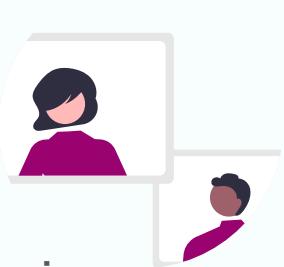


Bienvenue

Séminaire de lancement

L'épidémiosurveillance étendue pour appuyer la transition agroécologique de conduite des cultures

Objectifs de la réunion



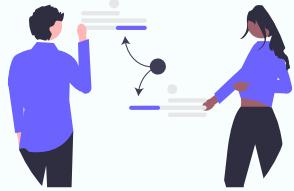
Favoriser l'interconnaissance
présenter les projets lauréats et leurs intentions



Réfléchir collectivement aux enjeux portés par cet appel, afin d'envisager les plus-values du programme pour répondre aux objectifs de la politique publique Ecophyto.



Présenter les modalités de suivi administratif et scientifique, ainsi que le dispositif d'animation autour des appels Écophyto R&I.



Faciliter le bon déroulé des projets et identifier les besoins de consolidation des connaissances et des outils pour la suite des projets.

Programme



13h30	Arrivée et accueil des participants - Café
13h45	Introduction copilotes et CSO RI <u>Présentation de 3 projets</u> <u>Projet EPIPHAGES-OI : Adrien Rieux (CIRAD)</u> EPIdémiosurveillance étendue du complexe d'espèces <i>Ralstonia solanacearum</i> et de ses auxiliaires bactérioPHAGES - dans l'Océan Indien »
14H	<u>Projet IRIS : Virginie Ravigné (CIRAD)</u> Improving Risk Inference by Surveillance of biological regulation services.
	<u>Projet IMPACT : Frédéric Fabre (INRAE)</u> « Intégrer la mosaïque des paysages cartographiés par télédétection, et le risque épidémique associé, pour une gestion plus agroécologique des maladies réglementées des cultures pérennes »
15h05	Pause
15h20	<u>Présentation de 3 projets</u> <u>Projet VALORISE-VITI : Loïc Davadan (IFV)</u> « VALORisation des Indicateurs de Suivi Epidémiologique » <u>Projet PAPEETE : Florence Carpentier (AgroParisTech)</u> Promouvoir l'Agroécologie par la prédition intégrative du risque sanitaire à partir de données Participatives d'Epidémiosurveillance à l'Echelle du Territoire <u>Projet NGS-OLICIT : Astrid Cruaud (INRAE)</u> Next-Generation Surveillance : Régulation naturelle des ravageurs par les auxiliaires en cultures pérennes péri-méditerranéennes (<i>OLIVier-CITrus</i>).
16h30	Les voies de modernisation de l'épidémiosurveillance Cindy Morris (INRAE)
17h10	Modalités de suivi administratif
17h20-17h30	Conclusion de l'après midi

Introduction – copilotes Ecophyto R&I

Antoine Le Gal (MASA)

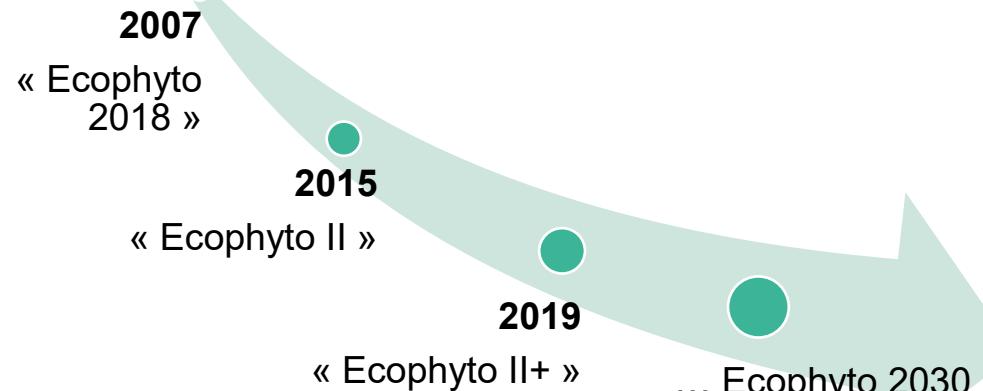
Marie-Camille Soulard (MTECT)

Robin Roche (MSP)

Axe Recherche-Innovation Ecophyto II+



Grenelle de l'environnement (2007)
Directive européenne 2009/128/CE



4 Ministères associés



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DES SOLIDARITÉS
ET DE LA SANTÉ

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

Liberté
Égalité
Fraternité

Les 2 objectifs d'Ecophyto

1. Réduire de 50% l'utilisation des PP
2. Réduire les risques et les impacts sur la santé et les écosystèmes

Plan en 6 axes :

> Axe 2 = « Améliorer les connaissances et les outils pour demain et encourager la recherche et l'innovation »



Conçoit, organise, suit et valorise des dispositifs (entre autres des AAP) pour mobiliser et structurer l'écosystème recherche-innovation afin de produire les connaissances utiles pour atteindre les objectifs de la politique publique Ecophyto

Enjeux de l'appel pour les Ministères

- Appuyer les politiques publiques relatives à la réduction des usages de produits phytopharmaceutiques.
- Volonté de rapprocher les communautés scientifiques dans le cadre de cet appel, pour renforcer l'agroécologie dans la conduite des cultures (détection, métrologie, écologie, modélisation, agronomie, etc).
- Epidémiosurveillance, qui conduit aux BSV = composante de la Surveillance Biologique du Territoire, enjeu important pour les Ministères.

Contexte de rénovation et réorientation des BSV (BSV 2.0), enjeu rappelé dans Ecophyto 2030 : renforcer rôle des BSV dans la réduction de l'usage des phytos ; enrichir les données et informations, comme la biodiversité fonctionnelle utile à la protection des cultures, ou les pollinisateurs et la biodiversité générale.

Attendus des résultats des projets

- Extension de l'épidémiosurveillance des cultures, afin de l'adapter aux conduites agroécologiques des cultures, de répondre aux enjeux de protection intégrée des cultures et de « santé unique ».
 - Prise en compte du fonctionnement de l'écosystème dans son ensemble pour intégrer les réseaux d'interactions qui le compose ainsi que l'ensemble des facteurs contextuels (biodiversité fonctionnelle, régulations naturelles, efficacité des pratiques préventives, etc.)
 - Prise en considération de nouvelles sources de données et de connaissances pour élargir ou affiner les diagnostics.

Attendus des résultats des projets

- S'emparer des avancées technologiques et numériques pour renouveler des méthodes et approches d'épidémiosurveillance (complémentarité avec l'appel Ecophyto Maturation 2023)
- Suivre de manière plus précise les résistances des bioagresseurs aux produits phytopharmaceutiques.

Projets sélectionnés proposent :

- Méthodologies nouvelles/innovantes pour récolter des données et évaluer les risques
- Prise en compte de nouveaux indicateurs et nouvelles données (structure paysagère, pratiques agricoles, régulations naturelles, etc.)

Introduction CSO R&I

Sébastien Lemière (Université de Lille)

Épidémiosurveillance étendue



Base ABAA



→ promouvoir des travaux de recherche-innovation relatifs à l'extension de **l'épidémiosurveillance des cultures au-delà du strict suivi des ravageurs**, afin d'optimiser celle-ci pour l'adapter aux conduites agroécologiques et répondre aux enjeux de protection intégrée des cultures et de « santé unique ».

→ prise en considération des régulations biologiques, du contexte agronomique (paysage, systèmes de culture et pratiques) et climatique, de la disponibilité de nouvelles données.

→ élargir ou affiner les diagnostics dans le cadre de cette épidémiosurveillance étendue.

Épidémiosurveillance étendue

→ promouvoir des travaux de recherche-innovation relatifs à l'extension de l'**épidémiosurveillance des cultures au-delà du strict suivi des ravageurs**, afin d'optimiser celle-ci pour l'adapter aux conduites agroécologiques et répondre aux enjeux de protection intégrée des cultures et de « santé unique ».

→ prise en considération des régulations biologiques, du contexte agronomique (paysage, systèmes de culture et pratiques) et climatique, de la disponibilité de nouvelles données.

→ élargir ou affiner les diagnostics dans le cadre de cette épidémiosurveillance étendue.



Mots-Clés

RAPEE
NGSIRIS
IMPACT
VALORISE
EPIPHAGESOI

Produits phytosanitaires
Agroécologie
Agrume
Ravageur
Bactérie
Réseau
Évaluation
Cultures pérennes
Diversité
Arthropode
Réseaux
Impact
Virus
Santé
Efficience
Régulation
Acteur
Usage
Territoire
Indicateur
Épidémiosurveillance
Agriculteur
Biologique
Paysage
Paysage agricole
Modélisation
Cartographie
Transition agroécologique
Réduction des intrants
Métabarcoding
Acteur
Territoire
Indicateur
Épidémiosurveillance
Agriculteur
Biologique
Paysage
Paysage agricole
Modélisation
Cartographie
Transition agroécologique
Réduction des intrants

Épidémiosurveillance étendue



Bactériophage
Arthropode
Bioagresseur
Ravageur
Méthodes alternatives
Capture
virus
Diversité
Réseau
Phytobiome
Service de régulation naturelle
Biologique
Lutte biologique par conservation

Bactérie
Régulation
Puceron
Toucante
parasitoïde

Cartographie
Modélisation
Diversité Territoire
Numérique
Spatialisation
Paysage
Structure du paysage
Paysage agricole

Filière
Aide à la décision
Acteur
Participatif
Agriculteur
OND
Indicateur
Science participative
Démarches participatives

Structuration génétique spatiale
Biodiversité
Diversité
HTS
modélisation
Métabarcoding
Épidémiologie moléculaire

EPIPHAGES-OI

EPIdémiosurveillance étendue du complexe d'espèces
Ralstonia solanacearum et de ses auxiliaires bactério**PHAGES**
- dans l'Océan Indien

Adrien RIEUX (CIRAD - UMR PVBMT – La Réunion)

Plan de la présentation

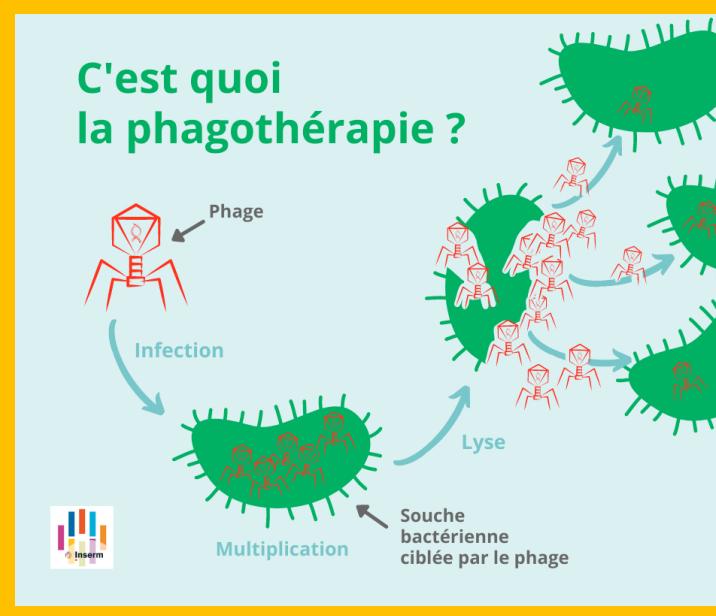
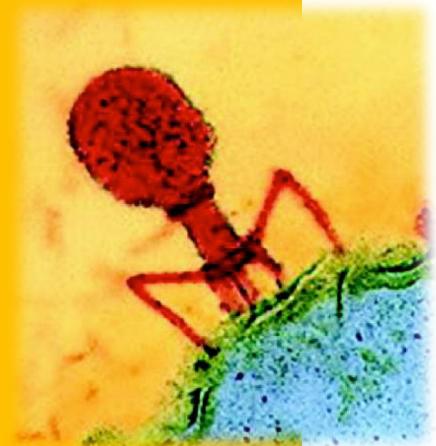


-
1. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet
 2. Consortiums et partenaires du projet
 3. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place
 4. Résultats attendus
 5. Transfert & valorisation envisagés

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Les (bactério)phages & la phagothérapie

- (Bactério)phages = virus s'attaquant spécifiquement aux bactéries
- Découverte en 1917 à l'institut Pasteur
- Bénéfices en tant qu'agents de biocontrôle :
 - Nombreux, facilité d'isolement, de culture et de conservation
 - Très spécifiques
 - Potentiel évolutif face à l'adaptation bactérienne
- Alternative prometteuse aux pesticides/antibiotiques



Les (bactério)phages & la phagothérapie

➤ Actuellement utilisés dans différents secteurs :

- Agroalimentaire & Industrie...
- Santé humaine, animale et végétale...



BIOLYSE™ (UK) : *Pectobacterium*

AgriPhage™ (USA, Canada, Asie) : *Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Clavibacter*...

Greenphage™ (France) : *Pseudomonas syringae*

AGRIPHAGE™ HAS BEEN SUCCESSFULLY TREATING CROPS SINCE 2005

Agriphage is produced from a scientific process designed to isolate and concentrate naturally occurring bacteriophage.

AGRIPHAGE™ IS A NATURAL, SAFE, EFFECTIVE TREATMENT

that prevents and controls harmful bacteria on Tomatoes, Peppers, Apples, Pears and Citrus.

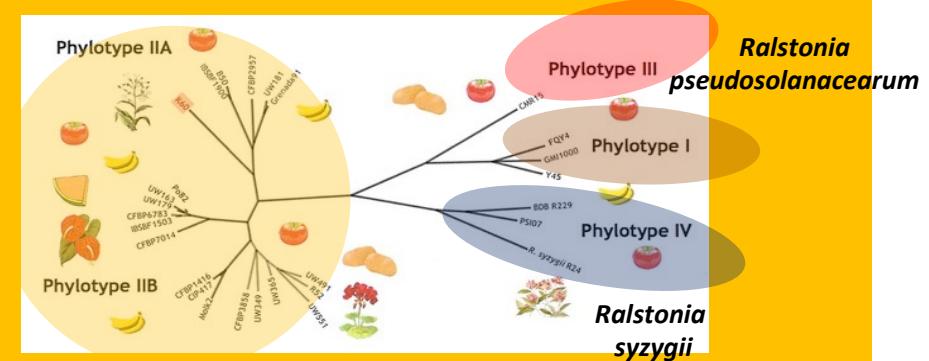


Le complexe d'espèces *Ralstonia solanacearum* (ceRs), responsable du flétrissement bactérien

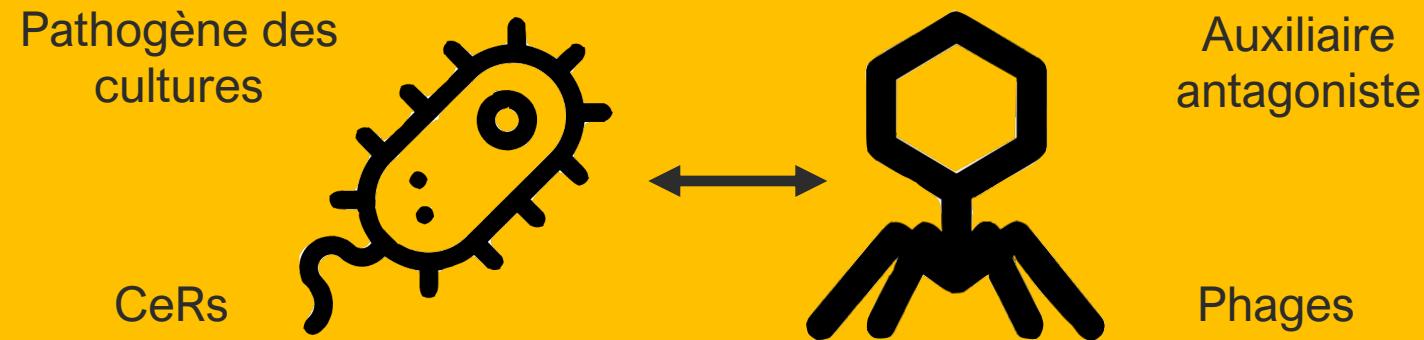
- ceRs = bactéries **telluriques** (sol)
- Flétrissement irréversible de plantes (> 450 espèces)
- 2^{ème} phytobactériose la plus nuisible au monde
Pertes estimées à 950 M\$/ an due à la pourriture brune de la pomme de terre
- Grande diversité : 3 espèces, 4 phylotypes, 71 sequevars
- Méthodes actuelles de gestion de la maladie (chimiques, génétiques, prophylaxie) trop peu efficaces...



Ralstonia solanacearum



EPIdémiosurveillance étendue d'un pathogène et de ses auxiliaires antagonistes



- Etudes précédentes des deux partenaires (diversité génétique, dynamique spatiotemporelle, évolution) réalisées majoritairement de façons indépendantes
- Interactions CeRs/Phages uniquement étudiées *in vitro* (au laboratoire) sur un panel restreint

Originalité projet EPIPHAGES-OI: intégration des relations biologiques entre un bioagresseur bactérien & certains de ses auxiliaires antagonistes dans l'épidémiosurveillance d'une maladie des cultures

02. Consortiums et partenaires

02. Consortiums et partenaires



- A. RIEUX: génomicien des populations
- Y. PECRIX: bactériologiste spécialiste du ceRs
- Postdoc: recruté sur projet
- C. BOYER et S. JAVEGNY: appui technique en génomique, bactériologie et virologie

02. Consortiums et partenaires



- A. RIEUX: génomicien des populations
- Y. PECRIX: bactériologiste spécialiste du ceRs
- Postdoc: recruté sur projet
- C. BOYER et S. JAVEGNY: appui technique en génomique, bactériologie et virologie

SCA Fruits

EPN de Mayotte

Coopérative de producteurs (recrutement des parcelles agricoles et interactions avec les agriculteurs).

02. Consortiums et partenaires



- A. RIEUX: génomicien des populations
- Y. PECRIX: bactériologiste spécialiste du ceRs
- Postdoc: recruté sur projet
- C. BOYER et S. JAVEGNY: appui technique en génomique, bactériologie et virologie

SCA Fruits

EPN de Mayotte

Coopérative de producteurs (recrutement des parcelles agricoles et interactions avec les agriculteurs).



Actualisation du Bulletin de Santé du Végétal Réunionnais (<http://www.bsv-reunion.fr/>)

02. Consortiums et partenaires



- A. RIEUX: génomicien des populations
- Y. PECRIX: bactériologiste spécialiste du ceRs
- Postdoc: recruté sur projet
- C. BOYER et S. JAVEGNY: appui technique en génomique, bactériologie et virologie

SCA Fruits

EPN de Mayotte

Coopérative de producteurs (recrutement des parcelles agricoles et interactions avec les agriculteurs).



Actualisation du Bulletin de Santé du Végétal Réunionnais (<http://www.bsv-reunion.fr/>)



DoAna Statistiques

Analyses statistiques + construction d'une application web interactive pour visualiser les résultats et proposer du contenu synthétique aux acteurs de la surveillance et aux agriculteurs

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

Objectif projet EPIPHAGES-OI: Etudier les interactions biologiques entre un bioagresseur (les souches du ceRs) et ses auxiliaires bactériophages.

- ◎ Décrire les liens épidémiologiques & la diversité génétique dans des parcelles aux contextes agronomiques (systèmes de culture, pratiques) & climatiques (altitude, précipitations) variables
- ◎ Étudier et quantifier *in vitro* les régulations biologiques en jeu
- ◎ Établir une cartographie spatiale et temporelle du réseau d'interaction

Une méthodologie structurée en plusieurs opérations

Une méthodologie structurée en plusieurs opérations

1) Echantillonnage des parcelles agricoles pour l'épidémosurveillance étendue :

- ◎ Enquêtes terrain et identification des parcelles étudiées
- ◎ Diagnostic moléculaire nomade (LAMP-PCR)
- ◎ Echantillonnage: suivi spatio-temporel du couple bactérie-phages



SCA Fruits

EPN de Mayotte

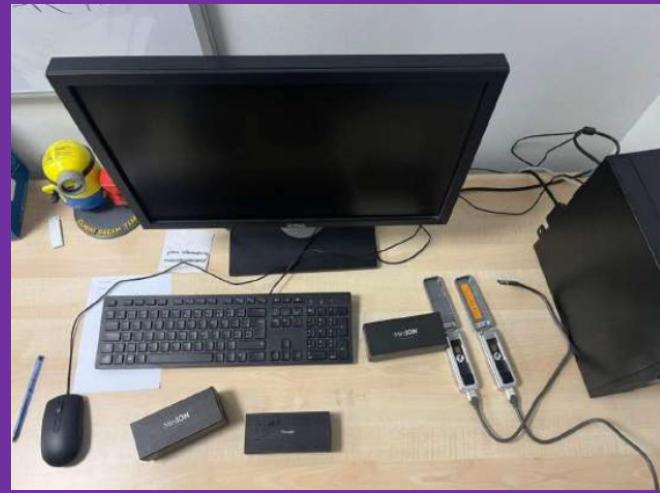
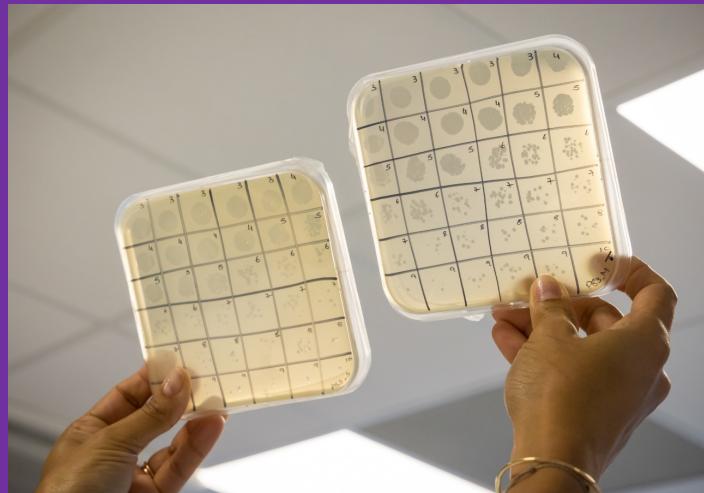


Une méthodologie structurée en plusieurs opérations



2) Mise en place d'une collection et séquençage génétique:

- ◎ Isolement des souches bactériennes et bactériophages au laboratoire
- ◎ Séquençage des génomes (Nomade): Oxford Nanopore Technologies

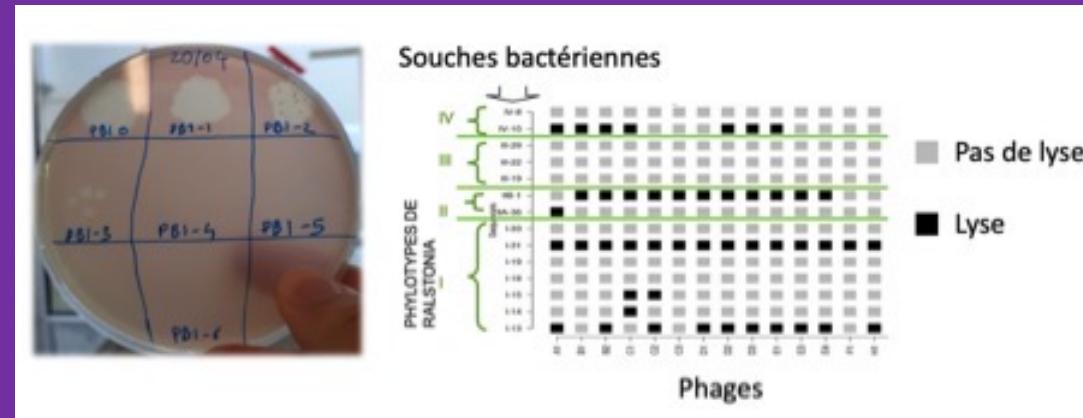


Une méthodologie structurée en plusieurs opérations

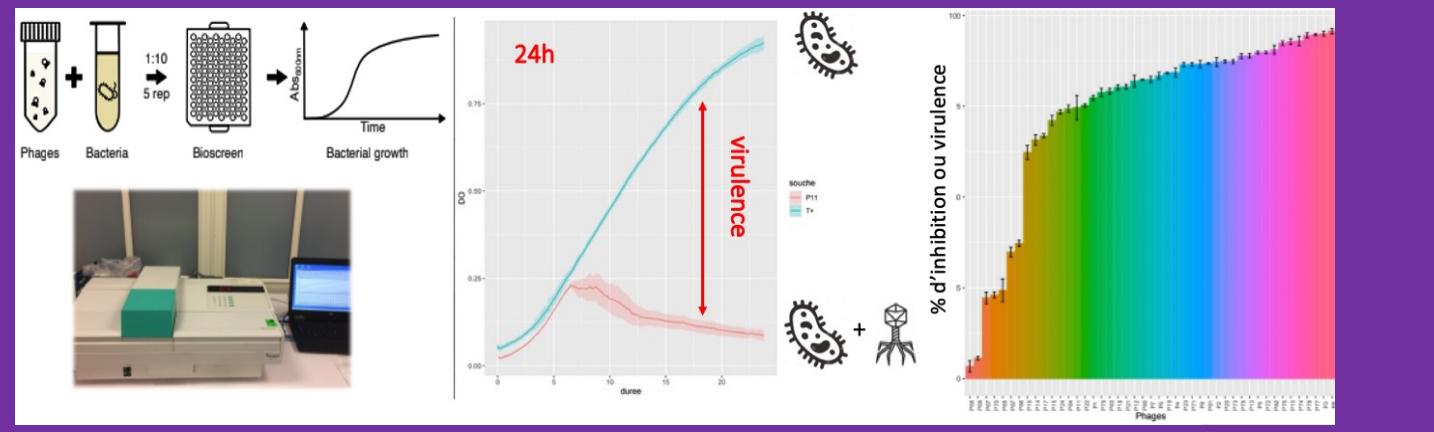
3) Mesure des interactions *in vitro* la gamme d'hôte et de la virulence des bactériophages

2 paramètres mesurés:

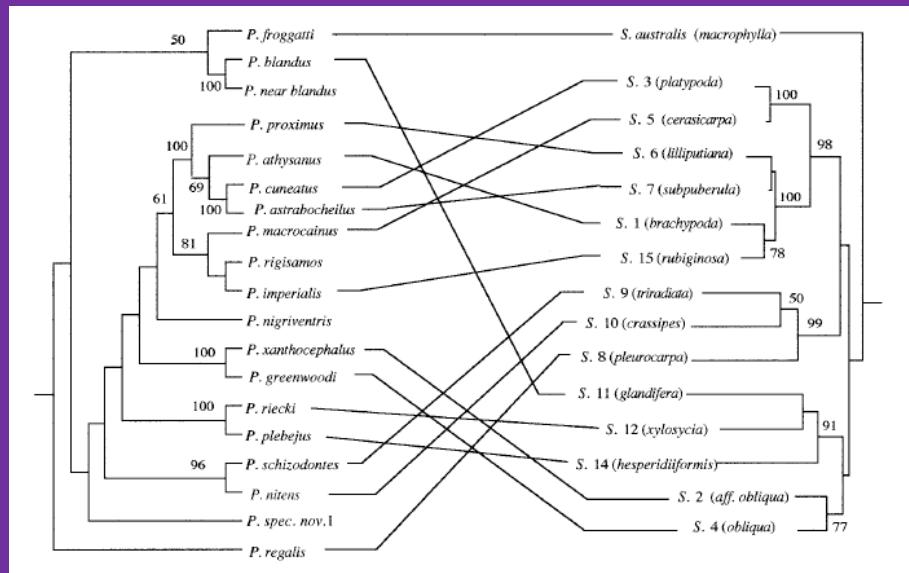
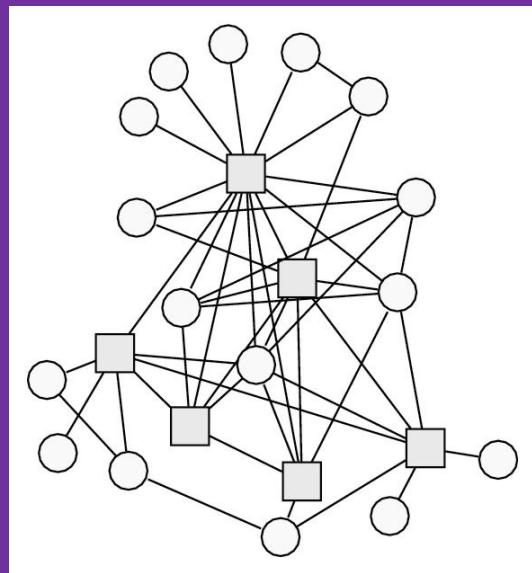
◎ Gamme d'hôte



