

Résultats Intermédiaires – Novembre 2025

IRIS

Improving Risk Inference by Surveillance of biological regulation services

Année de début/fin

2024/2027

Responsable scientifique

Virginie Ravigné

CIRAD

virginie.ravigne@cirad.fr

Partenaires

CIRAD - Unités PHIM et AGAP ; INRAE - Unités

IGEPP et BioSP

Mots-clés

Agrumes, Phytobiome, HTS, Métabarcoding,

Service de régulation

Type de projet

Projet exploratoire,

Montant total du projet

822 000 €

Montant de la subvention OFB

500 000 €



Larve de coccinelle dévorant un puceron sur une jeune feuille d'agrume. Photo :
Virginie Ravigné

Contexte et principaux objectifs

La réduction de l'usage des pesticides repose en partie sur notre capacité à **anticiper les émergences et proliférations de maladies et ravageurs**, et informer les agriculteurs. Pour cela, l'Etat organise une **surveillance des organismes nuisibles** déjà présents sur le territoire ou à nos portes. Cette surveillance porte cependant sur un petit nombre d'espèces. Or, récemment, on a réalisé que la santé de la plante était déterminée non pas seulement par les organismes nuisibles mais aussi par le **phytobiome** : l'ensemble des organismes associés aux plantes et leurs interactions. Dans le phytobiome, des espèces dites **auxiliaires** (microbes bénéfiques, arthropodes prédateurs ou parasitoïdes) régulent les populations nuisibles.

Orienter la surveillance vers la caractérisation des communautés associées aux plantes permettrait d'identifier des parcelles où ces régulations naturelles fonctionnent efficacement, rendant les traitements phytosanitaires inutiles voire délétères, et celles où elles sont insuffisantes.

Désormais, la description du phytobiome est possible en mêlant séquençage haut débit et analyses de réseaux, mais son déploiement à grande échelle se heurte à des difficultés logistiques et financières. Pour dépasser ce verrou, IRIS propose de tester l'hypothèse que l'hétérogénéité spatio-temporelle du paysage agricole crée des zones de l'agrosystème plus favorables aux régulations naturelles et d'autres plus à risque de dérégulation. Sous cette hypothèse, les conditions éco-climatiques et paysagères facilement accessibles renseigneraient déjà sur le potentiel de régulation, qui ne nécessiterait plus un suivi constant de toutes les espèces du phytobiome.

IRIS se focalisera sur un système pilote : les agrumes de Corse. Cette culture emblématique, déjà aux prises avec des maladies et des ravageurs installés (cochenilles, pucerons...), est aussi sous la menace de nouvelles contraintes sanitaires (HLB, mouche orientale des fruits). IRIS produira des **inventaires de biodiversité multi-règne** (virus, bactéries, champignons, arthropodes) dans les parcelles d'agrumes dans le paysage agricole en utilisant les **techniques de séquençage haut-débit**. Des expériences dédiées permettront de **générer des modèles du lien entre la composition du phytobiome et le niveau de régulation naturelle**. Des analyses spatiales identifieront les **éléments de la structure du paysage agricole** qui influent sur la composition du phytobiome et donc sur le potentiel de régulation.

Résultats attendus, premiers résultats et intérêt pour la Stratégie Ecophyto

Le projet IRIS vise à réaliser un **état des lieux inédit de la composition du phytobiome des agrumes**. Son **interprétation en termes de risques sanitaires et régulation naturelle** seront livrés sous forme de **cartographies** aux acteurs de la surveillance et aux agriculteurs afin de leur permettre de renforcer la vigilance dans les zones les plus à risque. Elle encouragera également les agriculteurs situés dans des zones de fort potentiel de régulation à continuer de s'appuyer sur la biodiversité auxiliaire de leurs parcelles pour la gestion du risque.

IRIS s'appuiera sur plusieurs jeux de données qui permettront de tester les facteurs structurant la biodiversité associée aux agrumes et éprouver la généralité de l'approche :

- Caractérisation des microbes foliaires des agrumes en fonction du génotype de l'arbre (greffon et porte-greffe) réalisée dans la collection de l'INRAE San Giuliano.
- Caractérisation fine de la biodiversité (microbes foliaires et arthropodes) au cours du temps dans 6 parcelles de clémentines en agriculture biologique et conventionnelle (printemps et automne en 2024 et 2025)
- Caractérisation « snapshot » de la biodiversité (microbes foliaires et arthropodes) dans environ 40 parcelles de clémentine de la Plaine orientale (printemps 2025)

- Suivi d'abondance d'insectes auxiliaires et ravageurs des agrumes dans 25 parcelles de clémentine de la Plaine Orientale (printemps, été et automne de 2020 à 2022) réalisé par INRAE San Giuliano et mis à disposition du projet.
- Prospections et échantillonnages hors de la Plaine orientale (clémentine, orange, citron, environ 30 parcelles).

