

SANTÉ : LA RECHERCHE ACCÉLÈRE

Le Cirad en pointe
contre la covid-19

Un procédé
révolutionnaire
contre les moustiques

Agrandissement
du Pôle de protection
des plantes

EDITO

ETAT D'URGENCE SANITAIRE : LA RECHERCHE D'OUTRE-MER SUR LE PONT



La crise de la covid-19 interroge autant par sa genèse, son expansion et sa prolongation face à nos systèmes de santé et nos stratégies de riposte, que par ses conséquences majeures sur les plans sanitaires et économiques. Elle nous bouscule dans notre quotidien et montre à quel point la recherche est questionnée, sollicitée en termes de réponses et de pédagogie, avec en écho une opinion publique partagée entre confiance, crainte, voire rejet.

Pourtant, c'est bien dans la recherche, l'innovation et l'expérience de nos sciences et de leur histoire que se trouve en partie la solution. Les démarches interdisciplinaires et les approches intégrées prennent tout leur sens pour vaincre durablement ce type d'épidémie. Épidémies amenées à se répéter dans le temps ! S'engage alors une course au long cours, avec comme règle de tirer les enseignements des crises passées pour mieux prévenir et guérir.

Dans ce numéro spécial Santé, ce sont ces démarches que nous avons souhaité illustrer, à notre échelle. Le test de dépistage de la covid-19 « RunCov », mis au point à La Réunion, est un exemple de notre marque de fabrique : l'intelligence collective entre les équipes de La Réunion en santé végétale et animale d'une part, les professions de santé d'autre part. Une confiance et un savoir-faire singuliers, tissés de longue date au travers de nos réseaux de coopération et ADN de nos démarches de recherche en partenariat.

La diversité des autres recherches et expérimentations que vous allez découvrir dans ces pages illustre les travaux actuels en matière de santé des plantes et des animaux comme un élément déterminant de la sécurité alimentaire au Sud. La santé publique et le bien-être des populations humaines sont dépendants du bon fonctionnement de nos écosystèmes.

Mais faire de la bonne science en santé exige des moyens et des infrastructures. La Réunion a su et pu se doter depuis quelques années de pôles remarquables, mis en exergue dans ce numéro ; d'autres en chantier sont sur le point d'éclore. Toutes ces « success stories » sont rendues possibles grâce à un soutien indéfectible et de longue date de nos bailleurs institutionnels locaux. L'appui au long cours de l'Union Européenne pour la recherche en Outre-mer montre également son efficience : On en parle peu, c'est cependant, et heureusement, une réalité forte dans le domaine de la recherche agronomique.

Bonne lecture !

Eric Jeuffrault, Directeur régional du Cirad pour La Réunion - Mayotte et les pays de la COI (hors Madagascar)

Comité de rédaction : Thierry Baldet, Jeremy Bouyer, Matthieu Bravin, Eric Cardinale, Catherine Cetre-Sossah, Laurent Costet, Marion Dailloux, Jean-Philippe Deguine, Hélène Delatte, Antoine Franck, Clara Grondin, Joël Huat, Vincent Jacob, Eric Jeuffrault, Samuel Lauret, Pascal Marnotte, Laura Moquet, Samuel Nibouche, Yann Pecrix, Bernard Reynaud, Adrien Rieux, Isabelle Robène, Anne-Sophie Toutain, Annelise Tran.

Les projets du Cirad à La Réunion sont financés par l'Union européenne [Feder et Feder], la Région, l'État et le Département de La Réunion



SOMMAIRE



DOSSIER

SANTÉ : L'EXPERTISE RÉUNIONNAISE

(pages centrales, numérotées de I à IV)

LE CIRAD ET LA SANTÉ

PAGE 3

L'essor de la santé intégrée

UNE SEULE SANTÉ

PAGE 4

Des bactéries...contre des bactéries !

PAGE 5

Lutte contre l'antibiorésistance

SANTÉ HUMAINE

PAGE 6

Le Cirad développe un test contre la covid-19

PAGE 7

RunCov utilisé par les laboratoires

PAGE 8

Des moustiques stérilisés et traités

DOSSIER

PAGE I

Santé et biodiversité

PAGE II ET III

Extension du pôle de protection des plantes

PAGE IV

Des partenaires impliqués

SANTÉ VÉGÉTALE

PAGE 9

Vers zéro pesticide

PAGE 10

Une plante piège à prédateurs

PAGE 11

Lutter contre les mauvaises herbes

SANTÉ EN PARTENARIAT

PAGE 12

Contre le parasite tueur d'abeilles

PAGE 13

Surveiller les maladies vectorielles

SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES

PAGE 14

Favoriser la santé des sols

SANTÉ À MAYOTTE

PAGE 15

Assainir le manioc

CHIFFRES-CLÉS

PAGE 16

Les grands indicateurs du Cirad

Directeur de publication : Eric Jeuffrault

Coordination de la rédaction : Laurent Declotte

Coordination scientifique : Eric Jeuffrault, Marion Dailloux

Photo de couverture : Nadia Charles, Denis Delbecque

Mise en page : Audrey Velia [Attaya Design]

Impression : NID Imprimerie, La Réunion

Relecture : Nadège Nanguet, Jean-Cyril Dagallier

Direction régionale du Cirad pour La Réunion-Mayotte et les pays de la COI [hors Madagascar]

Station de la Bretagne - 40, Chemin de Grand Canal - CS 12014

97743 Saint-Denis Cedex 9 - Ile de La Réunion

Tél. standard : +262 (0)2 62 72 78 00

Fax : +262 (0)2 62 72 78 01

Courriel : dir-reg.reunion@cirad.fr - Site web : <http://reunion-mayotte.cirad.fr>

Le Cirad est membre du RITA Réunion Réseau d'innovation et de transfert agricole

Le Cirad est membre fondateur de MUSE Montpellier Université d'excellence

COOPERATION REGIONALE EN OCEAN INDIEN

Une force agile et opérationnelle en santé

Avec les pays membres de la Commission de l'océan Indien (COI), le Cirad a monté un ensemble de réseaux pour faire face aux maladies émergentes.

La pandémie de la covid-19 a brutalement rappelé à tous l'importance de mieux anticiper pour prévenir les crises sanitaires. Le Cirad en océan Indien, dans son cœur d'activité sur la santé animale et la santé végétale, s'est doté de longue date de réseaux de coopération régionale qui réunissent aujourd'hui un partenariat professionnel reconnu, fort et agile en cas de nécessité de riposte immédiate. Une démarche collective à l'échelle des pays de la COI est primordiale si l'on veut lutter efficacement face aux nouveaux bio-agresseurs ou maladies émergentes, en recrudescence du fait des changements globaux.

Le premier réseau (PRPV) orienté sur la santé végétale a été construit au début des années 2000 d'une volonté commune des services phytosanitaires mauriciens et réunionnais forts de leur expérience dans la lutte contre le ver blanc de la canne à sucre. Dans cette dynamique collective et à la même époque, le Pôle de Protection des Plantes de Saint-Pierre, avec ses 3000 m² de laboratoires, a été créé. Ce pôle est devenu ainsi la base opérationnelle en océan Indien du réseau PRPV (Programme Régional de Protection des Végétaux). Ce réseau, qui fête ses 30 ans, réunit l'ensemble des pays de la Commission de l'Océan Indien.

En 2008, un deuxième réseau de coopération régionale du Cirad orienté vers la Santé

animale, « Animal Risk » a été lancé en Océan Indien. Il constitue la base actuelle du dispositif de recherche en partenariat du DP « ONE HEALTH OI ». Construit sur les mêmes concepts que PRPV (Actions de renforcements des connaissances, et actions opérationnelles de lutte et de riposte), ce réseau fusionne en 2013 avec le Programme SEGA, le réseau de surveillance des épidémies infectieuses et de gestion des alertes humaines et ils mettent en œuvre une approche ONE HEALTH (santé globale). Cinq ans plus tard, SEGA ONE HEALTH se voit doté d'une unité officielle singulière de veille sanitaire à l'échelle de la COI permettant une réactivité immédiate et collective en cas de détection de maladies infectieuses majeures, animale ou végétale, dans la zone.

Aujourd'hui, ces task forces sont précieuses mais sont avant tout le fruit de collaborations humaines fortes où chacun contribue à une approche multidisciplinaire. Cette mutualisation s'avère plus que jamais nécessaire pour organiser durablement les ripostes.

eric.jeuffrault@cirad.fr

Plus d'informations sur les sites
<http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/fr>
et <https://www.onehealth-oi.org/>

La recherche est plus efficace structurée en réseau régional.



© R. Carayol [Cirad]

PAROLE À NOS PARTENAIRES

Lionel Calenge,

Directeur Général du CHU de La Réunion et du GHER



« En 2020, la crise de la covid-19 nous a invités, dans le cadre d'une véritable task-force, à renforcer nos liens déjà existants avec les équipes de recherche du Cirad et de l'Université de La Réunion pour plus d'échos et de travaux en commun. Depuis, le CHU et ses partenaires n'ont cessé de partager leurs expertises et analyses, illustrées dernièrement par une réponse à un appel à projet du Plan d'Investissement Avenir de l'État sur la mise en place de plateformes de concertation en matière de recherche dans les Outre-mer, « One Health sur fond de changements globaux dans le bassin indianocéanique ». En cas de succès à cet appel d'offre, le CHU prendra une part active, aux côtés de l'Université et du Cirad, dans la co-construction de ce projet important pour notre territoire et pour la consolidation de notre dynamique de recherche »



Gilles Lajoie,

Président du conseil académique de l'université de La Réunion



En avril 2020, une Tribune de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi) lançait un cri d'alerte : « L'actuelle pandémie de Covid-19 vient cruellement nous rappeler le fait, trop longtemps négligé, tant dans les priorités de recherche que dans les politiques publiques, que santé humaine, santé animale et santé des écosystèmes sont étroitement liées, que l'une ne va pas sans les autres, comme le souligne l'approche interdisciplinaire One Health ». Mais toute crise fait bouger les lignes et débouche sur des décisions, parfois même heureuses... L'annonce de l'initiative PREZODE lors du One Planet Summit du 11 janvier dernier en est une. L'objectif est ambitieux : prévenir les risques d'émergences zoonotiques et de pandémies. Pour ce faire, il s'agit de renforcer les réseaux de santé humaine, animale et environnementale afin de mieux évaluer les menaces d'émergences zoonotiques. Cela permettra de réduire le risque pandémique en développant des actions de prévention avec l'ensemble des acteurs pour mieux protéger des socio-écosystèmes qui seront plus adaptés aux changements globaux et plus résilients. Le partenariat d'excellence entre le Cirad, l'université de La Réunion et le CHU qui vise la construction d'une plateforme de recherche indianocéanique « One Health en contexte de changements globaux » s'inscrit pleinement dans cette nouvelle dynamique de recherche internationale. Elle doit devenir une priorité du territoire dans la perspective de la prochaine Stratégie de spécialisation du territoire qui orientera les programmes opérationnels européens 2021-2027.

ECOLOGIE CHIMIQUE

Diffuser des odeurs pour protéger les plantes

Le Cirad s'ingénier à planter des électrodes sur des insectes ravageurs pour savoir à quelles odeurs ils réagissent. Et ainsi les détourner de leurs proies habituelles.

Les odeurs sont omniprésentes dans l'environnement et jouent un rôle essentiel dans la prise de décision des insectes. Les composés chimiques constituant ces effluves permettent de manipuler les comportements des ravageurs pour protéger les plantes, et sont à ce titre des outils pertinents de biocontrôle.

Ainsi, le « Foreur ponctué » délaisse la canne à sucre en présence d'odeurs provenant d'une plante-piège, des papillons de nuit sont leurrées par des phéromones sexuelles synthétiques ou encore la mouche du melon est attirée par un arôme artificiel de concombre.