◎ Virulence

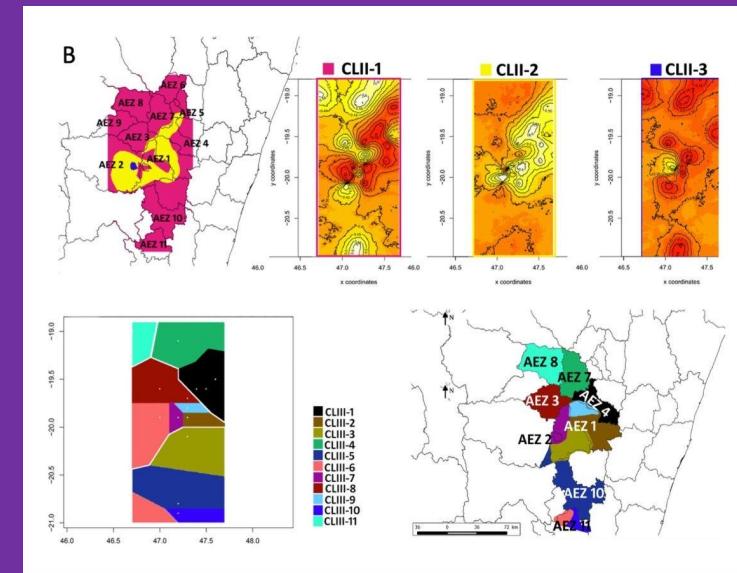


4) Etude de la structuration génétique et spatiale du couple ceRS/bactériophages



© Réseaux
épidémiologiques

© Analyses phylogénétiques



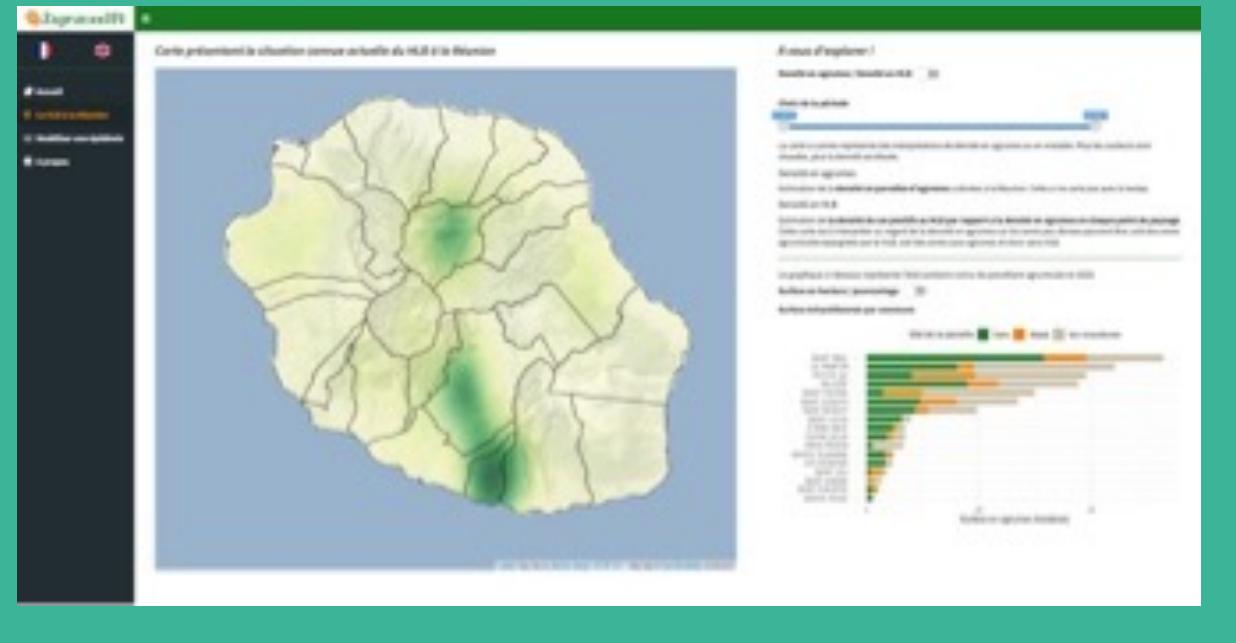
© Inférences génétiques
spatiales

04. Résultats attendus

Résultats/livrables attendus:

- ◎ Actualisation de la prévalence/diversité du flétrissement bactérien et des bactériophages
- ◎ Collection de souches, phages et génomes associés
- ◎ Cartographie spatiale et temporelle du réseau d'interaction pathogène/auxiliaire

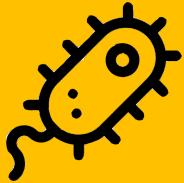
◎ Développement d'une application web interactive synthétisant l'ensemble des résultats obtenus (volet acteurs de la recherche vs volet acteurs de la surveillance et agriculteurs)



05. Transfert & valorisation envisagés

- *Quelles interactions prévues avec les acteurs actuels de la biosurveillance ?*
- *Comment vous envisagez le transfert et auprès de qui ?*

Transfert & valorisation envisagés



◎ BSV actualisé avec les données de prévalence/diversité du flétrissement bactérien

BULLETIN DE SANTÉ DU VÉGÉTAL
ÉCOPHYTO

Île de La Réunion
Cultures maraîchères
Décembre 2023

◎ Données interactions biologiques
ceRs/bactériophages = prérequis/aide à la décision pour le développement et le déploiement de futurs produits de biocontrôle de cette maladie



viruses

Review

Framing the Future with Bacteriophages in Agriculture

Antonet Svircev ^{1,*}, Dwayne Roach ² and Alan Castle ³

¹ Agriculture and Agri-Food Canada, Vineland Station, ON L0R 2E0, Canada
² Department of Microbiology, Pasteur Institute, 75015 Paris, France; dwayne.roach@pasteur.fr
³ Department of Biological Sciences, Brock University, St. Catharines, ON L2S 3A1, Canada; acastle@brocku.ca
* Correspondence: Antonet.Svircev@agr.gc.ca; Tel.: +905-562-2018

Remerciements



IRIS

Improving Risk Inference by Surveillance of
biological regulation services

Virginie Ravigné

Plan de la présentation



01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Comment ce projet répond-il aux enjeux de l'appel / Intérêt pour le plan Ecophyto et les politiques publiques

Indiquer comment cela s'appuie sur ce qu'on sait de la littérature (2,3 papiers majeurs que vous utilisez et pourquoi)

02. Consortiums et partenaires du projet

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

Explicité l'implication de chaque partenaires dans les différentes tâches du projet

Qu'entendez-vous par épidémirosurveillance étendue ? Comment vous êtes-vous appropriés cette notion ?

04. Résultats attendus

05. Transfert & valorisation envisagés

Quelles interactions prévues avec les acteurs actuels de la biosurveillance ? Comment vous envisagez le transfert et auprès de qui ?

01. Contexte : la surveillance étendue

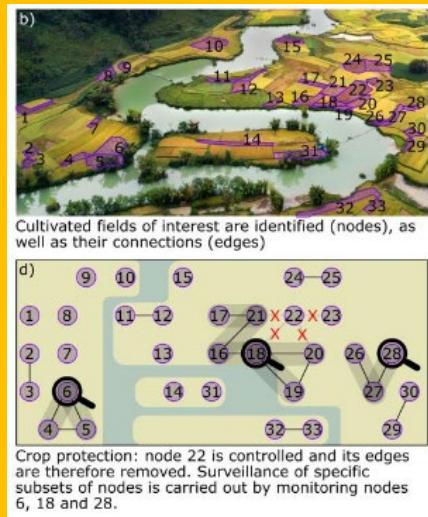
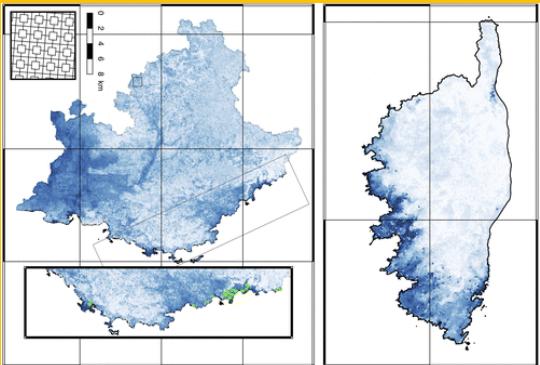


- La réduction du recours aux pesticides repose sur une meilleure anticipation des risques sanitaires endémiques et émergents
- Améliorer la surveillance des organismes nuisibles et mieux transmettre ces informations aux professionnels
 - Surveillance basée sur le risque
 - Surveillance basée sur les réseaux
 - Outils de visualisation

01. Contexte : la surveillance étendue

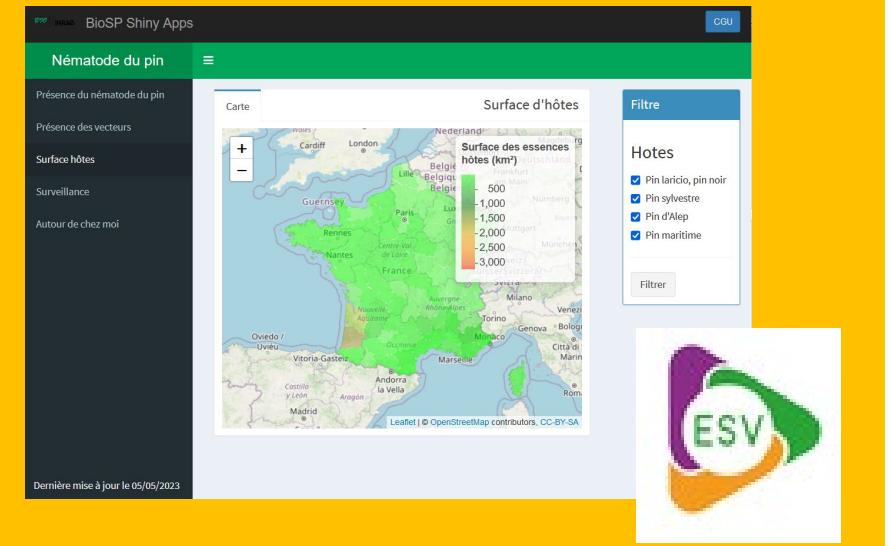
- Améliorer la surveillance des organismes nuisibles et mieux transmettre ces informations aux professionnels

Identification de facteurs de risque



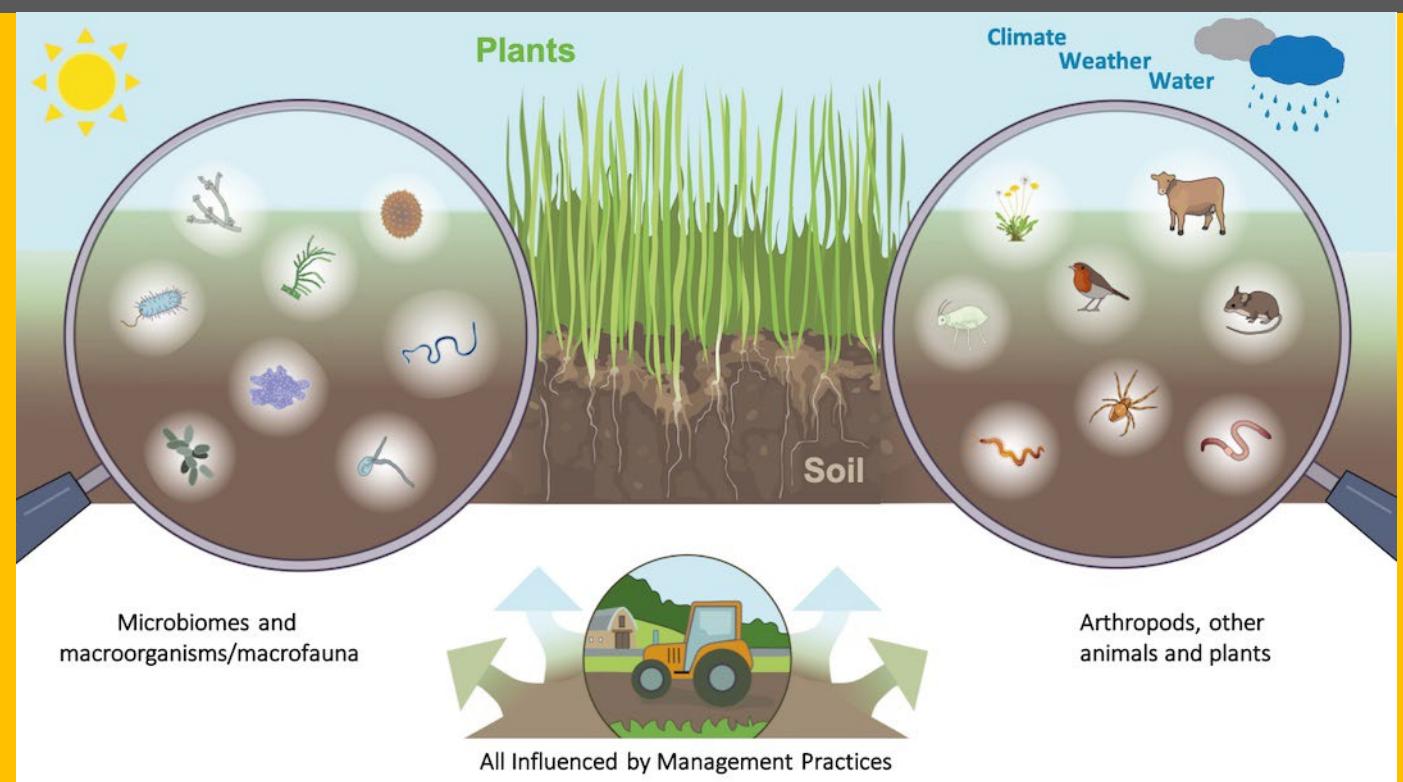
Modélisation épidémiologique

Visualisation



01. Contexte : la surveillance étendue

- La santé des plantes ne dépend pas seulement d'une espèce nuisible
- Elle résulte de l'ensemble des interactions au sein du phytobiome



<https://phytobiomesalliance.org/about/>

01. Objectifs

- Un objectif général : Identifier les zones de l'agrosystème à fort risque et faible potentiel de régulation et les zones à faible risque et fort potentiel de régulation
- Des verrous techniques et conceptuels :
 - Décrire le phytobiome dans sa diversité
 - Inférer le potentiel de régulation
 - Cartographier ce potentiel à l'échelle du paysage

01. Objectifs

- Décrire le phytobiome dans sa diversité
 - ...est de plus en plus accessible avec les nouvelles techniques de séquençage
- Inférer le potentiel de régulation
 - ... est notamment complexe et requiert des informations extérieures
- Cartographier ce potentiel à l'échelle du paysage
 - ... nécessite de réfléchir à un moyen de changer d'échelle

02. Consortium et partenaires



Equipe MicroQuar (Microbiotes et quarantaine)

Microbiotes associés
aux agrumes –
Epidémirosurveillance
du HLB



Equipe EGI (Ecologie et génétique des Insectes)

Inférence des
réseaux trophiques
arthropodes



BioSP (Biostatistiques et Processus spatiaux)

Statistiques
spatiales,
épidémiologie,
inférence du risque



Partenaires corses

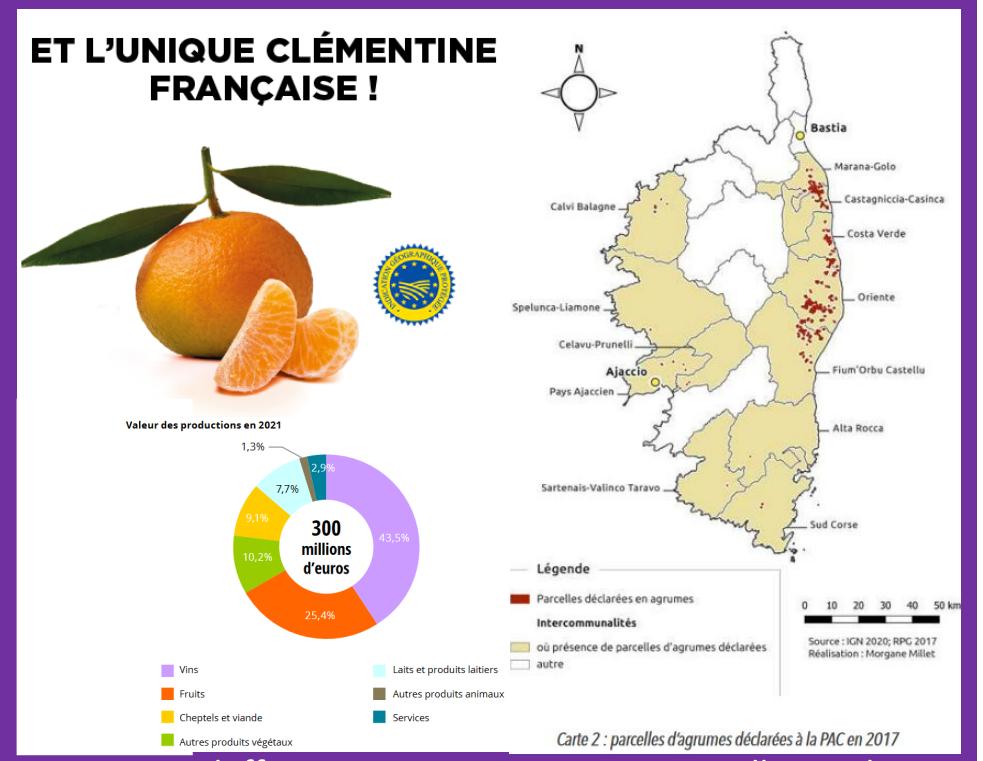
FREDON Corse et
équipe SEAPAG de
l'unité AGAP



Appel à projets
Épidémirosurveillance Kick-off

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)

- Système modèle : les agrumes de Corse
 - Une culture d'importance patrimoniale et économique majeure pour le territoire



03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)

- *Système modèle : les agrumes de Corse*
 - *Une culture d'importance patrimoniale et économique majeure pour le territoire*
 - *Sous la menace de multiples organismes nuisibles*

Bactrocera dorsalis et autres téphritides



Xanthomonas citri pv. *citri* (OQ) bactérie responsable du chancre citrique des agrumes



Le HLB (Ca. *Liberibacter* sp.) et ses vecteurs



Diaphorina citri



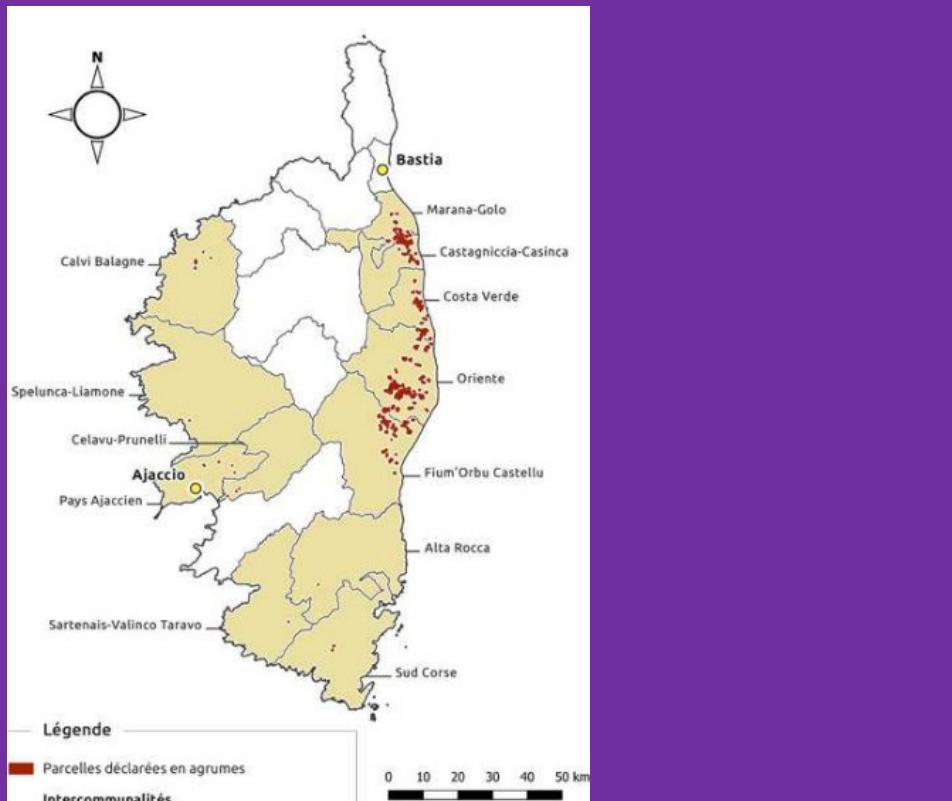
Trioza erytreae

Phyllosticta citricarpa (OQP) champignon causal de la maladie des tâches noires des agrumes



03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)

- *Système modèle : les agrumes de Corse*
 - *Une culture d'importance patrimoniale et économique majeure pour le territoire*
 - *Sous la menace de multiples organismes nuisibles*
 - *Une culture pérenne*
 - *En conditions insulaires = un paysage agricole délimité, peu étendu, traversé par des gradients écologiques*



Carte 2 : parcelles d'agrumes déclarées à la PAC en 2017

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)

- *Système modèle : les agrumes de Corse*
- *Le phytobiome dans sa diversité*
 - *Virus*
 - *Microbes de la phyllosphère*
 - *Arthropodes prédateurs et ravageurs*

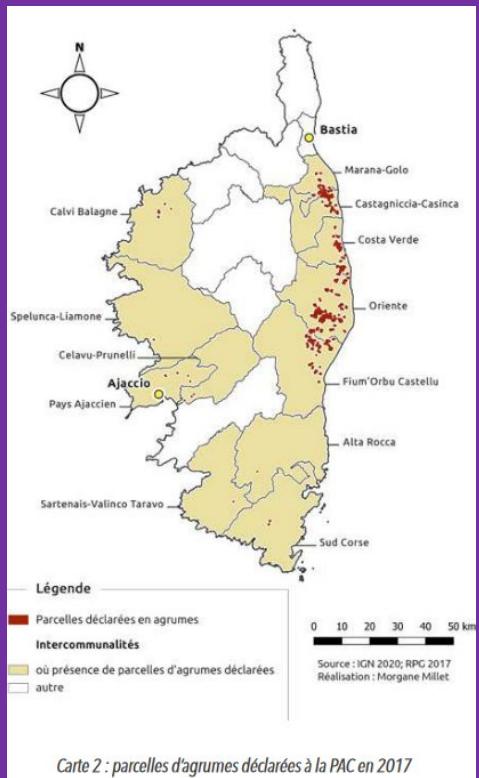
Méthodes de détection moléculaire

- Métagénomique virale (VANA)
- Métabarcoding 16S et ITS
- Métabarcoding alimentaire

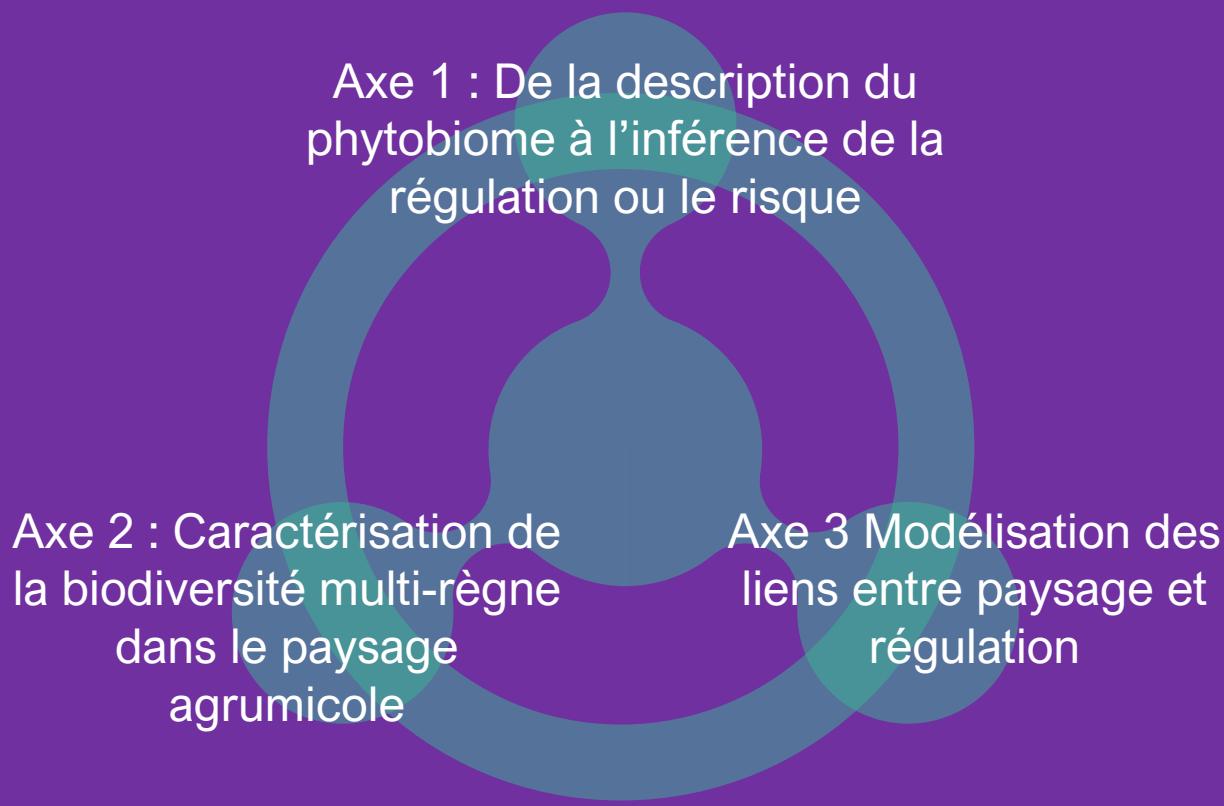


03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)

- *Hypothèses :*
 - (i) *H1 les populations d'organismes nuisibles impliqués dans des réseaux d'interaction plus complexes sont plus efficacement régulées ;*
 - (ii) *H2 les communautés d'organismes impliqués dans des réseaux d'interaction denses et complexes sont plus résistantes aux invasions biologiques (agents pathogènes émergents et ravageurs exotiques) ;*
 - (iii) *H3 Les parcelles situées dans des contextes paysagers complexes hébergent des communautés d'organismes impliqués dans des réseaux d'interaction plus denses et plus complexes que dans des contextes paysagers simplifiés.*



03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)



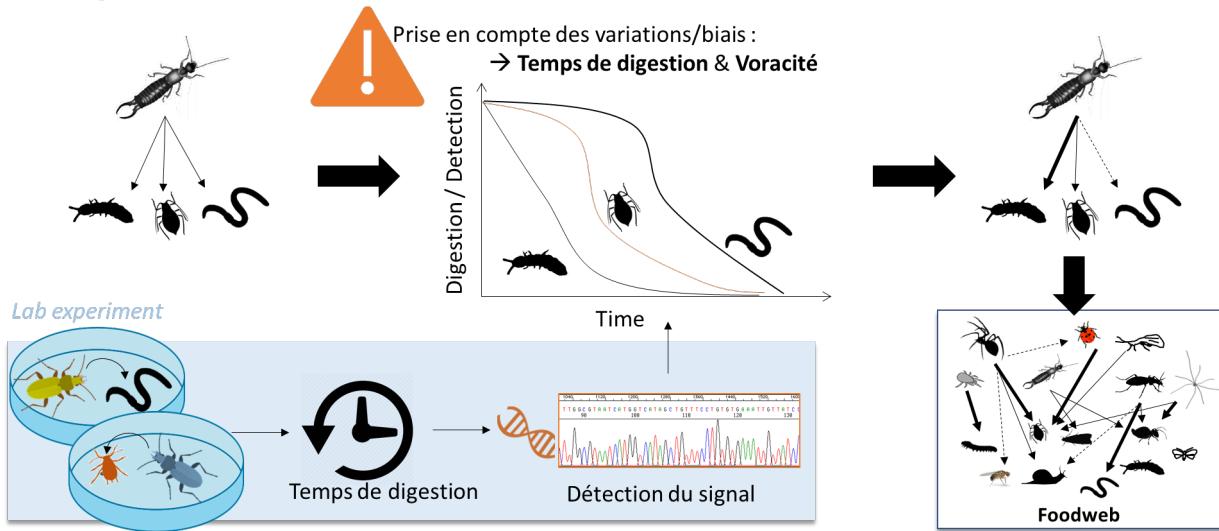
- Axe 1 : Comment estimer le potentiel de régulation?
 - Décrire finement la biodiversité associée aux agrumes – virus, champignons, bactéries et arthropodes
 - Associer des informations extérieures pour en tirer des informations sur le potentiel de régulation

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)

- Axe 1 : Comment estimer le potentiel de régulation?

