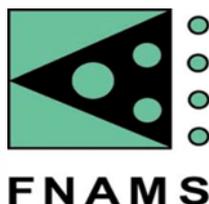


Dossier de candidature à l'appel à propositions en vue de l'agrément de réseaux mixtes technologiques (RMT) du 18 décembre 2019

RMT « IDEAL»: IDentifier prEdire Agir en Santé Végétale



Animation générale : ACTA

Animation des actions : ACTA, ANSES, INRAE, FREDON France, IFV, CIRAD, Institut Agro

Partenaires : ARVALIS-Institut du végétal, ASTREDHOR, CTIFL, FN3PT, FNAMS, IFPC, IT2, ITB, EPLEFPA Angers Le Fresne, EPLEFPA Mayotte, EPLEFPA de Bordeaux-Gironde, EPLEFPA FORMA'TERRA (La Réunion) Chambre d'Agriculture de Bretagne, Chambre d'Agriculture d'Occitanie, Chambre d'Agriculture des Hautes Alpes.

Table des matières

Convention de partenariat portant création du Réseau Mixte Technologique.....	3
Annexe 1 : Programme de recherche & développement du RMT.....	10
Action 1 : Caractériser les besoins du secteur végétal en nouvelles méthodes et outils d'identification, de prévision et d'évaluation des risques.....	17
A) Préciser les besoins des professionnels en termes de nouvelles approches et techniques en santé végétale relatifs aux organismes nuisibles préoccupants.....	17
B) Identification des outils et méthodes issus la Plateforme ESV et pouvant répondre à certains des besoins identifiés	19
Action 2 : Évaluer les nouvelles technologies utilisables pour la description, la prévision et l'évaluation des risques en santé des végétaux.....	21
A) Evaluer les méthodes de description des risques.....	22
B) Evaluer les méthodes d'analyse de risques (liés essentiellement aux organismes réglementés)	26
C) Co-construire des méthodes d'évaluation des outils de prévision des risques de développement des bioagresseurs des végétaux.....	28
Action 3 : « One Health : une approche collaborative pour repenser la gestion de la santé végétale au sein des écosystèmes »	29
Action 3A Cartographier les acteurs et méthodologies	31
Action 3B Appliquer les concepts à des cas d'étude	32
Action 4 : Informer et former en épidémiologie en santé végétale.....	35
A) Rassembler et diffuser les connaissances relatives aux bio-agresseurs préoccupants et aux outils disponibles vers les filières professionnelles et le grand public.....	35
B) Organiser des rencontres multipartenariales et interdisciplinaires pour le déploiement des connaissances sur les approches innovantes utiles à la santé végétale.....	37
C) Former pour l'enseignement et le conseil	41
RMT IDEAL : Récapitulatif des livrables selon les actions	43
Tableau des partenaires du RMT IDEAL	44
Annexe 2 : Moyens affectés au RMT.....	47
Annexe 3 : Curriculum vitae de l'animateur.....	53
Annexe 4 : Engagements juridiques éventuels pré-existants entre les partenaires et collaborations antérieures entre tout ou partie des membres du RMT.....	54
Annexe 5 : Budget prévisionnel du RMT	55
Références bibliographiques et projets associés	57
Note présentant le programme d'actions pour la période d'agrément.	61

Convention de partenariat portant création du Réseau Mixte Technologique

RMT « IDEAL » : Identifier prEdire Agir en Santé Végétale

ENTRE

ACTA

ayant son siège au 149 rue de Bercy 75595 Paris Cedex 12.

Représenté(e) par Jean-Paul BORDES en sa qualité de Directeur général

ET

ARVALIS - Institut du végétal

ayant son siège 3 Rue Joseph et Marie Hackin, 75116 Paris

Représenté par Norbert BENAMOU en sa qualité de Directeur général

ET

ASTREDHOR

ayant son siège 44 Rue d'Alésia, 75014 Paris

Représenté par Corinne BITAUD sa Directrice.

ET

CTIFL

ayant son siège 97 Boulevard Pereire, 75017 Paris

Représenté par Louis ORENGA son directeur général

ET

IFPC

ayant son siège 123 rue Saint Lazare 75008 PARIS

Représenté par Jean Louis BENASSI son Directeur.

ET

IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin)

ayant son siège Domaine de l'Espiguette au Grau du Roi (30240)

représenté(e) par Jean Pierre VAN RUYSKENSVELDE en sa qualité de Directeur Général

ET

IT2 (Institut technique tropical)

ayant son siège Bois-Rouge 97224 DUCOS

Représenté par Marcus HERY son Directeur

ET

ITB (Institut technique de la Betterave)

ayant son siège 45 rue de Naples 75008 PARIS

Représenté par David DURAL son Directeur

ET

FNAMS

ayant son siège 74 rue Jean-Jacques Rousseau 75001 Paris

représenté(e) par Jean-Albert FOUGEREUX en sa qualité de Directeur

ET

FN3PT

ayant son siège 43-45, rue de Naples 75008 PARIS.

représenté(e) par Bernard QUERE en sa qualité de Directeur

ET

EPLEFPA Angers Le Fresne

ayant son siège BP 43 627 49 036 ANGERS Cedex 01

représenté(e) par Philippe TAILLECOURS en sa qualité de Directeur

ET

EPLEFPA FORMA'TERRA établissement public local, dont le siège se trouve au Lycée Emile de la Giroday, 165 route de Mafate, 97 400 Saint-Paul, La Réunion, représenté par son directeur : Abdallah BAHA

ET

Etablissement public national de Mayotte établissement public local, dont le siège se trouve à Coconi 97670 OUANGANI, représenté par son directeur : Christophe BRETAGNE

ET

EPLEFPA de Bordeaux Gironde dont le siège se trouve à 3390 BLANQUEFORT représenté par sa directrice : Corinne REULET

ET

ANSES

ayant son siège Anses 27-31 avenue du général Leclerc 94701 Maison-Alfort cedex représenté(e) par Gilles SALVAT en sa qualité de Directeur Général délégué recherche et référence.

ET

INRAE

ayant son siège 147 rue de l'Université 75007 Paris représenté(e) par Christian LANNOU en sa qualité de Chef du département SPE de l'INRA. .

ET

CIRAD

ayant son siège 42 Rue Scheffer, 75116 Paris représenté(e) Thierry LEFRANCOIS en sa qualité de directeur

ET

Institut AGRO (Montpellier SUPAGRO et Agrocampus ouest)

ayant son siège 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier représenté(e) par Anne-Lucie WACK son administratrice .

ET

FREDON France

ayant son siège 11 rue Lacaze 75014 Paris.

Représentée par Joël ROUILLE en sa qualité de Président.

ET

Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne

ayant son siège Rond point Maurice Le Lannou 35042 Rennes Cedex représentée par son président André SERGENT

ET

Chambre Régionale d'Agriculture d'Occitanie

ayant son siège : BP 22107 31321 Castanet Tolosan cedex représentée par Denis CARRETIER en sa qualité de Président

ET

Chambre d'Agriculture des Hautes-Alpes

ayant son siège 8 Ter Rue Capitaine de Bresson 05010 Gap Cedex représentée par Eric LIONS son Président

ci-après désignés « les partenaires »

Vu le code rural et de la pêche maritime, notamment les articles D.800-1, D.800-3 et D.800-5, Vu l'arrêté du 21 juin 2013 relatif à l'approbation du cahier des charges des réseaux mixtes technologiques,

ONT CONVENU CE QUI SUIT :

Article 1 – Objet

Sous réserve de l'obtention de l'agrément du ministre chargé de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt visé à l'article D. 800-5 du code rural et de la pêche maritime, les partenaires constituent par la signature de la présente convention un réseau mixte technologique, ci-après dénommé le «IDentifier prEdire Agir en santé végétaLe. » « IDEAL», pour réaliser en commun le programme défini à l'article 2.

Article 2 – Programme du RMT « IDEAL».

L'équipe du projet du RMT IDEAL a la volonté d'accompagner les acteurs qui prennent des risques vis à vis des bioagresseurs en s'engageant dans de profonds changements relatifs à :

- la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires,
- la mise en œuvre des principes de l'agroécologie,
- l'innovation, la diversification dans leurs productions végétales.

A ces évolutions choisies et voulues, viennent s'ajouter d'autres facteurs de risques en raison de changements externes et globaux (dont climatiques) :

- l'émergence et la réémergence de bioagresseurs particulièrement préoccupants,
- le développement des résistances aux produits phytopharmaceutiques.

Une contribution majeure du RMT Ideal sera d'intensifier les interactions entre les organismes intervenant en santé des végétaux et leurs études en cours concernant l'identification, la prévision et l'évaluation des risques en santé végétale. L'objectif étant de répondre au besoin de se rassembler et d'échanger de manière transversale sur les nouvelles technologies, les nouvelles approches et de proposer des solutions pour les adapter aux attentes des professionnels. Ainsi, en prenant soin d'être complémentaires aux différents projets en cours, les travaux du réseau se répartiront dans les actions suivantes :

Action 1 : IDENTIFIER LES BESOINS.

L'objectif est de rechercher à formaliser les besoins précis des professionnels concernant le diagnostic, l'analyse des risques et la prévision des dégâts. Cette action est destinée à mettre en adéquation ces besoins identifiés avec les nouvelles possibilités qu'offrent la recherche et le développement. Dans une deuxième phase nous informerons l'ensemble des membres du RMT de ces besoins afin de trouver les meilleures adéquations.

Action 2 : EXPERTISER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES

Cette action est destinée à porter à la connaissance les méthodes de diagnostic, d'analyse des risques, de prévision des dégâts et sera complétée par une démarche d'expertise et d'évaluation de celles-ci. Elle sera consacrée à étudier le domaine et l'échelle d'emploi de ces technologies en identifiant leurs avantages et leurs limites. Nous examinerons dans quelle mesure leur utilisation affine l'identification des situations où la lutte s'avère nécessaire, accompagne le développement des méthodes de contrôles biologiques et les changements de modes de production.

Action 3 : APPROCHES ONE HEALTH.

Dans cette action, nous nous proposons de repenser la gestion de la santé végétale au sein des écosystèmes grâce à une approche collaborative et intégrée de type One Health/Santé globale couramment utilisée en santé animale et/ou humaine mais rarement déployée en santé végétale.

Les modalités d'émergence de ce concept en santé végétale seront analysées collectivement dans le cadre de cette action du RMT. En effet, cette nouvelle approche est exemplaire en vue de la construction de programme d'action multipartenaires et interdisciplinaires. En termes de fonctionnement, nous recherchons, au travers d'études de cas, à tirer des enseignements sur le fonctionnement des réseaux d'acteurs, multi-filières et multidisciplinaires en santé végétale.

Action 4 INFORMER ET FORMER

Cette action sera décomposée en trois parties, i) informer les filières professionnelles et le grand public ii) organiser des rencontres multipartenaires d'échanges approfondis, iii) former pour l'enseignement et le conseil.

Dans le cadre de cette action, nous valoriserons les productions des autres actions du RMT, nous les formaliserons pour les rendre disponibles et les transférer aux enseignants, aux chercheurs, techniciens et aux conseillers via des séminaires, des formations et la rédaction de divers supports.

Les nouvelles voies d'échanges et de partages entre partenaires du RMT et publics cibles seront privilégiées (plateformes interactives, sciences participatives, visioconférences, webinars...).

Les actions de ce nouveau RMT n'étant pas spécifiques aux filières végétales de la France hexagonale, elles concerneront aussi toutes les filières végétales ultra-marines. Les convergences des actions permettront de décroiser les filières. Ce renforcement du réseau permettra de mutualiser les compétences autour des demandes exprimées dans l'action 1 sur l'identification des besoins.

La plus-value du travail en réseau envisagé dans le cadre des actions de ce nouveau RMT se situe donc à différentes échelles et permettra d'optimiser les moyens existants afin de :

- Développer des relations avec la recherche pour rendre des outils utilisables par les professionnels,
- Développer des collaborations avec différentes structures pour valoriser au mieux leur activité,
- Mettre en adéquation les besoins de professionnels et les applications de diagnostic et de prévision des risques disponibles,
- Transférer vers les acteurs de la santé végétale de nouvelles technologies et méthodologies ainsi que vers les acteurs de la formation initiale et continue qu'ils soient métropolitains ou ultra-marins.

Le programme complet de ce RMT est décrit dans l'annexe 1.

Article 3 – Gouvernance

L'instance principale de gouvernance est le comité de pilotage du RMT. Il se réunit une fois par an et ponctuellement à la demande de l'équipe d'animation pour résoudre des questions d'ordre stratégique. Son rôle est de suivre les travaux en cours, il aide à prendre les décisions concernant les actions prioritaires à mettre en œuvre et valide ou non les orientations

proposées par l'équipe d'animation. Il sera composé de représentants des structures membres du RMT : ACTA, ARVALIS-Institut du végétal, ANSES, ASTREDHOR, CIRAD, CTIFL, FREDON France, FNAMS, FN3PT, IFPC, IFV, IT2, ITB, INRAE, Institut AGRO, EPLEFPA Angers Le Fresne, EPLEFPA de Bordeaux Gironde, EPLEFPA FORMA'TERRA, EPLEFPA de Mayotte, Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Chambre Régionale d'Agriculture d'Occitanie, Chambre d'Agriculture des Hautes-Alpes et des représentants de la DGER et de la DGAL et du secrétariat du RFSV.

La présidence du comité de pilotage sera conduite par Monsieur Mehdi SINE Directeur de la Direction Scientifique, Technique et Numérique de l'ACTA.

Des experts scientifiques et techniques extérieurs au RMT peuvent également être membres permanents ou invités au comité de pilotage.

L'équipe d'animation du RMT (animateurs, co-animateurs, animateurs d'axes) sont chargés de la mise en œuvre opérationnelle des actions et de l'organisation des comités de pilotage.

Article 4 – Organisme porteur

L'organisme porteur est l'Association de Coordination Technique Agricole, ci-après dénommée ACTA, ayant son siège 149, rue de Bercy - 75595 PARIS Cedex 12.

Article 5 – Affiliation à un/des réseau(x) de développement

Le RMT Identifier prEdire Agir en Santé VégétaLe « IDEAL» sera affilié au réseau des Instituts techniques, coordonné par l'ACTA.

Article 6 – Nature juridique et gestion des moyens affectés au RMT Identifier prEdire Agir en Santé VégétaLe « IDEAL»

Le RMT « IDEAL» n'ayant pas de personnalité juridique, chacun des partenaires membre conserve sa pleine et entière responsabilité d'employeur, selon les statuts qui lui sont propres, vis-à-vis de ses personnels affectés à la réalisation de l'objet du RMT Identifier prEdire Agir en Santé VégétaLe « IDEAL». Les moyens affectés par chaque partenaire à la réalisation du programme et décrits en annexe 2, restent sous la responsabilité directe de ce dernier.

Chaque partenaire garde la gestion de ses crédits selon les règles budgétaires et comptables qui lui sont applicables. Les demandes de financement sollicitées sous couvert du RMT « IDEAL» peuvent être présentées pour le compte commun des partenaires par l'ACTA, qui signe les demandes d'aides et conventions correspondantes à charge de reverser aux autres partenaires leur quote-part des financements obtenus.

Article 7 - Engagements des partenaires

Les engagements des partenaires concernant l'affectation de moyens humains ou matériels au RMT Identifier prEdire Agir en Santé VégétaLe « IDEAL». désigné à l'article 1 sont détaillés en annexe 2.

Article 8 – Animation du RMT

Monsieur André CHABERT employé par l'ACTA est désigné comme animateur du RMT. Il est chargé de l'animation du réseau, de la coordination des partenaires et de l'exécution du programme annexé à la présente convention (annexe 1). Son curriculum vitae est annexé à la présente convention (annexe 3).

Article 9 – Evaluation interne

L'évaluation interne des travaux du RMT «IDEAL» se déroulera selon les modalités suivantes :

- L'animateur suivra le bon déroulement des travaux réalisés dans les différents axes et interviendra en cas de difficultés. Ils suivront et participeront à la réalisation des livrables pour qu'il corresponde bien aux objectifs assignés dans le cadre du RMT.
- Une fois par an, lors du comité de pilotage, l'équipe d'animation présentera une synthèse des travaux réalisés.
- Les séminaires organisés sont également un lieu d'échange qui permettra l'évaluation et l'orientation des travaux en cours.
- Une évaluation approfondie sera réalisée à mi-parcours et à la fin des 5 ans par le comité stratégique sur la base de rapports de synthèse détaillés. Elles seront soumises à des spécialistes du domaine couvert.
- Les livrables réalisés et leur évaluation seront communiqués aux Directions de chacune des parties.

Article 10 – Durée

La présente convention est conclue pour une durée de cinq ans à compter de la date de prise d'effet de la décision d'agrément telle que cette date de prise d'effet est mentionnée dans ladite décision.

Article 11 – Propriété et exploitation des résultats

La propriété intellectuelle des résultats obtenus dans le cadre des projets, les modalités de diffusion et de valorisation de ces résultats, en particulier les retours financiers éventuels, prendront en compte l'apport de chaque partenaire à la réalisation du projet.

Les dispositions relatives à la diffusion, aux publications, à la propriété et à l'exploitation des résultats figureront dans les contrats particuliers relatifs à chaque projet du RMT, dans le respect des principes définis ci-après.

Diffusion

Les projets ont pour objectif de produire des résultats opérationnels. Ces résultats ont vocation à être diffusés auprès des utilisateurs concernés.

Sur proposition de l'animateur, le comité de pilotage décide de la politique de diffusion des résultats et, s'il y a lieu, de la politique de valorisation de ces résultats.

Publication et secret

Chacune des parties s'engage à communiquer aux autres parties, toutes les informations nécessaires à l'exécution des projets communs du réseau, dans la mesure où elle peut le faire librement au regard notamment des engagements qu'elle pourrait avoir avec des tiers. Ceci concerne aussi bien les informations détenues avant la signature de la convention que celles obtenues dans le cadre du réseau.

Chacune des parties soumettra les éventuels projets de publications (publications écrites, communications orales, thèses, mémoires...) des travaux effectués ou des résultats obtenus en commun dans le domaine de la convention, à l'accord préalable du comité de pilotage concerné par le projet.

Dans le cas d'une publication ou communication offrant un intérêt de nature industrielle ou commerciale, les parties pourront décider de la différer en vue d'assurer préalablement sa protection par un titre de propriété industrielle.

Dans ce dernier cas néanmoins, les résultats pourront toujours être communiqués sous forme d'un rapport confidentiel aux autorités hiérarchiques et aux instances d'évaluation.

Chacune des parties s'interdit de diffuser ou de communiquer à des tiers les informations qui lui auront été désignées comme confidentielles par la partie dont elles proviennent.

Propriété et Exploitation des résultats

Chaque membre reste propriétaire des travaux et résultats obtenus antérieurement à la signature du contrat particulier définissant le ou les projets auxquels il participe.

Chaque membre informe le comité de pilotage des résultats qu'il a obtenus dans le cadre du projet auquel il participe.

Les droits de propriété industrielle portant sur les travaux et les résultats communs issus des projets du Réseau appartiennent en copropriété aux parties au *prorata* de leurs apports respectifs, intellectuels et financiers à l'obtention de ces résultats.

En cas de constitution de base de données, le contrat particulier devra déterminer le ou les propriétaires de l'architecture de la base de données, le ou les parties titulaires des droits sur les données elles-mêmes, et les conditions d'accès des autres membres.

Dans le cas où les parties décideraient conjointement de protéger les résultats ainsi obtenus la procédure suivante sera retenue : les parties décideront conjointement s'il y a lieu de déposer ou non une demande de brevet, et, pour les logiciels et base de données, de leur dépôt auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes (APP). Les contrats particuliers relatifs aux projets fixeront la répartition de la propriété des codes informatiques entre les partenaires en cas de réalisation de logiciels. L'une des parties sera maître d'œuvre de la valorisation pour le compte commun et assurera les démarches relatives aux demandes de brevets et relatives à l'APP : dépôt, maintien en vigueur, défense à l'égard des tiers et plus généralement gestion du portefeuille de propriété industrielle.

Un accord particulier de valorisation sera établi entre les parties en cas d'obtention de résultats valorisables industriellement, pour préciser leurs droits et obligations respectifs et notamment leur quote-part de propriété en cas de dépôt de brevet conjoint ou de dépôt à l'APP, ainsi que désigner la partie qui sera maître de la valorisation, si cette disposition ne résulte pas du contrat particulier pris en application des présentes. Cet accord sera conclu avant tout dépôt de brevet conjoint ou dépôt à l'APP.

Les frais afférents à la gestion du portefeuille de propriété intellectuelle, ainsi que les produits financiers issus de leur valorisation, seront répartis au prorata de leur quote-part respective telle que définie ci-dessus.

Il est d'ores et déjà convenu que la partie désignée comme maître d'œuvre de la valorisation sera chargée pour le compte commun, de rechercher des licenciés, négocier et signer les contrats de licences, et percevoir les redevances afférentes, à charge pour celle-ci :

- d'obtenir, avant signature, l'accord des autres parties sur la personne du ou des licenciés, et les termes de la ou des licences.
- répartir les redevances encaissées entre les parties, pour leur quote-part respective, arrêtée selon les modalités prévues ci-dessus.

Article 12 - Confidentialité

Cf article 11

Article 12 - litiges

En cas de difficulté sur l'exécution ou l'interprétation de la présente convention, les parties s'efforceront de résoudre leur différend à l'amiable. En cas de désaccord persistant, il est fait attribution de compétence aux juridictions de Paris

Fait à , le
en ... exemplaires

Annexe 1 : Programme de recherche & développement du RMT Identifier, prEdire, Agir en santé végétaLe « IDEAL»

Une étape indispensable en santé végétale : la caractérisation des risques

La caractérisation des risques phytosanitaires est un maillon majeur de la protection intégrée des cultures. Connaître les bioagresseurs et leurs capacités à provoquer des dommages aux cultures est une étape essentielle pour développer des pratiques agroécologiques réduisant les risques, mais aussi décider de l'opportunité d'intervenir avec des moyens de lutte adaptés. La révolution en matière de santé des plantes, en particulier avec un moindre recours aux produits de protection des plantes issus de la chimie de synthèse, ne peut s'opérer sans des méthodes de caractérisation des risques, éprouvées, renouvelées pour toujours plus d'efficacité, couvrant bien les besoins en constante évolution, et parfaitement partagées dans les filières agricoles. Disposer d'un réseau d'acteurs qui organise la synthèse et la mise à disposition de ces méthodes est plus que jamais crucial pour réussir la transition et ancrer les pratiques de protection des cultures à des leviers répondant aux enjeux de la durabilité.

L'objectif de ce RMT vise à installer une communauté d'experts mobilisés pour faire progresser les connaissances et partager les informations sur la caractérisation des risques liés à l'émergence et au développement des bioagresseurs dans les cultures. Les actions s'intéresseront aux méthodes de diagnostic, de prévision de l'évolution des épidémies au sein de la parcelle mais aussi au sein d'un territoire. En s'intéressant également au développement du concept « *One Health* » en santé végétale, le réseau ouvrira ses compétences vers les impacts directs ou indirects de la protection des cultures sur la santé des hommes, des animaux et de l'environnement et sur les opportunités des connaissances en santé humaine pour la santé des végétaux.

Lancées dans les années 2000 par l'OMS, les activités liées à l'initiative « *One Health* » sont aujourd'hui portées le plus souvent par les secteurs médicaux et vétérinaires pour la prévention des zoonoses et pour limiter l'usage des antibiotiques. La crise sanitaire liée à la COVID-19 est un nouvel exemple d'interactions entre santé des hommes, santé des animaux et santé des écosystèmes montrant l'importance d'une approche globale des risques pour prévenir de nouvelles pandémies. Il semble nécessaire d'explorer les obstacles potentiels à une contribution active de la Santé des plantes à cette approche « *One Health* » ; le RMT IDEAL s'y emploiera.

Faire face à une situation phytosanitaire en constante évolution

Garder des cultures saines permet d'assurer le niveau et la qualité des productions végétales. Or, de multiples bioagresseurs impactent fortement les principales étapes des itinéraires techniques de l'ensemble des productions végétales. La publication de Savary *et al.* (2019) fait état d'une enquête qui a porté sur 67 pays constituant une fraction importante (87%) de la production mondiale de cinq cultures majeures. Les ordres de grandeurs des pertes de rendements dues aux 137 bioagresseurs associés sont de 10,1 à 28,1 % pour le blé, 24,6 à 40,9 % pour le riz, 19,5 à 41,1 % pour le maïs, 8,1 à 21 % pour la pomme de terre et 11 à 32,4 % pour le soja. Avec son climat contrasté mais tempéré et la diversité de ses productions, la France n'échappe à ces dommages.

