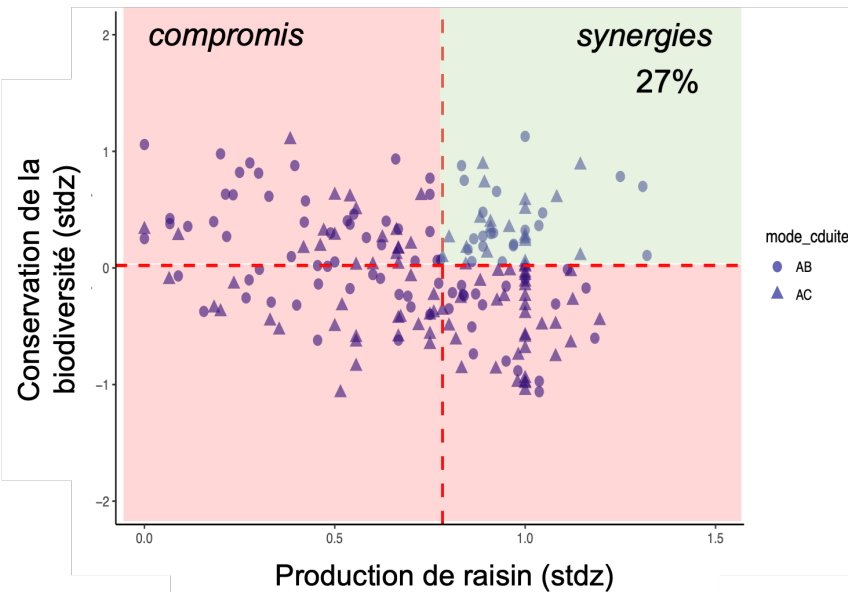




# Comprendre les effets des pratiques et du paysage sur la multifonctionnalité des systèmes viticoles



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



Combiner pratiques locales et aménagements paysagers = favorise les synergies

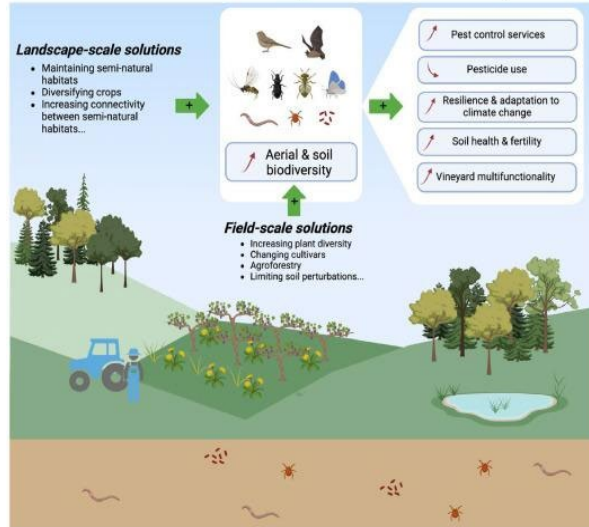




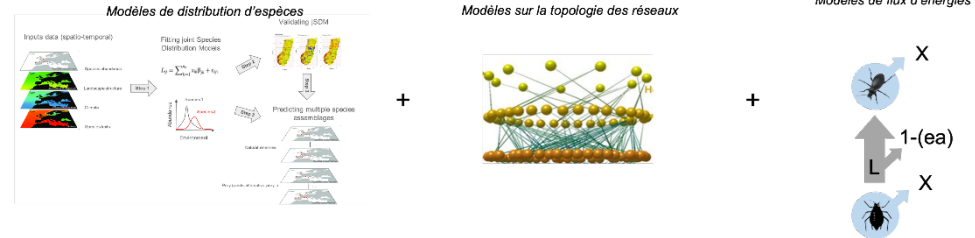


# Perspectives

## 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.





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



Données de terrain

Indice  
de Simpson

Niveau de biodiversité  
par compartiment  
(Sol/Flore/Pollinisateurs/Oiseaux)