Réseaux trophiques arthropodes

Corriger les valeurs de détections moléculaires



Microbes et virus

Etablir le statut bénéfique vs. nuisible de organismes détectés - Lister les interactions possibles



Notation de symptômes et état physiologique des plantes

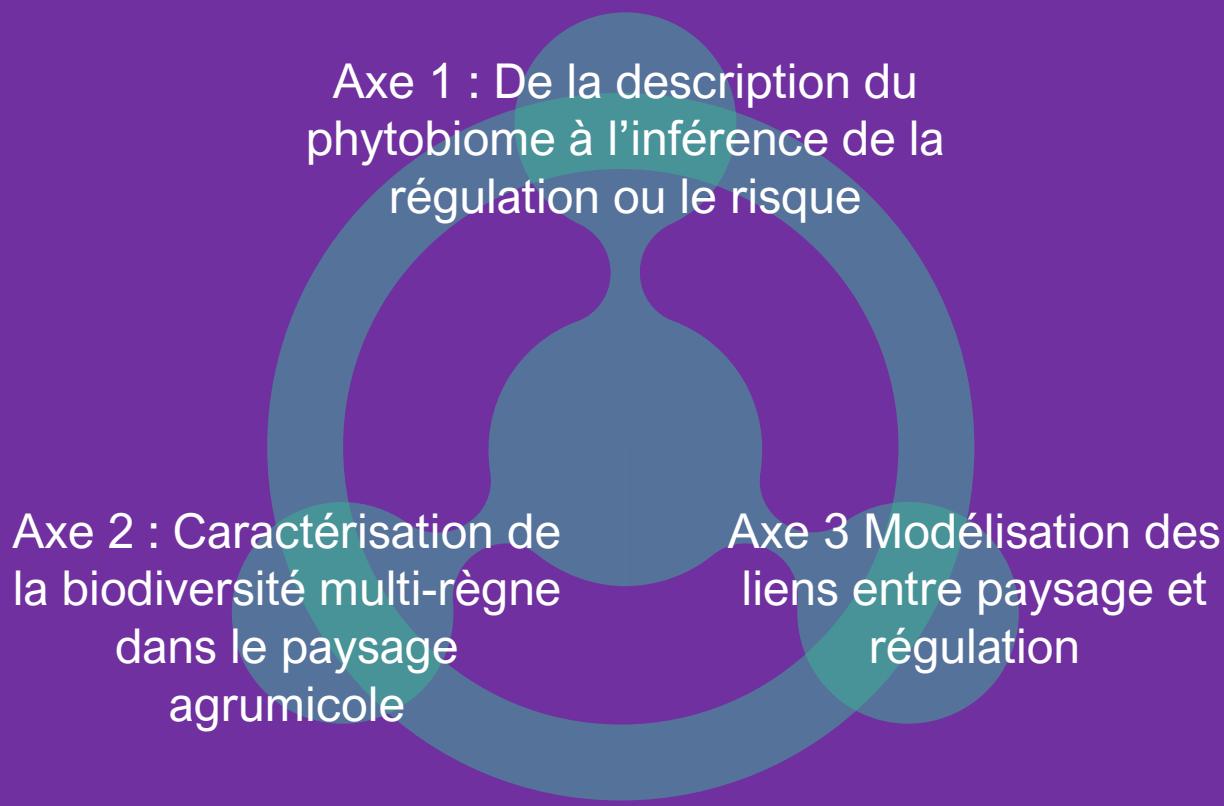


Data-mining



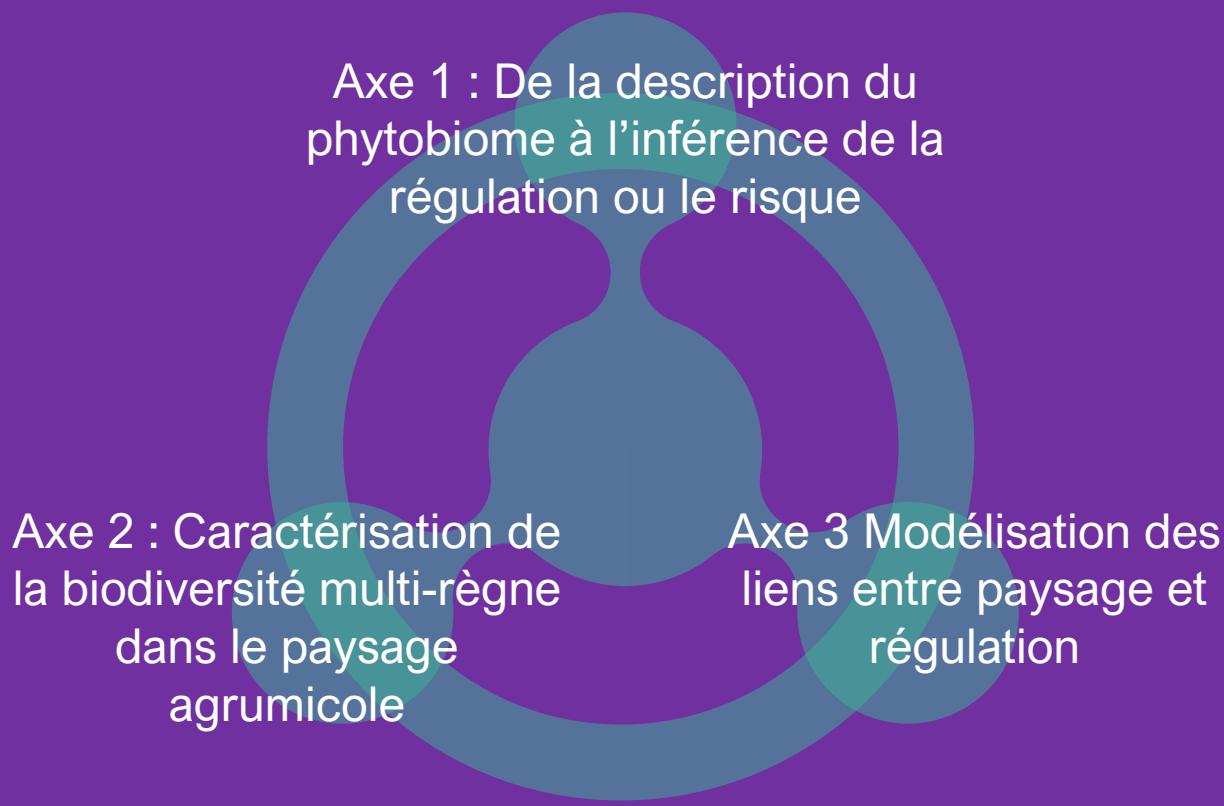
Experts

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)



- Axe 2 : Passer à l'échelle du paysage
 - Objectif > 50 parcelles dans des situations contrastées (pratiques, connectivité, écologie)
 - Stratégie d'échantillonnage à l'échelle paysage
 - Production d'inventaires de biodiversité multi-règne
 - Recherche des signatures de régulation naturelle

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s)



- Axe 3 : Tester l'hypothèse d'un lien entre paysage et régulation
 - Description du paysage agricole et caractérisation plurielle des connectivités
 - Inférence des liens entre régulation naturelle et structure du paysage agricole

04. Résultats attendus

- Des progrès dans l'inférence des régulations naturelles
- Un inventaire inédit de la biodiversité associée aux agrumes cultivés en Corse
- Des cartographies
 - De la distribution d'espèces connues pour leur rôle dans le phytobiome (auxiliaires, ravageurs, microbes et virus nuisibles)
 - Du potentiel de régulation naturelle

05. Transfert & valorisation envisagés

Communauté scientifique

- Rapports de masters (6 stages)
- Articles scientifiques et communications dans des congrès
- Packages statistiques et scripts en accès ouvert

Acteurs de la surveillance



- GT HLB de la Plateforme ESV



Professionnels et pouvoirs publics

- Programme Ambition Corse
- Restitution dédiée
- Edition de flyers de sensibilisation

MicroQuar @MicroQuar · Oct 23, 2023
[#HLB] 🌟 @MicroQuar coorganise les Rencontres #Epidémosurveillance des #agrumes de #Corse #SanGiuliano 👍🍊

Plant Health Institute Montpellier @PHIM_research · Oct 23, 2023
[#AmbitionCorse] 🎉 Lancement Rencontres #Epidémosurveillance des #agrumes de #Corse 23-24 octobre 2023 #SanGiuliano @Cirad @INRAE_France #FredonCorse @INRAE_Corse @cracorsica20

Merci de votre attention

IMPACT

Intégrer la mosaïque des paysages cartographiés par télédétection, et le risque épidémique associé, pour une gestion plus agroécologique des maladies réglementées des cultures pérennes

Frédéric Fabre



IMPACT, contexte Gestion des maladies réglementées

Flavescence dorée (FD)

- Maladie de la vigne, associée à des phytoplasmes transmis par cicadelle (principalement *Scaphoideus titanus*)
- 44 % des communes viticoles en France sont déclarées contaminées par la FD et 49 % soumises à des traitements obligatoires
- Statut EPPO (A2 : localement présent)

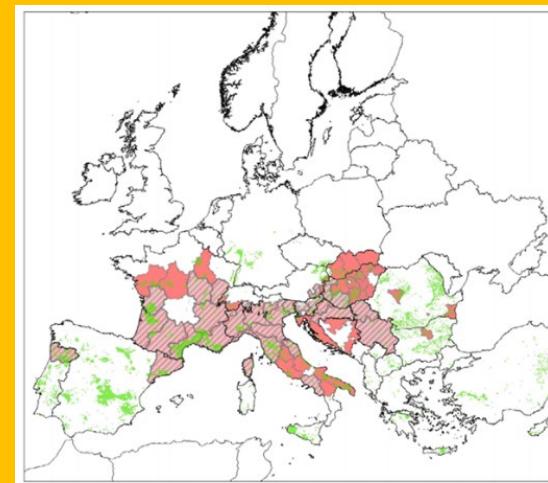


Figure 1: Observed distributions of grapevine cultivation, of FDp infection in grapevine and of *Scaphoideus titanus* in Europe (situation in 2014)

PLANÈTE

Procès du viticulteur bio : « Je n'ai pas traité mes vignes et je l'assume »

Reportage. Emmanuel Giboulot comparaisait lundi pour avoir refusé d'utiliser des pesticides sur ses ceps exploités en biodynamie. La procureure a requis 1 000 euros d'amende.

Par Audrey Garric · Publié le 24 février 2014 à 20h36 - Mis à jour le 25 février 2014 à 10h38

🕒 Lecture 4 min.



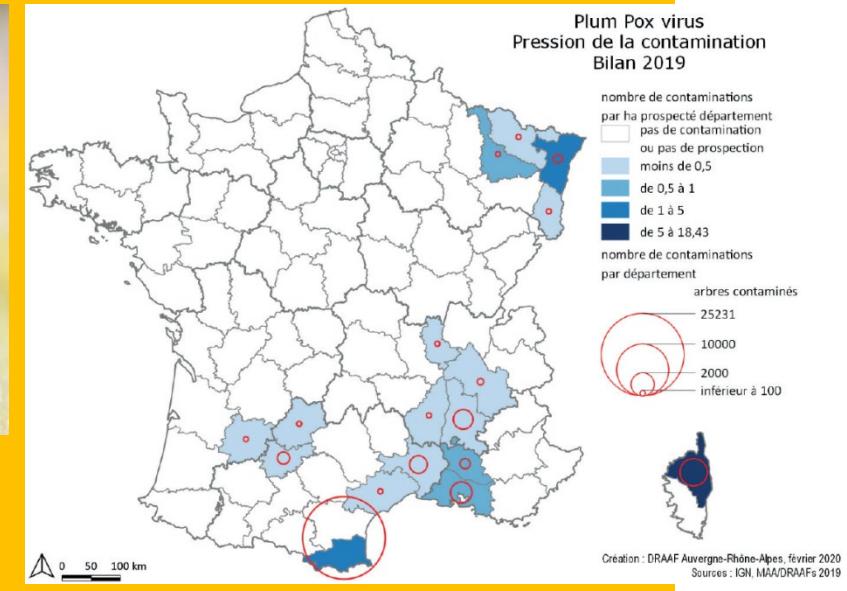
IMPACT, contexte Gestion des maladies réglementées

Sharka

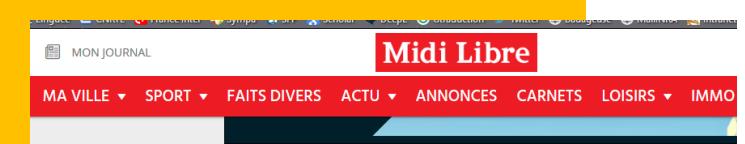
- Maladie des *Prunus* (pêcher, abricotier, prunier), provoquée par le virus PPV transmis par une 30aine d'espèces de puceron (dont *Aphis gossypii*)
- 1,5 arbres infectées par ha (en 2019), après au moins 10 années de lutte réglementée
- Statut EPPO (A2, localement présent)



Aphis gossypii © INRA, Bernard Chaubet



Création : DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes, février 2020
Sources : IGN, MAA/DRAAFs 2019

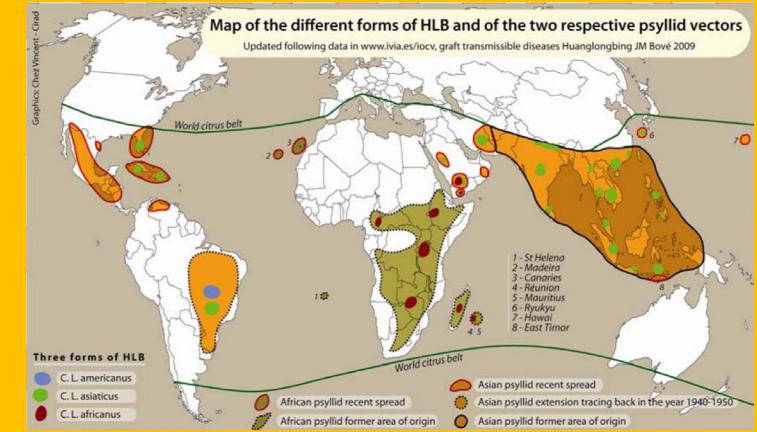


Victimes du virus de la sharka, elles font une grève de la faim

IMPACT, contexte Gestion des maladies réglementées

HLB (maladie du dragon jaune)

- Maladie des agrumes (citronnier, oranger), provoquée par 3 espèces de bactéries du genre *Candidatus Liberibacter* et transmises par au moins deux espèces de psylles (*Diaphorina citri* et *Trioza erytreae*)
- Ravage aux Antilles françaises ; présent dans toutes les zones de production hors bassin méditerranéen (mais vecteur en Espagne)
- Statut EPPO (A1 : absent de la région)



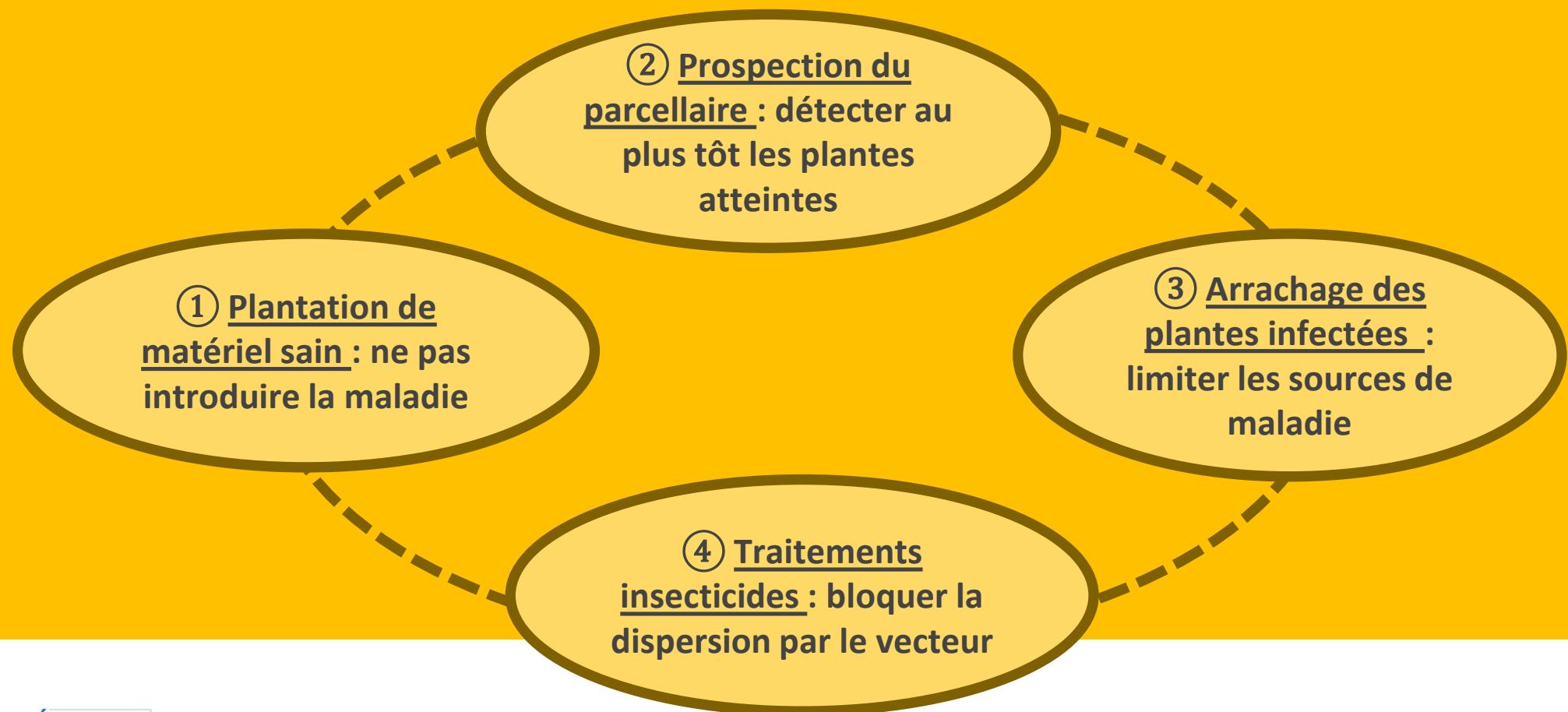
ouest
france

Rien ou presque n'arrête la bactérie qui tue les
orangers de Floride



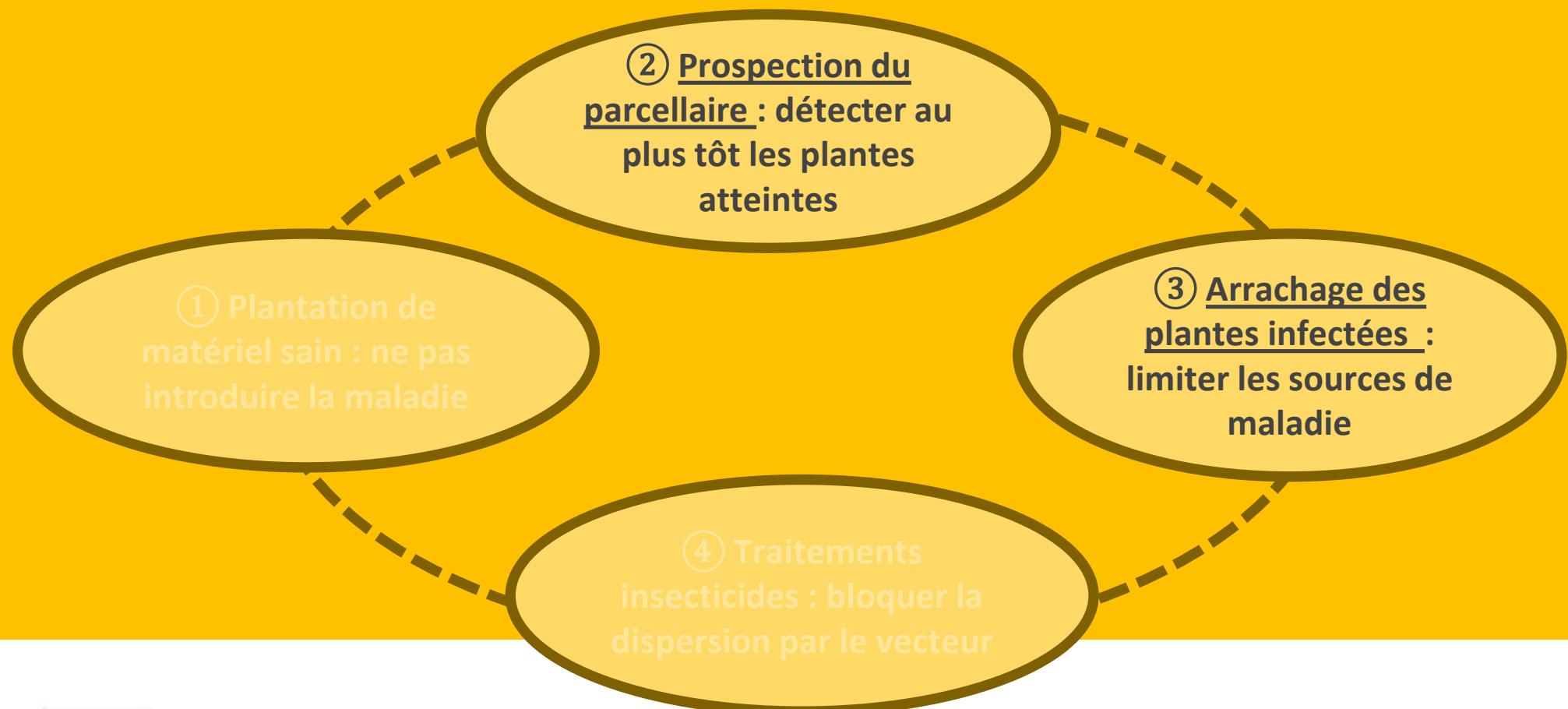
IMPACT, contexte

Gestion des maladies réglementées



IMPACT, contexte

Améliorer la prospection



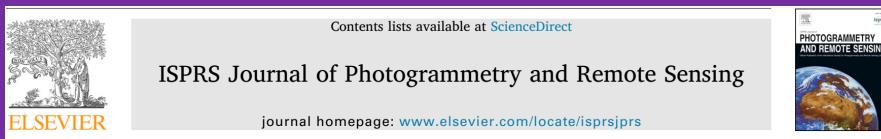
IMPACT, méthode Améliorer la prospection

- Améliorer par télédétection la connaissance des parcellaires

Contents lists available at ScienceDirect

ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing

journal homepage: www.elsevier.com/locate/isprsjprs



Combining Sentinel-1 and Sentinel-2 Satellite Image Time Series for land cover mapping via a multi-source deep learning architecture

Dino Ienco^{a,*}, Roberto Interdonato^b, Raffaele Gaetano^b, Dinh Ho Tong Minh^c

^aIRSTEA, UMR TETIS, LIRMM, University of Montpellier, Montpellier, France
^bCIRAD, UMR TETIS, Montpellier, France
^cIRSTEA, UMR TETIS, University of Montpellier, Montpellier, France

Contents lists available at ScienceDirect

Engineering Applications of Artificial Intelligence

journal homepage: www.elsevier.com/locate/engappai

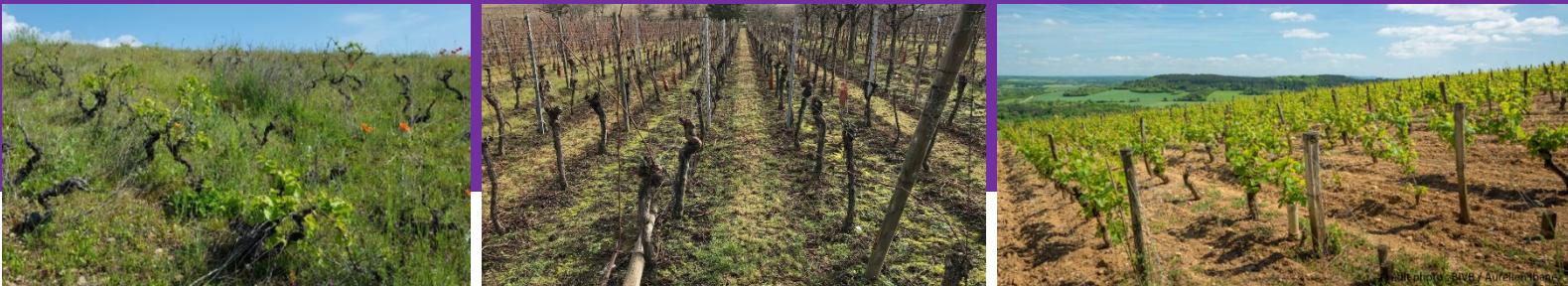


Combining 2D encoding and convolutional neural network to enhance land cover mapping from Satellite Image Time Series

Azza Abidi^{a,*}, Dino Ienco^b, Ali Ben Abbes^a, Imed Riadh Farah^a

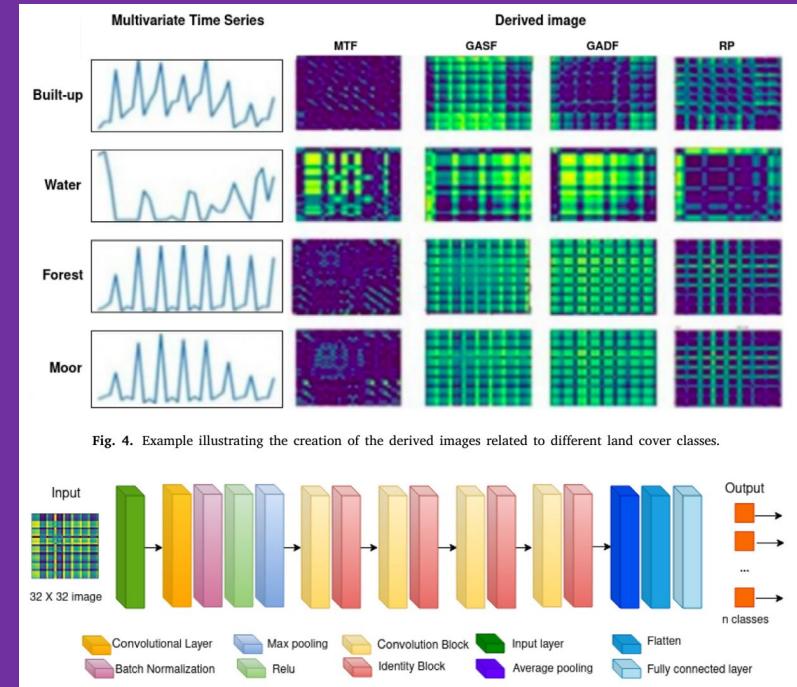
^aRiadi Laboratory, National School of Computer Science, Manouba, Tunisia
^bINRAE, UMR TETIS, Montpellier, France

Hypothèse : l'imagerie satellitaire multi-temporelle (données COPERNICUS, résolution de 10 m et temps de retour de 5 à 10 jours) permet d'améliorer les cartes d'occupation du sol



IMPACT, méthode Améliorer la prospection

- *Innovant ? AI et télédétection*
- *ES étendue ? Aux parcelles non recensées (eg jeunes) ou abandonnées*



Abidi et al., 2023

IMPACT, objectif 1

Améliorer la prospection

- Améliorer par télédétection la connaissance des parcellaires (Action 1).
 - Tâche 1a : Création d'une base de données SIG consolidée rassemblant les polygones arboricoles et viticoles d'intérêt.
 - FD : parcelles de vignes abandonnées, sources d'inoculum et de vecteurs
 - Sharka, HLB : vergers (*Prunus, Citrus*) cultivés et non recensés
jeunes vergers (non encore cartographiés)
vergers abandonnés



INRAE



Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

IMPACT, objectif 1

Améliorer la prospection

- Améliorer par télédétection la connaissance des parcellaires (Action 1).
 - Tâche 1b : Développement et validation d'un algorithme de classification des cultures arboricoles et viticoles par télédétection.
 - un algorithme “entraîné” de classification des polygones d'intérêt et une estimation de sa valeur prédictive (matrice de confusion).



IMPACT, résultats & transfert

Améliorer la prospection

- Améliorer par télédétection la connaissance des parcellaires (Action 1).
 - Tâche 1c : Cartographie prédictive des polygones d'intérêt.
 - FD : cartes des parcelles de vignes abandonnées sur 3 territoires : Savoie, GDONs SG et Bordeaux
 - HLB : cartes du parcellaire agrumicole en Corse et à la Réunion
 - Sharka : cartes du parcellaire de *Prunus* dans la Drôme, l'Isère et le Gard.