Dans ce contexte, les producteurs doivent faire face à une augmentation notable des dommages dus aux maladies et aux ravageurs. En effet, les évolutions des marchés et des techniques ont facilité les

échanges commerciaux, et donc de nouvelles voies d'introduction de bioagresseurs qui sont parfois amplifiées par le changement climatique. Cela s'est traduit par une augmentation générale des émergences et des réémergences en métropole comme dans les DROMs et par la difficulté de maîtrise de nouvelles crises phytosanitaires telles que récemment *Drosophila suzukii*, *Xylella fastidiosa*, le nématode du pin, les maladies du bois de la vigne, le charançon rouge du palmier, du huanglongbing (HLB) des agrumes, la cercosporiose noire des bananiers, *Candidatus Liberibacter solanacearum* sur Apiacées et potentiellement sur les Solanacées, le ToBRFV de la tomate, la chalarose du frêne...

Or, en tendance, la moindre disponibilité des solutions phytosanitaires conventionnelles rend plus difficile le contrôle de bioagresseurs importants. Ainsi, certaines filières deviennent « orphelines » en solutions de lutte vis-à-vis de bioagresseurs très préjudiciables comme par exemple les ravageurs souterrains tels que les taupins qui redeviennent très dommageables sur de nombreuses cultures comme le maïs ou la pomme de terre, mais aussi les insectes du colza de par leur niveau de résistance aux pyréthrinoides, les maladies et ravageurs telluriques des cultures légumières, les maladies du bois principales cause du dépérissement de la vigne, et aussi *Phytophthora ramorum* qui s'attaque aux forêts de mélèze. Ces filières peuvent voir leur surface de production diminuer voire disparaître de certaines zones de production ou encore du territoire français. Par ailleurs, des filières importantes voient le développement de résistances des bioagresseurs aux produits de protection des plantes du fait de la faible gamme de produits autorisés disponibles. Les leviers agro-écologiques et les méthodes de biocontrôle tant recherchés et espérés progressent mais lentement et pourront être exposés à long terme à de la résistance pour certains d'entre eux.

Dans un tel contexte, l'utilisation des méthodes de diagnostic, d'analyse de risque et de prévision des dégâts peut permettre de mettre en place des pratiques préventives et d'identifier plus finement les situations où la lutte s'avère utile et nécessaire. Cela permettra d'optimiser les choix et de mieux accompagner les changements de modes de production tant souhaités par la société.

Une réglementation en profonde mutation

De même, le contexte réglementaire contribue à rendre encore plus essentiel la caractérisation des risques phytosanitaires. En France, la séparation de la vente et du conseil va instaurer une communauté de conseillers stratégiques pour l'accompagnement en protection des cultures. Ils devront être formés régulièrement sur les avancées en matière de diagnostic et de prévision des risques. Au plan européen, de nouveaux textes définissent les règles en matière de santé des végétaux. Ils sont applicables depuis le 14 décembre 2019. Des textes complémentaires sont encore attendus pour que l'édifice réglementaire soit complet, mais le socle réglementaire est d'ores et déjà paru : le Règlement (UE) 2016/2031, relatif aux mesures de protection contre les organismes nuisibles aux végétaux, ainsi que le Règlement (UE) 2017/625 concernant les contrôles officiels dans les Etats membres. Ils établissent des règles communes pour tous les Etats membres de l'Union européenne (UE) en ce qui concerne : la production, l'inspection, l'échantillonnage, les contrôles, l'importation, la mise en circulation et la certification du matériel végétal mais aussi, la détection, la notification et l'éradication des organismes de quarantaine. L'objectif du nouveau règlement (Règlement (UE) 2016/2031) est d'anticiper l'entrée de nouveaux organismes ou les nouvelles émergences. Il est construit autour du principe de prévention. L'un des volets essentiels du règlement porte sur la priorisation des organismes nuisibles. Pour la mise en œuvre de ce nouveau règlement européen, les entreprises auront besoin de méthodes et de guides pour décliner ces mesures dans chaque situation. La nouvelle stratégie de la fourche à la fourchette présentée le 20 mai 2020 dans le cadre du « Green deal » européen place l'agroécologie comme socle des solutions pour réussir le passage à un système

agricole et alimentaire européen, robuste et résilient. Elle met en exergue les liens inextricables entre la santé des hommes, des sociétés et de la planète. La menace que pèsent les bioagresseurs sur les cultures est partie intégrante de cette feuille de route qui vise une réduction de 50% des usages et des risques liés aux pesticides chimiques en 2030 et la promotion des alternatives. Dans ce cadre, la Directive sur l'utilisation durable des pesticides devrait être révisée en 2022. Nul doute que le diagnostic et la prévision des risques resteront au cœur des leviers pour répondre à ces objectifs.

Une large gamme de nouvelles technologies à évaluer

Aux situations phytosanitaires et réglementaires en perpétuelle évolution, il faut aussi noter que les technologies de description, de prévision et d'analyse des risques évoluent très vite. Avec l'avènement des technologies de séquençage haut-débit, la généralisation du numérique, le développement de techniques utilisables au champ, des révolutions sont en marche qui nécessiteront une synthèse et un effort de vulgarisation pour assurer leur transfert aux professionnels agricoles et les organismes d'appui (instituts, chambres d'agriculture, organismes économiques, ...). Les outils méthodologiques mobilisés pour les analyses de risque nécessitent aussi d'être vulgarisés pour mieux faire comprendre les principes de l'analyse de risque. Le RMT IDEAL se fixe ainsi comme objectif de fournir des références pour informer et/ou former les agriculteurs, les conseillers, les acteurs des filières sur l'importance et la nature des méthodes de caractérisation des risques phytosanitaires adaptées à leur situation, avec une approche plus globale.

Après le RMT VegDIAG, de nouvelles orientations pour le RMT IDEAL

Le rapport CGAAER (Rapport CGEDD n° 012577-01, CGAAER n° 18129 – Décembre 2019) relatif au réseau d'épidémiosurveillance non réglementaire souligne le cloisonnement de celui-ci par rapport à la surveillance réglementaire et la nécessité d'élaborer une stratégie intégrée pour une surveillance biologique du territoire plus efficace. Ainsi, il est proposé d'organiser à l'échelle nationale, un dispositif d'échanges techniques et de travail collectif sur les outils et les méthodes de l'épidémiosurveillance et de mutualiser les bonnes pratiques dans un objectif d'harmonisation et de bon usage des fonds publics tout en gardant une cohérence avec le Règlement (UE) 2016/2031 en santé des végétaux.

Complémentaire du dispositif d'épidémiosurveillance, durant la période 2014-2019, le RMT VegDIAG a rassemblé 21 partenaires français de la santé des végétaux autour du diagnostic en santé végétale. Son animation a été assurée par l'ACTA, l'ANSES, l'INRA, le GEVES et FREDON France. Dans ce cadre, nous nous sommes efforcés de développer des travaux collectifs, des partenariats approfondis et de nouvelles compétences. Cela s'est traduit par un ensemble de réalisations concrètes comme la mise en ligne d'un annuaire des laboratoires, un guide de diagnostic, la réalisation de formations à destination des professionnels et 10 séminaires d'échanges thématiques.

Dans ce nouveau projet de RMT, en rassemblant un plus grand nombre de partenaires métropolitains et ultramarins, l'objectif est d'amplifier la dynamique collective et d'élargir le dispositif d'échanges techniques en santé végétale selon cinq axes novateurs :

- S'approprier la méthodologie intégrative « *One Health* » pour la valoriser dans le cadre de la santé végétale, afin de l'intégrer comme une composante majeure de la santé de l'environnement,

- Evaluer l'accessibilité et l'opérationnalité des outils de caractérisation et d'analyse de risque et de prévision des dégâts,
- Etendre le partenariat aux acteurs ultramarins en prenant en compte leurs besoins et spécificités,
- Travailler en synergie avec la Plateforme d'Epidémiosurveillance en Santé Végétale afin d'amorcer la réflexion sur le décloisonnement de la surveillance réglementaire et non réglementaire du territoire,
- Développer les actions d'information vers un public large et de formation vers le conseil et l'enseignement.

Chacun de ces cinq points est développé dans les paragraphes suivants.

Etendre le concept « *One Health* » pour le valoriser dans le cadre de la santé végétale

Le concept « *One Health* » correspond à une approche globale de la santé basée sur le renforcement des collaborations entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement. Différents cas connus sont autant d'exemples des interactions entre la protection des cultures et la santé humaine ou animale : mycotoxines, chenilles processionnaires, ambrosies, datura, Mais au-delà, on peut s'interroger sur l'impact des pratiques agricoles actuelles ou en devenir sur la santé humaine ou animale (toxicité des intrants, résistances des bioagresseurs aux produits, effets non intentionnels des pratiques alternatives...). De même, cette approche permettra aussi d'évaluer les opportunités des méthodes de caractérisation des risques ou d'organisation des acteurs développées en santé humaine, en situation de crises et en dehors de toute crise, susceptibles d'être adaptées au secteur de la santé des plantes.

Dans le cadre des orientations du RMT IDEAL, l'approche « *One Health* » se fera au travers d'études de cas comme :

- i) La gestion des résistances à certains fongicides en lien avec l'extension du pouvoir pathogène, l'extension des gammes d'hôtes et de vecteurs, mais aussi le transfert de gènes entre pathogènes des plantes et humains.
- ii) les mesures prophylactiques via un inventaire de pratiques permettant de diminuer la pression des bioagresseurs (adventices, maladies, insectes...), notamment en favorisant les régulations biologiques qui pourraient, avec une approche de type « *One Health* », avoir également un impact sur des maladies animales et/ou humaines.
- iii) la gestion des mycotoxines, des plantes toxiques ou allergènes.
- iv) l'impact des techniques alternatives à la lutte chimique.

Evaluer les outils d'analyse des risques et de prévision des dégâts

Pour aller au-delà des objectifs du RMT VegDIAG qui s'était volontairement limité au diagnostic, le RMT IDEAL se propose d'ouvrir le sujet à l'analyse de risque et à la prévision des dégâts :

1) **analyse du risque** : Analyser le risque d'introduction, d'établissement et dissémination d'un bioagresseur réglementé ou non par rapport à un territoire ou à une filière. Elle s'appuie sur des modèles intégratifs décrivant les possibilités d'établissement ou de dissémination d'un bioagresseur émergent ou ré-émergent et de son impact socio-économique.

2) **prévision des dégâts potentiels** : Prévoir le risque de dégâts pour la culture à la parcelle, l'îlot de traitement ou à la petite zone agricole pour le producteur. L'objectif est généralement de prévoir les risques de dégâts pour raisonner les usages de produits de protection des plantes et optimiser la balance coût/bénéfice.

Ces travaux de caractérisation et d'évaluation des outils utilisés ou à venir se feront en concertation avec le RMT Science des Données et Modélisation pour l'Agriculture et l'Agroalimentaire et seront destinés à fournir des éléments sur leur possibilité d'usage pratique. Ces connaissances seront diffusées lors de séminaires d'information et de formations afin de développer l'utilisation de ces outils indispensables à la caractérisation du risque phytosanitaire.

Etendre le partenariat aux acteurs ultra-marins

Dans le cadre de l'épidémiologie végétale, la contribution des acteurs des départements et régions d'outre-mer (DROM) est importante car ces territoires sont proches de pays riches en bioagresseurs potentiellement invasifs, le climat est souvent favorable à leur établissement, et les échanges fréquents vers la métropole permettent leur dissémination. Cette extension est d'abord envisagée pour les 5 DROM de Guadeloupe, Martinique, Guyane, Mayotte et La Réunion.

En effet, les DROM appartiennent chacun à des zones géographiques ayant des particularités agro-environnementales et phytosanitaires différentes ainsi qu'une grande diversité dans l'organisation de la prise en compte de la gestion et de la recherche en santé des végétaux. Par exemple, dans le sud-ouest de l'Océan Indien, l'île de La Réunion connaît des conditions agroclimatiques propices à des cultures tropicales et à des cultures de climats tempérés tandis que l'île de Mayotte bénéficie d'un climat sub-équatorial propice uniquement aux cultures tropicales.

Par ailleurs, les DROM sont confrontés au changement global et de nombreux exemples montrent que l'expression des changements climatiques est beaucoup plus rapide et marquée sous les climats insulaires tropicaux. Ce contexte peut permettre d'envisager différentes études de cas sur cette thématique. Les filières canne à sucre et banane, qui bénéficient d'acquis importants en matière de moyens innovants de surveillance, peuvent servir d'étude de cas pour l'évaluation des risques (enherbement/canne à sucre ; maladies aériennes du bananier). Inversement, l'évaluation des risques est imprécise pour de nombreux couples plante hôte/organisme nuisible qui ont été décrits et pour des organismes émergents et préoccupants. Par ailleurs, un enjeu important des DROM est la mise en place de pépinières locales certifiées permettant la diffusion de plants sains au travers de ces territoires. Ce développement s'accompagne logiquement de nombreuses préoccupations liées à la qualité des méthodes de diagnostic en vue de l'introduction ou de la multiplication des plants.

A l'instar de ce qui a été fait dans le cadre du RMT VegDIAG en métropole, le premier objectif vise à créer rapidement un réseau opérationnel DROM dressant un inventaire des services et des compétences de l'ensemble des partenaires. Ces travaux doivent s'appuyer sur une cellule de coordination à créer pour chaque DROM et constituée en fonction de l'organisation et des moyens existants. Ce réseau facilitera les échanges dans ce projet RMT dont les actions présentées correspondent à des problématiques des DROM. L'enquête « *bottom-up* » d'identification des organismes les plus préoccupants et des besoins en termes de diagnostic prévu dans le projet sera particulièrement stratégique pour avoir un meilleur aperçu des enjeux dans les DROM.

Travailler en synergie avec la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale.

Le champ d'action de la plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV) créée en 2018 (regroupant la DGAI, l'Anses, INRAE, FREDON France, ACTA, APCA et bientôt le CIRAD), couvre potentiellement tout danger sanitaire ou phénomène phytosanitaire ayant ou pouvant avoir un impact sur l'état sanitaire des végétaux, et les effets non intentionnels des pratiques agricoles sur l'environnement. Elle mobilise les acteurs de la surveillance en appui aux responsables de dispositifs de surveillance avec l'objectif de veiller à l'efficacité de ces dispositifs. Cet appui est d'ordre méthodologique et opérationnel pour la conception, le déploiement, l'animation, la valorisation et l'évaluation des dispositifs de surveillance sanitaire.

Dans les faits, cette Plateforme concentre actuellement ses activités sur quelques organismes, réglementés, et souhaite donc pouvoir s'appuyer sur des réseaux couvrant la diversité du terrain et des situations. Le RMT, tel qu'il est envisagé, serait un relais :

- pour l'identification et la remontée des besoins de ses partenaires sur des thématiques pouvant entrer dans le programme de travail de la Plateforme,
- pour faciliter la diffusion des travaux réalisés par la Plateforme, notamment au travers de formations (référentiels, méthodologies de surveillance) et ainsi contribuer au décloisonnement des surveillances réglementées et non réglementées.

Le rapprochement des Plateformes d'épidémiologie en santé végétale, santé animale et celle de sécurité sanitaire des aliments pourra permettre d'identifier des études de cas multidisciplinaires à développer selon des approches « *One Health* ». Au regard des besoins identifiés dans le cadre du RMT, les travaux porteront sur l'analyse des productions de la plateforme ESV en nouvelles méthodes de description et d'évaluation des risques qui pourraient s'appliquer à d'autres organismes nuisibles d'intérêt pour les professionnels, ou pour des dispositifs n'entrant pas dans le champ de la plateforme. Développer les actions de formation vers le conseil et l'enseignement

De par l'évolution du contexte phytosanitaire et réglementaire, les formations initiales des acteurs des filières de production, les formations continues des professionnels et des conseillers devront inclure ces nouvelles approches, ainsi que les techniques qui leur sont intimement associées, notamment en matière d'identification, d'analyse et de prévision des risques phytosanitaires. Dans le cadre de ce nouveau RMT, les partenaires souhaitent appuyer cette évolution de l'enseignement en proposant des supports et des actions de formation co-construites avec les établissements d'enseignement agricole, des conseillers des filières, des formateurs et des experts.

Les connaissances relatives aux bioagresseurs préoccupants et aux outils disponibles seront rassemblées et diffusées vers les filières professionnelles et le grand public à l'aide d'outils interactifs et l'organisation de séminaires et de conférences favorisant les échanges et les présentations pour la construction de projets collaboratifs.

Des actions du RMT IDEAL pour mettre la caractérisation des risques phytosanitaires au cœur de la santé des cultures

Afin de tenir compte du contexte et des priorités précisées ci-dessus, le RMT IDEAL sera construit autour de 4 actions décrites dans les pages suivantes :

- Identifier les besoins des professionnels agricoles en nouvelles méthodes et nouveaux outils de description des risques et de prévision des dégâts, en s'appuyant sur les outils et les méthodes de la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale
- Recenser et évaluer les nouvelles technologies utilisables pour la description, la prévision et l'évaluation des risques en santé végétale,
- « *One Health* » : une approche collaborative pour repenser la gestion de la santé végétale au sein des écosystèmes,
- Informer et former en épidémiologie en santé végétale.

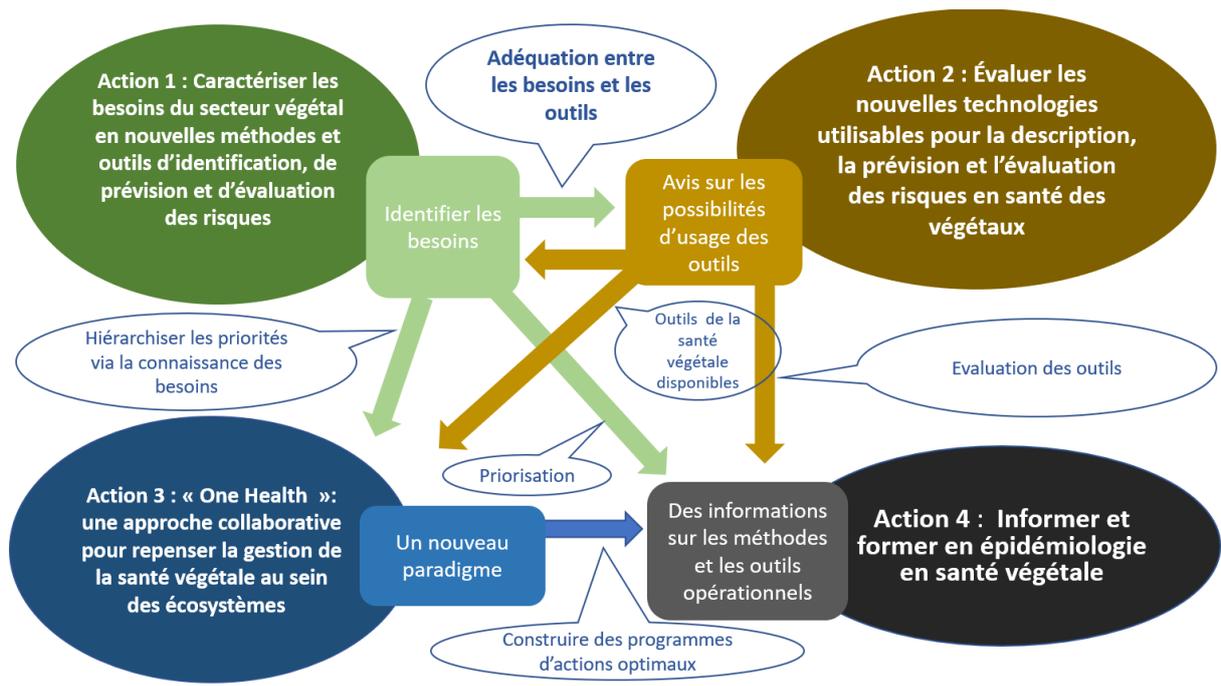


Figure 1 : Les différents actions du RMT IDEAL et principes de fonctionnement.

Programme de travail du RMT : Identifier, prEdire, Agir en santé végétaLe, « IDEAL »

Action 1 : Caractériser les besoins du secteur végétal en nouvelles méthodes et outils d'identification, de prévision et d'évaluation des risques

L'objectif de cette action est d'identifier les attentes prioritaires des acteurs de la santé végétale pour, par la suite, cibler des études de cas à traiter dans le cadre du RMT et transférer l'expression de ces besoins vers les acteurs de la recherche et développement.

Dans cette action, deux grands thèmes seront traités en parallèle :

- Recenser les besoins des professionnels afin de les mettre en face des technologies ou des approches déjà existantes ou en développement afin de les évaluer dans les actions 2 et 3 du RMT et les transférer dans l'action 4.

-Exprimer d'une manière plus prospective les besoins par filière vers la recherche, les ITA, services publics etc...pour qu'ils puissent mettre en place de nouveaux développements de technologies/ méthodes ou actions.

A) Préciser les besoins des professionnels en termes de nouvelles approches et techniques en santé végétale relatifs aux organismes nuisibles préoccupants

Animateurs : ACTA, André CHABERT, Chambres d'Agriculture de Bretagne, Nicolas MEZENECV

Partenaires : ANSES, ARVALIS –Institut du végétal, ASTREDHOR, CIRAD, Chambre d'Agriculture Occitanie, Chambre d'Agriculture de Bretagne, CTIFL, FNAMS, FREDON France, IFV, IT2, INRAE.

Cette action est destinée à organiser une remontée d'information afin de préciser les besoins des professionnels en nouvelles approches et techniques en santé végétale. L'objectif étant de fournir des éléments aux acteurs de la recherche et développement pour adapter l'offre issue des travaux de ces structures à la demande explicitée via cette action du RMT.

De nombreux chercheurs et experts de filières ont déjà conscience des besoins des professionnels en termes de connaissances appliquées sur la biologie des bioagresseurs, sur les méthodes de détection et de prévision des risques. Néanmoins, de nombreuses zones d'interrogations persistent et reviennent régulièrement dans les débats publics concernant les méthodes à mettre en œuvre dans le cadre de la gestion des bioagresseurs qu'ils soient réglementés ou non.

Ainsi, il nous semble nécessaire d'interroger directement les parties prenantes d'une manière la plus objective possible et d'en faire une synthèse à destination des chercheurs, des acteurs du développement et des services publics. L'objectif de cette action est de mettre en place une dynamique Bottom-up via ces retours « terrain ».

A partir de ces savoirs initiaux, des formulaires d'enquêtes seront conçus par les membres des instituts techniques et des chambres d'agriculture partenaires du RMT. Après avoir listé et priorisé les organismes nuisibles préoccupants par grande filière à partir des documents existants et par validation d'experts, ces questionnaires interrogeront la satisfaction des professionnels vis-à-vis des méthodes et outils d'information, de prévision et d'évaluation des risques à leur disposition au jour de l'enquête. Des questions seront également destinées à décrire leurs besoins non satisfaits en matière de méthodes et d'outils, mais aussi sur les moyens qu'ils seraient disposés à mettre en œuvre pour des

actions de description et de prévision des risques en santé végétale et comment cela pourra s'insérer dans le fonctionnement de leur exploitation. Certaines questions concerneront les possibilités et les différentes modalités de mise à jour de guides de bonnes pratiques existants pour de nombreuses filières et notamment ceux à destination de l'élaboration de passeports phytosanitaires. Ces derniers doivent être mis en cohérence et actualisés avec les nombreuses listes d'organismes nuisibles présentes dans les annexes II et III de la nouvelle réglementation européenne 2019/2072.

Ces questionnaires seront adaptés aux différentes filières de production qui seront entre autres les céréales, les cultures fruitières et légumières, la vigne, la pomme de terre, la betterave, et l'horticulture que ce soit pour les cultures métropolitaines ou ultra-marines.

Ces formulaires d'enquêtes, une fois établis, seront diffusés au sein de réseaux d'agriculteurs via les instituts de filières, les chambres d'agriculture, le réseau FREDON France, les gestionnaires d'espaces verts, les lycées agricoles et les acteurs de la distribution agricole.

Les enquêtes seront analysées par les instituts techniques partenaires du RMT et partagées avec l'ensemble des membres du RMT. Ces derniers disposant de nombreuses informations complémentaires pourront enrichir l'analyse lors d'échanges au sein d'ateliers ou de séminaires. En matière d'organismes réglementés OQP, un point sera également fait avec la plateforme d'épidémiologie en santé végétale (ESV). Les approches transversales par grands types d'organismes nuisibles posant des problématiques multi-filières seront privilégiées.