Score global (Moyenne des  
compartiments)

Biodiv-Score



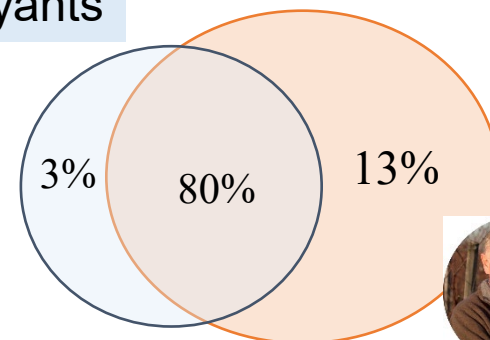
Enquête + 2 Marchés expérimentaux  
**630** consommateurs informés Biodiv-score et BIO



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

Croyants

Exigeants

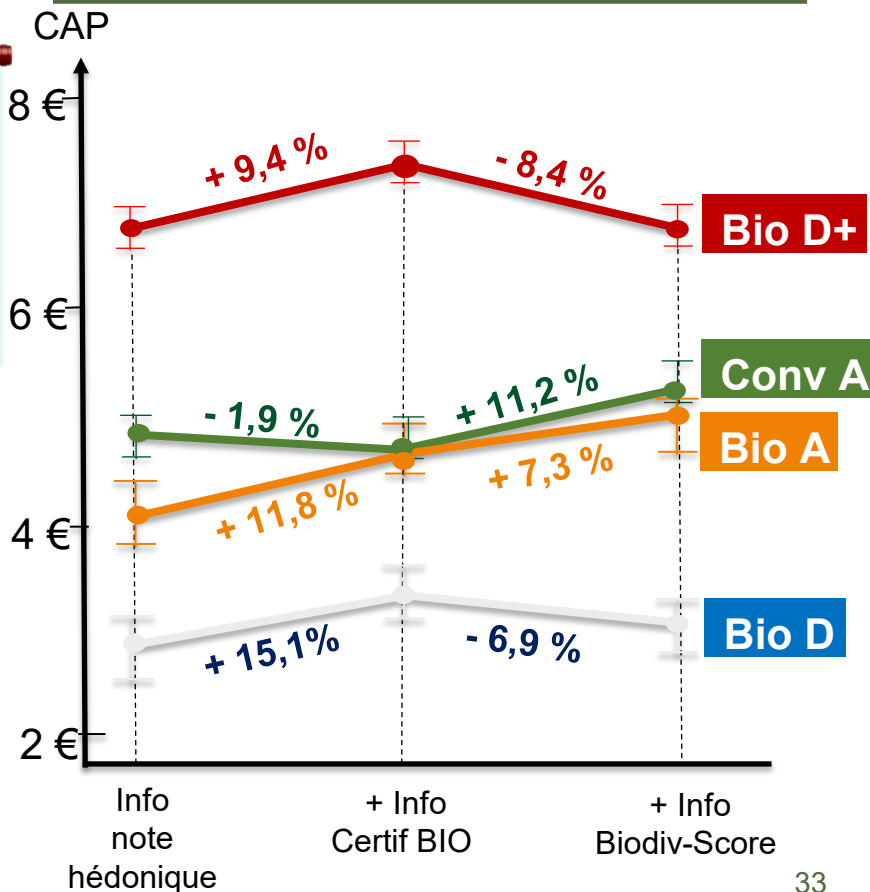
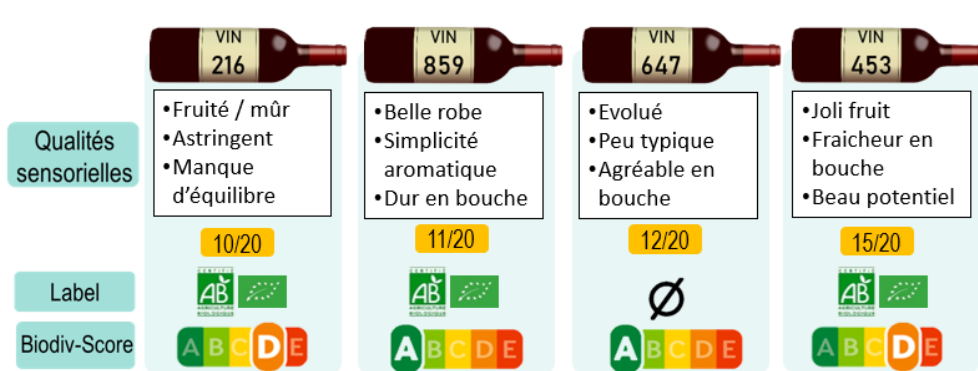