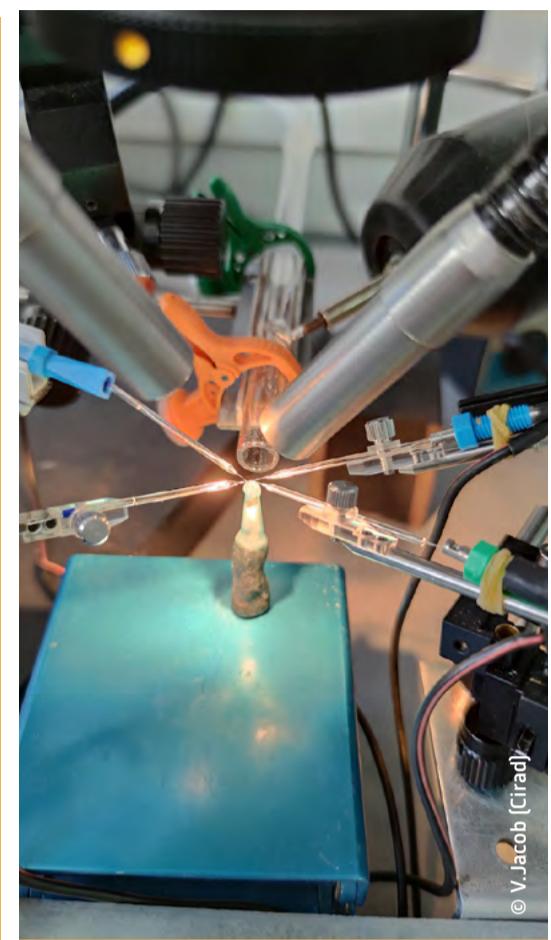
L'étude de ces interactions, ou écologie chimique, est aujourd'hui en plein essor. Là où cette science s'intéressait essentiellement aux phéromones sexuelles, elle aborde aujourd'hui la complexité des comportements déployés par un insecte au cours de sa vie. L'unité mixte de recherche « Peuplement des végétaux et bioagresseurs en milieu tropical » [UMR PVBMT] fait partie du cercle restreint des laboratoires maîtrisant l'ensemble des techniques de chimie, de neurosciences et d'éthologie nécessaires pour mener à bien ces recherches. L'outil

le plus délicat consiste à associer un analyseur chimique, le chromatographe en phase gazeuse, à un détecteur constitué de microélectrodes implantées directement sur l'insecte. Ces électrodes mesurent l'activation des neurones olfactifs, et constituent ainsi une fenêtre ouverte en temps réel sur l'expérience perceptive de l'insecte.

La précision de ce bijou technologique a été encore améliorée récemment par deux innovations, l'une développée aux Etats-Unis, et l'autre par le Cirad. « Nous avons réussi le tour de force d'associer ces deux innovations encore confidentielles sur le même poste expérimental, qui est probablement aujourd'hui l'un des plus performants au monde », s'enthousiasme Vincent Jacob, chercheur Cirad en écologie chimique à l'UMR PVBMT.

La précision atteinte aujourd'hui est un atout indéniable pour les recherches en cours d'attractifs de mouches des fruits. L'écologie chimique de ces ravageurs est particulièrement complexe car ils interagissent avec un grand nombre d'espèces de plantes.

vincent.jacob@cirad.fr



© V.Jacob [Cirad]

Quatre microélectrodes sont implantées sur un insecte, et un tube de verre délivre des stimulations odorantes.

RECHERCHE SUR LES BACTÉRIOCINES

Vive les bactéries !

Des substances antimicrobiennes sécrétées par des bactéries pourraient servir à lutter contre d'autres bactéries, telle *Ralstonia solanacearum* qui attaque tomates, aubergines, pommes de terre, bananes...

De nombreuses bactéries sécrètent des substances antimicrobiennes appelées bactériocines qui contribuent à leur défense et à leur compétitivité dans l'environnement. Contrairement aux antibiotiques ou aux moyens classiques de lutte chimique, l'action des bactériocines est très restreinte et ne cible le plus souvent que certaines espèces de bactéries. De par cette spécificité d'action, les bactériocines ont d'ores et déjà trouvé leur application dans l'industrie agroalimentaire en tant que conservateurs naturels. Dans l'industrie des probiotiques, elles sont également utilisées comme antagonistes de certains pathogènes intestinaux.

Dans le domaine de la recherche médicale, de nombreuses études ont montré que les bactériocines ont par ailleurs un réel potentiel thérapeutique en étant actives sur des bactéries résistantes aux antibiotiques. Aussi, ces molécules représentent aujourd'hui une alternative crédible aux antibiotiques et pourraient constituer une solution sérieuse au phénomène d'antibiorésistance qui, selon l'OMS, constitue l'une des plus graves menaces pesant sur la santé mondiale, la sécurité alimentaire et le développement.

Dans le domaine de l'agriculture, bien que de nombreuses maladies soient

causées par des bactéries attaquant les plantes, les études portant sur les bactériocines restent encore très limitées. Au sein de l'unité Peuplement des végétaux et bioagresseurs en milieu tropical, une équipe de recherche du Cirad travaille sur la bactérie du sol *Ralstonia solanacearum* responsable du flétrissement de nombreuses espèces végétales telles que la tomate, l'aubergine, la pomme de terre ou encore le bananier. Cette bactérie, qui se conserve dans le sol, est régulièrement responsable de graves épidémies dans les cultures maraîchères du sud-ouest de l'océan Indien. « Les travaux menés visent à identifier des bactériocines dirigées contre les souches les plus virulentes de *Ralstonia* », souligne Yann Pecrix, chercheur au Cirad.

A terme, l'objectif est de développer des moyens de lutte biologique innovants basés sur l'utilisation de bactériocines. Ces nouveaux outils permettraient le biocontrôle ciblé de *Ralstonia* « tout en préservant le reste du microbiote » ; ils s'inscrivent dans la recherche de nouvelles stratégies de protection des cultures végétales, et respectueuses de l'environnement.

yann.pecrix@cirad.fr



© H.Rasoamananjara

Les bactériocines sont étudiées dans les laboratoires du Cirad.



© R.Caraouj/Cirad

Antibiodom étudie les phénomènes d'antibiorésistance dans les élevages d'Outre-mer.

Le projet Ecoantibio vise à réduire les risques d'antibiorésistance en élevage. Si les bactéries survivent aux médicaments, cela entraîne des risques pour les animaux, mais aussi pour les humains. Avec AntibioDom, le Cirad va étudier la situation à Mayotte et à La Réunion.

I arrive de plus en plus souvent que des bêtes malades ne guérissent pas malgré la délivrance d'antibiotiques. Explication : les bactéries responsables se sont accoutumées et survivent aux médicaments. Cette situation pose de sérieux problèmes en santé vétérinaire, car certains traitements deviennent inefficaces, ce qui menace les performances économiques des élevages. « Mais l'antibiorésistance en élevage s'inscrit également dans un problème plus global de santé publique, prévient Denis Josse, volontaire service civique au Cirad, car les animaux deviennent alors des réservoirs de bactéries résistantes qui peuvent un jour

ÉLEVAGES À MAYOTTE ET À LA RÉUNION

Les bactéries résistent-elles aux antibiotiques ?

ou l'autre se retrouver chez l'homme ».

Il faut donc documenter ce phénomène d'antibiorésistance en élevage et ce travail n'a pour l'instant été réalisé qu'à l'échelle métropolitaine. Le but du projet AntibioDom (Consommation d'antibiotiques et résistance bactérienne dans les élevages à La Réunion et Mayotte) est d'obtenir des données propres à la zone, tropicale, afin de dresser un état des lieux le plus précis possible. Ainsi, sur ces bases, il sera possible de développer des outils adaptés à la situation locale.

Plus précisément, le projet va évaluer la proportion d'élevages colonisés

par des bactéries multi-résistantes aux antibiotiques et caractériser ces résistances et ceci dans chaque filière d'élevage. Il s'agira ensuite d'identifier les facteurs explicatifs de l'occurrence de ces bactéries : pourquoi ici et pas là ? Pourquoi en si grand nombre ou pas... Enfin, l'étude permettra d'estimer la consommation d'antibiotiques à l'échelle de La Réunion et Mayotte et de calculer des indicateurs objectifs de l'exposition des animaux à ces médicaments.

Le projet AntibioDom s'inscrit dans le plan Ecoantibio 2 du ministère de l'Agriculture.

eric.cardinale@cirad.fr

LA PAROLE À NOS PARTENAIRES

Pascal Augier « Un travail d'enquête remarquable »

« La Daaf, via son service Alimentation, est en charge de l'application des bonnes pratiques d'élevage. Elle veille notamment au bon usage des antibiotiques par les éleveurs et à leur délivrance par les vétérinaires. Le résultat du projet Antibiodom du Cirad est un élément d'évaluation de l'amélioration de ces pratiques : ce travail d'enquête et de recherche est remarquable à l'échelle de l'océan Indien. L'objectif principal est de réduire l'usage des antibiotiques au strict nécessaire. Le projet tend à montrer que les usages sont à la baisse. Il faut poursuivre.

La protection de la santé humaine via la lutte contre le développement des résistances aux antibiotiques et sa propagation au sein des populations bactériennes est un bel exemple

d'application du concept One Health. Les mauvaises pratiques en élevage peuvent en effet avoir pour conséquence le développement d'antibiorésistances qui par la suite peuvent se transmettre aux bactéries pathogènes pour l'homme, notamment du fait de la présence rapprochée de l'éleveur au sein des animaux de son élevage.

Le Cirad joue un rôle important dans cette coopération et cela apporte un vrai plus : Cela permet de faire un continuum d'actions entre les partenaires ».

Directeur de la DAAF Réunion



EN BREF

Des podcasts sur la recherche appliquée en santé animale et environnementale

Vous souhaitez savoir ce qui se cache derrière la recherche ? Entrez dans les coulisses du dispositif en partenariat One Health Océan Indien, réseau mettant en commun les compétences de plus de 120 professionnels de la santé publique, animale et environnementale. Par le biais de podcasts, le Cirad vous invite à découvrir les activités et résultats concrets des travaux de ces chercheurs. Tous les mois, à partir de mars 2021, un épisode sera mis en ligne et détaillera les activités des différents partenariats entre les huit pays membres du sud-ouest de l'Océan Indien. Pour les écouter, se connecter sur le lien : <https://www.onehealth-oi.org/>

anne-sophie.toutain@cirad.fr

RUNCOV, UN NOUVEAU TEST COVID-19

Le Cirad a mis au point un test plus rapide

Aussi fiable qu'un test PCR classique mais beaucoup plus rapide : RunCov est un nouveau test de dépistage de la covid-19, officiellement agréé en France par le Centre National de Référence des maladies respiratoires et est listé sur le site du ministère de la santé comme test utilisable pour le dépistage Covid. Il a été mis au point au Pôle de protection des plantes par le Cirad et ses partenaires*

RunCov est bien plus rapide qu'un test PCR classique, bien plus fiable qu'un test antigénique, et ne nécessite qu'un simple appareil portatif électrique pour fonctionner. Ce test est par ailleurs capable de détecter les quatre principaux variants du Sars-CoV-2 (anglais, sud-africain brésilien et indien). Il a été mis au point par les experts du Cirad en diagnostic moléculaire en santé végétale, basés au Pôle de protection des plantes à La Réunion.

Isabelle Robène, spécialiste des méthodes de diagnostic des maladies des plantes, commente : « La méthode de référence (RT-qPCR) nécessite un passage obligé en laboratoire avec du matériel sophistiqué pour purifier et extraire les acides nucléiques. Avec cette nouvelle méthode, dite RT-Lamp, on peut le faire directement sur le terrain, dans un aéroport par exemple, à l'aide d'une petite machine portable ».

L'opération, basée sur l'amplification de deux régions du génome du virus, est réalisée directement sur un prélèvement nasopharyngé, sans étape d'extraction du matériel génétique, ce qui permet d'obtenir un résultat en 5 à 25 minutes. « La sensibilité est de 90 % environ, même avec de faibles charges virales, ce qui réduit la probabilité de faux négatifs », se félicite Eric Jeuffrault, le directeur régional du Cirad. Et d'ajouter : « C'est la preuve que le concept « One Health », qui conduit à aborder de front



© IUT de La Réunion

les questions de santé animale, végétale et humaine, est opérationnel ».

Le déploiement sur le terrain de RunCov est déjà expérimenté notamment dans le cadre d'un essai en cours avec le CHU Sud. RunCov est réalisé directement sur site, au centre de prélèvement du CHU, et les réponses RunCov sont comparées à celles obtenues en parallèle au CHU par RT-qPCR.

Aussi, RunCov a déjà été expérimenté dans le secteur aérien, pour contrôler à l'aéroport des passagers en provenance de Madagascar. Trois opérations ont été conduites avec succès en partenariat avec un laboratoire d'analyse (Cerbälliance),

Isabelle Robène a transposé en santé humaine, une technique d'habitude utilisée sur les virus des plantes.

et l'agence régionale de santé de La Réunion a validé la démarche.

La protection de l'invention est en cours de réalisation. Un partenaire industriel intéressé pour produire et distribuer RunCov à grande échelle, dans des conditions en adéquation avec le mandat du Cirad, a également été trouvé. Des expérimentations sont menées en collaboration avec ce partenaire afin de passer du format « recherche » à un format commercial type kit « clef en main » utilisable à grande échelle.

* L'Université, le CHU, le Cyroi, l'Anses et le Museum national d'histoire naturelle.