Les principaux attendus de cette tâche sont de :

- i) Consolider un listing d'organismes préoccupants pour les producteurs. Ils pourront appartenir aux catégories suivantes :
 - a. préoccupants au niveau des parcelles et vis-à-vis desquels les moyens de lutte utilisés actuellement sont peu efficaces ou risquent de devenir inexistant à court terme ou encore sont peu durables dans le cadre d'une protection agroécologique des cultures,
 - b. mettant en cause l'existence de filières végétales qui sont orphelines en produit de traitement vis-à-vis de ces bioagresseurs,
 - c. nécessitant l'utilisation de produits phytopharmaceutiques et bloquant l'utilisation de méthodes alternatives
 - d. représentant des menaces potentielles en termes d'urgences.
- ii) Liste des besoins recensés satisfaits et non satisfaits
Liste des méthodes/technologies utilisées répondant aux besoins en routine ou encore non suffisamment testées.
Liste des méthodes/technologies manquantes qui seraient utiles à développer à court et à moyen terme associées à une étude prospective.
Ces listes seront fournies aux actions 2, 3 et 4 pour la réalisation des étapes suivantes de ce RMT.
- iii) Formaliser les besoins des producteurs sous trois formes :
 - a) - Analyse prospective sur les technologies/méthodologies à améliorer et à rendre plus facilement utilisables,
 - b) - questions à la recherche et au développement en vue d'orientations de futurs travaux académiques ou appliqués,
 - c) - information vers les décideurs en vue d'ajustement réglementaire et des politiques publiques.

Livrables :

L'ensemble de ces livrables intermédiaires se feront à destination des autres actions du RMT afin de les analyser d'une manière conjointe et de finaliser leur réalisation.

- Formulaire de questionnaires d'enquête par filière à destination des différents réseaux identifiés,
- Compte rendu des ateliers de synthèse par filière et transversaux par type d'outils,
- Rapport de synthèse d'enquêtes par filière et général,
- Rapport formulant des questions à la recherche,
- Listes de méthodes/technologies identifiées répondant aux besoins mais non encore testées,
- Liste des besoins pouvant intéresser la plateforme ESV en lien avec l'action 1B,
- Rapport à destination des institutionnels concernant l'expression des besoins des professionnels et des possibilités d'actions concrètes et efficaces,
- Articles dans la revue Phytoma ou autres,
- Organisation d'un séminaire spécifique de restitution et d'échange en liens avec l'action 4_B.

B) Identification des outils et méthodes issus la Plateforme ESV et pouvant répondre à certains des besoins identifiés

Animateurs : ANSES : Anne Quillevere, ACTA : André Chabert

Partenaires : ARVALIS, ASTREDHOR, CIRAD, FN3PT, FREDON France, INRAE.

La plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV) a été créée le 09 juillet 2018. Il s'agit d'une structure collaborative pluridisciplinaire dédiée à l'amélioration de la surveillance en santé végétale. Cette plateforme regroupe 6 membres à savoir INRAE, l'Anses, l'Acta-les instituts techniques agricoles, l'APCA, FREDON France et la DGAL et prochainement le Cirad (<https://plateforme-esv.fr>).

La description des risques sanitaires fait partie intégrante des missions de la plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale. Pour cela, elle s'appuie sur des données issues du terrain dans le cadre de la Surveillance des Organismes nuisibles Réglementés ou Emergents (SORE) (Instruction technique DGAL/SDQSPV/2020-193) et met en place un certain nombre d'outils et de méthodes pour la description des risques. Son programme de travail, défini par ses membres, se concentre sur les organismes nuisibles réglementés (en particulier les organismes de quarantaine prioritaires) ou émergents. Cette action a pour objectif d'identifier les productions de la Plateforme ESV qui pourraient s'appliquer à d'autres organismes nuisibles d'intérêt pour les professionnels, ou pour des dispositifs n'entrant pas dans le champ de la plateforme, au regard des besoins identifiés dans l'action 1A (Préciser les besoins des professionnels en termes de nouvelles approches et techniques en santé végétale relatifs aux organismes nuisibles préoccupants). Les professionnels pourront s'approprier les méthodes et outils ciblés au travers de formations et de supports d'information mis en place dans l'action 4 (Informer et former en épidémiologie en santé végétale). La finalité est de mettre en place des stratégies d'optimisation de l'ensemble des dispositifs de surveillance du territoire grâce à une complémentarité des travaux et des outils existants au sein de l'ensemble de la filière végétale y compris ceux de la plateforme.

L'efficacité de la surveillance repose sur des données de terrain qui doivent être à la fois fiables et représentatives de l'état sanitaire du territoire à un instant donné. C'est pourquoi une partie de cette action sera dédiée à la qualité des données.

- Cartographie des dispositifs

Dans un premier temps, un état des lieux des différents dispositifs de surveillance de la composante biotique des agrosystèmes sera réalisé. Pour cela, une enquête sur le maillage territorial dans le cadre

du réseau d'épidémiologie (Instruction technique DGAL/SDQSPV/2019-876) et de la SORE (DROMs compris) sera mise en place par filière pour le suivi d'organismes nuisibles préoccupants, la détection d'émergence ou de ré-émergence ainsi que le suivi de la résistance aux produits de protection des plantes. Cette enquête sera menée au sein des chambres d'agriculture, des instituts techniques agricoles, du réseau FREDON France et du Réseau de Réflexion et de Recherche sur les Résistances aux Pesticides (R4P) en concertation avec les membres de l'action 3A (Cartographier les acteurs et méthodologies). L'objectif de cette cartographie est d'identifier les dispositifs afin de mettre en évidence les complémentarités, redondances et synergies dans la surveillance en santé du végétal.

- Qualité des données

Suite aux résultats de l'enquête de cartographie des dispositifs de surveillance, l'avis des responsables des dispositifs sur la qualité des données sera traité à plusieurs niveaux *i.e* méthodes de collecte, standardisation et exploitation des données. Cette étude permettra d'identifier les dispositifs pour lesquels une méthode développée pour l'amélioration de la qualité des données pourra être mobilisée dans le cadre du RMT. Ainsi, le guide pratique sur la qualité des données de surveillance rédigé conjointement par les trois Plateformes de surveillance (santé végétale, santé animale et sécurité de la chaîne alimentaire) pourra être déployé dans le cadre du réseau d'épidémiologie avec pour objectif l'utilisation d'un référentiel commun pour l'ensemble du réseau de surveillance. Cette démarche permettra de partager une vision commune de la qualité des données et une façon de l'animer tout au long de la chaîne d'acquisition et de traitement. La plateforme viendra donc accompagner les experts filières identifiés dans cette partie dans l'utilisation de ce guide au travers de l'action 4. Un retour d'expérience aux membres de l'action 1B sera réalisée dans une démarche itérative d'amélioration continue et d'adaptation du guide à d'autres dispositifs.

- Description et analyse de risque

Dans cette partie, nous nous attacherons à nous appuyer sur les outils et méthodes développés par la plateforme pour les mettre à disposition du réseau d'épidémiologie des organismes nuisibles et de suivi de la résistance aux produits de protection des plantes. Il s'agira ici de favoriser les interactions entre les filières, les chercheurs et la plateforme pour répondre au mieux aux besoins recensés dans l'action 1A. Une réflexion sera menée sur une mutualisation des différents outils de collecte et d'analyses de données, de cartographie des risques et de prévision des risques développés par la recherche et la plateforme. Cette démarche se fera en interaction avec les avis d'expertise de l'action 2 (Evaluer les nouvelles technologies utilisables pour la description, la prévision et l'évaluation des risques en santé des végétaux). Pour cela, des cas d'étude seront choisis sur la base de critères prédéfinis en concertation avec des experts des dispositifs de surveillance. Il s'agira ici de cibler des organismes nuisibles préoccupants pour lesquels des besoins ont été identifiés. En concertation avec les acteurs de l'action 1A et 2 des échanges communs entre la plateforme, la recherche et les professionnels devront être mis en place afin d'identifier des axes de développement pour la description et l'analyse de risque mais aussi à d'autres échelles *i.e* méthodes d'échantillonnage, cartographie du risque, collecte de données... Un retour de l'ensemble de ces réflexions sera fait dans le cadre de l'action 4B et pourra déboucher sur la mise en place de projets collaboratifs avec la plateforme.

Livrables :

Retour d'enquête

Rapport de synthèse sur la collecte et le traitement de données des différents dispositifs

Formation à l'utilisation du guide pratique sur la qualité des données (Action 4)

Retours sur la formation à l'utilisation du guide pratique de la qualité des données et retours d'expérience sur sa mise en œuvre par la filière (avantages, inconvénients)
Rapport de synthèse de la réflexion de mutualisation des outils de description et de prévision des risques
Liste de projets collaboratifs pour déployer les outils de la Plateforme à d'autres dispositifs de surveillance

Action 2 : Évaluer les nouvelles technologies utilisables pour la description, la prévision et l'évaluation des risques en santé des végétaux

Objectif : Co-construire des avis d'experts sur les possibilités d'application des techniques existantes et nouvelles de description et de prévision des risques en santé des végétaux.

Les partenaires/membres du RMT conduisent de nombreux travaux et disposent d'outils concernant l'analyse des risques liés aux bioagresseurs émergents et réglementés et la prévision des dégâts causés par les bioagresseurs non-réglementés et faisant partie des agro-écosystèmes. Dans le cadre de ce projet de RMT, la prévision des dégâts est considérée à l'échelle de la parcelle et l'analyse des risques à une plus large échelle qui peut être un territoire ou une région¹.

Les structures auxquelles appartiennent ces partenaires détiennent aussi des données d'interception, des données issues de publications scientifiques, d'enquêtes, d'alertes qui peuvent servir à calibrer les outils ou à aider à l'interprétation des données qu'ils génèrent pour l'analyse des risques.

Par ailleurs, certaines filières possèdent des outils de modélisation (pour la prévision des dégâts) suffisamment prédictifs pour des bioagresseurs majeurs. Néanmoins de nombreux couples bioagresseurs /plantes ne sont pas ou peu analysés.

En s'appuyant sur les travaux de l'action 1, l'objectif de cette action est d'identifier les méthodes et outils innovants en biovigilance permettant de mieux anticiper les émergences ou re-émergences de bio-agresseurs et les effets non-intentionnels des produits phytopharmaceutiques. Les partenaires du RMT, chacun expert dans son domaine de compétence, pourront établir un avis commun et documenté sur ces nouvelles méthodes et outils mis en œuvre ou en développement, précisant leur champ d'application le plus pertinent, leurs avantages et inconvénients ainsi que leurs limites.

La collecte d'avis d'experts sera organisée via des réunions et auditions de ceux-ci au cours d'ateliers et séminaires dédiés. Nous ferons appel à des experts du réseau de laboratoires, de recherche ou en s'appuyant, entre autres, sur les résultats du RMT VEGDIAG et des projets CASDAR ou européens.

Les avis émis par les experts porteront sur les différentes possibilités d'extension d'usage de ces méthodes et de ces outils. Au travers de quelques exemples, l'usage des méthodes et des outils disponibles sera mis en adéquation avec les nouveaux besoins des filières et des acteurs de ces filières formalisés dans le cadre de l'action 1B.

Ainsi, les informations rassemblées dans le cadre de l'action 2, sur les avantages et les limites de ces méthodes, contribueront à stimuler leur développement et ainsi à leur déploiement sur le terrain.

¹ **analyse** : évaluation de la nuisibilité d'un bioagresseur émergent et /ou ré-émergent (via des réseaux d'observation et/ou de la modélisation, et l'étude de la littérature scientifique), réalisée à l'échelle d'un territoire ou d'une région, et de sa possible extension ; **prévision** : estimation du développement et/ou de la nuisibilité de bioagresseurs (par l'observation et/ou la modélisation) réalisée à l'échelle de la parcelle.

A) Evaluer les méthodes de description des risques

Sous titre : Émettre des avis co-construits sur les méthodes de description des risques

Animateurs :

ANSES : Christophe Plantamp, INRAE : Jean Claude Streito

Partenaires : ACTA, ANSES, ARVALIS – Institut du végétal, CIRAD, CTIFL, FDGDON La Réunion, FN3PT, FNAMS, IFV, INRAE, IT2.

Le diagnostic est la première étape, fondamentale, pour toute réflexion en amont des prises de décision en vue de limiter le risque présenté par la diversité des bioagresseurs associés à chaque production végétale. Le diagnostic peut concerner des domaines aussi divers que l'identification d'un bioagresseur, la détection de sa présence ou la détermination de ses caractéristiques (nuisibilité, gamme d'hôtes, transmission, dispersion, etc...).

Alors que les techniques de diagnostic sont en constante évolution, les besoins s'accroissent très rapidement, du fait de l'augmentation continue du nombre de bioagresseurs présents sur les cultures, conséquence des changements globaux affectant les agroécosystèmes (Poliakoff *et al.*, 2018).

D'une part, les cohortes de bioagresseurs et des auxiliaires qui régulent leurs populations évoluent en permanence : les échanges commerciaux ainsi que la circulation de personnes conduisent à l'introduction de nouveaux organismes (Mifsud *et al.*, 2010 ; Martinez *et al.*, 2014) ; les modifications du climat affectent également leur répartition ; enfin, les changements de pratiques intra parcellaires ou dans les compartiments naturels, dont notamment la volonté de diminuer l'utilisation des produits de protection des plantes, entraînent des émergences et ré-émergences (Lu *et al.*, 2010) et de manière générale une augmentation de la diversité biologique dans les agroécosystèmes.

D'autre part, des techniques de détection et de description, dérivées des progrès de la transcriptomique ou de la génomique, se développent très rapidement (Nezhad, 2014). Elles permettent une caractérisation de plus en plus fine et de plus en plus massive des organismes impliqués en santé des plantes et de leurs caractéristiques (Augustin *et al.*, 2012 ; Streito *et al.*, 2018). Certaines de ces techniques sont en passe de pouvoir être utilisables aux champs (LAMP, séquenceurs MinION,... ; Lau & Botella 2017). Les données acquises et à traiter englobent des domaines larges qui vont de l'analyse de l'ADN environnemental aux sciences participatives.

L'objectif de cette action est de recenser et d'évaluer toutes les méthodes disponibles pour décrire la diversité biologique autour de l'agroécosystème afin d'accompagner les professionnels dans le choix de la technologie la plus pertinente au regard de leurs problématiques. Cette action s'inscrit dans le cadre d'une démarche intégrative *One Health* abordant notamment la diversité biologique des parcelles cultivées mais décrivant aussi les organismes présents dans les milieux non cultivés et les échanges entre ces compartiments. Elle s'intéresse à la détection et l'identification des organismes mais aussi à leur caractérisation plus fine, comme des traits biologiques pouvant avoir un impact sur la production agricole (par exemple, la résistance aux produits de protection des plantes ou la virulence sur des cultivars résistants). Elle concerne aussi bien les bioagresseurs et leurs vecteurs éventuels, qui affectent directement la santé des plantes, que les auxiliaires qui régulent les populations de ces bioagresseurs, au sein de la biodiversité européenne et tropicale. Cette action évaluera l'efficacité des technologies en elles-mêmes mais essaiera aussi de comprendre les freins à leur utilisation à grande échelle par les professionnels agricoles.

Sans préjuger des innovations nouvelles qui verront le jour durant le fonctionnement du RMT, nous commencerons par étudier les avantages, les inconvénients et les potentiels de développement pour la santé des plantes des innovations techniques majeures suivantes :

1- Les usages possibles des techniques de Séquençage à Haut Débit (SHD) dans le cadre d'une approche « One Health ». Ces techniques qui permettent d'identifier l'ensemble des génomes d'organismes présents dans un échantillon donné, permettent un diagnostic sans *a priori* pour la détection des agents pathogènes ou autres organismes (Diaz-Cruz *et al.*, 2019 ; Massart *et al.*, 2014 ; Studholme *et al.*, 2011). Ces approches offrent la possibilité d'explorer des domaines de la biodiversité jusque-là hors de portée (quelles proies a consommé tel prédateur par exemple ; Gardy & Loman, 2018) mais peuvent présenter des biais et des incertitudes que nous analyserons. Par exemple, les techniques SHD de dernière génération, basées sur les nanopores (MinION), annoncent une révolution en termes de portabilité, temps réel, lectures longues et coût d'investissement marginal (Filloux *et al.*, 2018 ; Shaffer 2019). Il reste cependant à déterminer si le taux d'erreurs, plus élevé que pour les techniques de seconde génération (Illumina), pénalisera l'assignation taxonomique des lectures. La complexité du traitement des données, l'évolution rapide des logiciels d'analyse et la qualité des bases de données peuvent aussi impacter la validité du résultat (Schlaberg *et al.* 2017). Les assignations taxonomiques et le diagnostic dépendent en effet de la qualité des bases de référence qui doivent continuer d'être curées (Steinegger & Salzberg, 2020).

Quelques exemples d'utilisation qui seront expertisés :

i) dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle réglementation phytosanitaire, de nouveaux schémas de certification vont être établis se traduisant par beaucoup d'autocontrôles (Règlement Européen d'exécution 2019/2072). Dans ce cadre, l'identification des virus nuisibles des arbres fruitiers et de la vigne est un point critique et l'apport des nouvelles technologies de type SHD constituera un premier cas d'étude pertinent à soumettre au débat d'experts (suites du projet Casdar VIRVALID). L'identification de différents microorganismes (bactéries, virus, etc.) par SHD sur semences et plants est aussi concernée. Par exemple, en production de plants certifiés de pomme de terre, il existe des besoins d'expertises et de réponses rapides à des suspicions ou interceptions à l'exportation. Une étude de cas est prévue sur des outils de caractérisation rapide de la diversité microbienne associée à la pomme de terre.

ii) Aux Antilles et à la Réunion, la priorité sera donnée aux retours d'informations sur les méthodes de diagnostic les plus pertinentes à mettre en œuvre dans les procédures de certification de plants en vue de leur introduction ou de leur multiplication. Les problèmes sont variés ainsi que les approches en diagnostic. Par exemple, sur agrumes, les principales menaces sont le Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*), mais également la tristeza (Citrus tristeza virus) et le chancre asiatique (*Xanthomonas citri* pv. *citri*) avec des souches résistantes au cuivre (Richard *et al.*, 2016 ; 2017). Concernant les viroses, des approches combinant assainissement, caractérisation des communautés virales et développement de méthodes de diagnostic ciblé sont développées ou envisagées sur plusieurs filières. Aux Antilles, par exemple, certaines de ces méthodes sont utilisées en routine par le programme d'assainissement du CRB Plantes Tropicales (projet Safe PGR « Towards Safer Plant Genetic Resources through improved viral diagnostics »). A la Réunion, un projet est en cours de développement pour l'évaluation, l'assainissement et la certification de cultivars de manioc pour la région Océan Indien (projet FOODSEC). Une réflexion inter-DROM sur les outils et approches les plus pertinents est nécessaire. Une interaction avec la plateforme de diagnostic phytosanitaire à La Réunion (RITA CIRAD-ANSES-FREDON <https://coatis.rita-dom.fr/reunion/?HomePage>) sera privilégiée.

iii) l'utilisation des technologies SHD pour l'étude des acides nucléiques (ADN et ARN) environnementaux permet potentiellement de suivre les transferts de pathogènes entre les milieux cultivés et non cultivés (Ma *et al.*, 2020), la dispersion de pathogènes via la tare terreuse déplacée par les engins agricoles (projet Casdar NemaTools ; Le Roux *et al.*, 2020), la vexion d'agents pathogènes par des insectes (Cruaud *et al.*, 2018), des nématodes (Garcia *et al.*, 2019) ou d'autres vecteurs, les réseaux trophiques plante/bioagresseurs/auxiliaires et antagonistes (Galan *et al.*, 2018) et des scenarii

épidémiques à l'échelle mondiale (Hily *et al.*, 2019) en associant des données de datamining. Le développement, l'intérêt et les limites des SHD pour l'étude fine des relations fonctionnelles entre tous les organismes et compartiments impliqués dans la santé des plantes seront expertisés.

iv) la détection et la description de résistance des bioagresseurs aux produits de protection des plantes ou de leur capacité à contourner des résistances variétales seront étudiées. Dans un contexte de diminution de l'usage et de la diversité disponibles des produits phytosanitaires de synthèse, l'identification des émergences de résistances d'organismes nuisibles aux produits de protection des plantes nécessitent d'étendre le panel de nouvelles technologies qui ne sont pas toujours évaluées à grande échelle dans les conditions agronomiques de production. Deux technologies seront particulièrement analysées : a) les outils de détection et de quantification des résistances aux produits de protection des plantes par approche SHD, avec l'exemple de tests développés sur adventices (ambrosie et ivraie notamment) permettant de détecter massivement les génotypes possédant une résistance aux inhibiteurs de l'acétolactate synthase (ALS) ou de l'acétyl-CoA carboxylase (ACCase) dans des populations du champ (Délye *et al.*, 2020) ; b) Les outils de détection moléculaires de la résistance utilisables directement au champ tels que la LAMP (Loop mediated isothermal AMPLification) peuvent permettre d'adapter les pratiques agricoles aux statuts de résistance. C'est notamment le cas de tests LAMP sur la résistance au cuivre de *Xanthomonas citri* pv. *citri* sur agrumes (thèse de D. Richard) ou sur la résistance du ray-grass aux inhibiteurs de l'ALS (issu du projet Casdar DIY-LOL).

2- *L'imagerie mise en œuvre à l'échelle de parcelles comme méthode de détection précoce (Télé-détection ou Remote sensing)*. Actuellement, ces techniques sont opérationnelles pour le suivi des virus de la Tristeza sur agrumes et de la Sharka sur *Prunus* en Italie (CIHEAM) ou encore le feu bactérien. Des développements sont aussi en cours pour détecter des foyers de nématodes à galles via de l'imagerie hyperspectrale (Susic *et al.*, 2018 ; Zibrat *et al.*, 2019). Non seulement ces méthodes permettent la détection précoce dans des zones indemnes, l'éradication/le contrôle de la dispersion d'un nuisible mais aussi d'analyser la dispersion spatiale et temporelle d'une maladie. Elles sont également en cours de tests dans le cadre de projets nationaux et européens. Par exemple, le projet H2020 POnTE a permis de développer un système pour identifier les oliviers potentiellement contaminés par *Xylella fastidiosa* en Italie d'une part, les parcelles de carottes attaquées par *Candidatus Liberibacter solanacearum* en Espagne d'autre part (Hornero *et al.*, 2020 ; Zarco-Tejada *et al.*, 2018). Ce système fonctionne dans le premier cas alors que c'est un échec dans le second. Par ailleurs, les professionnels de pratiquement toutes les régions viticoles, mais aussi le réseau FREDON et la DGAL s'interrogent sur la réelle efficacité, la pertinence et l'intérêt de drones embarquant des capteurs hyperspectraux dans le cadre des prospections liées à la lutte obligatoire contre la flavescence dorée (Al Saddik, 2019 ; projet DAMAV). Autant de questions sur ces techniques auxquelles nous apporterons des réponses en consultant les organismes ayant testé ces outils dans diverses situations. Cela permettra d'établir les couples cultures/ pathogènes pour lesquels il est judicieux de déployer des projets collaboratifs, de nombreux partenaires du RMT étant intéressés.

3- *L'utilisation de capteurs et de pièges connectés pour le suivi des bioagresseurs, vecteurs, insectes ou spores en temps réel*. Ces outils se développent, leurs potentialités étant importantes en santé des plantes mais sans que les critères d'évaluation, notamment leur spécificité, ne soient bien connus. Un partage d'expertise et de veille sur l'application de l'imagerie et les capteurs, sur les kits de terrain, sera organisé afin d'identifier le « grain » des diagnostics possibles ainsi que la méthodologie d'interprétation des résultats.

4- *Utilisation de la reconnaissance d'images et de la morphométrie automatisée dans le cadre d'une surveillance professionnelle ou citoyenne de la santé des plantes*. Le développement d'outils de reconnaissance par l'image est en pleine révolution. Le succès à la fois populaire et technique de l'application smartphone PlantNet (<https://plantnet.org/> ; Barthélémy *et al.*, 2016) ainsi que des

applications E-phytia (<http://ephytia.inra.fr/fr/CP/30/Identifier-connaître-contrôler>) ouvre des perspectives immenses en termes de reconnaissance automatique de bioagresseurs et de leur suivi. Toutefois plusieurs questions se posent : la reconnaissance par l'image peut-elle s'appliquer à tous les bioagresseurs (insectes, virus, bactéries, oomycètes, symptômes, organismes utiles, etc...), avec quelle fiabilité, doit-elle être réservée à l'usage des professionnels ou déployée dans le cadre d'outils participatifs, faut-il la valider par une approche barcoding ? Par ailleurs, grâce aux nouvelles méthodes de numérisation automatisée, il est désormais possible d'étudier plus rapidement et même parfois plus précisément les données morphologiques. L'automatisation et la standardisation des études morphométriques facilitent l'identification des espèces connues et l'étude de complexes d'espèces. De telles approches sont actuellement en développement chez les nématodes à kystes du genre *Globodera* dont l'identification des espèces reste complexe et nécessite un niveau d'expertise élevé. La création d'outils capables d'explorer rapidement la morphologie d'un grand nombre d'individus doit permettre d'améliorer l'identification dans ce complexe d'espèces mais aussi d'accéder à un diagnostic par l'image complémentaire aux approches de diagnostic moléculaire.