Exigence du BIO pour :  
Santé : 54% ....RSE : 46%....Goût : 23%





# Valorisation de la Biodiversité par les consommateurs



- 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)

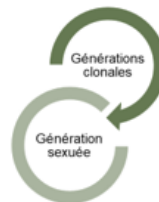
# Les recherches dans VITAE



**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**



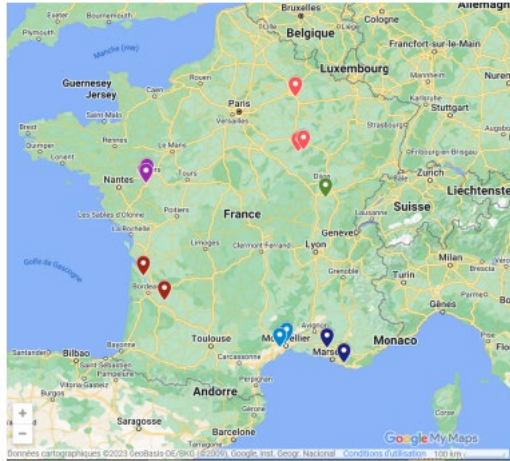
**Comprendre les  
choix innovants**





# Traque aux innovations

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



14 parcelles suivies

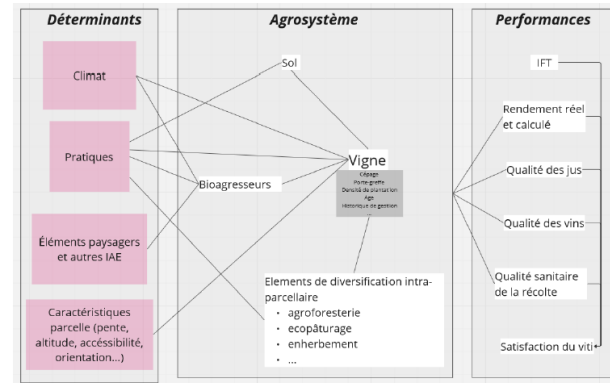


FIGURE 1 – Schéma fonctionnel de l'expérimentation



- 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



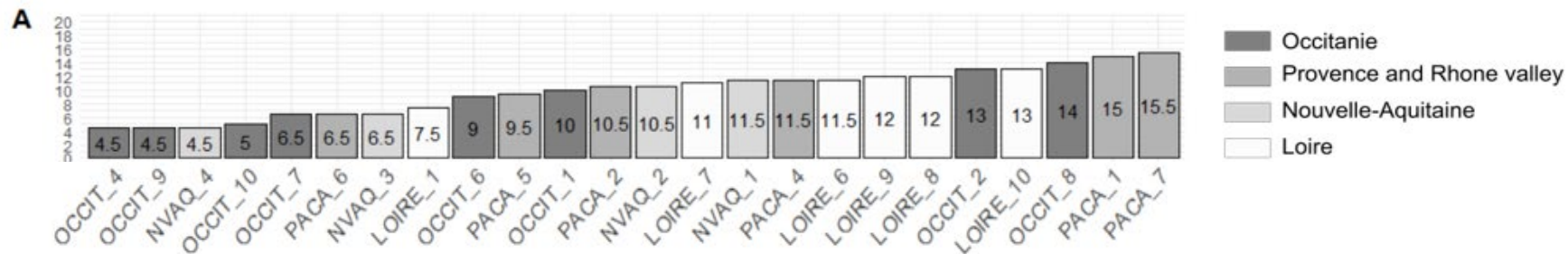
Indice de développement végétatif

**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

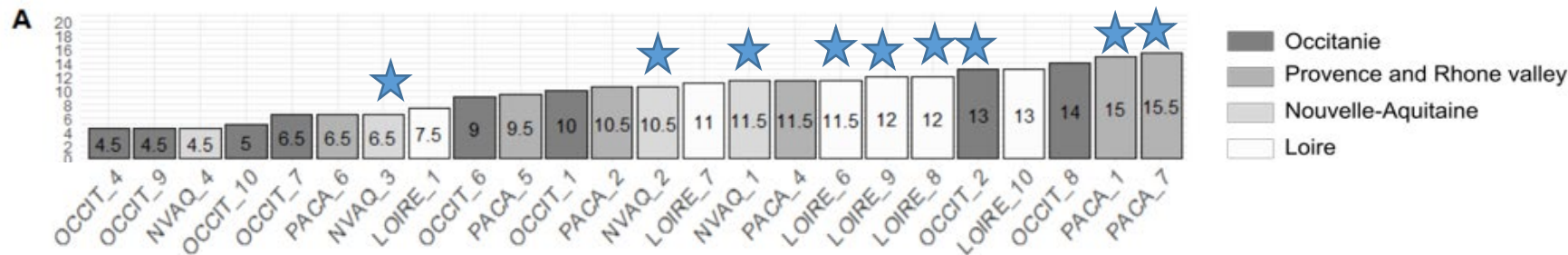


Score d'agroécologie des exploitations étudiées (Robelot *et al.*, soumis)



# Transition AE et réduction des pesticides

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



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

★ Exploitations étudiées dans VITAE (IFT < 70% de IFT régional, - 2kg cuivre/ an pour AB)

- 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 les comportements des viticulteurs

- 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