SÉQUENÇAGE DU GÉNOME Suivre l'évolution de la covid-19

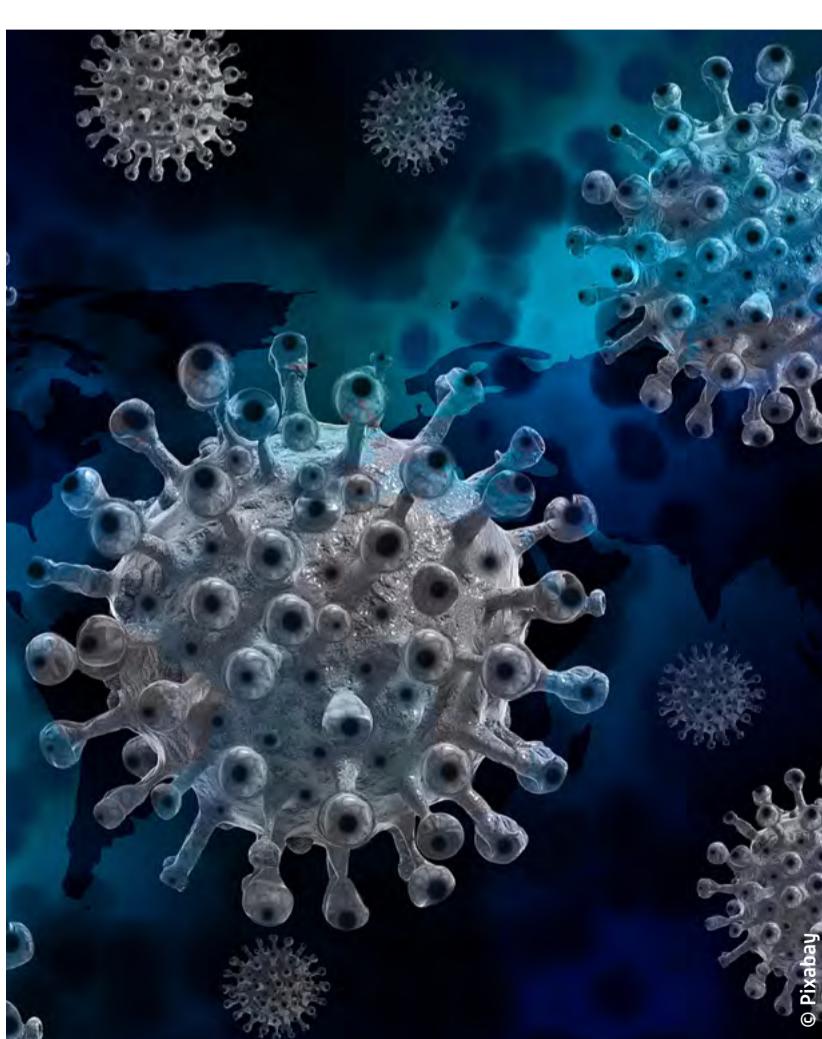
On peut être spécialiste des plantes et surveiller de très près l'évolution du génome d'un virus pathogène des humains comme le Sars-CoV-2. Des chercheurs de l'unité mixte de recherche Peuplement des végétaux et bioagresseurs en milieu tropical mobilisent en effet leurs compétences en génomique des organismes phytopathogènes pour caractériser l'évolution du génome de la covid-19. « Quel que soit l'organisme, rappelle le chercheur Damien Richard, le séquençage d'un génome est une procédure peu variable ».

Après les étapes de laboratoire et le passage au séquenceur à proprement parler, les lectures de petits fragments d'ADN sont mises bout à bout pour reconstituer le puzzle que constitue le génome complet. Chez SARS-CoV-2, il comporte 29 903 pièces (nucléotides). Les génomes peuvent ensuite être comparés entre eux, les différences mettant les mutations en évidence. Certaines d'entre elles, appelées « synonymes » n'ont

pas d'effet sur le phénotype du virus (la couleur des yeux pour l'humain, la transmissibilité ou la virulence pour un virus par exemple), alors que d'autres, les mutations « non-synonymes », peuvent le modifier.

Obtenir un catalogue à jour des mutations présentes dans la population de SARS-CoV-2 est donc crucial pour comprendre comment il évolue. Pour l'heure, ces recherches ont été valorisées par deux publications en avril et novembre 2020, respectivement basées sur 7 000 et 45 000 séquences de génome complet. Aujourd'hui, pas moins de 600 000 génomes sont disponibles en catalogue pour les chercheurs, qui utilisent des plateformes de calcul haute performance, comme SouthGreen du Cirad et de l'unité Amélioration génétique et adaptation des plantes, pour traiter des données presque en temps réel.

richarddamienfr@gmail.com



Mieux connaître l'évolution du génome du Sars-CoV-2.

RunCov permet de détecter le variant sud-africain.



© DR

LA PAROLE À NOS PARTENAIRES

Marie Christine Jaffar
Cheffe de service au laboratoire de microbiologie du CHU.

« Le test Lamp pourrait être complémentaire »

Quel est votre rôle dans la mise au point du nouveau test ?

Nous avons fourni au Cirad environ 140 échantillons, des prélèvements naso-pharyngés positifs ou négatifs à la covid-19, mais aussi à d'autres pathogènes, comme la grippe et des Corona humains. L'objectif était de vérifier que le test Lamp est bien spécifique de la covid-19.

Y a-t-il des risques dans la transmission de ces échantillons ?

Aucun. Tout d'abord, tous les échantillons sont inactivés. Ensuite, ils sont transportés dans des tubes emballés et sécurisés dans des glacières qui répondent à des normes très précises.

Que peut apporter cette collaboration ?

C'est toujours bien de développer de nouvelles technologies de détection surtout lorsque le test est plus rapide ; le Cirad a une expérience en la matière que nous n'avions pas. Le test Lamp devrait faciliter certaines prises en charge en étant complémentaire au test PCR classique. On pourrait peut-être le positionner pour des patients asymptomatiques ou encore dans les Ehpad. Ce serait très bien car à ce jour, on utilise surtout des tests antigéniques dans ces établissements ; or, ils sont bien moins sensibles que le test Lamp. Il faut accumuler des résultats en réel pour décider quelle place pourrait avoir ce test et comment le positionner par rapport aux autres tests mais les choses avancent vite.

TEST RUNCOV CONTRE LA COVID

PARTENARIAT ENTRE LE CIRAD ET CERBALLIANCE

Le laboratoire privé utilise désormais le test Runcov mis au point par le Cirad. D'autres pistes de collaboration sont envisagées. Le point avec les biologistes Mahery Ramiandrisoa, responsable du plateau technique de la clinique du Port et du Tampon, et Michel Sin, président de Cerballiance Réunion.

Comment est née la collaboration entre le Cirad et Cerballiance ?

MR : A l'époque, le Cirad cherchait un moyen de déployer sur le terrain Runcov. Ils ont sollicité les acteurs de la biologie médicale au niveau de l'île. Cerballiance était fortement intéressé par le potentiel de ce test, notamment par la rapidité de rendu et par les promesses de sensibilité et de spécificité. Nous avons challengé le test pour nous aussi apporter des données fiables au Cirad. Sur le port, il y a le plateau technique mais aussi un site d'expérimentation covid-19, qui est le drive Cerballiance le plus important de l'île. Cela a permis au Cirad d'avoir des prélèvements rapides et en nombre pour tester RunCov. Depuis mars, on utilise le test. Cela permet d'aider le Cirad à avoir des données supplémentaires dans un esprit d'évolution et d'amélioration du test.

Vous avez d'abord expérimenté à l'aéroport...

MR : Le secteur aérien était en contact rapproché pour déployer le test afin de sécuriser les vols, que ce soit au départ ou à l'arrivée. En premier lieu, les vols étaient d'une cinquantaine de passagers avec des vols de rapatriement de Madagascar. Nous avons organisé cela ensemble. De notre côté : la logistique l'organisation d'un dépistage et du côté du Cirad la technique. Cela s'est très bien déroulé. Ce qui est très encourageant pour déployer cela auprès de vols de plus grande envergure.

Le Cirad cherchait aussi à industrialiser le test. Nous avons été sollicités au niveau de notre réseau Cer-

balliance healthcare afin de trouver un industriel pour déployer le test. Cela est en train de se réaliser, nous sommes en contact avec un industriel afin de déployer, améliorer le test et le rendre opérationnel sur des dépistages plus importants.

Est-ce que cette collaboration va déboucher sur d'autres pistes ?

MR : Là, nous travaillons sur la covid-19, mais cela confirme l'intérêt de travailler sur d'autres thématiques, au vu des réels progrès que nous avons pu faire sur l'amélioration du test et sur la recherche d'un industriel. C'est peut-être le début d'une aventure. Tout s'est fait sur un temps très court et avance très rapidement. Nous envisageons un transfert de connaissances à l'échelle de l'océan Indien.

MS : C'est une histoire de confiance, de professionnels. On a eu des résultats ensemble, le but c'est de continuer. Nous avions chacun nos domaines mais on s'aperçoit qu'on trouve des cohérences avec des technologies et des équipes, cela permet de faire grandir tout le monde et de donner du sens à cette collaboration. Nous sommes dans une crise lourde et compliquée, qui dure et qui nous sollicite beaucoup d'un point de vue physique, psychologique et cérébral. Ce genre de collaboration nous met dans une dynamique qui nous booste. Il faut avancer ensemble et peut-être qu'au détour d'une discussion il y aura d'autres thématiques à explorer.

Michel Sin et Mahery Ramiandrisoa, du laboratoire Cerballiance.



STÉRILISÉS ET TRAITÉS AU BIOCIDE

Lâchers de moustiques à Saint-Joseph

En mars, des moustiques mâles stérilisés et traités par un biocide seront lâchés par drone dans des ravines de Saint-Joseph.

Objectif : éliminer localement les moustiques *Aedes aegypti*, vecteurs historiques de la dengue à La Réunion.

Le projet Revolinc, pour « Révolutionner la lutte contre les insectes », vise à développer de nouvelles méthodes de lutte contre la mouche tsé-tsé, les moustiques *Aedes* et la mouche méditerranéenne des fruits, les deux derniers envahissant actuellement l'Europe. Le projet repose sur la technique de l'insecte stérile (Tis) renforcée.

La Tis consiste à éliver en masse des insectes mâles, les stériliser par irradiation et les relâcher dans l'environnement où ils entrent en compétition avec les mâles sauvages pour se reproduire, induisant la stérilité des femelles. La Tis renforcée, ajoute un traitement des mâles stériles par un biocide qui contamine spécifiquement les femelles sauvages lors de l'accouplement, en sus de l'effet stérilisant. « Des travaux de modélisation ont confirmé la valeur ajoutée de la Tis renforcée vis-à-vis de la Tis classique », précise Thierry Baldet, chercheur au Cirad.

Une formation a été délivrée sur le fonctionnement du logiciel.



Lâcher de moustiques par drone dans le cadre du projet Revolinc.

À La Réunion, des essais pilotes de la Tis renforcée, sur le terrain, ciblent le vecteur historique de la dengue, *Aedes aegypti*, dans deux ravines du littoral de Saint-Joseph où les populations de ce moustique sont isolées. Aussi, pour plus d'efficacité et de précision, les lâchers de mâles stériles traités se feront par drone.

Ces essais visent à démontrer que la Tis renforcée permet d'éliminer localement

un vecteur lorsque celui-ci est isolé comme c'est le cas des populations d'*Aedes aegypti* à La Réunion. « En fonction des résultats, envisage Jérémy Bouyer, chercheur au Cirad, une extension de la Tis renforcée contre le vecteur principal de la dengue à La Réunion, *Aedes albopictus*, pourrait être envisagée ».

thierry.baldet@cirad.fr
jeremy.bouyer@cirad.fr



© A. Trop

Après l'outil Alborun, déjà utilisé à La Réunion, le logiciel a été adapté pour l'île Maurice par des chercheurs du Cirad des unités de recherche Tetis et Astre, permettant de prévoir quand et où *Aedes albopictus*, vecteur de la dengue, a des risques de se développer.

LOGICIEL ALBOMAURICE

Prévoir les risques d'apparition du moustique tigre

Des équations différentielles, des données quotidiennes sur les précipitations, sur les températures zone par zone, sur les différentes étapes du cycle de vie du moustique... AlboMaurice est un logiciel étonnant qui permet de prévoir en fonction de ces critères quand et où à Maurice, *Aedes albopictus*, le vecteur de la dengue se développera. Dit plus savamment, ce modèle de dynamique des populations de moustiques prédit leur abondance temporelle et spatiale. Un outil essentiel donc, pour lutter contre cet insecte dangereux pour la santé humaine. Les cartes ainsi produites sont d'ailleurs utilisées de manière opérationnelle par les services de santé pour cibler les zones où appliquer des mesures de surveillance et de contrôle

des vecteurs. « Les simulations du modèle ont été validées par rapport aux données entomologiques acquises chaque semaine pendant un an sur neuf zones de Maurice », précise Khouaildi Bin Elahee, du service de lutte anti-vectorielle, au ministère de la Santé et du bien-être mauricien.