5- *Évaluation du diagnostic rapide par des chiens renifleurs*. Des chiens sont utilisés en routine dans les ports et aéroports pour effectuer des contrôles phytosanitaires (détection de produits végétaux, de larves d'*Anoplophora glabripennis* dans les palettes et les foyers ; Hoyer-Tomiczek *et al.*, 2016). Ils ne sont pas les seuls à posséder un système olfactif hautement discriminant et l'utilisation d'autres vertébrés (rats, chèvres, truie...) ainsi que des invertébrés (abeilles, mouches des fruits, guêpes...) est une nouvelle voie de recherches avec des applications variées (Leitch *et al.*, 2013 ; Mendel *et al.*, 2018). Ainsi, suite aux travaux sur la détection précoce et rapide du HLB (greening) par les chiens (Gottwald *et al.*, 2020), les agrumiculteurs de Floride ont désormais recours à ces animaux via un prestataire de service (<https://canine-detection.com/> consulté le 29/04/2020). D'autres applications au diagnostic pourraient être envisagées. Plusieurs partenaires du RMT sont intéressés par ce sujet, et particulièrement les DROM notamment la Réunion avec la résurgence de HLB observée depuis 2015. Nous évaluerons les perspectives en diagnostic.

Il s'agit là de techniques qui ont suscité de l'intérêt de la part des partenaires du RMT. Cette liste n'est pas limitative et sera complétée au fur et à mesure de l'inventaire des méthodes et de la mise au point de nouvelles technologies.

Pour répondre à toutes les questions que pose le développement rapide des nouvelles technologies, le RMT organisera un ou plusieurs *workshops* regroupant les fournisseurs, les créateurs de prototypes, les scientifiques évaluateurs de méthodes innovantes, les laboratoires et filières utilisatrices (instituts techniques, interprofessionnels, pépinières, etc...). L'identification des technologies les plus pertinentes qui émanera de ces rencontres permettra de mobiliser des partenariats autour de tests d'utilisation/validation qui pourront être réalisés dans le cadre de projets CASDAR ou d'autres types de financement. En lien avec l'action 4 du RMT, des rapports d'évaluation seront partagés et des supports didactiques présentant les avantages et limites de ces technologies seront produits de façon collaborative pour une diffusion large, afin que l'ensemble des citoyens puissent accéder à l'information. Ces supports seront rendus accessibles sur le site du RFSV/RMT et sur une plateforme de vidéos en ligne afin de toucher le plus grand nombre de professionnels.

Livrables :

Production de guides, documents synthétiques et didactiques rassemblant les avis d'expertise (principes, domaine d'utilisation, prérequis, avantages, inconvénients, limites) mis en ligne sur le site du RFSV /RMT, en lien avec l'action 4.

Supports de formations initiales et continues en rapport avec l'action 4C.

Recenser et stimuler le montage de projets collaboratifs visant à renforcer l'expertise sur des technologies fédératrices comme les techniques fondées sur l'imagerie ou les techniques de Séquençage à Haut Débit pour le diagnostic.

Avec l'action 4 du projet, organisation de *workshops* entre experts et de séminaires d'informations.

B) Evaluer les méthodes d'analyse de risques (liés essentiellement aux organismes réglementés)

Sous-titre : Emettre des avis co-construits sur les méthodes d'analyse de risques posés par les organismes réglementés

Animateurs : ANSES : Emmanuel GACHET, FREDON France Sophie PIERON

Partenaires : ACTA; ARVALIS – Institut du végétal, FREDON France IFV, INRAE.

L'analyse du risque phytosanitaire (ARP) est, selon la définition de la FAO, un « *processus consistant à évaluer les données biologiques ou autres données scientifiques ou économiques, pour déterminer si un organisme est nuisible², s'il devrait être réglementé, et la sévérité des mesures phytosanitaires éventuelles à prendre à son égard* »³. L'analyse du risque phytosanitaire est employée pour les organismes nuisibles absents ou non largement disséminés dans un territoire donné, national ou communautaire, mais présents chez les partenaires commerciaux, et qui présentent un risque d'introduction et de dissémination.

De manière générale, l'ARP de l'organisme nuisible se décompose en trois étapes : i) la définition de la zone géographique à prendre en considération (la zone ARP), ii) l'évaluation du risque, avec l'évaluation de la probabilité d'entrée, d'établissement et de dissémination de l'organisme nuisible, et de leurs conséquences économiques potentielles conduisant à la catégorisation de l'organisme nuisible en organisme de quarantaine ou en organisme réglementé non de quarantaine, et iii) la gestion du risque phytosanitaire, avec l'évaluation et la sélection des mesures qui pourraient être mises en œuvre.

Les organismes réglementés de quarantaine (ORQ) sont ceux qui ont « *une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui ne sont pas encore présents dans la zone considérée ou, s'ils sont déjà présents, qui ne sont pas largement disséminés et font l'objet d'une lutte officielle.*

Les organismes réglementés non de quarantaine (ORNQ) sont ceux qui « *représentent un risque avant tout économique jugé inacceptable pour le territoire pris en compte.* »

L'analyse de risque répond à différents enjeux : i) une diversité de critères à prendre en compte pour qualifier un risque phytosanitaire lié à un organisme nuisible, et ii) l'objectivation de la cotation du risque qui repose sur des dires d'experts

L'analyse multicritère permet de prendre en compte plusieurs critères à la fois, de nature et de métrique variées (par exemple quantitatifs ou semi-quantitatifs) tout en les pondérant. L'intérêt de la méthode est que les parties prenantes peuvent co-construire la liste des critères et définir conjointement l'importance de leurs poids respectifs. L'analyse multicritère pour la question du risque peut avoir pour objectif par exemple :

i) la hiérarchisation des organismes nuisibles, comme dans BiOR²⁴,

ii) la hiérarchisation des méthodes de gestion du risque, comme dans la saisine sur les méthodes de lutte contre les processionnaires en milieu urbain (Anses 2013).

Généralement, l'analyse de risque est confrontée à la difficulté d'évaluer l'**impact économique** en chiffrant les pertes directes et indirectes liées à l'exposition des cultures aux bioagresseurs. Dans le

² Le terme « organisme nuisible », utilisé pour toute la partie relative à la présentation de l'Analyse de risque phytosanitaire, correspond au terme « bioagresseur » employé par ailleurs dans le programme RMT IDEAL.

³ Normes internationales pour les mesures phytosanitaires (NIMP 5) : Glossaires des termes phytosanitaires (FAO 2016)

⁴ Biological Organisms data Retrieval and Ranking System

cadre de la saisine sur l'identification des méthodes alternatives aux néonicotinoïdes et l'évaluation de leur efficacité (Anses, 2018), le coût des solutions alternatives n'a pas pu être chiffré par exemple.

L'analyse multirisque. On a souvent tendance à considérer les risques un par un mais en fait il existe souvent des interactions entre aléas, conduisant à des effets en cascade ou des synergies d'effets. Par exemple, un événement climatique comme la sécheresse peut prédisposer une plante aux attaques d'un ravageur. Ou une attaque concomitante d'un insecte ravageur et d'un champignon pathogène peut conduire à des dégâts plus importants. Une approche holistique pourrait être explorée pour aborder la question des aléas multiples interagissant sur la plante et aggravant (ou au contraire atténuant) les dégâts liés à un bioagresseur.

Les outils méthodologiques utilisés dans ce cadre peuvent être de natures diverses :

- des grilles d'analyse de risques,
- des élicitations de dires d'experts (de type probabiliste),
- des outils de hiérarchisation du risque (comme l'outil BiOR² développé par l'ANSES),
- des modèles bioclimatiques de type CLIMEX ou MAXENT qui permettent d'étudier l'effet des conditions climatiques sur la distribution potentielle d'une espèce cible et son abondance relative,
- des modèles mathématiques qui permettent de décrire des processus et quantifier les risques (développés par l'INRAE ou le CIRAD par exemple).

Ces outils sont largement employés dans le cadre des analyses officielles et pourraient être aussi pertinents en termes d'évaluation et de prévision pour d'autres usages. Ils pourraient notamment être utilisés pour évaluer ou prévoir le risque de bioagresseurs non règlementés et sur des filières moins étudiées voire orphelines sur le plan scientifique. Leur champ d'application à une échelle spatiale différente du territoire (pays, région, bassin de culture, ...) sera également étudié.

Les méthodes et les outils d'analyse de risques seront recensés en précisant leurs domaines d'application, leur intérêt et l'éventualité de leur combinaison sera analysée afin de proposer des approches méthodologiques génériques.

Ainsi, l'outil BiOR² associe une base de données à un système MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*) qui est basé sur une analyse multicritère. Il permet de hiérarchiser des organismes nuisibles (ON) selon des critères décrivant leur probabilité d'entrée, d'établissement, de dissémination ainsi que les impacts économiques et environnementaux pour un territoire.

La hiérarchisation des filières à risque pourrait ainsi se fonder sur plusieurs critères qui figurent déjà dans BiOR² comme : les volumes des importations, les origines des importations, les fréquences des importations, les dégâts provoqués par l'organisme, l'existence de méthodes de détection de l'organisme nuisible etc.

Des modèles bioclimatiques de type CLIMEX et MAXENT pourraient être mobilisés pour évaluer la probabilité d'établissement d'un organisme nuisible émergent potentiel pour constituer des cartes de probabilité d'établissement ou de distribution potentielle en relation avec le RMT modélisation Science des Données et Modélisation pour l'Agriculture et l'Agroalimentaire pour les données de météo France.

Le développement de modèles mathématiques spécifiques (e.g., modèle de dispersion du vecteur du nématode du pin ; Anses 2015, Robinet *et al.* 2019, Robinet *et al.* 2020) ou génériques (e.g., modèles génériques de voies d'invasion, Douma *et al.* 2015, modèles génériques d'expansion, Robinet *et al.* 2012, modèles épidémiologiques, Rimbaud *et al.* 2019) permettent une analyse du risque quantitative, voire prédictive. La plupart de ces modèles permettent aussi de tester l'efficacité de différentes

mesures de contrôle. Par exemple les résultats des modèles de distribution ou d'expansion sont des éléments clés de l'analyse de l'impact économique potentiel.

L'approche d'élicitation probabiliste (encore dénommée élicitation de dires d'experts) vise à augmenter le niveau de transparence des avis d'experts lorsque des appréciations qualitatives sont attribuées. Ainsi, dans le document guide conçu par l'OEPP⁵ pour réaliser une ARP pour des organismes de quarantaine, les probabilités d'occurrence d'un évènement (ex : la probabilité d'établissement d'un organisme nuisible dans la zone ARP) sont qualifiées qualitativement par 5 niveaux de probabilité (« très improbable », « improbable », « modérément probable », « probable » et « très probable »). A ces réponses sont associées 3 niveaux d'incertitude (« faible », « modéré » et « élevé »). L'approche probabiliste établit une correspondance entre la note qualitative de probabilité et un intervalle de valeurs dit « probabilité médiane élicitée » qui est le résultat de l'ensemble des réponses des experts. La variance de la « probabilité élicitée » permet ensuite de déterminer le niveau d'incertitude. L'élicitation du dire d'experts a par exemple été mise en œuvre dans une analyse de risque lié au champignon pathogène tellurique, *Fusarium oxysporum* responsable de la maladie de la variété de banane Cavendish pour les départements et régions d'Outre-mer (Anses, 2018).

Dans cette action, l'objectif est d'identifier un ou quelques cas d'étude ciblant une filière d'intérêt (par exemple la filière arboriculture fruitière) afin d'établir un cadre méthodologique général, applicable ensuite à d'autres filières. La priorité donnée à une filière sera établie par les experts du RMT et notamment au travers des retours du terrain sur les besoins des filières (action 1A).

Livrables :

- Comptes rendus des consultations d'experts et d'utilisateurs des technologies existantes et des nouvelles méthodes relatives aux évaluations des risques.
- Listes des avantages et des inconvénients selon les méthodes.
- Rapport concernant les possibilités de nouveaux usages des méthodologies employées dans le cadre des évaluations du risque.
- Diffusion de ces informations sous forme d'un guide des méthodes, d'articles dans la presse professionnelle et/ou dans la revue Phytoma.
- Recensement des projets collaboratifs potentiels visant à renforcer l'expertise sur des technologies fédératrices comme l'imagerie ou la métagénomique pour le diagnostic, des méthodes ou des outils pour la prévision des dégâts et l'analyse des risques.
- Fiche synthétique reprenant les grandes lignes de l'étude de cas d'une filière cible, afin de valoriser les résultats et appliquer cette étude à d'autres filières.

C) Co-construire des méthodes d'évaluation des outils de prévision des risques de développement des bioagresseurs des végétaux

Animateurs : François BRUN (ACTA) et François-Michel BERNARD (IFV)

Partenaires : Astredhor, CTIFL, CRA Bretagne, FREDON France, FN3PT, ITBIFPC, IT2.

Les « outils d'aide à la décision » sont au cœur des raisonnements de protection des cultures pour décider des traitements nécessaires ou encore d'optimiser le positionnement des traitements. Ces outils s'appuient largement sur des modèles de prévision des risques de développement des bioagresseurs à l'échelle du plant, de la parcelle ou de la zone agricole homogène. Ces prévisions, en alimentant les analyses de risques des réseaux de surveillance biologiques à l'échelle régionale ou plus directement les professionnels, déterminent pour une large part les stratégies de lutte contre les

⁵ Schéma ARP (lignes directrices 11-17053) basé sur la norme NIMP 11

bioagresseurs (champignons, bactéries, ravageurs, ...) mises en œuvre par les professionnels. Qu'ils soient gratuitement accessibles ou commercialisés, destinés à un large public ou dédiés à quelques utilisateurs avertis, ces outils de modélisation appliqués sont en perpétuelle évolution et toujours plus nombreux.

Dans ce contexte, il est plus que jamais nécessaire d'évaluer régulièrement la précision et la robustesse des outils de modélisation proposés dans le cadre de la lutte contre les bio-agresseurs des végétaux. Si l'inventaire de ces outils demande, par nature, une mise à jour permanente, les méthodes permettant de les évaluer se doivent d'être clairement définies, pérennes et aussi génériques que possible. Ainsi, les experts modélisateurs, animateurs des réseaux d'épidémiosurveillance, partenaires de cette action du RMT, se proposent : i) de mettre à jour l'inventaire des outils de prévision des risques établi dans le cadre du projet CASDAR 2009 « Inventaire des outils de Surveillance Biologique du Territoire » pour les principales filières végétales et ii) de co-construire ces méthodes d'évaluation des outils de modélisation proposés dans le cadre de la lutte contre les bio-agresseurs des végétaux. Dans un second temps, au travers de projets financés par des appels à projets dédiés, quelques cas d'étude choisis pourront servir de supports concrets pour tester et appliquer les méthodes ainsi développées.

Les résultats issus de cette expertise collégiale seront restitués dans le cadre des séminaires organisés dans l'action 4B. Par ailleurs, des supports de formation seront directement extraits de ces travaux et seront proposés dans le cadre de l'action 4C de ce RMT aux étudiants en formation initiale ainsi qu'aux conseillers et professionnels des différentes filières végétales.

Pour cette action, nous nous appuyerons sur une collaboration avec le RMT Science des données et Modélisation pour l'agriculture et l'agroalimentaire (www.modelia.org, 2020-2024). Ce RMT vise à proposer différents travaux d'échanges et d'approfondissement sur les méthodes dont les méthodes basées sur l'apprentissage machine sur de large jeux de données, mais aussi sur la question de la qualité de prédiction des modèles (analyse d'incertitude). Des actions communes pourront ainsi être proposées sur cette thématique de la qualité des modèles en protection des cultures afin de s'appuyer sur les méthodes les plus pertinentes.

Livrables :

- Guide méthodologique d'évaluation des outils de modélisation proposés dans le cadre de la lutte contre les bio-agresseurs des végétaux
- Etudes de cas (par exemple maladie de la jambe noire des pommes de terre),
- Organisation d'un séminaire d'information en lien avec l'action 4B
- Supports de formation en lien avec l'action 4C

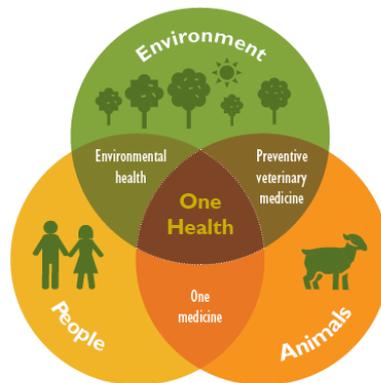
Action 3 : « One Health : une approche collaborative pour repenser la gestion de la santé végétale au sein des écosystèmes »

Cette action correspond à la gestion de la santé végétale au sein des écosystèmes comme une composante majeure de l'approche « One Health »

Animatrices : CIRAD Catherine ABADIE, FREDON France Sarah. Labruyère, INRAE C.E. Morris et C. Lacroix

Partenaires : ACTA, ANSES ; ARVALIS-Institut du végétal ; Chambre Agriculture 05, CIRAD, CTIFL Lanxade, FDGDON Réunion, FREDON, FN3PT, INRAE.

Le concept « One Health » prend sa source dans la théorie « One Medicine » en 1984 qui recommande l'association de la médecine humaine et vétérinaire pour faire face aux zoonoses. Il a évolué en intégrant les notions de [santé environnementale](#), puisque l'environnement joue un rôle indirect par la conservation des pathogènes et la transmission des maladies et/ou vecteurs de maladies humaines ou animales. Toutefois, les productions agricoles (partie intégrante de l'environnement) peuvent également jouer un rôle direct sur la santé humaine par les contaminations des denrées alimentaires et l'effet de certains pesticides.



Composantes du concept « One Health »

En 2019, EAT-Lancet commission prône un régime alimentaire sain issu de méthodes de production durables. C'est la 1^{ère} tentative d'une définition de but universel pour développer des systèmes alimentaires qui supporte la santé humaine et la durabilité de l'environnement.

Ainsi, l'enjeu majeur de l'approche « One Health » se situe au-delà du contrôle des maladies humaines et des zoonoses. Il s'agit aussi de concevoir des systèmes de production agricoles durables permettant une bonne alimentation (humaine et animale) ce qui nécessite une gestion optimale de la santé des plantes. Dans ce contexte, cette approche « One Health » peut être considérée comme une approche de Santé globale.

La santé des plantes est un élément déterminant du bon fonctionnement des agrosystèmes. Les recherches et actions en santé des plantes se focalisent sur les maladies et ravageurs qui impactent les récoltes (en termes de quantité et qualité), et sur les méthodes de protection des cultures. Ainsi, la santé des plantes impacte fortement la santé et le bien-être des populations humaines de façon directe (sécurité alimentaire) et indirecte (par des méthodes agro-écologiques de protection des cultures – alternatives aux pesticides - et respectueuses de l'environnement).

Ainsi, la santé des plantes devrait occuper une place importante au sein de l'approche « One Health », mais elle n'y est actuellement considérée que par son action directe sur la santé humaine (allergène, ergotisme).

Comme la santé végétale et les plantes sont une composante de l'environnement nous proposons de considérer également dans l'approche « One Health » les effets indirects de la santé végétale (surveillance et gestion des maladies) sur la santé humaine et animale. Ce cadre permettrait de repenser la gestion de la santé végétale au sein des agrosystèmes dans un contexte agroécologique en tenant compte de facteurs sociologiques (facteurs de société, mouvements de personnes et animaux...) et territoriaux (gestion des habitats, compartiments agricoles et non agricoles). Cette

approche nécessite de repenser l'écologie des ravageurs/pathogènes au sein d'un territoire, en relation avec leurs milieux/acteurs/écosystèmes, ce qui permettra de concevoir des systèmes de production plus résilients nouveaux leviers pour une gestion de la santé des plantes durable.

L'approche « *One Health* » a pour objectif de créer une valeur ajoutée pour la santé humaine et animale ainsi que pour l'environnement. Le concept « *One Health* » crée un cadre pour l'analyse de la complexité des facteurs liés à la dynamique des épidémies afin d'améliorer la santé humaine et le bien-être. Le concept permet d'orienter la prévention des risques sanitaires et le contrôle des maladies qui naissent à l'interface entre les humains, les animaux et leurs environnements. Il met l'accent sur les relations existantes entre la santé humaine, la santé animale et l'écosystème.

L'approche « *One Health* » nécessite ainsi de bien comprendre les relations entre les personnes, les animaux et l'environnement pour pouvoir agir afin d'assurer une santé globale de toutes les composantes de l'écosystème (diminution de l'utilisation de pesticides par des pratiques agro-écologiques, gestion spatiale des habitats et des parcelles agricoles, détection précoce de maladie émergentes...)

De ce fait, l'approche « *One Health* » repose sur un effort collaboratif des divers professionnels de la santé (de disciplinaires et institutions différentes), qui travaillent, localement, nationalement et internationalement pour obtenir une santé optimale pour les personnes, les animaux domestiques et sauvages, les plantes et leurs environnements. Ce type de démarche globale qui fait interagir de nombreux partenaires de secteurs différents (professionnels, producteurs, recherche, ministères) nécessite des méthodes participatives et collaboratives de concertation.

L'action consiste à promouvoir l'approche « *One Health* » en santé végétale au sein du réseau. L'action prévoit d'organiser des ateliers sur les méthodes de concertation collaborative (action 3A) et en les appliquant à des cas d'étude (Actions 3B).

Cette approche collaborative et globale de la santé végétale permettra d'optimiser la gestion de la santé végétale et l'épidémiosurveillance (par une anticipation/ détection précoce de l'émergence de pathogènes déjà connus ou pas), de rendant ainsi plus efficace la prévention et le contrôle des maladies et ravageurs existants.

Action 3A Cartographier les acteurs et méthodologies

Objectif 3A : Se doter des méthodologies nécessaires à une approche collaborative de la santé végétale en France. L'action consiste en 3 types d'action différentes.

Au préalable, un atelier ou une enquête (questionnaire envoyé par mail) auprès des membres du réseau sera organisé en concertation avec l'action 1B (recueil des besoins) afin de recueillir le degré de connaissance des participants de l'approche « *One Health* » et leurs besoins et intérêts d'implémenter une approche intégrée de la santé.

- Une cartographie de tous les acteurs de la santé végétale en France sera produite pour décrire les différents types d'acteurs existants, leurs missions et leurs interactions (Recherche, Instituts techniques et conseil agricole, Veille, Détection/diagnostic) et par grande zone géographique (métropole, DROM). Une réflexion sera menée pour évaluer le fonctionnement de ce réseau d'acteurs afin d'en améliorer la fonctionnalité et la complémentarité.

- Une série de 3 ateliers (de 2j/atelier) successifs (1/an) sera organisé pour permettre une implémentation de l'approche « One Health » dans la santé végétale. Ils seront dispensés par des spécialistes français (Cirad) et suisses (Université de Zurich) de l'approche One Health.

Les séminaires regrouperont de 20 à 30 participants d'institutions différentes (recherche, professionnels, ministères, ANSES, ...). Les séminaires successifs permettront d'initier les participants au concept One Health et aux méthodologies différentes nécessaires à une approche intégrée, et collaborative de la santé végétale. Les séminaires aborderont trois méthodes différentes et complémentaires. La pensée systémique sera abordée grâce à la conception et l'utilisation de cartes cognitives qui permettront une analyse détaillée d'un système complexe (ses composantes, les liens entre composantes et sa dynamique). Les changements de fonctionnement d'un groupe (changement d'objectif, ..) seront abordés par des outils de modélisation d'accompagnement (de type ComMod : qui permet de façon collective et participative de procéder à des changements pour atteindre un objectif commun). Des méthodes d'aide à la décision multicritère seront abordées ainsi que l'évaluation du degré d'intégration des actions. Des exercices de chaque méthode seront appliqués à des études de cas (Actions 3B).

- Un poster de présentation de l'approche « One Health » en santé végétale sera produit par le réseau comme support de communication pour un plus grand nombre de participants au sein de RFSV et à l'extérieur du réseau, afin qu'elle soit adoptée de façon importante dans les actions de prévention, surveillance et lutte contre les maladies/ravageurs des cultures en France et dans les DROM.