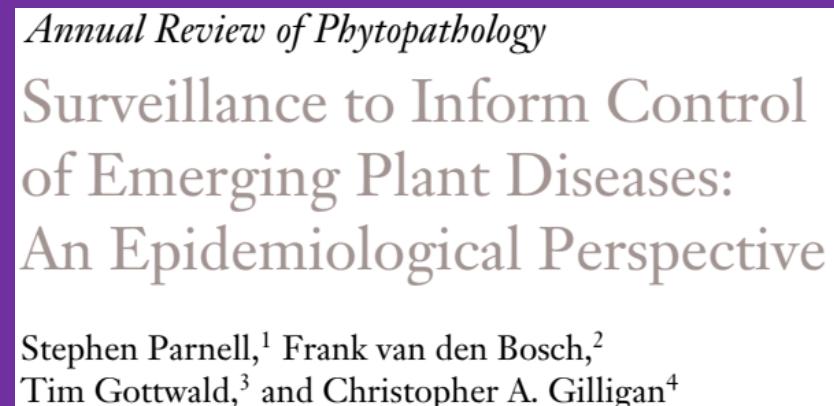
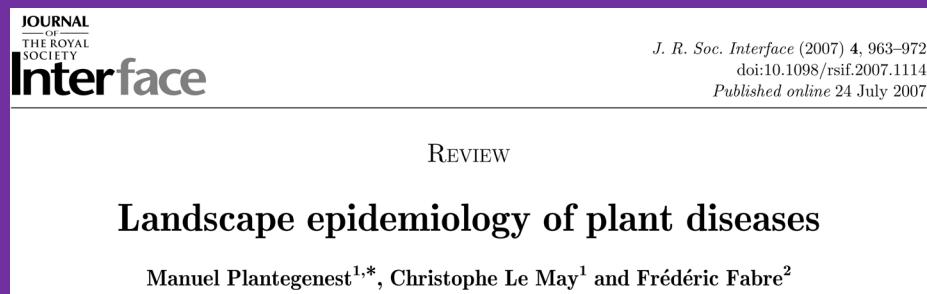
• Transfert:



Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

IMPACT, méthode Améliorer la prospection

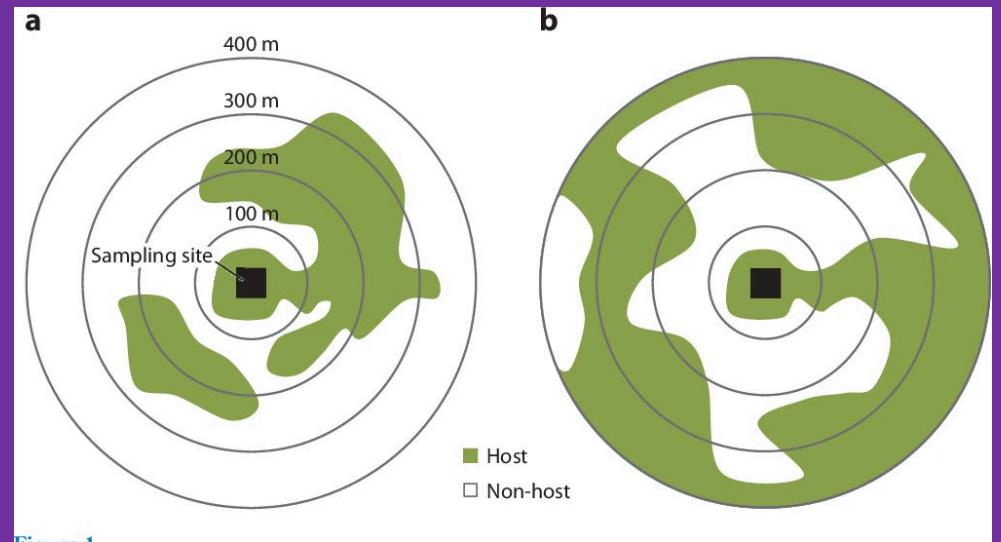
- Intégrer les effets liés à la structure des paysages dans les modèles d'aide à la prospection



Hyp : la prise en compte de la structure des paysages permet d'affiner l'estimation des risques

IMPACT, innovation Améliorer la prospection

- *Innovant ?* Epidémiologie du paysage
- *ES étendue ?* A la prise en compte de l'environnement parcellaire



Meentemeyer *et al.*, 2012

IMPACT, objectif 1

Améliorer la prospection

- Intégrer les effets liés à la structure des paysages dans les modèles d'aide à la prospection (Action 2)
 - Tâche 2a : Rôle épidémiologique d'éléments clés de la structure des paysages.
 - FD : effets distance et surface de parcelles de vignes abandonnées sur la présence et l'incidence de la FD dans une parcelle cultivée focale
 - HLB : effets composition/configuration du paysage [vergers commerciaux (jeunes, actifs, abandonnés), des zones résidentielles, de la végétation sauvage, et des surfaces non hôtes] sur la présence de HLB dans une parcelle focale
 - Sharka : effet distance et surface des jeunes vergers de Prunus, et des vergers abandonnés sur la présence de la sharka dans une parcelle focale



IMPACT, résultats & transfert

Améliorer la prospection

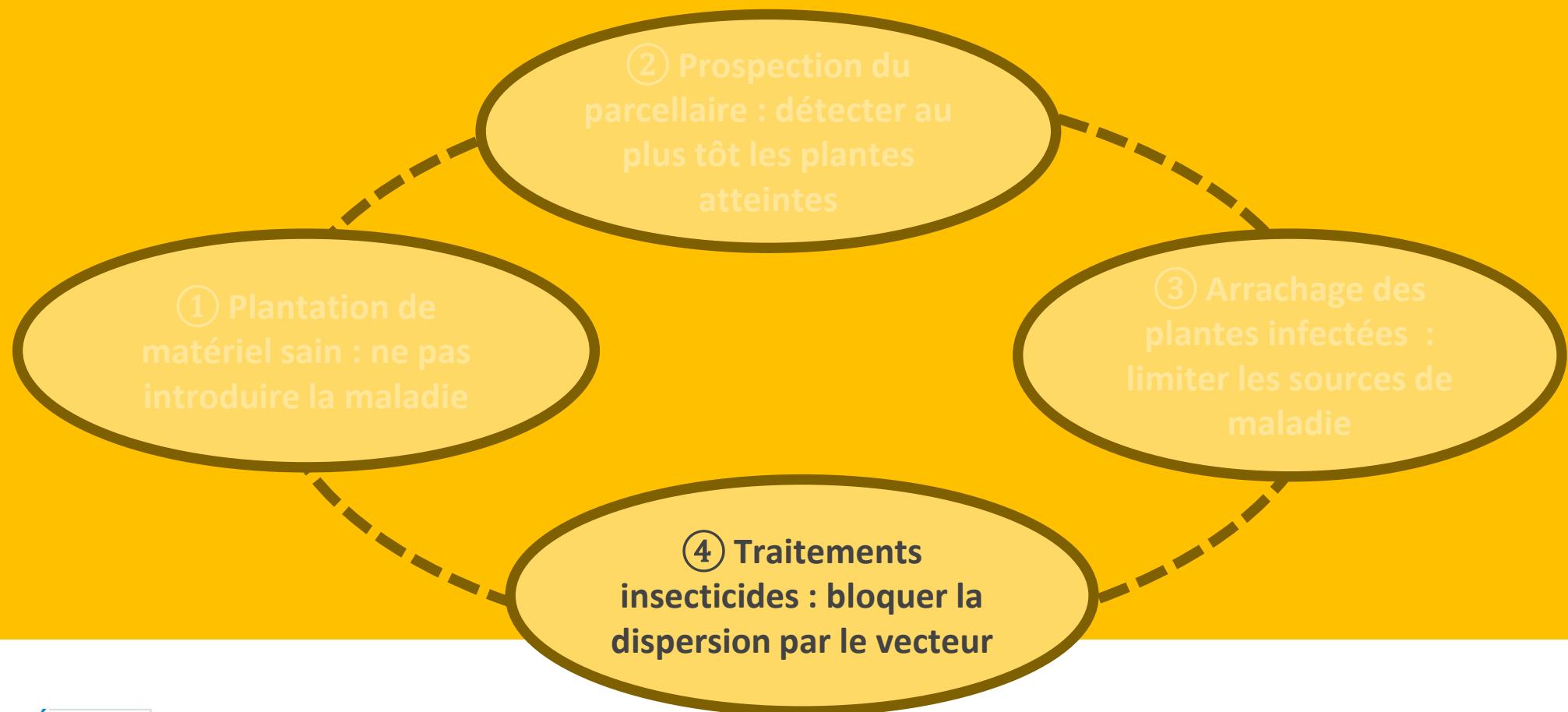
- Intégrer les effets liés à la structure des paysages dans les modèles d'aide à la prospection (Action 2)
 - Tâche 2b : Cartographie prédictive du risque épidémiologique.
 - Cartographie des risques associés aux éléments d'intérêt pour les 3 maladies sur les 8 territoires ciblés (3 pour FD, 3 pour Sharka, 2 pour HLB).
 - Ces cartes serviront à orienter les stratégies de prospection sur le terrain, en ordonnant par exemple des sites à inspecter de façon prioritaire car associés à un risque plus fort
 - Transfert :



Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

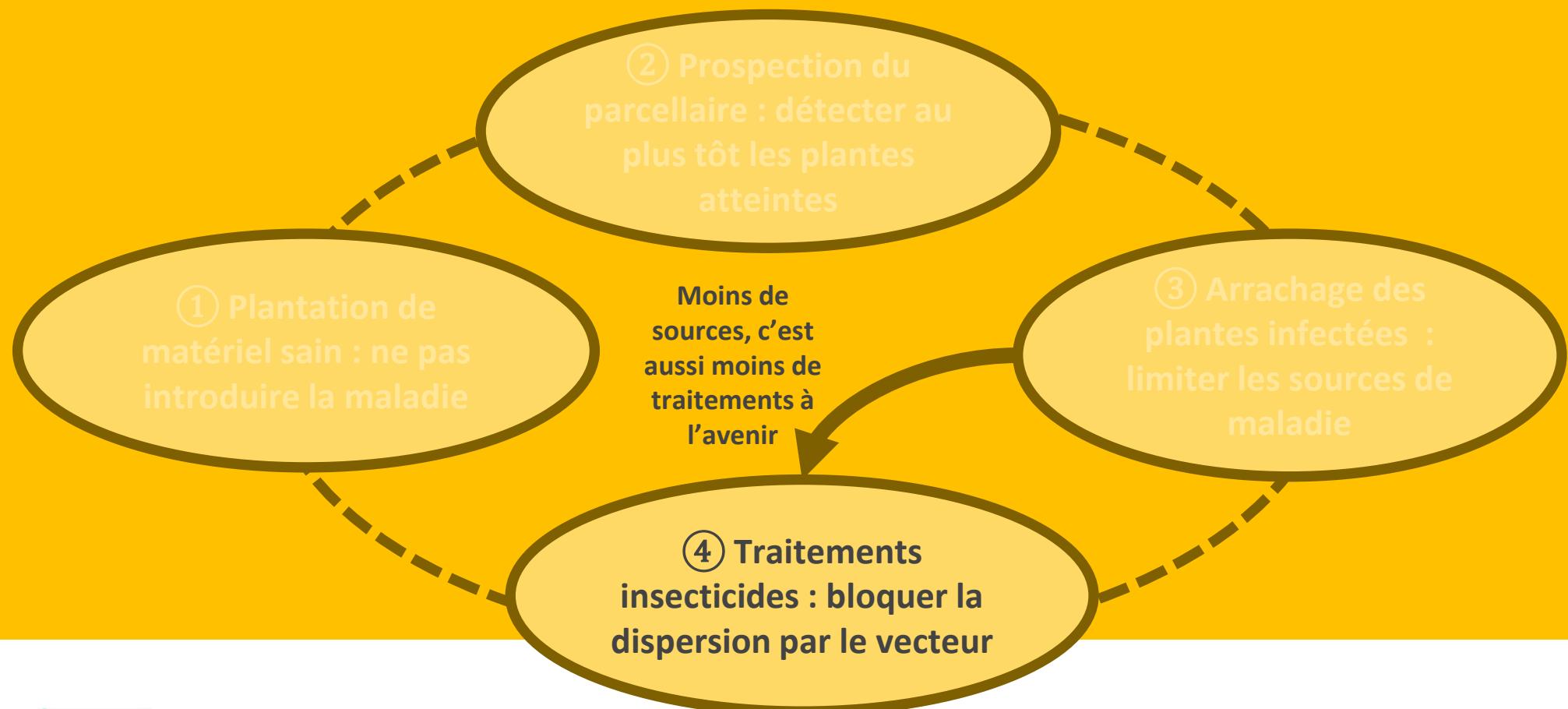
IMPACT, contexte

Moins de traitements obligatoires



IMPACT, contexte

Moins de traitements obligatoires



IMPACT, objectif 2

Moins de traitements obligatoires

- Intégrer les effets liés à la structure des paysages au modèle de déclenchement de traitements (Action 2, tâche 2c)
 - Création des zonages climatique et mise en place des réseaux d'observation de *S. titanus* sur deux territoires (Sauternes-Graves et Médoc).
 - Un modèle de développement des larves de *S. titanus* prenant en compte les spécificités de chaque paysage viticole (influence du microclimat et des vignes abandonnées)



Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

IMPACT, méthode Moins de traitements obligatoires

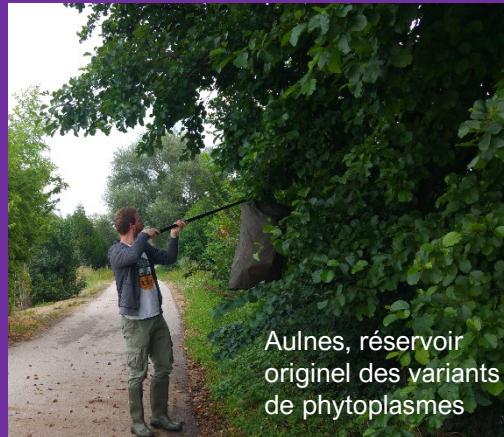
- Mobiliser les outils de l'épidémiologie moléculaire

PLOS PATHOGENS

RESEARCH ARTICLE

When a Palearctic bacterium meets a Nearctic insect vector: Genetic and ecological insights into the emergence of the grapevine Flavescence dorée epidemics in Europe

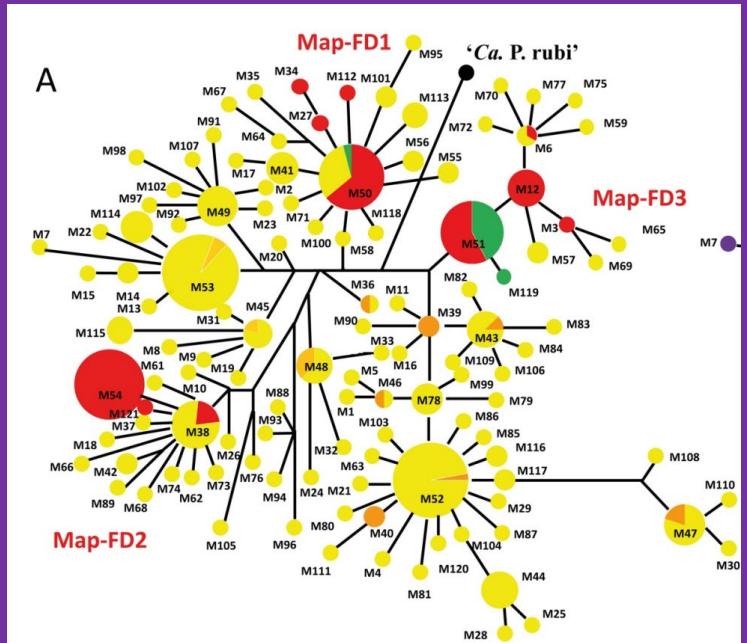
Sylvie Malenbic-Maher^{1*}, Delphine Desque^{1*}, Dima Khalil¹, Pascal Salar¹, Bernard Bergey¹, Jean-Luc Danet^{1†}, Sybille Dutet¹, Marie-Pierre Dubrane-Qurabah¹, Laure Beven², Ibolya Ember², Zoltan Acs³, Michele Della Bartola³, Alberto Materazzi³, Luisa Filippin³, Slobodan Krnajic³, Oliver Krstic⁵, Ivo Toševski^{5,6}, Friederike Lang⁷, Barbara Jarausch⁷, Maria Kölber⁷, Jelena Jović⁵, Elisa Angelini⁴, Nathalie Arricau-Bouvery¹, Michael Maixner⁷, Xavier Foissac^{1*}



Aulnes, réservoir originel des variants de phytoplasmes

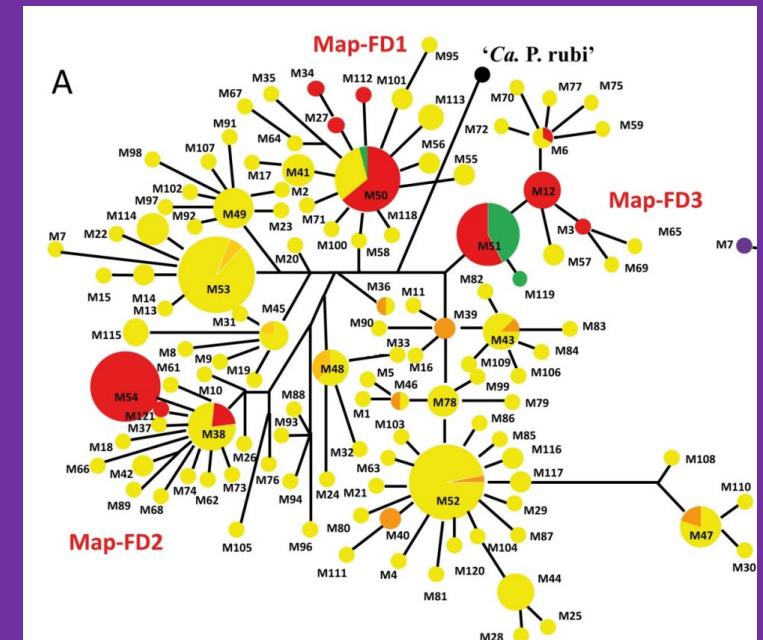
Connaissance : Le risque épidémique des variants de phytoplasmes détectés sur vigne varie selon leur origine (viticole/environnement) et leur capacité à être transmis *S. titanus*

Cicadelles responsables du transfert des variants depuis les aulnes vers la vigne



IMPACT, innovation Moins de traitements obligatoires

- *Innovant ?* Epidémiologie moléculaire et séquençage haut-débit
- *ES étendue ?* Aux données de la génétique
- **Une infection par un variant à faible potentiel épidémique ne nécessitera plus de traitement obligatoire sur la commune concernée.**



IMPACT, objectif 2

Moins de traitements obligatoires

- Développer un outil de génotypage pour tracer la circulation des variants de FD dans les paysages viticoles (Action 3)
 - Tâche 3a : Mise au point des outils de génotypage par séquençage haut débit.
 - Méthodes d'enrichissement en ADN de phytoplasme des échantillons de terrain (vigne, aulne, vecteur)
 - Variabilité des marqueurs map (origine) et vmpA (trans.) déterminant le potentiel épidémique d'un variant
 - Méthodes de génotypage des phytoplasmes par séquençage haut débit (Illumina et Oxford Nanopore)

BFP



IMPACT, objectif 2

Moins de traitements obligatoires

- Développer un outil de génotypage pour tracer la circulation des variants de FD dans les paysages viticoles (Action 3)
 - Tâche 3b : Circulation des variants FD dans les paysages viticoles.
 - Echantillonnages en Alsace, Bordelais, Bourgogne et Champagne sur sites avec des profils écologiques et génétiques contrastés pour les vecteurs et les variants de FD
 - Effet de la structure des communautés de vecteurs sur la présence des variants épidémiques.

BFP



IMPACT, résultats & transfert

Moins de traitements obligatoires

- Un modèle de déclenchement des traitements obligatoires FD adapté aux spécificités des territoires viticoles.
- Une méthodes de génotypage des phytoplasmes par séquençage haut débit, avec optimisation des coûts pour les laboratoires d'analyse ou l'ANSES



IMPACT, consortium et partenaires

Partenaires financés par IMPACT



IMPACT, consortium et partenaires

Partenaires financés par IMPACT



Partenaires ressourcement en données & transfert



IMPACT, consortium et partenaires

Partenaires acteurs de la lutte sur le terrain



The team



Gaël Thébaud
Sylvie Dallot



Adrien Billotte



Virginie Ravigné
Lucile Lavergne



Clément Turbilier
Adélaïde Salvado



Pascal Salar



Xavier Foissac
Sylvie Malembic-Maher



Christian Debord



Alexandre Davy



Frédéric Fabre



Samuel Alleaume



Arthur Auriol

Et aussi, pour le ressourcement données et échantillons : Sophie Bentejac, Arnaud Labelle, Laurent Hivert, Alan Damiecki, Amaury Guillet, Sandy Duperier, Magali Lamberet, Lucile Rimbault, Rémi Rossignol, Bruno Debanay, Pascale Pienne, Alexandra Bonomelli, Isabelle Riou, Marion Delame, Cécile Abidon, Robin Guilem



Pause

15 min

PAPEETE

« Promouvoir l'Agroécologie par la prédition intégrative du risque sanitaire à partir de données Participatives d'Epidémiosurveillance à l'Echelle du Territoire »

Florence Carpentier (AgroParisTech)

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Transition vers des pratiques agroécologiques

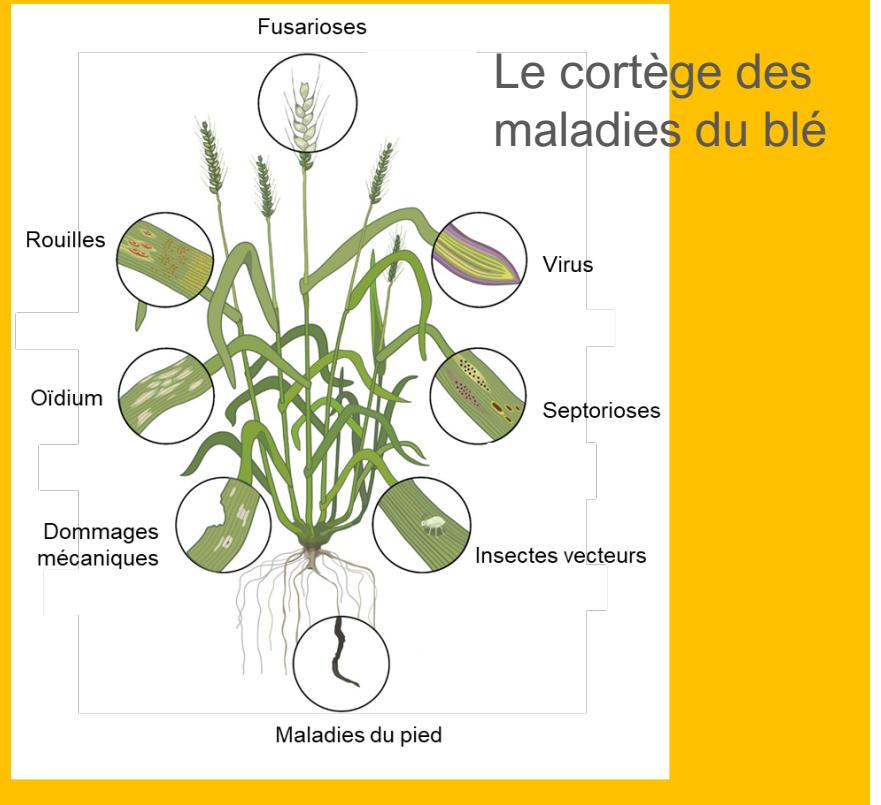
Réduction de l'utilisation d'intrants chimiques, produits phytosanitaires

Connaissance et maîtrise des acteurs sur les effets des pratiques alternatives dans la maîtrise des risques sanitaires.

Décision et capacité à adopter des pratiques innovantes et durables

D'une maladie à la gestion du risque multi-maladie

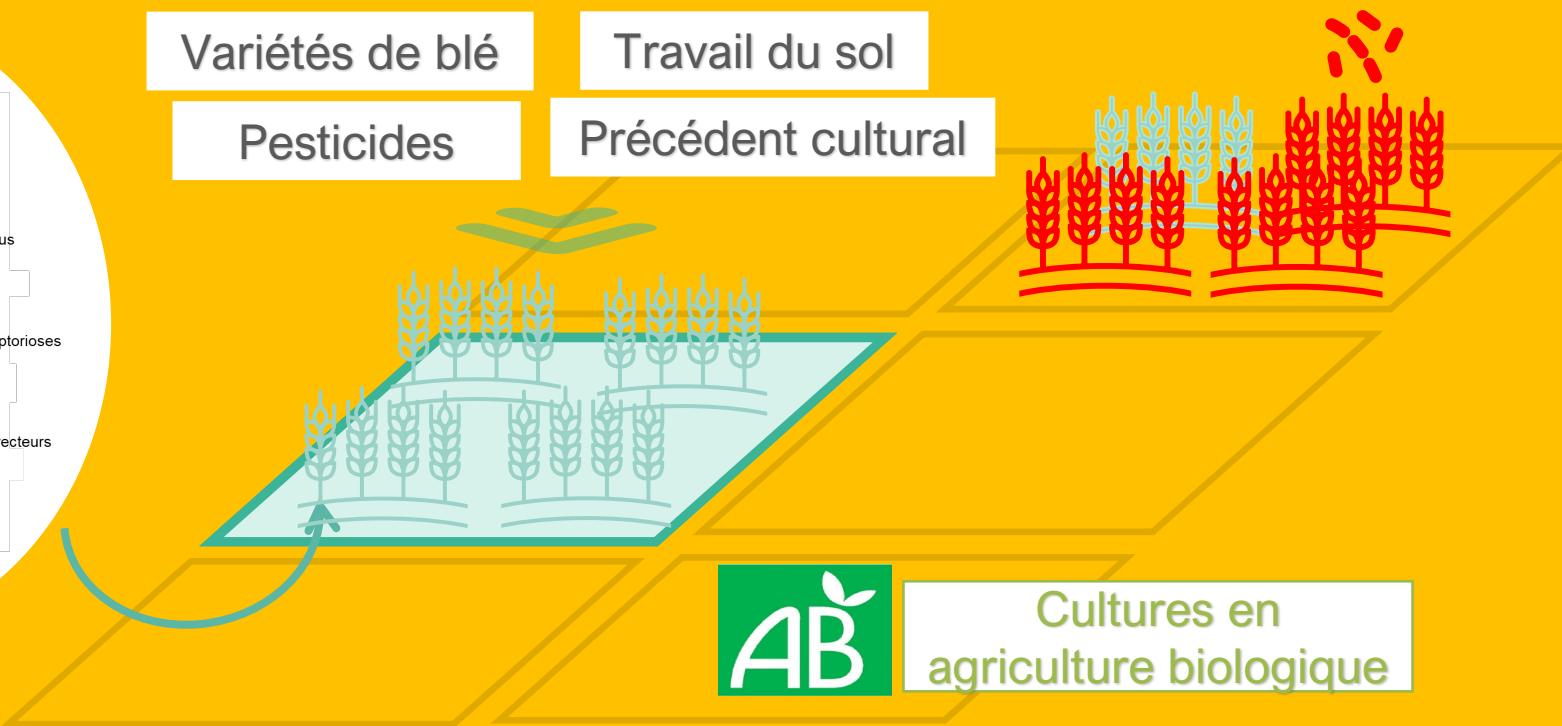
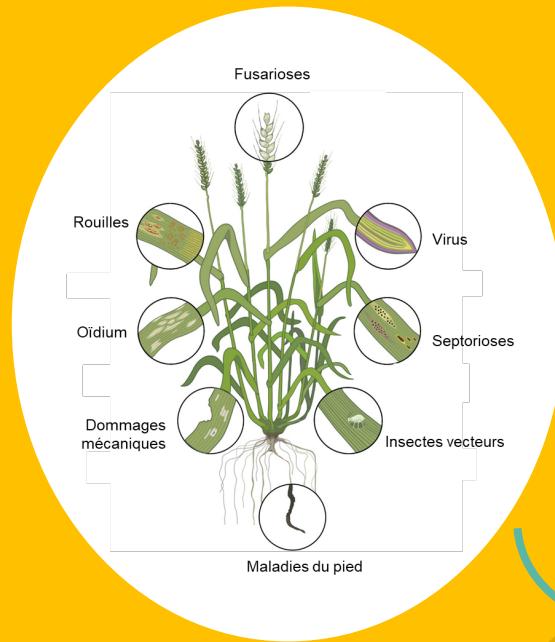
- La gestion d'une maladie
 - Cortège de bioagresseurs¹ → Risque multi-maladie
 - Risque complexe et mal connu :
 - Interactions entre agents pathogènes, pratiques agricoles² ?
 - Traduction en risque de production et risque économique¹ ?
 - Comment est-il perçu par les acteurs du monde agricole ?
 - Comment la connaissance des acteurs de ce risque est-elle liée aux stratégies de traitements ?
- Diminution de l'utilisation de traitement phytosanitaires ?



¹ Jevtić et al. (2017). *Crop Protection*, 99, 17-25.

² Savary et al. (2016). *European Journal of Plant Pathology*, 146, 757-778.

Une approche multi-échelle



Gosme et al. (2012). Agriculture, Ecosystems and Environment, 161, 121-129.

Source d'information dédiées aux risques sanitaires



Les BSV constituent une source fiable d'informations dédiée aux risques sanitaires.



Evaluation des risques à grande échelle (régionale ou départementale)



→ Difficulté prise en compte de l'échelle locale, du paysage et du risque multi-maladie qui en découle

Objectifs du projet PAPEETE

Un outil numérique d'épidémosurveillance participative du risque multi-maladie



Co-conçu avec les acteurs de la filière (en particulier les agriculteurs)

Evaluation du risque multi-maladie

Déclinaison en risques de production et économique

Entrées :
Observations des bioagresseurs



Sorties : Evaluation individuelle des risques

Épidémosurveillance participative³

*Affiner prédictions des épidémies des cultures
avec la participation des acteurs de la filière*

Gestion du risque multi-maladie à l'échelle locale

*Evaluer l'efficacité
des pratiques alternatives
à l'usage massive des pesticides,
du paysage et de la régulation
naturelle*

Prototype d'application smartphone

*preuve de concept
considérant le cortège de
maladies du blé tendre d'hiver*



Diffusion de l'information auprès des agriculteurs

*pour favoriser la
transition agroécologique*

³Ristaino *et al.* (2021). Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(23), e2022239118.

02. Consortiums et partenaires



Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
Statistiques, Epidémiologie, Economie comportementale



Centre national de la recherche scientifique
Agroécologie, Economie environnementale, Sciences de la conception Ecologie, Génétique



Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique
Modélisation, Sciences des données



Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Ecologie, Epidémiologie quantitatives, Informatique

Consortiums et partenaires

Partenaires professionnels qui participeront à la conception de l'outil : agriculteurs, techniciens agricoles, représentants de la chambre d'agriculture, coopératives et institut technique



Infrastructure de recherche
territoire de céréaliculture intensive



Réseau de sites situés dans des zones
d'enjeu Eau en Nouvelle Aquitaine

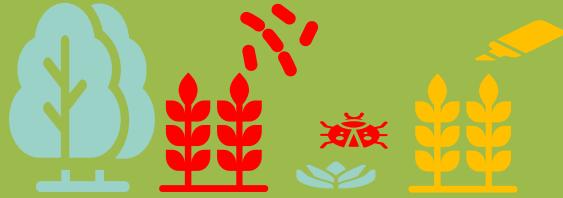


Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

- L'épidémiologie participative peut améliorer la prédiction du risque multi-maladie
- L'amélioration de la connaissance des dynamiques épidémiques à l'échelle d'un paysage agricole, en tenant compte de l'hétérogénéité des pratiques et des prises de décision, couplée à une évaluation des risques production et économique, peut permettre aux agriculteurs de penser autrement la gestion multi-maladie.

Axe 2 : Analyses des liens « pathogènes-vecteurs/auxiliaires-adventices-pratiques-paysages »



Axe 3 : Epidémirosurveillance participative pour la prédition épidémique à l'échelle du paysage



**Axe1
Co-conception de l'outil
Avec les acteurs de la filière**



Outil informatique



Axe 5 : Analyse des prises de décision des agriculteurs en fonction des risques et de leur perception



Axe 4 : Simulation des risques multi-maladies et de production sous différents scénarios de gestion



Co-conception de l'outil
Avec les acteurs de la filière



Outil informatique



Axe 1: Co-conception de l'outil



Entrée

- Observation des maladies
- Géolocalisation
- Photographie des symptômes
- Pratiques : traitements...



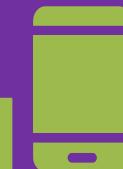
Base de données



Modèles de prédition
et de simulation



Sortie



Cartographie des
risques multi-
maladies, de
production,
économique

INRAe

Co-conception de l'outil
Avec les acteurs de la filière



Outil informatique



Axe 1: Approche participative

Co-conception de l'outil numérique

avec les **acteurs de la filière** agriculteurs
représentants des chambres d'agriculture,
coopératives et instituts techniques

au travers d'ateliers

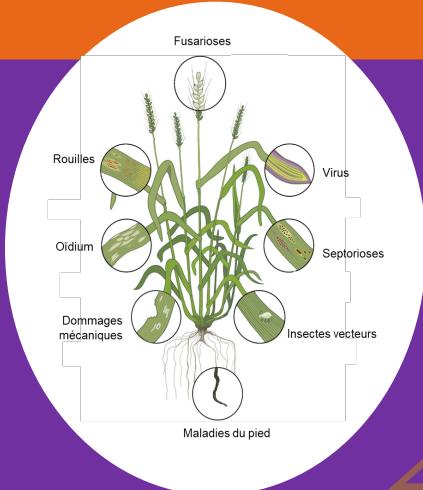




Axe 2 : Analyses des liens « pathogènes-vecteurs/auxiliaires-pratiques-paysages »



Protocole d'observation
des co-occurrences de 8
maladies du blé
Depuis 2021 (ZA PV)



Pratiques agricoles locales:
variétés, usage de produits
phytosanitaires...