Principaux résultats :

Connaissance du paysage agrumicole

- Convention d'échanges de données avec clause de confidentialité avec l'AOP Fruits de Corse pour accès au parcellaire agrumicole dans la Plaine Orientale et assemblage d'un parcellaire complet.
- Assemblage de données géoréférencées de plusieurs sources concernant l'occupation du sol.
- Analyse de la structure du paysage agrumicole et mise en place d'une application interactive permettant de fouiller les données produites par le projet en lien avec le paysage.

Biodiversité microbienne et virale associée aux agrumes

- Les premiers essais de laboratoire portatif visant à caractériser les microbes associés aux plantes au plus près du terrain et en situation de sciences participatives. Démonstrations lors des rencontres de la médiation scientifique en Occitanie et déploiement dans le cadre de la fête de la science auprès du lycée agricole de Borgo. Échantillonnage des jardins des particuliers. Couverture médiatique.
- Une description détaillée du microbiote foliaire dans 6 parcelles de producteurs de clémentines de la Plaine Orientale. Contrairement à l'idée que les microbiotes foliaires ont des compositions très aléatoires, nous montrons que les microbiotes foliaires sont fortement structurés par parcelle : les arbres d'une même parcelle tendent à partager les mêmes microbes. Par ailleurs, ces microbiotes changent de façon répétable au cours des saisons avec une augmentation de la diversité et de certains groupes entre le début d'été et l'automne. Enfin, ces microbiotes sont affectés de façon significative par les pratiques agricoles (agriculture conventionnelle vs biologique), et par le contexte paysager entourant les parcelles (plus ou moins d'espaces semi-naturels). Les microbiotes foliaires répondent donc bien à la structure du paysage agricole et aux pratiques. Nous détectons aussi plusieurs genres fongiques contenant des espèces nuisibles sur agrumes. Une réflexion est lancée pour tenter de caractériser ces organismes à l'espèce et pouvoir fournir une description plus fiable et complète du pathobiote. Rapport de stage de Master 2.
- Des tests de détection virale sur un ensemble de 30 parcelles réparties dans toute la Corse (10 dans la Plaine Orientale et 20 en dehors) en clémentine, orange et citron. Nous avons découvert un foyer de virus de la Tristeza au sud de la Plaine Orientale. Cette maladie virale, déjà signalée dans les années 2000) avait fait l'objet d'une campagne d'éradication. La DRAAF a été prévenue. Une première analyse de diversité suggère que les souches sont très similaires entre elles et avec des souches présentes en Italie et considérées comme peu virulentes dans le contexte européen. Un séquençage long-fragments va être réalisé pour compléter et confirmer ce résultat. Rapport de stage de Master 2.

Biodiversité des arthropodes associés aux agrumes

- Une analyse de l'abondance de quatre insectes auxiliaires (chrysope, une coccinelle locale, deux espèces de coccinelles utilisées en lutte biologique) dans un ensemble de 25 parcelles agricoles en clémentine réparties dans la Plaine Orientale. Nous montrons que la structure du paysage agricole est bien un déterminant essentiel des abondances des auxiliaires des agrumes, y compris de ceux qui sont utilisés en lutte biologique. Les facteurs précis favorisant l'une ou l'autre des espèces peuvent varier fortement avec parfois des effets opposés. Article en cours de rédaction.
- Plus de 4500 arthropodes associés aux agrumes ont été prélevés et déterminés au minimum à la famille. Une analyse des communautés arthropodes de la Plaine Orientale est en cours.
- Une analyse des régimes alimentaires des arthropodes prédateurs de la Plaine Orientale est en cours. Elle repose sur une analyse par métabarcoding du contenu stomachal des prédateurs (notamment forficules). Rapport de stage de M2.

Livrables, valorisation et transfert majeurs envisagés

Publications & colloques scientifiques

- (i) Composition et structure des communautés de microbes de la phyllosphère des agrumes de Corse
- (ii) Caractérisation du réseau trophique arthropode dans les vergers d'agrumes corses
- (iii) Package de calcul de connectivités

Articles de valorisation/vulgarisation

- (i) Flyers de sensibilisation des détenteurs d'agrumes,
- (ii) Carte web dynamique de potentiel de régulation naturelle

Présentation à des instances professionnelles ou de décision

- (i) Présentation des résultats au GT HLB de la Plateforme ESV,
- (ii) Communication des résultats à la DRAAF de Corse

Autres valorisations

Rapports individualisés aux agriculteurs participants

Financé dans le cadre
de la stratégie **écophyto**



Avec le
soutien
financier
de



écophyto
Réduire et améliorer l'utilisation des phytos