Livrables :

- Une cartographie fonctionnelle des acteurs en santé végétale en France (dont les DROMs) (2021)
- Trois séminaires sur les méthodes de réflexion participative et collaborative pour mettre en place une approche intégrée de la santé globale (2021, et deux en 2022).
- Une affiche sur l'approche collaborative de la santé végétale en France produit et diffusé (2023)

Action 3B Appliquer les concepts à des cas d'étude

L'action consistera en l'application de l'approche « One Health » à différentes études de cas lors d'ateliers dispensés dans l'action 3A. Les études de cas seront réalisées vis-à-vis de deux composantes majeures de la santé végétale en lien avec la santé de l'environnement : la surveillance de maladies/ravageurs/adventices (réglementées) et le contrôle de maladies/ravageurs par des pratiques agroécologiques. Une 3^{ème} étude de cas portera sur l'effet de plantes ou animaux sur la santé humaine. Pendant les ateliers, seront également organisés des discussions sur le lien entre les pesticides et la santé humaine.

Pour chaque étude des cas, les relations entre les acteurs feront également l'objet d'analyse tant en termes de gouvernance, d'organisation, de processus de prises de décision, de mesures effectivement prises et de leur évaluation. Les participants aux ateliers de formation se répartiront en 3 groupes (d'une dizaine de personnes maximum) pour chacun des trois cas d'étude.

Objectif 3B-1: Appliquer du concept « One Health » à des cas de surveillance d'agents phytopathogènes et des ravageurs

La surveillance biologique du territoire (SBT) de maladies/ravageurs présentes sur le territoire a pour objectif de connaître la situation sanitaire du territoire, améliorer le raisonnement des méthodes de lutte contre les organismes nuisibles et s'assurer du caractère indemne ou faiblement contaminé de notre territoire vis-à-vis d'organismes qui sont réglementés et/ou émergents en France, dans l'UE ou dans les pays tiers importateurs de nos produits végétaux. La SBT est constituée de deux composantes, comme indiqué dans l'action 1B, à savoir :

- La surveillance des organismes réglementés et émergents (SORE), contrôle officiel obligatoire en France, ayant pour buts de vérifier l'absence des organismes réglementés sur le territoire, de détecter au plus tôt les foyers pour mise en œuvre des mesures de gestion mais aussi de détecter de façon précoce l'émergence de nouvelles maladies due à une introduction de nouveaux pathogènes et/ou à la modification de pratiques cultures (variétés par exemple). La surveillance officielle, organisée par le Ministère de l'Agriculture, est généralement organisée par filière de production et basée l'observation de symptômes douteux sur les plantes hôtes à surveiller et par des prélèvements.
- La surveillance événementielle des organismes nuisibles (pour la plupart non réglementés) dont les objectifs sont à la fois de connaître la pression biotique liée à ces organismes, mettre en œuvre des mesures de lutte et également de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires par les agriculteurs, les collectivités et les particuliers grâce à l'observation de parcelles de végétaux. Pour ce faire, un réseau d'observateurs est organisé dans chaque région par le Comité Régional d'épidémiosurveillance et chapeauté par la Chambre Régionale d'Agriculture.

L'émergence de nouveaux maladies/ravageurs peut entraîner de forts impacts économiques (avec des pertes de rendements sur les cultures concernées, des interdictions d'exportation des produits agricoles, ...) au sein des filières agricoles.

L'analyse de la surveillance d'organismes nuisibles (réglementés ou non) tels que (*Ralstonia solanacearum* pour plantes maraichères), feu bactérien (*Erwinia amylovora*), ainsi que de maladies telles que le greening des agrumes à la Réunion et aux Antilles ou la rouille des céréales via une approche One Health permettrait d'atteindre plusieurs objectifs :

- Evaluer et améliorer l'efficacité de la surveillance (exemples : surveillance par zone géographique et non par organismes à surveiller, surveillance de compartiments sauvages, outils de détection sans a priori)
- Porter une attention particulière sur les réservoirs non connus
- Optimiser l'échantillonnage des parcelles à observer
- Valoriser au mieux ces données de surveillance et améliorer la diffusion de l'information auprès des filières

Objectif 3B-2: Appliquer du concept « One Health » à des cas de changements de pratiques agricoles pour privilégier l'agroécologie.

Les méthodes agroécologiques sont des innovations performantes qui visent à réduire voire éliminer l'utilisation des pesticides pour contrôler une maladie ou ravageurs de cultures améliorant ainsi la santé de l'environnement. Or, elles sont appliquées à l'échelle de parcelles agricoles, de l'exploitation agricole ou d'un bassin de production (changement de variétés). Or, l'application de méthodes agroécologiques peuvent avoir des conséquences néfastes ou bénéfiques sur d'autres composantes du système de production au sein ou à l'extérieur de l'exploitation. Ainsi, la mise au point

d'innovations doit suivre une approche globale de la santé pour ne pas viser que la santé de la culture mais de l'écosystème.

L'exemple des plantes de couverture en vergers en milieu tempéré (sur pommiers) et en tropical (en bananeraie) sera étudié. Les plantes de couvertures sont un mélange de plantes herbacées semées et/ou implantées de façon naturelle et maintenues de façon partielle ou sur l'intégralité du sol de vergers de façon à promouvoir plusieurs services écosystémiques (structure, qualité et drainage du sol ; diversité microbienne du sol et des communautés d'insectes pour contrôler l'invasion de mauvaises herbes et d'insectes ravageurs tout en réduisant l'usage de pesticides). De même, en maraîchage les cultures intermédiaires et associées ou « plantes de services » permettent de rendre des services écosystémiques bénéfiques. Or, ces couverts végétaux et /ou ces « plantes de services » peuvent entrer en compétition pour les ressources en eau et nutriments avec la culture, et pourraient être des réservoirs de micro-organismes y compris pathogènes pour la culture. Le cas du déploiement de nouvelles variétés (semences anciennes, variétés hybrides résistantes à une maladie par exemple) dans les agrosystèmes sera également étudié. Souvent les nouvelles variétés sont proposées aux agriculteurs pour résoudre une contrainte biotique et répondre à ces nécessités économiques. Or, la diffusion de nouvelles variétés innovantes a fait rarement l'objet d'une analyse préalable globale de leur intégration dans les agrosystèmes et l'écosystème (à part pour les variétés OGM). Le cas concret de nouvelles variétés de bananiers, ou des cépages résistants au mildiou de la vigne pourront être abordés.

Une analyse « One Health » permettra d'identifier tous les acteurs clés et leurs interactions devant jouer un rôle dans la diffusion des innovations agroécologiques (plantes de couvertures, nouvelles variétés) dans un territoire donné. En particulier, cette étude de cas permettra d'identifier d'éventuels nouveaux réservoirs de pathogènes et ravageurs et de mieux appréhender l'organisation de la diffusion de nouvelles pratiques agronomiques pour contrôler certaines maladies et ravageurs.

Objectif 3B-3: Comparer des démarches « One Health » pour la gestion des maladies des plantes avec celles de la gestion des plantes ou des animaux nuisibles à l'homme

En France métropolitaine, il existe un réseau national de la lutte contre les ambrosies, coordonné par le réseau FREDON France. Ces plantes envahissantes, originaires d'Amérique du Nord, provoquent des impacts sur la santé humaine (allergies au pollen), sur la santé des végétaux, via une forte problématique agricole (adventices des plus difficiles à gérer) et également sur la santé de l'environnement (diminution notable de la biodiversité sur les bords de cours d'eau). La coordination nationale de la lutte contre les ambrosies s'appuie sur des partenariats entre acteurs d'une grande diversité (médecins allergologues, gestionnaires d'espaces publics, chercheurs, représentants des collectivités, ministères de l'agriculture, de la santé et de l'environnement...), avec un intérêt commun : la santé humaine.

Dans les départements d'Outre-mer ; le réseau FREDON a la responsabilité de la mise en œuvre de luttes collectives contre les rongeurs (*Rattus sp.*). Ces animaux introduits dans les îles tropicales au cours des siècles passés provoquent d'important dégâts économiques en production végétale (toutes les filières sont touchées) et animale (leptospirose abortive des bovins). Ils transmettent également la leptospirose aux humains avec une incidence 70 fois plus élevée qu'en métropole à Mayotte, en Martinique et en Guadeloupe et 7 fois plus élevée à la Réunion (Données Santé publique France – Cire Antilles et Cire OI ; absence de données fiables pour la Guyane). Enfin ils impactent négativement la faune et la flore endémique. De nombreux acteurs travaillent sur l'un ou l'autre de ces impacts (ARS, IRD, GDS Réunion, Parc National...) mais il manque une surveillance coordonnée de tous les compartiments où ils sévissent.

Ces cas de surveillance seront analysés par l'approche « One Health » pour évaluer l'efficacité de ces réseaux de surveillance en métropole et dans les DROMs et appréhender les clés reproductibles de succès pour d'autres thématiques (ex. chenilles processionnaires, plantes toxiques telles que le *Datura stramoine*).

Chacun des 3 thèmes d'étude de cas sera travaillé par un groupe de participants différent mais au cours des mêmes ateliers de formation. Des restitutions du travail de chaque groupe seront prévus dans les ateliers afin de partager les réflexions de chaque groupe, de créer de la synergie entre groupe et de tirer des enseignements communs à chaque cas par rapport à l'approche « One Health ». A l'issue des 3 séminaires, un guide de méthode de travail collaboratif pourra être produit.

Livrables :

- Trois ateliers d'étude de cas par l'approche One Health identifiés par le réseau (2021, 2022)
- Guide de méthode de travail collaboratif par une approche « One Health » pour les plans de surveillance de bioagresseurs émergents et la diffusion de nouvelles pratiques agroécologiques (dont variétés innovantes)
- Révision des plans de surveillance de certains pathogènes/ravageurs étudiés et de pesticides

Action 4 : Informer et former en épidémiologie en santé végétale

A) Rassembler et diffuser les connaissances relatives aux bio-agresseurs préoccupants et aux outils disponibles vers les filières professionnelles et le grand public.

Animateurs : Institut Agro : Claire NEEMA, FREDON France : Sophie PIERON

Partenaires : ACTA, ARVALIS-Institut du végétal, ANSES, CIRAD, IFV, INRAE, FN3PT, IT2.

Objectif : Recenser des connaissances et informations adaptées sur la biologie, l'épidémiologie, les méthodes de description des risques des bioagresseurs. Cette action vise à mettre en relation ou aiguiller les professionnels, les entreprises, les chercheurs et le grand public vers les principales sources d'informations disponibles concernant l'épidémiologie végétale.

Notre démarche tiendra compte des informations déjà disponibles issues de plateformes ou sites existants (EPHYTIA, OEPP-global data base, RFSV, PESV, R4P, ProdINRAE, EFSA, ECOPHYTOPIC, GECO...), ou auprès des réseaux d'acteurs spécialisés en santé végétale, partenaires de cette action : Instituts techniques, FREDON, ANSES, INRAE... Les modalités de mise à disposition de l'information permettant un échange interactif seront privilégiées, afin de rester à l'écoute des besoins du terrain.

Ce travail se fera en concertation avec la plateforme d'épidémiosurveillance en santé végétale (ESV) ; l'objectif est que le mode d'information sur les organismes nuisibles - dont les ON émergents - soit harmonisé avec la plateforme ESV, que ces organismes soient réglementés ou non.

Au préalable, les partenaires de l'action - experts filières, experts sanitaires, chercheurs -s'attacheront à définir une démarche et un schéma type des bases de données à recueillir, catégoriser et mettre à disposition des personnes intéressées. Les différentes sources et bases de données de connaissances pouvant être interrogées seront recensées et leurs caractéristiques identifiées. Un panel étendu de

sources bibliographiques liées à des travaux scientifiques et de bases de données informatives (OEPP-EFSA, CABI, INPN, e-phytia,...) portent sur les bioagresseurs. Ils traitent de leur taxonomie, leur biologie, leurs facteurs de développement, leur épidémiologie, ainsi que d'analyses de risque.

L'OEPP a mis en place un projet d'une durée de 4 ans pour la révision des fiches informatives sur les organismes recommandés pour réglementation. L'OEPP développe également une base sur les résistances aux produits de protection des plantes abondée par les réseaux européens de surveillance des résistances et notamment le réseau français R4P associant Anses, INRAE et DGAL.

L'information sur de tels sujets parfois complexes et denses, généralement en langue anglaise, doit être accessible et utile aux opérateurs économiques et toute personne intéressée, selon le niveau de connaissance requis ou souhaité. Celui-ci s'appréciera par rapport à leur métier (professionnel, chercheur, enseignant, ...) ou à leur intérêt (information spécialisée, généraliste, transversale, grand public, ...). Pour ce faire, une diversité de bases de connaissances doit pouvoir être proposée afin de répondre aux différents besoins du terrain et au niveau de complexité des personnes intéressées.

Le RMT réfléchira aux moyens d'aiguiller les utilisateurs potentiels vers les sites supports de ces informations et d'une manière centralisée. La consultation de ces instances permettra aussi de faciliter l'interprétation des analyses de risques des organismes réglementés ou non, et de trouver un consensus sur la manière d'effectuer leur transfert vers un plus large public et d'une manière transversale aux filières (c'est une des valeurs ajoutées du RMT).

L'orientation vers ces diverses informations sera mise en œuvre selon une liste d'organismes les plus préoccupants définie par le collectif du RMT dans les livrables des actions 1 à 3 du présent projet. Ainsi, cette action s'appuiera notamment sur les retours d'enquêtes filières (action 1B), l'outil de priorisation des risques développé à l'Anses (BIOR2), les fiches d'alertes Anses, OEPP et EFSA. Le travail sera mené en lien avec l'approche de la plateforme ESV mais pour des organismes complémentaires, non réglementés. Les informations concernant les organismes nuisibles des DROM seront rassemblées selon un concept identique.

Cette action est en lien avec les enquêtes (action 1B) et actions pour diffuser les savoirs par les séminaires et formations (actions 4B - 4C). Elle contribuera, collectivement, par la mise en réseau, à :

- ✓ formaliser les connaissances, identifier et mettre à disposition des utilisateurs différentes sources de données sur les bioagresseurs avec une vision élargie et transversale,
- ✓ rendre plus rapidement accessible les connaissances sur les bioagresseurs actuellement secondaires ou potentiellement émergents/ ré-émergents et peu renseignés sur le plan épidémiologique,
- ✓ identifier les bioagresseurs d'importance non suffisamment renseignés (secondaires, potentiellement émergents ou ré-émergents),
- ✓ susciter le montage de projets ou études sur des cas ciblés ou problématiques rencontrées par certaines filières,
- ✓ optimiser les actions concrètes à mettre en œuvre.

Projets associés et/ou références

Etude de faisabilité du développement et de la valorisation d'une base de données sur l'évolution des pressions biotiques dans les parcelles agricoles. Mise en place de la veille sanitaire et scientifique de la Plateforme ESV, Rapport GIS GC HP2E, Projet HISTOPEST, Base de données OEPP, ProdINRAE, e-phytia...

Objet des livrables :

Catégorisation, identification et mise à disposition de références concernant les connaissances sur les bioagresseurs, en s'appuyant sur les ressources existantes et en alliant mode dématérialisé - mode interactif (lien avec action 4B séminaires), afin de privilégier les échanges avec le terrain et le grand public. Cette centralisation, veille scientifique des informations, sera aussi l'occasion de favoriser la science participative avec les agriculteurs et les citoyens.

En outre, nous identifions un besoin de disposer d'une **liste complète de bioagresseurs**, ravageurs, agents pathogènes et adventices présents en France métropolitaine et dans les DOM (outre les prioritaires). Un tel outil n'existe pas et serait un livrable très utile et important, qui nécessite un travail conséquent nécessitant de monter un projet financé (autre que le RMT).

Le présent RMT se donne pour objectif de mettre en place le cahier des charges de cette liste complète. Des pistes de réflexion pour formaliser ce livrable seront fournies : comment obtenir cette liste exhaustive de bioagresseurs et comment la pérenniser ?

Le RMT saisira les opportunités de déposer un tel projet, en s'entourant de spécialistes de tous les groupes taxonomiques, les filières, les experts et professionnels de terrain.

Livrables proposés :

- **Guide méthodologique** pour formaliser et mettre à disposition des connaissances en santé végétale et leurs synthèses vers les utilisateurs professionnels, l'enseignement et le grand public.
- **Recensement de fiches de reconnaissance et bulletins sanitaires** existants, propositions pour les rendre accessibles aux conseillers et aux producteurs avec renvoi vers des plateformes/sites qui les hébergent.
- **Liste de références** concernant l'identification d'émergences ou émergences potentielles, ou encore de bio-agresseurs préoccupants et de leur résistance aux produits de protection des plantes (suivi émergences et fiches alertes OEPP, retours de conférences, publications par les partenaires selon leurs domaines respectifs, sites, réseaux ou plateformes existants diffusant ce type d'information, ...).
- **Recensement d'applications smartphones et guide de construction** pour utilisateurs professionnels agricoles, renseignant les outils informatiques utilisés pour leur développement. Ce livrable permettra d'aider les filières non équipées de cette technologie à la mettre en place selon leur besoin, sur base du retour d'expérience des instituts techniques qui les utilisent déjà.
- **Cahier des charges d'une base complète de bio-agresseurs** (l'outil ainsi défini dans ce livrable dépendra quant à lui, de projets financés montés dans le cadre de ce RMT).

B) Organiser des rencontres multipartenariales et interdisciplinaires pour le déploiement des connaissances sur les approches innovantes utiles à la santé végétale

Objectif : organiser des séminaires et ateliers ouverts à tous pour des échanges approfondis sur les méthodologies innovantes et les nouvelles technologies utiles à la surveillance des bio-agresseurs.

Animateurs : CIRAD : Catherine ABADIE, Yolande CHILIN-CHARLES, Isabelle ROBENE, ANSES : Françoise POLIAKOFF, Pascal GENTIL ANSES; FDGDON Réunion : Estelle ROUX, FREDON Martinique Remi PICARD.

Partenaires : ANSES, ARVALIS-Institut du végétal, ASTREDHOR, CIRAD : Réunion, Montpellier, Mayotte, CTIFL, FREDON France, FREDON Guyane, IFV, IT2, INRAE, EPLEFPA Mayotte.

Cette action vise à offrir à un public professionnel large (i.e ; légumes/fruits, grandes cultures, forêt, vigne, ornements mais aussi espaces verts) de l'amont à l'aval des filières de production un accès le plus large possible et pluridisciplinaire aux dernières informations en matière de méthodes de diagnostic, de modèles de prévision des dégâts, de méthodologies d'analyse de risques et d'approche « One Health ». L'objectif de cette action est de restituer les résultats des autres actions du projet aux acteurs de la santé végétale.

Cette action s'appuiera sur les résultats des enquêtes (menées dans le cadre de l'action 1 pour l'identification des besoins des filières et des acteurs professionnels) pour orienter le contenu des séminaires ou conférences à programmer. Cette action s'appuiera également sur les évaluations et avis d'expert collectés sur les technologies de diagnostic, les modèles de prévisions et les méthodologies d'analyse de risque dans le cadre de l'action 2 et de les rendre plus accessibles aux professionnels de l'agriculture. Ceux-ci pourront ainsi s'approprier ces outils dans leur quotidien et contribuer à améliorer leurs connaissances et leur maîtrise de la santé des végétaux en particulier dans le domaine de l'épidémiologie et de la dynamique des populations des bioagresseurs des cultures avec *in fine* une utilisation mieux raisonnée et intégrée des techniques permettant leur régulation.

Ainsi, afin d'adapter l'offre à la demande, et surtout d'apporter l'information et la connaissance nécessaires aux acteurs, des journées de séminaire, conférence et ateliers seront organisées sur un rythme d'un événement par an ouvert aux professionnels sur les sujets suivants en s'attachant dans la mesure du possible à un déploiement chronologique. Les thèmes suivants sont envisagés :

- **Séminaire "Etat des lieux sanitaire relatif aux bio-agresseurs et plantes invasives identifiés au sein des laboratoires et services de diagnostic"**. Les laboratoires officiels et ceux du réseau français de la santé des végétaux (RFSV), recherche, instituts techniques, laboratoires privés seront invités à communiquer sur leurs activités marquantes et leur implication dans la bio-vigilance vis à vis des productions végétales tout en mettant en avant des thématiques fortes liées aux bioagresseurs émergents ou ré-émergents. La question de comment ces données pourront concourir au dispositif de surveillance et être partagées sera débattue lors d'une table ronde animée notamment par la plateforme ESV.
- Conjointement, des démonstrations par des fournisseurs de kit, des laboratoires et utilisateurs terrains de techniques d'analyse rapides, peu coûteuses et ou utilisables au champ sélectionnées comme pertinentes par les avis d'experts dans le cadre de l'action 2A seront proposées au cours de cette journée. La PCR LAMP, le Séquençage MinION, en seront des exemples. Leurs avantages, leurs limites, leurs critères de performance seront portés à la connaissance du public en toute transparence.

Une conférence : "Quelles innovations pour la santé végétale" s'articulera autour de deux thèmes :

"Outils innovants pour la détection des bioagresseurs" : (i) la plus-value et la limite des outils tels que le séquençage haut débit (SHD) , la bio-informatique, le barcoding appliqués au diagnostic, à la détection et à l'identification des bio-agresseurs ou encore à la détection des résistances aux produits de protection des plantes seront au programme; (ii) les techniques automatisées de morphométrie interdisciplinaires d'extraction, de détection dans des matrices complexes (sols, eau, pièges, insectes...) ou d'analyse de l'ADN permettant d'accéder à un inventaire global des organismes en présence (par exemple dans des échantillons de type environnemental et s'étendant aux compartiments non cultivés des agroécosystèmes seront abordées.

"Détection précoce des bio-agresseurs" : des démonstrations d'outils de détection précoce des bioagresseurs seront mises en oeuvre avec l'appui des instituts techniques (CTIFL,

ARVALIS, IT2, FREDON France et FREDONS DROM, IFV...) en lien avec les sociétés prestataires détentrices de matériels: pièges automatiques connectés, capteurs utilisés dans le monitoring des cultures permettant d'identifier les déterminants d'origine biotiques ou abiotiques comme constituants d'alerte et autres outils de détection précoce tels que la télédétection ou remote sensing, l'utilisation de drones, et chiens renifleurs (utilisés pour la détection sur agrumes). Des séquences vidéo commentées permettront d'apporter des explications détaillées et en cas de difficulté de mise en œuvre d'une démonstration physique.

- **Un séminaire « Intérêt des outils d'analyses de risques et de prévision des dégâts pour une meilleure anticipation des menaces phytosanitaires »** : le résultat de l'application d'outils d'analyse de risque à des cas d'étude et à certaines filières comme décrit dans l'action 2B sera illustré. L'OEPP pourvoyeur de nombreuses analyses de risques sur les bioagresseurs émergents et l'unité Expertise sur les risques biologiques (ERB) de l'Anses qui réalise également des analyses de risque lié aux bioagresseurs, associés à la Plateforme d'épidémiosurveillance en Santé Végétale seront les parties prenantes principales lors de ce séminaire mais aussi le réseau de la surveillance biologique du territoire (SBT). Leur intervention concernera notamment les modèles de prévision utilisés associés aux protocoles d'observation, la collecte des données, la qualité des données (déploiement du guide pratique), la cartographie du risque évalués dans l'action 2. Les nouvelles applications internet développées pour la veille sanitaire internationale et l'organisation de ces nouveaux flux d'information y seront développés.

Conjointement, des ateliers seront animés par les instituts techniques, les partenaires d'autres RMT (par exemple Science des données et modélisation), les partenaires de projets CASDAR (par exemple CHRYSO-POP (ARVALIS)), les Chambres d'Agriculture, des partenaires animateurs des Bulletins de la santé végétale (BSV), des partenaires des DROMS afin de présenter des modèles de prévision des dégâts utilisés dans le cadre de la rédaction des BSV et leur intérêt pour des interventions efficaces et ciblées.

Un séminaire « Santé des territoires et approche One Health » :

Le séminaire (d'une journée) a pour objectif de partager des méthodes et des connaissances qui replace la gestion de la santé végétale au sein de l'écosystème et de la société. Le séminaire abordera deux thèmes : (i) Les **méthodes et outils nécessaires à une approche intégrée et collaborative de la santé des plantes** et ce en lien avec la santé globale (santé de l'environnement et santé humaine) ; ils seront illustrés par des exemples actuels en santé animale et végétale. (ii) **Les impacts des réseaux d'épidémiosurveillance et d'innovations agroécologiques sur la santé végétale et celle de l'environnement** seront illustrés par des cas réels dans des systèmes de cultures maraichères, fruitières et viticoles de métropole et des DROMs.