Caractéristiques
du paysage



Blé

Régulation
naturelle
(JNO-Puceron-
Parasitoïde)

Haies

Conditions
pédoclimatiques

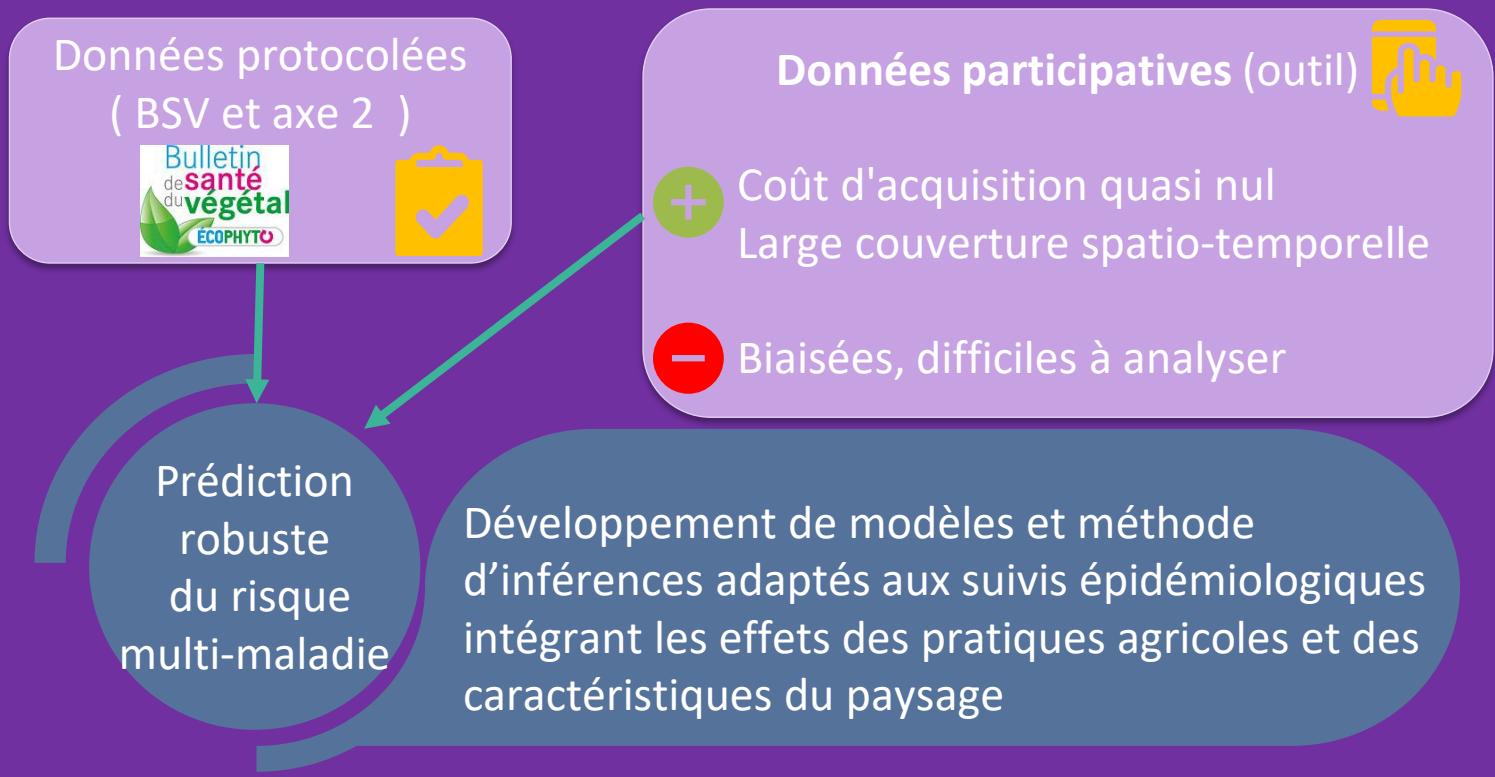
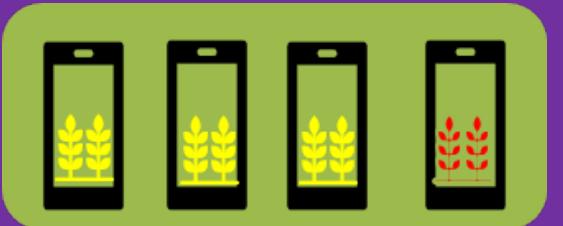


Cultures en
agriculture biologique



INRAE cnrs

Axe 3 : Epidémiosurveillance participative pour la prédition des épidémies à l'échelle du territoire



INRAE cirad



Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

Axe 4 : Simulation des risques multi-maladies et de production sous différents scénarios de gestion



Scénarios de gestion et de paysage
(axe 1)



stratégies de gestion agroécologique efficaces du risque multi-maladie, de production et économique (axe 5)

Modèle de dynamiques épidémiques des maladies du blé à l'échelle du paysage

(intégrant les résultats de l'axe 2)

INRAE *inria*

Axe 5 : Analyse des prises de décision des agriculteurs en fonction des risques et de leur perception



- Evaluation des risques objectifs en termes de production agricole, épidémique et économique (axe 2)
- Confrontation du risque objectif et des pratiques réelles
 - Expérimentations avec les agriculteurs
 - Estimation de l'écart entre risque multi-maladies objectif et subjectif
 - Identification de ces déterminants
- Fourniture de propositions pour outrepasser ces perceptions
 - Opérationnaliser une diminution de l'utilisation de produits phytosanitaires en explorant notamment des actions informationnelles (axe 1)

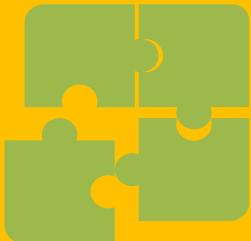


04. Résultats attendus

- Prototype d'application smartphone
 - Objectif 1 : collecter de l'information concernant la présence de maladies à l'échelle du territoire
 - Objectif 2 : diffuser un conseil adapté concernant le risque multi-maladie et sa gestion dans un objectif de réduction des pesticides.
→ preuve de concept sur le cortège de maladies du blé tendre d'hiver
- Sur les sites du projet PAPEETE,
Réduction de l'IFT fongicide (en particulier par l'abandon du traitement préventif)

05. Transfert & valorisation envisagés

- Diffusion des résultats
 - lors des ateliers, via les canaux de diffusion de la ZA PVS et du Programme Re-Sources
 - sous forme d'articles académiques et dans des revues plus orientées vers les professionnels de la filière.
 - Intégration dans l'enseignement (via terrain)
- Outil accessible librement en ligne, complémentaire et adaptable
 - Possibilité d'intégration dans des outils existants des méthodologies développées, des déterminants du risques multi-maladies
 - Application de l'approche à d'autres cultures, déployée hors de zones intensivement étudiées



Merci de votre attention



Florence
Carpentier
MalAGE (APT)





Co-conception de l'outil
Avec les acteurs de la filière



Outil informatique



Axe 1: Approche participative

- Co-conception de l'outil numérique avec les acteurs de la filière :
 - **Agriculteurs** (ZA PVS , zones d'enjeu Eau en NA), représentants des **chambres d'agriculture**, coopératives et instituts techniques
 - Cellule de pilotage
- 3 ateliers :





Outil informatique

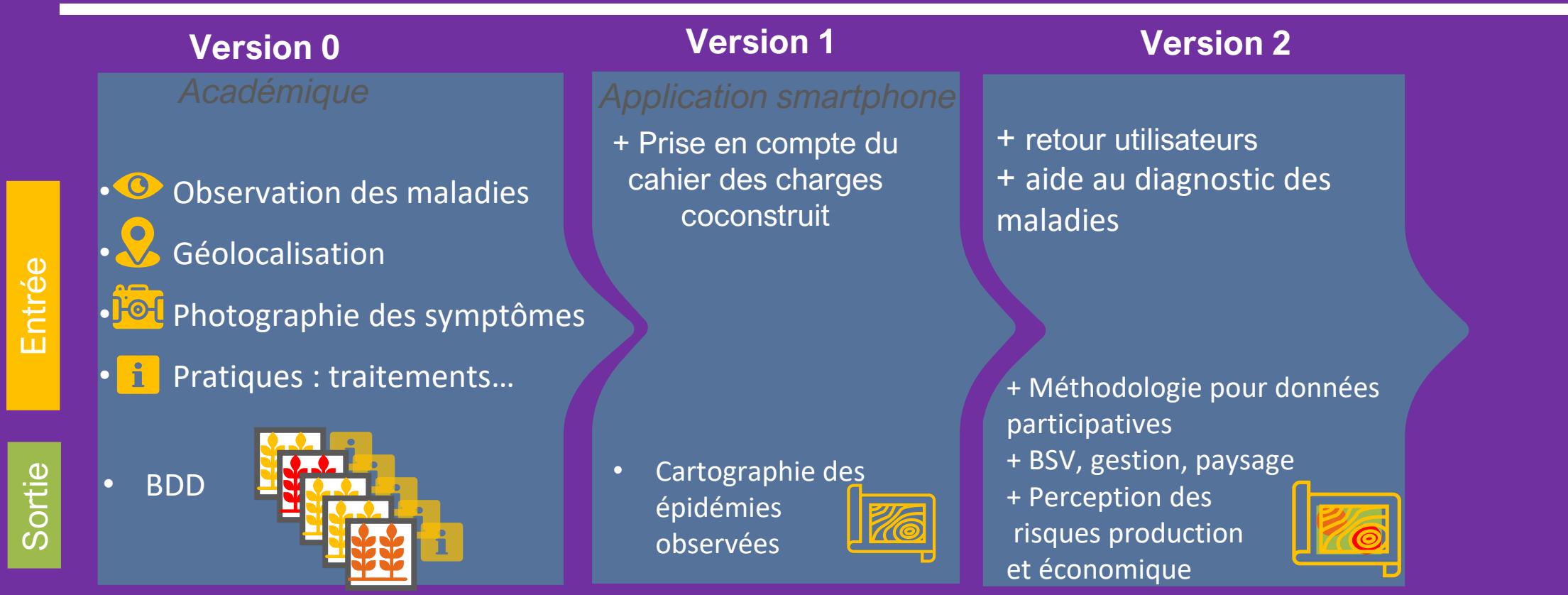
Entrées :
Observations des
bioagresseurs

Sorties : Évaluation
individuelle des
risques

Objectifs des ateliers

- **Réalisation d'un diagnostic des usages de l'outil (atelier 1)**
 - Présentation et mise en débat des concepts : le risque multimaladies, l'effet du paysage, l'écart entre les risques objectifs et perçus concernant les maladies et leur impact
 - Identifier et définir : les données fournies en entrées, les sorties, les conditions d'usage et les freins → cahier des charges du prototype
- **Etablissement de typologies pour les études des risques par simulations**
 - Scenario de gestions (combinaisons de pratiques agricoles)
 - Paysages (diversité des assolements, part de la surface en AB...)
- Présentation, retour d'expérience, **discussion des différentes versions de l'outil**

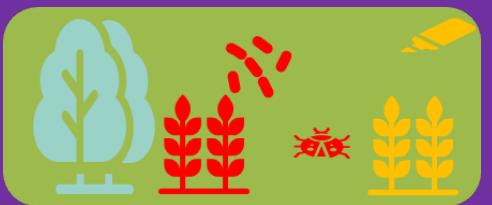
Axe 1 : Evolution de l'outil



Axe 1 : Evaluation de la reconnaissance des maladies par IA

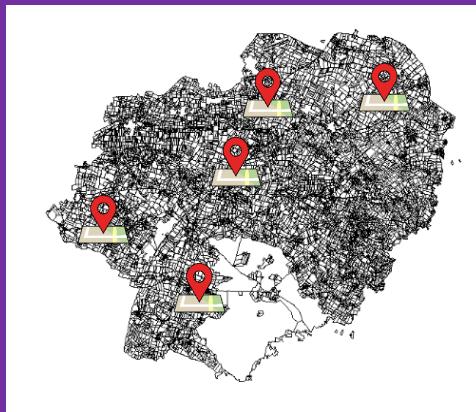
- Constitution d'une banque d'image des maladies en plein champs
- Validation de l'algorithme de classification automatique des maladies par IA de l'outil Pestnet (basé sur  Pl@ntNet) issus du projet Pl@ntAgroEco (PEPR AgroNumérique)
- **Test de l'apport d'informations contextuelles**





Axe 2 : Analyses des liens « pathogènes-vecteurs/auxiliaires-pratiques-paysages »

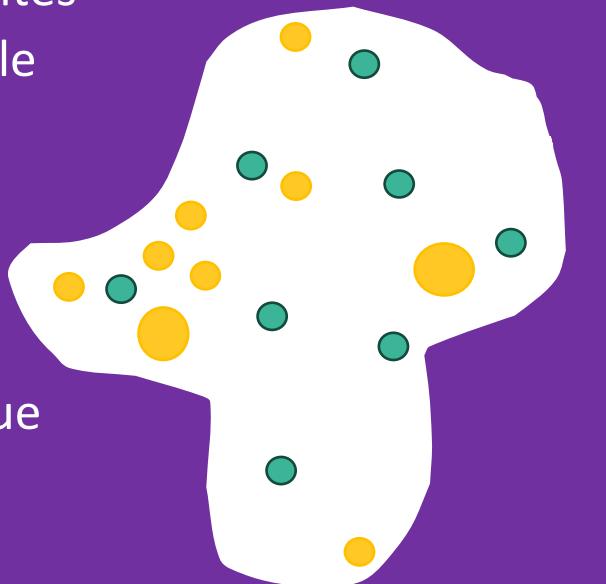
- Données *protocolées* (échantillonnées selon un protocole de suivi) :
 - Réseau d'exploitations agricoles de la ZA PVS
 - Avant le projet (depuis 2021 min) et lors du projet (avec l'outil)
 - Sévérité et incidence des maladies
 - Cas spécifique : JNO, pucerons, parasitoïdes (analyses génétiques)
- Risque multimaladies et son impact sur la production
 - Dynamique intrasaisonnière
 - En fonction de l'historique de la parcelle et son paysage environnant
- Développement méthodologique
 - Prise en compte de l'effet du paysage sur une donnée multivariée, le risque multimaladie



Axe 3 : Epidémiosurveillance participative pour la prédition des épidémies à l'échelle du territoire



- Données participatives :
 - Opportunité pour compléter les données protocolées insuffisantes
 - + coût d'acquisition quasi nul, une couverture spatiale et temporelle inégalable
 - difficiles à exploiter, car fortement biaisées (observateur, hétérogénéité de couverture...)
- Analyse complexe :
 - Confusion entre dynamique épidémiologiques et dynamique d'acquisition des données
 - Processus spatio-temporel



Axe 3 : Méthodologie

- Développement méthodologique :
 - Modèles adaptés aux suivis épidémiologiques en milieu agricole (processus de points marqués)
 - Méthode d'estimation (INLA-EDPS)
 - à partir de données hétérogènes.
 - Effet des pratiques agricoles et des caractéristiques du paysage
- Evaluation statistique du gain apporté par les données opportunistes (en fonction de l'effort d'échantillonnage, le processus d'observation et l'expertise de l'observateur)
- Optimisation du protocole d'échantillonnage en fonction des données opportunistes disponibles

Axe 3 : Applications



© Cirad, J. Avelino

Rouille du cafier



Cocoa swollen
shoot virus



©CIRAD, Christian Cilas

- Données participatives disponibles dès 2025 (recueillies depuis 2023 et 2020)



Dès que données récoltées avec l'outil disponibles, application de la méthode aux épidémies de blé à l'échelle de la ZA PVS.

- Censure et biais des données participatives d'EpiBlé évaluées à partir des données protocolées (axe 2)
- Prédiction intégrant les données climatiques, celles du BSV

VALORISE

VALORisation des Indicateurs de Suivi Epidémiologique

Loïc Davadan



Plan de la présentation



01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Comment ce projet répond-il aux enjeux de l'appel / Intérêt pour le plan Ecophyto et les politiques publiques

Indiquer comment cela s'appuie sur ce qu'on sait de la littérature (2,3 papiers majeurs que vous utilisez et pourquoi)

02. Consortiums et partenaires du projet

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

Explicité l'implication de chaque partenaires dans les différentes tâches du projet

Qu'entendez-vous par épidémirosurveillance étendue ? Comment vous êtes-vous appropriés cette notion ?

04. Résultats attendus

05. Transfert & valorisation envisagés

Quelles interactions prévues avec les acteurs actuels de la biosurveillance ? Comment vous envisagez le transfert et auprès de qui ?

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

- Constat : manque de dynamique collective, d'implication des agriculteurs et le **besoin d'améliorer la précision de l'analyse du risque.** rapport CGEDD n° 012577-01, CGAAER n° 18129
- Plusieurs projets sont en cours pour proposer de nouveaux indicateurs épidémiologiques (IFV, INRAE).

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Objectifs :

- **Enrichir la liste des indicateurs** relevés dans le cadre du BSV pour améliorer l'analyse systémique du risque de développement des bioagresseurs.
- **Créer des outils numériques innovants** pour accompagner l'ensemble des acteurs dans la remontée et l'analyse des informations relevées dans le cadre du BSV.
- Valoriser les données du réseau d'épidémosurveillance pour une **protection agroécologique des cultures**.

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Axe 5 Axes 1 & 2

- Intérêts pour le plan Ecophyto :
 - Apporter aux viticulteurs des outils pour les accompagner dans leurs prises de décisions lors de la gestion des bioagresseurs, afin de réduire l'utilisation des pesticides.
 - Transfert des résultats de la recherche vers les acteurs de terrain. Développement de partenariats public-privé et interaction accrue entre chercheurs, experts et praticiens.

02. Consortiums et partenaires



**Institut Français de la
Vigne et du Vin**
Aquitaine, Charentes,
Val de Loire,
Bourgogne, Beaujolais,
Languedoc-Roussillon,
Midi-Pyrénées



INRAE
UMR 1065 SAVE
(groupes Biorésilience
et Biodiversité)
UMR 1349 IGEPP

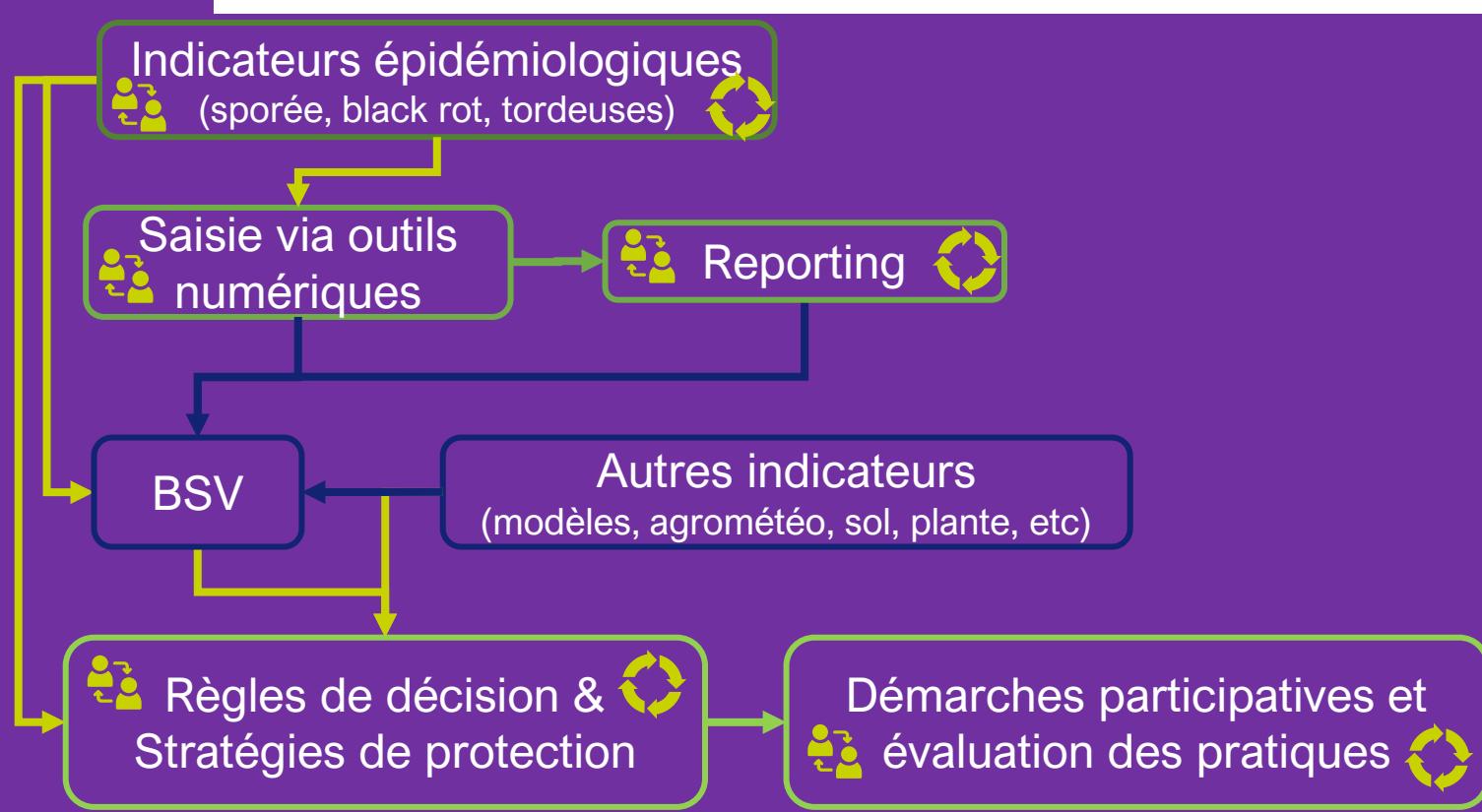


UMT SEVEN
**Santé des
Ecosystèmes
Viticoles Economies
en iNtrants**
IFV x INRAE x BSA



**Chambre Régionale
d'Agriculture
Nouvelle-Aquitaine**
Laëtitia Seguinot –
Animatrice BSV Vigne

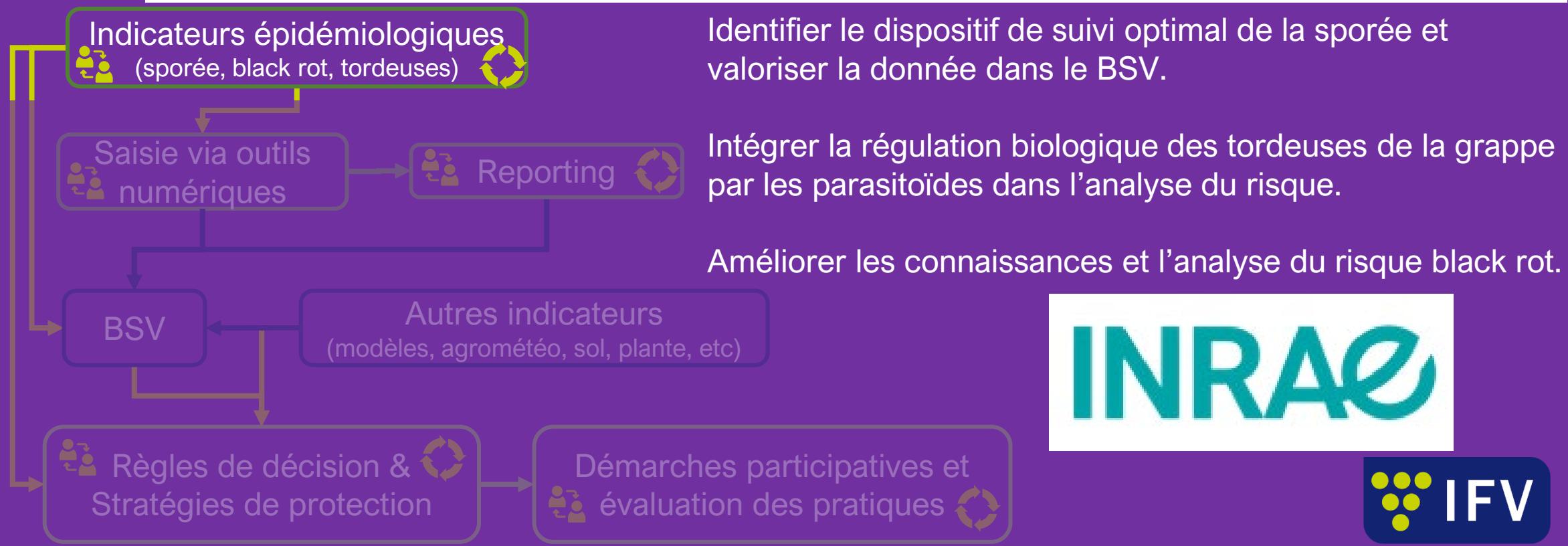
03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place



Co-construction

Amélioration continue

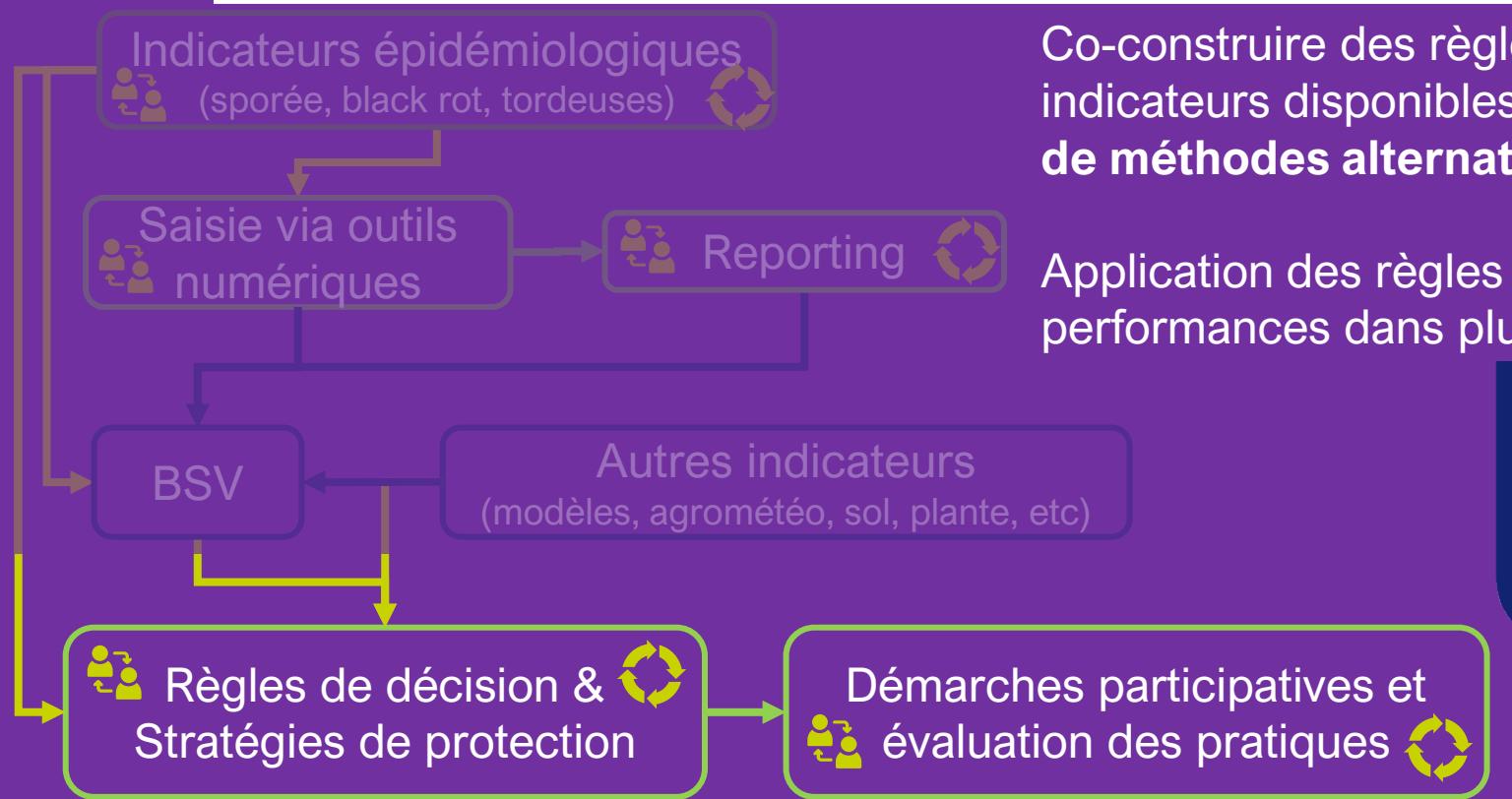
03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place



03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place



03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place



Co-construire des règles de décision basées sur les indicateurs disponibles dans le BSV pour la **mise en place de méthodes alternatives**.

Application des règles de décision et évaluation de leurs performances dans plusieurs régions.



04. Résultats attendus

Renforcer l'épidémosurveillance et le réseau BSV.

- Nouveaux indicateurs opérationnels pour l'analyse du risque : maladies, ravageurs et physiologie.
 - Diffusables dans les BSV
- Outils numériques innovants pour la remontée des informations, leur analyse et leur valorisation.
- Des règles de décision mobilisant les indicateurs pour mettre en place des méthodes de protection alternatives.

05. Transfert & valorisation envisagés

- Implication des acteurs de la filière : viticulteurs, conseillers, animateurs BSV, pouvoirs publics, interprofessions
- Co-construction au cœur du projet avec des ateliers pour faciliter les échanges et le partage.

05. Transfert & valorisation envisagés

- Publications scientifiques et techniques et présentations orales lors de congrès et séminaires.
- Livrables clés du projet :
 - Tableau de bord interactif pour restituer et valoriser les informations collectées à l'échelle locale et régionale.
 - Protocole pour optimiser le déploiement des réseaux de surveillance « Sporée aérienne » à l'échelle territoriale.
 - Modèle statistique et OAD pour pilotage de la protection contre les tordeuses de la grappe.
 - Règles de décision opérationnelles et des témoignages vidéos sur la mise en place de stratégies de protection alternatives.