Grâce à son actualisation en continu, le logiciel répond au besoin urgent d'intervention pour contrôler la propagation des maladies vectorielles telles que la dengue ou le chikungunya dans de nouvelles zones où les moustiques peuvent se développer en raison des changements environnementaux. « Les prévisions se présentent sous la forme de cartes et d'indicateurs que les services de santé peuvent utiliser pour définir

les priorités et optimiser les efforts d'intervention sur le terrain », détaille Annelise Tran, chercheuse au Cirad.

L'impact des différentes mesures de lutte peut même être estimé à l'avance. Des scénarios avec différentes stratégies de contrôle peuvent être simulés et comparés avant la prise de décision. Le logiciel est open-source et peut donc être adapté pour d'autres îles de la région, ou en prévision de l'acclimatation des vecteurs au changement climatique. Il peut également être modifié pour tester les futures méthodes de lutte telles que la technique prometteuse des insectes stériles (Tis).

annelise.tran@cirad.fr

UN NOUVEAU DISPOSITIF PRIORITAIRE EN PARTENARIAT

Au chevet de la santé et de la biodiversité


Les pathogènes et bioagresseurs qui menacent La Réunion n'ont qu'à bien se tenir ! Un nouveau Dispositif de Programmation en Partenariat (DPP) « Santé et Biodiversité », initié par le Cirad, vise à prévenir et contrôler les risques sanitaires sur notre île. « *Nous cherchons en même temps à préserver la richesse de la biodiversité réunionnaise, par une approche globale et intégrée des santés humaine, animale, végétale et environnementale* », précise Thierry Baldet, chercheur au Cirad.

Les axes de travail porteront, entre autres, sur la protection agroécologique des cultures et le biocontrôle, l'amélioration des connaissances en santé animale et végétale, l'amélioration des capacités de diagnostic et de surveillance, la compréhension des dynamiques des maladies, des vecteurs, des ravageurs émergents et des auxiliaires. Ces actions contribueront

à renforcer les services écosystémiques, à protéger et valoriser la biodiversité (des organismes aux gènes), à préserver les habitats et paysages par un soutien à la connaissance des milieux et à restaurer les milieux dégradés.

Les infrastructures sur lesquelles le DPP va s'appuyer sont le pôle de protection des plantes du Cirad, le Cyroi, l'université de La Réunion et le laboratoire vétérinaire départemental de La Réunion. Les recherches seront menées avec l'ensemble des acteurs de la santé dans une démarche de co-construction, avec une place croissante donnée aux utilisateurs finaux, en particulier les professionnels de l'agriculture, de l'élevage et de l'environnement, et la population.

thierry.baldet@cirad.fr
samuel.nibouche@cirad.fr
bernard.reynaud@cirad.fr



Au total, ce ne sont pas moins de 3 400m² de nouvelles infrastructures et 1 100m² de modernisation de l'existant qui constituent ce projet d'envergure d'extension et de modernisation du 3P.

AILE **G** RESSOURCES GÉNÉTIQUES

L'aile G : conservation des ressources génétiques et analyses des semences

La structure permettra la centralisation, dans des conditions optimales, de différentes collections locales ou régionales qui seront valorisées par les différents projets scientifiques en cours et à venir sur la sécurité alimentaire ou la biodiversité. Toutes ces ressources seront aussi accessibles et mises à la disposition de la communauté scientifique.

AILE **F** BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

L'aile F : un laboratoire de biologie moléculaire

Cet espace multiplie notre capacité d'accueil par trois et intègre les toutes nouvelles technologies (automates, séquenceur...) afin de pouvoir accéder au matériel génétique de tous nos modèles biologiques pour, par exemple, approfondir les travaux en matière de séquençage génétique (chez les insectes, les plantes, les microbes etc.) ou des travaux de surveillance épidémo-moléculaire microbienne. Ces espaces permettront aussi l'accueil de chercheurs nationaux et étrangers et l'organisation de formations pour le renforcement des capacités de nos partenaires de la zone océan Indien. C'est donc un lieu très transversal, « un hub High Tech » à l'interface de projets de recherches multi-échelles, locaux, régionaux et internationaux.

© R.Solasse (cirad)

ÉRIC JEUFFRAULT, DIRECTEUR RÉGIONAL DU CIRAD

« UN LIFTING D'ENVERGURE »

En 2001, quelle était l'ambition du Pôle de Protection des Plantes de Saint-Pierre ?

C'était de devenir un centre d'excellence en recherche scientifique et de développement de solutions en santé végétale.

L'originalité était de regrouper en un même lieu l'ensemble des forces vives disponibles localement, du terrain au laboratoire, dans l'objectif éventuel d'attirer de nouvelles compétences complémentaires.

Pourquoi cet agrandissement ?

La force du dispositif s'est traduite par une montée en puissance du plateau mis en place et par la construction et l'animation de réseaux de coopération régionale encore existants à ce jour.

Aujourd'hui, victime de son succès, le pôle s'adapte et s'agrandit face aux réalités

actuelles, nouveaux équipements High Tech, plus d'espace de laboratoires et d'accueil... Mais avec la même ambition de consolider nos acquis au travers d'une démarche partenariale et d'une offre renforcée de formation par la recherche.

Ce projet marque-t-il une étape dans l'histoire du Cirad à la Réunion ?

C'est en tout cas un lifting d'envergure.

Il a été permis par un soutien sans faille de nos bailleurs institutionnels. Le chantier a été financé par la Région, l'Etat, l'Ademe, le Cirad, et avec l'aide des fonds européens du Feder Convergence et Feder InterRegV.

Enfin, il faut saluer la compétence des équipes techniques et les entreprises responsables de ce chantier d'intérêt pour La Réunion.

LA PAROLE À NOS PARTENAIRES

Élisabeth Pacot
« Une image positive de low tech »



Architecte du projet d'extension du pôle

Nous trouvions le schéma existant de superposition bureaux/laboratoires du 3P intéressant. Nous avons réitéré ce système organisationnel pour l'extension afin de limiter l'impact sur le terrain et l'environnement du bâtiment. Le schéma de ventilation naturelle mis en place pour les bureaux a fait l'objet d'une maquette en soufflerie grâce à l'Ademe. La salle de conférence, transformable en salles de réunion, est également conçue pour fonctionner principalement en ventilation naturelle. Il est important d'avoir un bâtiment qui véhicule une image positive de la recherche à la fois en termes de technologie mais aussi en parlant de low tech. L'usage du bois et particulièrement du bardage en cryptoméria en est une des composantes.

DES PLANTES S'AGRANDIT

Parmi ces infrastructures, trois nouvelles ailes de bâtiments ont vu le jour abritant de nouveaux équipements permettant la mise en œuvre de nouvelles techniques d'analyses plus fines.



L'aile E : une zone de préparation commune aux laboratoires

Ce lieu commun sera partagé pour la recherche avec : la production d'azote liquide, la production de milieux biologiques dans un local de conception proche de celui d'une salle blanche ou encore le stockage centralisé des produits chimiques.

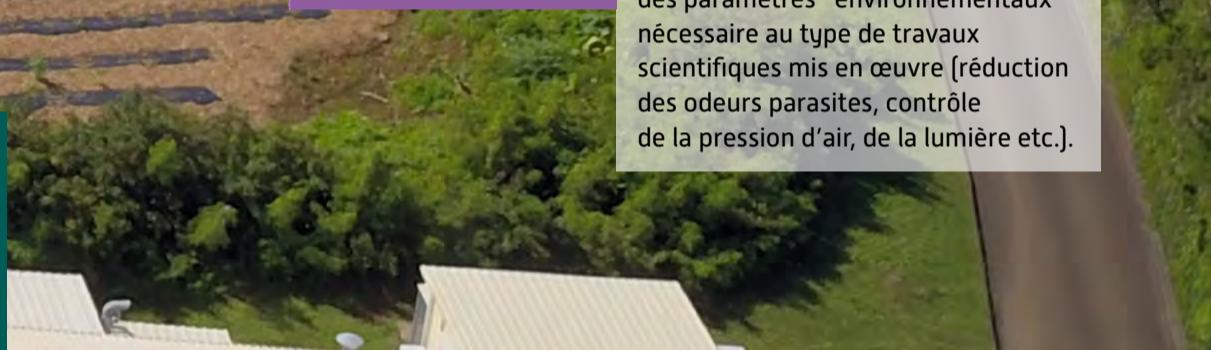


L'aile D : un projet d'extension et d'optimisation

Il est prévu l'aménagement d'un laboratoire dédié à l'écologie chimique dont les travaux visent à promouvoir des techniques de protection agroécologique contre les insectes ravageurs. Outre une capacité d'accueil augmentée, cet espace présentera de nouvelles infrastructures technologiques pour le développement de nouvelles méthodes de lutte et cela dans un cadre offrant un meilleur contrôle des paramètres environnementaux nécessaire au type de travaux scientifiques mis en œuvre (réduction des odeurs parasites, contrôle de la pression d'air, de la lumière etc.).



En complément du programme bioclimatique, le Pôle de Protection des Plantes se voit doter d'une couverture de panneaux photovoltaïques avec l'aide du plan de relance de l'État.



UNE EXTENSION BIOCLIMATIQUE

Un modèle de développement durable

L'extension du pôle de protection des plantes a été conçue pour réduire la consommation d'énergie et avoir l'impact le plus faible sur l'environnement.

Une ventilation traversante naturelle, une orientation du bâtiment pensée pour capter les « gisements de vent », des façades poreuses avec des ouvrants réglables et même un « canyon dépressionnaire » ! Comprendre : un gros canal de 2,5 mètres de haut en faîtage, qui provoque un tirage naturel de l'air intérieur en expulsant l'air chaud vers l'extérieur. Pas de doute, les nouvelles ailes du pôle de protection des plantes (3P) constituent le nec plus ultra en matière de bâtiment bioclimatique.

Du coup, aucune climatisation n'a été prévue dans les bureaux, qui sont seulement équipés de brasseurs d'air. « Des essais en soufflerie avec une maquette ont montré qu'il suffisait de créer un courant d'air de 1,5m/s pour garantir le confort des occupants », précise Samuel Lauret, qui porte ce projet du Cirad depuis 2016.

En parallèle, des espaces verts, plantés d'espèces endémiques et indigènes, servent de mur thermique et d'îlots de fraîcheur

sur trois niveaux : au sol, avec la pelouse, à mi-hauteur avec les buissons et en hauteur avec les arbustes et les arbres. Les façades sont couvertes de protections solaires en cryptoméria, ressource locale, largement utilisé, les murs sont isolés, les fenêtres des laboratoires ont un double vitrage. La collecte des eaux de pluies est assurée et concentrée dans des réservoirs de 500 m³.

Le bâtiment se veut également moins énergivore. « L'objectif est de diviser par deux la consommation d'eau et d'électricité par rapport au même bâtiment construit de façon classique », espère Samuel Lauret. L'éclairage naturel est privilégié et les bureaux ne sont pas équipés avec des sources artificielles. Seules des lampes d'appoint sont prévues, pour éclairer les bureaux en cas de besoin, mais pas l'ensemble de la pièce.

Dans les laboratoires, la ventilation est modulable, elle fonctionne suivant l'usage : si personne ne travaille sur une « sorbonne » (un espace semi-fermé

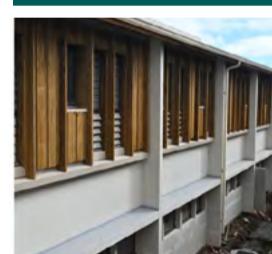
où le chercheur introduit les bras pour effectuer des essais), eh bien l'espace ne sera pas ventilé inutilement. Même fonctionnement automatisé pour les éclairages aux Led.

Quant à la climatisation, qui reste indispensable dans les laboratoires, les thermostats sont pilotables à distance et des groupes d'eau glacée peuvent être activés par tranche de 10 degrés. Naturellement, les toits sont équipés de panneaux photovoltaïques dans un objectif de production d'électricité propre qui sera autoconsommée. L'idée est de couvrir au moins 40 % des besoins en électricité.