- **Deux séminaires sur la « Surveillance et Diagnostic de maladies émergentes des principales cultures dans les DROMs »**
- Des ateliers démultipliés dans les différentes zones d'outre-mer (Antilles-Guyane et Océan Indien) ouverts et impliquant tous les acteurs de la surveillance biologique en zone tropicale permettront de présenter les divers outils et méthodes identifiées dans le cadre des actions du RMT et illustrés en particulier par des cas d'étude locaux : la production de banane et d'agrumes. Ces productions sont réalisées dans des contextes différents entre les DROMs (profession export et organisée aux Antilles pour le bananier et production diversifiée pour les agrumes) et avec l'appui d'instituts techniques (IT², ArméFhlor). Ces productions sont soumises à de nombreuses menaces nouvelles : cercosporiose noire la fusariose -R4T et la Maladie de MOKO pour le bananier, le Greening/HLB et chancre citrique pour les agrumes. Ces dernières menacent également l'Europe Ces séminaires seront adossés à des évènements

locaux organisés dans les DROM pour bénéficier d'une partie de la logistique organisationnelle (par exemple à La Réunion, les journées Agrofert'îles organisées tous les ans et qui s'inscrivent dans le cadre du RITA (Réseau d'innovation et de transfert agricole dans les DROM et en Guyane avec un nouveau projet sur le diagnostic HLB) ou avec l'appui de projets déjà en cours. Les séminaires seront organisés sous un format d'atelier avec des parties informatives (exposés), des tables rondes et des parties pratiques (démonstrations au champ ou au laboratoire). Il est prévu d'organiser un séminaire à la Réunion sur la surveillance de maladies émergentes des bananiers et un en Guadeloupe sur la surveillance et outils de diagnostic des maladies émergentes du bananier et des agrumes. Les membres des comités de pilotage de ces événements locaux feront partis des comités d'organisation locaux pour les séminaires RMT.

À ces fins, nous prévoyons de renforcer le lien recherche – instituts techniques - professions agricoles en permettant aux participants des séminaires d'avoir un accès aux avancées scientifiques récentes et techniques apportées par les projets de recherche en cours ou récemment terminés. Pour cela, les coordonnateurs ou partenaires des projets CASDAR (Ex : NEMATOOLS, VIRVALID, CALISO, DIY-LOL etc...), projets Européens (Ex ; Valitest, PONTE, XFACTORS) et groupes de transfert de connaissances (Ex : réseau R4P) seront invités à présenter les résultats de leurs travaux sur les thématiques proposées et pôles de recherche (NEMALLIANCE). Les chercheurs auront un accès direct aux problèmes rencontrés sur le terrain, aux émergences, ré émergences et besoins. Ces échanges seront l'occasion de co-construire de nouveaux projets et d'orienter la recherche à venir en santé des plantes.

Nous profiterons de l'occasion de ces événements annuels pour organiser des enquêtes thématiques afin de permettre de construire et orienter les prochains événements. Nous pourrions ainsi proposer de renforcer certains sujets sur des ravageurs phares ou des problématiques d'accès aux outils de diagnostics. Ce partage d'informations est nécessaire aux acteurs de la protection et de la santé des plantes (groupements de producteurs, coopératives, entreprises agricoles, laboratoires publics et privés, recherche publique et privée, instituts techniques agricoles, services officiels, le réseau FREDON, enseignement agricole et membres du réseau national de surveillance biologique du territoire (SBT) pour optimiser les moyens à retenir dans le cadre de la protection intégrée et de réagir avec efficacité en cas de crises phytosanitaires.

La qualité de l'anticipation et des mesures prises pour prévenir les émergences et lutter efficacement contre les bioagresseurs repose sur la connaissance mutuelle des réseaux d'acteurs de la santé végétale et de filières. Cela sera développé dans ce RMT par la conception collaborative des programmes de séminaires et le rassemblement de l'ensemble des acteurs lors d'événements à l'instar du séminaire de formation au diagnostic organisé à Angers en 2015 dans le RMT VegDiag.

Les productions établies dans ce cadre (présentations, résumés, vidéos) feront l'objet de publications dans des revues professionnelles et interprofessionnelles (Phytoma, ...) et mises en ligne sur le site web dédié au RMT ou via les liens qui auront été établis vers des sites pertinents : plateformes d'épidémiologie, plateformes institutionnelles ou professionnelles.

Pour chaque événement, un comité d'organisation sera constitué à l'initiative des animateurs rassemblant des partenaires et experts volontaires et pertinents pour préparer le programme de l'événement, prévoir la logistique et l'infrastructure, la couverture médiatique et la communication. Le comité d'organisation pourra, si cela est considéré comme utile, décider de modifier le programme des séminaires ou organiser d'autres séminaires sur des thèmes non indiqués ici liés à de nouvelles problématiques qui à ce jour ne sont pas encore prégnantes ou non encore émergées.

Livrables :

Nombre et calendrier des séminaires organisés.

Compendium des présentations par thématique des séminaires et ateliers.

Production et publication de vidéos pour chaque thématique des séminaires et ateliers.

Résultat d'enquêtes de l'action 1B et des enquêtes thématiques réalisées au cours de ces séminaires et évènements.

Rédaction d'article dans revue (par exemple Phytoma) synthétisant les apports de quelques séminaires.

Liste des projets de collaboration proposés grâce à l'action.

C) Former pour l'enseignement et le conseil

Animateurs : Claire NEEMA, Florence VAL (Institut Agro) ; François-Michel BERNARD (IFV).

Partenaires : ACTA, ARVALIS-Institut du végétal, ANSES, CIRAD, EPLEFPA de Bordeaux, CIRAD, CRA Occitanie, EPLEFPA Mayotte, IT2, EPLEFPA Angers, INRAE, FREDON France.

La mise en œuvre concrète de la transition écologique suppose un transfert accéléré des nouvelles techniques et méthodologies innovantes en santé des végétaux vers les acteurs de la production. Cette action valorisera les travaux réalisés dans le cadre des actions 2 et 3 de ce RMT, notamment les avis d'experts concernant nouvelles technologies pour la description, la prévision et l'évaluation des risques en santé végétale. Le cas échéant, elle permettra également de valoriser les travaux menés par des partenaires du RMT, dans le cadre d'appels à projets spécifiques.

Afin d'orienter le contenu et la nature des formations ou supports de formation à produire, les partenaires s'appuieront sur i) les résultats des enquêtes réalisées dans le cadre de l'action 1 de ce RMT, ii) sur des groupes de réflexion associant les partenaires du RMT impliqués dans la formation initiale (enseignement technique et supérieur) et continue (CA, le réseau FREDON, Instituts techniques) ainsi que iii) sur les demandes de formations spécifiques en santé des végétaux, à l'initiative de l'ensemble des partenaires du RMT, ainsi que des établissements d'enseignement et structures dispensant des formations continues qui en feront la demande.

Les publics cibles de ces formations seront i) les formateurs des étudiants, futurs professionnels des filières végétales, ii) les acteurs des réseaux d'épidémiologie (notamment dans le cadre de la SBT) : observateurs, animateurs et modélisateurs intervenant dans la rédaction des bulletins de santé des végétaux (BSV) et iii) les conseillers et formateurs, notamment dans le contexte de la réforme du conseil et de la vente des produits de protection des plantes.

Cette action utilisera les évaluations et avis d'experts collectés sur les technologies de diagnostic, les modèles de prévisions et les méthodologies d'analyse de risque afin de les diffuser auprès des conseillers, professionnels et futurs professionnels des productions végétales et de la surveillance biologique des cultures au travers de formations initiales ou continues existantes enrichies des supports proposés par le RMT. Il s'agit donc i) de fournir des supports destinés à compléter l'offre de formation sur des sujets qui ne sont pas ou partiellement abordés dans des formations déjà existantes, faute d'accès aux travaux scientifiques les plus récents ou d'expertise spécifique, ii) de proposer des interventions ponctuelles d'experts des méthodes et outils abordés dans les actions 2 et 3 du RMT, iii) de réaliser, des démonstrations de terrain dans les établissements d'enseignement, notamment lors des ateliers prévus dans le cadre des séminaires de l'action 4B, lorsque cela est possible, et iv) d'accompagner des lycées agricoles pour des projets pédagogiques directement liés aux cas d'étude traités dans les actions 2 et 3 du RMT, lorsqu'ils en feront la demande.

Dans les DROM, certains besoins de formations spécifiques amèneront le RMT à s'appuyer sur les organismes en charge des formations dans le domaine de la santé végétale : le CIRAD, l'ANSES Réunion, l'IT2 et le réseau FREDON (FREDON Martinique, FREDON Guadeloupe, FREDON Guyane et FDGDON Réunion).

Livrables :

- Groupes de réflexion autour des modalités et formats de présentation des contenus de formation
- Eléments et supports de formation pour les étudiants et les professionnels des filières végétales (conseillers, producteurs, ...)
- Liste de formations initiales et continues proposées en santé végétale
- Liste de MOOC disponibles en santé du végétal

Remarque sur le fonctionnement général du RMT IDEAL.

Concernant les territoires ultra-marins, nous rechercherons des financements complémentaires pour organiser les séminaires et les formations prévus dans le cadre du RMT. Nous nous mettrons en lien avec les structures présentes dans ces territoires et impliquées dans les RITA (instituts techniques : IT2 et Armeflhor, CIRAD, FREDON, chambres d'agriculture...) pour organiser ces événements en mutualisant des moyens et en répondant à des appels à projets régionaux.

Les références bibliographiques et quelques projets en liens avec le RMT sont en fin de dossier.

RMT IDEAL : Récapitulatif des livrables selon les actions

Action 1 : IDENTIFIER LES BESOINS
Action 1.A Préciser les besoins des professionnels besoins
Rapports : i) de synthèse d'enquêtes sur les besoins des professionnels, ii) de formulation de questions à la recherche, iii) à destination des institutionnels concernant l'expression des besoins des professionnels et des possibilités d'actions concrètes et efficaces. (2021). Listes de méthodes/technologies identifiées répondant aux besoins (2021). Liste des besoins pouvant intéresser la plateforme ESV en lien avec l'Action 1.B (2021)
Action 1.B Identification des outils et méthodes issus la Plateforme ESV
Rapport de synthèse sur la collecte et le traitement de données des différents dispositifs (2021). Formation à l'utilisation du guide pratique sur la qualité des données (Action 4) et rapport associé (2023). Rapport de synthèse de la réflexion de mutualisation des outils et liste de projets collaboratifs (à partir de 2023)
Action 2 EXPERTISER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES
Action 2.A Evaluer les méthodes de description des risques
Production de guides, documents synthétiques et de vidéos rassemblant les avis d'expertise sur les technologies fédératrices comme l'imagerie ou la métagénomique pour le diagnostic. Supports de formations initiales et continues en rapport avec l'action 4C (à partir de 2023). Montage de projets collaboratifs visant à renforcer l'expertise sur des technologies fédératrices (dès 2021)
Action 2.B Evaluer les méthodes d'analyse de risques
Comptes rendus des consultations d'experts et d'utilisateurs des technologies existantes et des nouvelles méthodes relatives aux évaluations des risques. (2023). Rapport sur les possibilités de nouveaux usages des méthodologies employées dans le cadre des évaluations du risque (2023). Recensement des projets collaboratifs potentiels visant à renforcer l'expertise sur des méthodes ou des outils et l'analyse des risques (Dès 2021).
Action 2.C Co-construire des méthodes d'évaluation des outils de prévision des risques de développement des bio-agresseurs des végétaux
Guide méthodologique d'évaluation des outils de modélisation proposés dans le cadre de la lutte contre les bio-agresseurs des végétaux et pour la prévision des dégâts (2023). Participation à un séminaire en lien avec l'Action 4.B et de formation en lien avec l'Action 4.C. Recensement des projets collaboratifs concernant la prévision des dégâts (à partir de 2022).
Action 3 : APPROCHES ONE HEALTH
Action 3.A Cartographier les acteurs et méthodologies
Une cartographie fonctionnelle des acteurs en santé végétale en France (dont les DROMs) (2021) Trois séminaires sur les méthodes de réflexion participative et collaborative (2021, 2022)..Document sur approche collaborative de la santé végétale n France produite et diffusée (2023)
Action 3.B Appliquer les concepts à des cas d'étude
Trois ateliers d'étude de cas par l'approche One Health identifiés par le réseau (2021, 2022). Guide de méthode de travail collaboratif par une approche « One Health » pour les plans de surveillance de bio-agresseurs émergents et la diffusion de nouvelles pratiques agroécologiques (dont variétés innovantes) à partir de 2023.
Action 4 INFORMER ET FORMER
Action 4.A Rassembler et diffuser les connaissances relatives aux bio-agresseurs préoccupants et aux outils disponibles vers les filières professionnelles et le grand public.
Guide méthodologique pour formaliser et mettre à disposition des connaissances en santé végétale et leurs synthèses vers l'ensemble des utilisateurs (2023). Liste de références concernant l'identification d'urgences ou urgences potentielles, ou encore de bio-agresseurs préoccupants et de leur résistance aux produits de protection des plantes (2023). Cahier des charges d'une base complète de bio-agresseurs (2024)
Action 4.B Organiser des rencontres multipartenariales et interdisciplinaires pour le déploiement des connaissances sur les approches innovantes utiles à la santé végétale
Programmes et invitations aux séminaires. Résultats d'enquêtes de l'action 1 et des enquêtes thématiques réalisées au cours de ces séminaires et événements (2022, 2023). Compendium des présentations par thématique des séminaires et ateliers., réalisation de vidéos pour chaque thématique des séminaires et ateliers
Action 4.C Former pour l'enseignement et le conseil
Liste de formations initiales et continues proposées en santé végétale et MOOC disponibles (2021). Rapport réflexion sur les modalités et formats de présentation des contenus de formation. (2022) et éléments et supports de formation pour enseignants et conseillers (à partir de 2023).

Tableau des partenaires du RMT IDEAL			
		Participation	Animation
Action 1 Identifier les nouveaux besoins,	Action 1.A : Besoins des professionnels	ANSES: Christophe Plantamp, ASTREDHOR : Laurent Jacob, ARVALIS : Nathalie Verjux, CIRAD : Didier Tharreau, CTIFL : Marie-Lisa Brachet, Chambre d'Agriculture Occitanie : Christelle Chevrier , IFV : Francois-Michel Bernard, INRAE : Jean Claude Streito, IT2 : Marie Daguier, ITB : Céline Gouwie, FNAMS : Claude-Emmanuel Koutouan, FREDON France : Sophie Pieron, .	ACTA : André Chabert Chambres d'Agriculture de Bretagne : Nicolas Mezencev
	Action 1. B Interaction s avec la plateforme	ANSES Pascal Gentit, Michèle Visage, Valérie Olivier, Sandrine Paillard, Laetitia Porcher, ASTREDHOR : Laurent Jacob, ARVALIS : Nathalie Verjux, CIRAD Catherine Abadie, INRAE : Jean Claude Streito, Jean Pierre Rossi, Lucie Michel, FN3PT : Yves Lehingrat, Virginie Gobert, FREDON France : Sarah Labruyere.	ANSES : Anne Quillevere, ACTA : André Chabert.
Action 2 : Expertiser les nouvelles technologies,	Action 2.A : Description des risques	Entomologie : Bruno Rasmussen (Inrae, Avignon, inventaires biodiversité fonctionnelle), David Ouvrard (LSV-Anses Montpellier), Virologie : Thierry Candresse (Inrae, Bordeaux), Eric Verdin (Inrae, Avignon), Armelle Marais-Colombel (Inrae, Bordeaux), Emmanuel Jacquot (Inrae, Montpellier), Olivier Lemaire (Inrae, Colmar), Pascal Gentit (Anses, LSV Angers), Teycheney (Cirad, Guadeloupe), Marie UMBER (Inrae, Guadeloupe), Nématologie : Eric Grenier, Laurent Folcher (pôle INRAE-Anses NemAlliance, Rennes), Mycologie : Valerie Laval (Inrae Versailles), Didier Tharreau (Cirad Montpellier). Bactériologie : Isabelle Robene (Cirad la Réunion), Olivier Pruvost (Cirad la Réunion) Marion Le-Saux (Inrae Angers), Perrine Portier (Inrae Angers), Jonathan Gaudin (Ephytia, Inrae, Avignon), Valerie Olivier (Anses, LSV Anger), Raphael Morillon (CIRAD, Guadeloupe), Malherbologie : Bruno Chauvel (Inrae, Dijon), Pierre Bonnet (Cirad, Montpellier, Plantnet), Thomas Le Bourgeois (Cirad, Montpellier), Résistances : Benoit Barres (Anses, Lyon); Severine Fontaine (Anses, Lyon), Anne-Sophie Walker (Inrae, Versailles); Christophe Delye (Inrae, Dijon), Professionnels : Andre Chabert (Acta), Francois-Michel.Bernard (IFV), claude-emmanuel.koutouan@fnams.fr (FNAMS), Marie Daguier (IT2), Partice Champoiseau (IT2), Frédéric Boyer (ITB) Michel Giraud (CTIFL); Marie-Lisa Brachet (CTIFL), Romain Valade (ARVALIS); Estelle Roux (FDGDON-REUNION) FN3PT: Anne Claire Leroux (ONR et émergences); Karima Bouchek(altérations superficielles, pythiums), Laurent Glais (virologie), Valerie Helias (bactéries pectinolytiques)	ANSES Lyon: Christophe Plantamp, INRAE (Montpellier) : Jean-Claude Streito
	Action 2.B : Analyse de risques	ACTA : Andre Chabert, ANSES Pascal Gentit, Michèle Visage, Valérie Olivier, Sandrine Paillard, Laetitia Porcher, IFV: François-Michel Bernard, ARVALIS : Romain Valade, INRAE : Christine Robinet, Hervé Jactel, Samuel Soubeyrand, FREDON France : Sarah Labruyere.	ANSES : Emmanuel Gachet FREDON France Sophie Pieron
	Action 2.C : Prévion des risques (de développement des bio-	ANSES Laurent Folcher, ITB : François Joudelat, CTIFL : Jérôme Vibert, Astredhor : Marc-Antoine Cannesan, CRA Bretagne Nicolas Mezencev, IFPC Jean Le Maguet, FREDON France : Sarah Labruyere CIRAD Catherine Abadie, CA Bretagne : Nicolas Mezencev, FN3PT Valérie Helias	IFV Francois-Michel Bernard ACTA Francois Brun

	agresseurs)		
Axe 3 Intégrer et appliquer le concept One Health en santé des végétaux	Action 3.A : Analyse méthodologie One Health	ANSES : Philippe Reignault, Benoit Barres; Pascal Gentit, ACTA :Andre Chabert, INRAe : Anne-Sophie Walker, CIRAD : Peninna Deberdt; Pierre-Yves Teycheney, Yolande Chilin-Charles, Virginie Ravigne; Adrien Rieux, Réunion : Estelle Roux, FREDON France/Observatoire des ambrosies : Marilou Mottet, Chambre Agriculture des hautes Alpes : Eric Allard, Julie Pradal, Instituts techniques : CTIFL Lanxade : Marie-Lisa Brachet, IT ² : Jean-José Martial; ARVALIS : Nathalie Verjux, FN3PT : Yves Le Hingrat, Virginie Gobert.	CIRAD : Catherine Abadie FREDON France : Sarah Labruyere INRAe : Cindy Morris, Christelle Lacroix
	Action 3.B : Cas d'étude	ANSES : Benoit Barres; Pascal Gentil, ACTA : André Chabert ;INRAe : Anne-Sophie Walker, CIRAD : Peninna Deberdt, Pierre- Yves Teycheney, Yolande Chilin-Charles; Virginie Ravigne, Adrien Rieux, FDGDON Réunion : Estelle Roux, FREDON France/Observatoire des ambrosies : Marilou Mottet, Chambre Agriculture Hautes Alpes :Eric Allard, Julie Pradal, CTIFL Lanxade : Marie Lisa Brachet, ARVALIS : Nathalie Verjux, FN3PT : Yves Le Hingrat, Virginie Gobert.	CIRAD : Catherine Abadie FREDON France :Sarah Labruyere INRAe : Cindy Morris Christelle Lacroix
Action 4, Informer et former	Action 4.A : Informer les filières professionnelles et le grand public.	ANSES: Anne Quillevere, Christophe Plantamp, Severine Fontaine, Bruno Hostachy, INRAE : Jean-Claude Streito, FREDON France :Sarah Labruyere, ACTA : André Chabert, IFV : Francois-Michel Bernard, IFPC Jean Le Maguet, ARVALIS Nathalie Verjux, Institut Agro Florence Val, IT2 : Marie Daguier, Jean-José Martial, CIRAD : Catherine Abadie.	Institut Agro : Claire Neema FREDON Centre : Sophie Pieron
	Action 4.B : Séminaires d'échanges approfondis	ANSES: Christophe Plantamp; Anne Quillevere, Emmanuel Gachet, Laurent Folcher, Michèle Visage, Valerie Olivier, Sandrine Paillard, Laetitia Porcher, INRAE : Jean-Claude Streito, Didier Andrivon, Samuel Soubeyran, Anne-Sophie Walker, Eric Verdin, FREDON France : Sophie Pieron, Sarah Labruyere, Olivier Pechamat, IFV : Francois-Michel Bernard, ASTREDHOR : Marc-Antoine Cannesan, EPL de Mayotte : Bryce Bouvard, CIRAD : Virginie Ravigne, Peninna Debert, CIRAD Mayotte Philippe Ryckewaert, Isabelle Robene, FREDON Guyane : Laura Demade-Pellorce, CTIFL : Marie-Lisa Brachet, Institut Agro : Claire Neema, Florence Val; ARVALIS : Nathalie Verjux, IFPC Jean Le Maguet , FN3PT : Yves Le Hingrat, Virginie Gobert (en lien de l'UMT InnoPlant ²)	CIRAD : Catherine Abadie ANSES : Pascal Gentit CIRAD : Yolande Chilin-Charles, FREDON La Réunion : Estelle Roux, FREDON La Martinique : Remi Picard
	Action 4.C : Former pour l'enseignement, et le conseil	ACTA : Andre Chabert, ANSES : Bruno Hostachy, CIRAD : Catherine Abadie, CRA Occitanie : Christel Chevrier, IT2 : MARTIAL Jean-Jose, ARVALIS : Nathalie Verjux, EPLEFPA Angers : Eric Duclaud, EPLEFPA Mayotte : Bryce Bouvard; EPLEFPA Réunion : Abdallah Baha, Nicol Hum, Mylène Wilt, Jérôme Masson, EPLEFPA de Bordeaux, Jean-Paul Brisset, INRAE : Jean-Claude Streito, Didier Andrivon, FREDON France : Sophie Pieron, Sarah Labruyere.	IFV : Francois-Michel Bernard Institut Agro : Claire Neema, Florence Val

Annexe 2 : Moyens affectés au RMT

En jours par an.