Merci de votre attention





NGS-OLICIT

Next-Generation Surveillance : régulation naturelle des ravageurs par les auxiliaires en cultures pérennes péri-méditerranéennes (OLIvier-CITrus)

Astrid Cruaud



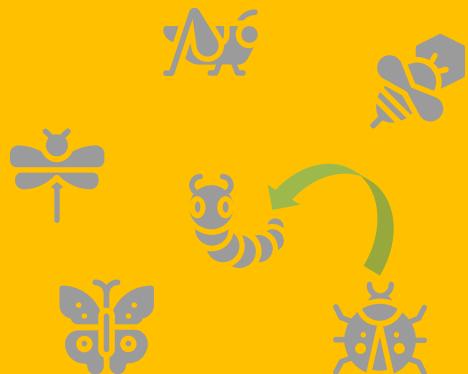
01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

> INRAE

Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles

Synthèse de l'expertise scientifique collective – Décembre 2023

Tibi A. (coord.), Martinet V. (coord.), Vialatte A. (coord.), Alignier A., Angeon V., Bohan D.A., Bougherara D., Cordeau S., Courtois P., Deguine J-P., Enjalbert J., Fabre F., Fréville H., Grateau R., Grimonprez B., Gross N., Hannachi M., Launay M., Lelièvre V., Lemarié S., Martel G., Navarrete M., Plantegenest M., Ravigné V., Rusch A., Suffert F., Thoyer S. (2022). Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles. Synthèse du rapport d'ESCo. INRAE (France), 86 p. <https://dx.doi.org/10.17180/awsn-rf06>



[2000 références] Pub. Dec. 2023

« renforcer la compréhension des mécanismes qui sous-tendent les régulations naturelles, car une partie n'est considérée dans les études scientifiques que de façon théorique, sans démonstration fonctionnelle »

- abondances relatives ok mais ...
- qui mange qui ?, voire qui est qui ?

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

ATION ET... on April 1, 2023 / 179 233

Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition

Daniel S. Karp^{a,b}, Rebecca Chaplin-Kramer^b, Timothy D. Meehan^b, Emily A. Martin^b, Fabrice DeClerck^b, Heather Grab^b, Claudio Grattan^b, Lauren Hunt^b, Ashley E. Larsen^b, Alejandra Martinez-Salinas^b, Megan E. O'Rourke^b, Adrienne Rusch^b, Katharine Poveda^b, Matthew Jonsson^{b,c}, Jay A. Rosenzweig^b, Nancy A. Schonborn^b, Teja Tscharntke^b, Steven D. Wratten^b, Mark Zabik^b, Alan L. Barton^b, Lynn Hansen^b, Martin J. Hane^b, Adrienne Rusch^b, J. Clinton M. A. Vanek^b, Muhammad Zubair Anjum^b, Jacques Avilino^b, Peter Batáry^b, Mireya M. Baeza^b, Felicia J. A. Bianchi^b, Klaus Birkhofer^b, Eric W. Bohnenblus^{b,d}, Riccardo Bommarco^b, Michael J. Brewe^{b,e}, Berta Caballero-López^{c,f}, Yves Carrère^{b,g}, Luis Cayuela^b, Mary Centralia^b, Aleksandar Cetković^{b,g}, Dominic Charles Henih^{b,h}, Ariane Chabert^b, Alejandro C. Costamagnat^b, Aldo De la Mora^{b,i}, Joop de Kraker^b, Nicolas Desneux^{b,m}, Eva Diehl^{b,n}, Tim Diekötter^{b,o}, Carsten F. Dornmann^{b,p}, Martin H. Entling^b, Daniela Fiedler^b, Pierre Franck^{b,t}, F.J. Frank van Veen^{b,u}, Thomas Frank^{b,v}, Vesna Gajic^b, Michael P. D. Garrett^{b,w}, Awarais Getachew^{b,x}, David J. Gonthier^{b,y}, Peter B. Goodell^{b,z}, Ignazio Graziosi^{b,a}, Russell L. Groves^b, Geoff M. Gunn^{b,a}, Zachary Hajian-Forooshani^{b,c}, George E. Heinzel^{b,a}, John D. Hermann^b, Anders S. Huseth^b, Diego J. Inclán^{b,f}, Adam J. Ingrao^{b,p}, Phirun Iv^{b,h}, Katja Jacot^b, Gregg A. Johnson^b, Laura Jones^b, Marina Kaiser^b, Joe M. Kase^b, Tamar Keasar^b, Tania N. Kim^b, Miriam Kishinevsky^{b,k}, Douglas A. Landis^{b,p}, Blas Lavandero^b, Claire Lavigne^b, Anne Le Rale^b, Debissa Lemessa^{b,n}, Deborah Leppla^b, Leanne Lierman^b, Yael Lubin^b, Daniel M. Madsen^b, Beal Maat^b, Kevi Mace^b, Filipe Medina^b, Victoria Moda^b, Anne Marie Cortes^b, Mariano Martínez^b, Elena Mazzola^b, Holly M. Martinson^{b,k}, Philippe Menozzi^b, Matthew G. E. Mitchell^{b,q}, Tadashi Miyashita^{b,s}, Gonzalo A. R. Molina^{b,b}, Marco A. Molina-Montenegro^{b,c}, Matthew E. O'Neal^{b,d}, Itai Opstovsky^b, Sebastian Ortiz-Martínez^b, Michael Nash^{b,f}, Orjan Östman^{b,p}, Annie Ouin^{b,h}, Damie Pal^{b,i}, Daniel Paredes^{b,j}, Soroush Parsa^{b,k,k}, Hazel Parry^b, Ricardo Perez-Alvarez^b, David J. Perović^{b,b}, Julie A. Peterson^{b,d}, Sandra Petit^{b,l}, Stacy M. Philpot^{b,o}, Manuel Plantegenest^{b,m}, Tatjana A. Rand^{b,p,p}, Lucie Raymond^{b,m,m}, Benoit Ricci^b, Chris Sargent^b, Richard F. Pywell^{b,m}, David W. Ragdale^b, Frances S. Sivakoff^b, Henrik G. Smith^{b,t}, Kaitlin Stack Whitney^{b,u}, Sonja Stutz^{b,v}, Zsofia Szendrei^{b,p}, Noelline Tsafack^{b,a}, Matthias Tschumi^b, Muriel Valantin-Morison^{b,b}, Mai Van Trinh^{b,o}, Wopke van der Werf^b, Kern T. Vierling^b, Ben P. Werling^b, Jennifer B. Wickens^b, Victoria J. Wickens^b, Ben A. Woodcock^b, Kris Wyckhuys^b, Hajjun Xiao^b, Mika Yasuda^b, Akira Yoshioka^{b,k,k}, and Yi Zou^{b,l}



effets de la naturalité de l'environnement sur les régulations naturelles ?

[132 studies and 6,759 sampling sites over the world] Pub. 2018



« Overall, our work shows that surrounding noncrop habitat does not consistently improve pest management, meaning habitat conservation may bolster production in some systems and depress yields in others »

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition

Daniel S. Karp^{a,b}, Rebecca Chaplin-Kramer^b, Timothy D. Meehan^b, Emily A. Martin^b, Fabrice DeClerck^b, Heather Grab^b, Claudio Grattan^b, Lauren Hunt^b, Ashley E. Larsen^b, Alejandra Martinez-Salinas^b, Megan E. O'Rourke^b, Adrien Rusch^b, Kath Poveda^b, Mattias Jonsson^{b,c}, Jay A. Rosenheim^b, Nancy A. Schatz^b, Teja Tscharntke^b, Steven D. Wratten^b, Mark Zelený^b, Alvaro L. Gómez^b, Lynn Hansen^b, Martin J. Hane^b, Adriana J. Hernandez^b, Celia M. Jiménez^b, Muhammad Zubair Anjum^b, Petar Barać^b, James M. Baveco^b, Felix J. J. A. Biandri^b, Klaus Birkhofer^b, Eric W. Bohnenblust^{b,d}, Riccardo Bommarco^b, Michael J. Brewe^{b,e}, Berta Caballero-López^{c,f}, Yves Carrère^{b,g}, Luisa G. Carvalheiro^b, Mary Centralia^b, Aleksandar Četković^b, Dominic Charles Henih^{b,h}, Ariane Chabert^b, Alejandro C. Costamagnat^b, Aldo De la Mora^{b,i}, Joop de Kraker^{b,j}, Nicolas Desneux^{b,m}, Eva Diehl^{b,n}, F. J. Frank van Veen^{b,k}, Thomas Frank^{b,k}, Vesna Gačić^b, Michael P. D. Garrett^{b,o}, Awarais Getachew^{b,p}, David J. Gonthier^{b,q}, Peter B. Goodell^{b,r}, Ignazio Graziosi^{b,s}, Russell J. Groves^b, Geoff M. Gunn^{b,t}, Zachary Hajian-Farroshani^{b,c}, George E. Heinzel^{b,u}, John D. Hermann^{b,v}, Anders S. Huseth^{b,w}, Diego J. Inclán^{b,x}, Adam J. Ingrao^{b,y}, Phirun Iv^{b,z}, Katja Jacot^b, Gregg A. Johnson^b, Laura Jones^b, Marina Kaiser^b, Joe M. Kase^b, Tamar Keasar^b, Tania N. Kim^b, Miriam Kishinevsky^b, Douglas A. Landis^b, Blas Lavandero^b, Claire Lavigne^b, Anne Le Rale^b, Debissa Lemessa^{b,n}, Deborah L. Lenihan^b, Leanne Lierman^b, Daniel Llorente^b, Daniel Lohmeyer^b, Daniel Lohmeyer^b, Beate Maier^b, Kevi Mace^b, Holly M. Martinson^{b,x}, Philippe Menozzi^b, Anne Marie Cortes^b, Bruno Martínez^b, Elena Mazzoni^b, Marco A. Molina-Montenegro^{b,c}, Matthew E. O'Neal^{b,d}, Tadashi Mochizuki^{b,a}, Gonzalo A. R. Molina^{b,b}, Marco A. Molina-Montenegro^{b,c}, Michael Nash^{b,f}, Orjan Ostman^{b,g}, Annie Ouin^{b,h}, Damie Pal^{b,i}, Daniel Parades^{b,j}, Soroush Parsa^{b,k}, Hazel Parry^b, Ricardo Perez-Alvarez^b, David J. Perović^{b,b}, Sandra Petri^{b,l}, Stacy M. Philpot^{b,m}, Manuel Plantegenest^{b,n}, Tatjana A. Rand^{b,o}, Lucie Raymond^{b,p}, Benoit Ricci^{b,q}, Xavier Pons^{b,t}, Simon G. Potts^{b,w}, Richard F. Pywell^{b,n}, David W. Ragsdale^b, Henrik G. Smith^{b,t}, Kaitlin Stack Whitney^{b,u}, Sonja Stutz^{b,v}, Zsofia Szendrei^{b,w}, Frances S. Sivakoff^{b,x}, Noelle B. Takada^{b,y}, Hisatomo Taki^{b,z}, Giovanni Tamburini^b, Linda J. Thomson^{b,y}, Yann Tricaud^{b,z}, Noelline Tsafack^{b,a}, Matthias Tschumi^b, Muriel Valantin-Morison^b, Mai Van Trinh^{b,z}, Wopke van der Werf^b, Kern T. Vierling^b, Ben P. Wiering^b, Jennifer B. Wickens^b, Victoria J. Wickens^b, Ben A. Woodcock^b, Kris Wyckhuys^b, Haijun Xiao^b, Mika Yasuda^b, Akira Yoshioka^b, and Yui Zou^b



effets de la naturalité de l'environnement sur les régulations naturelles ?

[132 studies and 6,759 sampling sites over the world] Pub. 2018



« Overall, our work shows that surrounding noncrop habitat does not consistently improve pest management, meaning habitat conservation may bolster production in some systems and depress yields in others »

Analyse du matériel supplémentaire (parasitoïdes)



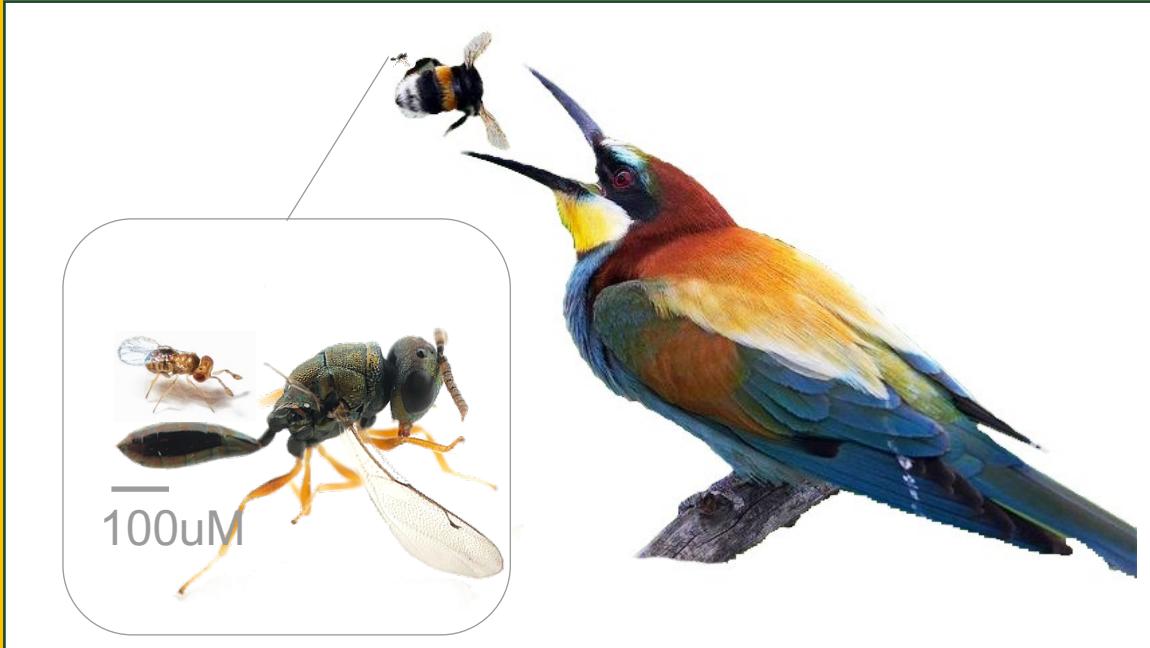
Sur 6,049 spécimens analysés, < 20% sont identifiés à l'espèce

Sur les 34 espèces qu'ils représentent, 10 ne sont pas des parasitoïdes de ravageurs de l'agriculture

Pour mémoire, les 3 grands groupes de parasitoïdes (Chalcidoidea + Braconidae + Ichneumonidae) ≈75 000 espèces

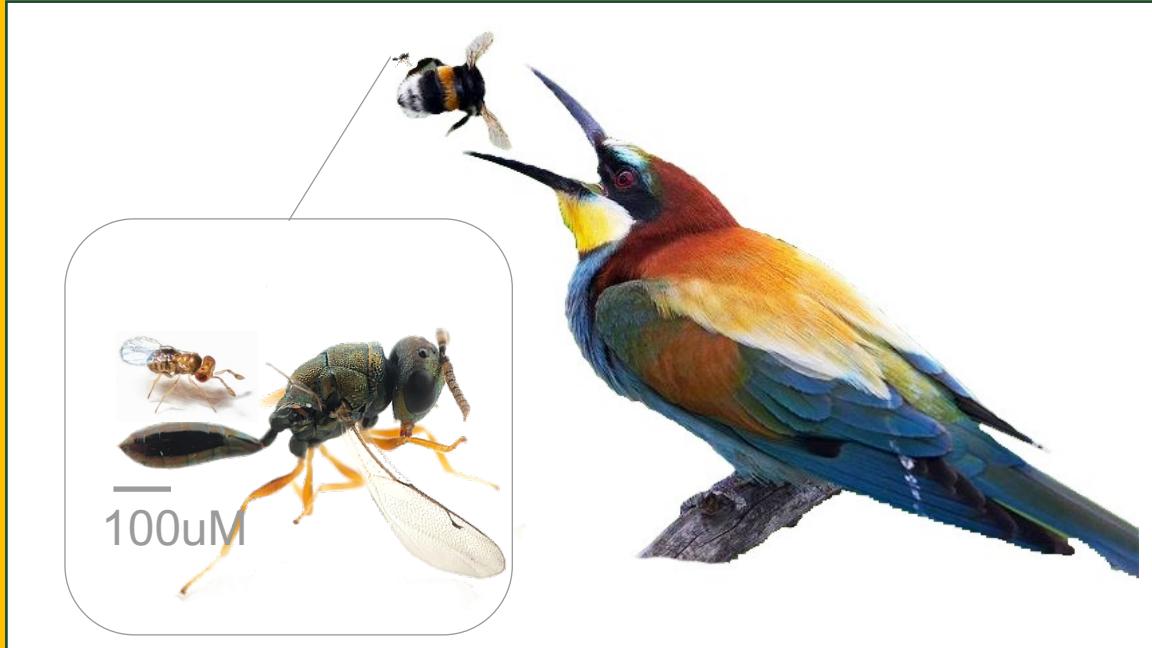
Les oiseaux ≈ 11 000 espèces ...

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet



Pteromalus (ca 500 spp)

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet



Pteromalus (ca 500 spp)

Bases de données de séquences incomplètes et fausses

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Notre méconnaissance des acteurs (ravageurs / ennemis naturels) et de leurs interactions limite notre capacité à identifier les leviers agroécologiques sur lesquels agir afin d'augmenter les régulations naturelles et limiter le recours aux pesticides.

INRAE



Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles

Synthèse de l'expertise scientifique collective – Décembre 2023

Tibi A. (coord.), Martinet V. (coord.), Vialatte A. (coord.), Alignier A., Angeon V., Bohan D.A., Bougherara D., Cordeau S., Courtois P., Deguine J.-P., Enjalbert J., Fabre F., Fréville H., Grateau R., Grimonprez B., Gross N., Hannachi M., Launay M., Lelièvre V., Lemarié S., Martel G., Navarrete M., Plantegenest M., Ravigné V., Rusch A., Suffert F., Thoyer S. (2022). Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles. Synthèse du rapport d'ESCO. INRAE (France), 86 p. <https://dx.doi.org/10.17180/awsn-rf06>

« les systèmes de grandes cultures sont beaucoup plus étudiés»
« Quelques travaux portent sur l'arboriculture (pommier)»

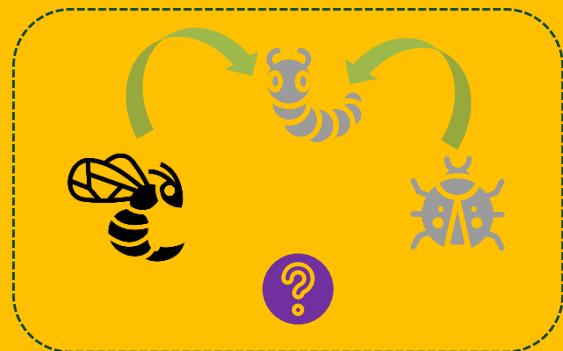
➤ arboriculture peu étudiée

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet

Objectif académique :

identifier les facteurs favorisant la **régulation naturelle de ravageurs par les arthropodes auxiliaires** (en particulier parasitoïdes) sur deux **cultures pérennes (*Citrus* et *Olea*)**

Facteurs = environnementaux (climat, paysage); pratiques agricoles (e.g. AB/conventionnelle, irrigation, plantes de service) ; **diversité spécifique et fonctionnelle** des ennemis naturels présents dans et aux abords de la culture.





02. Consortiums et partenaires



2 labos INRAE

CBGP (Montpellier)

AGAP (Corse)

Taxonomistes entomologistes,
Ecologistes, Biologistes
moléculaires



Association
de
productrices/teurs



MATH IN LIFE SCIENCE

Startup

CNRS spécialisée IA

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

« Épidémiosurveillance étendue »

Coll. IRIS

**Sur un réseau de parcelles
Citrus/Olea
en Corse et sur le continent
[agriculteurs/trices
volontaires]**



Diversité spécifique ET fonctionnelle des ravageurs majeurs et auxiliaires de la culture ET de son environnement

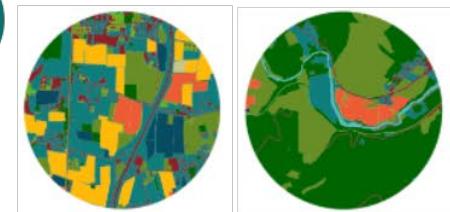
1



Reconnaissance par IA
"real-time" metabarcoding

Variables environnementales/pratiques
Climat, naturelité environnement, intrants, etc.

2



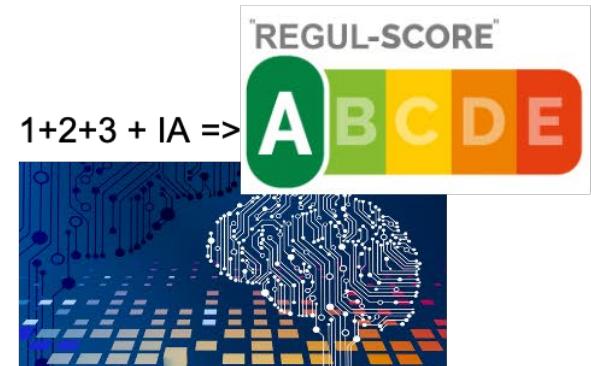
Observations terrain

Biologique
Conventionnel

3



Proxy de régulation
Taux de parasitisme / prédation / dégâts
Élevage/métabarcoding



Score de régulation naturelle
et leviers pour l'améliorer



Appel à projets
Épidémiosurveillance Kick-off

03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

Caractérisation de contenus de pièges / insectes ramassés

► Par biologie moléculaire
(Base de données maison)



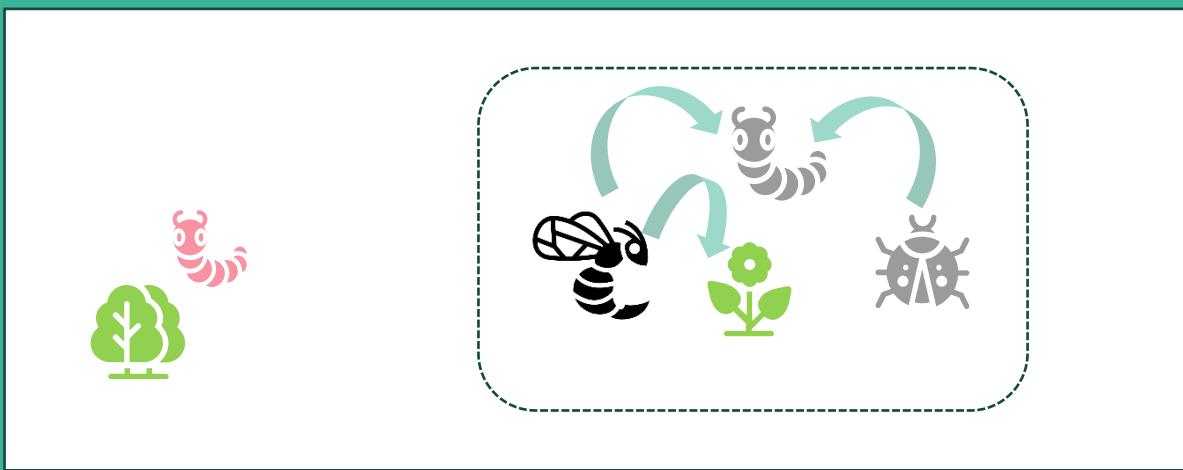
► Par IA (App)

Changer les protocoles d'acquisition de séquences pour des protocoles plus rapides, moins chers et permettant la quantification (séquençage individuel, pas de « bouillies »)



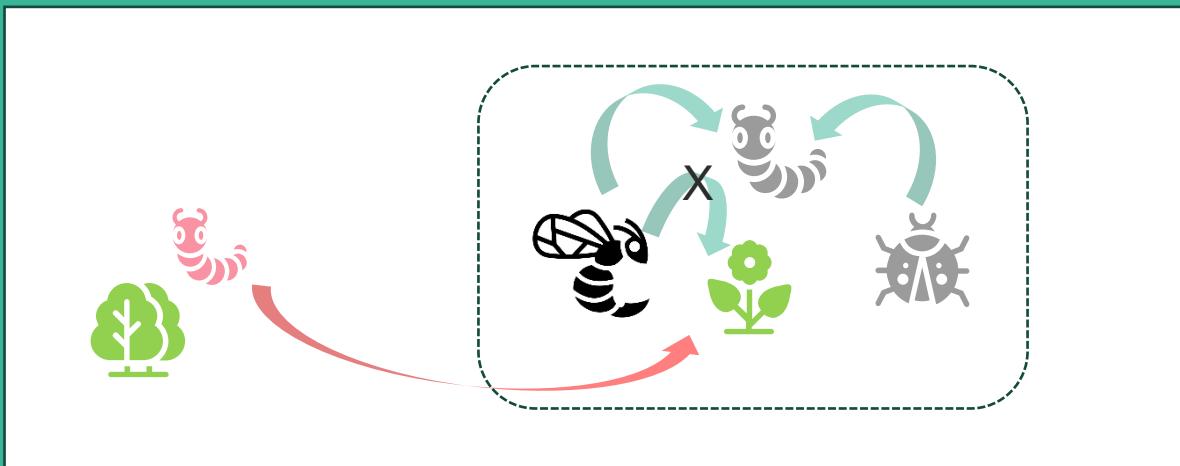
04. Résultats attendus

- Preuve de concept de la mobilisation de technologies récentes pour la surveillance rapide et massive des ravageurs/auxiliaires.
- Identification de leviers agroécologiques pour favoriser les régulations naturelles.



04. Résultats attendus

- Preuve de concept de la mobilisation de technologies récentes pour la surveillance rapide et massive des ravageurs/auxiliaires.
- Identification de leviers agroécologiques pour favoriser les régulations naturelles.



Systematic Entomology

Systematic Entomology (2014) 39, 806–862

An integrative approach to species discrimination in the *Eupelmus urozonus* complex (Hymenoptera, Eupelmidae), with the description of 11 new species from the Western Palaearctic

FADEL AL KHATIB^{1,2,*}, LUCIAN FUSU⁴, ASTRID CRUAUD², GARY GIBSON⁵, NICOLAS BOROWIEC¹, JEAN-YVES RASPLUS², NICOLAS RIS¹ and GÉRARD DELVARE³

scientific reports

Environmental factors driving the abundance of *Philaenus spumarius* in mesoMediterranean habitats of Corsica (France)

Marguerite Charron^{1,2,*}, Xavier Masmé^{1,2}, Ileana Culequera³, Sabrina Borgmann¹, Pauline Parigaud^{1,2}, Eric Pierre⁴, Jean-Marc Thullier², Jean-Claude Streito², François Casabianca², Laetitia Hugot¹, Jean-Pierre Rossi^{1,2}, Jean-Yves Rasplus^{1,2} & Astrid Cruaud^{1,2}

05. Transfert & valorisation envisagés

- La production d'outils de reconnaissance des auxiliaires en collaboration avec les agricultrices/teurs permettra de sensibiliser à la nécessaire préservation de cette faune.
- La base de données et les protocoles compléteront la boîte à outils des organismes de surveillance pour détecter les ravageurs introduits ou caractériser les dynamiques des communautés de ravageurs et auxiliaires afin de guider les décisions d'intervention en limitant le recours aux pesticides.