Tout cet ensemble est piloté de façon centralisée et propose des scénarios d'optimisation énergétique basés sur l'expérience et les usages.

emmanuel.jouen@cirad.fr
samuel.lauret@cirad.fr

La porosité des façades, le bouclier thermique et la noue aéraulique, des éléments structuraux pour une meilleure maîtrise de l'énergie.
© R.Solesse [cirad]





▲ Directeur du Parc National

LA PAROLE À NOS PARTENAIRES

Jean-Philippe Delorme « Trouver ensemble des solutions sur le terrain »

Notre présence au sein d'un pôle de recherche travaillant sur des thématiques communes donne du corps au partenariat. Se trouver en amont dans les questionnements permet de mieux prendre en compte le point de vue du gestionnaire et de faire aboutir des solutions applicables directement sur le terrain, puis de les évaluer. Pour le Parc, les questions de santé sont également abordées de façon globale. Un écosystème en bonne santé apporte de bons services. Nous travaillons sur la qualité de l'eau, de l'air, la préservation de la fonctionnalité des habitats... Tout l'intérêt du partenariat, c'est de travailler en continu sur des solutions nouvelles en matière de gestion des écosystèmes et de qualité de l'environnement. Cette collaboration pourrait faire de La Réunion un centre de référence notamment sur la gestion des espèces exotiques envahissantes.



▲ Directrice scientifique du GIP-CYROI

Maya Cesari Le Groupement d'Intérêt Public Cyroi, partenaire du Cirad

« L'équipe Cirad du dispositif One Health Océan Indien (une seule santé) de l'UMR Astre, est localisée depuis 2008 au sein de la plateforme technologique CYROI. Cette plateforme abrite l'unique cyclotron des Outremer français, le Cyclotron Réunion Océan Indien (Cyroi). Cette localisation permet des interactions avec d'autres équipes, notamment celle de l'UMR Pimit (Processus Infectieux en Milieu Insulaire Tropical, sous tutelle Université/Inserm/Ird/Cnrs), ou encore avec des start-ups comme EcoEx, dans le cadre de la recherche d'alternatives aux antibiotiques.

Bio-fabrique La Coccinelle « Une dynamique qui favorise les échanges »



La bio fabrique propose sept insectes auxiliaires.

La Coccinelle, créée en 2007, est à ce jour la seule bio-fabrique d'insectes auxiliaires à La Réunion. Sa principale mission est de proposer aux agriculteurs des solutions durables et responsables pour lutter contre les ravageurs dans leur exploitation. Depuis 2014, l'unité de production est installée à Saint-Pierre sur le site de Ligne Paradis

L'antenne Sud du Parc National de La Réunion va être accueillie sur l'Agrocampus de Ligne Paradis à Saint Pierre

du Cirad. Cette localisation dans le sud était motivée par la proximité du bassin de production maraîcher et des laboratoires du pôle de protection des Plantes et des différents partenaires scientifiques et techniques. De nombreuses collaborations ont vu le jour, au sein d'unités mixtes de recherche, de réseaux de transfert ou de conventions entre les différentes structures. Cette dynamique a favorisé les échanges et la mutualisation de moyens techniques et humains, notamment via l'accueil de chercheurs et d'étudiants sur nos multiples projets. Grâce à ces étroites collaborations, la Coccinelle répond de la manière la plus fine possible aux problématiques du secteur agricole réunionnais et propose aujourd'hui une gamme de 7 insectes auxiliaires. Cette gamme devrait quasi doubler d'ici deux ans.

morguen.atiam@coccinelle.re

L'avantage offert par le Cyroi réside dans l'accès à un parc de haute technologie partagé. Outre le cyclotron, le Cyroi dispose d'équipements de chimie, biochimie et biologie moléculaire, de salles de culture cellulaire, de microbiologie et de culture de virus de niveau 2 et 3. Il propose aussi la seule animalerie de recherche (dédiée aux rongeurs) de La Réunion. Parmi ces plateaux techniques, l'équipe du Cirad utilise plus particulièrement le laboratoire de sécurité de type 3 : le P3. Il permet d'identifier et de travailler sur des échantillons biologiques potentiellement

contaminés, par exemple par la Fièvre de la Vallée du Rift (FVR). Cela a permis, lors de la dernière crise de la FVR à Mayotte, en 2018-2019, d'identifier les différents virus qui avaient touché la santé humaine et animale à Mayotte. Il est également possible d'analyser des prélèvements sanguins issus des bovins pour vérifier leur niveau d'anticorps. En outre, cela a récemment contribué à la mise au point d'une nouvelle méthode de détection de la Covid par une autre équipe du Cirad »

LE POINT AVEC
JOËL HUAT,
CHERCHEUR
AGRONOME



Plantation de chou vert sur la parcelle Stop du Cirad.

SYSTÈMES DE PRODUCTION TROPICAUX O PESTICIDE DE SYNTHÈSE

STOP AUX PRODUITS CHIMIQUES !

Le Cirad et ses partenaires expérimentent, en plein champ, des cultures fruitières et maraîchères sans pesticides de synthèse à La Réunion.

Un pari ambitieux qui s'étale sur six ans. Le point avec Joël Huat, chercheur agronomie au Cirad.

Quelle est la genèse du projet Stop ?

Nous avons répondu en 2018 à un appel à projets du programme Ecophyto II* qui vise à réduire l'utilisation de chimie de synthèse dans les cultures. Cette expérimentation court jusqu'en 2024, à l'issue de laquelle nous espérons fournir des règles de décision, orienter des choix de pratiques agricoles, concevoir des outils...

Quelles sont les contraintes ?

En zone tropicale, nous ne subissons pas de « vide sanitaire », de trêve hivernale durant laquelle les ravageurs ne se reproduisent pas. À La Réunion, ils sont partout tout le temps ! Par ailleurs, nous devons proposer *in fine* des espaces de production triplement performants : rentables en termes agronomiques et économiques ; socialement acceptables, sans pénibilité trop forte pour l'agriculteur ; et enfin, respectueux de l'environnement. C'est une gageure : la première année de l'expérimentation, nous avons produit à Bassin Plat 30 tonnes de melons : aucun n'était exploitable, tous piqués par les mouches des fruits !

Comment faire alors sans pesticide ?

Il faut travailler sur le choix des variétés et des espèces cultivées, voir lesquelles sont sensibles ou résistantes aux maladies et aux ravageurs. Les rotations et associations culturales sont un autre moyen. On doit faire de la prophylaxie mécanique, comme ramasser les fruits abîmés et piqués ou faire du paillage au sol. On peut encore augmenter la diversité animale et végétale de façon à proposer des habitats et de la nourriture aux auxiliaires de culture qui luttent contre les ravageurs. Nous avons également interrogé 35 agriculteurs, qui produisent en bio, en permaculture ou qui ont déjà réduit les produits de synthèse. Ils nous ont fait part de leurs « recettes de cuisine ».

Comment se déroule l'expérimentation ?

Nous avons trois observatoires pilotes : celui du lycée agricole de Saint-Paul, 4000 m², est axé sur la production de fruits et légumes bio. Celui de l'Armeeflhor, à Bassin Martin, a une orientation plus

économique. Objectif : dégager au moins un Smic pour un agriculteur. Enfin, la parcelle du Cirad, à Bassin Plat, a une superficie de 7500 m². Nous y testons, entre autres, des légumes et fruits lointain, comme la pomme en l'air, le pois carré, le conflore, la calebasse la gale, la banane plantain...

Quels sont les premiers enseignements ?

Nous pouvons construire des pilotes agro-nomiques et les évaluer de concert avec les agriculteurs. Nous connaissons mieux les ravageurs majeurs que sont les pucerons, les cicadelles, les acariens, les mouches des fruits... Nous observons les nouveaux équilibres qui se créent dans ces systèmes de production en rupture. C'est compliqué car nous sommes en plein champ face à des ravageurs souvent polyphages qui s'attaquent à plusieurs cultures. C'est la gageure mais aussi l'intérêt d'une expérimentation dite de rupture.

joel.huat@cirad.fr

Les plantes hôtes des mouches des fruits

Un nouvel ouvrage présentant les mouches des fruits et leurs plantes-hôtes dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien est disponible depuis le début de l'année. Il est destiné aux professionnels de l'agriculture, techniciens, chercheurs, agriculteurs, enseignants.

Chaque plante-hôte est illustrée avec son cortège de mouches des fruits associé, par des photos d'une incroyable précision (fleurs, fruits, feuillages), fait l'objet d'une description botanique, et ceci pour chacune des îles. Sont présentées également la répartition géographique, l'abondance et les périodes de fructification

des plantes-hôtes, périodes correspondant aux stades les plus sensibles aux mouches des fruits. Les illustrations des espèces de mouches les plus communes des îles sont très explicites et même esthétiques ! « Ce travail a été colossal et plusieurs équipes de recherche basées aux Comores, à Madagascar, à Maurice, à Mayotte, aux Seychelles et à La Réunion se sont mobilisées pour réaliser cet ouvrage », se félicitent Antoine Franck et Hélène Delatte, entomologistes au Cirad et coordonnateurs et éditeurs de ce nouveau guide.

antoine.franck@cirad.fr
helene.delatte@cirad.fr

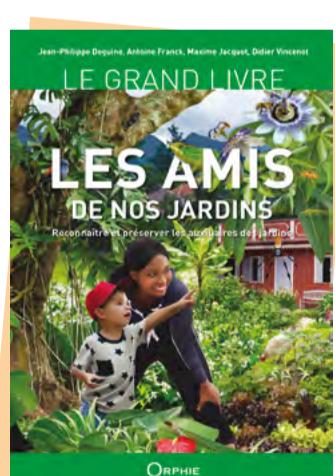
Les amis de nos jardins

Comment reconnaître et favoriser les auxiliaires (les amis de nos jardins) qui régulent les ravageurs (les ennemis) ? Cet ouvrage passe en revue les principaux groupes d'auxiliaires présents dans les jardins à La Réunion. Son originalité est de s'appuyer sur des photos de grande qualité qui permettent de reconnaître facilement les principaux auxiliaires. En apportant des informations concrètes, l'ouvrage est destiné aux jardiniers amateurs qui prennent soin de leur jardin au quotidien. Mais c'est aussi un support pédagogique et de formation auprès des enfants et des jeunes générations. L'ouvrage apporte également des recommandations

concrètes pour favoriser l'apparition, le maintien et le développement des auxiliaires dans les jardins ou leur environnement.

Ce guide édité par Orphie est disponible dans de nombreuses librairies de l'île au prix de 18 euros.

antoine.franck@cirad.fr
jean-philippe.deguine@cirad.fr



PROTECTION DE LA CANNE À SUCRE

Erianthus, une plante piège cul-de-sac

Une plante piège cul-de-sac attire les ravageurs et les affaiblit. Les cultures voisines sont ainsi protégées. En cela *Erianthus* se révèle très utile pour la canne à sucre.

D rôle de nom pour une plante ! Un piège cul-de-sac est une plante auxiliaire qui combine deux caractéristiques précieuses pour protéger une culture. « Piège » car elle attire des espèces phytophages, qui délaissent alors la culture principale. « Cul-de-sac » car elle ne permet pas aux espèces phytophages de se développer sur la plante : au contraire, ces dernières meurent prématurément. Il en résulte une baisse générale de la population de ravageurs. Utilisée en agroécologie en bordure de parcelle cultivée une plante ayant ces propriétés peut suffire à la protéger d'un insecte ravageur.

Mais des mécanismes d'adaptation ou d'évolution permettent souvent aux insectes d'éviter une telle situation, si bien qu'il existe peu d'exemples efficaces connus de par le monde. On peut citer l'Herbe de Sainte-Barbe utilisée contre la teigne des choux aux Etats-Unis, une herbe africaine qui protège le maïs de deux papillons de nuit, et enfin à La Réunion la graminée *Erianthus* qui protège la canne à sucre du foreur ponctué des tiges.

Erianthus a été identifiée et caractérisée par les scientifiques du Cirad, Laurent Costet, Samuel Nibouche et Richard Tibère du pôle de protection des plantes, à Saint-Pierre. Ils ont confirmé son attractivité pour les femelles du foreur et la non-survie des larves qui tentent de s'en nourrir ; les chercheurs ont également observé que son utilisation en plein champ augmente



© S.Nibouche, Cirad

Rang d'*Erianthus* planté en bordure d'un champ de canne à Savanna.

de manière substantielle le rendement des cannes à sucre.