Moyens Partenaire	Personnel Affecté au RMT (Nom, catégorie professionnelle, fonction dans l'organisme, quotité de temps dédié**). <i>Si les temps ne sont pas indiqués : au moins 5 jours par an.</i>	Moyen d'expérimentation ou locaux mis à disposition	Autres projets ou compétences associées
Organismes de développement			
Chambre Régionale d'Agriculture d'Occitanie	Christel Chevrier- Ingénieure cadre technique et administratif Sous-directrice Temps consacré au RMT : 10 jours/an Barbara Cichosz – Ingénieure cadre technique Chargée de mission SBT et Biodiversité Temps consacré au RMT : 10 jours/an		Lien entre les besoins de la Profession et la recherche En Occitanie, assure la coordination des projets R&D entre différents partenaires (Chambres, Instituts, Recherche, privé) Animatrice régionale SBT en Occitanie Compétences en méthodes alternatives, biodiversité
Chambre d'Agriculture de Bretagne	Nicolas Mezencev-Conseiller agricole spécialisé en cultures légumières 5 jours	Poste informatique	IPM Décision (H2020) Animateur BSV Animateur groupe Dephy ferme
Chambre d'Agriculture des Hautes Alpes	Eric Allard Lucie Bonnardot Julie Pradal-Meizel		Conseiller spécialisé en arboriculture
Organismes de recherche publique ou établissement d'enseignement supérieur partenaires			
ANSES	Laboratoire de Lyon : Unité EAS : Anne Quillévéry (chargée de projet Epidémiologie en santé végétale) USC INRAE CASPER : Benoit Barres – (Chef d'unité) - Christophe Plantamp et Séverine Fontaine (Chargés de projet) Laboratoire de la Santé des Végétaux : Philippe Reignault (directeur), Unité BVO : Pascal Gentit (responsable d'équipe virologie) - Michèle Visage, (technicienne virologie), Valérie Olivier (responsable	Laboratoires nationaux de référence dédiés à la bactériologie, la virologie, la nématologie et l'entomologie, aux analyses de résistance des bio-agresseurs aux produits phytosanitaires	RMT VEGDIAG/ RFSV Expertise en résistance aux produits phytosanitaires, analyse de risques, analyse des données. COPIL et GT Plateforme EAS <u>Expertise biologique et analyse de risques :</u> Projet EFSA Expertise en diagnostic, détection, phytopathologie, <u>Bactériologie :</u> Projets européens H2020 PONTE, VALITEST CASDAR CALISO

	<p>d'équipe bactériologie) - Sandrine Paillard (Chargée de projet en bactériologie) Unité ERB : Emmanuel Gachet (chef d'unité) – Christine Tayeh (Coordinatrice scientifique) - Laurent Folcher (Chef d'unité nématologie partenaire de Nemalliance). David Ouvrard (Chargé de projet en entomologie) 70 jours/an</p>		<p><u>Virologie</u> : Projets européens H2020 VALITEST, EVAG GLOBAL (Collections virus), ANR Phytovirus, CASDAR VIRVALID <u>Nématologie</u> : LRUE Projets européens H2020 VALITEST, ANR Phytovirus, CASDAR NEMATOOLS/GECONEM <u>Entomologie</u> : LRUE Projets européens H2020 PONTE.</p>
INRAE	<p>Co animateur-trices Jean-Claude Streito (IR) (20j) Cindy Morris (DR) (10j) Christelle Lacroix (CR) (10j)</p> <p>Bruno Rasmussen (IE) Thierry Candresse (DR) Eric Verdin (IR) Armelle Marais-Colombel (IR) Emmanuel Jacquot (DR) Olivier Lemaire (DR) Marie Umber (IR) Éric Grenier (CR) Valérie Laval (IR) Marion Fischer-Le Saux (CR) Perrine Portier (IR) Jonathan Gaudin (IE) Bruno Chauvel (DR) Anne-Sophie Walker (IR) Christophe Délye (CR) Samuel Soubeyrand (DR) Lucie Michel (IR) Didier Andrivon (DR) Jean-Pierre Rossi (DR) Christelle Robinet (DR) (100 jours/an)</p>	<p>Laboratoires de recherche et serres, agréments pour la détention et manipulation d'organismes de quarantaine, diagnostic moléculaire et morphologique, interfaces web, applications téléphoniques, infrastructures de calcul, stations d'expérimentation, collections de références, centres de ressources biologiques</p>	<p>Projets de recherches nationaux et internationaux en santé des plantes (Nema Tool, FXactor, Impulse, DityLuz (CASDAR), PalAdapt (EFSA), ...), mise au point de techniques d'analyse, plateforme d'épidémiosurveillance, expertises en diagnostic, taxonomie et systématique, modélisation, Sciences et technologies de l'information et de la communication, sciences participatives.</p>
CIRAD	<p>Co-animatrices: C. Abadie UMR BGPI (10 j/an) Y. Chilin-Charles UMR BGPI (5j/an) avec l'intervention de chercheurs (Guadeloupe, Réunion, Mayotte, Montpellier) T.Lebourgeois (Montpellier) P.Bonnet(Montpellier)</p>	<p>CIRAD Montpellier</p> <p>Station de Neufchateau (Guadeloupe)</p>	<p>Projets nationaux et internationaux en outils de Diagnostic, méthode de surveillance, épidémiologie végétale, One Health, modélisation épidémiologique, analyse d'image, lutte biologique, Réseau d'épidémiosurveillance</p>

	D.Tharreau (Montpellier) P.Deberdt (Montpellier) O.Pruvost (La Réunion) V.Ravigné (La Réunion) A. Rieux (La Réunion) I.Robène (La Réunion) R.Morillon (Guadeloupe) PY Teycheney (Guadeloupe) P.Ryckwaert (Mayotte)	Saint-Pierre, La Réunion	
Etablissements d'enseignement agricoles			
EPLFPA Angers Le Fresne	Eric Duclaud Directeur d'exploitation, Lycée Agricole et Horticole Angers Le Fresne		Horticulture, maraîchage, plantes médicinales
EPLFPA FORMA'TERRA (La réunion)	Nom : Jérôme Masson Quotité de temps dédié : 5 jours par an		Cat : A / Ingénieur Fonction : Chef de projets
EPN de Mayotte	Bryce BOUVARD – Ingénieur cadre technique Chargé de mission SBT (5 jours/an)		Responsable réseau d'épidémiosurveillance végétal Mayotte (BSV, epiphyt). Coordinateur volet « Santé du végétal » sur projet FEADER INNOVEG. Compétence bio-agresseurs et auxiliaires en contexte tropical, outils numériques, outils de transfert et formation.
EPL Bordeaux Gironde	Jean Paul Brisset Professeur de viticulture au Lycée agroviticole de Libourne Montagne	Domaine expérimentale	. Professeur coordonnateur du BTS Viticulture Œnologie. Président du BTS Viticulture Œnologie
Etablissement d'enseignement supérieur			
Institut Agro	Claire Neema Enseignant chercheur de phytopathologie à Supagro Montpellier Florence Val Enseignant chercheur de protection des plantes à Agrocampus ouest		Phytopathologie Epidémiosurveillance végétale
Partenaires professionnels et privés			
ACTA- les instituts techniques agricoles	André Chabert, ingénieur à la DSTI (52 jours) 25 % du temps plein.	Bureaux à Lyon et salle de réunion, réseau de instituts techniques.	RMT VegDiag/RFSV COFIL plateforme ES Casdar ARENA Ravageurs et auxiliaires
ARVALIS – Institut du végétal	Nathalie VERJUX, ingénieur cadre technique, Chef de service, → 8 jours par an et sollicitations ponctuelles	Salles de réunion sur Paris et en région	Participation à la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé végétale Expertise en biologie et nuisibilité des bio-agresseurs et en épidémiosurveillance (Vigicultures,

	possibles des experts de son service (15j/an) Romain VALADE, Docteur ingénieur, chef du pôle Maladies et responsable du laboratoire de pathologie végétale, → 5 jours par an	Laboratoire de pathologie végétale actuellement hébergé à l'INRAE Bioger	BSV) et gestion des résistances dans l'équipe
ASTREDHOR	Laurent JACOB Unité nationale 10 jours/an action 1 Marc-Antoine CANNESAN Saine Manche 3 jours action 2 et 3 jours action 4		Responsable protection des cultures Méthodes alternatives de protection des plantes Méthodes de protection contre les maladies telluriques par des antagonistes microbiologiques.
CTIFL – Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes	Michel Giraud → 15 jours par an Marie-Lisa Brachet → 15 jours par an et sollicitation des experts du laboratoire de virologie et de biologie moléculaire	Laboratoires de phytopathologie, virologie et biologie moléculaire Collections de virus, bactéries et champignons Serre, verger	RMT Vegdiag, Projets : Virvalid, DetecTavAnthrax Certification plants fruitiers
IFPC - Jean Le Maguet	Ingénieur cadre technique → 5 jours par an		Participation au BSV interrégional fruits transformés Expertise en biologie et nuisibilité des bio-agresseurs et en épidémiologie
IFV Institut Français du Vin	Eirios Hugo François-Michel Bernard (15 jours/an) Philippe Larignon Loïc Le Cunff Anne-Sophie Spilmont Xavier Burgun	Différentes stations expérimentales sur l'ensemble de la France	Appui à la direction des programmes de l'IFV Liens avec l'interprofessions de la filière vitivinicole. Projets Européens Mycologie, bactériologie, virologie, microbiologie et génétique. Matériel végétale. Physiologie de la vigne. Monitoring de maladies de quarantaine et de ravageurs émergents de la vigne. Modélisation des ravageurs de la vigne. Conception des plateformes de modélisation et utilisation de plusieurs modèles concernant les ravageurs de la vigne (champignons et insectes)

			Formateurs sur les pathologies de la vigne (dont maladies de quarantaine) utilisation des modèles de prévision des risques en viticulture, les règles de décision associées à l'agroécologie
IT2 I	Patrice CHAMPOISEAU Ingénieur cadre technique Responsable Projets diversification (5 jours/an) Marie DAGUIER Ingénieur cadre technique Responsable Santé Végétale (5 jours/an) Jean-José MARTIAL Ingénieur cadre technique Responsable Technique Diversification (5 jours/an)	Aucun	Projet FEDER MALIN https://www.projet-malin.fr/ Maladies infectieuses en milieu insulaire tropical Coordination plateforme usages mineures inter-DOM Responsable des activités de transfert à l'IT2
Institut Technique de la Betterave	- Céline Gouwie : responsable de l'observatoire des pratiques culturales et de l'épidémiosurveillance Frédéric Boyer : responsable biocontrôle et résistances génétiques aux bioagresseurs François Joudelat : ingénieur capteurs et traitement d'images	- Serre d'expérimentation au centre du Griffon (Aisne) Essais en plein champ (régions productrices de betterave)	- Animation du réseau national SBT pour la filière betterave Co-animation inter-instituts de l'outil Vigicultures© Coordination de l'observatoire des pratiques BETA'STAT Coordination du Guide BetaGIA Participation à EcophytoPIC - Projet ECOPHYTO ABCD-B Viroses Projet CASDAR AMS EXTRAPOL Méthodes de diagnostic viral Gestion intégrée des bioagresseurs Projet CASDAR RT CERCOCAP Outils d'Aide à la Décision « Alerte Pucerons » et « Alerte Maladies »
FNAMS	- Claude-Emmanuel KOUTOUAN, ingénieur cadre technique, responsable pathologie, 5jours	- 7 Stations expérimentales (plein champ et serre)	- Réseau d'agriculteurs multiplicateurs de semences
FN3PT/innov3PT	codirection scientifique (Yves Le Hingrat et Virginie Gobert), Ingénieurs en charge de programmes de pathologie : Anne-Claire Le Roux (ONR & émergences), Karima Bouчек (altérations superficielles & Pythium),	UMT InnoPlant entre la FN3PT et l'INRAe-Igepp Laboratoires d'accueil des ingénieurs FN3PT (INRAe, CNRS, UPJV, CNPPPT..)	Expertise labo et terrain sur la culture, son cortège parasitaire et l'analyse de risques sanitaires ; développement et évaluation de techniques de diagnostic et de détection pour la certification des plants ; intégration de ces outils dans l'analyse, la prévention et la maîtrise des risques sanitaires ;

	<p>Laurent Glais (virus), Valérie Hélias (bactéries pectinolytiques) en lien avec l'équipe RDI et le réseau terrain,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total consacré au RMT : 20 jours par an 	<p>Réseau des laboratoires plants de pomme de terre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réseau terrain 	<p>actions de formation ; projets et réseaux collaboratifs nationaux et internationaux</p>
FREDON France	<ul style="list-style-type: none"> - Sophie Piéron Directrice FREDON CVL : 15 jours/an (Animation actions 2B et 4A) - Sarah Labruyère Coordinatrice Santé des Végétaux FREDON France: 15 jours/an (Animation actions 3A et 3B) - Estelle ROUX Directrice technique FDGDON Réunion + Rémi Picard Responsable technique FREDON Martinique 5 jours/an (coanimation action 4B) 	<p>Locaux</p> <p>FREDON CVL FREDON France FDGDON Réunion FREDON Martinique</p>	<p>Inspection sanitaire Surveillance biologique du territoire</p>

*Préciser : ingénieur cadre technique, cadre administratif, chercheur, enseignant-chercheur

** indiquer le temps plein pour l'animateur du RMT

Annexe 3 : Curriculum vitae de l'animateur

André CHABERT

Adresse : ACTA Lyon, AGRAPOLE 23 rue Jean Baldassini 69 364 LYON Cedex 07

Mail : andre.chabert@acta.asso.fr, tél : 04 72 76 13 06, portable : 06 80 01 32 75.

Informations personnelles : 59 ans, marié, deux enfants.

Etudes supérieures :

1987 : Diplôme d'ingénieur ENSH Versailles (spécialité protection des plantes).

1984 : Maîtrise de biologie des organismes et populations à Paris VI (option biologie végétale et phytopathologie)

Poste occupé : ACTA (Le réseau des instituts techniques agricoles) : Direction scientifique, technique et numérique, Chargé de mission agriculture-environnement et spécialiste faune du sol depuis fin 1989. **Mission** : Animation de projets de recherche et développement. Conduite d'études scientifiques et techniques sur différents thèmes, ravageurs et faune auxiliaire des cultures, santé des végétaux, protection intégrée, biocontrôles, modélisation, conception d'outils et l'évaluation multicritère.

Dossiers en cours ou récents :

Ex- Animateur du RMT : Diagnostic en santé végétale (VegDiag) labélisé de janvier 2014 à 2019, environ 20 structures partenaires : organisation de séminaires, de formations, d'actions techniques et montage de projets. Administrateur du site internet RFSV.

Co-animateur du projet ARENA lauréat à l'AAP IP du CasDAR en 2016 : Anticiper les REgulations NATurelles. Evaluation de la régulation naturelle des ravageurs en grandes cultures par les auxiliaires des cultures.

Chef du projet lauréat à l'AAP 2012 du CasDAR : RESOLIM « Evaluation et prévision du risque lié aux populations de limaces nuisibles aux grandes cultures : constitution d'un réseau expérimental permettant de comprendre l'impact des pratiques agricoles et des facteurs environnementaux »

Chef du projet lauréat à l'AAP 2007 du CasDAR : Effet des systèmes de production sur les **populations de nématodes nuisibles** aux grandes cultures : recherche de méthodes pratiques de diagnostic et de gestion des risques.

Co-animateur des projets : CasDAR Taupins, CasDAR Auximore (auxiliaire en grandes cultures) CasDAR « Gestion durable des ressources en eau », Co-animateur du projet CasDAR Polinov : systèmes de culture et abeilles, RMT SdCi : animation d'un atelier « bio-agresseurs ».

Chef de projets plus anciens :

1996-2002 : Recherche d'indicateurs biologiques permettant d'évaluer l'effet de systèmes de production sur l'activité et la diversité biologique des sols. *Enveloppe recherche ACTA (2 projets) et un projet MEED PNETOX*

1995-1998 : Prévision des attaques de limaces : mise au point d'un système d'aide à la décision *Enveloppe recherche ACTA.*

1990-1995 : Limitation de l'usage des pesticides par une meilleure connaissance des facteurs du milieu et de leurs effets sur la faune du sol *Enveloppe recherche ACTA.*

Partenariats privés : Modélisation de l'activité des limaces, conception et exploitation d'un outil d'aide à la décision en vue de la gestion des risques, maintenant intégré à Vigiculture de **1999 à 2013**.

Expérimentations : responsable des expérimentations sous contrat (ravageurs et auxiliaires) 1989-2013 et en BPE depuis 2003.

Autres activités : Membre de la Commission ravageurs de l'AFPP,

Membre du RFSV et co-animation depuis sa création en 2011.

Annexe 4 : Engagements juridiques éventuels pré-existants entre les partenaires et collaborations antérieures entre tout ou partie des membres du RMT

La plupart des partenaires du RMT sont en interactions sur le mode du volontariat depuis le début des travaux du RFSV (**réseau français de la santé des végétaux : www.rfsv.fr**) qui ont démarré en octobre 2011

La charte de fonctionnement de ce réseau français de la santé des végétaux est la suivante :

Le RFSV doit permettre l'amélioration des connaissances en appui à l'amélioration de la santé des végétaux et la performance des filières végétales de production agricole en exploitant trois principes essentiels du fonctionnement en réseau :

La concertation

La concertation est un pilier important pour le fonctionnement du réseau qui permet de recueillir les avis de toutes les parties prenantes. Elle permet un partage de vue entre acteurs publics et privés en matière de recherche, de formation, de moyens et l'échange d'informations entre les partenaires.

La coordination

La coordination vise une optimisation de la mise en œuvre de moyens. La coordination permet entre autres d'éviter des doublons d'investissements en équipements et compétences et de générer des coopérations fructueuses.

On entend par «coordination» une information réciproque sur les avancées des projets et programmes concertés afin d'en exploiter en temps réel les bénéfices et programmer de nouvelles actions.

La coopération

La coopération entre les parties prenantes permet de mieux répondre aux attentes des utilisateurs de la recherche. Une coopération sur une base large (les parties prenantes) permet également de mieux rassembler les moyens pour la réalisation de projets

Le travail en réseau doit répondre à plusieurs attentes, considérant les ressources existantes sur le sujet en dehors du réseau :

- une réponse concertée de la recherche et le développement de projets entre partenaires des secteurs publics et privés aux demandes des milieux professionnels, industriels, et des laboratoires du domaine de la santé végétale ;
- un rapprochement et un développement des compétences et des ressources pour développer et mettre à disposition des outils analytiques et diagnostiques amonts ;
- une amélioration et une meilleure accessibilité de l'offre des laboratoires d'analyses et de recherche en santé des végétaux ;
- tout autre sujet soulevé par les partenaires du réseau pour lequel le travail en réseau améliore l'efficacité de la construction d'une réponse.

Organisation

Tous les membres du réseau sont représentés dans une assemblée plénière, comité de pilotage du réseau. Dans le cadre des objectifs généraux sont définies des actions ciblées prise en charge par des groupes de travail associant des représentants de membres du réseau dont un leader désigné rend compte régulièrement des avancées et résultats du groupe devant le comité de pilotage.

Moyens : le réseau ne fonctionne que par le volontariat de ses membres et sur les moyens humains matériels et le cas échéant financiers que ceux-ci y apportent. Le réseau ne dispose donc d'aucun statut juridique, ni de moyens humains ou matériels propres, ni de financement propre. La structure du réseau est définie dans un document de gouvernance et plan d'actions.

Secrétariat: ACTA: Mehdi Siné, ANSES: Françoise Poliakoff, INRA: Didier Andrivon, UIPP: Eugénia Pommaret.

Annexe 5 : Budget prévisionnel du RMT

Pour les 5 ans et pour le financement de l'animation du RMT

Désignation des partenaires par catégorie	Coût total (en euros)	Temps de travail techniciens, ingénieurs et cadres scientifiques (en jours de travail)	Aide sollicitée du ministère en charge de l'agriculture (en euros)	Autres concours financiers publics et privés obtenus ou en cours (en euros)	Autofinancement (en euros)
Animation du RMT	50000	120	37000		13000
Actions 1 du RMT	68522	215	22065		46457
Actions 2 du RMT	214314	705	117784		96530
Actions 3 du RMT	139960	430	56146		83814
Action 4 valorisation et transfert des résultats	158913	525	67005		91908
Total hors salaires publics	391610	895	300000		91610
Total des salaires publics	240100	1100			
Total Général	631710	1995	300000		91610

Tableau récapitulatif par action :

Pour les 5 ans et pour le financement de l'animation du RMT

Titre des actions	Anima-tion	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4 Valorisati on Trans- fert	Total général
Coût total en euros	50000	68522	214314	139960	158913	631710
Dont total hors salaires publics	50000	40240	125856	82192	93322	391610
Dont total salaires public		12005	126598	44746	56751	240100
Aide sollicitée du MAAF	37000	22065	117784	56146	67005	300000
Autres concours financiers						
Autofinancement	13000	18175	8073	26046	26317	91610

Tableau récapitulatif par partenaire

Pour les 5 ans et pour le financement de l'animation du RMT

Nom des partenaires	ACTA Chef de file	ANSES	INRA	FREDON	IFV	CIRAD	Institut AGRO	Total général
Coût total en euros	182520	186150	94600	43740	32950	35000	56750	631710
Total hors salaires publics	182520	64150	27500	43740	32950	35000	5750	391610
Total salaires publics	0	122000	67100	0	0	0	51000	240100
Aide sollicitée du MAAF	136037	47500	27500	32590	24548	26075	5750	300000
Autres concours financiers								
Autofinancement	46483	16650		11150	8402	8925		91610

Références bibliographiques et projets associés

- Al Saddik, H. 2019. Spectral and textural analysis of high resolution data for the automatic detection of grape vine diseases. Thèse de doctorat, Université Bourgogne Franche-Comté.
- Anses (2013). Avis sur les Méthodes alternatives au traitement chimique des processionnaires du pin et du chêne en conditions urbaines. <https://www.anses.fr/fr/system/files/SVEG2012sa0149Ra.pdf>.
- Anses (2015). Evaluation of emergency measures to prevent the spread of the pine wood nematode within the European Union. Opinion on « the control strategy imposed by implementing Decision 2012/535/EU of 26 September 2012 on emergency measures to prevent the spread within the European Union of *Bursaphelenchus xylophilus* ». <https://www.anses.fr/en/system/files/SVEG2014SA0103RaEN.pdf>.
- Anses (2018). Risque phytosanitaire portant sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* pour les départements d'outre-mer. Demande d'avis relatif à une analyse de risque phytosanitaire portant sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* responsable de la maladie de Panama pour les départements d'Outre-mer. <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANTVEG2017SA0050Ra.pdf>.
- Augustin, S., Boonham, N., De Kogel, W. J., Donner, P., Faccoli, M., Lees, D. C., ... & Roques, A. (2012). A review of pest surveillance techniques for detecting quarantine pests in Europe. *EPPO Bulletin*, 42(3) : 515-551.
- Barthélémy D., Boujemaa N., Molino J.-F., Joly A., Goeau H., Bakic V., Selmi S., Champ J., Carré J., Chouet M., Peronnet A., Vignau C., Dufour-Kowalski S., Affouard A., Barbe J. & Bonnet P., (2016). Pl@ntNet, une plate-forme innovante d'agrégation et partage d'observations botaniques. In : Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities = Quels botanistes pour le 21e siècle ? Métiers, enjeux et opportunités. Rakotoarisoa N. R. (ed.), Blackmore S. (ed.), Riera B. (ed.). Paris : UNESCO, 191-197. ISBN 978-92-3-100120-8 UNESCO International Conference: Botanists of the twenty-first century, Paris, France, 22 Septembre 2014/25 Septembre 2014. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002437/243791m.pdf>.
- Cruaud A., Gonzalez A.A., Godefroid M., Nidelet S., Streito J.-C., Thuillier J.M., Rossi J.P., Santoni S. & Rasplus J.Y., (2018). Using insects to detect, monitor and predict the distribution of *Xylella fastidiosa* : a case study in Corsica. *Scientific Reports*, 8 : 15628.
- Délye C., Michel S., Pernin F., Gautier V., Gislard M., Poncet C. & Le Corre V., (2020). Harnessing the power of Next-Generation Sequencing technologies to the purpose of high-throughput pesticide resistance diagnosis. *Pest Management Science*, 76 : 543-552.
- Díaz-Cruz G.A., Smith C.M., Wiebe K.F., Villanueva S.M., Klonowski A.R. & Cassone B.J. (2019). Applications of Next-Generation Sequencing for Large-Scale Pathogen Diagnoses in Soybean. *Plant Disease* 103(6) : 1075-1083. Doi : 10.1094/pdis-05-18-0905-re.
- Douma J.C., Robinet C., Hemerik L., Mourits M.M., Roques A. and [van der Werf](#) W. (2015). EFSA External Scientific Report, pp. 435. Available at: <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/809e>.
- Filloux, D., Fernandez, E., Loire, E., Claude, L., Galzi, S., Candresse, T., ... & Roumagnac, P. (2018). Nanopore-based detection and characterization of yam viruses. *Scientific reports*, 8(1) : 1-11.
- Galan, M., Pons, J.-B., Tournayre, O., Pierre, É., Leuchtman, M., Pontier, D. & Charbonnel, N., (2018). Metabarcoding for the parallel identification of several hundred predators and their prey: Application to bat species diet analysis. *Molecular Ecology Resources*, 2018 : 1-16.
- Garcia S., Hily J-M., Komar V., Gertz C., Demangeat G., Lemaire O. & Vigne E. (2019). Detection of multiple variants of grapevine fanleaf virus in single Xiphinema index nematodes. *Viruses*. 11 : 1139.
- Gardy J.L. & N.J. Loman (2018). Towards a genomics-informed, real-time, global pathogen surveillance system. *Nature Reviews Genetics* 19(1) : 9-20. Doi : 10.1038/nrg.2017.88.
- Guichard L, Dedieu F, Jeuffroy M-H, Meynard J-M, Reau R, Savini I. 2017. Le plan Ecophyto de réduction d'usage des pesticides en France : décryptage d'un échec et raisons d'espérer. Cah. Agric. 26: 14002. Page 12
- Hily J-M., Poulicard N., Candresse T., Vigne E., Beuve M., Renault L., Velt A., Spilmont A-S., & Lemaire O. (2019). Datamining, genetic diversity analyses and phylogeographic reconstructions redefine the

worldwide evolutionary history of grapevine Pinot gris virus and grapevine berry inner necrosis virus. *Phytobiomes Journal*, PBIOMES-10.

Hornero, A., Hernández-Clemente, R., North, P.R.J., Beck, P.S.A., Boscia, D., Navas-Cortes, J.A., Zarco-Tejada, P.J. (2020). Monitoring the incidence of *Xylella fastidiosa* infection in olive orchards using ground-based evaluations, airborne imaging spectroscopy and Sentinel-2 time series through 3-D radiative transfer modelling. *Remote Sensing of Environment*, 236, 15.