The screenshot shows the official website for the NGS-OLICIT project. The top navigation bar includes links for Accueil, Le projet, Notre équipe, Actualités, Contenus vidéos, and Nous contacter. The main content area features a large image of a citrus leaf with white, worm-like damage. Overlaid on this image is the NGS-OLICIT logo and the text "NGS-OLICIT Next-Generation Surveillance : OLIVier - CITrus Régulation naturelle des ravageurs par les auxiliaires en cultures pérennes péri-méditerranéennes". Below this is a pink banner with the text "Bienvenue sur la page officielle du projet NGS-OLICIT !". The central text reads: "Nous cherchons à identifier les facteurs favorisant l'apparition des ravageurs (phytophages et vecteurs) et à développer des stratégies de lutte intégrée contre ces derniers. Nous concentrons nos recherches sur deux zones géographiques : le sud méditerranéen et de Corse, *Citrus* et *Olea*, et sur la moustique, miteuse/teigneuse." A detailed description follows: "Ces recherches sont menées dans l'objectif de déterminer les facteurs favorisant l'apparition des ravageurs et de développer des stratégies de lutte intégrée contre ces derniers. Ces recherches servent à évaluer en champ la pertinence des stratégies mises en place et à guider les efforts de maximisation de la régulation naturelle des ravageurs par les auxiliaires." At the bottom, there are logos for INRAE, FRANCE Olive, and the ARTHEMIS DB@se database, which is described as "Welcome to the Arthemis Database! This database hosts a large diversity of arthropod species from all parts of different crops throughout the world, as well as their natural enemies plus some species of conservation concern (Coleoptera, Crustacea, Hymenoptera, Homoptera, Neuroptera). Our main target groups are related to Coleoptera (Curculionidae, Chrysomelidae, Rhynchidae, etc.), to Diptera (Tephritidae), to Homoptera (Aleyrodidae, Psylloidea, Homoptera), to Hymenoptera (Apidae, Encyrtidae, Ichneumonidae, Tetrastichidae) expanded to some mite families (Phytoseiidae, Tetranychidae). Information on insects and mites collected worldwide for scientific research purposes since 1850, some preserved specimens can be provided for research on request. DNA sequences (barcodes) of arthropod species are collected in INRAE, CIRAD and IULysain laboratories, we chose to sequence the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I fragment (COI) as well as the nuclear internal transcribed spacer 2 (ITS2) to provide a reliable identification tool for all developmental stages of our target species. For some species, sequences from other genes (rRNA, 16S, 28S, 5S, 12S, 18S, 26S, 45S, 58S, 85S, 90S, 94S, 96S, 98S, 100S, 110S, 120S, 130S, 140S, 150S, 160S, 170S, 180S, 190S, 200S, 210S, 220S, 230S, 240S, 250S, 260S, 270S, 280S, 290S, 300S, 310S, 320S, 330S, 340S, 350S, 360S, 370S, 380S, 390S, 400S, 410S, 420S, 430S, 440S, 450S, 460S, 470S, 480S, 490S, 500S, 510S, 520S, 530S, 540S, 550S, 560S, 570S, 580S, 590S, 600S, 610S, 620S, 630S, 640S, 650S, 660S, 670S, 680S, 690S, 700S, 710S, 720S, 730S, 740S, 750S, 760S, 770S, 780S, 790S, 800S, 810S, 820S, 830S, 840S, 850S, 860S, 870S, 880S, 890S, 900S, 910S, 920S, 930S, 940S, 950S, 960S, 970S, 980S, 990S, 1000S, 1100S, 1200S, 1300S, 1400S, 1500S, 1600S, 1700S, 1800S, 1900S, 2000S, 2100S, 2200S, 2300S, 2400S, 2500S, 2600S, 2700S, 2800S, 2900S, 3000S, 3100S, 3200S, 3300S, 3400S, 3500S, 3600S, 3700S, 3800S, 3900S, 4000S, 4100S, 4200S, 4300S, 4400S, 4500S, 4600S, 4700S, 4800S, 4900S, 5000S, 5100S, 5200S, 5300S, 5400S, 5500S, 5600S, 5700S, 5800S, 5900S, 6000S, 6100S, 6200S, 6300S, 6400S, 6500S, 6600S, 6700S, 6800S, 6900S, 7000S, 7100S, 7200S, 7300S, 7400S, 7500S, 7600S, 7700S, 7800S, 7900S, 8000S, 8100S, 8200S, 8300S, 8400S, 8500S, 8600S, 8700S, 8800S, 8900S, 9000S, 9100S, 9200S, 9300S, 9400S, 9500S, 9600S, 9700S, 9800S, 9900S, 10000S, 11000S, 12000S, 13000S, 14000S, 15000S, 16000S, 17000S, 18000S, 19000S, 20000S, 21000S, 22000S, 23000S, 24000S, 25000S, 26000S, 27000S, 28000S, 29000S, 30000S, 31000S, 32000S, 33000S, 34000S, 35000S, 36000S, 37000S, 38000S, 39000S, 40000S, 41000S, 42000S, 43000S, 44000S, 45000S, 46000S, 47000S, 48000S, 49000S, 50000S, 51000S, 52000S, 53000S, 54000S, 55000S, 56000S, 57000S, 58000S, 59000S, 60000S, 61000S, 62000S, 63000S, 64000S, 65000S, 66000S, 67000S, 68000S, 69000S, 70000S, 71000S, 72000S, 73000S, 74000S, 75000S, 76000S, 77000S, 78000S, 79000S, 80000S, 81000S, 82000S, 83000S, 84000S, 85000S, 86000S, 87000S, 88000S, 89000S, 90000S, 91000S, 92000S, 93000S, 94000S, 95000S, 96000S, 97000S, 98000S, 99000S, 100000S, 110000S, 120000S, 130000S, 140000S, 150000S, 160000S, 170000S, 180000S, 190000S, 200000S, 210000S, 220000S, 230000S, 240000S, 250000S, 260000S, 270000S, 280000S, 290000S, 300000S, 310000S, 320000S, 330000S, 340000S, 350000S, 360000S, 370000S, 380000S, 390000S, 400000S, 410000S, 420000S, 430000S, 440000S, 450000S, 460000S, 470000S, 480000S, 490000S, 500000S, 510000S, 520000S, 530000S, 540000S, 550000S, 560000S, 570000S, 580000S, 590000S, 600000S, 610000S, 620000S, 630000S, 640000S, 650000S, 660000S, 670000S, 680000S, 690000S, 700000S, 710000S, 720000S, 730000S, 740000S, 750000S, 760000S, 770000S, 780000S, 790000S, 800000S, 810000S, 820000S, 830000S, 840000S, 850000S, 860000S, 870000S, 880000S, 890000S, 900000S, 910000S, 920000S, 930000S, 940000S, 950000S, 960000S, 970000S, 980000S, 990000S, 1000000S, 1100000S, 1200000S, 1300000S, 1400000S, 1500000S, 1600000S, 1700000S, 1800000S, 1900000S, 2000000S, 2100000S, 2200000S, 2300000S, 2400000S, 2500000S, 2600000S, 2700000S, 2800000S, 2900000S, 3000000S, 3100000S, 3200000S, 3300000S, 3400000S, 3500000S, 3600000S, 3700000S, 3800000S, 3900000S, 4000000S, 4100000S, 4200000S, 4300000S, 4400000S, 4500000S, 4600000S, 4700000S, 4800000S, 4900000S, 5000000S, 5100000S, 5200000S, 5300000S, 5400000S, 5500000S, 5600000S, 5700000S, 5800000S, 5900000S, 6000000S, 6100000S, 6200000S, 6300000S, 6400000S, 6500000S, 6600000S, 6700000S, 6800000S, 6900000S, 7000000S, 7100000S, 7200000S, 7300000S, 7400000S, 7500000S, 7600000S, 7700000S, 7800000S, 7900000S, 8000000S, 8100000S, 8200000S, 8300000S, 8400000S, 8500000S, 8600000S, 8700000S, 8800000S, 8900000S, 9000000S, 9100000S, 9200000S, 9300000S, 9400000S, 9500000S, 9600000S, 9700000S, 9800000S, 9900000S, 10000000S, 11000000S, 12000000S, 13000000S, 14000000S, 15000000S, 16000000S, 17000000S, 18000000S, 19000000S, 20000000S, 21000000S, 22000000S, 23000000S, 24000000S, 25000000S, 26000000S, 27000000S, 28000000S, 29000000S, 30000000S, 31000000S, 32000000S, 33000000S, 34000000S, 35000000S, 36000000S, 37000000S, 38000000S, 39000000S, 40000000S, 41000000S, 42000000S, 43000000S, 44000000S, 45000000S, 46000000S, 47000000S, 48000000S, 49000000S, 50000000S, 51000000S, 52000000S, 53000000S, 54000000S, 55000000S, 56000000S, 57000000S, 58000000S, 59000000S, 60000000S, 61000000S, 62000000S, 63000000S, 64000000S, 65000000S, 66000000S, 67000000S, 68000000S, 69000000S, 70000000S, 71000000S, 72000000S, 73000000S, 74000000S, 75000000S, 76000000S, 77000000S, 78000000S, 79000000S, 80000000S, 81000000S, 82000000S, 83000000S, 84000000S, 85000000S, 86000000S, 87000000S, 88000000S, 89000000S, 90000000S, 91000000S, 92000000S, 93000000S, 94000000S, 95000000S, 96000000S, 97000000S, 98000000S, 99000000S, 100000000S, 110000000S, 120000000S, 130000000S, 140000000S, 150000000S, 160000000S, 170000000S, 180000000S, 190000000S, 200000000S, 210000000S, 220000000S, 230000000S, 240000000S, 250000000S, 260000000S, 270000000S, 280000000S, 290000000S, 300000000S, 310000000S, 320000000S, 330000000S, 340000000S, 350000000S, 360000000S, 370000000S, 380000000S, 390000000S, 400000000S, 410000000S, 420000000S, 430000000S, 440000000S, 450000000S, 460000000S, 470000000S, 480000000S, 490000000S, 500000000S, 510000000S, 520000000S, 530000000S, 540000000S, 550000000S, 560000000S, 570000000S, 580000000S, 590000000S, 600000000S, 610000000S, 620000000S, 630000000S, 640000000S, 650000000S, 660000000S, 670000000S, 680000000S, 690000000S, 700000000S, 710000000S, 720000000S, 730000000S, 740000000S, 750000000S, 760000000S, 770000000S, 780000000S, 790000000S, 800000000S, 810000000S, 820000000S, 830000000S, 840000000S, 850000000S, 860000000S, 870000000S, 880000000S, 890000000S, 900000000S, 910000000S, 920000000S, 930000000S, 940000000S, 950000000S, 960000000S, 970000000S, 980000000S, 990000000S, 1000000000S, 1100000000S, 1200000000S, 1300000000S, 1400000000S, 1500000000S, 1600000000S, 1700000000S, 1800000000S, 1900000000S, 2000000000S, 2100000000S, 2200000000S, 2300000000S, 2400000000S, 2500000000S, 2600000000S, 2700000000S, 2800000000S, 2900000000S, 3000000000S, 3100000000S, 3200000000S, 3300000000S, 3400000000S, 3500000000S, 3600000000S, 3700000000S, 3800000000S, 3900000000S, 4000000000S, 4100000000S, 4200000000S, 4300000000S, 4400000000S, 4500000000S, 4600000000S, 4700000000S, 4800000000S, 4900000000S, 5000000000S, 5100000000S, 5200000000S, 5300000000S, 5400000000S, 5500000000S, 5600000000S, 5700000000S, 5800000000S, 5900000000S, 6000000000S, 6100000000S, 6200000000S, 6300000000S, 6400000000S, 6500000000S, 6600000000S, 6700000000S, 6800000000S, 6900000000S, 7000000000S, 7100000000S, 7200000000S, 7300000000S, 7400000000S, 7500000000S, 7600000000S, 7700000000S, 7800000000S, 7900000000S, 8000000000S, 8100000000S, 8200000000S, 8300000000S, 8400000000S, 8500000000S, 8600000000S, 8700000000S, 8800000000S, 8900000000S, 9000000000S, 9100000000S, 9200000000S, 9300000000S, 9400000000S, 9500000000S, 9600000000S, 9700000000S, 9800000000S, 9900000000S, 10000000000S, 11000000000S, 12000000000S, 13000000000S, 14000000000S, 15000000000S, 16000000000S, 17000000000S, 18000000000S, 19000000000S, 20000000000S, 21000000000S, 22000000000S, 23000000000S, 24000000000S, 25000000000S, 26000000000S, 27000000000S, 28000000000S, 29000000000S, 30000000000S, 31000000000S, 32000000000S, 33000000000S, 34000000000S, 35000000000S, 36000000000S, 37000000000S, 38000000000S, 39000000000S, 40000000000S, 41000000000S, 42000000000S, 43000000000S, 44000000000S, 45000000000S, 46000000000S, 47000000000S, 48000000000S, 49000000000S, 50000000000S, 51000000000S, 52000000000S, 53000000000S, 54000000000S, 55000000000S, 56000000000S, 57000000000S, 58000000000S, 59000000000S, 60000000000S, 61000000000S, 62000000000S, 63000000000S, 64000000000S, 65000000000S, 66000000000S, 67000000000S, 68000000000S, 69000000000S, 70000000000S, 71000000000S, 72000000000S, 73000000000S, 74000000000S, 75000000000S, 76000000000S, 77000000000S, 78000000000S, 79000000000S, 80000000000S, 81000000000S, 82000000000S, 83000000000S, 84000000000S, 85000000000S, 86000000000S, 87000000000S, 88000000000S, 89000000000S, 90000000000S, 91000000000S, 92000000000S, 93000000000S, 94000000000S, 95000000000S, 96000000000S, 97000000000S, 98000000000S, 99000000000S, 100000000000S, 110000000000S, 120000000000S, 130000000000S, 140000000000S, 150000000000S, 160000000000S, 170000000000S, 180000000000S, 190000000000S, 200000000000S, 210000000000S, 220000000000S, 230000000000S, 240000000000S, 250000000000S, 260000000000S, 270000000000S, 280000000000S, 290000000000S, 300000000000S, 310000000000S, 320000000000S, 330000000000S, 340000000000S, 350000000000S, 360000000000S, 370000000000S, 380000000000S, 390000000000S, 400000000000S, 410000000000S, 420000000000S, 430000000000S, 440000000000S, 450000000000S, 460000000000S, 470000000000S, 480000000000S, 490000000000S, 500000000000S, 510000000000S, 520000000000S, 530000000000S, 540000000000S, 550000000000S, 560000000000S, 570000000000S, 580000000000S, 590000000000S, 600000000000S, 610000000000S, 620000000000S, 630000000000S, 640000000000S, 650000000000S, 660000000000S, 670000000000S, 680000000000S, 690000000000S, 700000000000S, 710000000000S, 720000000000S, 730000000000S, 740000000000S, 750000000000S, 760000000000S, 770000000000S, 780000000000S, 790000000000S, 800000000000S, 810000000000S, 820000000000S, 830000000000S, 840000000000S, 850000000000S, 860000000000S, 870000000000S, 880000000000S, 890000000000S, 900000000000S, 910000000000S, 920000000000S, 930000000000S, 940000000000S, 950000000000S, 960000000000S, 970000000000S, 980000000000S, 990000000000S, 1000000000000S, 1100000000000S, 1200000000000S, 1300000000000S, 1400000000000S, 1500000000000S, 1600000000000S, 1700000000000S, 1800000000000S, 1900000000000S, 2000000000000S, 2100000000000S, 2200000000000S, 2300000000000S, 2400000000000S, 2500000000000S, 2600000000000S, 2700000000000S, 2800000000000S, 2900000000000S, 3000000000000S, 3100000000000S, 3200000000000S, 3300000000000S, 3400000000000S, 3500000000000S, 3600000000000S, 3700000000000S, 3800000000000S, 3900000000000S, 4000000000000S, 4100000000000S, 4200000000000S,

WP1 - Biologie moléculaire

Construction d'une base de données de barcodes et de traits fonctionnels / Métabarcoding en temps réel



Astrid Cruaud
Chargée de recherche
INRAE CBGP
ResearchGate

WP2 - Intelligence Artificielle

Reconnaissance d'images et statistiques prédictives



Clément Carré
CEO et co-fondateur
Bionomeex



Jean-Yves Rasplus
Directeur de recherche
INRAE CBGP
ResearchGate

WP3 - Écologie

Effet des pratiques et de l'environnement sur la régulation des ravageurs



Marguerite Chartois
Ingénieur d'étude
INRAE CBGP



Laurent Julhia
Ingénieur de recherche
INRAE AGAP

WP4 - Transfert

Implication et transfert vers les filières et les organismes de surveillance



Julien Balajas
Responsable pôle agronomie
France Olive



Théo Delauney
Ingénieur d'étude
INRAE CBGP



Guenaelle Genson
Technicienne
INRAE CBGP



Sabine Nidelet
Technicienne
INRAE CBGP



Eric Pierre
Assistant ingénieur
INRAE CBGP



Jean-Pierre Rossi
Directeur de recherche
INRAE CBGP



Jean-Claude Streito
Ingénieur de recherche
INRAE CBGP



Jean-Marc Thuilier
Technicien
INRAE CBGP

Remerciements



Jean-Baptiste Carluer
IR recruté sur le projet
(arrivé le 15 février)



CDD TR - terrain
Recruté-e sur le projet
(1^{er} avril)

NGS-OLICIT : 1fev2024 – 31janv2027

Les voies de modernisation de l'épidémiologie

Cindy E. Morris

UR Pathologie Végétale, INRAE @ Avignon



Appel à projets Ecophyto:

L'épidémiosurveillance étendue pour appuyer la transition agroécologique de conduite des cultures

.... promouvoir des travaux de recherche-innovation relatifs à l'extension de l'épidémiosurveillance des cultures **au-delà du strict suivi des ravageurs**, afin d'optimiser celle-ci pour l'adapter aux **conduites agroécologiques** et répondre aux enjeux de protection intégrée des cultures et de « **santé unique** ».

BEYOND

**Projet PPR-CPA 2021 – 2026
1500 k€, 10 partenaires, ~50 agents**

*Building epidemiological surveillance and prophylaxis with
observations both near and distant*

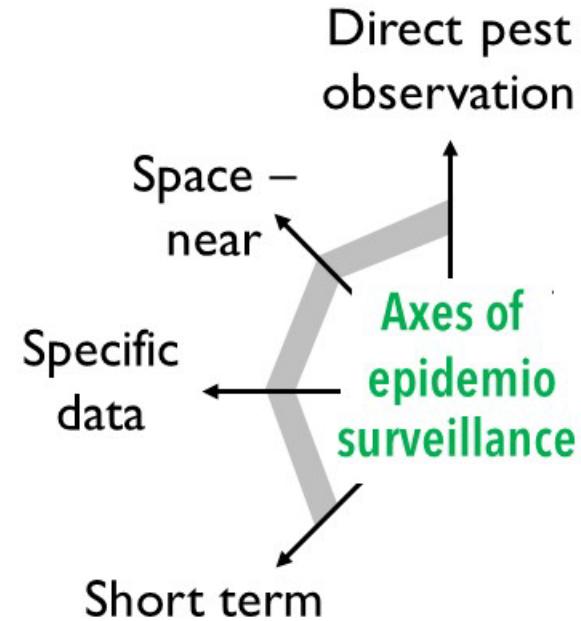
<https://beyond.paca.hub.inrae.fr/>

Objectif:

Etendre le périmètre de la surveillance afin d'élargir la fenêtre (espace et temps) d'opportunité pour la mise en place de la prophylaxie

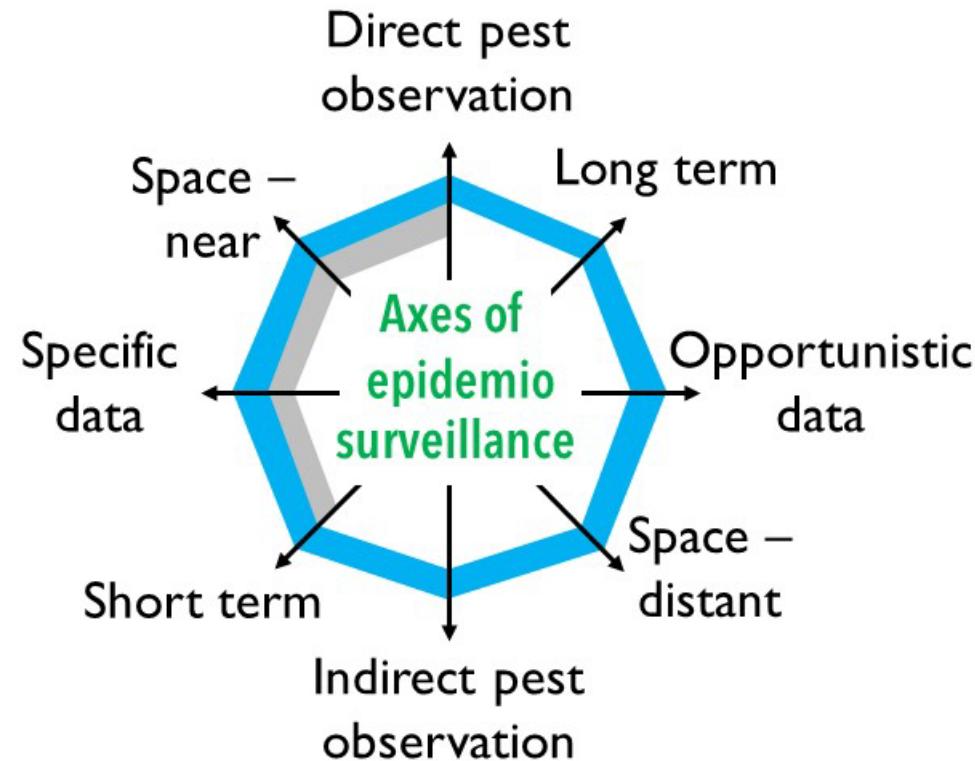
Construire un cadre multifactoriel complexe pour l'épidémiologie des maladies des plantes

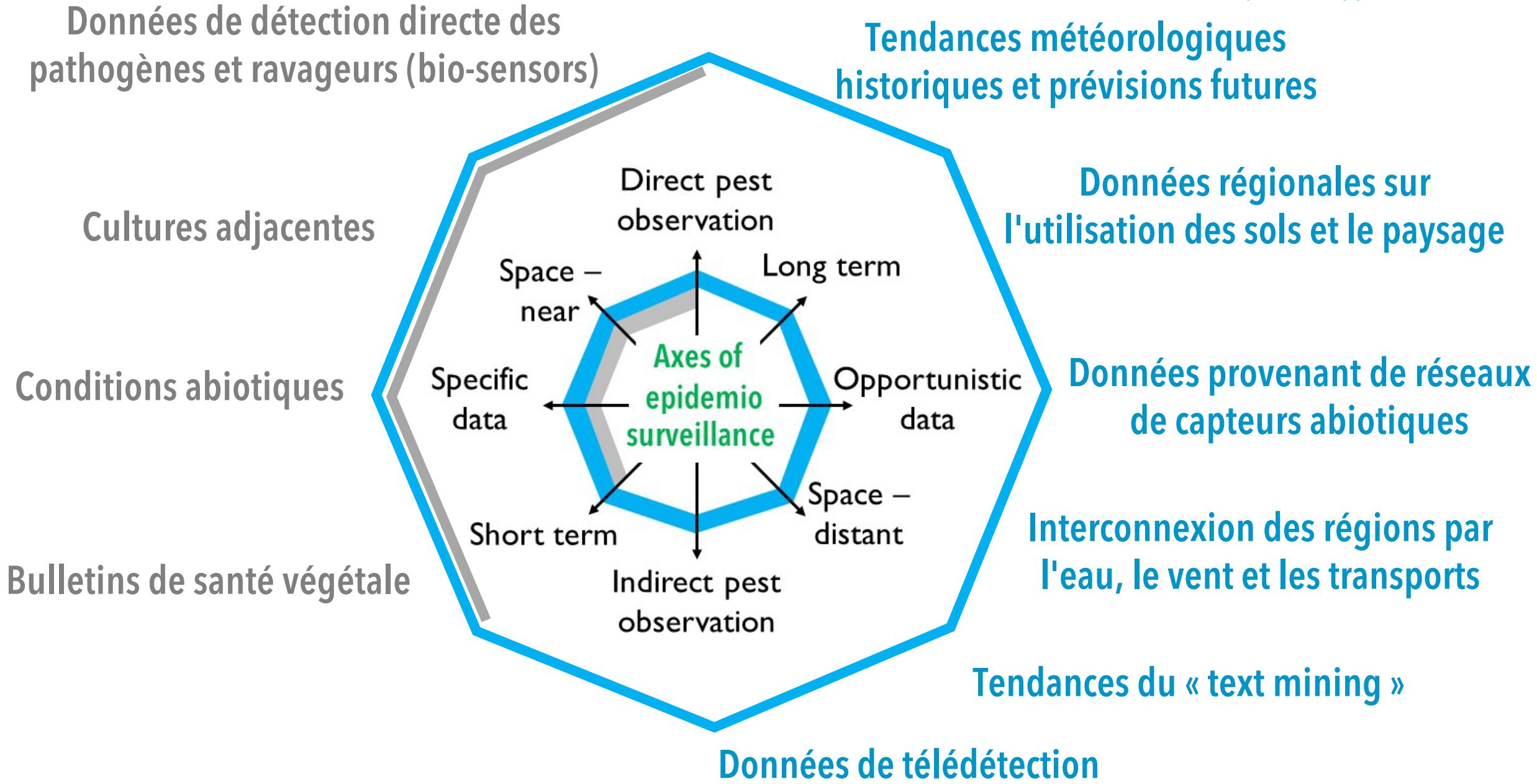
Aujourd'hui

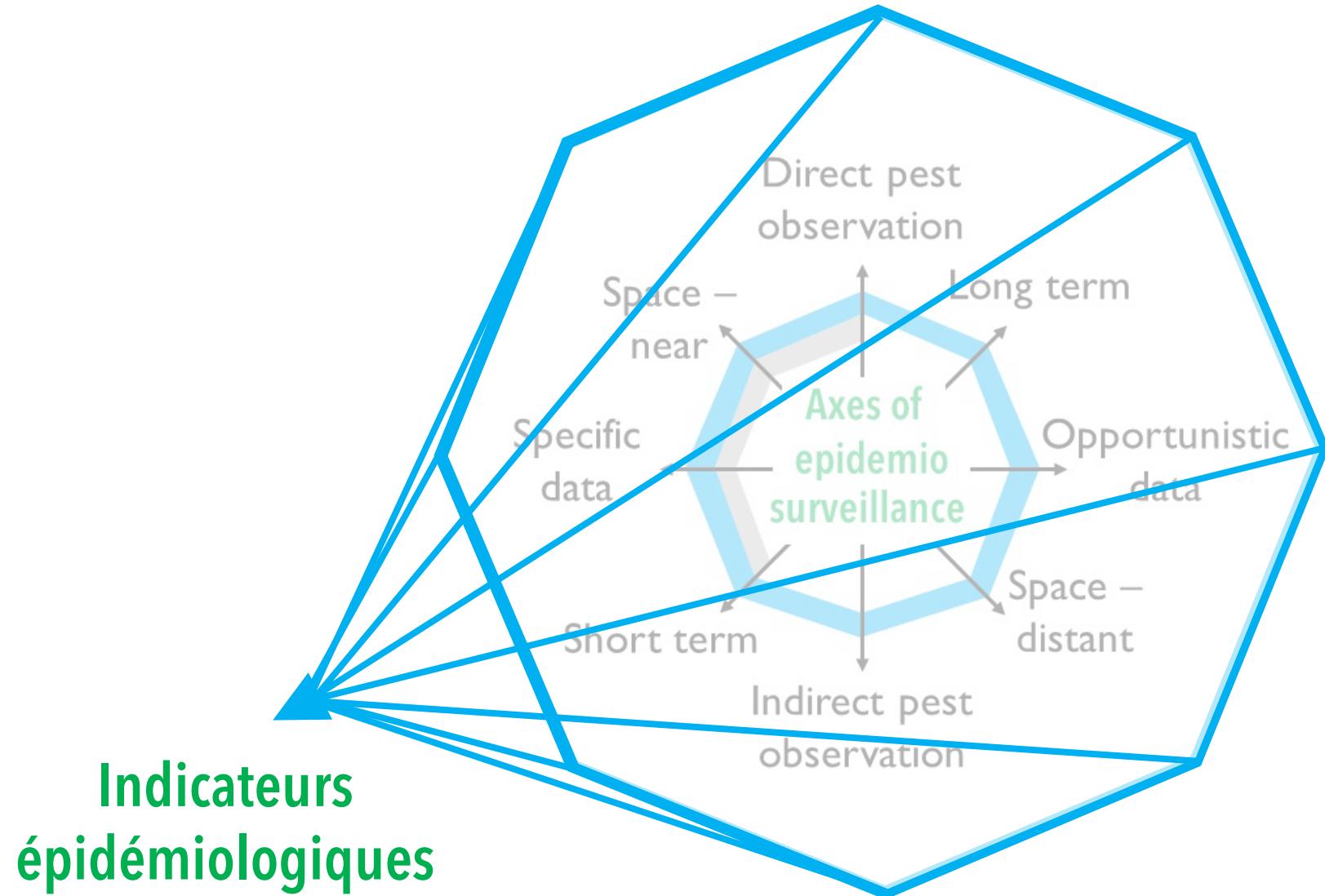


Construire un cadre multifactoriel complexe pour l'épidémiologie des maladies des plantes

Demain







Outils Justification Concepts Procédures Raisonnement

Tools

Rationale

Concepts

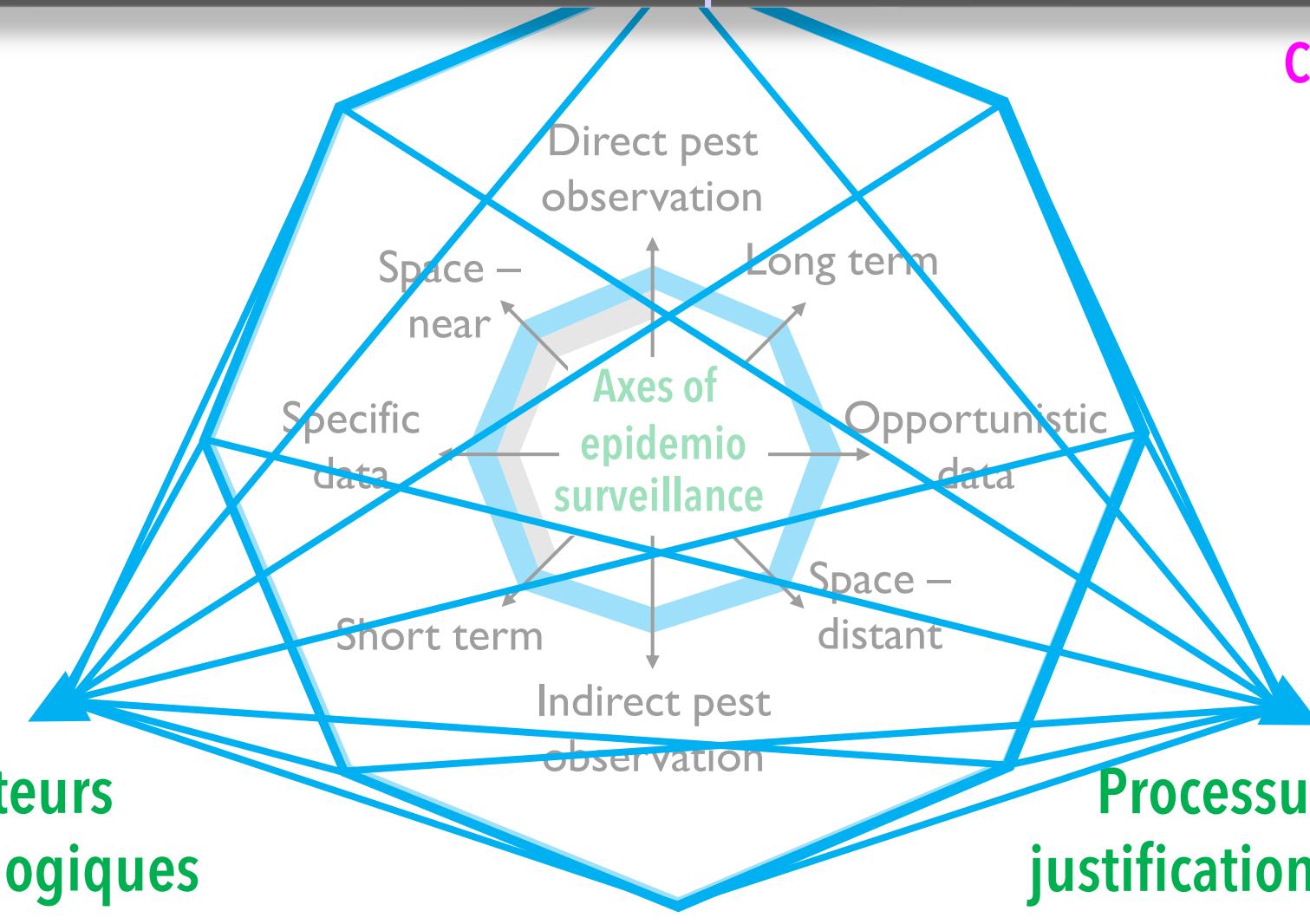
Processes

Reasoning

Tools Rationale Concepts Processes Reasoning

**Indicateurs
épidémiologiques**

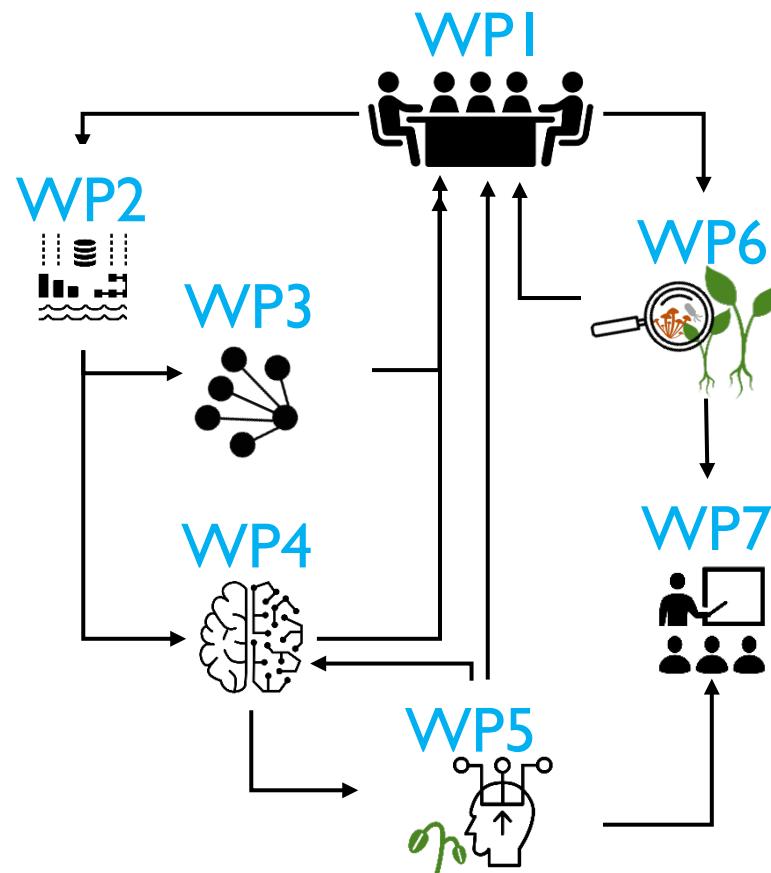
**Processus de décision et
justification de la prophylaxie**