Qu'est-ce qui rend *Erianthus* si performante ? Pour le savoir, le Cirad s'est intéressé à la manière dont le foreur perçoit et choisit sa plante-hôte. « *L'insecte a l'illusion d'apercevoir une canne à sucre plus appétissante que les autres. L'apparition d'une résistance est possible mais peu probable, car si l'insecte perd son appétence pour *Erianthus*, il a toutes les chances*

de la perdre également pour la canne à sucre », analyse Vincent Jacob, écologue chimique au Cirad. Un composé chimique émis par *Erianthus* semble jouer un rôle prépondérant dans la préférence du ravageur pour cette plante piège. La connaissance de ce mécanisme permettra de surveiller la durabilité de ce système de protection des cannes à sucre et d'envisager son déploiement à plus large échelle.

vincent.jacob@cirad.fr

CONTRÔLER DES BIOAGRESSEURS Etudier les interactions entre les mouches des fruits et leurs parasitoïdes

Les mouches des fruits causent de gros dégâts dans les cultures. Pour mieux les connaître, le Cirad s'est penché sur leurs interactions avec un de leurs parasitoïdes.



© A.Franck, Cirad

Fopius arisanus, parasitoïde de mouches des fruits, a été introduit à La Réunion pour participer au contrôle de *Bactrocera zonata* et *Bactrocera dorsalis*.

Après l'arrivée de la mouche orientale des fruits, *Bactrocera dorsalis*, à La Réunion en 2017, un bouleversement de la gamme d'espèces végétales utilisées et des niches écologiques de plusieurs espèces de mouches des fruits a été observé. De plus, les populations de *Bactrocera zonata* ont nettement diminué. Ces changements de niches écologiques peuvent être le résultat d'interactions directes avec la nouvelle espèce, par exemple par compétition. Ils peuvent aussi résulter d'effets indirects, après modification de leurs interactions avec un ennemi partagé, et notamment avec le parasitoïde *Fopius arisanus*.

Pour comprendre quels types d'interactions sont responsables de ces observations, des expérimentations en laboratoires ont été réalisées. La compétition entre les mouches des fruits a été testée ainsi que les préférences du parasitoïde pour l'une ou l'autre espèce de mouches des fruits. « Nous avons pu constater

une compétition à la fois au stade larvaire pour les ressources alimentaires et au stade adulte entre les femelles pour les sites de pontes de ces deux espèces », indique Laura Moquet, chercheuse à l'unité mixte de recherche Peuplement des végétaux et bioagresseurs en milieu tropical.

Cette étude montre aussi une préférence du parasitoïde pour les œufs de *B. zonata* par rapport aux œufs de *B. dorsalis* lorsque les deux espèces lui sont présentées en même temps. Une des hypothèses qui découle de ces résultats est que la préférence de *F. arisanus* pour *B. zonata* aurait pu contribuer à la diminution des populations de *B. zonata* par « compétition apparente ». Cette situation survient lorsqu'une espèce influence de manière négative une autre espèce à travers l'action d'un ennemi naturel commun.

laura.moquet@cirad.fr

PASCAL MARNOTTE, MALHERBOLOGUE

Ce spécialiste des mauvaises herbes au Cirad étudie ces bioagresseurs pour imaginer des solutions de lutte alternatives.



Plant de liane poc-poc, une « mauvaise herbe » étudiée par Pascal Marnotte.

En quoi les mauvaises herbes posent-elles des problèmes ?

Un bioagresseur n'est pas forcément un insecte qui fait des trous dans une feuille. Les mauvaises herbes sont nuisibles dans le sens où elles concurrencent les plantes cultivées. Elles piochent dans la même assiette que la canne à sucre et sont très compétitives. En début de cycle, ce sont toujours elles qui gagnent.

Elles ont un cycle de vie très court, parfois une cinquantaine de jours contre un an pour la canne !

On ne se rend pourtant pas vraiment compte des conséquences de leur présence...

La dépréciation est insidieuse mais bien réelle. On estime, lorsqu'elles sont présentes, qu'elles font perdre 300 kilos de potentiel de production par jour et par hectare de canne à sucre, ou 30 kilos pour le coton, 40 kilos pour le riz. Soit une perte moyenne de 0,3 à 0,5 % du potentiel.

C'est beaucoup ?

Pour la canne, cela représente 10 à 15 % en un mois !

Quels sont les moyens de lutte ?

Le sarclage est très efficace, mais aujourd'hui on manque de main d'œuvre. Les herbicides ont pris le relais, et cela a bien fonctionné. Mais pour des raisons environnementales et sociétales, la gamme d'herbicides autorisés a été réduite. Il faut donc imaginer des solutions alternatives comme le paillage ou les plantes de service qui occupent l'espace au sol. Mais cela marche moins bien. Pour être efficace, il faut alors combiner les pratiques et mieux connaître le cycle de vie des mauvaises herbes pour intervenir au bon moment, quand elles sont vulnérables. C'est l'objet de mes recherches.

Qu'étudiez-vous précisément ?

A quel moment dans l'année les mauvaises herbes poussent-elles ? Quand fleurissent-elles ? Quelles espèces font le plus de dégâts ? Curieusement, nous n'en sommes encore qu'aux balbutiements, mais, en m'appuyant sur les travaux précédents de Thomas Le Bourgeois, et en faisant pousser des mauvaises herbes sur des parcelles, j'ai déjà des informations précises sur une cinquantaine d'espèces.

Qu'avez-vous appris ?

Par exemple que la période de germination du chardon débute à la saison froide, vers avril-mai. Ou que la liane poc-poc, lève quasiment à n'importe quel moment de l'année.

En quoi ces données peuvent-elles être utiles ?

A terme, et nous n'en sommes pas encore là, l'idée est de développer un outil d'aide à la décision pour les agriculteurs. Une fois qu'on connaîtra mieux les comportements des mauvaises herbes en fonction de critères comme le zonage, l'altitude, la saison, les sols... on pourra décider quand planter ou quand récolter, quand arracher, quand désherber..., afin de mieux caler les méthodes de lutte pour qu'elles soient à la fois réellement efficaces et plus faciles à mettre en œuvre.

pascal.marnotte@cirad.fr

LUTTE CONTRE LA MOUCHE BLANCHE Où vit-elle, à quoi résiste-t-elle ?

L'aleurode, ou mouche blanche, est à l'origine de dégâts graves sur les tomates. Une étude du Cirad permet de mieux connaître ce ravageur et d'envisager une lutte biologique.

Sur le podium des cauchemars des maraîchers réunionnais, trône assurément l'aleurode, plus communément appelé « mouche blanche ». Ce petit hémiptère d'environ 1 mm de long est capable de transmettre de nombreux phytopavirus dont deux sont présents à La Réunion. Ces virus constituent une menace sanitaire et économique majeure pour les filières tomates sous abri et de plein champ. Une partie de la lutte contre cet insecte vecteur repose sur l'usage de produits phytosanitaires, malgré le risque d'apparition de résistances. Pour compliquer davantage l'équation, à La Réunion trois espèces d'aleurodes coexistent sans qu'il soit possible de les distinguer morphologiquement. L'une d'elles, IO, est indigène, alors que les espèces MEAM1 et MED sont exotiques.

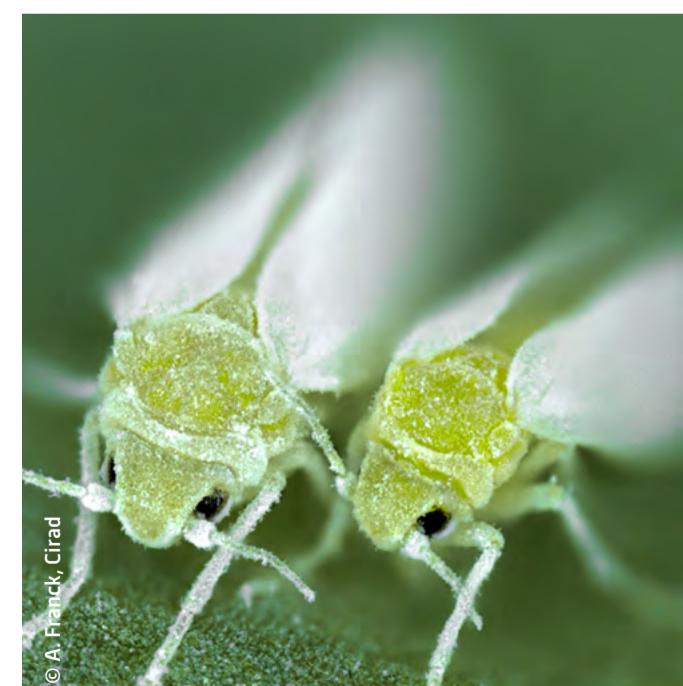
Des chercheurs du Cirad ont voulu comprendre leur importance dans les agrosystèmes réunionnais, au regard de leur résistance à certains insecticides. Les résultats sont sans appel : IO, présente sur toute l'île mais principalement dans les zones non agricoles ou en bordure de parcelle, se montre sensible à tous les insecticides testés. En revanche, MEAM1 et MED sont très majoritairement résistantes. « Vingt ans après son arrivée, en 1997, MEAM1 est toujours l'espèce dominante dans l'ensemble des serres et en plein champ. Sa distribution n'a pas évolué depuis notre état des lieux en 2010 », constate Hélène Delatte, chercheuse à l'unité mixte de recherche PVBMT.

En revanche, la distribution de MED est limitée à quelques sites. Depuis sa première description en 2010,

elle aussi n'a pas beaucoup changé. « Elle a été retrouvée exclusivement dans les agrosystèmes et sur plantes cultivées dans le sud et sud-ouest de l'île. Cette restriction géographique et de gamme de plantes hôtes est assez surprenante comparée à ce qui est observé dans d'autres régions du monde », s'étonne Alizée Taquet, qui a récemment soutenu sa thèse sur le sujet.

Au regard de ces résultats, des moyens de lutte alternatifs sont activement recherchés, notamment avec l'utilisation de moyens de biocontrôle en collaboration avec la biofabrique La Coccinelle.

helene.delatte@cirad.fr



Comment lutter sans pesticide contre l'aleurode, ici sur un chou ?

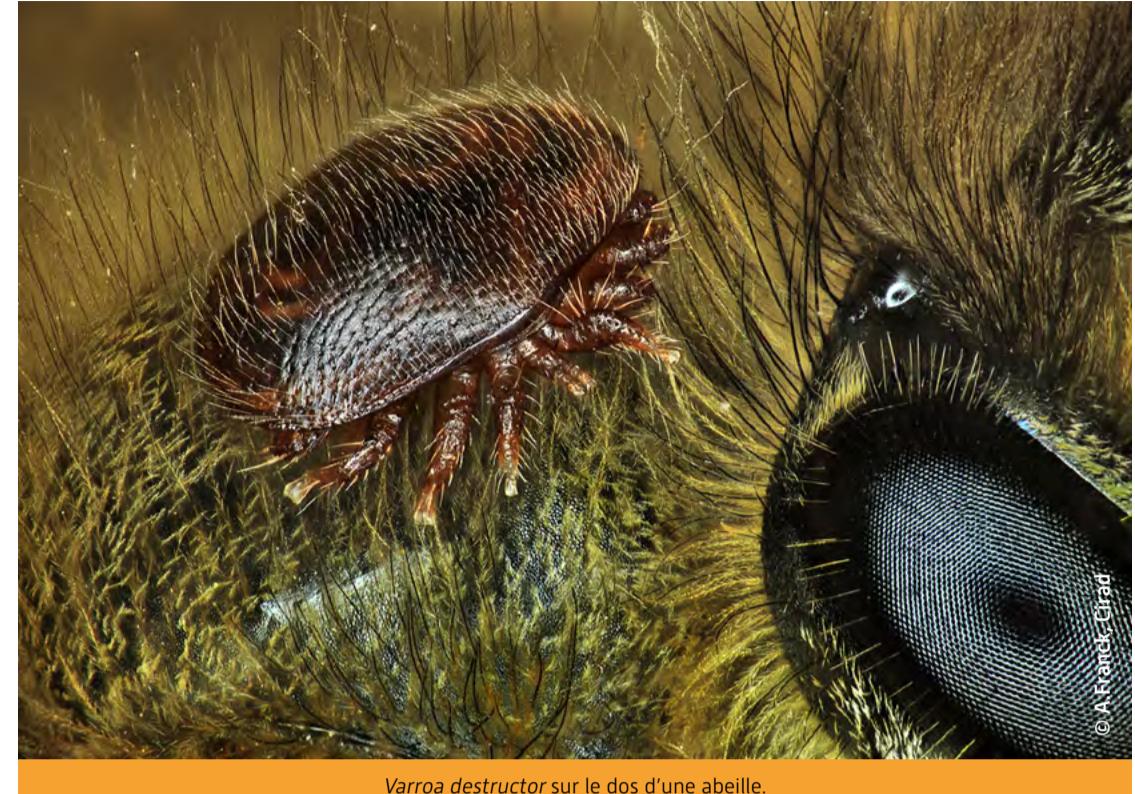
FACE AU VARROA QUI TUE LES ABEILLES

Le Cirad et le GDS ensemble contre le Varroa

**Les chercheurs
du Cirad et du
Groupement
de défense
sanitaire
de La Réunion
travaillent
en partenariat
pour tenter
d'enrayer
la progression
de Varroa
destructor.**

DéTECTÉ le 3 mai 2017 à La Réunion, le parasite *Varroa destructor* représente le danger sanitaire principal pour les abeilles *Apis mellifera unicolor*, espèce indigène et pollinisatrice majeure. Le petit acarien, originaire d'Asie du Sud-Est, a ravagé les colonies d'abeilles péï en trois ans. Une enquête épidémiologique du groupement de défense sanitaire (GDS) a révélé que la mortalité des colonies d'abeilles était de 37 % en août 2018. Un pic à 64 % a même été atteint dans l'Ouest de l'île selon une enquête réalisée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Près de 4 colonies d'abeilles sur 10 avaient donc disparu à cette époque.