# Comprendre les choix : variétés résistantes et rôle du collectif

## 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*







# Comprendre les choix : la protection des cultures

- **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 (ar**

**CULTIVER  
PROTÉGER  
autrement**

Lefebvre, M., Latruffe, L., Colin, M., Alonso Ugaglia, A., Borg, J., Desjeux, G., Leduc, G., Millat, A., Perchepied, 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

Q Rechercher...

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)

Bluesky

Facebook

LinkedIn

WhatsApp

Imprimer

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





# La prospective « scénarios de sortie des pesticides en viticulture » : un double objectif

## › 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

1<sup>er</sup> semestre 2025

- Écriture des scénarios interdisciplinaires

2<sup>ème</sup> semestre  
2025

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

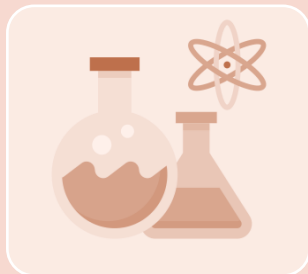
- Partage des scénarios et travail au sein du projet VITAE = 1 réunion

Année 2026

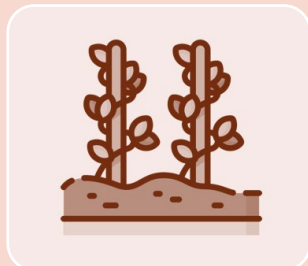
- 3. Réunions de dialogue avec la filière

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

# Un élan de recherche qui se poursuit



Recherche  
PEPR



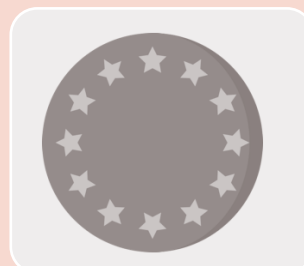
Combinaisons  
de leviers



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](mailto:vitae-pmo@inrae.fr)