Hoyer-Tomiczek U., Sauseng G. & Hoch G. (2016). Scent detection dogs for the Asian longhorn beetle, *Anoplophora glabripennis*. *OEPP Bulletin/EPPO Bulletin* 46(1) : 148-155. <https://doi.org/10.1111/epp.12282>

Jacques Barnouin et Ivan Sache (2010) Les maladies émergentes : Epidémiologie chez le végétal, l'animal et l'homme. Edition Quae 1-444

Lau, H.Y., & Botella, J.R. (2017). Advanced DNA-based point-of-care diagnostic methods for plant diseases detection. *Frontiers in plant science*, 8, 2016.

Le Roux A-C., Neveux M-S., Huchet E., Dewaegeneire P., Berton L., Demey' L., Gobert V., Le Hingrat Y., Ollivier F., Chappé A-M., Hotte H., Montarry J., Fournet S., Esquibet M., Fouville D., Mille B., Kerlan M-C., Coleno F-C., Iachia C., Mulet K., Castagnone P., Grenier E., Folcher L., (2020). NEMATOOLS: Développement d'outils pour la maîtrise durable du risque nématodes en plant de pomme de terre et cultures en rotation, *Innovations Agronomiques*, 79 : 391-411.

Lu Yanhui, Wu Kongming, Jiang Yuying, Xia Bing, Li Ping, Feng Hongqiang, Wyckhuys Kris A. G. & Guo Yuyuan, (2010). Mirid Bug Outbreaks in Multiple Crops Correlated with Wide-Scale Adoption of Bt Cotton in China. *Science*, 328 (5982) : 1151-1154.

Ma Y., Marais A., Lefebvre M., Faure C., Candresse T. (2020). Metagenomic analysis of virome cross-talk between cultivated *Solanum lycopersicum* and wild *Solanum nigrum*. *Virology* (540) : 38-44. doi: 10.1016/j.virol.2019.11.009.

Martinez M., Germain J.-F. & Streito J.-C. (2014). Actualités entomologiques : nouveaux insectes ravageurs introduits en France métropolitaine (Période juillet 2005 à juin 2014). AFPP – Colloque ravageurs et insectes invasifs et émergents, Montpellier – 21 Octobre 2014.

Massart, S., Olmos, A., Jijakli, H., & Candresse, T. (2014). Current impact and future directions of high throughput sequencing in plant virus diagnostics. *Virus research*, 188 : 90-96.

Mifsud D., Cocquempot C., Mühlrthaler R., Wilson M. & Streito J.C. (2010). Other Hemiptera Sternorrhyncha (Aleurodidae, Phylloxeroidea, and Psylloidea) and Hemiptera Auchenorrhyncha Chapter 9. Roques et al. (Eds) Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk* 4(1) : 511-552.

Nezhad A. S. (2014). Future of portable devices for plant pathogen diagnosis. *Lab on a Chip*, 14(16) : 2887-2904.

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* 190, 231–25

Poliakoff F., Piéron S., Streito J.-C., Grimault V. & Chabert A., 2018. RMT Vegdiag, axe 1 : Renforcer la qualité du diagnostic en santé végétale. *Phytoma la santé des végétaux, Hors-Série juin-juillet 2018* : 6-15.

Richard, D., Boyer, C., Javegny, S., Boyer, K., Grygiel, P., Pruvost, O., Rioualec, A.L., Rakotobe, V., Iotti, J., Picard, R., Vernière, C., Audusseau, C., François, C., Olivier, V., Moreau, A. & Chabirand, A. (2016). First report of *Xanthomonas citri* pv. *citri* pathotype A causing Asiatic citrus canker in Martinique, France. *Plant Disease*. 100 : 1946.

Richard D., Tribot N., Boyer C., Terville M., Boyer K., Javegny S., Roux-Cuvelier M., Pruvost O., Moreau A., Chabirand A., Vernière C. (2017). First report of copper-resistant *Xanthomonas citri* pv. *citri* pathotype A causing Asiatic citrus canker in Réunion, France. *Plant Disease*. 101, 503.

Richard, D. (2019). *Microévolution et adaptation à une pression de sélection anthropique chez Xanthomonas citri* pv. *citri*, une bactérie pathogène des agrumes: dynamique du compartiment plasmidique (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).

- Rimbaud L., Dallot S., Bruchou C., Thoyer S., Jacquot E., [Samuel Soubeyrand](#) S. and Thébaud G. (2019). Improving Management Strategies of Plant Diseases Using Sequential Sensitivity Analyses. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-18-0196-R>.
- Robinet C., Castagnone-Sereno P., Mota M., Roux G., Sarniguet C., Tassus X. and Jactel H. (2020). Effectiveness of clear-cuttings in non-fragmented pine forests in relation with EU regulation for the eradication of the pine wood nematode. *Journal of Applied Ecology* (Policy directions), 57: 460-466.
- Robinet C., David G. and Jactel H. (2019). Modelling the distances travelled by flying insects based on the combination of flight mill and mark-release-recapture experiments. *Ecological Modelling*, 402:85-92. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2019.04.006_
- Robinet C., Kehlenbeck H., Kriticos D.J., Baker R.H.A., Battisti A., *et al.* (2012). A suite of models to support the quantitative assessment of spread in Pest Risk Analysis. *PLoS ONE* 7(10): e43366. doi:10.1371/journal.pone.0043366.
- Schlaberg R., Chiu C.Y., Miller S. Procop G.W. & Weinstock G. (2017). Validation of Metagenomic Next-Generation Sequencing Tests for Universal Pathogen Detection." *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 141(6) : 776-786. Doi : 10.5858/arpa.2016-0539-RA.
- Shaffer, L. (2019). Inner Workings: Portable DNA sequencer helps farmers stymie devastating viruses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(9) : 3351-3353.
- Steinegger, M. & Salzberg, S.L. (2020). Terminating contamination: large-scale search identifies more than 2,000,000 contaminated entries in GenBank. *bioRxiv*.
- Streito J.-C., Grimault V., Baldwin T., Poliakoff F., Gentit P. & Chabert A., Laval V., 2018. RMT Vegdiag, axe 2 : Accompagner l'innovation. *Phytoma la santé des végétaux, Hors-Série juin-juillet 2018* : 16-21.
- Studholme, D.J., Glover, R.H., & Boonham, N. (2011). Application of high-throughput DNA sequencing in phytopathology. *Annual review of phytopathology*, 49 : 87-105.
- Susič N., Uroš Žibrat, Saša Širca, Polona Strajnar, Jaka Razinger, Matej Knapič, Andrej Vončina, Gregor Urek, Barbara Gerič Stare (2018). Discrimination between abiotic and biotic drought stress in tomatoes using hyperspectral imaging. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 273 : 842-852.
- Žibrat U. Susič N. & Knapič M. (2019). Pipeline for imaging, extraction, pre-processing, and processing of time-series hyperspectral data for discriminating drought stress origin in tomatoes. *MethodsX*, 6 : 399–408.
- Zarco-Tejada, P.J., Camino, C., Beck, P.S.A., Calderon, R., Hornero, A., Hernández-Clemente, R., Kattenborn, T., Montes-Borrego, M., Susca, L., Morelli, M., Gonzalez-Dugo, V., North, P.R.J., Landa, B.B., Boscia, D., Saponari, M., Navas-Cortes, J.A. (2018). Previsual symptoms of *Xylella fastidiosa* infection revealed in spectral plant-trait alterations. *Nature Plants*, 4(7) : 432-439.

Liste des projets cités :

RMT « Science des données et Modélisation pour l'agriculture et l'agroalimentaire » (www.modelia.org)

Dossier CASDAR 2009 « Inventaire des outils de surveillance biologique du territoire ». Pilotage FNLN, Partenaire APCA, ITA.

Projets associés et/ou références

Dossier CASDAR 2009 Inventaire des outils de surveillance biologique du territoire/ Pilotage FNLN, Partenaire APCA, ITA.

Groupe de travail « Structuration des plans de surveillance officielle » de la Plateforme ESV (pour la partie évaluation des risques : programmation des plans de surveillance fondée sur le risque)

DAMAV « Détection Automatique des Maladies de la Vigne ». PO FEDER-FSE Bourgogne 2014-2018.

<https://www.europe-bfc.eu/beneficiaire/damav-detection-automatique-des-maladies-de-la-vigne/>

DIY-LOL (Projet Casdar) : Diagnostic-It-Yourself-LOLium : prototypage d'un outil de diagnostic moléculaire démocratisable pour une gestion durable des adventices. Porté par F. Mohamadi (ARVALIS, 2017-2018).

FOODSEC, UE 11^e FED. Assainissement et la certification de cultivars de manioc pour la région Océan Indien.

NEMATOOLS (Projet Casdar) : Développement d'outils pour la maîtrise durable du risque nématodes en plant de pomme de terre et cultures en rotation. Porté par la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre, conduit par l'INRA et l'ANSES (2014 –2018)

Plan National Dépérissement du Vignoble : GeEnVi (<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/travaux-de-recherche/programmes-de-recherche/geenvi>) et GPGV (<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/galerie/programme-de-recherche-laureats-2019>).

POnTE, H2020 Pest Organisms Threatening Europe 2015-2019.
<https://www.ponteproject.eu/factsheets-calsol/ponte-project-findings-and-achievements-candidatus-liberibacter-solanacearum/>

SAFE PGR « Towards Safer Plant Genetic Resources through improved viral diagnostics ». Projet porté par P.-Y. Teycheney (2012-2015).

VIRVALID (Projet Casdar) : Evaluation comparative de la technique de séquençage haut débit pour la détection des maladies virales en sélection variétale fruitière. Projet porté par P. Gentit (2017-2019).

Note présentant le programme d'actions pour la période d'agrément.

RMT « IDEAL»: Identifier prEdire Agir en Santé VégétaLe

La production végétale et les bioagresseurs

Les productions végétales métropolitaines et ultra-marines françaises couvrent des surfaces considérables et ont une importance économique indéniable tant locale, nationale qu'internationale. Fournissant très largement les marchés locaux et l'industrie agro-alimentaire, elles ont une influence stratégique dans l'alimentation quotidienne, ainsi que dans l'équilibre de la balance commerciale française. Depuis deux décennies, les échanges commerciaux se sont largement intensifiés, et ont ouvert de nombreuses voies d'introduction de bioagresseurs. Leur installation et leur développement ont été souvent facilités par le changement climatique.

Des difficultés de maîtrise des bioagresseurs

Dans ce contexte national et mondial, l'occurrence et la gravité des attaques des bioagresseurs installés, émergents et ré-émergents deviennent un des enjeux majeurs à prendre en compte pour les cultures en métropole comme dans les DROMs.

Cela se traduit par une augmentation générale des difficultés de maîtrise de bioagresseurs importants tels que, récemment, *Drosophila suzukii*, *Xylella fastidiosa*, le nématode du pin, les maladies du bois de la vigne, le charançon rouge du palmier, du huanglongbing (HLB) des agrumes, la cercosporiose noire des bananiers, *Candidatus Liberibacter solanacearum* sur Apiacées et potentiellement sur les Solanacées, le ToBRFV de la tomate, la chalarose du frêne...

Or, la moindre disponibilité des solutions phytosanitaires conventionnelles rend plus difficile le contrôle de nombreux bioagresseurs importants. Ainsi, certaines filières deviennent « orphelines » en solutions de lutte vis-à-vis de bioagresseurs comme par exemple les ravageurs souterrains tels que les taupins, mais aussi les insectes du colza de par leur niveau de résistance aux pyréthrinoïdes, les maladies et ravageurs telluriques des cultures légumières, les maladies du bois principales cause du dépérissement de la vigne. Des filières importantes peuvent voir leur surface de production diminuer voire disparaître de certaines zones de production ou encore du territoire français. Des filières constatent le développement de résistances des bioagresseurs aux produits phytopharmaceutiques du fait de la faible gamme de produits autorisés disponibles. Les leviers agro-écologiques et les méthodes de biocontrôle tant recherchés et espérés progressent mais lentement.

De profondes évolutions réglementaires

Sur le plan réglementaire, un projet d'ordonnance destinée à séparer les activités de vente, de distribution et d'application de produits phytopharmaceutiques des activités de conseil à l'utilisation de ces produits, prévoit la mise en place de cette séparation à partir du 1er janvier 2021 et encadre ce qui relève des conseils stratégiques et spécifiques (ou de préconisation). Cela s'inscrit dans l'objectif de réduction de l'usage et des impacts des produits phytopharmaceutiques de la transition agro-écologique et du plan ECOPHYTO 2+. Pour ce dernier, le bilan intermédiaire indique que la prise de risques associée à cette réduction d'usage est encore mal accompagnée notamment par les acteurs de la R&D.

Au plan communautaire, de nouveaux textes de loi applicables depuis le 14 décembre 2019 ont redéfini les règles en matière de santé des végétaux avec l'entrée en vigueur du Règlement (UE) 2016/2031. Ils changent des règles communes pour tous les Etats membres de l'Union européenne (UE) en ce qui concerne : la production, l'inspection, l'échantillonnage, les contrôles, l'importation, la mise en circulation et la certification du matériel végétal, la détection, la notification et l'éradication des organismes de quarantaine ; plus largement, l'objectif du nouveau règlement (Règlement (UE) 2016/2031), est d'anticiper l'entrée de nouveaux organismes ou les nouvelles émergences en priorisant les organismes nuisibles. Leur application en santé végétale devrait impliquer les filières professionnelles et mobiliser les laboratoires dans des programmes collectifs volontaires (PCV). De plus, la stratégie « de la fourche à la fourchette » récemment présentée par la Commission européenne, conduit à une profonde réforme des méthodes pour la protection des cultures en visant la réduction de la dépendance aux pesticides chimiques et le développement de l'agroécologie.

De nouvelles technologies disponibles pour l'évaluation du risque.

Dans un tel contexte, l'utilisation des méthodes de diagnostic, d'analyse de risque et de prévision des dégâts peut permettre de mettre en place des pratiques préventives et d'identifier plus finement les situations où la lutte s'avère utile et nécessaire. Cela permet aussi d'optimiser les choix et de mieux accompagner les changements de modes de production tant souhaités par la société.

Les technologies de description, de prévision et d'analyse des risques évoluent aussi très vite. De profondes mutations sont en cours avec le développement de techniques utilisables au laboratoire comme au champ : séquençage haut débit, imagerie, capteurs et pièges connectés, « deep learning » et autres techniques.

Pour leur application pratique, elles nécessiteront une synthèse et un effort de vulgarisation afin d'assurer leur transfert aux professionnels agricoles et les organismes d'appui (instituts, chambres d'agriculture, organismes économiques, ...). Il est nécessaire de bien faire comprendre les principes de leur utilisation et les nombreuses possibilités d'emploi. A ce sujet, le RMT IDEAL se fixe comme objectif de fournir des références pour informer et/ou former les agriculteurs, les conseillers, les acteurs des filières sur l'importance et la nature des méthodes de caractérisation des risques phytosanitaires adaptées à leur situation de production.

Une nouvelle approche des crises sanitaires

Dans les années 2000, l'OMS a lancé de nouvelles actions de type « *One Health* » qui sont aujourd'hui portées le plus souvent par les secteurs médicaux et vétérinaires en vue de la prévention des zoonoses et de la limitation de l'usage des antibiotiques. La crise sanitaire liée à la COVID-19 est un nouvel exemple d'interactions entre santé des hommes, santé des animaux et santé des écosystèmes montrant l'importance d'une approche globale des risques pour prévenir de nouvelles pandémies. Le RMT IDEAL s'emploiera à explorer les possibilités de contribution des acteurs de la santé des plantes à cette approche « *One Health* ».

Les grandes orientations du RMT Ideal

Pour répondre aux enjeux phytosanitaires et soutenir ces politiques publiques et ces évolutions réglementaires, le RMT IDEAL a la volonté d'accompagner les acteurs qui prennent des risques importants en s'engageant dans de profonds changements relatifs à :

- la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques,
- la mise en œuvre de pratiques conduites selon les principes de l'agroécologie,

A ces évolutions demandées par la société, viennent s'ajouter d'autres facteurs de risques liés aux changements globaux :

- l'émergence et la réémergence de bioagresseurs particulièrement préoccupants,
- le développement des résistances aux produits phytopharmaceutiques.

Il s'agira d'évaluer de nouvelles méthodes et approches pour prioriser les actions individuelles ou collectives pour faire face aux risques liés aux organismes nuisibles des cultures, en se concentrant sur la phase de caractérisation des risques. Connaître les bioagresseurs et leurs capacités à provoquer des dommages aux cultures est une étape essentielle pour développer des pratiques agroécologiques réduisant les risques, mais aussi décider de l'opportunité d'intervenir avec des moyens de lutte adaptés en dernier recours.

Un des objectifs est de maintenir de vastes espaces, maintenant les maladies ou ravageurs en dessous des niveaux de dommages permettant de contribuer au maintien de filières, dont celles des semences et des plants. En effet, certains territoires voient déjà leurs productions décliner et l'activité économique se réduire du fait de la pression de certains bioagresseurs sans moyens de prévention ou de lutte suffisamment efficaces.

Diversité des structures impliquées et extension du partenariat aux acteurs ultra-marins

LE RMT vise à constituer une communauté d'experts en santé des végétaux mobilisés pour faire progresser les connaissances et partager les informations sur la caractérisation des risques liés à l'émergence et au développement des bioagresseurs dans les cultures. Les organismes publics et professionnels impliqués sont répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain et des départements d'outre-mer (DROMs). Par ailleurs, les intervenants appartiennent à des structures diverses allant de la recherche, au développement en passant par l'enseignement supérieur et technique agricole et les Organismes à Vocation Sanitaire. Les études conduites par les acteurs sont très diversifiées et se répartissent le long d'une chaîne d'avancée technologique incluant des études de laboratoire, des expérimentations de terrain et aussi de nouvelles méthodes d'accompagnement. Le RMT IDEAL se propose d'intensifier les liens entre ces structures et les études associées pour améliorer et intensifier les échanges entre partenaires de manière transversale sur de nouvelles approches de gestion de la santé végétale et sur les nouvelles technologies et de formuler des solutions pour les adapter aux attentes des professionnels.

Le programme d'action

Dans l'action 1 du projet [IDENTIFIER LES BESOINS] nous chercherons à identifier les besoins précis concernant les méthodes d'évaluation des risques en santé végétale pour des utilisateurs potentiels qu'il s'agisse de professionnels de la production agricole, d'institutionnels ou de conseillers. Au regard des besoins identifiés, le déploiement des outils et méthodes de la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale vers d'autres dispositifs de surveillance sera étudié.

Les principaux questionnements traiteront de l'identification, de l'analyse des risques et de la prévision des dégâts dans l'objectif de mettre en place des démarches afin :

- i) d'être à l'écoute de la demande des professionnels via la mise œuvre de démarches ascendantes de type « bottom-up »,
- ii) d'informer l'ensemble des membres du RMT de ces besoins,
- iii) de trouver des solutions pour répondre à ces demandes en lien avec les autres actions du RMT.

L'objectif de cette action est de mettre en adéquation les besoins et les nouvelles possibilités qu'offrent actuellement la recherche et le développement.

L'action 2 du projet [EXPERTISER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES] se propose de mettre en œuvre une démarche d'expertise et d'évaluation des méthodes de diagnostic, d'analyse des risques et de prévision des dégâts. Elle sera destinée à analyser le domaine et l'échelle d'emploi de ces technologies en identifiant leurs avantages et leurs limites.

L'inclusion dans le champ thématique du RMT de l'analyse de risque et de la prévision des dégâts a pour objectif de venir en soutien de manière opérationnelle i) aux politiques publiques de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques, et ii) à la prise en charge collective de la prévention de nouveaux organismes émergents ou ré-émergents.

En effet, l'amélioration de l'usage de ces méthodes est cruciale pour fournir des conseils adaptés, précis, pertinents et rapidement actualisés. Leur utilisation affine l'identification des situations où la lutte s'avère nécessaire, accompagne aussi le développement des méthodes de contrôles biologiques et les changements de modes de production tant souhaités par la société.

Dans l'action 3 [APPROCHES ONE HEALTH] nous chercherons dans les différents programmes d'action « *One Health* », conduits en santé animale et/ou humaine, à identifier de nouveaux modes de fonctionnement entre acteurs pour gérer les crises sanitaires, et également en dehors des crises, afin de pouvoir à terme les appliquer en santé végétale. Cette nouvelle approche est exemplaire en vue de la construction des programmes d'action multipartenaires et interdisciplinaires. Le plan EcoAntibio en est un exemple très positif.

Pour ce faire, construire des approches globales ou transversales pour anticiper les émergences et le développement de bioagresseurs et prévoir les risques d'une manière innovante, nécessitent l'identification de nombreux facteurs parmi lesquels les réservoirs environnementaux, les gammes d'hôtes et les mouvements spatio-temporels des organismes nuisibles. Dans ce contexte, il existe un intérêt majeur à poser des questions à différentes échelles et sur différents compartiments occupés par les bioagresseurs. L'objectif sera de repenser la gestion de la santé végétale au sein des écosystèmes pour ne plus la restreindre qu'à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation agricole et réfléchir aux impacts directs des pratiques agricoles sur la santé humaine ou animale (toxicité des intrants, résistances des bioagresseurs aux produits, effets non intentionnels des pratiques alternatives...). La construction d'approches globales et transversales nécessite d'une part, une bonne compréhension du fonctionnement des systèmes agricoles et de la gestion de la santé des plantes et d'autre part, un accompagnement méthodologique pour renforcer les interactions entre les acteurs de la santé végétale en France.

Ainsi, appliquer une nouvelle approche à la santé des plantes fait partie des réflexions proposées par cette action pour poser les bases d'actions concrètes à travers des études de cas et faire la preuve que l'élargissement du concept « *One Health* » aux végétaux est possible. Les études de cas aborderont l'impact direct de la santé végétale sur la santé humaine (comme les ambrosies, plantes exotiques envahissantes au pollen très allergisant) et indirect par l'amélioration de la santé de l'environnement (par la diffusion de pratiques agroécologiques et la surveillance de pathogènes émergents ou non).

Dans l'action 4 [INFORMER ET FORMER], nous formaliserons l'ensemble des connaissances collectées et/ou produites pour les rendre disponibles et les transférer aux enseignants, aux chercheurs, aux conseillers, mais aussi aux acteurs de la production et à la société.

Cette action sera décomposée en trois parties :

- i) informer les filières professionnelles et le grand public,
- ii) organiser des séminaires d'échanges approfondis,
- iii) former pour l'enseignement et le conseil.

La création de nouvelles voies d'information et de nouvelles formations vers différents publics en charge de la production est nécessaire pour les différentes politiques publiques : transition écologique, plan

Ecophyto II, séparation de la vente et du conseil, refonte de l'épidémiologie, mais aussi pour l'adaptation des productions aux conséquences du changement global sur la dynamique des populations des bioagresseurs. Dans le cadre de cette action, nous valoriserons les productions issues des autres actions du RMT.

Les nouvelles voies d'échanges et de partages entre partenaires du RMT

Concernant la santé des végétaux, les actions du RMT visent à développer des ponts entre experts et acteurs des filières végétales en matière d'information et de formation aux nouvelles techniques, de méthodologies et d'approches innovantes. Les actions de ce nouveau RMT n'étant pas spécifiques aux filières végétales de la France métropolitaine, elles concerneront aussi toutes les filières végétales ultramarines. Les convergences des actions permettront un décloisonnement entre filières. Ce renforcement du réseau permettra de mutualiser les compétences autour des demandes exprimées dans l'action 1.

La plus-value du travail en réseau envisagé dans le cadre des actions de ce nouveau RMT se situe donc à différentes échelles et permettra d'optimiser les moyens existants afin de :

- Développer des relations avec la recherche pour rendre des outils utilisables par les professionnels,
- Développer des collaborations avec différentes structures pour valoriser au mieux leur activité,
- Mettre en adéquation les besoins des professionnels avec les applications de diagnostic et de prévision des risques/dégâts disponibles,
- Transférer des connaissances actualisées et partagées sur les méthodes et les outils vers les utilisateurs potentiels de nouvelles technologies et vers les acteurs de la formation initiale et continue qu'ils soient métropolitains ou ultramarins.

Ainsi, les partenaires mobilisés dans des projets très diversifiés à l'échelle régionale, nationale voire européenne souhaitent la labellisation du RMT IDEAL pour construire un réseau d'échange expert. L'objectif est de partager les références, les organiser et contribuer ainsi, de manière cohérente durant cette période de 5 ans, à l'approfondissement des connaissances sur les bioagresseurs et les moyens pour anticiper et faire face à leur extension actuelle et à venir.