Face à ce fléau, le GDS s'est mobilisé. Grâce au Rita (Réseau d'innovation et de transfert agricole), une équipe de choc s'est constituée, réunissant un technicien en biologie moléculaire, un technicien



Varroa destructor sur le dos d'une abeille.

© A. Franch - Cirad

en expérimentation, une technicienne terrain et un ingénieur. Ce dernier travaille sur la mise en place d'un plan de sélection d'abeilles qui arrivent à vivre avec Varroa tout en maintenant leurs capacités de production. Un autre réfléchit à la mise en place de traitements pour les colonies, qui seront à terme diffusés auprès des apiculteurs, par le biais de conseil individuel, de formation ou d'information. Car, précise Olivier Esnault, chercheur-vétérinaire au GDS, « si on utilise mal les produits de contrôle contre Varroa, on risque de contaminer

les cires et le miel avec des résidus ».

Benoît Jobard, doctorant au Cirad et encadré par Olivier Esnault, travaille sur les interactions entre les abeilles et Varroa. Sa thèse étudie les traits de vie de l'abeille, les durées d'operculation et les petits mécanismes fins qu'utilise l'abeille pour se défendre face à Varroa. Les premiers résultats pour protéger l'abeille indigène sont là, que le GDS et le Cirad entendent consolider.

olivier.esnault@gds974.re

LA PAROLE À NOS PARTENAIRES

Loïse de Valicourt,
chef du service alimentation à la Daaf

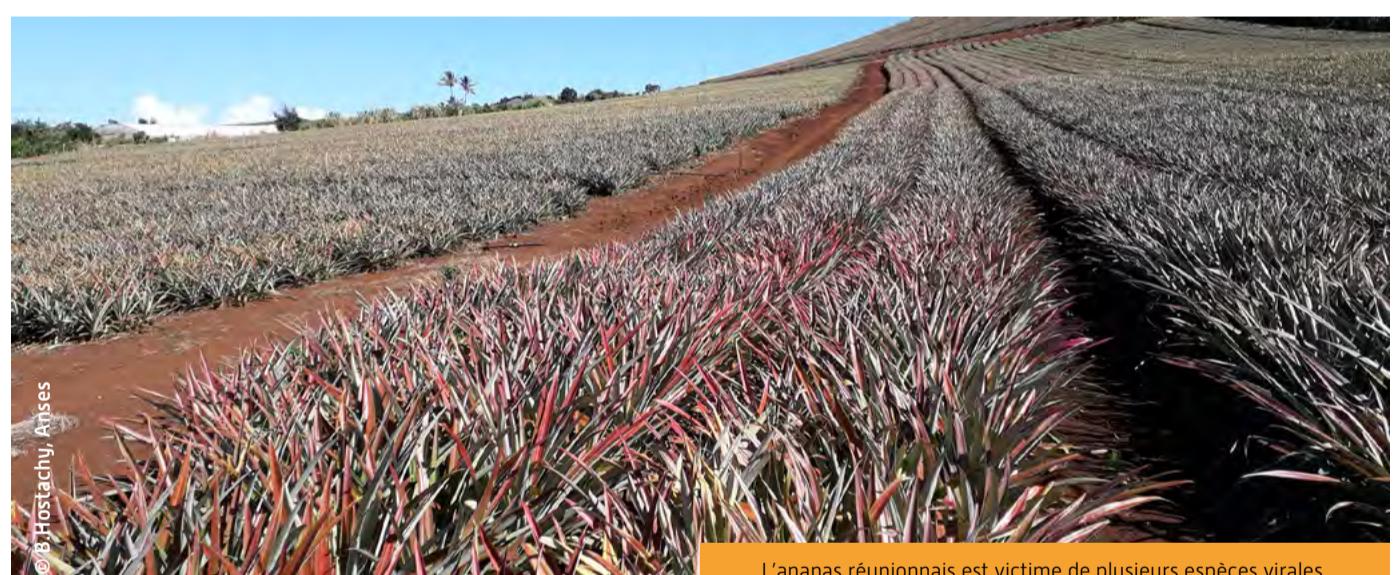
« Protéger le territoire insulaire »

Intérêts convergents entre la Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (Daaf) à La Réunion et le Cirad ! Les activités régaliennes de l'Etat en matière de santé du consommateur d'aliments d'origine animale et végétale, et des producteurs d'animaux et de végétaux, sont complétées par la participation de la Daaf aux groupes de travail du Cirad. Sous l'impulsion et le pilotage du Cirad, la Daaf participe aux activités du réseau régional de surveillance et de veille « Sega One Health » dans le domaine de la santé animale aux côtés de l'Agence régionale de santé pour la santé humaine. La mise en commun des problématiques relatives à l'épidémi-o-surveilance se traduit par une réactivité accrue lors d'apparition de maladies sur un territoire. A l'image de chaque pôle de santé des pays de l'océan Indien, la Daaf partage ses données, valorise son savoir-faire et collecte les informations nécessaires à la protection du territoire.

Au delà de ces aspects opérationnels, la Daaf participe à un dispositif de partenariat, porté par le Cirad, qui développe et met en commun les activités de recherche au service du concept « One Health ». L'épidémi-o-surveilance et la protection des frontières insulaires sont des préoccupations partagées par nos voisins et partenaires de l'océan Indien. Par ailleurs, nous surveillons de très près l'apparition d'antibio-résistance des bactéries en élevage et la lutte contre les salmonelles en élevage avicole.

MALADIE DE L'ANANAS Produire des plants sains

L'Anses et le Cirad se sont associés pour mieux lutter contre le déprérisement de l'ananas.



L'ananas réunionnais est victime de plusieurs espèces virales.

La maladie du *Wilt* ou déprérisement de l'ananas est une des maladies les plus graves de l'ananas dans le monde. Depuis 2014, à La Réunion, les plantations d'ananas Victoria sont confrontées à une recrudescence de ce fléau avec des pertes de récoltes atteignant 35 à 80 %. La maladie aurait une origine multifactorielle, associant la présence d'un ou de plusieurs ampelovirus transmis par des cochenilles. Mais elle est mal connue dans la zone du sud-ouest de l'océan Indien comme d'ailleurs dans la plupart des régions de production du monde ; aussi, l'unité des Ravageurs et agents pathogènes tropicaux (Rapt) du laboratoire de santé de l'Anses* et l'unité mixte de recherche du Cirad Peuplements végétaux et bioagresseurs en milieu tropical (UMR-PVBMT) se sont-ils associés pour joindre leurs efforts contre la maladie.

Ces équipes vont évaluer l'état sanitaire de la filière ananas de La Réunion et réaliser un inventaire viral,

« sans a priori, par une approche métagénomique », détaille Jean-Michel Lett, entomo-phytovirologue au Cirad. Les premiers travaux d'inventaire ont abouti à la description de plusieurs espèces virales dont trois ampelovirus, pour lesquels un diagnostic et un test RT-PCR multiplexe ont été développés.

A terme, une des solutions proposées pour réduire l'impact de la maladie serait de « renouveler le matériel végétal destiné à la plantation par le développement d'une filière de production de plants issus de vitroplants assainis », précise Bruno Hostachy de l'Anses. Cela devrait progressivement conduire les planteurs à ne plus avoir recours à des rejets issus de parcelles n'offrant aucune garantie sanitaire et à privilégier l'utilisation de plants sains.

* Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail



© DR

La lutte contre les bavites des ruminants est une des priorités du Cirad.

UN OUTIL DE SURVEILLANCE DES MALADIES VECTORIELLES

Les bavites au menu des cartes

Le Cirad développe une technologie innovante de détection des virus attaquant les ruminants à La Réunion : les cartes « FTA-Whatman ».

Les bavites affectent la santé des ruminants à La Réunion. Elles sont causées par deux orbivirus (le BTV ou maladie de la langue bleue, et l'EHDV, une fièvre hémorragique) transmis par des moucherons piqueurs, les *Culicoïdes*. L'émergence d'épisodes cliniques est imprévisible et engendre des baisses de performance et de rentabilité importantes. Les récentes recherches sur les *Culicoïdes* ont identifié cinq espèces vectrices et caractérisé leur distribution spatiale, leur dynamique saisonnière et leur niveau d'infection par les deux virus BTV et EHDV. Pour affiner cette détection des virus, le Cirad, via l'unité mixte de recherche Animal, santé, territoires, risques

et écosystèmes (UMR-ASTRE), travaille sur un nouvel outil : les cartes « FTA-Whatman ». Ce sont des fiches cartonnées, traitées, permettant de conserver les acides nucléiques présents dans la salive des insectes vecteurs qui auront été piégés.

« Une validation de cette technique a été obtenue en laboratoire ; l'objectif est désormais de la valider sur le terrain », précise Catherine Cêtre-Sossah, virologiste au Cirad. Pour cela, des piégeages sont actuellement réalisés dans cinq élevages, et ce jusqu'en juin 2021. Les exploitations ont été sélectionnées à partir de la carte de diversité et d'abondance des *Culicoïdes*, établie lors de la thèse de Yannick Grimaud, pour le Groupement de défense sanitaire

de La Réunion, également impliqué dans ces recherches.

Cette méthode alternative, qui a déjà fait ses preuves en Australie, devrait conduire à mieux comprendre l'épidémiologie des bavites, à identifier les facteurs de risque et à mettre en œuvre des mesures de surveillance et de contrôle adaptées. « Les cartes pourraient permettre également, se félicite Thierry Baldet, entomologiste au Cirad, d'investiguer à plus long terme la possible circulation d'autres virus transmis par les *Culicoïdes* ».

catherine.cetre-sossah@cirad.fr,
thierry.baldet@cirad.fr

Le Cirad et ses partenaires expérimentent des méthodes basées sur des mécanismes naturels de lutte contre les bioagresseurs.



© A.Franck, Cirad

Nesidichoris volucer, se nourrissant ici d'une larve de *Bemisia tabaci*, est produite par la biofabrique La Coccinelle.

Utiliser des mécanismes naturels pour protéger les végétaux ou renforcer leurs défenses contre les organismes nuisibles : c'est le principe du biocontrôle, un des leviers majeurs de la transition agro-

SE PASSER DES PESTICIDES DE SYNTHÈSE Élaborer des stratégies de biocontrôle

écologique actuelle. La politique de réduction des produits phytosanitaires de synthèse en agriculture repose en partie sur le développement de cette pratique respectueuse de la santé publique et de celle de l'environnement. Comme les pesticides de synthèse sont de plus en plus nombreux à être interdits, le marché du biocontrôle est en pleine croissance. Toutefois, il ne représente encore que 11 % du marché de la protection des plantes pour une ambition de 30 % en 2030.

« Les défis à relever restent nombreux pour atteindre cet objectif », reconnaît Laurent Costet, chercheur au Cirad. L'innovation doit permettre de lever certaines barrières techniques et l'information et la formation doivent participer aux changements des pratiques. C'est dans cette optique que le Cirad, l'Armeflhor et la biofabrique Coccinelle se sont associés au sein de l'Unité Mixte Technologique « Biocontrôle en agriculture tropicale » (UMT BAT). « Nous avons vocation à conduire

des activités de recherche, d'expérimentation et d'innovation pour la conception, la validation et la diffusion de stratégies de biocontrôle », énumère Toulassi Nurbel, co-animateuse du dispositif.