CADRE / FRAMEWORK

Tools Rationale Concepts Processes Reasoning

7 Work Packages



WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Exemples de résultats

BEYOND Information System

<https://beyond.biosp.inrae.fr/>

The screenshot shows a grid of data visualizations and links:

- Data of casier viticole informatisé
- DOUANES logo
- Railroad network map
- Truck traffic flow map
- Flights map
- Eurosta logo
- Truck stops map
- Land use map of Burgundy and Savoy vineyards
- SK8 logo
- France Import & Exports code NCB
- DOUANES logo
- Elasticsearch search interface
- Beyond Dashboard research article
- GlobalFungi map
- News dealing with 'Xylella fastidiosa' collected with PADI-web
- PADI WEB logo
- Geostatistical tools in R to map bacterial phyla

GeoHealth

RESEARCH ARTICLE
10.1029/2023GH000885 Computing Geographical Networks Generated by Air-Mass Movement

Oct 2023 <https://doi.org/10.1029/2023GH000885>

The screenshot shows a map titled "Computing Geographical Networks Generated by Air-Mass Movement" with various colored lines representing air-mass trajectories.

tropolink

The tropolink web app

<https://tropolink.fr/>

WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

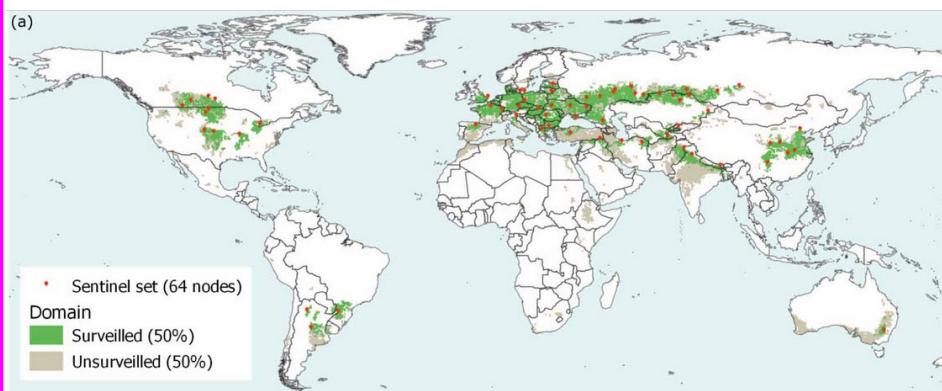
WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Exemples de résultats

Optimiser le positionnement des sites de surveillance par rapport aux propriétés du réseau de dissémination

ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

Early-detection surveillance for stem rust of wheat: insights from a global epidemic network based on airborne connectivity and host phenology
2022 DOI 10.1088/1748-9326/ac73aa



Avantages et coûts de la coopération internationale pour la surveillance

Received: 26 January 2023 | Revised: 12 April 2023 | Accepted: 12 April 2023

DOI: 10.1002/ppp3.10379

RESEARCH ARTICLE

Global benefits and domestic costs of a cooperative surveillance strategy to control transboundary crop pathogens

2023 <https://doi.org/10.1002/ppp3.10379>

Plants People Planet PPP
Open Access

WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Exemples de résultats

Vers l'automatisation de l'extraction des informations contenues dans les textes (bulletins de santé végétale, publication de recherche, etc.)

Les travaux en cours visent la construction d'un corpus (vocabulaire) annoté et validation de méthodes automatiques d'extraction d'information

- Lexique EPPO multilingue de maladies et organismes nuisibles
- Reconnaissance d'entités textuelles par deep learning
- Classification de documents d'épidémio redondants, non pertinents à partir de leur titre
- Indexation des données de text-mining

PLOS ONE

2023 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272473>

RESEARCH ARTICLE

Omnicrobe, an open-access database of microbial habitats and phenotypes using a comprehensive text mining and data fusion approach

WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

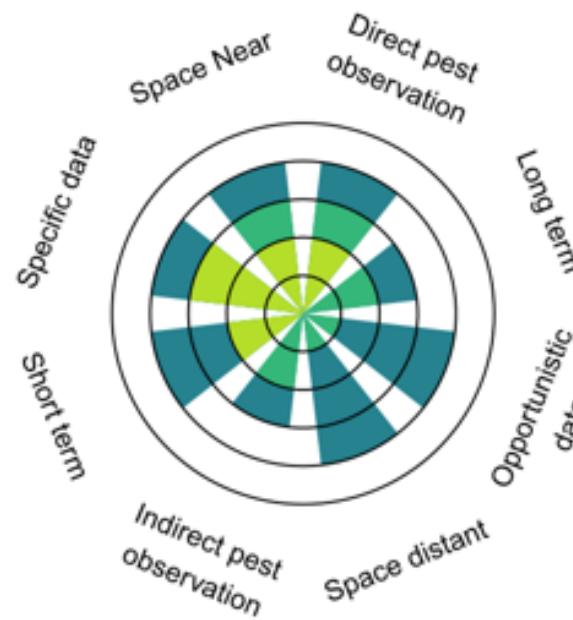
WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Exemples de résultats

Créer une méthode pour définir l'étendue des indicateurs de surveillance épidémiologique spécifique au pathosystème

Définir des axes et une méthode pour quantifier le potentiel de chaque



Situation actuelle

Contribution de BEYOND

Situation potentielle

WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Exemples de résultats

Créer une méthode pour définir l'étendue des indicateurs de surveillance épidémiologique par pathosystème

Définir des axes et une méthode pour quantifier le potentiel de chaque

Chaque axe comporte des informations sur l'espace et le temps par rapport à l'échelle épidémiologique



WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Axe

Espace

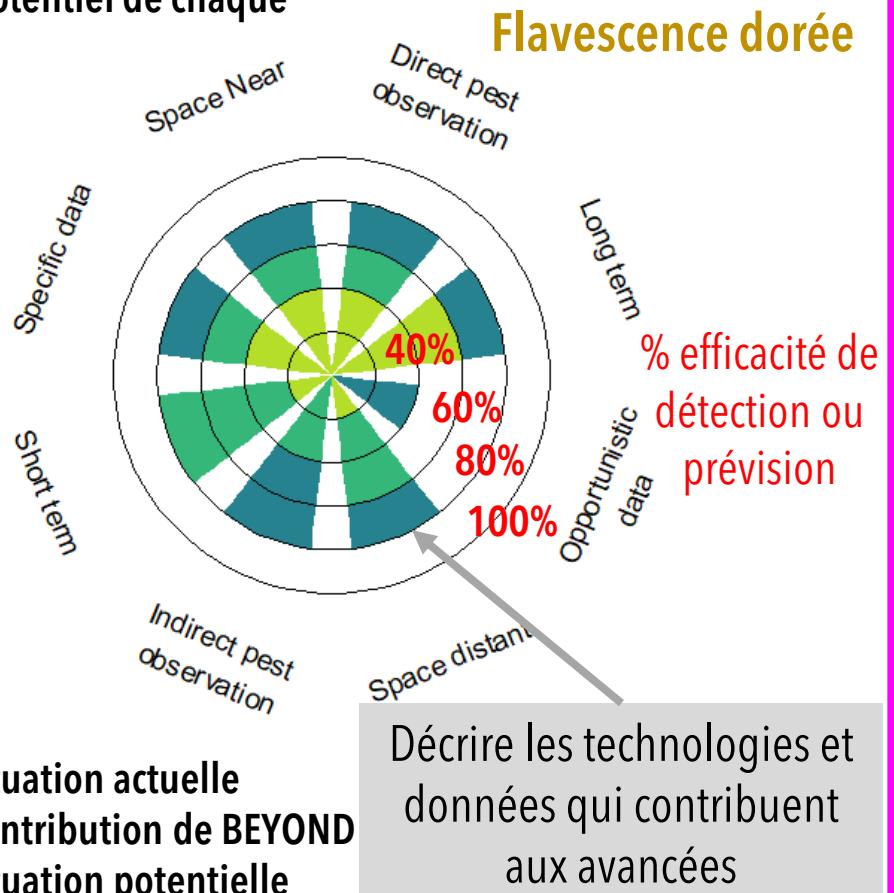
Temps

- Observations directes validées: pathogène, ravageur
 - Traits de l'environnement voisin
 - Variables biotiques et abiotiques ayant un impact connu sur la maladie
 - Événements récents et pertinents (e.g., déclarations BSV, inondations, etc.)
 - Indicateurs indirects: vecteurs, odeurs, profils hyperspectral, etc
 - Traits de l'environnement distant
 - Variables biotiques et abiotiques ayant un impact connu sur la maladie
 - Données « opportuniste » sans relation formelle préalable avec le processus épidémiologique (e.g., # de passagers dans les avions, "North Atlantic Oscillation index", etc)
-
- The diagram illustrates the Epidemiological Scale (Echelle épidémiologique) using two axes: Space (Espace) and Time (Temps). The Space axis is represented by a vertical stack of green squares of increasing size from top to bottom. The Time axis is represented by a horizontal double-headed arrow with a red square at its center. A bracket on the right side groups the first four items under the heading "Echelle épidémiologique". A bracket on the left side groups the last three items under the heading "Echelle historique ou future".
- Observations directes validées: pathogène, ravageur
 - Traits de l'environnement voisin
 - Variables biotiques et abiotiques ayant un impact connu sur la maladie
 - Événements récents et pertinents (e.g., déclarations BSV, inondations, etc.)
 - Indicateurs indirects: vecteurs, odeurs, profils hyperspectral, etc
 - Traits de l'environnement distant
 - Variables biotiques et abiotiques ayant un impact connu sur la maladie
 - Données « opportuniste » sans relation formelle préalable avec le processus épidémiologique (e.g., # de passagers dans les avions, "North Atlantic Oscillation index", etc)

Exemples de résultats

Créer une méthode pour définir l'étendue des indicateurs de surveillance épidémiologique par pathosystème

Définir des axes et une méthode pour quantifier le potentiel de chaque



WP2: Portail web de données, de services, de facteurs de risque et de projections météorologiques

WP3: Stratégies de surveillance des maladies basées sur la construction et l'analyse de réseaux

WP4: Apprendre et prévoir les risques (IA, apprentissage automatique), et optimiser la surveillance aujourd'hui et à l'avenir.

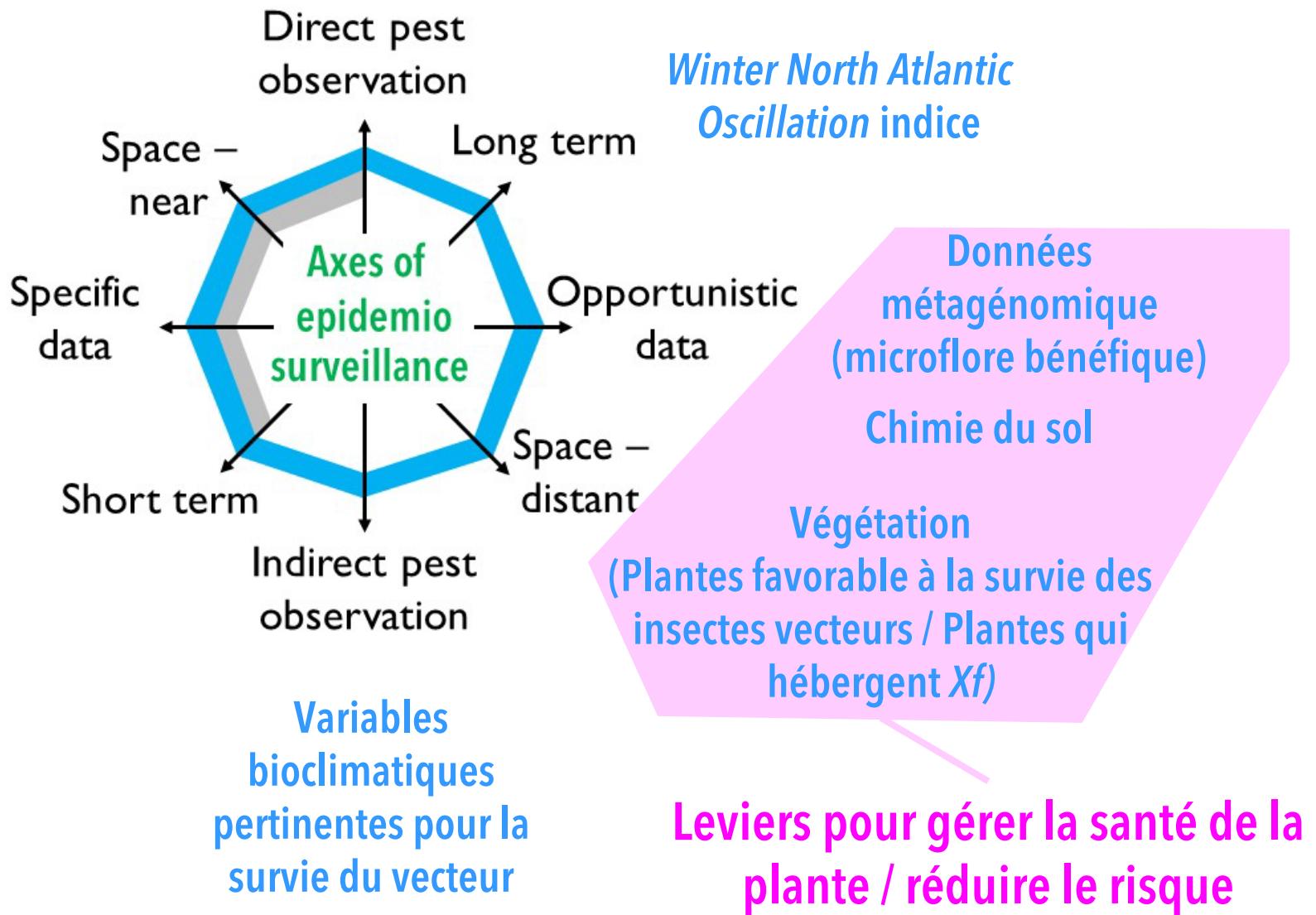
WP5: Décrypter et décrire le processus de décision pour la gestion de la santé des plantes

WP1: Gérer l'intelligence et l'interdisciplinarité du projet : identifier les besoins, transférer les compétences, construire le paradigme

WP6: Élaborer un guide pour la conception de systèmes de surveillance étendue afin d'optimiser le déploiement de la prophylaxie dans une nouvelle ère de disponibilité et d'étendue des données.

WP7: Renforcer les capacités de nouvelle surveillance étendue par la formation

Lien entre indicateurs et prophylaxie / agroécologie: exemple du dépérissement des oliviers (*Xylella fastidiosa*)



Lien entre indicateurs et prophylaxie / agroécologie: exemple du dépérissement des oliviers (*Xylella fastidiosa*)



Certains indicateurs peuvent faire appel aux notions de base de l'épidémiologie et du savoir du terrain historique (c.à.d. pas de conception originale de notre part) - mais qui n'ont pas été intégrées dans les stratégies de surveillance actuelle

Direct pest
observation
*Winter North Atlantic
Oscillation indice*

Short term
Indirect pest
observation

Variables
bioclimatiques
pertinentes pour la
survie du vecteur

Végétation
(Plantes favorable à la survie des
insectes vecteurs / Plantes qui
hébergent *Xf*)

Leviers pour gérer la santé de la
plante / réduire le risque

BEYOND

Lien avec stakeholders

Déployer la démarche ASIRPA* pour concevoir notre trajectoire d'impact

*méthode d'Analyse de l'impact sociétal de la Recherche

<https://asirpa.hub.inrae.fr/>

Impact visé

Elargir le spectre d'informations disponibles pour l'épidémiosurveillance et la prise de décision pour la gestion de la santé des plantes. Que ces informations soient en OPEN ACCESS et que le raisonnement pour les prises de décision soient transparent.

En cours: identification des stakeholders, organisation des débats

BEYOND

Besoins communs aux démarches One Health

- Combler les lacunes de connaissances
- Créer des passerelles entre les disciplines
- Faciliter le partage d'information

Lien avec *One Health* (une seule santé)

Plant Pathology
An International Journal edited by the British Society for Plant Pathology

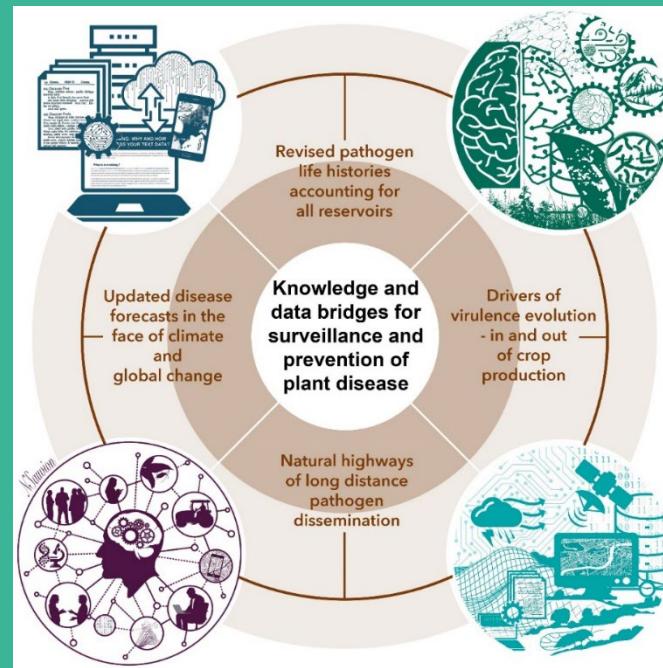
REVIEW ARTICLE | Free to Read

One Health concepts and challenges for surveillance, forecasting, and mitigation of plant disease beyond the traditional scope of crop production

Cindy E. Morris , Ghislain Géniaux, Claire Nédellec, Nicolas Sauvion, Samuel Soubeyrand

First published: 05 August 2021 | <https://doi.org/10.1111/ppa.13446>

Représentation et facilité d'accès aux connaissances et données



Inférence,
modélisation,
identification
des patrons.

BEYOND

Rétablissement des processus écologiques qui contribuent

- à la santé des plantes
- à la santé des animaux/homme
- à la santé de la planète (« planetary boundaries »)

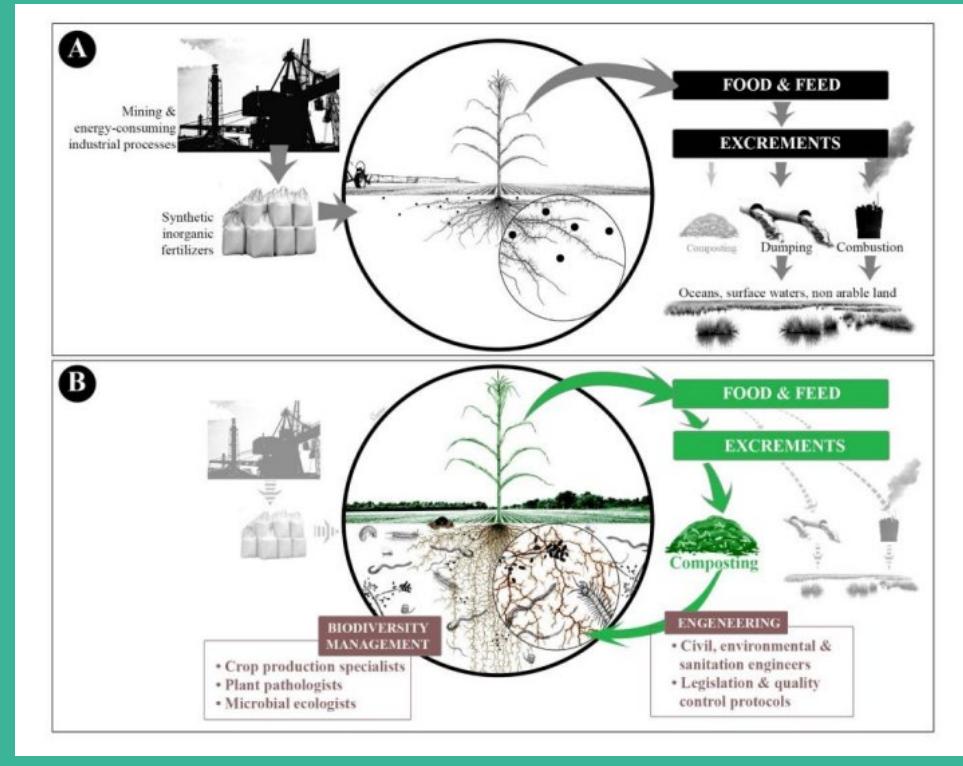
Lien avec *One Health* (une seule santé)

More than food: why restoring the cycle of organic matter in sustainable plant production is essential for the One Health nexus

CABI Reviews

Morris, Radici, Meynard, Sauvion, Nedellec, Geniaux, Soubeyrand

accepté, révision mineure



BEYOND

Lien avec *One Health* (une seule santé)

Building integrated plant health surveillance: a proactive research agenda for anticipating and mitigating disease and pest emergence

Soubeyrand et al (~70 auteurs)

Manuscrit déposé pour évaluation

Etablir « Integrated Health Surveillance » où la santé

- des plantes,
- de l'environnement,
- des animaux et des humains

est prise en compte d'une manière inclusive et collaborative qui intègre une multitude d'acteurs et d'approches techniques.

Les services écosystémiques deviennent le cible de la surveillance

RAPPEL DES MODALITÉS PRATIQUES

Animation Ecophyto

Sonia Lequin

Échéances & Rapports

Les modèles de rapports vous sont envoyés en amont,

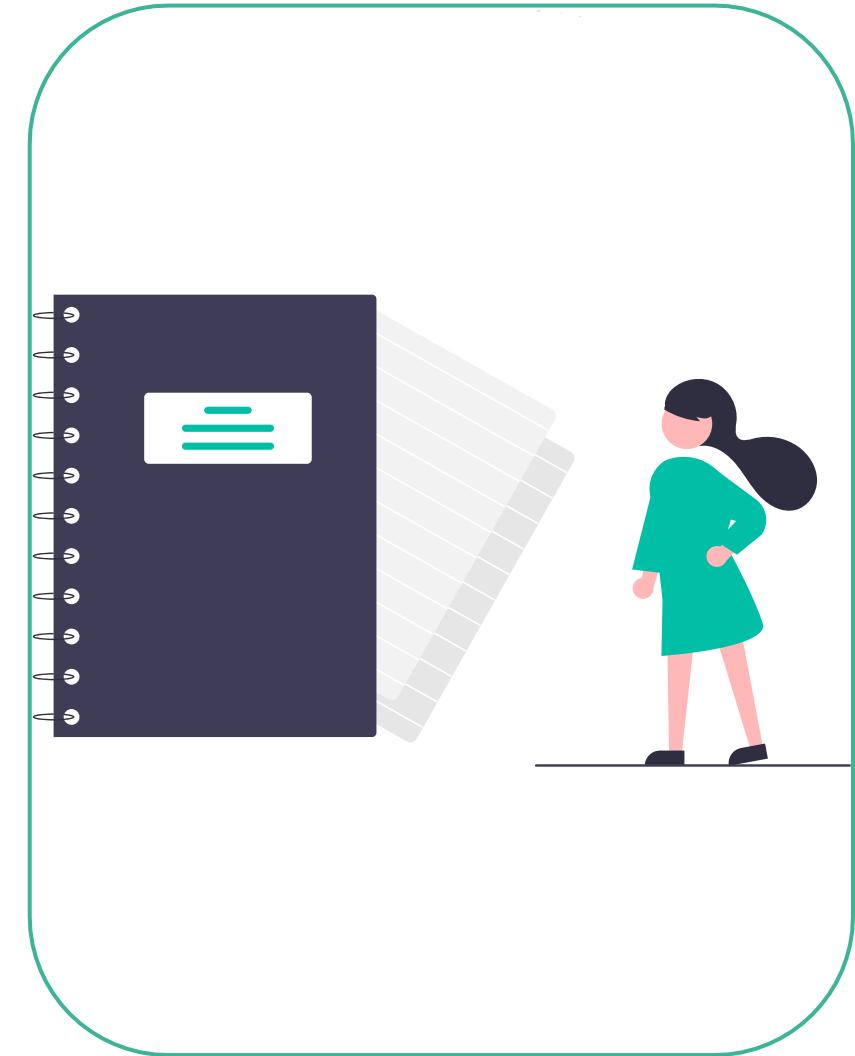
si besoin plus tôt demander à l'animation

Le rapport final est rendu public sur EcophytoPic (hors partie confidentielle) ainsi que les fiches du livret et les présentations de ce séminaire

Les rapports doivent être adressés à l'OFB ,

à l'équipe animation et aux copilotes

ministériels



	Étapes	Dates
Signature de la Convention	T0 = date de la signature de la convention ou date du début du projet par l'OFB	
Remise du rapport intermédiaire à l'animation pour la validation scientifique par le CSO R&I		Mi-parcours
Transmission à l'OFB du rapport intermédiaire validé , pour versement du deuxième acompte scientifique du rapport		Dès que possible après la validation
Remise du rapport final à l'animation pour la validation scientifique par le CSO R&I et fin d'éligibilité des dépenses		Date de fin de réalisation des travaux
Transmission à l'OFB du rapport final validé et du compte-rendu financier pour paiement du solde		Dès que possible après la validation scientifique du rapport
Fin de la convention		Date fixée dans la convention

APR Epidémiosurveillance étendue Échéance remise du rapport intermédiaire à l'animation

Epiphage-OI -- 2025

VALORISE VITI

IMPACT

NGS-OLICIT Janvier 2025

PAPEETE

IRIS

Modification de la mise en œuvre du projet **demande d'avenant**

Le/la responsable de projet signale au plus tôt à l'OFB, aux copilotes ministériels et à l'animation tout **souhait de réorientation** (modification du contenu du projet, modification de l'annexe financière...) ou **toute difficulté** engendrant un retard dans le calendrier

L'animation organise l'évaluation de la demande

Validation par les copilotes ministériels auprès de l'OFB et des porteurs.

L'OFB procède le cas échéant aux réajustements administratifs nécessaires

Courrier de la part du porteur, signé, qui précise :

- *La demande explicite* (prolongation, ventilation budgétaire, modification du consortium, amendement au budget et en particulier à la subvention...)
- *La motivation de la demande*
- *Les implications éventuelles* des modifications sur le projet, sa conduite, ses objectifs et les travaux réalisés
- *Ce que le projet a mis en place pour gérer les difficultés* qui ont conduit à la demande, et pour limiter les éventuels impacts négatifs



**Toute demande de prolongation doit
être effectuée au plus tard 4 mois
avant la date prévue définie de
réalisation scientifique**

Suivi du projet et financement : vos interlocuteurs

L'OFB est TOUJOURS le 1er destinataire de vos demandes, quelle que soit la demande

- **Etablissement et suivi financier de la convention de subvention :** direction de l'appui aux politiques publiques (DAPP) de l'OFB

- Convention et avenant
- Suivi budgétaire

- **Coordination de l'évaluation et de la valorisation du projet :** animation de l'axe Recherche et Innovation du plan Écophyto II.

- Le Comité Scientifique d'Orientation Recherche & Innovation (CSO R&I) sera chargé d'évaluer les résultats de votre projet, en phase intermédiaire et finale.

- Validation des rapports par les copilotes ministériels

Service Ecophyto de l'OFB

ecophyto@ofb.gouv.fr

Chargée de coordination juridique à l'OFB

Hanifé Kulaksiz - hanife.kulaksiz@ofb.gouv.fr

Animation Axe Recherche & Innovation Ecophyto

Sonia Lequin

Caroline Bottou

animation-ecophyto@inrae.fr

Référents ministériels

MASA : Antoine Le Gal antoine.legal@agriculture.gouv.fr

MTECT : Marie-Camille Soulard

marie-camille.soulard@developpement-durable.gouv.fr

MESR : Anne Puech anne.puech@recherche.gouv.fr

MSP : robin.roche@sante.gouv.fr

Merci à toutes & tous