De cette synergie sont attendus le développement et la diffusion de solutions adaptées aux systèmes de cultures tropicales particulièrement sujettes à de fortes pressions parasitaires et utilisables par les agriculteurs. Deux modèles ont été retenus comme priorité des travaux de recherche et développement de stratégies de biocontrôle des maladies et ravageurs : la tomate sous abri et les mouches des fruits. L'enjeu économique est important pour les filières locales et nationales qui font face à des impasses phytosanitaires. Des marges de progression importantes sont donc attendues en termes de réduction de l'utilisation de pesticides de synthèse.

laurent.costet@cirad.fr
toulassi.nurbel@armeflhor.fr

Lequel de ces deux sols est le plus fertile et en meilleure santé ?



© J-M Médoc [Cirad]

SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES ET DES SOLS

Ne pas confondre fertilité, qualité et santé

Si la notion de santé d'un être vivant paraît évidente, il n'en est pas de même pour celle des écosystèmes. Comment en effet définir la santé de l'air, de l'eau ou des sols ?

S'ils abritent de très nombreux êtres vivants, les écosystèmes ne sont pas, en tant que tels, des êtres vivants au sens où on l'entend couramment. Dès lors, sur quels critères peut-on considérer qu'un écosystème ou l'un de ses compartiments est en « bonne santé » et, plus encore, qu'il interagit positivement sur la santé des Hommes et des animaux d'élevage ? Question cruciale en ces temps de pandémie !

Concernant les sols agricoles, bien que ces définitions soient débattues dans la communauté scientifique, la notion de fertilité désigne leur capacité à fournir les éléments nutritifs nécessaires à la bonne croissance d'une culture. C'est donc

une notion strictement agronomique, qui ne se rapporte qu'à la fonction de production végétale d'un sol. En revanche, la qualité d'un sol est une notion multidimensionnelle qui définit le potentiel d'un sol à remplir un ensemble de fonctions (production animale, réservoir de biodiversité, séquestration de carbone, d'eau...), soit autant de services rendus à l'Homme : production de biomasses, conservation de la biodiversité, régulation du climat... « Plus récemment, précise Matthieu Bravin, chercheur au Cirad, la notion de santé du sol a été proposée pour compléter celle de la qualité, en étant définie comme le niveau réel de performance des fonctions assurées par un sol relativement à son potentiel ».

On comprend qu'un sol fertile de qualité ne sera pas nécessairement en meilleure santé qu'un sol d'une qualité et d'une fertilité moindres. Cela peut être le cas d'un sol situé dans les Bas, dont le climat, les pentes modérées et le recours à une fertilisation intensive basée sur des engrains minéraux importés entraînent des rendements importants. En comparaison, un sol situé plus en altitude et fertilisé avec des apports organiques produits localement peut être moins productif ; en revanche, il peut assurer de nombreuses autres fonctions comme le stockage de carbone et la filtration de l'eau !

matthieu.bravin@cirad.fr

FERTILITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS AGRICOLES

Faut-il se fier aux vers de terre ?

Le Cirad a initié des mesures de fertilité des sols agricoles basées sur le suivi de bio-indicateurs.

Les premiers résultats montrent des effets importants liés aux pratiques de fertilisation et aux systèmes de cultures. Mais l'interprétation n'est pas toujours aisée, voire contre-intuitive.

Trois inventaires de vers de terre ont été réalisés entre 2013 et 2019 sur une parcelle de canne à sucre de la station expérimentale du Cirad à La Mare (Sainte-Marie). Objectif ? Vérifier si une fertilisation à base de boues de station d'épuration urbaine altérait la quantité et la diversité des vers de terre par comparaison avec des apports d'engrais minéraux importés ou d'effluents d'élevage. Les résultats obtenus après cinq cycles de culture ont montré que le type de fertilisation ne modifiait ni la quantité, ni la diversité des vers de terre. Les chiffres sont même plutôt élevés par rapport à ce qui est habituellement retrouvé dans les sols tropicaux.

En revanche, l'indicateur de la microfaune s'est avéré faible sur l'ensemble de l'essai et a eu tendance à diminuer avec l'apport de boues, contrairement à la quantité de micro-organismes qui elle, a augmenté. Les quantités d'enzymes sécrétées par ces micro-organismes pour minéraliser la matière organique et ainsi libérer l'azote, le phosphore et le soufre, n'ont quant à elles montré aucune différence quel que soit



© DR

le type de fertilisation. La diversité des réponses obtenues avec ces trois groupes de bio-indicateurs montre que la caractérisation de la fertilité biologique des sols agricoles doit s'appuyer sur un référentiel s'appuyant lui-même sur une palette de bio-indicateurs représentatifs de la diversité des organismes présents dans le sol et de leur activité.

D'autres mesures ont porté sur l'activité de la mésafaune (animaux de taille intermédiaire) dans le sol de la station expérimentale du Cirad des Colimaçons, dans les hauts de Saint-Leu. Faisant fi des hypothèses initiales, l'activité la plus élevée a été mesurée sur le système de culture le plus intensif, c'est-à-dire la culture maraîchère fertilisée depuis 15 ans

Dispositifs de mesure de l'activité de la mésafaune du sol sur une culture de chou à La Réunion.

uniquement avec des engrains minéraux. Au contraire, les activités les plus faibles ont été mesurées sur les systèmes les moins intensifs dont le sol était plus riche en matières organiques : une forêt d'eucalyptus, une prairie et une culture maraîchère fertilisée depuis 15 ans uniquement avec des fertilisants organiques. Ces résultats contre-intuitifs démontrent l'importance d'élaborer un nouveau référentiel pour interpréter correctement ces données.

matthieu.bravin@cirad.fr



Vitroplants en provenance de Mayotte.

MAYOTTE

Évaluation sanitaire et assainissement des cultivars élites de manioc

Le manioc est une culture de base pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne mais il est confronté à plusieurs maladies graves d'origines virales. Une filière de production de semences saines est indispensable.

Le manioc est une des principales cultures vivrières aux Comores, à Madagascar et à Mayotte, c'est une culture de base pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. Seulement, ce tubercule est confronté à des maladies virales graves : la « mosaïque du manioc » (CMD) largement présente aux Comores et à Madagascar, et la maladie de la « striure brune » (CBSD) récemment décrite à Mayotte et aux Comores. Cette dernière maladie constitue un nouveau fléau pour la culture en rendant le tubercule impropre à la consommation. Face aux risques d'aggravation à cause de l'utilisation de boutures virosées et de la pullulation de leur

insecte vecteur, il est apparu primordial d'évaluer l'état sanitaire des plants semences et de les assainir. La première étape a consisté à adapter les outils de diagnostic de présence des agents pathogènes en utilisant « des amores dégénérées », détaille Isabelle Robène, phytopathologiste au Cirad, pour les rendre capables de détecter les bégomovirus associées à la CMD, et aux deux espèces d'ipomovirus associées à la CBSD. En parallèle, un autre outil de diagnostic métagénomique a été développé, qui a confirmé la présence de bégomovirus et d'ipomovirus au sein même des cultivars élites de manioc mahorais.

La deuxième étape a consisté à assainir par thermothérapie et chimiothérapie six cultivars élites spécialement choisis. Cet assainissement a été réalisé au Pôle de Protection des Plantes à La Réunion. Cette méthode a permis de certifier indemne de CMGs et de CBSVs plusieurs lignées de vitroplants de manioc.

A terme, ces techniques vont permettre de réduire l'impact de ces maladies en développant une filière de plants semences issus de vitroplants assainis et indexés, de renouveler le matériel végétal destiné à la plantation et d'abandonner progressivement l'utilisation de boutures ne présentant aucune garantie sanitaire.

Des champignons pour remplacer des insecticides?

Les *myco-insecticides*, produits à partir de champignons, comptent parmi les méthodes de biocontrôle originales pour remplacer en partie les insecticides de synthèse. Les champignons entomopathogènes (qui parasitent les insectes) sont présents naturellement dans tous les écosystèmes, de l'équateur aux cercles

polaires. Ils participent activement au contrôle et à la régulation des populations d'insectes. Les souches aujourd'hui autorisées au niveau européen possèdent généralement un large spectre d'hôtes, ce qui permet d'envisager plusieurs usages pour une même souche. Mais attention ! Leur utilisation peut aussi

parfois engendrer des effets non souhaités qu'il est nécessaire d'envisager avant toute introduction. Cette précaution est particulièrement prégnante pour les milieux insulaires tropicaux tels que les DROM, hot spots de biodiversité, et particulièrement fragiles et sensibles aux invasions biologiques.

Du coup, l'utilisation de souches de champignons entomopathogènes indigènes de ces milieux insulaires permettrait de proposer des myco-insecticides en substitution aux insecticides de synthèse, de répondre à plusieurs usages mineurs actuellement non pourvus et de limiter les risques associés aux introductions. Le Cirad travaille aujourd'hui à la caractérisation de la diversité de ces champignons entomopathogènes indigènes et au développement de méthodes de biocontrôle efficaces et durables.

laurent.costet@cirad.fr

Exemple de la diversité des champignons entomopathogènes indigènes de la Réunion et de leurs hôtes.



© A.Franck, Cirad

SALMONELLES À MAYOTTE Un enjeu sanitaire

Attention, danger ! Si des élevages de poules pondeuses sont atteints par certaines formes de salmonelles, il faut abattre toutes les volailles. Les sérovars - qui désignent les propriétés antigéniques des bactéries - les plus importants présents, sur les cinq réglementés en France, sont *Typhimurium*, et *Enteritidis*. « A Mayotte, on suit la présence de ces salmonelles au sein des élevages de poulets de chair et de pondeuses pour voir quel est le niveau de prévalence des bactéries, explique Éric Cardinale, chercheur au Cirad. En parallèle, on essaie d'identifier les failles de biosécurité qui permettraient à la bactérie de se développer. »

Il importe de mettre en place les bonnes mesures d'hygiène et de biosécurité pour limiter l'introduction de la bactérie depuis l'extérieur dans le poulailler, ou l'éliminer de l'exploitation si elle y est déjà présente.

Avec la Direction



© W. Moreland

Les élevages de poules sont très surveillés à Mayotte.

de l'agriculture et de la forêt et les vétérinaires, le Cirad effectue des prélèvements, grâce à des « pédi-chiffonnettes », sur les chaussures des éleveurs et des visiteurs des poulaillers. Ce système permet de caractériser le contenu des fientes intestinales et caecales. Un questionnaire est complété en parallèle pour identifier les facteurs de risque de présence de cette bactérie. Selon le Dr Lionel Domeon, vétérinaire sanitaire, « ces interventions permettent de sensibiliser efficacement les éleveurs et d'améliorer le niveau sanitaire de Mayotte ». eric.cardinale@cirad.fr

2001
date de création



RECHERCHE ACTION

16 publications scientifiques

2 doctorants associés



RESSOURCES

1 820 000 euros de budget
(avec le concours de l'UE, la Région, l'Etat et le département de La Réunion)

1 385 m²
Laboratoire protection des plantes

8 ingénieurs 16 stagiaires 11 VSC



RECHERCHE

150 étudiants Masters formés
[ayant bénéficié de cours dispensés par les agents Cirad membres du PRPV]

2 partenaires formés [ayant bénéficié de formations Pro dispensées par les agents Cirad membres du PRPV]



PARTENARIAT

20 partenaires principaux



ONE HEALTH OI

Partenariat de recherche et d'enseignement
'Une seule santé' de l'océan Indien



RECHERCHE ACTION

76 publications scientifiques

9 doctorants



RESSOURCES

2 930 000 euros de budget
(avec le concours de l'UE, la Région, l'Etat et le département de La Réunion)

35 m² Microbiologie 50 m² Sérologie/ Virologie

4 ingénieurs 30 stagiaires 11 VSC



RECHERCHE

220 étudiants Masters formés
[ayant bénéficié de cours dispensés par les agents Cirad membres du DPOHOI]

150 partenaires formés [ayant bénéficié de formations Pro dispensées par les agents Cirad membres du DP OHOI]



PARTENARIAT

24 partenaires principaux



RECHERCHE ACTION

16 publications scientifiques

2 doctorants associés



RESSOURCES

1 820 000 euros de budget
(avec le concours de l'UE, la Région, l'Etat et le département de La Réunion)

1 385 m²
Laboratoire protection des plantes

8 ingénieurs 16 stagiaires 11 VSC

ET BIENTÔT UN NOUVEAU DP BIOCONTÔRE

Le dispositif en partenariat en cours de création "Biocontrôle dans le sud-ouest de l'océan Indien" s'inscrit dans un enjeu d'évolution vers une agriculture doublement performante par la conception de systèmes de production à la fois compétitifs et durables. Ce dispositif regrouperait différentes institutions des pays de la zone océan Indien afin de mieux évaluer les risques phytosanitaires tout en permettant d'améliorer leurs diagnostics avec des outils adaptés, et de proposer des méthodes de biocontrôle efficaces.

